

## Adaptation du système d'irrigation dans les périmètres agricoles par modélisation du tour d'eau, cas de Habra (nord-ouest Algérien)

Laidia ZERKAOUT<sup>1,\*</sup>, Mohamed BENSLIMANE<sup>1</sup>, Abderrahmane HAMMED<sup>2</sup>, Hadj BETICHA<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire de Géomatique, Ecologie et Environnement (LRGEE), Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Mustapha Stambouli - Mascara, Algérie.

<sup>2</sup> Laboratoire des Systèmes Biologique et de la Géomatique (LRBG), Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Mustapha Stambouli - Mascara, Algérie.

<sup>3</sup> Office National de l'Irrigation et de Drainage (ONID), chef de projet du périmètre irrigué Habra (Mascara).

\*Correspondence author: E-mail: [laidia.zerkaoui@yahoo.com](mailto:laidia.zerkaoui@yahoo.com)

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received 13 April 2017

Received in revised form 8 June 2017

Accepted 14 June 2017

#### Keywords:

Water management,  
irrigation,  
water tower,  
perimeter,  
Habra,  
Algeria

### ABSTRACT

The combined effect of drought and the priority allocation of waters in the triplex to clean water Oran resulted in a significant reduction of irrigation; irrigated citrus and olive soils are reduced considerably. The purpose of this contribution is to evaluate this new experience of water management at the scale of the plot in order to identify the constraints related to water resources management mode.

The experimental site was focused on irrigated perimeter Habra, especially to the overall organization of irrigation ONID comprehensive support tools for the operations and management of hydraulic systems by simulating the available storage and use of water resources for the mobilization works until the service.

The methodology adopted in this work is based on creating a model that will reduce the time and effort to organizing tours of water, solve the problem related to water use in the presence of impacts, minimized water loss and minimal watering lasted.

### RESUME

L'effet conjugué de la sécheresse et de l'affectation prioritaire des eaux du triplex à l'eau potable d'Oran se sont traduits par une réduction importante des irrigations ; les sols agrumicoles et oléicoles irrigués se sont réduits considérablement. L'objet de cette contribution consiste à l'évaluation de cette nouvelle expérience de la gestion de l'eau à l'échelle de la parcelle, en vue de l'identification des contraintes liées au mode de gestion des ressources en eau.

Le site expérimental retenu a été porté sur le périmètre irrigué Habra, surtout à l'organisation générale de l'irrigation ONID des outils d'aide à l'exploitation et de gestion de systèmes hydrauliques en simulant le stockage disponible et l'utilisation de la ressource en eau depuis les ouvrages de mobilisation jusqu'à la desserte.

La méthodologie adoptée dans ce travail est basée sur la création d'un modèle qui servira à réduire la période et l'effort d'organisation des tours d'eau, résoudre le problème lié à l'usage de l'eau en présence des incidences, conflit amont aval du vol d'eau, minimiser les pertes d'eau et une durée minimale d'arrosage.

**Mots-clés :** Gestion de l'eau, irrigation, tour d'eau, périmètre, Habra, Algérie.

## 1. Introduction

L'accès durable aux ressources en eau est une préoccupation majeure qui concerne tous les pays du bassin méditerranéen. A l'instar des pays en voie de développement, la politique algérienne en matière de gestion de l'eau, entamée depuis une dizaine d'années, a été axée d'avantage sur la mobilisation de nouvelles ressources que sur la recherche d'un meilleur usage des disponibles hydriques (Benblidia, 2011).

Face à la montée de la demande en eau, la priorité a été en faveur du développement de l'offre, comme le témoignage la part prépondérante accordée aux budgets d'investissements de la grande hydraulique (barrages, exploitation de nappes profondes, dessalement, grands transferts d'eau (Mozas et Ghosn, 2013)).

Autrement dit, on assiste à un faible financement consacrés à l'entretien et à la maintenance des installations existantes, ou encore l'amélioration des performances des systèmes de distribution d'irrigation. Par voie de conséquence, les décideurs sont appelés à mener une politique active, en mettant en œuvre différents types d'aménagement, ainsi qu'à une gestion raisonnée et durable de l'eau (Blinda, 2012).

