

# Hydrologie, Barrages et Transferts d'Eau en Algérie orientale

A. Mebarki

Faculté des Sciences de la Terre, de Géographie et d'Aménagement du Territoire

Université Mentouri, Route d'Ain El Bey, 25000 Constantine, Algérie

E-mail : mebarki\_azzedine@yahoo.fr

**ملخص :** يعتبر الشرق الجزائري أكثر منطقة مطيرة في البلاد غير أنها تتميز بتباين مناخي عالي و معرضة لتأثيرات شبه جافة، و يتشكل النظام الهيدرولوجي من أحواض نهريّة مرتبطة بالبحر الأبيض المتوسط إلى الشمال ومن أحواض مغلقة مرتبطة بالشطوط و السبخ إلى الجنوب. ومن خلال معطيات 33 محطة مسجلة لمنسوب الأنهار، يتضح أن المردود الهيدرولوجي لهذه الأحواض يعرف تغيرات مجالية كبيرة من (0.3 إلى 16 ل/ث/كم<sup>2</sup>)، و هذا ما تبرزه خريطة موارد المياه السطحية.

هذه الموارد هي محل برنامج تعبئة واسعة بواسطة السدود، حيث ستبلغ سعة التخزين الإجمالية للسدود حوالي 4.2 مليار م<sup>3</sup> في أفق 2020. وتكميلاً لذلك، هناك مشاريع تحويلات مائية كبرى بين الأحواض النهريّة للتقليص من التباينات الهيدرولوجية الحادة الموجودة بين الشمال و الجنوب. والهدف المنشود من وراء هذه التهيئة المائية الشاملة، تلبية الحاجيات المتزايدة من الماء للمدن و كذا تحقيق التكثيف الزراعي عن طريق السقي على الأراضي شبه الجافة. ويعتبر مشروع تحويل مياه بني هارون، من ضمن المنظومات المائية الإقليمية الهامة بالمنطقة.

**الكلمات الأساسية :** حوض تجميحي، منسوب هيدرولوجي، سد، تحويل مائي، الشرق الجزائري.

**Résumé :** L'Algérie orientale, région la plus arrosée du pays, se caractérise par un climat très contrasté, à influence semi-aride. Elle juxtapose des bassins hydrographiques tributaires de la mer Méditerranée au Nord, et des bassins fermés reliés à des Chotts et Sebkhass, au Sud. Les données de 33 stations hydrométriques, rendent compte de l'extrême variété du rendement hydrologique des bassins (de 0.3 à 16 L/s/km<sup>2</sup>), illustrée par la carte des ressources en eau superficielle. Ces apports font l'objet de régularisation par une série de barrages-réservoirs, dont la capacité installée devrait atteindre 4.2 km<sup>3</sup> en 2020. Les transferts inter-bassins visent à atténuer les inégalités hydrologiques, pour faire face à la demande accrue en AEP des villes, et développer l'irrigation en zone semi-aride. A l'exemple du système de transfert des eaux du Barrage Béni Haroun, aménagement hydraulique d'envergure régionale.

**Mots-clés :** bassin versant ; apport hydrologique ; barrage ; transfert d'eau ; Algérie orientale.

**Abstract :** Eastern Algeria, the rainiest region of the country, is characterized by major climatic contrasts and a semi-arid influence. It juxtaposes two opposed hydrologic systems: tributary watersheds of the Mediterranean Sea to the North, and closed basins connected to Chotts and Sebkhass, to the South. The significant variety of surface flows of the basins (from 0.3 to 16 L/s/km<sup>2</sup>) is analyzed using data from 33 hydrological stations. This variety is illustrated by the map of surface water resources. These resources are being mobilized by dams, whose installed capacity should reach 4.2 km<sup>3</sup> by 2020. The inter-basins transfers aim to mitigate the hydrological inequalities of the region in order to satisfy the increasing water needs of cities, and develop agricultural irrigation in semi-arid area. The water transfer system of Beni Haroun, is an example of major regional hydraulic project.

**Key Words :** drainage basin, surface flow, dams, regional water transfer, Eastern Algeria.

## 1. Introduction

Face au retard accumulé en matière de disponibilités en eau, l'Algérie mène une politique active pour mobiliser ses ressources de surface et faire face à la forte irrégularité spatio-temporelle des précipitations (Chabaca et al., 2007 ; Mebarki, A. 2007 ; Remini et al., 2009). Dans la région orientale du pays, au climat contrasté et à influence semi-aride, les données sur les apports des oueds rendent bien compte de la disparité spatiale du rendement hydrologique des bassins (Mebarki, 2009). En réponse à la pénurie d'eau (AEP et irrigation), un vaste programme de barrages, complété par de longs transferts inter-bassins, est en cours, avec l'objectif d'une interconnexion poussée des retenues, en vue d'une gestion stratégique des réserves en eau (MRE, 2005 ; Mebarki, 2009).

## 2. Bassins hydrographiques et ressources en eau

### 2.1 Variabilité spatiale des apports

L'Algérie orientale (Sahara non compris), vaste d'environ 90 000 km<sup>2</sup>, a un contexte physique très contrasté, avec un climat Méditerranéen au Nord et continental subdésertique au Sud. Sur moins de 300 km de distance, on passe du piémont Saharien aride au littoral Méditerranéen humide, transitant par l'Atlas Saharien, la vaste « gouttière » semi-aride des Hautes Plaines et les montagnes subhumides du Tell. Deux systèmes hydrographiques s'y juxtaposent : oueds relativement fournis, tributaires de la mer

(Côtiers Constantinois, Kebir-Rhumel, Seybouse, Medjerda et Soummam), et oueds temporaires reliés à des dépressions fermées où l'évaporation est intense (Chott Hodna, Chott Melrhir et Hauts Plateaux Constantinois).

