

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DE L'HYDRAULIQUE - ARBAOUI Abdellah-

DEPARTEMENT GENIE DE L'EAU
MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Hydraulique

Option : Conception des Systèmes d'Irrigation et de Drainage

THEME :

**REHABILITATION DU RESEAU D'IRRIGATION ET
EQUIPEMENT A LA PARCELLE
CAS DU PERIMETRE DE HABRA (W.Mascara)**

Présenté par :

Melle Chikhim Assia

DEVANT LES MEMBRES DU JURY

Nom et Prénom	Grade	Qualité
M.MESSAHEL	Professeur	Président
Mme L.S BAHBOUH	M A A	Examinatrice
Mme BOUCHAMA	M A A	Examinatrice
Mme S.HARKAT	M A B	Examinatrice
Mr. A.AYAD	M A A	Examineur
Mme D. DJOUDAR	M A A	Promotrice

Septembre- 2012

A toute ma famille adorée

A mes très chers parents

A mon très cher frère

A ma très chère sœur

Remerciements

Je tiens à exprimer mes vifs remerciements à tout ceux qui de près ou de loin m'ont aidé à préparer et aboutir à la conception de ce projet de fin d'études de 1^{er} cycle universitaire en vu de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en hydraulique.

Je tiens à remercier chaleureusement, Ma promotrice M^{me} D. DJOUDAR qui a bien voulu m'encadrer durant ce mémoire de fin d'études, et qui a assuré la direction et l'orientation scientifique de ce travail. Je lui exprime mes vifs remerciements et ma sincère gratitude.

Je tiens à remercier infiniment l'office National de l'Irrigation et du Drainage (ONID), spécialement Mr LAKEHAL qui m'a énormément aidé durant toute la période de préparation de mon mémoire et qui sans lui ce travail n'aurait jamais vu le jour.

Mes remerciements s'adressent aussi à toute ma famille, à mes enseignants, ainsi qu'à tout les personnels des institutions qui n'ont lésiné aucun effort pour non seulement m'ouvrir les portes de leur établissement mais aussi pour m'avoir donné toutes les informations sans les quelles ce modeste travail n'aurait pas pu aboutir. Je citerai particulièrement l'ANBT, l'ANRH, l'ONM, BRL, l'ENHYD.

ملخص

إن انخفاض الموارد المائية وزيادة الملوحة قد تدعت من خلال نقص الصيانة و التي أدت إلى تضيق المساحة المسقية بثلاث مرات.

الهدف الرئيسي لهذه الدراسة يرتكز على اقتراح أفضل الطرق من جهة النظر المتعلقة بالتكلفة و مدة الانجاز. و ذلك من أجل استرجاع جزء من هذه المساحات.

بهذا المعنى، فإن إعادة تهيئة القنوات الموجودة في المناطق ذات الملوحة الضئيلة تسمح بمضاعفة المساحة.

إن اختيارنا هذا جاء بناء على إن إنجاز قنوات جديدة تكلف 20 مرة أكثر من عملية الإصلاح، بما فيها غسل التربة و الاسترجاع التدريجي للقطع التي أعيد تهيئتها.

Résumé

La diminution de la ressource, l'avancée de la salinité, renforcée par un manque d'entretien a eu pour conséquence la réduction de trois (03) fois la surface irriguée.

L'objectif principal de la présente étude, a été de proposer la meilleure variante du point de vue cout et délais, pour la récupération d'une partie du périmètre.

En ce sens par le traitement des canaux existants aux zones où la salinité n'est pas très forte a permit de doubler la surface.

C'est le choix que nous avons retenu comparativement à la réalisation d'un nouveau réseau qui aurait couté 20 fois plus et dont le devenir serait incertain si d'autres actions ne sont pas lancées parallèlement, notamment le lessivage et la récupération progressive des tronçons réhabilités.

Abstract

The decrease of the ressource, the advance of salinity, reinforced by a lack of maintenance, has resulted in the reduction of three (03) times the irrigated area.

To allow increased area, our project has studied the best alternative point of view of cost and time for the recovery of part of the perimeter.

In this sense, the treatment of existing channels of areas salinity is not very strong has helped to double the surface.

In this choices, we have retained compared to the achievement of a new scope would have cost 20 times and whose future in uncertain whether other actions are not undertaken in parallel, including leaching and the gradual recovery of the rehabilitated sections.

Liste des tableaux

	Page
Tableau N°1 : Humidité relative de l'air.....	7
Tableau N°2 : Vitesse du vent	7
Tableau N°3 : Répartition mensuelle de l'évaporation moyenne en mm (méthode Piche).....	8
Tableau N°4 : Heures d'ensoleillement	8
Tableau N°5 : Températures mensuelles	9
Tableau N°6 : Répartition mensuelle des précipitations en mm.....	9
Tableau N°7 : Répartition mensuelle de l'évapotranspiration moyenne en mm (d'après formule de Penman).....	11
Tableau N°8 : Zones homogènes de mise en valeur.....	16,17
Tableau N°9 : Répartition des sols selon leur aptitude culturale.....	19
Tableau N°10 : Répartition des cultures.....	20
Tableau N°11 : Répartition des cultures irriguées.....	21
Tableau N°12 : Répartition des cultures non irriguées.....	21
Tableau N°13 : Seuils de tolérance des cultures	23
Tableau N°14 : Facteur X en fonction de la fraction de lessivage	24
Tableau N°15 : Equations du rendement relatif.....	26
Tableau N°16 : Zone de mise en valeur de la plaine	27
Tableau N°17 : Composition chimique des eaux du barrage Fergoug.....	28
Tableau N°18: Risque de SAR dans les eaux d'irrigation.....	29
Tableau N°19: Evolution des superficies (Ha).....	31
Tableau N°20 : Evolution des volumes et des pertes de transfert entre le barrage Fergoug et Bou-Hanifia.....	33
Tableau N°21 : Evolution des volumes d'eau affectés à l'irrigation.....	35
Tableau N°22 : Evolution des l'efficience de distribution.....	37

Liste des tableaux

Tableau N°23 : Evolution des volumes d'eau distribués.....	39
Tableau N°24 : Les attributaires du périmètre.....	59
Tableau N°25 : superficies du triplex.....	72
Tableau N°26 : Evolution de l'envasement du barrage Ouizert.....	75
Tableau N°27 : Evolution de l'envasement du barrage Bou-Hanifia.....	75
Tableau N°28 : Evolution de l'envasement du barrage Fergoug.....	76
Tableau N°29 : Besoins actuels et futurs de Bou-Hanifia et Fergoug.....	79
Tableau N°30 : Partie de la Table de Colebrook.....	83
Tableau N°31 : coefficients de rugosité du béton.....	86
Tableau N°32 : Avantages et inconvénients du goutte à goutte.....	88
Tableau N°33 : Pluie efficace.....	89
Tableau N°34 : RFU des différentes cultures.....	90
Tableau N°35 : Bilan Hydrique des agrumes	90
Tableau N°36 : Bilan Hydrique des céréales (blé, orge).....	92
Tableau N°37 : Bilan Hydrique des maraichages d'hiver.....	93
Tableau N°38 : Bilan Hydrique des maraichages d'été.....	94
Tableau N°39 : Longueurs maximales de rampes 17/20 mm avec une pente de 1%.....	96
Tableau N°40 : Caractéristiques hydrauliques équipements goutte à goutte (parcelle 100 x .200).....	98

Liste des figures

	Page
Figure 1 : vanne de réglage de débit.....	2
Figure 2 : vanne de réglage de débit.....	3
Figure 3 : canal principal autoporté	3
Figure 4 : canal principal en excellent état	4
Figure 5 : canal tertiaire en mauvais état.....	4
Figure 6 : canal secondaire à l'intérieur d'une agglomération.....	5
Figure 7 : état très avancé de l'envasement du barrage Fergoug.....	5
Figure 8 : Climogramme ombrothermique de Gaussen.....	10
Figure 9 : Vieillissement du béton et apparition des armatures et corrosion des armatures de l'ouvrage hydraulique du réseau d'irrigation de la plaine de Habra (traversée de l'oued)	66
Figure 10 : dégradation des poutres porteuses des canaux	67
Figure 11 : Dégradation des canaux	67
Figure 12 : Dégradation des canaux (canal tertiaire).....	68

Sommaire

Sommaire	Page
Introduction Générale	
Chapitre I : Reconnaissance- collecte – dépouillement et analyse des données de base	
I-1 Situation géographique.....	1
I-2 Visite des infrastructures existantes.....	2
I-3 Collecte, dépouillement et analyse des données.....	6
I-3-1 Infrastructures routières et ferroviaires.....	6
I-3-2 Caractéristiques climatiques.....	6
➤ Humidité relative.....	7
➤ Vitesse du vent.....	7
➤ Evaporation	8
➤ Ensoleillement	8
➤ Température de l'air.....	9
➤ Pluie moyenne annuelle.....	9
➤ Diagramme Ombrothermique de Gaussen.....	10
➤ Evapotranspiration	11
I-4 Géomorphologie	12
I-5 Ressources en eau	12
I-6 Ressources en sol	13
➤ Classification des sols.....	13
➤ Salinité des sols.....	13
➤ Zones homogènes de mise en valeur.....	14
➤ Qualité des zones homogènes	18
➤ Plans de culture	20
I-7 Demande en eau des plantes	22
➤ Besoins en eau pour le lessivage	22