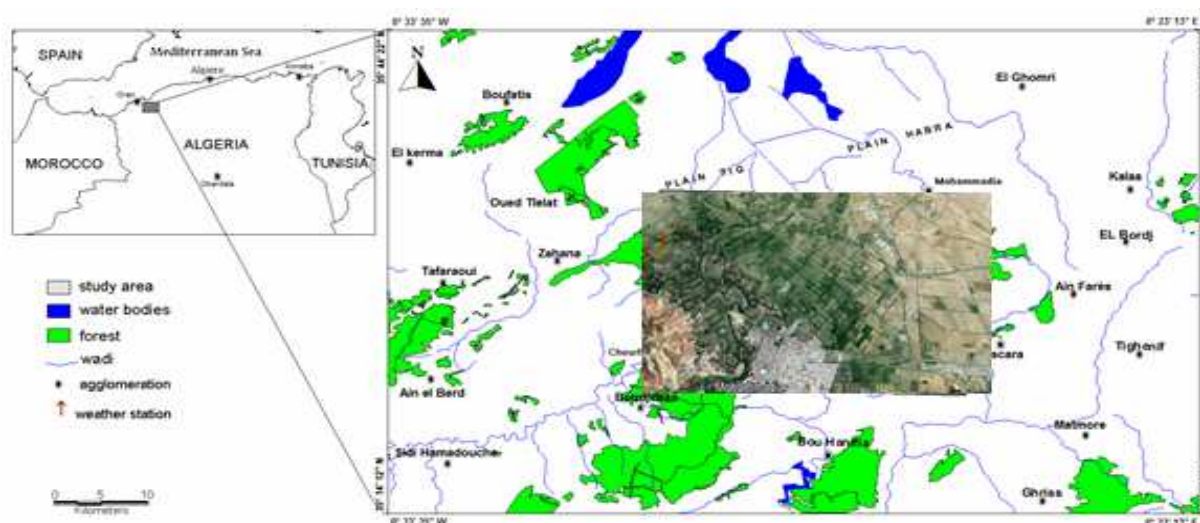
Ainsi, la maîtrise et la préservation des ressources en eau constituent donc un enjeu majeur pour le XXI<sup>e</sup> siècle auquel les scientifiques doivent répondre. Un tel objectif doit permettre d'asseoir une gestion intégrée de l'eau, à travers l'approche de la "demande", en s'attaquant, notamment, au gaspillage de l'eau dans toutes ses formes, y compris le changement des habitudes chez les usagers s'avère impératif à nos jours (Roignant, 2007).

La présente contribution consiste à étudier cet aspect de la nouvelle dynamique de la gestion intégrée des ressources en eau agricole à travers un site pilote connaissant une crise d'eau chronique (périmètre irrigué de

Habra). La démarche adoptée est basée sur la conception d'un modèle d'aide de décision pour la gestion de l'eau à l'échelle de la parcelle. Ce dernier traite un certain nombre de variables liées au déroulement de l'irrigation, telles que, le tour d'eau, l'état du réseau, le type de culture, le mode d'arrosage, conflits amont/aval des irrigants ainsi que les problèmes de gaspillage d'eau. Les résultats attendus convergent vers l'introduction des alternatives technico-économiques adaptées aux contextes hydro-climatiques qui sévissent à travers la région d'étude depuis une vingtaine d'années.

## 2. Aire d'étude

S'étendant sur une superficie équipée de 19 600 ha, le périmètre irrigué de Habra est situé dans les plaines intérieures septentrionales du bassin versant de la Mactaa, rattachées à la région nord-ouest algérienne. L'eau d'irrigation est acheminée par gravité, à partir du triplex de trois barrages (Ouizert, Bouhanifia et Fergoug), fonctionnant en cascade et connaissant des pertes considérables lors du transfert, dues à des pompes illicites le long du cours d'eau.



**Figure 1-** Situation géographique du périmètre irrigué de Habra.

Les sols du périmètre sont formés sur des alluvions et des colluvions arrachées par l'érosion de la zone montagneuse du bassin versant, renfermant dans ses couches géologiques des faciès salés. Par conséquent, les couches superficielles conservent les traces d'une salinité qualifiée de primaire à secondaire, aggravée par l'insuffisance pluviométrique des lessivages et des infrastructures de drainage peu performants.

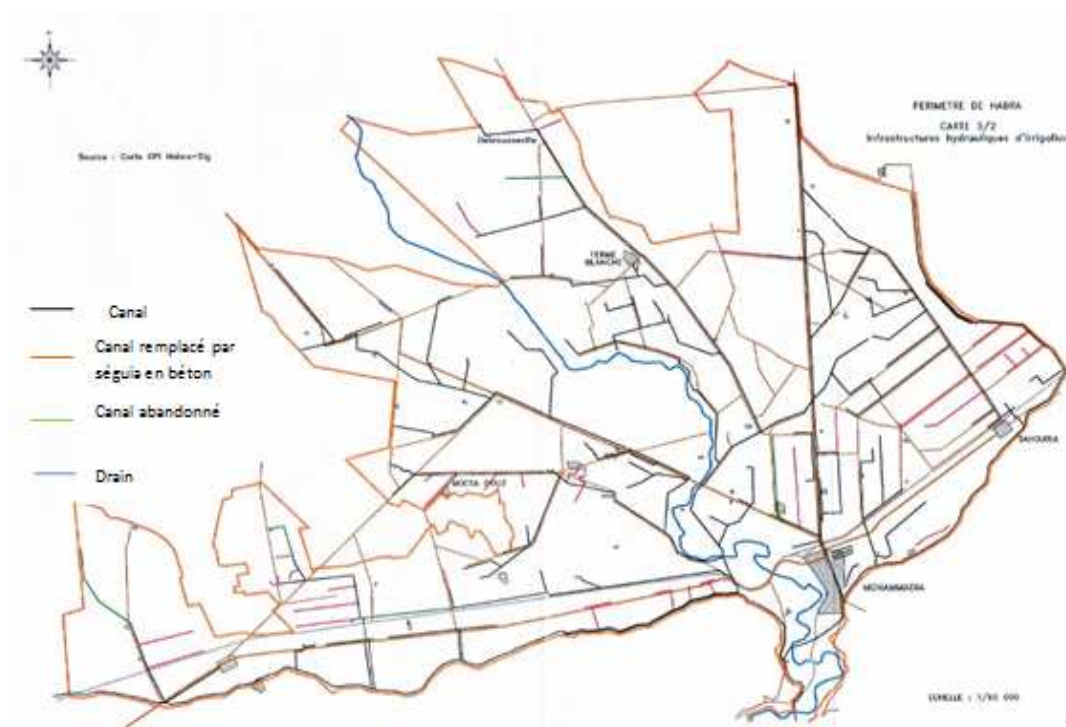
La zone d'étude subit l'influence du climat méditerranéen sec, favorable à toutes les cultures, et particulièrement maraîchères et arboricoles. Cependant, il est à noter que la présence du vent dominant sec, en particulier le sirocco, constitue une contrainte à la mise en valeur. De ce fait, sans irrigation, seules les cultures résistantes au stress hydrique, de période végétative assez courte et à forte densité d'enracinement subsistent.

