

APPORTS DES COURS D'EAU ET BILANS HYDROLOGIQUES DES BASSINS DE L'EST ALGÉRIEN

Par Azzedine MEBARKI

Université de Constantine - Faculté des Sciences de la Terre,
de la Géographie et de l'Aménagement du Territoire - Campus de Zouaghi, Route d'Ain El Bey,
25000 Constantine (Algérie).

ملخص:

نضرا للتباينات الفيزيوجرافية و المناخية الكبيرة التي تتسم بها منطقة الشرق الجزائري، تتشكل المنظومة الهيدرولوجية في الشمال من أحواض ذات جريان خارجي و وافر نسبيا التل و السهول الساحلية)، وفي الجنوب من أحواض ذات جريان داخلي ضعيف السهول (العليا وأقدام الأطلس الصحراوي). و تمت المقاربة الجغرافية لمناسيب الأودية اعتمادا على قاعدة معطيات قياس لأكثر من ثلاثين حوض تتربع على مساحات مختلفة، بحيث أظهرت تباينا كبيرا في المردود الهيدرولوجي للأحواض (الصيب النوعي يتراوح بين 0.11 و 16.1 ل/ث/كم² يتحكم فيه بكثير عامل التساقط و تم، من جهة أخرى، حساب الميزانية المائية لهذه الأحواض، مما سمح بتقييم مفقود الجريان يقع بين 178 و 692 مم سنويا الذي يتغير مجاليا بصفة أقل من التساقط من 200 إلى 1200 مم و الجريان من 3 إلى 508 مم و هو يرتفع في المناطق التلية بسبب تمويل التبخر بكميات تساقط وافرة. إن هذه الدراسة تساهم في توسيع معرفتنا للموارد المائية السطحية في الشرق الجزائري التي هي الآن معنية بالاستغلال الواسع في إطار برنامج إنجاز السدود و تحويل المياه

RÉSUMÉ :

Les fortes disparités physiographiques et climatiques confèrent à la région de l'Est algérien un système hydrologique où s'opposent des bassins à écoulement exoréique relativement abondant, au Nord (Tell et plaines côtières) à des bassins à écoulement endoréique manifestation modeste, au Sud (Hautes Plaines et piémonts de l'Atlas saharien).

L'approche géographique des apports des cours d'eau est établie sur la base des données d'observations de plus d'une trentaine de bassins jaugés, de superficie très variable (de 16 à 8735 km²). Elle met en évidence le rendement hydrologique fortement différencié des bassins (le débit spécifique q varie de 0,11 à 16,1 l/s/km²) où les précipitations exercent une influence primordiale. Aux variations spatiales de l'écoulement, s'ajoute une grande irrégularité des débits dans le temps.

Les bilans d'écoulement interannuels calculés permettent, par ailleurs, d'apprécier les quantités de pertes d'eau liées au déficit d'écoulement. Spatialement moins variable (D compris entre 178 et 692 mm) que les lames d'eau moyennes précipitées et écoulées (P oscille entre 200 à 1200 mm et E entre 3 et 508 mm), ce déficit s'accroît dans les zones telliennes humides en raison des quantités de précipitations intervenant fortement sur l'ETR.. L'évaluation des termes du bilan hydrologique complète notre connaissance des ressources en eau de surface des bassins de l'Est algérien, de plus en plus sollicitées dans le cadre d'un vaste programme en cours, d'aménagement de barrages-réservoirs et de transferts hydrauliques.

Mots clés : bassin-versant, apport, débit spécifique, bilan hydrologique, Est algérien.

ABSTRACT :

Stream inflows and water balances in the basins of eastern Algeria

The physiographic and climatic contrasts confer to eastern Algeria two opposed hydrologic systems : drainage basins within an « exoreic » flow relatively abundant at North (Tell and coastal plains) and those within « endoreic » flow manifestly weak at South (High Plains and piedmonts of the Sahara Atlas).

The geographic approach of stream inflows is established on observation data of more than thirty gauging basins within a very variable area.

It shows great differences between the hydrological productivity of basins (specific discharge q varies from 0.11 to 16.1 l/s/km²) where rainfall exerts a primordial influence.

On the other hand, interannual water balances computed permit to appreciate the flow deficit, spatially less variable (« D » in the range of 178 to 692 mm) than rainfall (« P » oscillates between 200 and 1200 mm) and runoff (« E » in the range of 3 to 508 mm).

This deficit increases in the watery zones of Tell because of the abundant rain quantities influencing the « E.T.R ».

The evaluation of the balance elements complete our knowledge of the surface water resources in the drainage basins of eastern Algeria.

These resources are very requested in a wide program of dams and hydraulic transfers in process of achievements.

INTRODUCTION

Au cours de ces dernières années, aggravée par le phénomène de sécheresse, la pénurie chronique d'eau et les conséquences qu'elle implique sur la vie sociale et économique en Algérie, ont mis au premier plan des préoccupations tant des spécialistes que des pouvoirs publics, les questions d'hydrologie et de ressources en eau, en général.

Ces questions, nous les abordons au niveau de l'Algérie orientale, région connue pour être la plus arrosée du pays mais où les bassins hydrographiques s'inscrivent dans un contexte géographique très contrasté, affecté de surcroît par les aléas du climat. Faisant largement appel au traitement des données de mesures relevées aux stations hydrométriques et pluviométriques, notre analyse porte essentiellement sur les apports des cours d'eau et les disparités caractérisant le rendement hydrologique des bassins. Dans une seconde étape, le calcul des bilans d'écoulement interannuels permettra de compléter notre approche des ressources en eau de surface et leur répartition au regard des facteurs conditionnels.