Sommaire

➤ Tolérance des plantes à la salinité	22
➤ Evolution de la salinité dans les sols irrigués.....	23
➤ Rendement et salinité.....	25
I-8 Qualité des sols et assolements préconisés.....	27
➤ Qualité des eaux d'irrigation.....	28
➤ Risque de SAR dans les eaux d'irrigation.....	29
➤ Géologie et salinisation.....	30
I-9 Situation actuelle de l'irrigation dans le périmètre de Habra.....	30
I-9-A -Analyse de l'évolution des superficies	32
I-9-B- Analyse de l'efficacité du transfert des eaux à partir du barrage Bou-Hanifia vers le Barrage Fergoug	34
I-9-C- Analyse des volumes d'eau accordés affectés à l'irrigation	36
I-9-D- Analyse de l'efficacité de distribution dans le périmètre de Habra	38
I-9-E Analyse de l'évolution des volumes distribués par hectare irrigué.....	40
I-9-F- Efficacité de l'irrigation à la parcelle	40
Conclusion	41
 Chapitre II : Description des infrastructures et installations existantes	
II-1 Barrage Fergoug.....	42
II-1-1 Historique.....	42
II-2 Périmètre d'irrigation	44
II-2-1 Tronc commun.....	44
II-2-2 Canaux principaux.....	44
II-2-3 Canaux secondaires.....	44
II-2-4 Canaux tertiaires	44

Sommaire

II-2-5 Canaux quaternaires	44
II-3 Relevés statistiques des dimensions et longueurs des canaux.....	45
II-4- Période avant l'indépendance (1946-1962)	46
II-4-1- Fonctionnement du périmètre	46
II-4-1-1 Gestion et exploitation du périmètre	46
II-4-1-2- Distribution de l'eau et tarification.....	46
II-4-1-3- Tarification de l'eau d'irrigation	47
II-4-2- Les attributaires du périmètre	47
II-4-3- L'irrigation	48
II-4-3-1- Superficie irriguée	48
II-4-3-2- Système d'irrigation pratiqué	48
II-5- Période après l'indépendance	49
II-5-a- Période de 1962/1986	50
II-5-a-1- Fonctionnement du périmètre	50
II-5-a-1-1 Gestion et exploitation	50
II-5-a-1-2- distribution d'eau d'irrigation	51
II-5-a-1-3- tarification d'eau d'irrigation	51
II-5-a-2- Les attributaires du périmètre	51
II-5-a-3- L'irrigation	52
II-5-a-3-1- Superficie irriguée	52
II-5-a-3-2- Système d'irrigation	52
II-5-b- Période de 1987/2005.....	53
II-5-b-1- Fonctionnement du périmètre.....	53
II-5-b-1-1- Gestion et exploitation du périmètre.....	53

Sommaire

II-5-b-1-2- Distribution d'eau d'irrigation	54
II-5-b-1-3- Tarification pratiquée pour l'irrigation	55
II-5-c- période après 2005.....	56
II-5-c-1-Organisation actuelle du système d'irrigation dans le périmètre de Habra	56
II-5-c-1-1- Organisation de l'irrigation	56
II-5-c-1-2- Efficacité d'application et gaspillage d'eau du système actuel	58
II-5-c-2- Les attributaires du périmètre	59
II-5-c-3- les principaux problèmes du périmètre.....	60
II-5-c-3-1- l'instabilité du foncier	60
II-5-c-3-2- Problème de la salinité.....	61
➤ L'irrigation.....	61
➤ La nappe phréatique.....	61
➤ La granulométrie.....	61
➤ La topographie.....	62
➤ Le drainage.....	62
➤ Le climat.....	62
II-5-c-3-3- Difficulté financière	62
II-5-c-3-4- Faiblesse des dépenses de gestion et d'entretien	63
II-5-c-3-5- Faiblesse de tarification d'eau d'irrigation	64
II-5-c-3-6-Problème de sécheresse prolongée	65
II-5-c-3-7-Insuffisance de la ressource en eau	65
II-5-c-3-8-Vieillesse du réseau d'irrigation	65
II-5-c-3-9- Problème d'entretien et de gestion	69
Conclusion	70

Sommaire

Chapitre III : Adduction Bou-Hanifia – Fergoug

III-1 Introduction	71
III-2 Description du système dans lequel s'intègre le projet.....	71
III-2-1 Présentation du triplex	71
III-3-2-1-a Description du barrage Ouizert.....	72
III-3-2-1-b Description du barrage Bou-Hanifia.....	72
III-2-1-c Descriptif du barrage Fergoug	73
III-3 Phénomène d'envasement des barrages	74
III-3-1 Envasement du barrage Ouizert	74
III-3-2 Envasement du barrage de Bou-Hanifia	75
III-3-3 Envasement du barrage Fergoug.....	76
III-4 Conclusion de l'envasement du triplex.....	77
III-5 Choix du matériau de la conduite	80
III-6- Type de transfert	81
III-6-1 Implantation du tracé dans la vallée de l'oued El Hammam	81
III-7 Calcul du diamètre de la conduite d'adduction	82
➤ 1ere méthode : formule de calcul du débit.....	82
➤ 2 ^{ème} méthode : Tables de Colebrook.....	83
➤ 3 ^{ème} méthode : Bresse.....	83
➤ 4 ^{ème} méthode : Bonnin.....	83
➤ 5 ^{ème} méthode : Vibert (1948).....	84
III-8 calcul des pertes de charge	84
III-8-a- Pertes de charges linéaires.....	85

Sommaire

III-8-a- Pertes de charges singuliaires	86
III-8-c- Pertes de charges totales	87
Conclusion	87

Chapitre IV : irrigation à la parcelle

IV-1 Introduction	88
IV-2- Avantages et inconvénients de l'irrigation par goutte à goutte	88
IV-3- Equipement à la parcelle d'un ilot type (02 ha).....	89
Conclusion	98

Chapitre V : Schéma directeur projeté

V-1- Introduction	99
V-2- description des variantes proposées	100
V-3- Choix de la variante.....	101

Chapitre VI : Evaluation du cout des travaux de réhabilitation

V-1 Travaux de réhabilitation du système d'irrigation.....	102
V-2 Evaluation du cout du projet rénové en totalité (cas de l'étude BRL).....	104
Conclusion Générale.....	105
Références Bibliographiques.....	106

Annexes

Introduction générale

Aujourd'hui, un tiers de l'humanité vit dans une situation dite de « stress hydrique », avec moins de 1 700 mètres cubes d'eau douce disponibles par habitant et par an. L'eau douce est donc une denrée rare.

Pourtant, à l'échelle de la planète, elle semble ne pas manquer : environ ¹40 000 kilomètres cubes d'eau douce s'écoulent chaque année sur les terres émergées, lesquels, partagés entre les 6 milliards d'individus vivant sur Terre, devraient fournir 6 600 mètres cubes d'eau douce à chacun. Alors que l'eau recouvre 70% de la planète, seuls 2,5% sont constitués d'eau douce dont 0,3 % sont facilement accessibles et renouvelables (rivières, lacs...).

Mais si ces réserves sont globalement suffisantes pour répondre à l'ensemble des besoins, elles sont réparties de façon très inégale à la surface du globe. Alors que certains pays ont la chance de posséder d'énormes réserves qui se renouvellent chaque année, leur permettant de vivre dans l'opulence, d'autres n'ont pas d'eau en suffisance et connaissent des difficultés d'approvisionnement extrêmement fortes. Ceux des régions arides notamment en manquent de façon âpre. Et cette situation n'est pas en passe de s'améliorer. Neuf pays seulement se partagent 60 % des réserves mondiales d'eau douce : le Brésil, la Russie, les États-Unis, le Canada, la Chine, l'Indonésie, l'Inde, la Colombie et le Pérou.

À cela s'ajoute le fait que la répartition de la population est elle aussi très hétérogène ce qui augmente encore parfois les disparités.

Notre monde devient de plus en plus chaud, 2011 étant l'une des années les plus chaudes jamais enregistrées, et les êtres humains sont responsables de cette évolution, d'après ce qu'a indiqué l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM) dans un communiqué.

L'Organisation a averti que l'augmentation des températures moyennes mondiales était susceptible d'amplifier les inondations, les sécheresses et les autres phénomènes climatiques extrêmes.

¹ www.eaudela.wifeo.com

Introduction générale

A cause de cela la facture alimentaire en Algérie a énormément évolué

² Les produits alimentaires, qui représentent une proportion de 22,23% du volume global des importations, se sont établies aux environs de 1 milliard de dollars durant l'année 2011.

La part des céréales dans la structure des produits alimentaires importés est de 33,27, les produits alimentaires répartis sont essentiellement les céréales, les viandes, le lait.

Face à la demande latente en produits alimentaires de notre pays sous l'effet conjugué de la croissance démographique et la faible productivité de l'agriculture soumise aux aléas climatiques, le moyen le plus souvent envisagé est la mobilisation de la ressource hydrique qui permet de créer de nouvelles terres cultivables là où les conditions naturelles ne le permettent pas, faute d'eau, mais aussi d'atteindre des hauts rendements dans les régions à faible pluviométrie.

Pour atténuer à ce paradoxe, l'irrigation dans nos périmètres irrigués, aussi bien sur les anciens que sur les nouveaux, constituent un moyen d'intensification, de régularisation et d'accroissement de la production agricole pour répondre à la demandé intérieure croissante en denrées alimentaires.

Par ailleurs, la sécurité alimentaire de notre pays repose sur l'irrigation. L'effort de l'état algérien dans le domaine de l'irrigation a porté avant tout sur la création ou la reconstitution des infrastructures hydro agricoles, et très marginalement sur l'exploitation.

Il résulte une détérioration progressive des ouvrages par le manque d'entretien et une dégradation continue du service rendu aux agriculteurs avec pour conséquence la réduction des superficies irriguées et des pertes d'eau.

Le ministère des ressources en eau a lancé à travers l'ONID durant l'année 2009 un programme de réhabilitation des grands périmètres d'irrigation dans le but

² Bilan du Centre national de l'informatique et des statistiques des Douanes (Cnis), obtenu par l'APS.

Introduction générale

d'améliorer l'efficacité des systèmes d'irrigation (l'adduction et la distribution) pour permettre d'irriguer d'autres superficies irrigables et d'augmenter les superficies réellement irriguées.