Morphologiquement, la dépression du périmètre de Habra est comprise entre les cônes de déjections des oueds de Khrouf et Habra. La différenciation géochimique verticale résiste mieux à l'homogénéisation en raison de la faible transmissivité verticale : les nappes superposées sont géo-chimiquement distinctes (Zerkaoui et Benslimane, 2015).

Du point de vue fonctionnel, le périmètre est structuré en deux unités : l'une chargée d'exploitation et l'autre des travaux d'entretien, dont les missions sont comme suit :

- préparation des tours d'eau : arrêté en fonction des cultures irriguées.
- la tarification : sous l'angle de l'incitation aux économies d'eau.
- l'organisation de l'exploitation et de la maintenance du réseau.

Quant au réseau d'irrigation, proprement dit, il est de type gravitaire, disposé de canaux à ciel ouvert, de forme trapézoïdale, totalisant un linéaire de 256 km, tous types confondus (primaires, secondaires et tertiaires). Ce réseau datant des années 1940 génère un taux de déperdition avoisinant les 50 % (BRLI/ENHYD, 1999).



**Figure 2-** Composante du réseau d'irrigation du périmètre de Habra

### 3. Matériel et moyens utilisés

#### 3.1 Objectifs et choix des variables du modèle

Face au constat dans la distribution de l'eau au collectif des irrigants du périmètre Habra, on se retrouve confronter aux problèmes de dysfonctionnement du tour d'eau et la nécessité de compensation du déficit d'eau aux usagers. Ces calculs du tour d'eau, qui se faisaient par des méthodes traditionnelles, sur la base des données de chaque irrigant (module, débit, temps d'arrosage, début et fin d'irrigation, etc.), ayant pour effets une durée d'arrosage plus longue, des pertes d'eau conséquentes à travers le réseau, ainsi que de multiples infractions de détournement de l'eau, ce qui génère l'apparition des conflits d'usage entre irrigants.

Face à de tels problèmes nous avons développé un logiciel informatique, facilitant l'exploitation et la gestion de tour d'eau, en prenant en compte les variables suivantes :

- le temps de parcours,
- le temps d'arrosage réel,
- le temps du module,
- le temps de ressuage,
- le temps de mouillage,
- le débit du module,
- le type de culture,
- la superficie irriguée,
- le nombre des irrigants dans la même prise,
- les inscriptions réelles (souscription) de chaque agriculteur.

L'outil de gestion mis en œuvre été testé à l'échelle des sept secteurs irrigués du périmètre de Habra. A la base, il s'agit d'une modélisation multidimensionnelle, dédiée à l'évaluation des problèmes spécifiques de l'usage de l'eau agricole. Ainsi, il est possible de calculer les besoins et les consommations des cultures, l'état financière et les créances des irrigants, identification des réseaux vétustes, ou encore les conflits entre usages.

Les objectifs attendus de ce logiciel sont, entre autre :

- incorporer les données et les paramètres dans un outil pratique pour la gestion de l'eau ;
- fournir un système de base de données des irrigants et leurs parcelles irriguées sur la base des déclarations, type de culture et les informations de maintien d'approvisionnement ;
- calcul du tour d'eau ;
- création des scénarios depuis le réservoir jusqu'à son arrivée à la parcelle.

Le traitement des données porte sur des tabulations concernant le parcellaire, le plan de culture, la souscription, la programmation du tour d'eau, plus en détail. La représentation graphique, affichage des données et les résultats du modèle se font sous forme de tableaux et graphes, affichés et présentés par des icônes (barre d'affichage). En cliquant sur l'une des icônes, la présentation souhaitée est affichée (figure 3).