Ces ressources font, aujourd'hui, l'objet d'un vaste programme de mobilisation par barrages-réservoirs dans le but de rattraper le retard accumulé dans le domaine hydraulique. Un taux appréciable de régularisation des débits naturels véhiculés par les oueds pourra être atteint à l'horizon 2020.

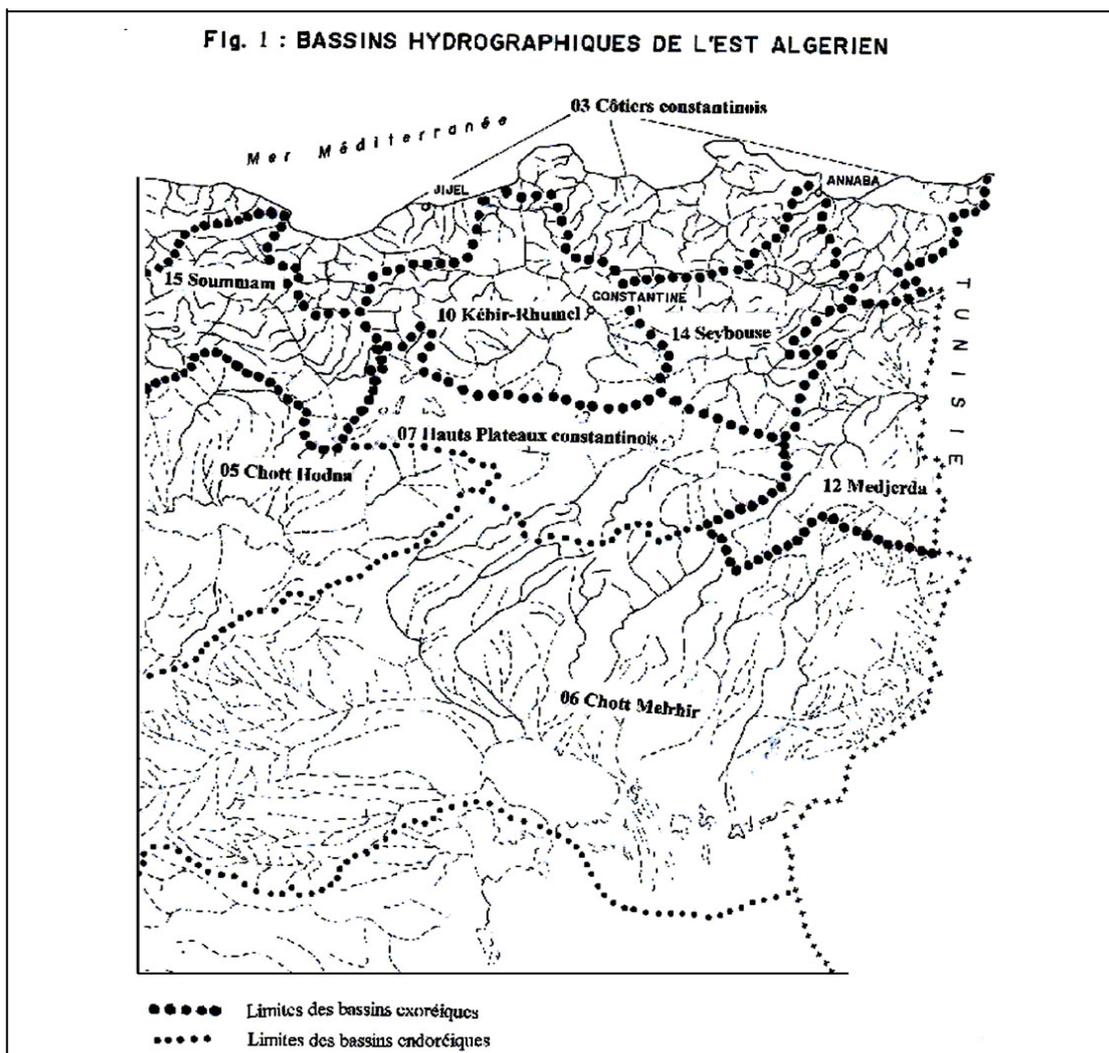
I. LE SYSTEME HYDROGRAPHIQUE DE L'EST ET LES DONNEES DE BASE

1. Des bassins exoréiques et des bassins endoréiques

L'Est algérien juxtapose deux systèmes hydrographiques bien distincts (fig. 1):

- au Nord, les bassins ont un écoulement de type exoréique. Le caractère montagneux du Tell et l'abondance des précipitations facilitent aux cours d'eau un débouché vers la mer Méditerranée. *Les Côtiers constantinois*, répartis parallèlement au littoral, peuvent être scindés en *Côtiers de l'Ouest* (2 714 km²), *Côtiers du Centre* (5 524 km²) et *Côtiers de l'Est* (3 203 km²). Par ailleurs, on rencontre de l'ouest à la frontière tunisienne: *le Boussellam*, affluent de la Soummam (5 010 km², soit 55 % du bassin total de la Soummam), *le Kébir-Rhumel* (8 815 km²), *la Seybouse* (6 745 km²) et *la Medjerda* (7 870 km², soit le tiers de la superficie totale à la mer, le reste du bassin faisant partie du territoire tunisien) ;

- au Sud, les bassins ont un écoulement de type endoréique, lié à la topographie en cuvettes et à la semi-aridité dominante. Les oueds prenant naissance dans l'Atlas saharien (Aurès-Nememchas et Monts du Hodna) finissent par se jeter dans les dépressions fermées (sebkhas, chotts et garaet) qui parsèment les Hautes Plaines et le Piémont saharien.