Par ailleurs, l'état a décidé d'économiser le plus d'eau que possible c'est pour cela qu'il a introduit les moyens d'irrigations les plus économiques tel que l'irrigation par aspersion et l'irrigation localisée qui ont connu une croissance remarquable en moins d'une décennie. Le Ministère de l'agriculture, dans le cadre du PNDAR, a mené une politique d'économie d'eau dans l'irrigation en encourageant par des actions d'aides et de subventions, les exploitants à l'utilisation de systèmes économiseurs (aspersion et goutte à goutte). Les agriculteurs ont adhéré rapidement à l'utilisation de ces techniques.

I-1 Situation géographique

La partie supérieure de la plaine est depuis plus d'un siècle d'un intérêt considérable pour l'agriculture. La méridionale est divisée en 2 périmètres irrigués. Le périmètre SIG dans le sud-ouest et le périmètre dans l'Habra dans le sud-est. Les deux périmètres portent le nom des deux Oueds les plus grands de la région, l'oued Habra étant le plus important. Son importance pour le périmètre étudié s'étend plus loin.

Le périmètre de l'Habra fait partie de la plaine de Macta .située à l'Est d'Oran, cette dernière a une superficie de 67000ha et est entourée de collines et massifs montagneux excepté au nord où elle est séparée de la mer par un cordon de dunes dont la hauteur varie entre 2 et 30m.

La vaste dépression de la Macta constitue le réceptacle naturel d'un réseau hydrographique très important, le second de l'Algérie par la surface avec 14.500km² et ne communique avec la mer que par un étroit chenal.

Les nombreux Oueds s'épandent dans la plaine, en l'absence d'un lit bien défini. La basse plaine n'est ainsi qu'un vaste marécage.

Ce sont surtout les sédiments de cet oued et ses anciens cours qui ont remblayés la plaine de l'Habra, déterminant de ce fait la morphologie actuelle du terrain ainsi que la stratification capricieuse des terres.

A part des sédiments de l'oued Habra ce sont ces eaux qui depuis le début de la mise en valeur de la plaine, ont constitué le facteur dominant dans l'exploitation agricole intensive. Les eaux de l'oued Habra, régularisées par les barrages Bouhanifia et Fergoug, alimentent le périmètre. En périodes de fortes crues les eaux de ce même oued exercent fréquemment une influence désastreuse sur l'ensemble des terres. L'infrastructure sur place et l'exploitation des cultures irriguées. A part l'oued Habra, il y a quelques autres oueds de moindre importance qui ont exercé une influence similaire sur le périmètre.

L'oued Krouff et l'oued Mellah forment respectivement la limite ouest et Est du périmètre, tandis que l'oued Yalou et l'oued Addad traversent la région irriguée.

La plaine de l'oued Habra constitue la partie sud orientale de la Macta et s'étend sur 19757,68 ha dont 19480 classés. Elle est limitée au sud par les piémonts du massif des Beni Chougrane, à l'Ouest par l'oued Khrouf et l'Est par l'oued Mellah. Sa limite nord est constituée par une succession de lignes brisées .les principales localités situées dans cette plaine sont d'est en ouest : Sahouria, Mohammedia, Macta, Douz, et Beni Henni.

I -2 Visite des infrastructures existantes

Lors des visites effectuées sur site, nous avons pu apprécier l'état de vétusté et de dégradation avancée des installations (canaux, vannes), ainsi pour une meilleure illustration nous avons décidé d'imprimer quelques photographies qui mettent le plus en évidence la nécessité de procéder à des opérations de réhabilitation et de rénovation.



Figure 1 : Vanne de réglage de débit



Figure 2 : Vanne de réglage de débit



Figure 3 : Canal principal autoporté



Figure 4 : Canal principal en excellent état



Figure 5 : canal tertiaire en mauvais état.



Figure 6 : Canal secondaire à l'intérieur d'une agglomération



Figure 7 : Etat très avancé de l'envasement du barrage Fergoug.

I- 3 Collecte, dépouillement et analyse des données

I-3-1 Infrastructures routières et ferroviaires

La zone de projet est bien desservie par l'infrastructure routière, tant dans le réseau primaire par l'autoroute Est-Ouest et par 5 routes nationales (RN4 : Oran – Alger ; RN6 : Sig – Mascara et RN17 : Mascara – Mohammadia – Mostaganem ; RN 17A: Mohammadia – RN11 au niveau de la Macta via Fornaka et la RN 97 : Sig- Arzew) que dans le réseau secondaire (7 routes départementales : W6, W6A , W21,W22, W30, W41 et W92) ; ainsi qu'un réseau dense de chemins reliant toutes les agglomérations au réseau primaire et secondaire.

Elle est également traversée par les lignes de chemins de fer Oran – Alger, Mohammadia –Béchar et Mohammadia –Mostaganem.

En matière de desserte agricole on notera l'existence d'un important réseau de pistes agricoles souvent en terre et longeant les canaux principaux des deux périmètres (400 km environ).

I-3-2 Caractéristiques climatiques

Une collecte a été effectuée à l'office national de la météorologie et a permis de récupérer des données d'une série de 10 ans allant de 1995 à 2004 des deux villes d'Oran et Mostaganem, les données sont les suivantes : humidité relative, vitesse du vent, évaporation, insolation, température de l'air, pluviométrie cumulée et l'évapotranspiration.

Malheureusement les données d'au-delà de 2004 n'ont pas été données car il existe un décret qui interdit de donner les valeurs plus récentes aux étudiants. La réponse est que leurs valeurs sont vendues à environs cent cinquante dinars (150 DA) la valeur journalière, donc par mois cela aurait couté 4500DA et par an 54.000 DA et sachant que nous avons besoin des données allant de 2005 à 2011 cela aurait couté 378.000 DA, par manque de fonds notre étude s'est arrêtée à cette année là.

➤ **Humidité relative**

L'humidité relative de l'air décroît du littoral vers l'intérieur puisqu'on enregistre au niveau des stations côtières une humidité moyenne annuelle de l'ordre de 72.5% à Oran et 79.3% à Mostaganem, alors qu'à l'intérieur, l'humidité se situe aux environs de 70% à Mascara.

Les valeurs maximales sont atteintes durant le mois d'hiver (78 à 95%) lorsque les températures sont minimales. En été les plus faibles valeurs de l'humidité relative (41 à 69%) sont enregistrées à Mostaganem alors qu'elles varient entre 40 à 67% à Oran. Les valeurs moyennes minimales et maximales de la tension de vapeur d'eau se situent respectivement en janvier (8 à 10 mbar) et en août 20mbar pour les stations côtières et environ 19mbar pour la station de l'intérieur.

Tableau N°1 : Humidité relative de l'air

<i>Année</i>	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	An
Humidité	78	77	74	68	69	66	66	67	70	74	76	79	72

Source : ONM 2012

➤ **Vitesse du vent :**

Les vitesses moyennes annuelles des vents sont comprises entre 1.8 m/s à Mostaganem et 3.3m/s à Oran.

Tableau N°2: Vitesse du vent

<i>Mois</i>	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	An
V(m/s)	2.8	2.8	3.1	4.1	3.9	4	3.8	3.5	3.4	2.7	2.8	2.6	3.3

Source : ONM 2012

➤ **Evaporation :**

Les valeurs de l'évaporation moyenne mensuelle et annuelle des plans d'eau dans la région d'étude sont estimées à partir des données d'observation du bac Colorado au niveau du barrage Fergoug (le barrage le plus proche des plaines).

La distribution moyenne mensuelle de l'évaporation est donnée au tableau ci-dessous

Tableau N° 3 : Répartition mensuelle de l'évaporation moyenne en mm (méthode Piche)

<i>Mois</i>	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Annuel
<i>Evap(mm)</i>	63.9	69.0	87.6	127.1	136.7	154.0	164.6	168.1	139.9	101.9	73.7	61.1	1347.5

Source : ONM 2012

➤ **Ensoleillement :**

La quantité d'heures d'ensoleillement dans la région est élevée : la moyenne annuelle est respectivement de 8,44 et 8,23 heures par jour pour les stations d'Oran et de Mascara.

Tableau N° 4 : Heures d'ensoleillement

<i>Mois</i>	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	An
<i>Heures d'ensoleillement</i>	10,1	11	11,9	13,1	14	14,5	14,3	13,5	12,4	11,3	10,3	9,8	146,2

Source: ONM 2012

➤ **Température de l'air :**

La distribution mensuelle de la température montre que les valeurs minimales se situent en janvier, entre 9 à 13°C et les maximales en août atteignant 25 à 28°C pour une moyenne qui décroît au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la mer (16,8 au nord et 15,8 au sud). Le tableau qui suit nous donne les températures mensuelles observées à la station d'Oran Sennia sur une série de 10 ans

Tableau N°5 : Températures mensuelles

<i>Mois</i>	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy. An
<i>T_{air}(°C)</i>	11,7	12,5	14,5	16,3	19,1	23,2	25,5	26,4	23,5	20,3	15,2	12,5	18,4

Source : ONM 2012

➤ **Pluie moyenne annuelle :**

La distribution moyenne mensuelle des précipitations est donnée au tableau n ci-dessous

Tableau N°6 : Répartition mensuelle des précipitations en mm

<i>Paramètre</i>	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
<i>Pluie moy(mm)</i>	39,9	49,9	30,6	27,7	23,1	1,5	0,5	3	14,8	28,1	67,9	44,6	331,6