Type	Code_Client	Code_Culture	Culture	Dose_consomme	Volume_consomme	Debit	Debut	Fin	Temps_arrosage	Prise
R	010110001	101	orange	1.43	864.00	50.00	06/03/2015 11:22	06/03/2015 17:22	360.00	FT6
R	010110001	101	orange	2.86	1 728.00	50.00	29/03/2015 07:00	29/03/2015 19:00	720.00	FT6
R	010110001	101	orange	1.43	864.00	50.00	09/06/2015 02:15	09/06/2015 08:15	360.00	FT6
R	010110001	101	orange	1.43	864.00	40.00	16/08/2015 15:52	16/08/2015 21:52	360.00	FT6
R	010110003	101	orange	2.14	1 296.00	20.00	14/05/2015 12:35	15/05/2015 00:35	720.00	FS113 BIS
R	010110003	101	orange	1.07	648.00	20.00	01/06/2015 06:00	01/06/2015 12:00	360.00	FS113 BIS
R	010110003	101	orange	2.14	1 296.00	30.00	05/08/2015 10:00	05/08/2015 22:00	720.00	FS113 BIS
R	010110005	212	olivier	1.43	864.00	50.00	12/04/2015 09:00	12/04/2015 14:00	360.00	FT17 TUYAU
R	010110005	212	olivier	1.43	864.00	50.00	04/06/2015 17:12	04/06/2015 23:12	360.00	FT17 TUYAU
R	010110005	214	JF(Olivier)	0.71	432.00	50.00	04/06/2015 23:12	05/06/2015 02:12	180.00	FT17 TUYAU
R	010110005	212	olivier	1.43	864.00	40.00	06/08/2015 14:42	06/08/2015 20:42	360.00	FT17 TUYAU
R	010110005	214	JF(Olivier)	0.71	432.00	40.00	06/08/2015 20:42	06/08/2015 23:42	180.00	FT17 TUYAU
R	010110005	212	olivier	1.43	864.00	40.00	05/10/2015 13:30	05/10/2015 19:30	360.00	FT17 TUYAU
R	010110005	214	JF(Olivier)	0.71	432.00	40.00	05/10/2015 19:30	05/10/2015 22:30	180.00	FT17 TUYAU
R	010110007	101	orange	1.43	864.00	50.00	12/04/2015 07:00	12/04/2015 13:00	360.00	FT17 TUYAU
R	010110007	101	orange	1.79	1 080.00	50.00	03/06/2015 15:42	03/06/2015 23:12	450.00	FT17 TUYAU
R	010110007	101	orange	1.79	1 080.00	40.00	05/08/2015 13:12	05/08/2015 20:42	450.00	FT17 TUYAU
R	010110007	101	orange	1.79	1 080.00	40.00	04/10/2015 12:00	04/10/2015 19:30	450.00	FT17 TUYAU

Figure 3- Fenêtre basse de la table des consommations

Le fonctionnement du modèle peut être représenté par l'organigramme cité dans la figure ci-dessous (figure 4). L'un des problèmes à résoudre par ce modèle est le jumelage des sections, en vue de créer un scénario d'irrigation, déterminant le cheminement de l'eau du barrage-répartiteur (Fergoug) jusqu'à son arrivée à la parcelle.

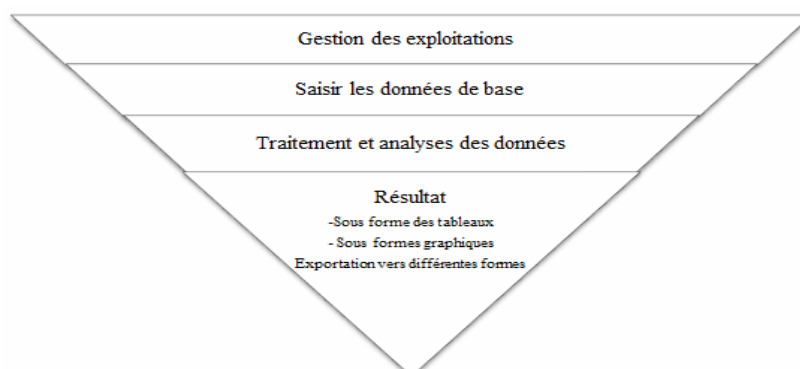


Figure 4- Organigramme de fonctionnement du logiciel

### 3.2 Le fonctionnement du logiciel

Afin d'asseoir le programme du tour d'eau entre usagers-irrigants, les données relatives aux souscriptions sont identifiées et stockées, conformément aux déclarations des clients du périmètre, notamment :

- Le numéro de la prise de l'usage ou la propriété ;
- L'utilisateur en question ;
- La superficie à irriguer par l'usage ;
- Le temps de parcours « TP » par des essais faits de module jusqu'à la tête de la parcelle ;
- Le temps de passage de l'eau du barrage jusqu'au module considéré