Sur un effectif de 48 stations hydrométriques de l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH), les données sélectionnées et traitées sur 33 bassins jaugés, de taille très variable (de 16 à 8 710 km<sup>2</sup>) font ressortir une large gamme de débits spécifiques annuels moyens (Fig. 1). L'irrégularité du climat agit sur la grande variabilité interannuelle des débits, et l'écoulement des oueds se manifeste souvent sous forme de crues.

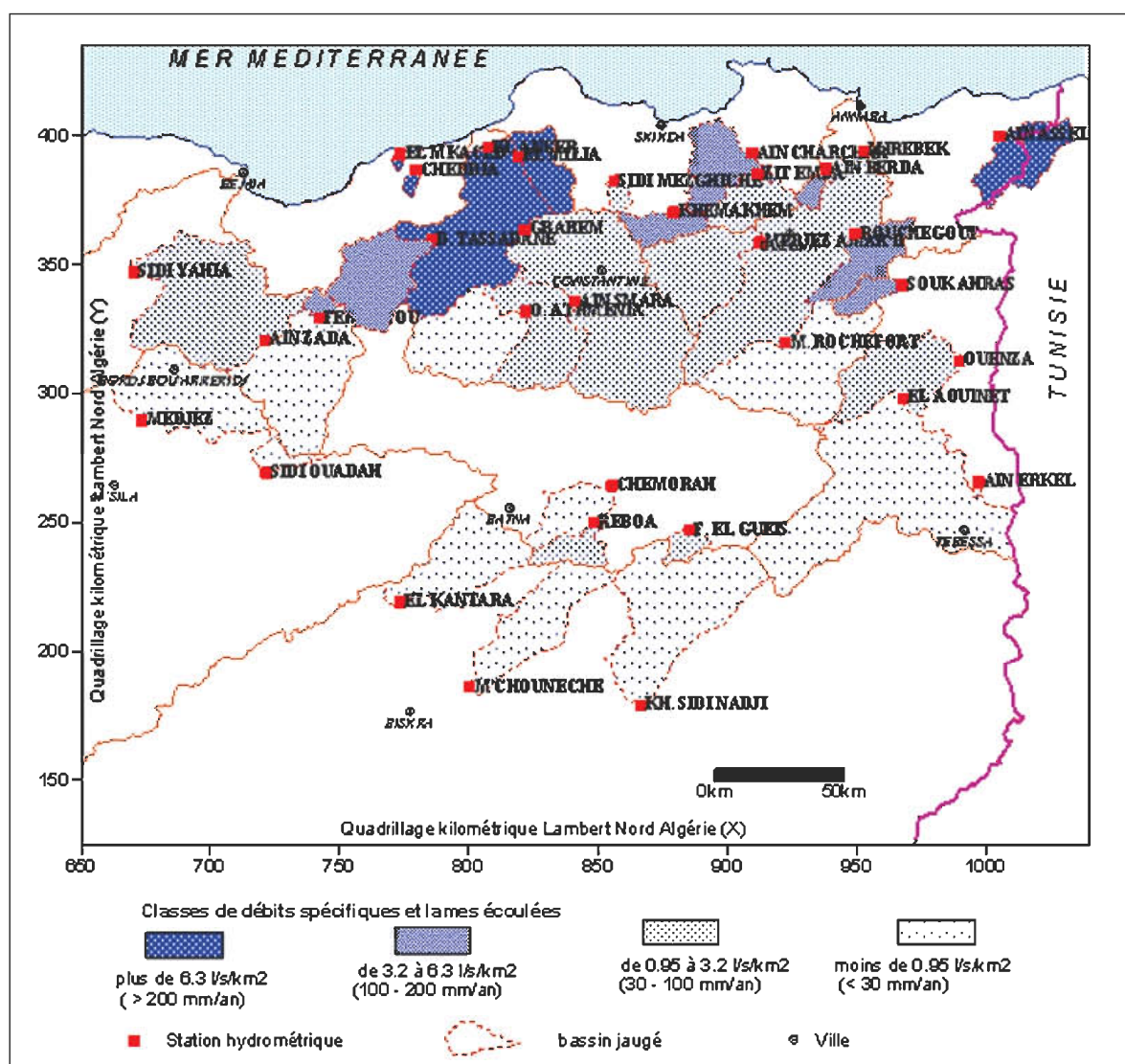


Fig. 1 Bassins jaugés et zones de débits spécifiques annuels moyens (septembre 1972- août 1984).

## 2.2. Bilans hydrologiques et ressources potentielles

La pluie annuelle moyenne (P), ramenée à la surface des bassins jaugés, varie dans un intervalle de 200 à 1 200 mm. La lame écoulee annuelle moyenne (E), observée aux stations, présente une disparité remarquable (10-508 mm). Le déficit d'écoulement annuel ( $D = P - E$ ), spatialement moins variable (178-692 mm), s'accroît dans les régions montagneuses du Tell, en raison des quantités de pluie alimentant la réserve du sol et donc l'ETR. Le coefficient d'écoulement ( $C = E / P$ ) résume l'extrême variabilité géographique du bilan : il passa de 3.8 % à la station de Khangat Sidi Nadji (oued El Arab, bassin du Chott Melrhir) à 42.3 % à la station de Cheddia (oued El Agrem, Côtiers de Jijel).