Source ONM 2012

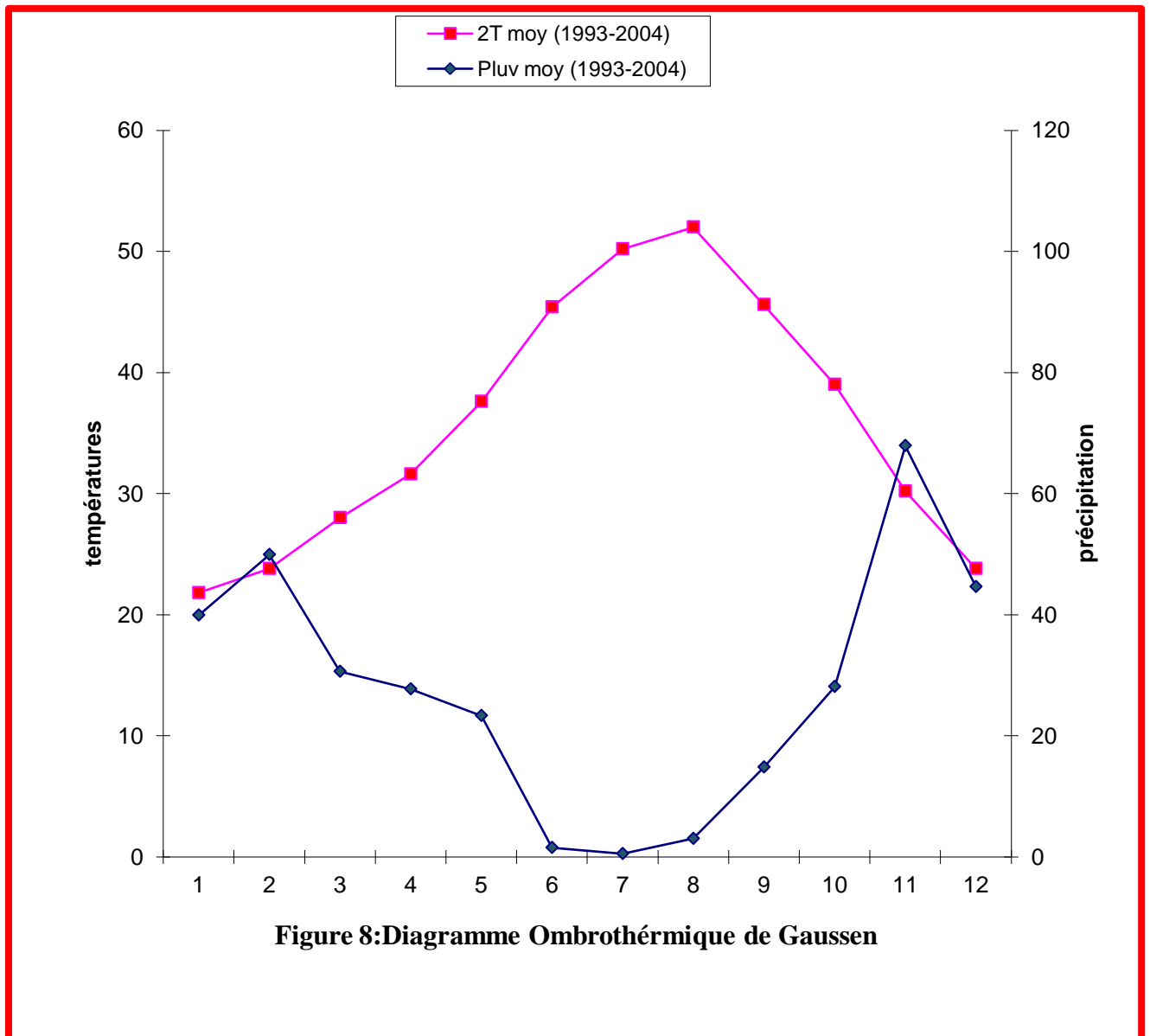
L'examen de la répartition mensuelle des précipitations, montre que la valeur maximale des précipitations est enregistrée au mois de novembre (68 mm) ; la moyenne annuelle des précipitations est de l'ordre de 332 mm répartie comme suit :

- 33% en automne
- 40% en hiver
- 25% au printemps
- 2% en été

➤ **Diagramme ombrothermique de Gausсен**

Le diagramme Ombrothermique permet de définir les mois secs de l'année. Les précipitations sont exprimées en mm. Lorsque celles-ci sont égales ou inférieures au double de la température exprimée en degrés centigrades ($P \leq 2T$).

Le diagramme Ombrothermique fait ressortir une période sèche qui s'étale sur environ 8 mois, allant du mois de février jusqu'au mois d'octobre.



La période sèche s'étale de mi février jusqu'à octobre. Une période très longue où l'irrigation est indispensable afin de compenser le déficit hydrique et d'atteindre des rendements satisfaisants.

➤ **Evapotranspiration :**

La distribution moyenne mensuelle de l'évapotranspiration est donnée dans le tableau ci-dessous

Tableau N°7 : Répartition mensuelle de l'évapotranspiration moyenne en mm (d'après formule de Penman)

Paramètre	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	An
Evapotransp. moy (mm)	25,8	41	73,7	108,4	134,5	157,9	171,7	159,1	115,1	71,5	40,8	23,1	1122,8

Source ONID : étude d'aménagement hydro-agricole du périmètre de Habra élaboré par BRL

Les valeurs moyennes mensuelles minimales et maximales de l'évapotranspiration se situent respectivement au mois de décembre (23,1 mm) et au mois de juillet (171,7 mm).

I-4 Géomorphologie

Le périmètre de l'Habra dans son dispositif géomorphologique, est compris entre les piémonts méridionaux et les dépressions septentrionales de la basse Macta. Ils correspondent en général aux zones d'épandage du réseau hydrographique drainant l'Atlas méridional des Béni Chougrane.

L'irrégularité des écoulements, caractérisée par des crues violentes de courte durée et de longues périodes de "basses eaux" ou de rupture d'écoulement, est responsable de la "confusion" du modèle topographique de la plaine et de l'hétérogénéité des dépôts.

La principale dépression du périmètre de l'Habra est celle de Bou Henni : comprise entre les cônes de déjection des oueds Khrouf et Habra, elle contribue à leur drainage et à celui de la dépression moins individualisée située entre la ferme blanche et Mohammadia. Elle draine de nombreux talwegs et chabets et est elle-même drainée par l'oued Tinn.

I-5 Ressources en eau

Une visite a été effectuée à l'agence nationale des barrages et transferts ANBT, nous avons réussi à recueillir la fiche technique du triplex Fergoug-Bouhanifia-Ouizert. Les données sont ci-dessous :

➤ **Barrage Ouizert :**

Situé à 17km au sud de Ain Fekan dans la wilaya de Maskara, ce barrage a été construit en 1986 afin de régulariser les apports de l'oued Sahouat formé par la confluence des oueds Taria et Saida et compléter la régularisation des apports de l'oued El Hammam, déjà partiellement réalisé par le barrage de Bouhanifia.

A l'heure actuelle, cette réserve est utilisée pour :

- Compenser les demandes en eau potable des villes d'Oran, Arzew et Mohammadia
- Ecrêter les crues

Le bassin s'élève à 2100 km² au droit du barrage.

Cette retenue constitue une capacité de 100 Mm³ pour un volume régularisé de 40Mm³

➤ **Barrage Bou-Hanifia**

Réalisé en 1929, consécutivement à la destruction de la retenue de Fergoug par la crue de 1927 pour rétablir l'irrigation du périmètre de Habra, il contrôle un bassin versant de 7850 km².

➤ **Barrage Fergoug :**

La capacité initiale(1970) était de 18hm³, Or au dernier levé qui s'est effectué en 2004 nous avons trouvé que sa capacité était de 0.4hm³, son apport annuel étant de 56hm³, avec un envasement de 0.7 hm³/an.

I-6 Ressources en sol

➤ **Classification des sols**

La quasi-totalité des sols de la plaine de l'Habra sont formés sur des sédiments à texture variable, d'apport alluvial, alluvio-colluvial ou plus rarement colluvial. La granulométrie du matériau parental devient de plus en plus fine au fur et à mesure que la pente diminue dans un sens général sud- nord. Les sols peu évolués occupent 14 062 ha sur les 19 480 ha cartographiés.

➤ **Salinité des sols**

Les 8 classes de salinité reconnues par les études pédologiques sont :

- Classe 1 : sols de salinité inférieure à 4 mmhos/cm
- Classe 2 : sols de salinité inférieure à 4mmhos/cm de 0 à 50 cm de profondeur et de 4 à 8 mmhos/cm en profondeur.
- Classe 3 : sols de salinité comprise entre 4 et 8 mmhos/cm.
- Classe 4 : sols de salinité de 4 à 8 mmhos/cm de 0 à 50 cm de profondeur et de 8 à 16 mmhos/cm en profondeur.
- Classe 5 : sols de salinité de 8 à 16 mmhos/cm sur toute l'épaisseur.

- Classe 6 : sols de salinité de 4 à 8 mmhos/cm de 0 à 50 cm de profondeur et supérieure à 16 mmhos/cm en profondeur.
- Classe 7 : sols de salinité de 8 à 16 mmhos/cm de 0 à 50 cm de profondeur et supérieure à 16 en profondeur.
- Classe 8 : sols de salinité supérieure à 16 mmhos/cm sur toute la profondeur.

En matière de salinité, on retiendra principalement que :

Pour la plaine de Habra, les classes 1 et 2 couvrent les 2/3 du périmètre, soit 12 870 ha ; elles sont associées à l'oued Habra, et très étendues. La zone 1 s'étend d'amont en aval du périmètre.

Ceci est à corrélérer avec le rôle de l'oued, les dépôts des alluvions récents et les écoulements non salés.

Les sols de classe 3 peu salés (4 à 8 mmhos/cm) ne couvrent que 5 % de la plaine de Habra.

Les sols les plus salés des classes 7 et 8 couvrent 13 % de la surface de la plaine de Habra, soit 2545 Ha.

La carte N° 3 est disponible afin de visualiser les différentes classes des sols mais divisées en 3 parties :

- Drainage inutile : sans contrainte qui s'étend de la classe 1 à 2
- Drainage de 2eme priorité : s'étend de la classe 3 à 5
- Drainage de 1ere priorité : s'étend de la classe 6 à 8

➤ Zones homogènes de mise en valeur

Les 8 zones homogènes identifiées ont été classées par l'étude du bureau d'étude BRL qui sont classées de A à H par ordre de priorité à l'aménagement hydro agricole. Les aptitudes culturales associées à chacune de ces catégories sont détaillées dans le Tableau n°11.