Le logiciel établit les calculs selon le temps de mouillage « TM » exprimant le temps que fait l'eau pour mouiller le canal à partir du module jusqu'à la parcelle du premier usager, ensuite jusqu'au deuxième et ainsi de suite. Ainsi, TM du premier usager est égal à son temps de parcours TP :

$$TM_1 = TP_1$$

Le TM du deuxième usager est égal à son temps de parcours moins le temps de parcours du premier usager

$$TM_2 = TP_2 - TP_1$$



Le temps de ressuyage (TR) exprime le temps que fait l'eau dans le cas de croisement d'un canal à autre canal ou pour le dernier usager :

$$TR = \frac{(\text{TP du croisement} - \text{TP de l'usage avant le croisement}) \times 7}{10}$$

Le temps d'arrosage réel (TA<sub>r</sub>) exprime le temps que fait l'eau pour l'arrosage de toute la parcelle considérée. Il est calculé en fonction du débit du canal, le débit demandé par l'utilisateur et la durée de la semaine exprimée en minutes :

$$TA_r = \frac{\text{Nb de minute de la semaine} \times \frac{L}{s} \text{ demandes}}{\text{le débit du canal}}$$

Le temps module exprime la différence entre la fin réelle et début réel.

Le début réel pour le premier usager est le temps de passage de l'eau au module ; c'est le temps que fait l'eau du barrage au module en question. Le début réel du deuxième usager est égal à la fin réelle du premier usager. Enfin, la fin réelle est évaluée au début réel du premier usager plus le temps d'arrosage et le temps de mouillage. Pour le cubage, nous prenons pour chaque hectare un débit unitaire de 1 l/s (fourni par le gestionnaire du périmètre), équivalente à une semaine d'arrosage, estimée à 610 m<sup>3</sup>/ha. A partir de ces données, le logiciel pourra calculer la plage d'horaire d'arrosage pour chaque usager-irrigant, puis établir des cumuls par secteur et par types de culture, tenant compte des contraintes du réseau.

### 3.3 Test d'application du modèle

Pour la programmation d'un tour d'eau (fenêtre compagne d'irrigation), on doit disposer du plan de culture en lui ajoutant (+) le numéro d'un tour de la première inscription, exprimant la date du départ et la fin avec le volume destiné à l'irrigation fixé par le gestionnaire à 864 m<sup>3</sup>. Les codes dans le modèle se font automatiquement d'après la première inscription (figure 5).

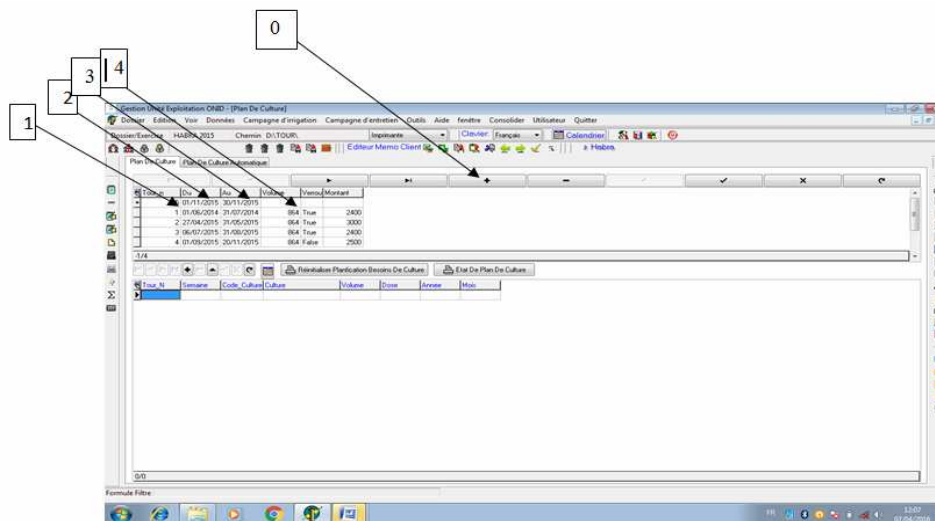


Figure 5- Fenêtre montrant la première et deuxième étape d'un tour d'eau

Puis on détermine le nombre de semaine de tour d'eau, numéro de tour d'eau, et le volume destiné à l'irrigation pour une section. L'étape suivante est de fixer le numéro du tour d'eau selon le choix et l'expression souhaitée par l'utilisateur-irrigant (figure 6).

Le retour à la fenêtre « compagne d'irrigation », permet de programmer un tour d'eau et sélectionner les prises d'eau (ex. AS11), faire entrer le débit (ex : 40 l/s) et le paramétrage de la date et l'heure d'ouverture des prises en tête de la parcelle à irriguer. On procède au lancement de la programmation définitive amont/aval ou dans le sens inverse, selon la topographie et l'état du réseau. Enfin, les prises sélectionnées sont obtenues sur les cartes d'arrosages pour chaque usage. Cette méthode est appliquée pour chaque section et chaque secteur du périmètre irrigué (figure 7).

