



## Etude hydrogéologique et gestion intégrée de la source de Tinibaouine (Nord-est algérien)

### The hydrogeological study and the integrated management of Tinibaouine spring (North-eastern algeria)

Mansouri ZINEB<sup>(1)</sup> & Menani Mohammed REDHA<sup>(2)</sup>

**Abstract:** The Tinibaouine region, located in north-eastern Algeria on the borders of the Batna-Belezma Mountains, is characterized by a semi-arid to arid climate with an average annual rainfall not exceeding 465 mm and an average annual temperature of around 22 ° C.

This region is characterized by the cultivation of apricots as essential crop followed by that of olives, whose plots are all irrigated with the Tinibaouine source water. These are 450 Ha of trees for apricot and 108 Ha for olives which constitute the principal revenue of the citizens of this small village.

This spring is the natural emergence of water which has as reservoir Refâa Mountain located in the foothills south of the plain where the source emerges. Its current flow is of the order of 100 to 110 l/s (measured in March 2015) while it had reached 200 l/s in the past (BELLION, 1972).

The objective of this work is to identify natural and anthropogenic stresses which have a direct impact on the use of Tinibaouine source and seek appropriate management method that takes into account not only technical solutions but also draws on the social rules that govern its use and permit to mitigate conflicts of use.

Key words: water management, spring, agriculture, Algeria.

**Résumé :** La région de Tinibaouine est située au nord-est de l'Algérie, en bordure septentrionale des Monts de Batna-Belezma, Elle est caractérisée par un climat de type semi-aride à aride avec une précipitation moyenne annuelle qui n'excède pas 464,5 mm, et une température moyenne annuelle de l'ordre de 21,95°C.

Cette région est caractérisée par la culture de l'abricot comme culture essentielle suivie des olives, dont les parcelles sont toutes irriguées à partir de la source de Tinibaouine. Il s'agit en effet de 450 Ha d'arbres destinés à l'abricotier et de 108 Ha destinés aux olives.

Cette source est l'émergence naturelle des eaux qui ont pour réservoir situé au Sud de la plaine où émerge la source. Son débit actuel est de l'ordre de 100 à 110 l/s (mesuré en mars 2015) alors qu'il pouvait atteindre 200 l/s par le passé (en 1971 d'après BELLION, 1972).

L'objectif de ce travail est de cerner les contraintes naturelles et anthropiques ayant une incidence directe sur l'usage de la source de Tinibaouine et de chercher le mode de gestion approprié, qui tienne compte non seulement des solutions techniques mais qui s'inspire également des règles sociales qui régissent l'usage et les conflits qui leurs sont liés.

Mots-clés : gestion des eaux, source, agriculture, Algérie.

## INTRODUCTION

Cette note concerne l'approche des besoins en eau de la culture de l'abricot dans la zone de Tinibaouine, située en zone climatique aride, au Nord-Est de l'Algérie, par référence aux prélèvements effectués sur la source de même nom. La culture de l'abricot constitue la principale ressource naturelle exploitée dans la région, l'olivier étant accessoire, faisant que la source avec son débit livré, actuellement de l'ordre de 100 l/s, est tout simplement le vivier de la zone.

On donnera un très bref aperçu sur les données climatiques de la zone et les signes de sécheresse

<sup>(1)(2)</sup> Faculté des sciences de la terre, Université Batna 2, ALGERIE  
Laboratoire de gestion des ressources en eau, pôle Universitaire de Batna 2, ALGERIE.  
Email : [zinebmas@gmail.com](mailto:zinebmas@gmail.com) Email: [menani-redha@Lycos.com](mailto:menani-redha@Lycos.com)

s'il y en a.

On rajoutera des chiffres concernant les superficies cultivées et irriguées ainsi que sur la population qui dépend de ces cultures, qui vont en augmentant alors que les ressources en eau s'amenuisent, et par conséquent le rendement des cultures.

On évoquera également la source, ses débits antérieurs, ainsi que son mode de gestion actuel. Tout cela pour montrer la nécessité d'une gestion intégrée des eaux de la source.

## PRESENTATION GENERALE

### Situation

La zone d'étude fait partie du grand bassin versant de Hodna, Le sous bassin est situé dans la Wilaya de Batna, à l'Est à la Latitude 35° 32' et 35° 58' N et Longitude 5°39' et 5°51' E. Elle a une superficie de 135,5 Km<sup>2</sup> (fig. 1).

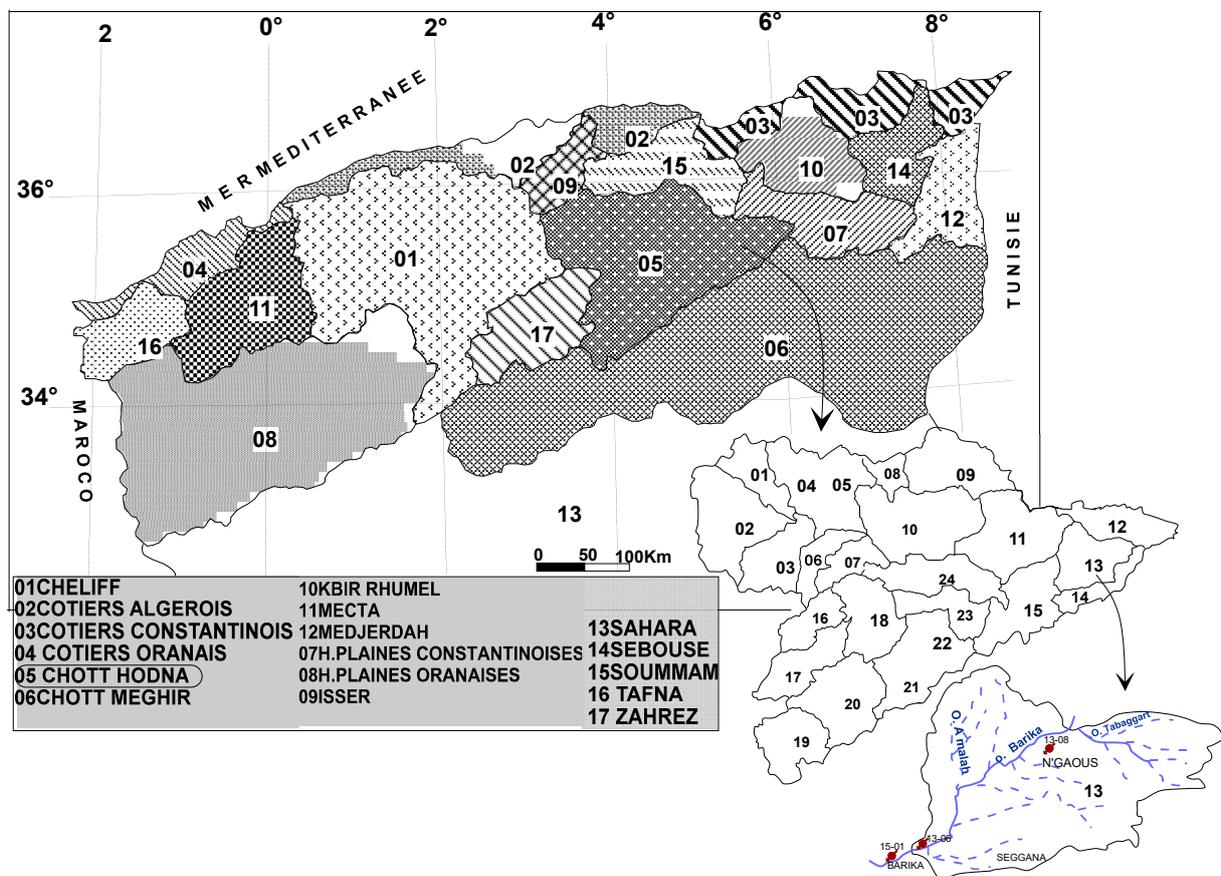


Figure 1 : carte des bassins versant et réseau hydro-climatologique.