La généralisation spatiale de l'information sur les apports hydrologiques a été obtenue par application,

sur un maillage régulier de 2 x 2 km, du modèle global à réservoirs « LOIEAU » (dérivé de GR2M du CEMAGREF) (Makhlouf & Michel, 1994).

Ce modèle a paru particulièrement pertinent dans le contexte hydrologique algérien pour reconstituer, mois par mois, les écoulements superficiels des bassins, à partir des pluies et des évapotranspirations potentielles (ANRH, 2003 ; Laborde et al., 2003). La carte établie à l'échelle annuelle moyenne (septembre 1965- août 1995), à partir de 30 x 12 grilles mensuelles, relate l'extrême hétérogénéité spatiale de la lame d'eau écoulee : de moins de 5 mm par an sur les Hautes Plaines Sud-Constantinoises et le piémont Saharien à plus de 500 mm (voire 1000 mm) sur les massifs bien arrosés du Tell maritime (Fig. 2). Les ressources en eau de surface, estimées à 5 km<sup>3</sup> par an (40 % du potentiel du pays), sont très inégalement réparties d'un bassin à l'autre (Tableau 1).

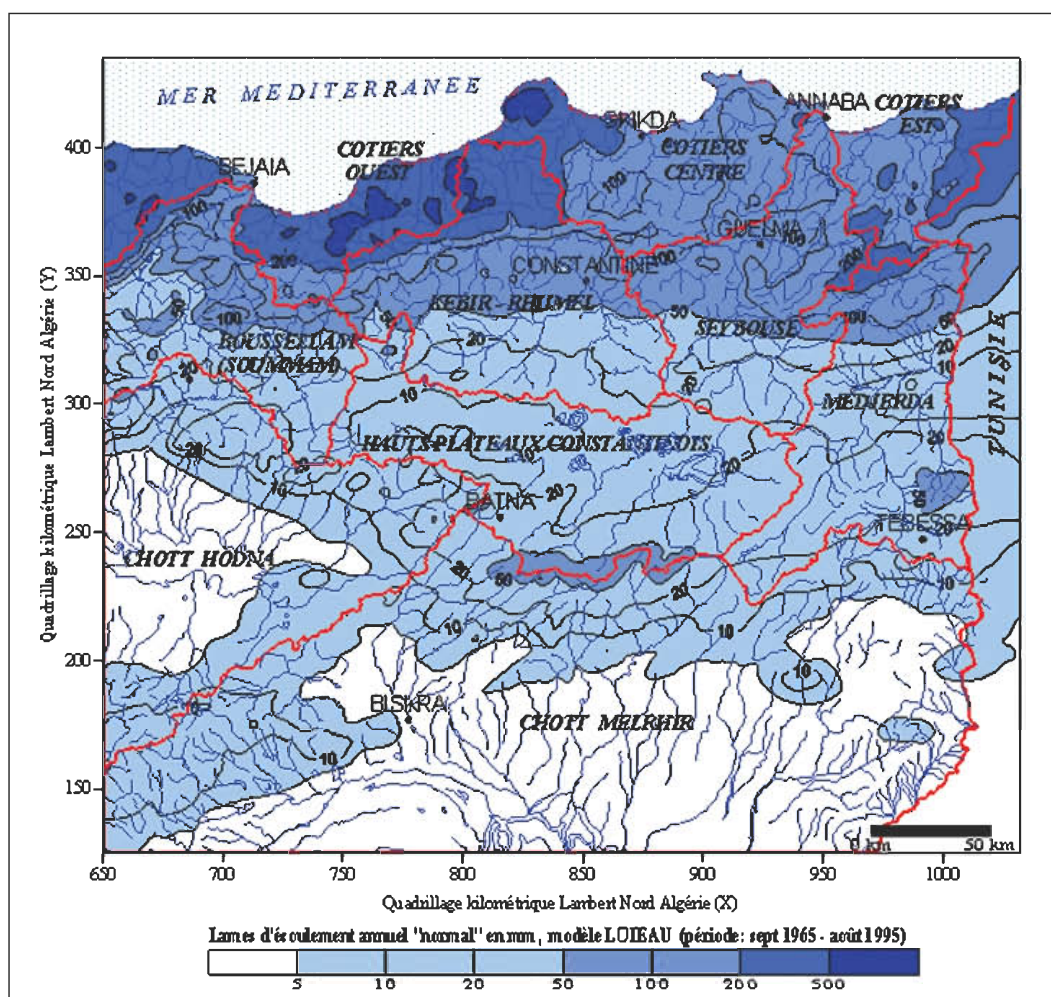


Fig. 2 Ecoulements interannuels moyens des bassins de l'Est algérien (septembre 1965- août 1995).

Tab 1. Ressources en eau de surface des bassins hydrographiques.