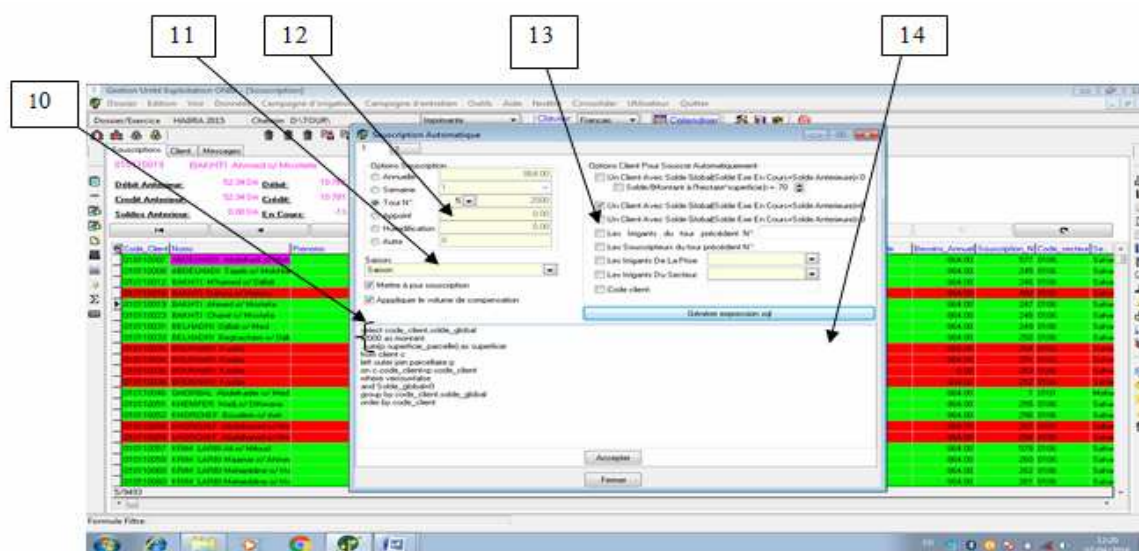


Figure 6- Fenêtre montrant la troisième étape d'un tour d'eau

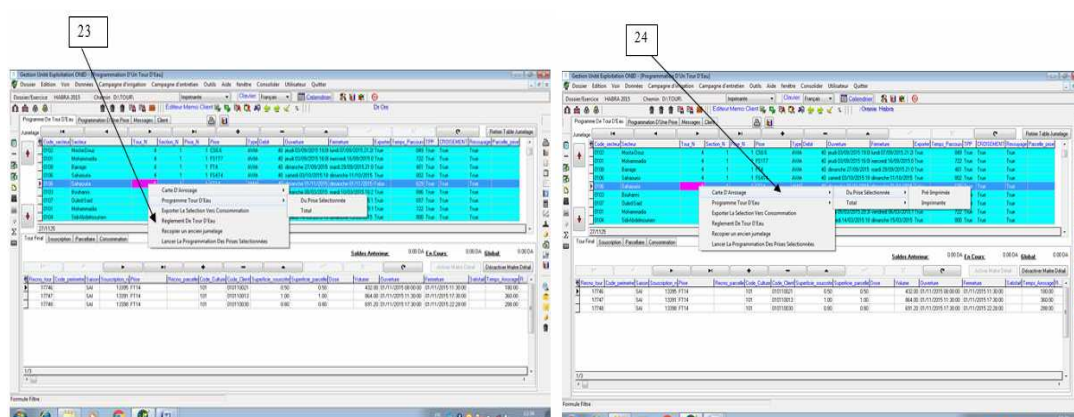


Figure 7- Fenêtre montre la huitième étape d'un tour d'eau

#### 4. Résultats et discussions

Les résultats obtenus montrent une grande variété de diagrammes et de tables de calcul, couvrant les différents aspects du système : consommation, client, jumelage des sections, cultures pratiquées, les lâchées d'eau, approvisionnement, charges environnementales, carte d'arrosage des usagers ainsi que le bilan des tours d'eau par secteur, tels que illustrés successivement dans les figures 8 et 9.

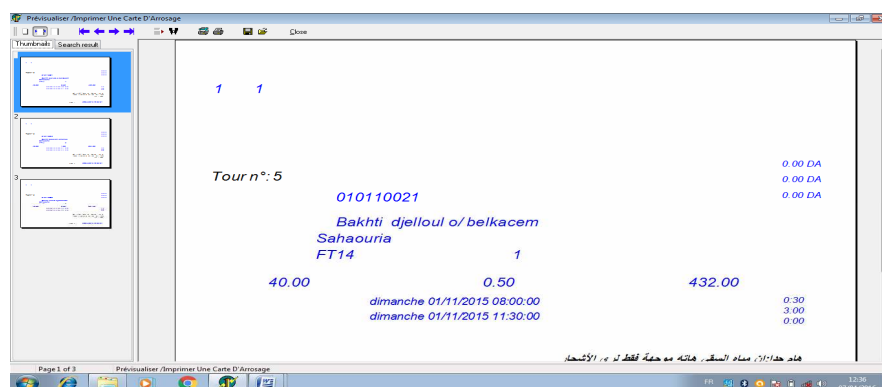


Figure 8- Carte d'arrosage pour chaque usager-irrigant



Figure 9- Récapitulation des usages irrigants d'une même prise d'eau

Cette représentation graphique est employée en vue de regrouper l'ensemble des diagrammes "favoris", où l'on peut examiner simultanément les différents aspects importants du système, tels que les demandes et le niveau des stockages (figure 10).