Trois hydrosystèmes y sont concernés: le bassin des Hauts Plateaux (9 578 km²), compris entre la chaîne de l'Atlas saharien au Sud et le bourrelet tellien au Nord, le bassin oriental du Chott Melhir (27 939 km² soit 41 % de la superficie totale drainée par le Chott) et enfin, le bassin Nord-Est du Chott Hodna (13 363 km², soit 35 % de l'aire drainée par le Chott).

Schématiquement, les précipitations décroissent du littoral (il pleut plus de 1 voire 1,5 m par an sur les sommets du Tell maritime) vers l'intérieur suivant un fort gradient latitudinal, altéré toutefois par l'effet orographique de l'Atlas saharien, avant de s'accroître à nouveau sur le Piémont saharien où les précipitations se raréfient (moins de 100-200 mm).

2. Les données hydrologiques des bassins jaugeés

Les chroniques de débits disponibles, relevés aux stations hydrométriques, gérées par l'A.N.R.H., (Agence Nationale des Ressources Hydrauliques) comportent des lacunes plus ou moins prolongées (de quelques mois à plusieurs années).

Pour les besoins de cette étude, nous avons retenu au total 33 stations dont le taux moyen d'information disponible sur une période commune, allant des années hydrologiques 1972/73 à 1983/84, s'élève à plus de 90 %. Cette période de référence offre l'avantage de disposer de séries de débits peu influencées par les impacts des barrages alors en nombre limité. S'agissant de la période relativement plus longue, allant de 1972/73 à 1993/94, où le taux d'information disponible se réduit à 70 %, seules les stations aux séries relativement complètes ont été prises en compte, utilisées principalement pour l'étude des variations temporelles des débits.

Le comblement des lacunes a été effectué grâce à des régressions entre des couples de stations, caractérisées par des affinités géographiques et présentant les meilleures corrélations statistiques (le coefficient de corrélation R choisi est, en majorité, supérieur à 0,9).

La superficie des bassins jaugeés varie dans de grandes proportions: de 16 km² (oued Erkel à la station du même nom) à 8 735 km² (oued Kébir-Rhumel à la station d'El Ancer). Il est nécessaire, dans le but d'affiner les comparaisons dans l'espace, de travailler sur les bassins intermédiaires dont la surface drainée est comprise entre les stations hydrométriques amont-aval des bassins emboîtés. Ainsi, l'écart de surface des bassins « unitaires » observés se réduit entre 16 et 3 120 km².

II. LES APPORTS DES COURS D'EAU

1. Approche géographique des apports

La cartographie des apports annuels moyens des cours d'eau, à l'amont des stations hydrométriques, permet de faire ressortir les grands traits de la répartition des débits

dans l'Est algérien: aux abondants flux produits par les zones hydrologiques, telliennes et littorales, s'opposent les maigres débits des bassins méridionaux, à dominance semi-aride et subaride (fig. 2) (1). Cette nette disparité spatiale s'explique par la combinaison de facteurs physiques où l'influence des précipitations est primordiale, l'importance de la surface drainée n'intervenant qu'en second ordre.

En général, au niveau des hydrosystèmes exoréiques où le cours principal s'écoule des zones semi-arides vers des zones subhumides et humides, les affluents des zones montagneuses telliennes, aux formations géologiques peu perméables, sont à l'origine d'un accroissement rapide des apports des oueds avec la surface drainée. Le schéma s'inverse dans les bassins endoréiques dont l'écoulement généré sur les versants des djebels est peu soutenu à l'aval et finit par s'échouer dans les cuvettes lacustres, soumises à une forte évaporation.

Les apports du Rhumel, modestes sur les Hautes Plaines, s'accroissent progressivement après le franchissement des gorges de Constantine et, plus au nord, bénéficient-ils de l'abondance de l'oued Enndja. A l'aval de la confluence Rhumel-Enndja, l'écoulement est renforcé par les puissants affluents montagnards, tels oueds Bou Siaba et Irdjana. L'oued EL Kébir écoule à El Ancer, station la plus proche de la mer, un débit de 26,2 m³/s, à l'issue d'un bassin de 8 735 km².

La Seybouse débite 10,12 m³/s à Mirbeck, station la plus en aval et contrôlant une surface de 5 955 km². Les apports augmentent le long du cours principal de façon moins marquée que sur le Kébir-Rhumel malgré la consistante contribution de l'oued Mellah (3,1 m³/s à Bouchegouf), issu des monts arrosés du Nord de Souk Ahras où l'on enregistre plus de 1 m par an de pluie à la station de Mechroha.

Le Boussellam apporte 6,8 m³/s à Sidi Yahia à l'issue d'un bassin de 4 050 km². Le cours supérieur écoule un débit modeste (0,55 m³/s à Ain Zada). Ce n'est qu'en échappant des Hautes Plaines, à travers les gorges du Guergour, que l'oued est abondamment alimenté par les apports pluvieux du Tell.

Le Mellegue, certainement moins fourni que son collecteur, la Medjerda, a un débit de 1,39 m³/s à la station d'El Aouinet qui passe à 2,66 m³/s à la station de Ouenza, à l'issue d'un bassin qui augmente de 3 535 à 4 575 km².