Bassin (ou partie de bassin)	Superficie (km <sup>2</sup> )	Pluie moyenne (série 1965-95) (mm/an)	Lame écoulée moyenne (1965-95) (mm/an)	Ressources en eau de surface (hm <sup>3</sup> /an)
Côtiers constantinois Est (à la frontière tunisienne)	2826 3242 (a)	710	195	552
Côtiers constantinois Centre	5551	675	166	919
Côtiers constantinois Ouest	2773	957	365	1012
Chott Hodna (zone Est)	13370 (b)	211	9,9	132
Chott Melrhir (zone Nord-Est)	31843 (b)	152	7,4	236
Hauts Plateaux	9578	295	21	199
Kebir-Rhumel	8815	496	103	911
Medjerda	7785	350	46	360
Seybouse	6475	469	76	492
Soummam (B oussellam à Sidi Yahia)	4050 (b)	397	52	210
<b>TOTAL</b>				<b>5023</b>

(a) Superficie intégrant la partie tunisienne du bassin

(b) Superficie du bassin partiel

### 3. Mobilisation des eaux : les barrages-réservoirs

#### 3.1 Les barrages de la période coloniale

Au jour de l'Indépendance (1962), la région de l'Est hérite d'une faible capacité installée (234 hm<sup>3</sup>), répartie entre quatre ouvrages de taille modeste (Foum El Gueiss, Ksob, Zardézas et Foum El Gherza), et un cinquième barrage (Ighil Emda), construit à des fins hydro-électriques. Le Barrage Erraguène (hydro-électrique) ne fût achevé qu'en 1963 ; le Barrage Cheffia fût réceptionné en 1965 (Fig. 3).

Du fait de l'envasement rapide, les retenues ont beaucoup perdu de leur capacité initiale (2 à 3 % par an en moyenne).

Lorsque les conditions techniques le permettent, on procède à la surélévation de la digue pour augmenter la réserve utile de la retenue (F. E. Gueiss en 1969, Zardézas et Ksob en 1977).

Mais du fait de l'intensité de l'érosion des bassins, la sédimentation des barrages n'a cessé d'augmenter et il était nécessaire de faire recours à des techniques de dévasement par dragage, travaux souvent longs et coûteux. A l'exemple du Barrage Zardézas, réalisé en 1945, il a été surélevé en 1977 lorsque son envasement avait atteint le taux de 45 %. L'accumulation de la vase a de nouveau fait perdre à l'ouvrage 42 % de sa capacité (estimation de 1993). D'où le recours, de 1993 à 2002, à une drague refouleuse pour évacuer les sédiments (10 hm<sup>3</sup>) (Guetarni, 1999 ; Remini et al., 2009).