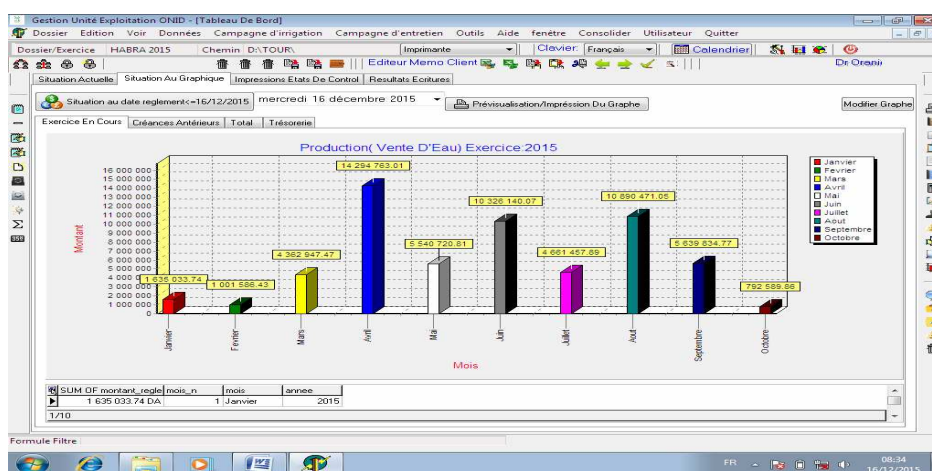


Figure 10- Fenêtre des résultats graphiques

Ainsi, la planification du tour d'eau comporte plusieurs prises de démarrage et d'aboutissement, installées en parallèle, de façon à prendre en charge toutes les contraintes topographiques du terrain et l'adhésion des usagers. Deux cas se présentent : si l'on distribue l'eau de l'amont à l'aval, par ordre de prise des irrigants avec l'état vétuste des canaux, les irrigants en aval ne reçoivent pas leur part d'eau par dans sa totalité.

Si on ne fait le jumelage au préalable des sections, il y'a risque de perte de grande quantité d'eau, avec un prolongement de la durée d'irrigation. Par conséquent, le modèle crée un nouveau scénario avant le lâcher d'eau selon la souscription des irrigants (figure 11).

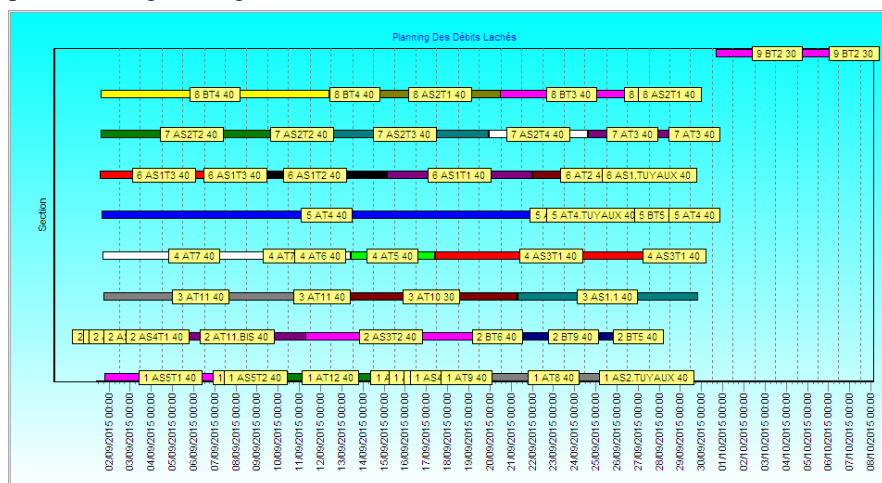


Figure 11- Planning du tour d'eau dans le secteur de Bouhanni

A titre indicatif, on peut remarquer que le secteur de Macta Douz, classé le premier secteur (amont du périmètre), consomme de grande quantité d'eau, qui peut atteindre  $6\,001\,334\text{m}^3$ ; par contre le secteur barrage, classé secteur le moins consommateur d'eau ( $112\,205\text{m}^3$ ), ce qui déduit que la superficie est réduite et le réseau est dans un état de dégradation avancé (figure 12).