### Géologie

Le secteur d'étude se situe dans le prolongement oriental de la plaine du Hodna, il correspond à une dépression coincée entre les reliefs des monts du Hodna au nord, Guetiane et El Djazzar à l'est et Djebel Ech Cheffaà l'ouest. La source est située au centre du village de Tinibaouine. Elle émerge à la faveur d'une faille NW-SE qui longe au sud le Kef Reched en cheminant entre les marnes miocènes et les épandages quaternaires, le débit de la source est actuellement de l'ordre de 100l/s. (Figure 2)

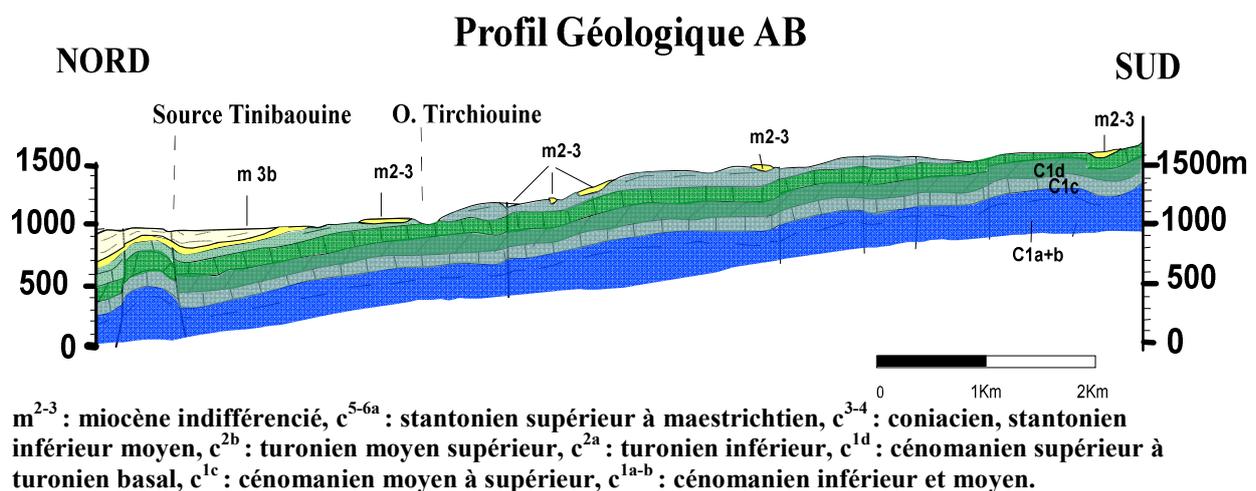
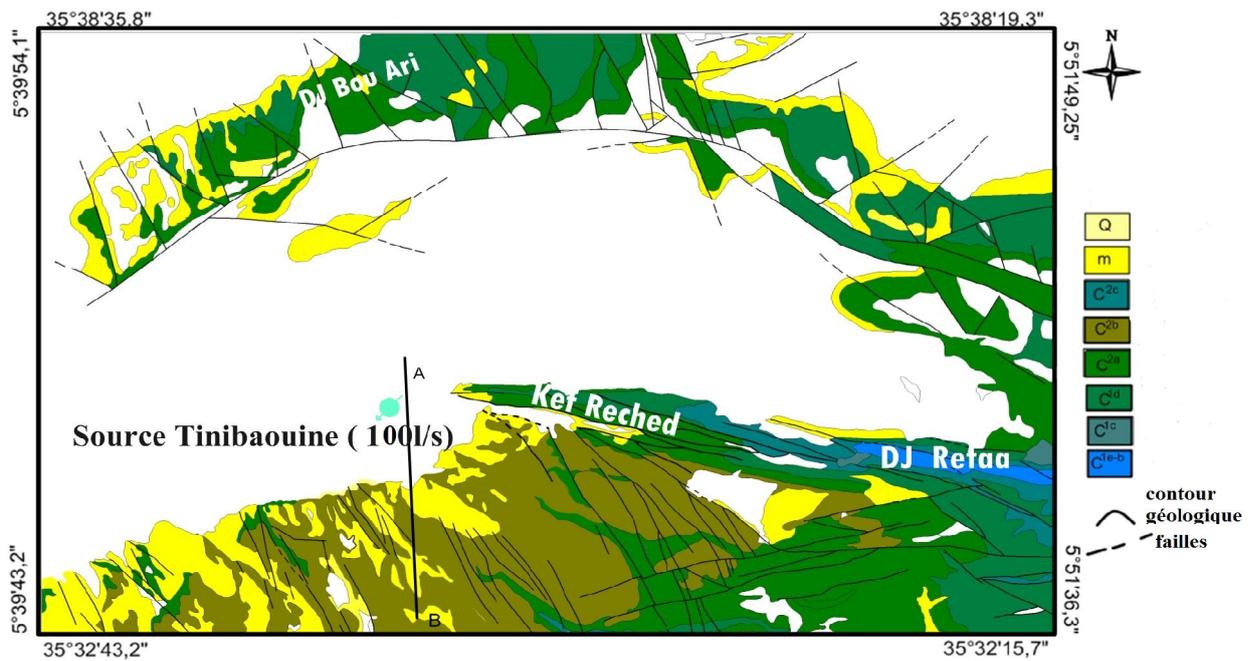


Figure 2 : contexte géologique de la source de Tinibaouine d'après VILLA, 1977.

### Contexte hydroclimatique

Le climat est de type semi-aride influencé par les courants humides de la Méditerranée en hiver et chauds du Sahara en été.

Les précipitations annuelles diminuent du (140,4mm) à (464,5mm) pour la période de 1998 à 2010. La température moyenne annuelle est de l'ordre de 22°C enregistrée pour la même période, L'évapo-transpiration est intense (ETP Thornthwaite supérieure à 1000 mm) et un bilan hydrique déficitaire. (Figure 3)

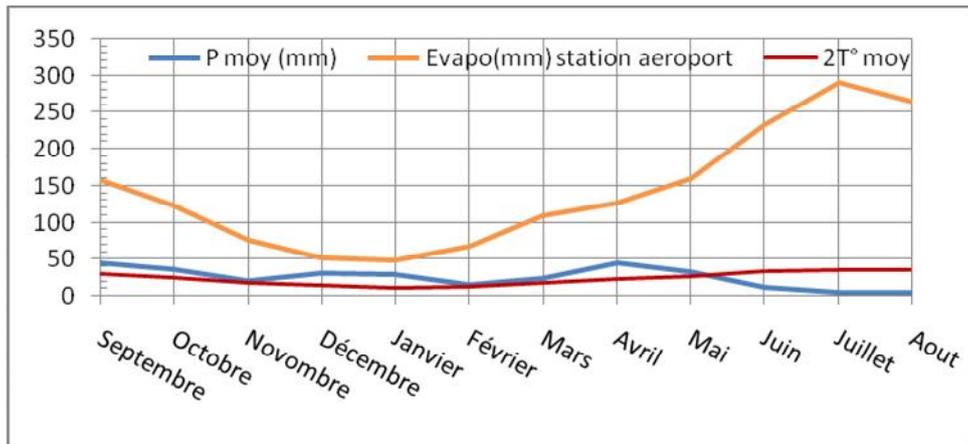


Figure 3 : les précipitations, les températures et évaporation de 1998 à 2010.