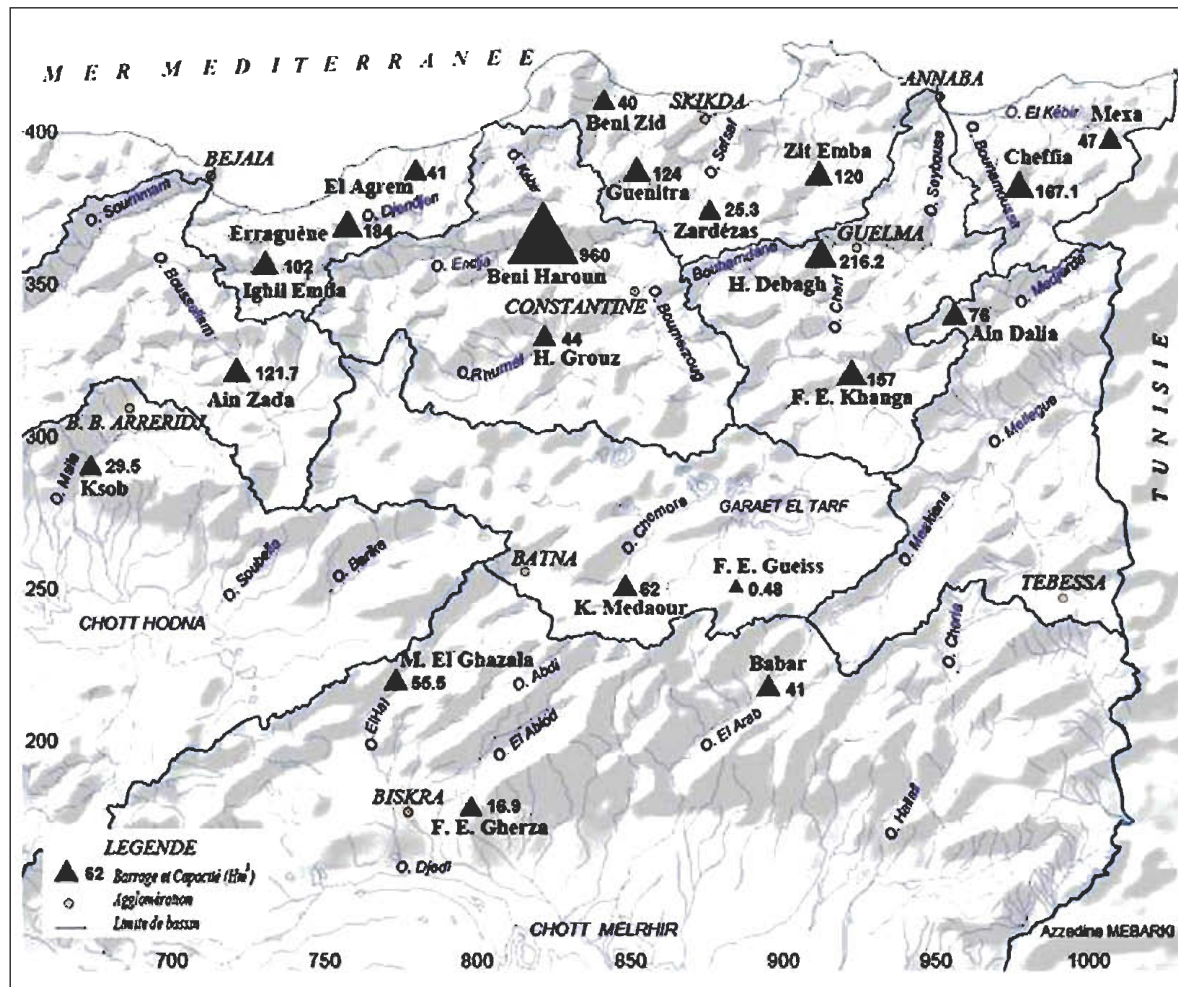


Fig. 3 Barrages en exploitation dans l'Est algérien (situation 2007)  
 (Capacité tenant compte de l'envasement, estimée en 2000 par l'Agence Nationale des Barrages et Transferts, et en 1996 par SONELGAZ concernant les 2 barrages hydro-électriques).

### 3.2 Relance de la grande hydraulique

La construction de barrages a été relancée au début des années 1980, pour faire face aux tensions aiguës sur l'eau (entre la ville, l'industrie et l'agriculture). Depuis, une quinzaine de retenues ont vu le jour, de capacité très variable, en raison de la nature morphologique des sites aménagés et de l'irrégularité des apports hydrologiques (Fig. 3). Les ouvrages en exploitation sont répartis entre 3 barrages de type poids, 2 barrages-voûtes, 5 barrages en enrochement et le reste en terre. Leur hauteur hors-sol varie de 23 (F. E. Gueiss) à 107 m (Béni Haroun). Seuls 9 barrages dépassent la capacité de 100 hm<sup>3</sup>, Béni Haroun (960 hm<sup>3</sup>) contrôlant, à lui seul, 37 % de la réserve totale de la région. Dans le souci d'une grande garantie de fourniture d'eau, la quasi-totalité des retenues assurent une régularisation interannuelle (capacité supérieure au volume régularisé) et sont, au vu des apports solides des oueds, dotées de gardes d'envasement importantes.

### 3.3 Les volumes régularisés escomptés

La capacité installée des barrages de l'Est devrait atteindre en 2020 un total de l'ordre de 4.2 km<sup>3</sup>, contre une capacité actuelle de 2.6 km<sup>3</sup>. Les réservoirs concernés par les projets des grands transferts vont être dotés d'une capacité relativement importante, à l'exemple du Barrage Boussiaba (120 hm<sup>3</sup>) destiné à renforcer le Barrage Béni Haroun, ou le Barrage Tabellout (220 hm<sup>3</sup>) permettant le refoulement des eaux de l'oued Djendjen (Petite Kabylie de Jijel) vers les Hautes Plaines Sétifiennes. Les autres barrages en construction, en projet ou à l'étude (une trentaine) sont, en majorité, de taille modeste. A terme, grâce à un apport régularisé supplémentaire de plus de 1 km<sup>3</sup> par an, le volume global annuel régularisé par les barrages avoisinerait les 2,2 km<sup>3</sup>, soit l'équivalent de 45 % de l'apport naturel des oueds (contre 25 % actuellement). L'évolution prévisible des taux de régularisation est très variable d'un bassin à l'autre (Fig. 4).

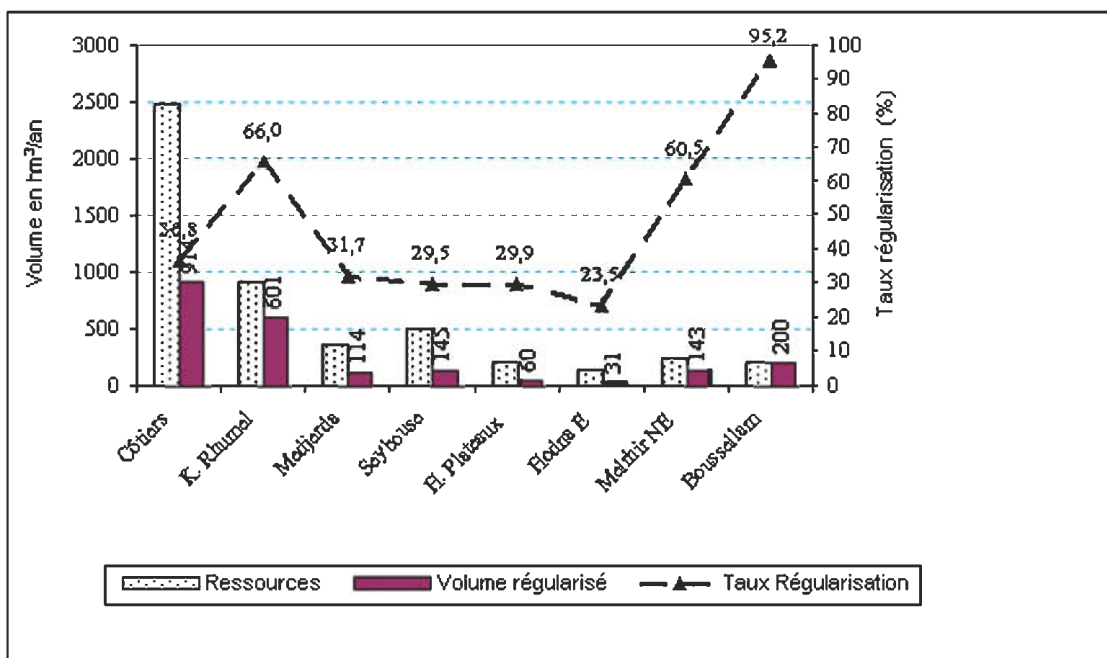


Fig. 4 Répartition par bassin des apports des oueds contrôlés par les barrages (horizon 2020).