Les cultures considérées sont :

- Agrumes (ag)
- Olivier (Ol)
- Arboriculture à noyau (AN)
- Arboriculture à pépins (AP)
- Artichauts (Ar)
- Maraîchages (Ma)
- Fourrages (Fou)
- Céréales d'hiver (CH)
- Orge d'hiver (OH)
- Coton (Ct)

Tableau N°8 : Zones homogènes de mise en valeur.

Zones	Propriétés	Aptitude	Cultures		Aménagements éventuels
			Restrictio n	Exclusio n	
A	Zones convenant bien à toutes cultures	En particulier Ag, Ol, AN			
B	Zones convenant bien à toutes les cultures non arboricoles, sauf olivier Salinité 4-8 mS/cm, surtout en profondeur (50 % de la superficie)	En particulier Ol, Ar, Ma, Fou, CH, OH et Ct	Ag, AN, AP		
C	Zones convenant bien à l'arboriculture Sols parfois de texture fine Salinité inférieure à 4mS/cm	En particulier Ag,Ol, AP et Ar, Ma, Fou, CH, OH et Ct	AN		
D	Zones convenant bien à toutes cultures avec réserves pour l'arboriculture Salinité 4-8 mS/cm (50 % de la superficie)	En particulier Ar, Ma, Fou, CH OH, Ct et AP	Ag, Ol, AN	Pommes de terre, haricots verts	Assainissement Drainage Dessalage
E	Zones ne convenant que moyennement à certaines cultures à cause des textures très fines Salinité inférieure à 4mS/cm	Toutes les cultures adaptées aux textures très fines Ar, Ma, Fou, CH, OH, Ct AP et Ol	Ag, AN, AP		Sous soulage ou ripage

Tableau N°8 : Zones homogènes de mise en valeur (suite)

Zones	Propriétés	Aptitude	Cultures		Aménagements éventuels
			Restriction	Exclusion	
F	Zones ne convenant que moyennement aux cultures adaptées aux textures très fines Salinité 4-8 mS/cm	Toutes les cultures adaptées aux textures très fines et à une salinité 4-8 mS/cm Ar, Ma, Fou, CH, OH et Ct	Ag, AN, AP	AN Pommes de terre, haricots verts, Fèves vertes	Assainissement Drainage Dessalage Sous solage ou ripage
G	Idem, mais salinité 8 - 16 mS/cm	Conditions difficiles, aptes localement pour Ar, Fou, OH et Ct	Ma, CH, AP	Ag, Ol, AN	Assainissement Drainage Dessalage
H	Idem, mais salinité très forte (> 16 mS/cm) Steppe halophile (inculte)	Très localement OH et Fou	Toutes cultures	Majorité des cultures	

➤ Qualité des zones homogènes

Les critères retenus pour classer les sols par catégories d'aptitudes sont les suivants :

- La qualité des eaux d'irrigation est médiocre (la conductivité électrique est comprise entre 2.9 et 3.9 mS/cm) et nécessite obligatoirement l'installation ou la réfection d'un réseau de drainage et un sous-solage des terres pour accroître leur perméabilité des sols lourds.
- La présence de la nappe phréatique, la nappe est salée. En plus des conditions anaérobies qu'elle génère, sa présence augmente la salinité des sols par remontée capillaire des sols dissous.
- La texture des sols, c'est une des principales contraintes édaphiques. Quand elle est défavorable (fine à très fine) elle limite le choix des cultures et accentue les autres contraintes : augmentation de la salinité, mauvaise perméabilité et mauvais drainage.
- La salinité du sol. Les classes de salinité retenues sont :
 - >16mS/cm : sols non irrigables sans drainage et dessalage
 - 8 à 16 mS/cm : choix des cultures limité, arbres exclus, drainage et dessalage obligatoires
 - 4 à 8mS/cm : choix des cultures relativement large
 - 2 à 4mS/cm : le choix des cultures est limité
- Le calcaire actif : si sa teneur est :
 - supérieure à 12% les arbres sont exclus (sauf l'olivier, l'amandier, le figuier et les arbres rustiques)
 - entre 7 et 12% : certains arbres sont exclus (poirier, pêcher)
 - taux <7% : pas de restrictions en général.
- La profondeur du sol : la présence d'inclusions, d'encroutement et de croute calcaire, d'hydromorphie et les niveaux imperméables (argileux) ou salés sont les principales contraintes limitant la profondeur du sol. Les différentes classes de profondeur sont :
 - <50 cm : sols superficiels
 - 50 à 80 cm : profondeur limitative pour les arbres, surtout quand c'est un niveau salé ou argileux
- La structure du sol : elle est intimement liée à la granulométrie. Plus la texture est fine et plus la structure est défavorable. Il n'y a pas de classes de structures, son appréciation est qualitative (d'après la description morphologique des profils).

• La perméabilité du sol : dépend de la texture et de la structure. Il n'y a pas eu de mesures de perméabilité sur le terrain pour pouvoir la hiérarchiser par classes. Les classes suivantes sont théoriques (d'après la texture du sol, en mètre/jour).

- Texture argilo-limoneuse, argile ou très argileuse : 0,001 à 0,2 m/j.
- Texture limono-argileuse : 0,1 à 0,8m/j
- Texture limoneuse, équilibrée, sablo-argileuse : 0,3 à 0,4m/j
- Texture limono-sableuse :0,8 à 9m/j
- Texture sableuse : 2 à 10 m/j

La répartition des sols de la plaine de Habra en fonction de son aptitude culturale est la suivante :

Tableau N° 9 : Répartition des sols selon leur aptitude culturale.

Zone homogène	Habra	
	Ha	%
A	5.903	31
B	4.656	24
C	359	2
D	3.144	16
E	300	1
F	766	4
G	1015	4
H	3 337	18
Total	19 480	100

Source: ANRH Alger

Actuellement la totalité des sols cartographiés sont équipés et donc irrigables sous réserve de disponibilité de ressources en eau et d'infrastructures de drainage.

Par ailleurs, les sols des zones homogènes D, F, G et H nécessitent un assainissement de surface couplé à un drainage souterrain.

➤ **Plans de culture**

Sur la base des aptitudes culturales des sols et de l'objectif de reconstitution des vergers arboricoles constituant actuellement la plaine de Habra, les affectations des sols à réaménager retenu après la prise en considération des affectations induit par l'impact de l'autoroute Est-Ouest sont comme suit:

Tableau N° 10 : Répartition des cultures.

Cultures	Habra	
	Ha	%
Agrumes	6 407,50	38
Olivier	495,72	3
Arbres divers	351,50	2
Cultures annuelles	9 705,52	57
Total	16 960,24	100

Source: Dossier I.L.D.ENHYD juillet 2002

On notera que la localisation des vergers arboricoles constitue le compromis rationnel entre les aptitudes des sols, l'implantation des verges actuels et les objectifs de reconstitution et d'extension. De ce fait son respect s'impose et l'adhésion des agriculteurs est à rechercher.

Compte tenu des ressources en eau réellement disponibles, les ventilations des sols des cultures annuelles sont telles que détaillées ci-après

Irriguées :

Tableau N° 11 : Répartition des cultures irriguées.

Cultures annuelles irriguées	Habra	
	Ha	%
Blé	200	4,7
Orge	500	11,8
Vesce avoine	200	4,7
Artichaut	100	2,4
Fève	3045,28	71,7
Maraîchage	200	4,7
Total	4 245,28	100

Source: Dossier II.D.ENHYD juillet 2002

Non irriguées :

Tableau N°12 : Répartition des cultures non irriguées

Cultures annuelles non irriguées	Habra	
	Ha	%
Blé	2 100	38,5
Orge	2 100	38,5
Avoine	600	10,9
Fève	660,24	12,1
Total	5 460,24	100

Source: Dossier II.D.ENHYD juillet 2002

Au vu de ces tableaux, il ressort que la superficie des cultures non irriguées est supérieure à celle de cultures irriguées. Cela s'explique bien évidemment en premier lieu, par le manque des ressources en eau, et en second plan, par la qualité des sols qui possèdent des degrés de salinité assez élevé.

I -7 Demande en eau des plantes

➤ Besoins en eau pour le lessivage

L'objectif recherché à travers le lessivage est d'une part de rabaisser les niveaux de salinité des sols des classes G et H par un lessivage initial et d'une part de préserver par un lessivage continu les sols des autres classes.

➤ Tolérance des plantes à la salinité

Pour les plans de culture possibles, compte tenu des objectifs pour l'arboriculture, des pratiques culturales actuelles et bien entendu les aptitudes des sols, les tolérances des cultures principales sont les suivantes :

Tableau N° 13 : Seuils de tolérance des cultures

Cultures	Niveau de Ece en fonction du rendement				
	100%	90%	75%	50%	0%
Orge	8	10	13	18	28
Orge fourragé	6	7.4	9.5	13	20
Vesce avoine	3	3.9	5.3	7.6	12
Blé	6	7.4	9.5	13	20
Fève	1.6	2.6	4.2	6.8	12
Haricot	1	1.5	2.3	3.6	6.5
Tomate	2.5	3.5	5	7.6	12.5
Concombre	2.5	3.3	4.4	6.3	10
Poivron	1.5	2.2	3.3	5.1	8.5
Oignon	1.2	1.8	2.8	4.3	7.5
Carotte	1	1.7	2.8	4.6	8
Pomme de terre	1.7	2.5	3.8	5.9	10
Olivier	2.7	3.8	5.5	8.4	14
Oranger/Citronnier	1.7	2.3	3.2	4.8	8
Pommier/Poirier	1.7	2.3	3.3	4.8	8
Pécher	1.7	2.2	2.9	4.1	6.5

➤ **Evolution de la salinité dans les sols irrigués :**

Par suite d’irrigation répétée, les sels contenus dans l’eau peuvent s’accumuler dans le sol. Le coefficient de concentration étant selon cette étude de la FAO (Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture) défini par :

$$Ece = X * Ecw$$

Avec

Ece : conductivité électrique du sol en mS/cm

Ecw : conductivité électrique de l'eau en mS/cm

X : coefficient de concentration

Le facteur X est défini en fonction de la fraction de lessivage comme suit :

Tableau N° 14 : Facteur X en fonction de la fraction de lessivage

Fraction de lessivage (%)	Facteur de concentration X
5	3.20
10	2.10
15	1.60
20	1.30
25	1.20
30	1.00
40	0.90
50	0.80
60	0.70
70	0.60
80	0.60

Source : Dossier I.L.D.ENHYD juillet 2002

➤ **Rendement et salinité**

Les travaux menés par les chercheurs Maas et Hoffman (1977) ont montré que l'évolution du rendement ou rendement relatif peut être défini par l'équation ci-après :

$$Y = 100 - b (E_{ce} - a)$$

Où

Y : rendement relatif de la culture en %

E_{ce} : conductivité électrique du sol en mS/cm

a : seuil max de E_{ce} pour le rendement maximal

b : diminution du rendement par unité de la salinité, ou pourcentage de perte de rendement.