Les pluviométries moyennes annuelles sont de 245,13 mm à la station de N'gaous pour la période 1970-2014 sur l'ensemble des sous bassins d'Oued Achou et Boureghda (135,3 km<sup>2</sup>) traduisant un apport considérable d'alimentation représenté par les 100 l/s de la source (Tinibaouine). Ces pluies ont diminué progressivement depuis 1970 engendrant un décroissement du débit du 200 l/s en 2005, jusqu'à 100l/s actuellement (Figure 4).

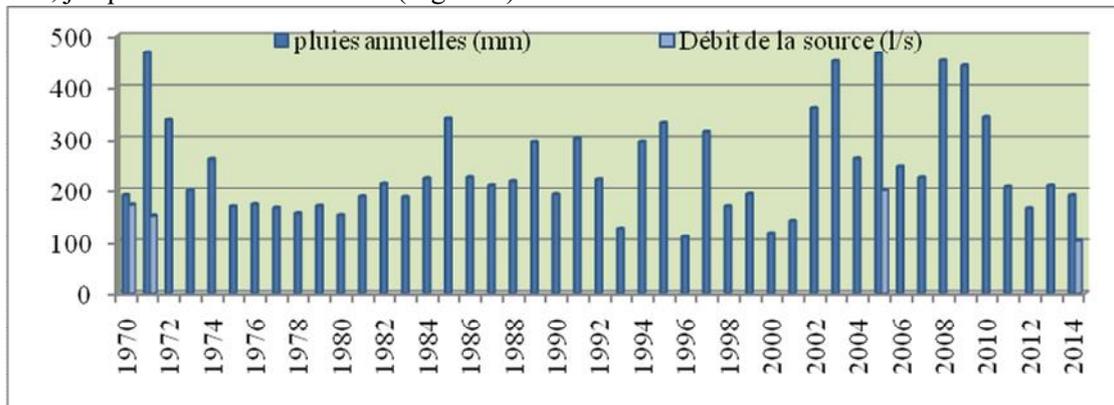


Figure 4 : évolution des pluies annuelles et du débit de la source.

### Contexte agricole

La région de Tinibaouine est caractérisée par l'arboriculture (450 Ha d'arbres destinés à l'abricotier et 105 ha destinés aux olives). La culture de l'abricot et accessoirement celle des olives constituent non seulement la principale ressource des populations locales mais aussi une économie autonome. Les autres cultures ne représentent que 4% de la superficie totale cultivée (652 Hectares).

Toutes les parcelles sont irriguées à partir de la source de Tinibaouine via un réseau de séguias bien développé (figure 5).

Les besoins en eau augmentent graduellement à partir des mois d'automne aux mois de printemps avec une diminution durant les mois d'hiver.

L'augmentation des besoins en eau et la diminution du débit de la source conduit les paysans vivant loin de la source à recourir à l'achat de l'eau des séguias des agricultures situées à proximité de la source. Dans certains cas, des agriculteurs dont les parcelles sont soumises au stress hydrique pendant les périodes d'irrigation, ont recours à des forages, souvent illicites, pour satisfaire leurs besoins, menaçant ainsi la pérennité de la source, même si le réservoir est situé à plusieurs km au sud.

## Gestion des eaux de la source de Tinibaouine

Le système de gestion des eaux distribuées par séguias a nécessité la mise en place d'une cadre juridique et technique très élaboré (CHAROY & TORRENT, 1990).

Cet ancien système d'alimentation et de distribution, était connu des Romains qui l'ont entouré de constructions pour se servir de son eau pure et limpide.

Les parts d'eau (appelées *Noubas*) sont calculées pour l'ensemble des propriétaires selon les superficies à irriguer. Cette répartition est enregistrée et régie par un acte officiel. La *nouba* est programmée sur une période bien déterminée et qui augmente chaque fois qu'on s'éloigne de la source (6 jours, 21, 30 jours).

Le débit de la source est partagé avec un partiteur en 05 seguias principales dont la distribution est reportée sur la figure 5. La distribution des débits ainsi que les longueurs de tronçons de séguias. Sont reportées dans le tableau 1

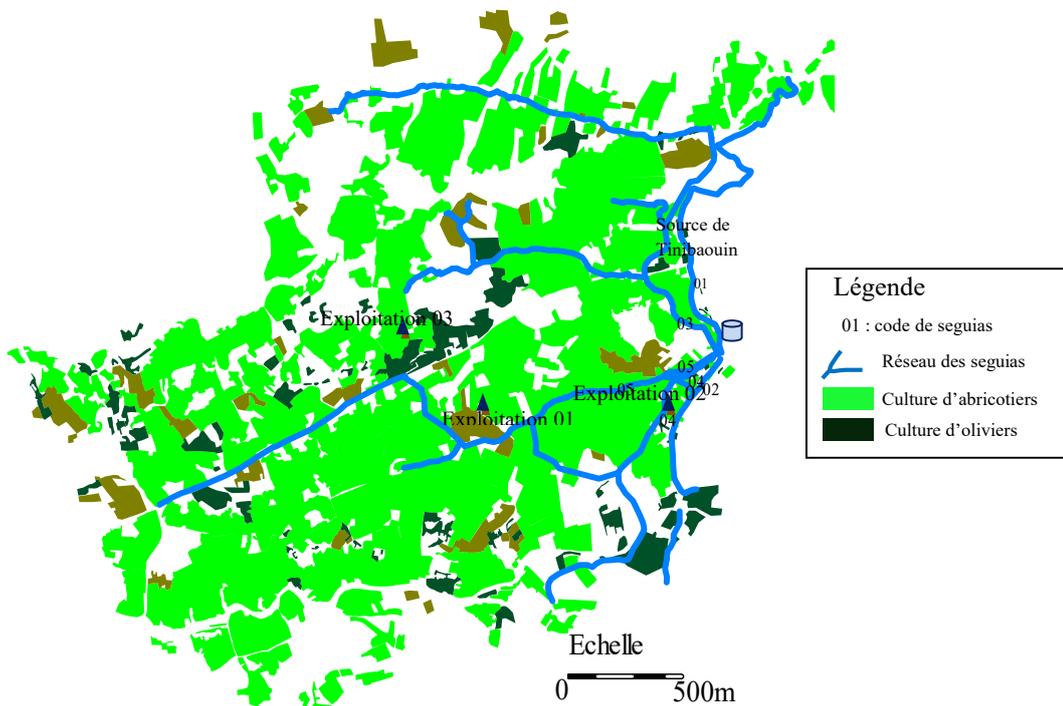


Figure 5 : Réseau des seguias.