Les cours d'eau des Côtiers constantinois, avec des bassins de taille plus réduite, véhiculent des débits fort abondants: oued Djendjene débite autour de 7 m³/s à la station de Missa qui contrôle un bassin de 528 km²; l'oued Kébir-Est débite à Ain Assel 6,38 m³/s, à l'issue d'un bassin de 680 km². Ils contrastent nettement avec les oueds des bassins endoréiques, en particulier ceux du versant méridional de l'Atlas saharien lesquels, malgré la contribution hydrologique des zones montagneuses de l'amont, n'arrivent à acheminer que de faibles débits dans les zones de plaines arides, à l'aval.

(1) En plus des 33 stations qui disposent de séries communes et homogènes, nous avons représenté à titre purement indicatif les apports de 15 autres stations dont les séries d'observations sont lacunaires.

L'exemple en est donné par l'oued El Arab qui enregistre, lors de son parcours vers le chott Merhir, un module de 0,67 m³/s à la station de Khangat Sidi Nadji, à l'issue d'un bassin de 2 085 km².

Ceci nous conduit à la comparaison des apports des bassins avec leurs surfaces respectives, d'où l'intérêt de la carte établie par la méthode d'anamorphose, combinant apports absolus et débits spécifiques (fig. 3). Elle illustre un fait hydrologique évident : les apports les plus abondants ne sont pas toujours liés à l'étendue des bassins mais au rendement unitaire de ces derniers.

2. Des zones à rendement hydrologique différencié

Les valeurs des débits spécifiques des bassins jaugés permettent de dégager 4 grandes zones à rendement hydrologique différencié, qui rappellent les disparités physiographiques et climatiques de l'Est algérien, par ordre d'importance :

- les bassins de la façade maritime montagneuse, en particulier de Jijel-El Milia, et ceux des massifs humides de la frontière algéro-tunisienne, viennent en tête avec un débit spécifique supérieur à 6,3 l/s/km² (soit plus de 200 mm par an de lame écoulée ramenée à la surface du bassin), le maximum étant atteint sur les petits affluents côtiers de Jijel (El Agrem à Chédia : 16,1 et El Kantara à Mkaceb : 9,26), suivis de l'oued El Kébir-Est (Ain Assel : 9,38) et de l'oued Bou Siaba, affluent montagnard du Kébir Rhumel (El Milia : 8,10) ;

- les bassins, intra-montagnards et de piémont, de la chaîne tellienne ont un rendement relativement élevé, compris entre 3,2 et 6,3 l/s/km² (100-200 mm par an). Notons en premier lieu les cours d'eau qui drainent les flancs des djebels bien arrosés qui prolongent, vers le sud-ouest, les Monts de la Medjerda (Medjerda à Souk Ahras : 6,04 ; Mellah à Bouchegouf : 5,6), puis l'oued Saf-Saf à Khemakhem (4,72), l'oued Kébir-Ouest compris entre Zit Emba et Ain Cherchar (3,6), l'oued Kébir-amont (oued Enndja supérieur) à Douar Tassadane (3,55), l'oued Ressoul à Ain Berda (3,3), l'oued Fermatou, branche supérieure de l'oued Boussellam, à Fermatou (3,52) ;

- les bassins ayant un débit spécifique variant entre 0,95 et 3,2 l/s/km² (30-100 mm par an) s'apparentent au Piémont Nord des Aurès (Foum El Gueiss : 1,8 ; Réboa : 1,72), au versant Sud du Tell à influence semi-aride (Bouhamdane à Medjez Amar : 1,78) mais aussi aux grands organismes fluviaux ayant leur cours supérieur dans les Hautes Plaines tels la Seybouse à Mirbeck (1,7), l'oued Boussellam à Sidi Yahia (1,68) ou le Rhumel à Grarem (1,04) ;

- enfin, les zones à rendement hydrologique modeste, inférieur à 0,95 l/s/km² (moins de 30 mm par an) associent les bassins semi-arides des Hautes Plaines (Ain Zada : 0,3 ; Oued Athménia : 0,34 ; Moulin Rochefort : 0,77 ; El Aouinet : 0,39) et les bassins des Chotts Melrhir et Hodna (M'chounèche : 0,46 ; El Kantara : 0,44 ; Khangat Sidi Nadji : 0,32 ; Medjez : 0,60 et Sidi Ouadah : 0,68).

La disparité des caractères physico-climatiques des bassins qui s'ajoute à la gamme étendue de leurs surfaces, ne permet pas d'obtenir une liaison statistique significative synthétisant pour l'ensemble de l'Est algérien, l'évolution du débit spécifique selon la surface drainée. Pour 42 bassins pris ensemble (en plus des 33 unités jaugées, sont pris en compte 9 bassins intermédiaires dont la surface drainée est comprise entre les stations hydrométriques amont-aval et le débit correspondant déduit par simple soustraction), on obtient une relation inverse (R négatif). Mais, cela n'est pas généralisable : l'exemple contraire d'augmentation de l'amont à l'aval, du débit spécifique, avec la surface du bassin, est représenté par le cours principal du Kébir-Rhumel (q : 0,34 l/s/ km² à Oued Athménia, 0,7 à Ain Smara, 1,04 à Grarem et 3 à El Ancer), car superficie et pluviosité augmentent parallèlement.

III. LES BILANS D'ÉCOULEMENT INTERANNUELS

Le calcul des termes du bilan hydrologique relatif à la période pluriannuelle considérée, permet d'établir des comparaisons spatiales entre bassins, au regard des facteurs conditionnels ⁽¹⁾.