Pour les seuils de sensibilité rappelés plus haut, il est associé à chaque culture envisagée une équation du rendement relatif, ils sont représentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau N°15 : Equations du rendement relatif

Culture	Seuil de salinité de ECe pour R=100% a	Seuil de salinité de ECe pour R=0% c	Diminution de rendement par unité de salinité b	Variation du rendement pour une fraction de lessivage comprise entre 15-20%
Orge	8	28	20	$Y = 100 - 20(ECe - 8)$
Orge fourragé	6	20	14	$Y = 100 - 14(ECe - 6)$
Blé	6	20	14	$Y = 100 - 14(ECe - 6)$
Grosse fève	1.6	12	10.4	$Y = 100 - 10.4 (ECe - 1.6)$
Haricot	1.3	8.5	7.2	$Y = 100 - 7.2 (ECe - 1.3)$
Olivier	2.7	14	11.3	$Y = 100 - 11.3 (ECe - 2.7)$
Oranger	1.7	8	6.3	$Y = 100 - 6.3 (ECe - 1.7)$
Pommier	1.7	8	6.3	$Y = 100 - 6.3 (ECe - 1.7)$
Pecher	1.7	6.5	4.8	$Y = 100 - 4.8 (ECe - 1.7)$
Tomate	2.5	12.5	10	$Y = 100 - 10 (ECe - 2.5)$
Concombre	2.5	10	7.5	$Y = 100 - 7.5 (ECe - 2.5)$
Poivron	2.5	8.5	7	$Y = 100 - 7 (ECe - 2.5)$
Oignon	1.2	7.5	6.3	$Y = 100 - 6.3 (ECe - 1.2)$
Carotte	1	8	7	$Y = 100 - 7 (ECe - 1)$

I -8 Qualité des sols et assolements préconisés :

Bien que le zonage des assolements ne soit pas recherché en général parce qu'il impose à l'agriculteur un plan de culture, mais dans le cas de la plaine de Habra, il est incontournable vu que la non exclusion des classes G et H n'est pas retenue des primes abords.

Ainsi, les sols des classes G et H sont d'offices affectés à la céréaliculture et aux fourrages. Les affectations des sols des zones homogènes de mise en valeur étant le suivant :

Tableau N° 16 : Zone de mise en valeur de la plaine

Culture	A	B	C	D	E	F	G	H
Orge	-	-	-	-	-	-	X	X
Vesce-avoine	-	-	-	-	-	-	X	X
Blé	-	-	-	X	-	X	0	0
Maraichage	X	X	X	X	-	X	0	0
Artichaut	-	-	-	-	-	X	X	0
Agrumes	X	-	X	-	-	-	0	0
Olivier	X	X	X		-	-	-	0
Arboriculture diverse	X	-	-	-	-	-	-	0

Source : Dossier II.D.ENHYD juillet 2002

Avec :

X : aptitude sans restriction

- : aptitude avec restriction

0 : exclusion

➤ **Qualité des eaux d'irrigation :**

La qualité chimique de l'eau est un facteur important, qu'il convient d'évaluer soigneusement car il conditionne l'efficacité des irrigations.

La qualité chimique de l'eau a été étudiée à partir des données d'analyse, effectuées aux stations de mesure (11-15-18) au niveau du barrage Fergoug.

La composition chimique de l'eau dans cette retenue est dans le tableau ci-dessous :

Tableau N°17 : Composition chimique des eaux du barrage Fergoug

Teneur (mg/l)	Ca	mg	Na	K	Cl	SO ₄	NO ₃	NO ₂	conductivité	Résidu sec (mg/l)
Moy.	81	61	157	10	233	264	8	0.26	1.217	1030
Max.	148	98	290	16	392	576	16	0.68	2	1700
Min.	50	48	7	7	120	144	2	0.06	0.821	698

Source : Dossier II.D.ENHYD juillet 2002

D'après les résultats d'analyse d'eau, on trouve que l'eau du barrage est caractérisée par un SAR moyenne de 4.5 et une CE moyenne de 1.217 mS/cm.

Sachant que le SAR est le rapport d'adsorption du sodium (SAR) qui exprime l'activité relative des ions de sodium dans les réactions d'échange dans les sols. Cet indice mesure la concentration relative du sodium par rapport au calcium et au magnésium.

Le SAR est défini par l'équation suivante :

$$SAR = [CNa] / [\sqrt{(CCa + CMg)/2}]$$

Avec :

(C): concentration en ion en mol/m³

Na: Sodium

Ca: Calcium

Mg: Magnésium

Si les unités sont en meq/L, la somme de C_{Ca} + de C_{Mg} doit être divisée par deux avant de prendre la racine carrée.

➤ **Risque de SAR dans l'eau d'irrigation :**

Les risques du rapport d'adsorption du sodium sont concentrés dans le tableau ci-dessous :

Tableau N°18 : Risque de SAR dans les eaux d'irrigation

Risque de SAR dans l'eau d'irrigation		
SAR		Notes
Nul	< 3.0	Pas de restriction sur l'utilisation d'eau
Léger à modéré	3.0 - 9.0	Entre 3 et 6, une attention particulière doit être portée sur les récoltes sensibles. Entre 6 et 8 du gypse doit être utilisé. Récoltes non sensibles. Des échantillons de sol doivent être prélevés et examinés tout les 1 ou 2 jours pour déterminer s'il y a une augmentation des teneurs en Sodium.
Élevé	> 9.0	Domage sévère

➤ **Géologie et salinisation :**

L'étude géologique, orientée vers la reconnaissance des formations, leur état et leur participation au phénomène de salinisation primaire et secondaire conclue que les formations salines triasiques, certes présentées en profondeur, ne semblent pas être la source principale de la salinisation de la plaine.

Par contre les formations du miocène, plus récentes et plus présentes en affleurement constituent une source de salinisation.

Une autre source et des non moins négligeable est l'effondrement de la Thyrréide , l'actuelle Méditerranée et la transgression pré flandrienne (élévation du niveau de la mer de 1 à 1.5m) qui a de nouveau rempli d'eau de mer de la dépression.

L'évaluation de ce volume a contribué à augmenter les quantités des sels dans les strates alluvionnaires. Ce phénomène s'est répété plus d'une fois, l'existence des fossiles de gastéropodes marins dans les lits d'Oueds jusqu'à une cote de 4m et des profondeurs de 1m est une preuve de ce phénomène qui est du à des transgressions marines de faible intensité dans une immense lagune en plein phase de comblement par les sédiments.

I-9 Situation actuelle de l'irrigation dans le périmètre de Habra

Dans les tableaux 20, 21, 22, 23, 24 nous verrons l'évolution des superficies, des volumes ainsi que les pertes d'eau entre les barrages Fergoug et Bou-Hanifia, l'évolution des volumes affectés à l'irrigation, et pour finir l'évolution des volumes distribués par hectare.

Tableau N°19 : Evolution des superficies (Ha)

Année	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
<i>Superficies équipées (ha)</i>	<i>19.600</i>	<i>19.600</i>	<i>19.600</i>	<i>19.600</i>	<i>19.600</i>	<i>19.600</i>	<i>19.600</i>	<i>19.600</i>	<i>19.600</i>	<i>19.600</i>	<i>19.600</i>	<i>19.600</i>	<i>19.600</i>	<i>19.600</i>	<i>19.600</i>	<i>19.600</i>
<i>Superficies Irrigable (ha)</i>	<i>9.000</i>	<i>6.500</i>	<i>6.500</i>	<i>6.500</i>	<i>6.500</i>	<i>6.500</i>	<i>6.500</i>	<i>6.500</i>	<i>7.500</i>	<i>7.500</i>	<i>7.500</i>	<i>7.500</i>	<i>7.000</i>	<i>7.000</i>	<i>7.000</i>	<i>7.000</i>
<i>Superficies souscrites (ha)</i>	<i>4.000</i>	<i>-</i>	<i>5.000</i>	<i>5.480</i>	<i>-</i>	<i>5.400</i>	<i>-</i>	<i>-</i>	<i>7.015</i>	<i>5.786</i>	<i>5.595</i>	<i>-</i>	<i>5.086</i>	<i>5.270</i>	<i>5.631</i>	<i>6.040</i>
<i>Superficies irriguées (ha)</i>	<i>5.127</i>	<i>6.030</i>	<i>5.830</i>	<i>5.480</i>	<i>-</i>	<i>5.400</i>	<i>6.474</i>	<i>2.829</i>	<i>7.085</i>	<i>5.786</i>	<i>3.272</i>	<i>-</i>	<i>5.095</i>	<i>5.270</i>	<i>5.536</i>	<i>5.802</i>
<i>% de la superficie irrigable par rapport à l'équipée</i>	45,92	33,16	33,16	33,16	33,16	33,16	33,16	33,16	38,27	38,27	38,27	38,27	35,70	35,70	35,70	35,70
<i>% de la superficie irriguée par rapport à l'irrigable</i>	56,97	92,77	89,69	84,31	-	83,08	99,61	43,53	94,47	77,15	43,63	-	72,79	75,29	79,08	82,89

Source ONID 2012

I-9-A Analyse de l'évolution des superficies

L'analyse du tableau nous fait apparaître ce qui suit

- ✓ Durant les quinze dernières années la superficie irrigable représente un taux moyen de 36,27 de la superficie équipée, ce dernier reste trop faible par rapport à la pratique qui est représenté par un taux de 80% : cette situation est causée par la dégradation du réseau d'irrigation qui date des années quarante et par la salinisation de terres agricoles provoquées par le manque d'eau et du système de production pratiqué sur le périmètre.
- ✓ Le résultat du tableau montre qu'il y a une net augmentation de la superficie irrigable durant la dernière décennie, cette amélioration est justifié par les travaux de réhabilitation des réseaux d'irrigation réalisés par l'ex AGID et l'ONID actuelle.
- ✓ Le taux moyen de la superficie irriguée par rapport à l'irrigable est de 67,20% qui reste très faible à cause du manque de la ressource en eau.