Tableau 1 : Catégories des systèmes des seguias.

| Seguias principale                   |          | Code  |       | Longueur des seguias(Km) |      | Débit l/s |       |  |
|--------------------------------------|----------|-------|-------|--------------------------|------|-----------|-------|--|
| Débit total à la sortie de la source |          |       |       |                          |      |           | 104   |  |
| Tamtelet                             |          | 01    |       | 1,93                     |      | 23,36     |       |  |
| Tabourit                             |          | 02    |       | 1,07                     |      | 13,17     |       |  |
| Rhaouat                              |          | 03    |       | 0,62                     |      | 65,56     |       |  |
| Bala                                 | Maadjidj | 03-01 | 03-02 | 1,58                     | 2,54 | 38,3      | 27,26 |  |
| Hemada                               |          | 04    |       | 2,17                     |      | 13,69     |       |  |
| Sidhoum                              |          | 05    |       | 3,23                     |      | 25,9      |       |  |

## MATERIEL ET METHODES

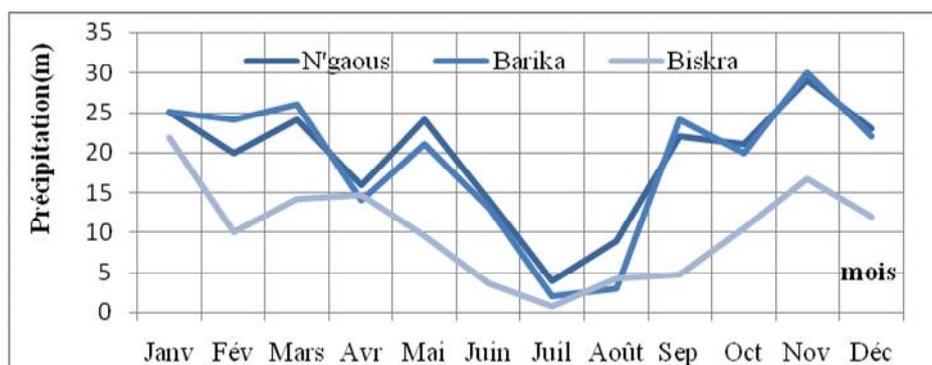
### Approche des besoins en eau

Les besoins en eau des cultures d'abricots et d'olives seront déterminés par l'utilisation du logiciel Cropwat (version gratuite) qui est un logiciel d'aide à la gestion de l'irrigation mis au point par la FAO en 1992. Il est basé sur la formule de Penman - Monteith modifiée.

Il offre également la possibilité de développer un calendrier d'irrigation en fonction de diverses pratiques culturales et d'évaluer les effets du manque d'eau sur les cultures et l'efficacité de différentes pratiques d'irrigation.

### Les données climatiques utilisées dans le calcul des besoins

Les données de température, humidité relative, vitesse du vent sont celles de la station météorologique de Barika qui est distante de Tinibaouine de 125 km avec une série chronologique de 14 ans. Vu le manque total de données concernant la durée d'insolation, nous avons eu recours à la station Biskra à climat semblable. Les données de précipitations mensuelles sont par contre celles du poste pluviométrique de la zone d'étude même (N'gaous) couvrant la même période (Fig. 6).



**Figure 6** : les précipitations moyennes mensuelles dans les stations de N'gaous, Barika, Biskra (1977-1990).

### Les données liées au sol

Les caractéristiques hydriques des sols nécessaires dans le pilotage des irrigations et la détermination de la réserve utile (RU), qui est liée à deux facteurs : la texture (La majorité des sols du périmètre sont des sables et des argiles) et les profondeurs d'enracinement.

**Tableau 2** : Les données liées au sol introduites dans le Cropwat.

|  | Texture      |              |
|--|--------------|--------------|
|  | Moyen        | Lourd        |
| Eau utilisable   | 140 mm/m     | 180 mm/m     |
| Taux maximum d'infiltration de pluie                             | 40 mm/jour   | 40 mm/jour   |
| Profondeur racinaire max d'enracinement                          | 0,6 ou 1,2 m | 0,6 ou 1,2 m |
| Tarissement initial de l'humidité de sol (% de d'eau utilisable) | 0%           | 0%           |
| Humidité de sol initial disponible                               | 140 mm/m     | 180 mm/m     |

**Source** : Source : ( rapport de DSA ,2015).

## Les données liées à la culture

### Type de culture

Les valeurs du coefficient cultural (KC) de chaque culture (abricotier, olivier introduites dans le *Cropwat*, ont été ressorties en fonction du stade végétatif de la plante ; de la force du vent et de la valeur moyenne de l'humidité moyenne minimale de l'aire régnant au niveau de notre périmètre d'étude, extraits à partir de la revue (irrigation des vergers) publiée par INAF. *Cropwat* exige l'entrée de 3 valeurs de KC (initiale, mi-saison, récolte). (Figure 6 ).

Nous avons adapté les dates de semis (ou de plantation) des brochures des cultures de l'ITCMI (2001), rapport de DSA de Batna (2015) et du calendrier du centre national pédagogique agricole (1988) qui regroupe les dates de semis et travaux culturaux de toutes les cultures (au Nord de l'Algérie).

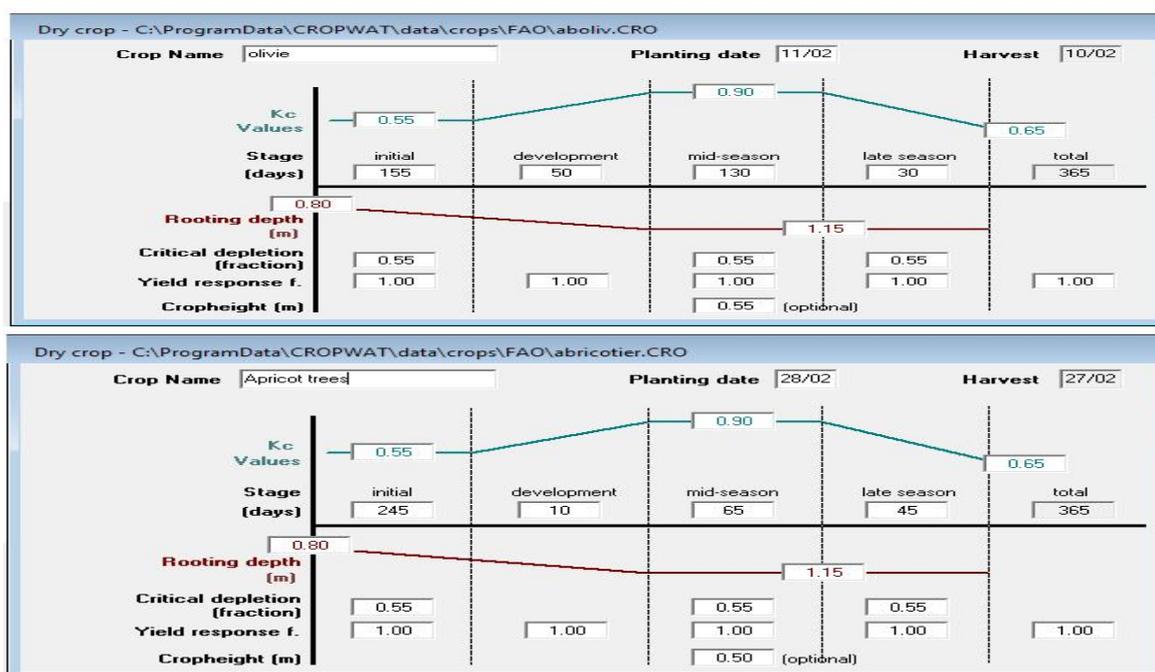


Figure 6: Synthèses des données liées aux cultures introduites dans le *Cropwat*.

### Calcul de l'évapotranspiration par le logiciel Cropwat

Les valeurs de l'évapotranspiration de référence moyenne journalière par mois tel que calculé par la formule (1) de FAO Penman - Monteith sont présentés dans le tableau 3

- La formule de Mr Penman et Montheit modifiée se présentant comme suit:

$$ET_o = C \times [ w \times R_n + (1 - w) \times F(u) \times (e_a - e_d) ] \quad (1)$$

$ET_o$  : représente l'évapotranspiration de référence, exprimée en mm / jour.

w: facteur de pondération rendant compte de l'effet de rayonnement à différente température et altitude.