#### 4. Interconnexion des barrages et transferts d'eau

##### 4.1 L'interconnexion face aux besoins pressants des villes

Le déploiement successif de longues conduites de transfert et d'adduction d'eau des barrages répond en priorité aux besoins pressants des villes, plus particulièrement à la suite de la sécheresse de 2002 (Fig. 5) :

- (a) le Barrage Ain Dalia, après avoir fourni en eau potable la ville de Souk Ahras, a été sollicité pour approvisionner les villes « assoiffées » de l'arrière pays semi-aride (El Aouinet, Ouenza, Sedrata, Ain Beida, Ain Babouche et Oum El Bouaghi). L'interconnexion de ce barrage avec celui de Foum El Khanga est à l'ordre du jour ;
- (b) le Barrage Zardézas a été connecté au Barrage Guenitra puis au Barrage Zit Emba, pour faire face aux besoins conjugués de la ville de Skikda, de l'industrie pétrochimique et du périmètre irrigué de la vallée du Safsaf ;
- (c) le Barrage Cheffia, ne pouvant répondre à la demande croissante en eau de la région côtière d'Annaba, a été renforcé par le Barrage Mexa, érigé sur l'oued El Kébir-Est, dans la région frontalière algéro-tunisienne.

On songe à un système interconnecté, entre Mexa et le Barrage Bougous (en construction) d'une part, et les Barrages Bounamoussa, Boulatane et Bouhaloufa (en projet), d'autre part ;

(d) Constantine et Sétif, deux villes situées en bordure Nord des Hautes Plaines, font recours aux « Châteaux d'eau » du Tell, moyennant de gros pompages sur de fortes dénivelées altimétriques. La première est alimentée, depuis peu, à partir du Barrage Béni Haroun (oued Kébir-Rhumel) et la seconde fait appel aux 2 barrages hydro-électriques de la Petite Kabylie, appuyés par des réservoirs-relais à construire.

Par ailleurs, le retard de l'irrigation est important dans cette région qui recèle des ressources en sols remarquables. On vise d'atteindre un total irrigué de 200 000 ha, répartis en une série de périmètres. Un programme ambitieux de mise en valeur hydro-agricole des Hautes Plaines Sud-Constantinoises et Sud-Sétifiennes est lancé, à la faveur de l'installation en cours des deux plus grands systèmes de transfert hydraulique à l'échelle de l'Est.

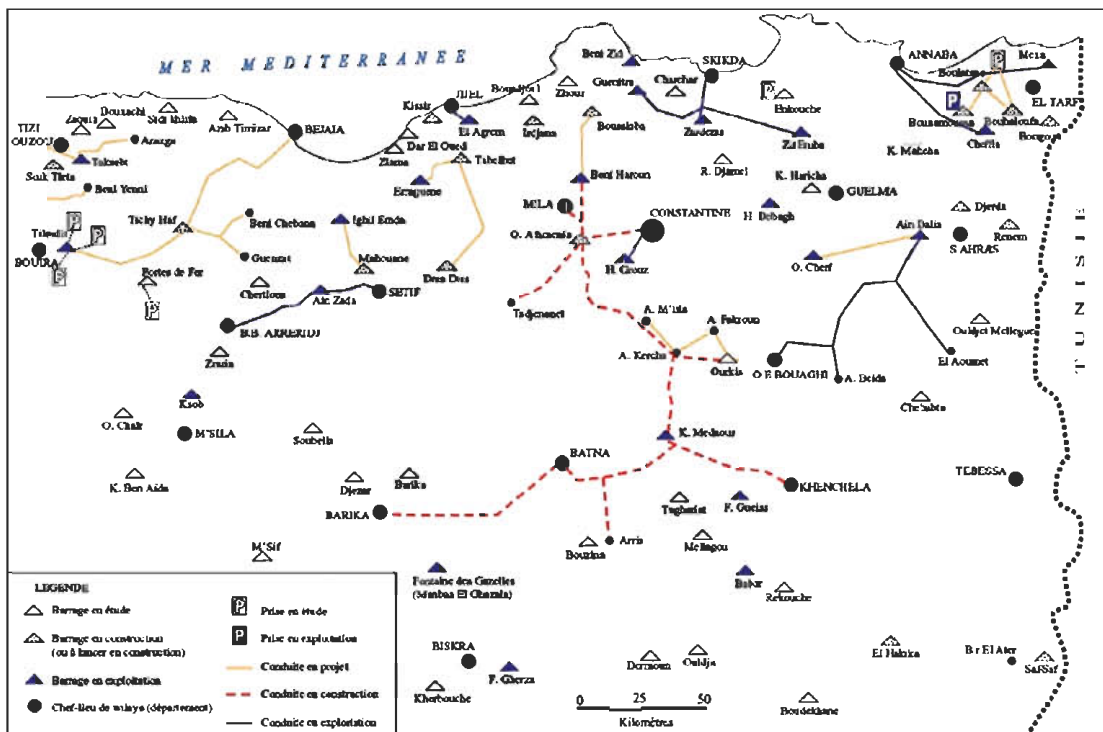


Fig. 5 Barrages et transferts hydrauliques dans l’Est algérien (d’après ANBT in : MRE, 2005).