La nécessité d'entreprendre des extrapolations spatiales de l'une des composantes du bilan, plus précisément pour les zones géographiques où il existe une absence d'information sur l'écoulement, montre tout l'intérêt d'établir des corrélations, aussi bien hydro-pluviométrique qu'entre déficit d'écoulement et précipitations.

1. Les termes du bilan

Les précipitations:

La moyenne pondérée des hauteurs de précipitations, calculée pour chaque bassin, est obtenue à partir de la carte d'isohyètes, réalisée pour la même période de référence que celle des débits, sur la base d'informations de 117 postes pluviométriques. La cartographie automatique des isohyètes (logiciel Surfer) succède à un travail d'analyse géostatistique : régression pluie-relief, calcul du variogramme et interpolation des résidus.

(1) L'équation du bilan hydrologique relatif à une période pluriannuelle s'écrit :

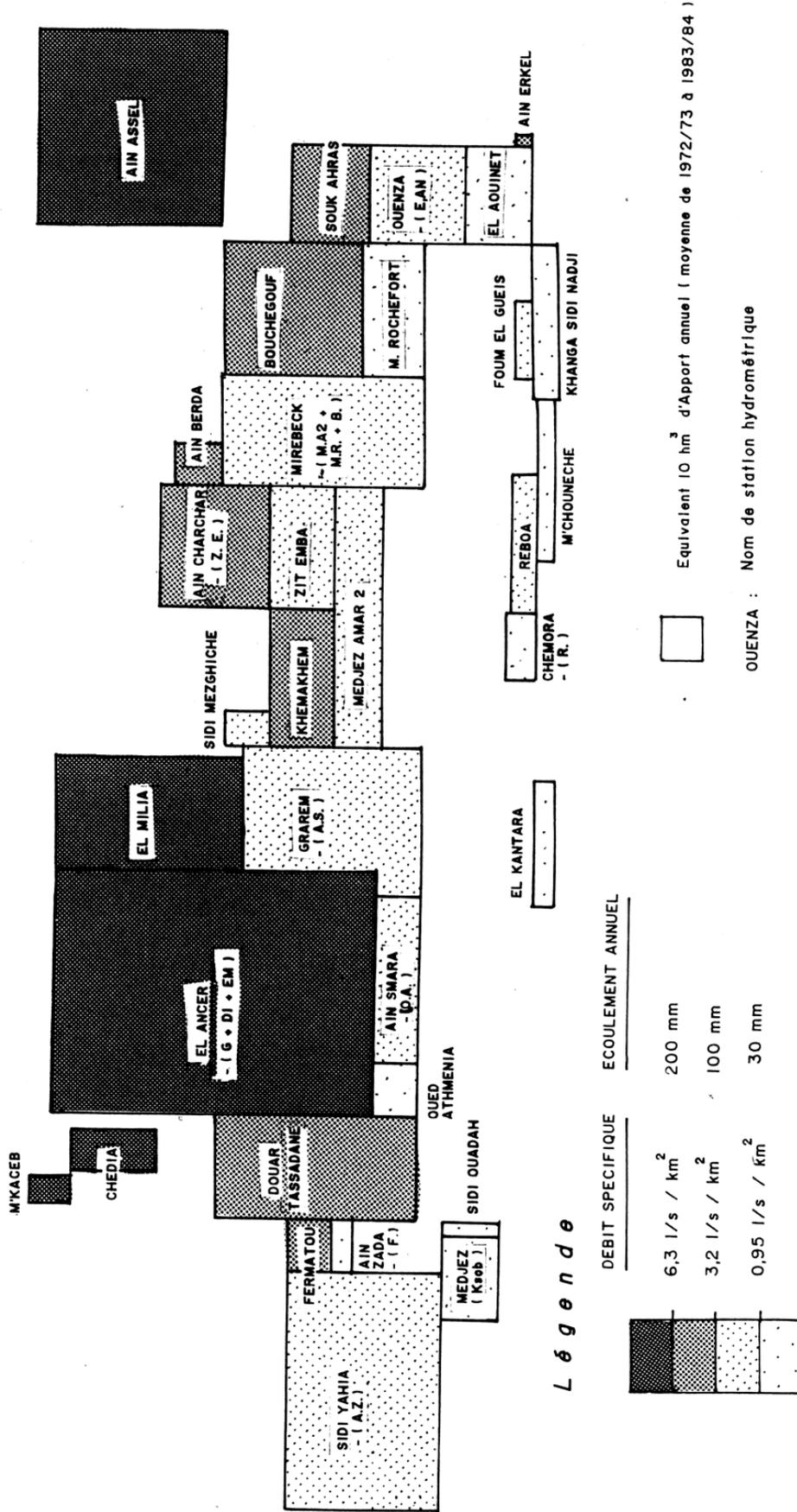
$$P(\text{mm}) = E(\text{mm}) + D(\text{mm}) \text{ où :}$$

P est la lame précipitée reçue par le bassin ;

E, la lame écoulée, représentant le volume total débité par le cours d'eau, uniformément réparti sur le bassin ;

D, le déficit d'écoulement, par définition, la différence entre P et E. Sachant que pour une série d'années consécutives, les variations des réserves souterraines entre le début et la fin de la période sont négligeables devant P et E (gains et pertes se compensant mutuellement), D représente sensiblement la lame prélevée par l'évapotranspiration réelle ou ETR..