Tableau N°20: Evolution des volumes et des pertes de transfert entre le barrage Fergoug et Bou-Hanifia

Année	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Volumes lâchés à partir du barrage Bouhnifia(Hm³)	39,00	13,00	38,75	4,25	-	26,25	24,50	6,59	6,36	3,90	2,23	-	18,65	23,26	16,25	13,38
Pertes de transfert (Hm³)	9,00	3,50	8,75	1,25	-	6,25	4,90	1,25	1,36	0,90	0,46	-	4,15	5,26	3,25	3,25
Efficiencie de transfert dans l'Oued (%)	76,92	73,08	77,42	70,59	-	76,19	80,00	81,03	78,62	76,92	79,37	-	77,75	77,39	80,00	75,71
Pourcentage des pertes	23,08	26,92	22,58	29,41	-	23,81	20,00	18,97	21,38	23,08	20,63	-	22,25	22,61	20,00	24,29

Source ONID 2012

I-9-B- Analyse de l'efficacité du transfert des eaux à partir du barrage Bou-Hanifia vers le Barrage Fergoug

L'analyse a fait apparaître ce qui suit

- ✓ Les pertes d'eau dans l'oued entre le barrage Bou-Hanifia et Fergoug varient entre 20 et 29% soit un volume minimum de 1,25 Hm³ et un maximum de 9 Hm³, ces pertes sont causées par les infiltrations, l'évaporation dans le lit de l'oued favorisées par le mauvais calibrage de l'Oued et les vols d'eau par les agriculteurs riverains de l'oued.
- ✓ L'efficacité moyenne du transfert du barrage Bou-Hanifia vers Fergoug durant les quinze dernières années est de 77,21%.

Tableau N°21 : Evolution des volumes d'eau affectés à l'irrigation

Année	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
<i>Volumes Alloués (Hm³)</i>	30,00	9,50	30,00	3,00	-	20,00	19,60	5,34	5,00	3,00	1,77	-	14,50	18,00	13,00	10,00
<i>Volumes Lâchés (Hm³)</i>	32,31	17,00	29,50	3,00	-	20,00	19,60	3,98	5,06	3,24	1,77	-	10,00	18,00	11,60	10,00
<i>Volumes Mise en tête du réseau (Hm³)</i>	32,31	24,80	29,40	3,00	-	20,00	19,60	3,98	5,06	3,24	1,77	-	6,00	18,00	11,60	8,12
<i>Volumes Distribués (Hm³)</i>	19,13	17,00	19,00	2,10	-	14,02	14,31	3,00	3,25	2,24	1,23	-	4,15	13,14	8,50	6,54

Source ONID 2012

I-9-C- Analyse des volumes d'eau accordés affectés à l'irrigation

L'analyse a fait ressortir ce qui suit

- ✓ Les volumes alloués à l'irrigation du périmètre de Habra varient entre 0 et 30 Hm³ durant les quinze dernières années soit un volume moyen de 11,43 Hm³ qui couvre qu'une partie des besoins du périmètre, cette faiblesse est causée par :
 - l'indisponibilité de la ressource en eau au niveau du triplex (Ouizert, Bou-Hanifia et Fergoug)
 - La faible pluviométrie durant les dix dernières années
 - Le taux important d'envasement des barrages
 - L'affectation d'une partie de la ressource disponible à l'eau potable et industrielle.
- ✓ Les volumes mise en tête du réseau sont égaux aux volumes lâchés au niveau du barrage Fergoug car le réseau d'irrigation du périmètre de Habra est connecté par un Canal Tronc Commun à la prise au niveau du barrage Fergoug donc il n'est ya pas de perte d'adduction.
- ✓ Le volume moyen distribué durant les quinze dernières années est de l'ordre 08 Hm³ pour une superficie irriguée moyenne de 5 300 ha, soit un apport de 1 500 m³/ha qui couvre 23% des besoins réelles annuels (6 500 m³/ha/an).

Tableau N°22 : Evolution des l'efficience de distribution

Année	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
perdes de distribution dans le réseau d'irrigation (Hm³)	13,18	7,80	10,40	0,90	-	5,98	5,29	0,98	1,81	1,00	0,54	-	1,85	4,86	3,10	1,58
Pourcentage des pertes (%)	40,79	31,45	35,37	30,00	-	29,90	26,99	24,62	35,77	30,86	30,51	-	30,83	26,99	26,72	19,46
Efficience de distribution	59,21	68,55	64,63	70,00	-	70,10	73,01	75,38	64,23	69,14	69,49	-	69,17	73,01	73,28	80,54

Source ONID 2012

I-9-D- Analyse de l'efficacité de distribution dans le périmètre de Habra

L'analyse a fait ressortir ce qui suit

- ✓ Le tableau montre que l'évolution dans le temps des pertes de distribution est en régression c'est-à-dire les pertes sont passées de 40.79% en 1996 à 19.46% en 2011. Ce progrès est dû par :
 - l'amélioration de la gestion de distribution
 - les travaux de remise en état des canaux entrepris par l'ex AGID et l'actuelle ONID
 - La mise en place d'un nouvel organisme de gestion (l'ONID)
- ✓ L'efficacité de distribution moyenne est de 70% avec un minimum 59,21% en 1996 et un maximum de 80,54% en 2011, donc on enregistre environ 30% de pertes d'eau causés par l'évaporation au niveau des canaux (réseau en canaux de béton armé autoportés à ciel ouvert), par le vieillissement des ouvrages et par des vols d'eau.

Tableau N°23 : Evolution des volumes d'eau distribués

Année	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Besoins moyen d'irrigation par hectare et par an (m3)	6.500	6.500	6.500	6.500	6.500	6.500	6.500	6.500	6.500	6.500	6.500	6.500	6.500	6.500	6.500	6.500
Volume distribué par hectare irrigué (m3)	3 731	2 819	3 259	383	-	2 596	2 210	1 060	459	387	376	-	815	2 494	1 535	1 127
Déficit entre les besoins et les apports par les irrigations (m3)	2 769	3 681	3 241	6 117	6 500	3 904	4 290	5 440	6 041	6 113	6 124	6 500	5 685	4 006	4 965	5 373
Taux de couverture des besoins d'irrigation	57,40	43,37	50,14	5,90	0,00	39,94	34,00	16,31	7,06	5,96	5,78	0,00	12,53	38,36	23,62	17,33

Source ONID 2012

I-9-E Analyse de l'évolution des volumes distribués par hectare irrigué

La lecture des résultats de ce tableau fait apparaître que le volume distribué par hectare et par culture représente qu'une partie des besoins de la culture c'est-à-dire les services de l'exploitation sont en train de gérer une pénurie d'eau et de donner des doses de survie pour les cultures pérennes (arboricultures).

- ✓ On remarque que durant les années 2000 et 2007 il n'y a pas eu d'irrigation à cause de l'indisponibilité de la ressource en eau au niveau des barrages.
- ✓ Un taux de satisfaction de l'irrigation minimum de 5,78 est enregistré durant l'année 2006 et un maximum de 57.40% durant l'année 1996.

I-9-F- Efficience de l'irrigation à la parcelle

Le système d'irrigation pratiqué sur les cultures dans le périmètre de Habra est le gravitaire (irrigation par rigole et par submersion), ce type d'irrigation est reconnu pour des pertes par percolation et par évaporation ce qui donne une efficience d'irrigation à la parcelle de **65%** donc on enregistre **35%** de pertes.

I-9-G- Efficience globale du système d'irrigation dans le périmètre de Habra

L'efficience globale du système d'irrigation dans le périmètre de Habra tient compte de l'ensemble des efficiences :

$$\mathbf{Eff_{Glb} = Eff_{Trsfr} * Eff_{Adduc} * Eff_{distrib} * Eff_{Prc}}$$

Avec :

Eff_{Glb} = Efficience Globale

Eff_{Trsfr} = Efficience du Transfert = 70%

Eff_{Adduc} : Efficience d'adduction = 100%

Eff_{Distrib} : Efficience de distribution = 70%

Eff_{Prc} : Efficience à la parcelle = 65%

$$\text{Eff Gbl} = 0.70 \times 1 \times 0,7 \times 0,65 = 0.32$$

L'efficience du système hydraulique globale est de 0,32 qui est très faible ce qui présente beaucoup de pertes d'eau.

Conclusion

Ce qui a permis de projeter la réalisation d'une conduite de transfert entre les deux barrages (Bou-Hanifia et Fergoug), la politique du Ministère de l'Agriculture en collaboration avec le Ministère des ressources en eau a décidé de subventionner l'équipement à la parcelle par l'introduction du système d'irrigation goutte à goutte sur l'ensemble des cultures pérennes.

Ces futurs investissements permettront d'économiser environ **09 Hm³** d'eau pour permettre d'irriguer environ **2 000 ha** supplémentaires et de créer environ **6 000** emplois permanents et saisonniers supplémentaires (en raison d'un emploi permanent par hectare et de deux emplois saisonniers par hectare irrigué).