#### 4.2 Le système de transfert de Béni Haroun

L’exploitation des eaux de l’oued Kébir-Rhumel revêt une envergure particulière à travers le système « Béni Haroun », commandé par le barrage du même nom, érigé à une quarantaine de km au Nord de la ville de Constantine. C’est un barrage de type poids rectiligne, d’une longueur en crête de 710 m, et d’une hauteur totale de 107 m au dessus du lit de l’oued. Il est à l’amont d’un système de transfert complexe qui, à travers une topographie difficile, refoule les volumes d’eau régularisés depuis la région montagneuse du Tell jusqu’aux Hautes Plaines semi-arides et les monts de l’Aurès (Mebarki et al, 2008). La connexion du nouveau Barrage Boussiaba, récoltant les eaux de la région bien arrosée d’El Milia, permet d’ajouter un volume de 69 hm<sup>3</sup>/an, ce qui porte à 504 hm<sup>3</sup> le total

transféré annuellement vers les 5 wilayate de l’intérieur, (Mila, Constantine, Oum El Bouaghi, Batna et Khenchela), en vue de l’Alimentation en Eau Potable d’une trentaine d’agglomérations (3,3 à 4 millions d’habitants à l’horizon 2030) et de l’irrigation de quatre périmètres agricoles (Teleghma, Chemora, Batna-Ain Touta et Touffana-Remila), répartis sur plus de 40 000 ha (fig. 6). Le système de transfert s’appuie sur une gigantesque station de pompage d’une puissance de 180 MW, permettant de relever un débit de 23 m<sup>3</sup>/s, sur une hauteur topographique d’environ 700 m (TRACTEBEL Engineering, 1999). S’y ajoutent 3 barrages de régulation (O. Athménia, Koudiat Medaour et Ourkis), 3 stations de traitement (Ain Tinn, Oued Athménia et Koudiat Medaour), et plus de 600 km de conduites (transfert et adduction).

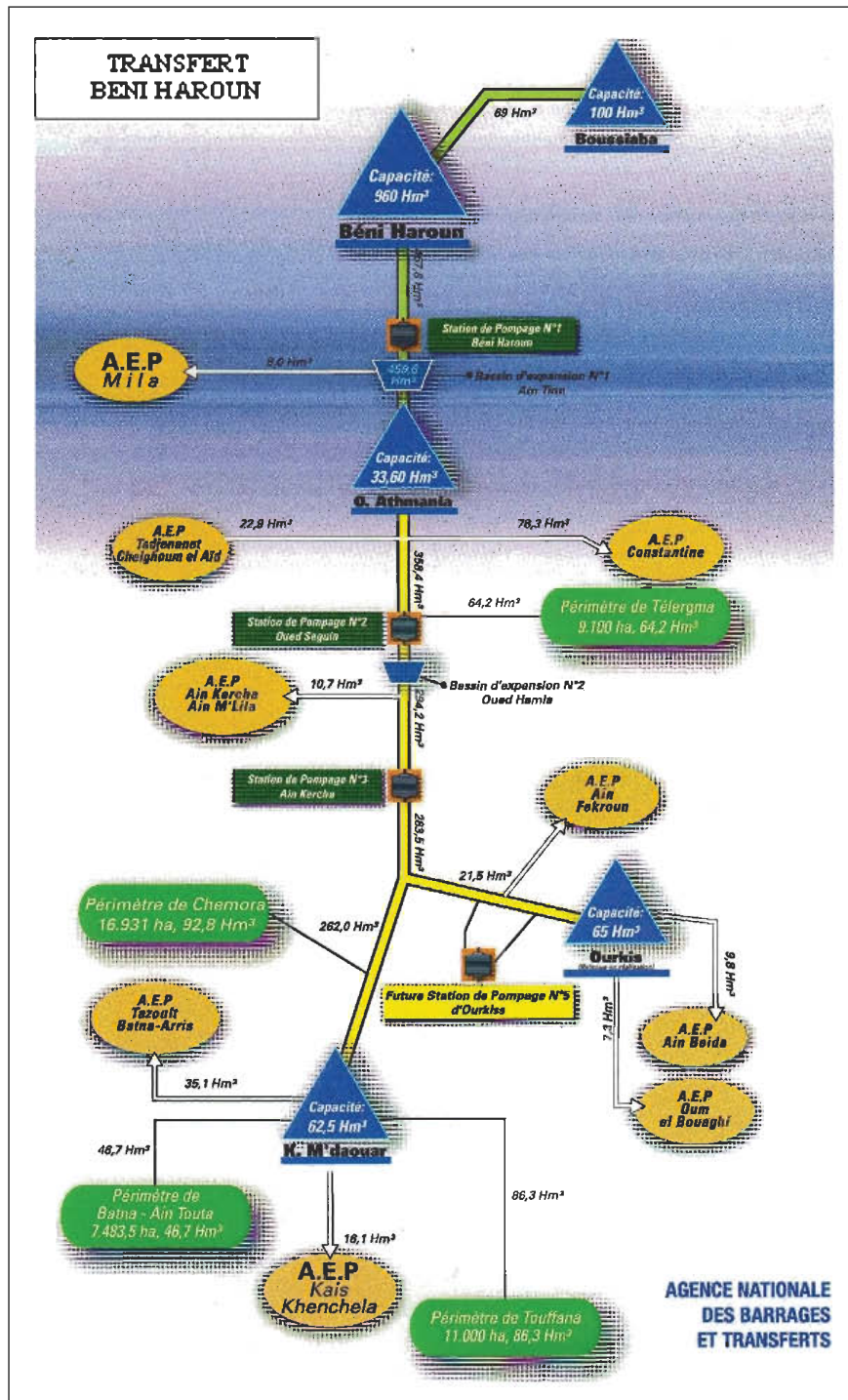


Fig. 6 Schéma de transfert des eaux de Béni Haroun (A.N.B.T.. 2008).