Fig. 3 : REPARTITION SPATIALE DES APPORTS ANNUELS ET DES DEBITS SPECIFIQUES



La moyenne arithmétique calculée sur l'échantillon de lames précipitées interannuelles, reçues par les bassins, est de 485,4 mm ; la moyenne pondérée ramenée à l'ensemble des aires observées est de 437,7 mm. Les valeurs extrêmes varient entre 200 (bassins du Ksob et Soubella dans le Hodna) et 1200 mm (bassin d'El Agrem dans les Côtiers Est). L'écart type (ET) est de 209,8 mm et le coefficient de variation (CV) de 0,43.

L'écoulement:

Les disparités géographiques remarquables caractérisant ce paramètre apparaissent à travers l'histogramme de la figure 4 qui montre la répartition croissante de la lame moyenne écoulee observée aux stations : la gamme de E varie de 3 mm/an (oued Boussellam à Ain zada) à 508 mm/an (oued El Agrem à Chédia)! Pendant les années pluvieuses, l'écoulement peut atteindre des valeurs nettement plus fortes, jusqu'à 1000 mm dans les côtiers de Jijel (Oued Djendjene) ou dans les bassins montagneux humides de l'extrême Est (oued El Kébir Est). Nulle part, un contraste hydrologique n'est aussi marqué qu'en cette région du pays où climats, reliefs voire géologie sont particulièrement tranchés.

L'écart type de E calculé sur l'échantillon de bassins considérés s'élève à 101,8 mm ; il dépasse donc la moyenne arithmétique (87,6 mm) et la forte dispersion relative autour de la moyenne est reflétée par un coefficient de variation de 1,16.

Cette variabilité spatiale de l'écoulement se double d'une variabilité temporelle autant sinon plus forte, comme l'attestent les valeurs du coefficient de variation calculé sur les débits des cours d'eau observés sur une période qui se limite à 12 ans : la moyenne de CV gravite autour de 0,87, les extrêmes se situant entre 0,28 (oued Soubella à Sidi Ouadah) et 1,54 (oued Cherf à Moulin Rochefort)

Le déficit d'écoulement:

Le déficit d'écoulement (D), assimilé en année moyenne à l'évapotranspiration réelle (ETR), varie d'un bassin à l'autre, dans un intervalle compris entre près de 200 mm (oued Soubella et Ksob dans le Chott Hodna) et 692 mm (oued El Agrem dans les Côtiers Ouest) pour une lame précipitée moyenne se situant entre près de 200 mm et 1200 mm (fig. 5).

Sur l'échantillon de bassins analysés, la moyenne de D se situe autour de 397,8 mm par an, l'écart type est de 123,7 mm et le coefficient de variation de 0,31, beaucoup plus faible que celui de l'écoulement, et il reste même inférieur à celui calculé pour les lames précipitées reçues par les bassins. Le déficit d'écoulement, spatialement moins variable que la lame d'eau écoulee, s'accroît dans les zones telliennes humides en raison des quantités de précipitations intervenant fortement sur l'ETR, par le biais de la réserve du sol qu'elles alimentent. Ce phénomène est illustré par la figure 6, établie pour montrer pour chacun des grands bassins hydrographiques de l'Est algérien un cas représentatif du bilan hydrologique interannuel.