$R_n$  : rayonnement net évaporation équivalente exprimé en mm/ j

$F(u)$  : fonction liée au vent.

$e_a$  : tension de vapeur saturante à la température moyenne de l'air, en millibars.

$e_d$ : tension de vapeur réelle moyenne de l'air, exprimée en millibars.

$(e_a - e_d)$ : constitue le facteur de correction, afin de compenser les conditions météorologiques diurnes et nocturnes.

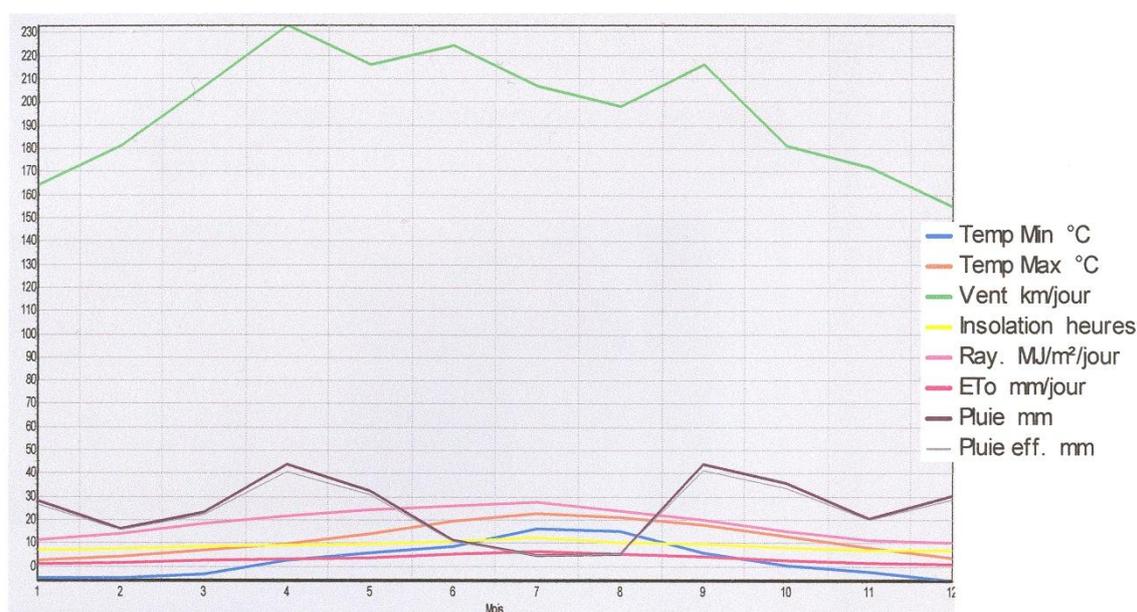
C : facteur de correction pour compenser les conditions météorologiques diurnes et nocturnes.

**Tableau 3:** L'évapotranspiration (mm/j) dans la région de N'gaous.

| Mois      | Temp Min<br>°C | Temp Max<br>°C | Humidité<br>% | Vent<br>km/jour | Insolation<br>Heures | Ray.<br>MJ/m <sup>2</sup> /jour | ETo<br>mm/jour |
|-----------|----------------|----------------|---------------|-----------------|----------------------|---------------------------------|----------------|
| Janvier   | -5.0           | 2.8            | 67            | 164             | 7.0                  | 11.1                            | 0.99           |
| Février   | -5.2           | 4.1            | 69            | 181             | 7.6                  | 14.0                            | 1.30           |
| Mars      | -3.6           | 7.0            | 48            | 207             | 8.8                  | 18.4                            | 2.27           |
| Avril     | 2.4            | 9.8            | 46            | 233             | 9.2                  | 21.8                            | 3.16           |
| Mai       | 5.6            | 14.1           | 54            | 216             | 9.9                  | 24.3                            | 3.75           |
| Juin      | 8.8            | 19.5           | 31            | 224             | 10.9                 | 26.2                            | 5.31           |
| Juillet   | 16.0           | 22.7           | 26            | 207             | 12.2                 | 27.7                            | 6.23           |
| Août      | 15.0           | 21.1           | 34            | 198             | 10.4                 | 23.9                            | 5.37           |
| Septembre | 6.0            | 18.1           | 45            | 216             | 9.4                  | 20.1                            | 3.99           |
| Octobre   | 0.4            | 12.7           | 54            | 181             | 8.1                  | 15.3                            | 2.41           |
| Novembre  | -2.6           | 7.8            | 58            | 172             | 6.8                  | 11.3                            | 1.53           |
| Décembre  | -6.2           | 3.4            | 62            | 155             | 7.1                  | 10.3                            | 1.01           |
| Moyenne   | 2.6            | 11.9           | 50            | 196             | 8.9                  | 18.7                            | 3.11           |

Source : (ANRH, 2013).

On constate que le mois de pointe pour la demande climatique (ET0) correspond au mois de juillet, avec une moyenne journalière de 9,9mm.



**Figure 7 :** Evapotranspiration et apports d'eau par pluie efficace durant la période (1998-2011).

### Calcul de la pluie efficace

Nous avons opté de travailler sur le copwat avec la méthode l'USDA pour tenir compte des pertes dues au ruissellement de surface et à la percolation profonde, c'est une formule (2) recommandée par United States Département of Agriculture - Soil Conservation Service. Le tableau 4 donne les valeurs de la pluie efficace calculée par la méthode de l'USDA.

$$P_{\text{eff}} = P_{\text{moy}} * (1 - 0.2 * P_{\text{moy}} / 125) \quad \text{pour } P_{\text{moy}} < 250 \text{ mm/mois} \quad (2-1)$$

$$P_{\text{eff}} = 125 + 0.1 * P_{\text{moy}} \quad \text{pour } P_{\text{moy}} > 250 \text{ mm/mois} \quad (2-2)$$

**Tableau 4** : Pluie efficace de la wilaya de N'gaous.

| Mois    | Pluie<br>(mm/mois) | Pluie efficace<br>(mm/mois) | Mois      | Pluie<br>(mm/mois) | Pluie efficace<br>(mm/mois) |
|---------|--------------------|-----------------------------|-----------|--------------------|-----------------------------|
|         | Mm                 | mm                          |           | mm                 | mm                          |
| Janvier | 28.1               | 26.8                        | Juillet   | 4.8                | 4.8                         |
| Février | 16.0               | 15.6                        | Août      | 5.5                | 5.5                         |
| Mars    | 23.3               | 22.4                        | Septembre | 44.3               | 41.2                        |
| Avril   | 43.9               | 40.8                        | Octobre   | 35.7               | 33.7                        |
| Mai     | 32.6               | 30.9                        | Novembre  | 20.5               | 19.8                        |
| Juin    | 11.1               | 10.9                        | Décembre  | 30.5               | 29.0                        |
| Total   | 296.3              | 281.4                       |           |                    |                             |

## RESULTATS ET DISCUSSIONS

### Besoins en eau par décade

Les résultats des besoins en eau par *Cropwat* sont présentés dans le tableau 5.

La décade : la période de dix jours de mois

La phase : contient le stade de développement de la culture

ETc [mm/jour] : la valeur de l'ETP pondérée par la valeur de KC

ETc [mm/déc] : la valeur de ETc exprimé en mm/décade (période de dix jours)

La Pluie efficace [mm/déc] : la pluie qui contribue réellement à la recharge du stock en eau du sol

Les Besoins en irrigation [mm/dec] : la quantité d'eau à apporter par décade pour compenser le déficit du stock en eau du sol.