En vue de la préservation des eaux de Béni Haroun des rejets urbains et industriels, peu ou mal maîtrisés en amont, un schéma de protection (stations

d'épuration) est en cours de mise en œuvre pour améliorer le taux de dépollution des effluents (Bonard et Gardel, 2002 ; Kassah, 2007).



## 5. Conclusion

Partie prenante de la rive Sud du Bassin Méditerranéen, les bassins hydrographiques de l'Est algérien se caractérisent par une répartition spatiale inégale des ressources en eau, doublée d'une forte irrégularité du régime des oueds. Grâce à la relance de la grande hydraulique, la moitié du débit naturel véhiculé par les oueds sera, à terme, contrôlé par les barrages-réservoirs. L'interconnexion des retenues tend à favoriser l'émergence d'une gestion dynamique des réserves pour faire face aux sécheresses récurrentes, en particulier au profit des hautes terres semi-arides de l'intérieur, confrontées au défi du développement. L'ampleur des investissements consentis implique de fortes exigences vis-à-vis de la maîtrise systémique de l'ensemble (Côte, 1996), la protection des bassins-versants pour augmenter la durée de vie des barrages (Kassoul, 1999 ; Remini et al., 2009), le contrôle des rejets polluants, particulièrement nocifs en étiage (Mebarki, 2000 et 2009). Aussi, les sites favorables aux grands barrages sont-ils en majorité exploités, l'alternative d'avenir est dans l'édification de centaines de petites retenues, en vue de l'exploitation optimale des ressources locales.

## Références Bibliographiques

- ANRH (2003) Etude de synthèse sur les ressources en eaux de surface de l'Algérie du Nord (Rapport d'étude). Agence Nationale des Ressources Hydrauliques, Alger, DZ.
- Bonard et Gardel (2002) Etude du schéma de collecte et de traitement des eaux résiduaires des centres de Mila, Ferdjioua, Grarem-Gouga, Sidi Merouane, Rouached, Oued Endja, Zéraia et Amira Arrès (W. Mila) en vue de la protection du barrage de Béni Haroun, Ministère des Ressources en Eau, Alger.
- Chabaca M. N., Isbérie C. & Messahel M. (2007). La politique de gestion de la ressource en eau d'irrigation face à l'aléa climatique, aux contraintes sociales et économiques : Cas de l'Algérie. *La Houille Blanche*, 4 (2007), 131-136.
- Cote M. (1996) Eau, environnement et développement au Maghreb, *Annuaire de l'Afrique du Nord*, CNRS Editions, 35, 104-114.
- Guetarni A. (1999) Envasement des barrages et méthodologie de dragage. (Journées techniques sur les barrages, Biskra, DZ, 17-18 mars 1999, Agence Nationale des Barrages, Alger, DZ.), *Proceedings*, 162-168.
- Kassah O. (2007) Les rejets d'eaux usées et la protection du barrage de Béni Haroun contre la pollution, Mémoire (en arabe) en Aménagement de milieux physiques, Constantine, Université Mentouri, Faculté des Sciences de la terre, Département d'Aménagement du territoire.
- Kassoul M. (1999) Prédétermination de la durée de vie des barrages en Algérie. *La Houille Blanche*, 3/4(1999), 89-94.
- Laborde J-P., Assaba M. & Belhouli L. (2003) Les chroniques mensuelles de pluies de bassin : un préalable à l'étude des écoulements en Algérie, Journées de la S.H.F. : Gestion du risque eau en pays semi-aride, 21-22 mai 2003, Tunis, TN.
- Makhlouf Z. & Michel C. (1994) A two-parameter monthly water balance model for French watersheds. *J. Hydrol.*, 162, 299-318.
- Mebarki, A. (2000) Etiages, rejets et protection des ressources en eau des bassins « méditerranéens » de l'Algérie orientale. *Géocarrefour (Revue de géographie de Lyon)*, 75(4), 399-416.
- Mebarki A. (2007) L'eau, défi majeur en Algérie. Ressources, mobilisations et gestion durable. *Revue du Laboratoire d'Aménagement du Territoire (Université Mentouri de Constantine, DZ)*, 7, 42-68.
- Mebarki A., Benabbas C. et Grecu F. (2008), Le système « Béni-Haroun » (Oued Kébir-Rhumel, Algérie): aménagements hydrauliques et contraintes morpho-géologiques *Analele Universitatii Bucuresti, Geografie*, LVII, 37-51.
- Mebarki A. (2009) Ressources en eau et aménagement en Algérie. Les bassins hydrographiques de l'Est. Office des Publications Universitaires, Alger, DZ.
- MRE (2005) Le secteur de l'eau en Algérie. Ministère des Ressources en Eau, Alger, DZ.
- TRACTEBEL Engineering (1999) Transfert de Beni Haroun. Rapport de synthèse. Agence Nationale des Barrages, Alger, DZ.
- Remini B., Leduc C. & Hallouche W. (2009) Evolution des grands barrages en régions arides : quelques exemples algériens. *Sécheresse*, 20(1), 96-103