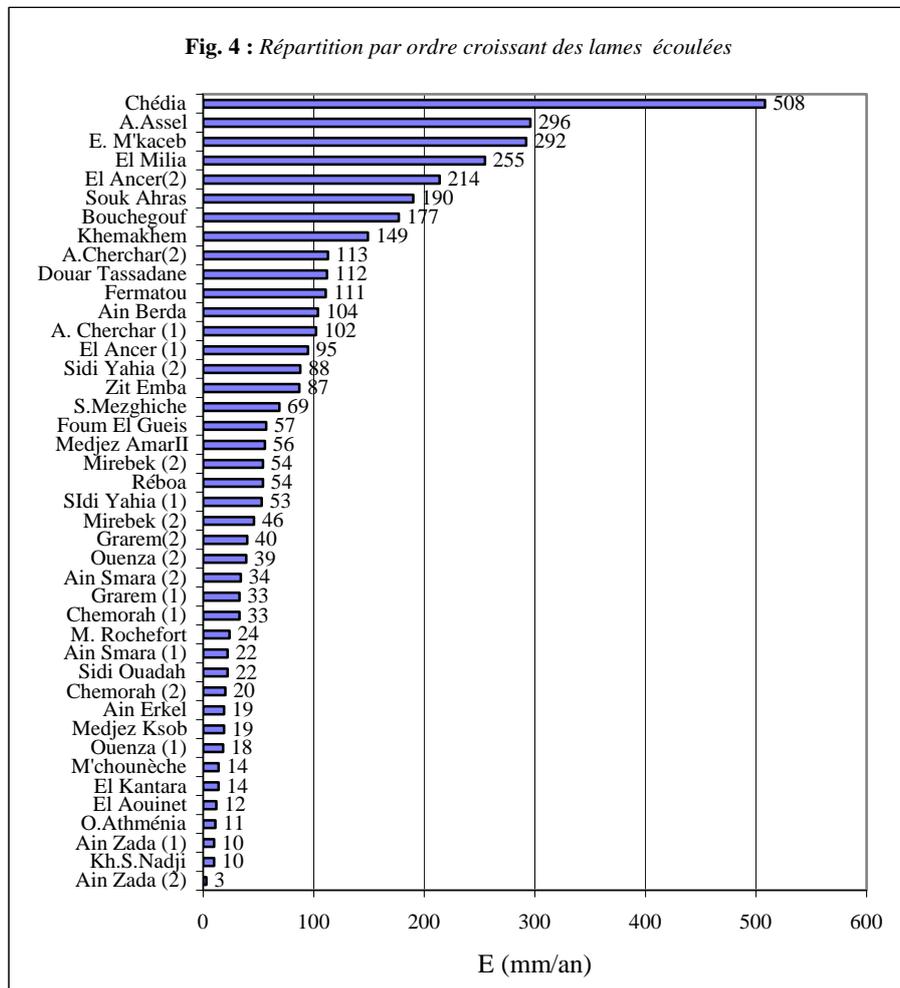


Fig. 5 : Répartition par ordre croissant du déficit d'écoulement

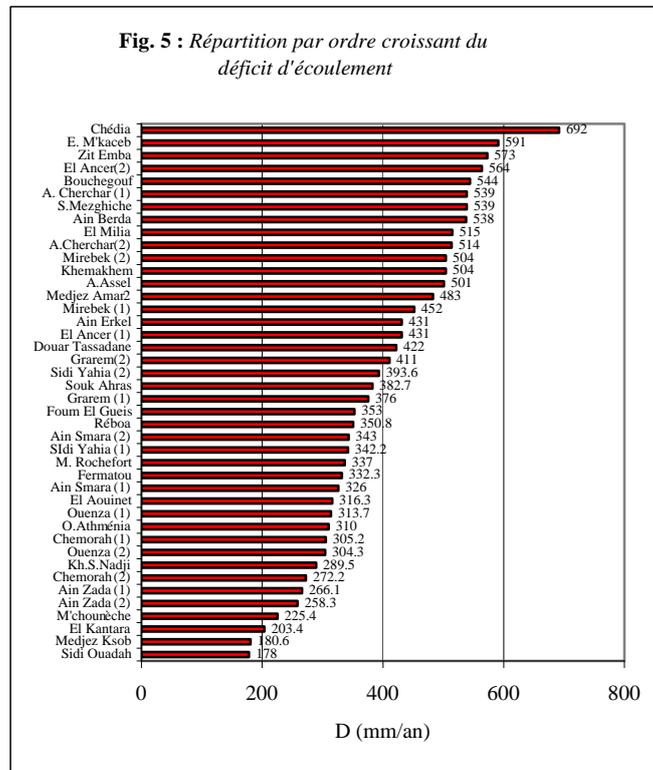
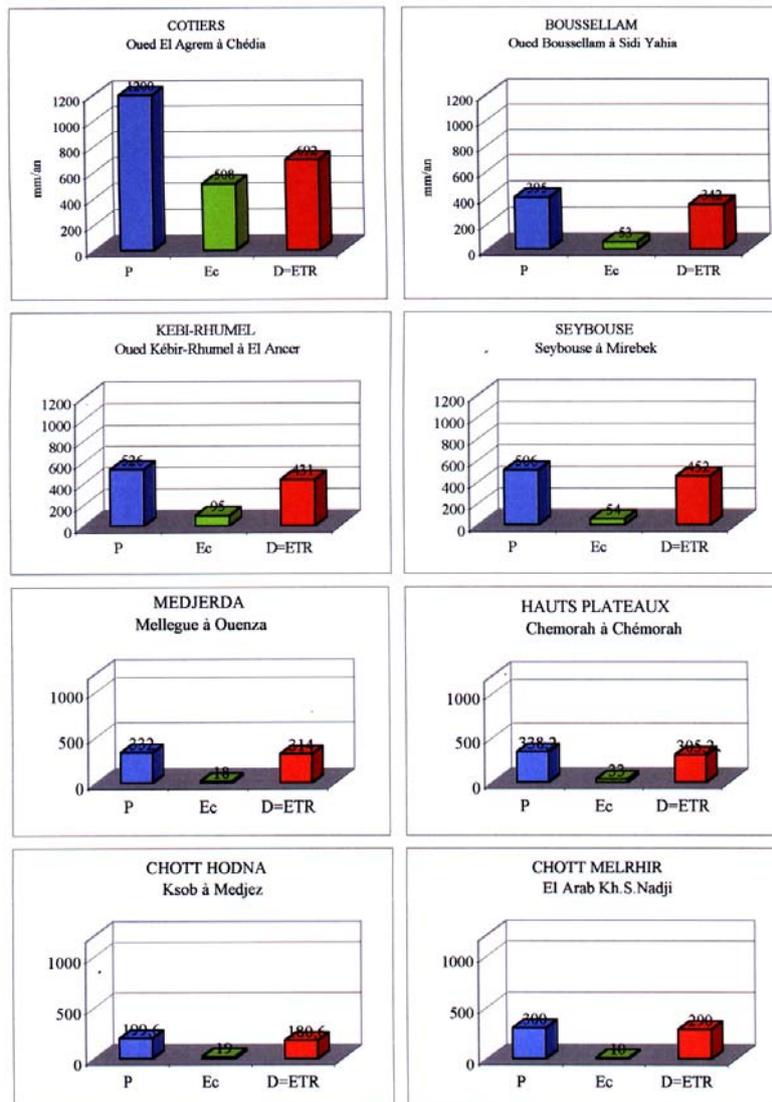
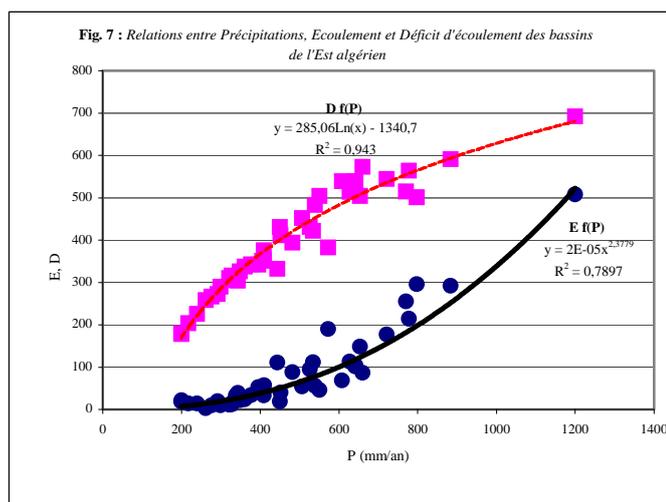