### Détermination de la dose d'irrigation par enquête sur terrain

L'enquête de terrain était axée sur un questionnaire portant sur la quantification de la superficie irriguée, du type de culture, du mode d'accès à l'eau et du débit attribué.

Afin de vérifier certaines réponses du questionnaire, nous avons effectué des mesures de débit pratiques dans 3 exploitations agricoles.

*Exploitation 01* : Commune : Taxclent Wilaya : Batna Nom de l'exploitant : TAABACHE

*Exploitation 02* : Commune : Taxclent Wilaya : Batna Nom de l'exploitant : MECHAALA.

*Exploitation 03* : Commune : Taxclent Wilaya : Batna Nom de l'exploitant : GHENFOUD frères

La détermination de la dose réelle d'irrigation nécessite la connaissance de :

1. *Mesure de débit*

2. *Mesure de la surface arrosée.*

3. *Calcul de la dose brute pour une irrigation.*

Les mesures de doses réelles que nous avons effectuées qui sont dans le tableau 6.

**Tableau 5 : les besoins en eau des deux cultures abricotiers et oliviers.**

| les besoins en eau des Abricotiers |        |          |         |             |            |                   |                  | les besoins en eau des Oliviers |     |          |          |             |            |                   |                  |
|------------------------------------|--------|----------|---------|-------------|------------|-------------------|------------------|---------------------------------|-----|----------|----------|-------------|------------|-------------------|------------------|
| Mois                               | Décade | Phase    | Kc coef | ETc mm/jour | ETc mm/dec | Pluie eff, mm/dec | Bes, Irr, mm/dec | Mois                            | Déc | Phase    | Kc coeff | ETc mm/jour | ETc mm/dec | Pluie eff. mm/dec | Bes. Irr mm/dec. |
| Fev                                | 3      | Init     | 0.65    | 1.05        | 1.0        | 0.7               | 1,9              | Fev                             | 2   | Init     | 0,55     | 0,71        | 7,1        | 4,4               | 2,7              |
| Mar                                | 1      | Init     | 0.55    | 1.07        | 10.7       | 6.4               | 4,3              | Fev                             | 3   | Init     | 0,55     | 0,89        | 7,1        | 5,4               | 1,7              |
| Mar                                | 2      | Init     | 0.55    | 1.25        | 12.5       | 7.0               | 5,5              | Mar                             | 1   | Init     | 0,55     | 1,07        | 10,7       | 6,4               | 4,3              |
| Mar                                | 3      | Init     | 0.55    | 1.41        | 15.5       | 9.2               | 6,3              | Mar                             | 2   | Init     | 0,55     | 1,25        | 12,5       | 7                 | 5,5              |
| A vr                               | 1      | Init     | 0.55    | 1.57        | 15.7       | 12.4              | 3,3              | Mar                             | 3   | Init     | 0,55     | 1,41        | 15,5       | 9,2               | 6,3              |
| Avr                                | 2      | Init     | 0.55    | 1.73        | 17.3       | 14.9              | 2,4              | A vr                            | 1   | Init     | 0,55     | 1,57        | 15,7       | 12,4              | 3,3              |
| Avr                                | 3      | Init     | 0.55    | 1.84        | 18.4       | 13.4              | 5                | Avr                             | 2   | Init     | 0,55     | 1,73        | 17,3       | 14,9              | 2,4              |
| Mai                                | 1      | Init     | 0.55    | 1.91        | 19.1       | 11.7              | 7,4              | Avr                             | 3   | Init     | 0,55     | 1,84        | 18,4       | 13,4              | 5                |
| Mai                                | 2      | Init     | 0.55    | 2.00        | 20.0       | 10.7              | 9,3              | Mai                             | 1   | Init     | 0,55     | 1,91        | 19,1       | 11,7              | 7,4              |
| Mai                                | 3      | Init     | 0.55    | 2.31        | 25.4       | 8.4               | 17               | Mai                             | 2   | Init     | 0,55     | 2           | 20         | 10,7              | 9,3              |
| Jun                                | 1      | Init     | 0.55    | 2.63        | 26.3       | 5.5               | 20,9             | Mai                             | 3   | Init     | 0,55     | 2,31        | 25,4       | 8,4               | 17               |
| Jun                                | 2      | Init     | 0.55    | 2.92        | 29.2       | 3.0               | 26,2             | Jun                             | 1   | Init     | 0,55     | 2,63        | 26,3       | 5,5               | 20,9             |
| Jun                                | 3      | Init     | 0.55    | 3.09        | 30.9       | 2.6               | 28,3             | Jun                             | 2   | Init     | 0,55     | 2,92        | 29,2       | 3                 | 26,2             |
| Jul                                | 1      | Init     | 0.55    | 3.33        | 33.3       | 2.1               | 31,2             | Jun                             | 3   | Init     | 0,55     | 3,09        | 30,9       | 2,6               | 28,3             |
| Jul                                | 2      | Init     | 0.55    | 3.54        | 35.4       | 1.3               | 34,1             | Jul                             | 1   | Init     | 0,55     | 3,33        | 33,3       | 2,1               | 31,2             |
| Jul                                | 3      | Init     | 0.55    | 3.34        | 36.8       | 1.5               | 35,3             | Jul                             | 2   | Crois    | 0,56     | 3,6         | 36         | 1,3               | 34,8             |
| Aoû                                | 1      | Init     | 0.55    | 3.11        | 31.1       | 0.6               | 30,5             | Jul                             | 3   | Crois    | 0,63     | 3,81        | 41,9       | 1,5               | 40,4             |
| Aoû                                | 2      | Init     | 0.55    | 2.95        | 29.5       | 0.2               | 29,4             | Aoû                             | 1   | Crois    | 0,7      | 3,96        | 39,6       | 0,6               | 38,9             |
| Aoû                                | 3      | Init     | 0.55    | 2.70        | 29.7       | 4.7               | 25               | Aoû                             | 2   | Crois    | 0,77     | 4,13        | 41,3       | 0,2               | 41,1             |
| Sep                                | 1      | Init     | 0.55    | 2.45        | 24.5       | 11.1              | 13,4             | Aoû                             | 3   | Crois    | 0,84     | 4,13        | 45,4       | 4,7               | 40,7             |
| Sep                                | 2      | Init     | 0.55    | 2.19        | 21.9       | 15.7              | 6,2              | Sep                             | 1   | Mi-sais  | 0,89     | 3,98        | 39,8       | 11,1              | 28,7             |
| Sep                                | 3      | Init     | 0.55    | 1.90        | 19.0       | 14.2              | 4,8              | Sep                             | 2   | Mi-sais  | 0,9      | 3,57        | 35,7       | 15,7              | 20               |
| Oct                                | 1      | Init     | 0.55    | 1.61        | 16.1       | 12.2              | 3,9              | Sep                             | 3   | Mi-sais  | 0,9      | 3,1         | 31         | 14,2              | 16,8             |
| Oct                                | 2      | Init     | 0.55    | 1.33        | 13.3       | 11.5              | 1,8              | Oct                             | 1   | Mi-sais  | 0,9      | 2,63        | 26,3       | 12,2              | 14,1             |
| Oct                                | 3      | Crois    | 0.55    | 1.17        | 12.9       | 9.8               | 3                | Oct                             | 2   | Mi-sais  | 0,9      | 2,16        | 21,6       | 11,5              | 10,1             |
| Nov                                | 1      | Mi-sais  | 0.76    | 1.39        | 13.9       | 7.4               | 6,5              | Nov                             | 3   | Mi-sais  | 0,9      | 1,9         | 20,9       | 9,8               | 11               |
| Nov                                | 2      | Mi-sais  | 0.89    | 1.35        | 13.5       | 5.6               | 7,9              | Nov                             | 1   | Mi-sais  | 0,9      | 1,63        | 16,3       | 7,4               | 8,9              |
| Nov                                | 3      | Mi-sais  | 0.89    | 1.20        | 12.0       | 6.9               | 5                | Nov                             | 2   | Mi-sais  | 0,9      | 1,37        | 13,7       | 5,6               | 8,1              |
| Dec                                | 1      | Mi-sais  | 0.89    | 1.04        | 10.4       | 9.0               | 1,4              | Nov                             | 3   | Mi-sais  | 0,9      | 1,21        | 12,1       | 6,9               | 5,2              |
| Dec                                | 2      | Mi-sais  | 0.89    | 0.89        | 8.9        | 10.2              | 0                | Dec                             | 1   | Mi-sais  | 0,9      | 1,06        | 10,6       | 9                 | 1,6              |
| Dec                                | 3      | Mi-sais  | 0.89    | 0.88        | 9.7        | 9.8               | 0                | Dec                             | 2   | Mi-sais  | 0,9      | 0,9         | 9          | 10,2              | 0                |
| Jan                                | 1      | Mi-sais  | 0.89    | 0.88        | 8.8        | 9.5               | 0                | Dec                             | 3   | Mi-sais  | 0,9      | 0,89        | 9,8        | 9,8               | 0,1              |
| Jan                                | 2      | Arr-sais | 0.87    | 0.86        | 8.6        | 9.3               | 0                | Jan                             | 1   | Mi-sais  | 0,9      | 0,89        | 8,9        | 9,5               | 0                |
| Jan                                | 3      | Arr-sais | 0.81    | 0.88        | 9.7        | 8.0               | 1,7              | Jan                             | 2   | Arr-sais | 0,86     | 0,84        | 8,4        | 9,3               | 0                |
| Fev                                | 1      | Arr-sais | 0.75    | 0.90        | 9.0        | 5.9               | 3                | Fev                             | 3   | Arr-sais | 0,76     | 0,83        | 9,1        | 8                 | 1,1              |
| Fev                                | 2      | Arr-sais | 0.70    | 0.90        | 9.0        | 4.4               | 4,6              | Fev                             | 1   | Arr-sais | 0,67     | 0,79        | 7,9        | 5,9               | 2                |
| Fev                                | 3      | Arr-sais | 0.65    | 1.05        | 7.3        | 4.7               | 1,9              |                                 |     |          |          |             |            |                   |                  |
|                                    |        |          |         |             | 666.2      | 281.4             | 388,5            |                                 |     |          |          |             | 773,8      | 281,4             | 495,1            |