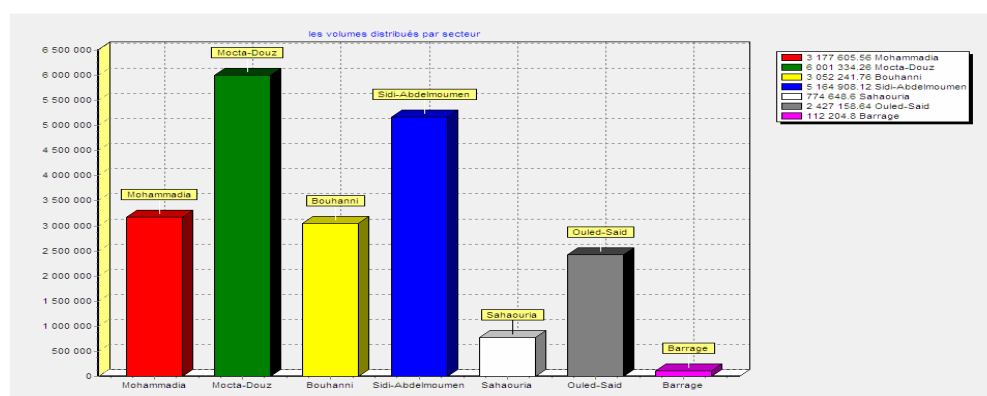


Figure 12- Volume distribué par secteur 2015

## 5. Conclusion

Cette étude sur la mise en place d'un système d'aide de distribution des ressources en eau agricole par le recours d'un modèle adaptée au contexte organisationnel et fonctionnel du projet pilote, nous offre un outil d'évaluation des contraintes rapide et une opportunité certaine pour l'amélioration des décisions aux gestionnaires du périmètre de Habra.

Le logiciel permet d'établir une programmation en l'espace d'une durée très limitée du tour d'eau entre usagers-irrigants sur la base de l'introduction des paramètres concrets du terrain, tenant compte de la contrainte de la pénurie d'eau. Les calculs se font sur une base d'un bilan de gestion (offre/demande), de la tarification et redevances d'eau appliqué sur aux usages-irrigants ce qui lui confère un intérêt technico-économique dans la gestion de la ressource hydrique.

Les résultats obtenus, à travers l'application de ce modèle au niveau du périmètre irrigué de Habra, ont permis d'optimiser l'usage de l'eau agricole, notamment :

- la prévision de la demande en eau des usagers par section et par secteur irrigué ;
- offrir rapidement des cartes d'arrosage aux irrigants selon leurs souscriptions ;
- l'économie de l'eau par le jumelage des sections de distribution d'eau permettant d'assurer le démarrage et la fin des sections dans la même durée ;
- la mise en place d'un outil d'aide de décision aux gestionnaires du périmètre irrigué.

En perspectives, des applications de ce logiciel de prise de décision dans le cadre de la gestion intégrée des ressources en eau sont envisageables sur d'autres sites caractérisés par de fortes tensions sur la demande en eau, afin de prévoir une bonne gouvernance de ce secteur vital.

**Remerciements.** Cette étude s'est faite dans le cadre d'une thèse doctorale. A cet effet, nous présentons tous nos remerciements à tous les responsables et surtout le service technique de l'ONID et DRE de la wilaya de Mascara.

## Références bibliographiques

1. Benblidia M., 2011. L'efficacité d'utilisation de l'eau et approche économique : étude nationale Algérie. Plan Bleu, Centre d'activités Régionales PNUE/PAM (Sophia Antipolis), 24p.
2. Blinda M, 2012. Eau Efficience : Vers une meilleure efficacité de l'utilisation de l'eau en Méditerranée. Plan Bleu. Centre d'activités régionales du PNUE/PAM. Cahier 14 : 44p.
3. BRLI/ENHYD, 2007. Etude de réaménagement hydro agricole des périmètres irrigués Habra et Sig. Rapport de synthèse. Direction des ressources en eau de Mascara, 156p.
4. Mozas M. et Ghosn A., 2013. État des lieux du secteur de l'eau en Algérie. Rapport Etude et Analyse - Institut de prospective économique du monde méditerranéen (IPEMED), 27p.



5. Roignant F., 2007. L'eau en Méditerranée : usages et enjeux. *Synthèse technique*. Ecole Nationale du Génie Rural des Eaux et des Forêts (ENGREF), Centre de Montpellier, 16p.
6. Zerkaoui L. et Benslimane M., 2015. Approche pour une gestion concertée et performante de la PMH en zone de montagne, cas de Beni Chougrane (Mascara). Dans : Actes de la 4ème édition du colloque international : « Eau et Climat : Regards croisés Nord-Sud ». Constantine, 24-25 novembre 2015, p87.

---

**Please cite this Article as:**

Zerkaoui L., Benslimane M., Hamimed A., et Beticha H., 2017. Adaptation du système d'irrigation dans les périmètres agricoles par modélisation du tour d'eau, cas de Habra (nord-ouest Algérien). *Agric. For. J.*, 1(1): 1-9