Fig.6 : Bilans d'écoulement caractéristiques des bassins de l'Est algérien



2. Corrélations écoulement-pluie et écoulement-déficit d'écoulement

Dans cette région où domine un régime hydrologique de type « pluvial méditerranéen », le facteur pluviométrique demeure le plus déterminant comme l'atteste la liaison forte ($R = 0,89$), de type puissance, qui existe entre les valeurs interannuelles moyennes des lames écoulées et des lames précipitées ramenées aux surfaces des bassins ou $E f(P)$ (fig. 7).



Sur le plan temporel, les corrélations entre les écoulements annuels et les hauteurs de précipitations annuelles correspondantes semblent plutôt faibles comparativement à celles obtenues sur le plan spatial (A titre d'exemple, $R=0,53$ pour 21 ans d'observations sur le bassin du Kébir Rhumel à El Ancer). Par delà les imprécisions pouvant affecter les données pluviométriques et la difficulté d'évaluer pour chaque année, la pluie moyenne ramenée à l'ensemble du bassin, l'hétérogénéité physique des bassins influe sur la relation pluie-débit concernant un cycle annuel dont les limites ne sont pas toujours précises.

La relation entre le déficit d'écoulement et les précipitations ou $D f(P)$, représentée par la figure 7, est de type logarithmique ; le coefficient de corrélation R est de 0,97, supérieur donc à celui obtenu à partir de la corrélation hydro-pluviométrique.

L'intérêt de ces courbes réside dans le fait qu'elles puissent être utilisées comme base d'extrapolation cartographique de la lame d'écoulement dans les parties de bassins non couvertes par le réseau d'observation hydrométrique. Elles permettent d'ajuster des lignes d'isovaleurs d'écoulement (ou de déficit d'écoulement), selon le tracé des isohyètes annuelles moyennes.

CONCLUSION

Les écoulements de surface dans les bassins de l'Est algérien, au-delà de leur forte variabilité temporelle, se caractérisent par d'importantes disparités spatiales, liées aussi bien aux facteurs aléatoires, climatiques essentiellement, qu'aux facteurs relativement stables ou physiographiques.

La discontinuité des observations hydrométriques constitue une contrainte majeure pour la connaissance, en tout point d'un bassin, des ressources en eau en vue de leur exploitation et de leur gestion. Compte tenu du caractère fortement explicatif des précipitations, l'extrapolation spatiale de l'information disponible sur les apports des cours d'eau peut être envisagée.

Dans la région étudiée, la plus arrosée du pays mais qui commence seulement à rattraper son retard hydraulique, 13 barrages sont aujourd'hui en exploitation, 10 en cours de mise en eau ou en construction et 14 autres programmés. A l'horizon 2020, le taux de régularisation moyen des apports naturels des cours d'eau dépassera les 35 %. Les bassins du Kébir-Rhumel et de la Seybouse connaîtront les taux de régularisation les plus élevés, avec respectivement 61 et 52 %.

Références Bibliographiques :

COTE M., 1983, L'eau en Algérie, mise en œuvre et utilisation. Essai de mise au point. Colloque (Constantine, 10-13 avril 1983), *L'Eau en Algérie : ressources et utilisations*, Université de Constantine, Institut des sciences de la terre, 16 p.

FRECAUT R. et PAGNEY, 1983, *Dynamique des climats et de l'écoulement fluvial*, Masson, Paris, 239 p.

LABORDE J-P., 1997, *Les différentes étapes d'une cartographie automatique : exemple de la carte pluviométrique de l'Algérie du Nord*. Université de Nice-Sophia-Antipolis, U.R.A. 1476 du C.N.R.S., 7 p.

MEBARKI A., 1982, Le bassin du Kébir-Rhumel (Algérie) : hydrologie de surface et aménagement des ressources en eau. Univ. Nancy II, *thèse doctorat de 3^e cycle*, 304 p. (Edition O.P.U., Alger, 1984)

MEBARKI A., 1999, Approche hydrologique des bassins du Nord-Est algérien. Actes des journées d'information et d'étude (Constantine, 20-21 oct. 1998), *La nouvelle politique de l'eau, les agences de bassins hydrographiques et le bassin Constantinois-Seybouse-Mellegue*, A.B.H.-C.S.M., p.22-30.

MEBARKI A., 2000, Etiages, rejets et protection des ressources en eau des bassins « méditerranéens » de l'Algérie orientale, *Géocarrefour*, Lyon, vol.75 4/2000, p. 399-416.

OLIVRY J-C., 1986, *Fleuves et rivières du Cameroun*, Coll. « Monographies hydrologiques de l'O.R.S.T.O.M. » n°9, Paris, 733 p.

REMENIERAS G., 1980, *L'hydrologie de l'ingénieur*, Eyrolles, Paris, 456 p.

SAMIE C., 1956, *Monographie du bassin de la Mafragh*, Annuaire hydrologique de l'Algérie (année 1956-57), Alger, p. 1-67.