**Tableau 6** : Besoins d'irrigation estimés sur terrain (m<sup>3</sup>/ha).

|   |                              | EXP1   | EXP2   | EXP3  |
|---|------------------------------|--|--|---|
| Mesures effectuées                            | Mesure de débit              | $QHemada=13,6l/s$<br>$QForage=15l/s$                               | $Q Sidhoum =25,9l/s$<br>$QTabourit=11,7l/s$<br>$QHemada=13,6l/s$<br>$Qtotal=51,2l/s$ | QTaldo=9,93l/s                                      |
|   | Mesure de la surface arrosée | 750000m <sup>2</sup> abric,<br>50000 oliv                          | 360000m <sup>2</sup> abricotiers,<br>40000 oliviers                                  | 30000m <sup>2</sup> abricotiers,<br>10000 oliviers. |
| Volume Brute                                  | Durée (heures)               | ABRI   | 258  | 14  |
|   |                              | OLIV   | 2  | 2   |
| Dose brute                                    | Abri                         | $28,6 \times 928800 / 750000$<br>=35,4 mm ou 354m <sup>3</sup> /ha | 71,68mm ou 716,8m <sup>3</sup> /ha   | 75,07mm ou 750,7m <sup>3</sup> /ha                  |
|   | Oliv                         | $8,6 \times 7200 / 50000$<br>=4,11mm ou 41,18m <sup>3</sup> /ha    | 9,21mm ou 92,16m <sup>3</sup> /ha  | 42,89mm ou 428,9m <sup>3</sup> /ha                  |
| Estimation des besoins d'irrigation par cycle | Début d'irrigation           | abric  | 20-juin  | 20-juin   |
|   |                              | oliv   | 10-juil  | 10-juil   |
|   | Fin                          | abric  | 15-oct   | 15-oct  |
|   |                              | oliv   | Juillet  | Juillet   |
|   | Nb d'irr                     | abric  | 7  | 9   |
|   |                              | oliv   | 2  | 2   |
| Besoin d'irri                                 | abric                        | $354,8 \times 7 = 2483,6$<br>m <sup>3</sup> /ha                    | $716,8 \times 9 = 6720$ m <sup>3</sup> /ha   | 3753,5 m <sup>3</sup> /ha                           |
|   | oliv                         | $41,18 \times 2 = 82,36$ m <sup>3</sup> /ha                        | $92,16 \times 9 = 184,32$ m <sup>3</sup> /ha   | 428,9m <sup>3</sup> /h                              |

D'après les valeurs des besoins d'irrigation tels qu'estimées sur terrain et celles obtenus par Cropwat, Il en ressort de ce fait un déficit en dose d'irrigation, que les agriculteurs jugulent par une diminution des superficies à irriguer.

**Tableau 7** : Besoins d'irrigations estimés sur terrain (m<sup>3</sup>/ha) et par Cropwat.

| cultures    | Besoins en eau par Cropwat | Besoins d'irrigation estimés sur le terrain (m <sup>3</sup> /ha) |
|-------------|----------------------------|--|
| Abricotiers | 29400                      | 12957,1  |
| Olivies     | 40320                      | 695,58   |

D'après les valeurs du tableau 7 des besoins d'irrigation estimés sur le terrain et celles obtenues par Cropwat, il ressort que les besoins des cultures d'abricots et d'olives ne sont pas satisfaits. Le déficit en dose d'irrigation, que les agriculteurs jugulent par une diminution des superficies à irriguer.

### Mesures techniques pour l'économie de l'eau de la source

L'utilisation de canalisations PEHD (polyéthylène haute densité) enterrées basse pression permet de diminuer considérablement les pertes en eau occasionnées par le transport, le temps d'irrigation, évaporation et infiltration, ces dernières sont naturellement plus importantes dans les seguias (rigole en terre) à parois fissurées. D'autre part, les pertes par évaporation sont importantes aussi surtout dans les seguias de distribution à faibles débits avec un plan d'eau large et une faible hauteur.

Des méthodes d'estimation des pertes dans le réseau d'adduction ont été établies.

Le diamètre de la conduite principale et du réseau de distribution sera calculé par la formule (3) de Bonnin (BACHAROU, 2012).

$$D = Q^{1/2} \quad (3)$$

Le calcul de perte de charge est effectué selon la *formule (4)* de DARCY WEISBACH (WEISBACH. J, 1845) : dans le réseau de distribution

Calcul de la vitesse :

$$V = 4Q / \pi D^2 \quad (4)$$

ou Q= débit en l/s et D= diamètre en m.

Calcul de la perte de charge. *Formule (5)* :

$$J = \frac{\gamma v^2}{D 2g} = \frac{8\gamma q}{\pi^2 g D^5} \quad (5)$$

$\gamma$ : coefficient de perte de charge

V : vitesse en m/s

D : diamètre intérieur de la conduite en m

q : débit en m<sup>3</sup>/s

g : accélération de la pesanteur en (m/s<sup>2</sup>)

J: perte de charge (en m de charge fluide par m de tuyau)

$$J_2 = J_1 X L \quad (5-1)$$

$$Q_2 = \sqrt{Q_1^2 \times (J_2 / J_1)} \quad (5-2)$$

L=longueur de la conduite.

Les résultats des calculs sont présentés dans le tableau 8

**Tableau 8** : État des Arcs du Réseau.

|            | Longueur | Diamètre | Débit Q1 | Vitesse | Pert.Charge Unit. | Débit Q2 | Pert.Charge Unit. |
|------------|----------|----------|----------|---------|-------------------|----------|-------------------|
| Seguias    | m        | mm       | l/s      | m/s     |                   | l/s      |                   |
| Hmadda     | 2170     | 116      | 13,6     | 1,29    | 0,0312719313      | 20,01    | 0,06770445        |
| Sidhom     | 3230     | 172      | 29,9     | 1,29    | 0,0165835315      | 46,55    | 0,05356480        |
| Tabourite  | 1070     | 108      | 11,7     | 1,27    | 0,0363560601      | 12,10    | 0,03890098        |
| Taljoustin | 2452     | 99,6     | 9,93     | 1,27    | 0,0423444414      | 15,55    | 0,103825703       |

Les pertes lors du trajet entre la source et les parcelles, par infiltration dans la conduite en terre, en plus des pertes par évaporation sont au tableau 9.

**Tableau 9** : débits (l/s) en Conduite étanche PEHD.

| Seguias      | Distance de la source(m) | Q (l/s) conduite en terre | Q (l/s) Conduite étanche en PEHD | Economie m <sup>3</sup> /J |
|--------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|----------------------------|
| Hemada       | 2170                     | 13,6                      | 16,19                            | 223,77                     |
| Sidhoum      | 3230                     | 25,9                      | 30,83                            | 425,95                     |
| Tabourit     | 1070                     | 11,7                      | 13,92                            | 191,80                     |
| Taldjoustyan | 2452                     | 9,93                      | 11,82                            | 163,29                     |

Il apparaît clairement que l'investissement dans une canalisation étanche se traduira par une grande économie d'eau.

### Importance du mode d'irrigation

L'irrigation gravitaire dans les périmètres de Tinibaouine constitue le seul système d'irrigation utilisé. D'après MESSAITFA (2007), les calculs d'efficacité d'application réalisés sur les irrigants enquêtés ayant recours au goutte-à-goutte montrent une efficacité moyenne de 84%. Le passage de l'irrigation gravitaire à l'irrigation au goutte-à-goutte offrirait une économie d'eau dépassant les 300 m<sup>3</sup>/j. (Figure 8).

$$Q = Q1 / \text{efficacité}$$

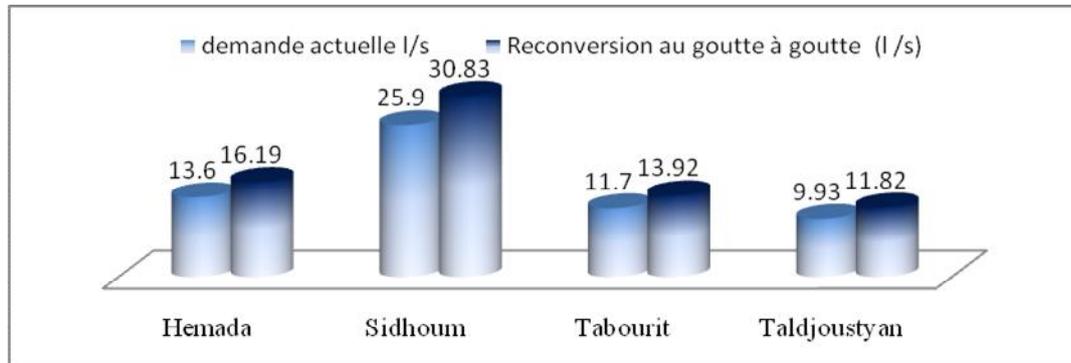


Figure 8 : Demande en eau d'irrigation en l/s.

### CONCLUSION

Dans notre travail nous avons essayé d'approcher la demande par la détermination de besoins en eau, ce qui représente une première étape pour une gestion rationnelle, il est intéressant maintenant d'évaluer l'offre c'est à dire avoir des informations précises et complètes sur la source de Tinibaouine.

Les enquêtes de terrain que nous avons menées nous ont montré que les agriculteurs ignorent les besoins en eau des cultures, les doses apportées. La conduite d'irrigation se fait le plus souvent par expérience sur la base d'outils traditionnels.

Les mesures que nous avons effectuées nous ont permis d'avoir un ordre de grandeur sur les quantités d'eau que peut apporter l'agriculteur pour les abricotiers et les oliviers,

Le volume total qu'il faut solliciter en moyenne pour couvrir les besoins d'irrigation de ces cultures est de 13652,7m<sup>3</sup>/ha d'eau) pour une superficie irriguée de 124 hectares soit 652 Hectares de la superficie totale cultivée.

Enfin, il faut être davantage conscient que la gestion rationnelle des eaux a des retombées concrètes, en particulier la viabilité socio-économique, cet objectif est réalisable si toutes les parties conjuguent leurs efforts.

### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANRH, 2013. Agence nationale des ressources hydriques. Données pluviométriques. Batna, Algérie.
- BELLION, J., 1972. Etude géologique et hydrogéologique de la terminaison occidentale des Monts de Bellezma (Algérie). Thèse Doct, 3eme Cycle, Univ Paris, 221p
- CHAROY, J. & TORRENT, H., 1990. Origine, gestion de l'eau, évaluation des aquifères dans les oasis. *Revue options méditerranéennes*, CIHEAM, série A, 11 : 223-235.
- DSA, 2015. Rapport de direction d'Agriculture et du Développement Rural et rapports de la DSA de Batna, 15p.
- FAO, 1988. Cultures protégées en climats méditerranéens. Bulletin FAO d'irrigation et de drainage 90, Rome.
- ITCMI, 2001. Institut technique des cultures maraîchères et industrielles. Brochures des irrigations, 18p.
- MESSAITFA, M., 2007. Les indicateurs de performances en irrigation gravitaire, localisée et par aspersion à l'échelle de la parcelle et de l'exploitation : Cas de deux exploitations du périmètre de la Mitidja-ouest. Mémoire de fin d'études, INA Alger, Algérie, 136p.
- MINISTERE DE L'AGRICULTURE. (1988). Calendrier des travaux cultureux, Centre national pédagogique agricole, Alger, 21p.

BACHAROU, GOSSOU & EDMOND, C., 2012. Régime de consommation en eau et son utilisation dans le calcul des réseaux d'alimentation en eau potable. Rev. Ivoir. Sci. Technol., 19: 159 – 174.

VILIA, J. M., 1977. Carte géologique de l'Algérie au 1/50 000, feuille n°172, Merouana, avec notice explicative détaillée (levés de S. Guellal). Serv. Carte géol., Algérie/SONATRACH.

WEISBACH, J., 1845. Lehrbuch der Ingenieur und Maschinenmechanik. Brunswick, Germany.