II -1 Barrage Fergoug

II-1-1 Historique

La région est sauvage, les monts du Tell sont parcourus par une faune dangereuse (panthères, hyènes...) et la plaine de Ceirat est engorgée par les marais dans lesquels viennent se déverser les rivières du Sig et de l'Habra. Les terres, pourtant riches, sont insalubres et le sel apporté par l'oued Melah remonte à la surface et rend toute culture impossible sans de gigantesques travaux d'assainissement et d'irrigation. Sécheresse et inondations sont liées aux caprices des rivières, ajoutant aux maladies délétères inhérentes aux marais, des conditions de vie insoutenables pour les premiers colons.

Il n'était donc pas envisagé de créer un centre de colonisation sans étudier au préalable le problème vital de l'eau, dans une région où l'été est synonyme de sécheresse.

La construction d'un barrage sur l'Habra en amont du futur centre de Perrégaux était déjà évoquée dans le procès-verbal d'enquête du 14 avril 1853 sur la création du futur centre de Perrégaux.

Parmi les pionniers de 1863, on note un certain Dupré de saint-Maur qui donna son nom au petit barrage situé au nord-ouest de Perrégaux. Cette même année, Monsieur Dupré de Saint Maur, riche concessionnaire de la société de l'Habra, propose au conseil général la construction d'un barrage dans la plaine de l'Habra sur l'oued Fergoug. Le colonel Deligny, commandant la province, estime le projet peu urgent et inique. Dupré de saint Maur ne se décourage pas et ouvre une souscription dans l'écho d'Oran, afin de construire le barrage aux frais des volontaires. L'autorité militaire, s'estimant outragée, fit passer en justice l'instigateur du projet et l'imprimeur.

Monsieur Dupré de Saint Maur était concessionnaire dans la société de l'Habra. Il était aussi propriétaire de 2000 hectares à Harbal près d'Oran. « Je ne viens pas chercher fortune, affirmait-il, je viens ici risquer une fraction de la mienne. Il est digne de savoir exposer ses capitaux pour rendre productive une terre arrosée du sang de tant de français »

Enfin la construction du barrage débuta en 1865.

L'ouvrage construit de 1865 à 1871, était un barrage-poids en maçonnerie hydraulique de 316 mètres de long flanqué en rive droite d'un mur de 30 mètres faisant un angle de 120° avec l'ouvrage central, et en rive gauche d'un réservoir de 125 mètres de long faisant un angle de 35° avec le prolongement de l'axe du barrage. Le déversoir était fait de deux murs verticaux réunis par un glacis en pente : sa crête était à 1,60 mètre en contrebas de la plate-forme du barrage.

Il était construit en fonction du volume des grandes eaux. Sur l'Habra le débit des crues était estimé entre 4 et 500 m³/s.

Le 10 mai 1872 une crue exceptionnelle estimée à 700m³/s provoqua la rupture du déversoir en créant une brèche de 55 mètres de longueur sur 12 mètres de hauteur. Le débit d'eau sortant de la brèche fut évalué à 5600 m³/s et plus de 200.000 m³ de déblais furent entraînés.

Il fut reconstruit sous forme unique et définitivement terminé en 1873.

Le 15 mai 1881, le barrage céda à nouveau. une crue de 850m³/s emporta 125 mètres du barrage sur la rive droite. 250 personnes furent noyées, ponts, maisons emportés par les flots déchainés.

La reconstruction du barrage a duré 2 ans de 1883 à 1885, avec modification du profil et couta 1.300.000fr.

En un vendredi 25 novembre 1927 le barrage céda à nouveau.

L'envasement de la retenue du barrage de Fergoug I (1885-1926) a réduit la capacité utile de 27.10⁶ m³ à 14.10⁶ m³ durant les 31 ans d'exploitation, soit un volume de vase égal à 13.10⁶ m³. Concernant la retenue du barrage de Fergoug III, la capacité utile se trouve réduite de 17.10⁶ en 1970 à 12.10⁶ en 1973 et à 4.10⁶ m³ en 1985, ce qui représente respectivement un volume de vase de 5 et 13.10⁶ m³ équivalent en définitif à un taux de comblement de 80% ce qui a amené les services concernés à dévaser le barrage à partir de l'année 1989 par le procédé de dragage.

II-2- Périmètre d'irrigation :

Le périmètre d'irrigation est composé d'un tronc commun, de canaux principaux, de canaux secondaires et de canaux tertiaires et quaternaires.

II-2-1 Tronc commun:

Composé de canaux semi circulaires en béton armé préfabriqué de dimension 2.45 *5 (m), sa longueur totale est de 22.000ml.

II-2-2 – Canaux principaux :

On nombre 6 nommés respectivement : PA,PB, PC, PD, PE, PF. Les canaux principaux constituent une ceinture de canaux d'une longueur totale de 65.570 ml. Ils sont tous en béton armé et de dimensions ci-dessous :

- Le Canal Principal A de dimensions 155cm : 1,55*6
- Le Canal Principal B de dimensions 245cm : 2,45*5
- Le Canal Principal C de dimensions 155cm : 1,55*6
- Le Canal Principal D de dimensions 185cm : 1,85*6
- Le Canal Principal E de dimensions 245cm : 2,45*5
- Le canal principal F de dimensions 245cm : 2,45*5

II-2-3 Canaux secondaires :

La longueur totale des canaux secondaires est de 95.880 ml. Les dimensions varient de 75 à 155 cm.

II-2-4 : Canaux tertiaires :

La longueur totale des canaux tertiaires est de 133.760 ml. Les dimensions varient de 45 à 75 cm.

II-2-5 Canaux quaternaires :

Composés de canalisations reliant les parcelles au système de collecte et de distribution de l'eau, leur diamètres sont petits et peuvent parfois être saisonniers. Malheureusement malgré toutes nos recherches nous n'avons pas pu obtenir la longueur totale des canaux quaternaires. Ils sont généralement constitués de canaux en terre.

II- 3 Relevés statistiques des dimensions et longueurs des canaux :

Suivant les limites du réseau initial, on peut mettre en évidence les longueurs et les dimensions des canaux

Sur les 240 km de canaux existants seuls 124 km assurent l'irrigation du périmètre suivant le contour des parcelles encore exploitées (5000 sur 19000ha).

Notre mission consiste à récupérer un linéaire pouvant augmenter la surface irriguée partout où la salinité n'est pas très forte.

La longueur du réseau exploité actuellement étant de 124 km.l, couvre 5194 ha, la rénovation d'environ 64 km supplémentaires permet de passer à une surface irrigable de 13.822 ha. Plus de détails en annexe II-1

Les interventions touchent principalement les canaux secondaires et tertiaires (26 km pour les secondaires et 31 km pour les tertiaires).

La rénovation des 52.500 ml, auraient touché principalement les canaux tertiaires et secondaires et auraient certainement induit moins d'investissement.

L'abandon de ce réseau est donc justifié principalement par les surcoûts indispensables aux opérations d'assainissement agricole et de désalinisation.

Le fonctionnement du périmètre de Habra est passé par plusieurs périodes, une période avant l'indépendance et une autre après l'indépendance voici les détails ci-dessous :

II-4- Période avant l'indépendance (1946-1962)

II-4-1- Fonctionnement du périmètre

II-4-1-1 Gestion et exploitation du périmètre

Le périmètre du Habra fut créé en date du 25 Janvier 1856, a été géré par une association syndicale jusqu'en Janvier 1942, date à laquelle la gestion a été confiée au Service de Colonisation et de l'Hydraulique (SCH).

Ce service était chargé de la gestion de l'établissement, du renouvellement, de la réparation et l'entretien des ouvrages d'alimentation, des réseaux de distribution de l'eau et des réseaux de drainage.

A côté du SCH, il y avait le comité consultatif local des irriguants, ce comité donnait son avis sur les programmes d'équipement, de renouvellement et de réparations des réseaux d'irrigation et de drainage, sur les prévisions annuelles de dépenses relatives à l'entretien et l'exploitation des ouvrages; de même que sur les conditions pratiques de distribution de l'eau.

Ce comité consultatif était composé de douze irriguants nommés pour une durée de trois ans par le préfet sur proposition de l'association des irriguants, ces membres de comité sont élus de manière à représenter les différents secteurs bien déterminés du périmètre.

II-4-1-2- Distribution de l'eau et tarification

Additivement à la question technique qui consiste à amener l'eau en tête de chaque propriété et de procéder aux travaux d'entretien courant des réseaux d'irrigation et de drainage, est venu se greffer l'importante et délicate question d'exploitation et de distribution de l'eau aux usagers et dont le principe de son fonctionnement durant cette période était le suivant:

- ✓ Tout propriétaire ou exploitant des terres irrigables, sur simple demande, peut obtenir par voie de souscriptions écrites les volumes d'eau qui lui sont nécessaires.
- ✓ Un service comptable établit les horaires de distribution en fonction des demandes, et la répartition s'opère sous forme de "**tours d'eau**" arrêtés par semaine, par quinzaine ou par mois, suivant les cas ou la période.

- ✓ Chaque irriguant reçoit alors une carte qui l'informe des ses heures d'arrosages et du débit de "**main d'eau**" dont il peut disposer, en fonction de ce qu'il a demandé.
- ✓ Le relevé des consommations d'eau réellement délivrées fait l'objet de reports successifs sur des registres ouverts à cet effet, aux comptes respectifs des usagers.
- ✓ Ces comptes sont arrêtés en fin de chaque semestre et portés à la connaissance des intéressés pour vérification et accord, puis il est dressé un rôle des taxes qui est transmis à l'administration des domaines pour mise en recouvrement.
- ✓ Ces rôles dressés par le service et rendus exécutoires par le gouverneur général qui délègue ses pouvoirs au préfet.
- ✓ Sans préjudice des poursuites à exercer par les services des domaines pour le recouvrement des sommes dues, toutes fournitures d'eau d'irrigation seront refusées aux usagers qui n'auront pas acquitté la totalité de leurs redevances dans le délai de deux mois après la notification de la mise en recouvrement des rôles.
- ✓ Les mesures de suppression des fournitures d'eau seront prises par le préfet et le service de colonisation et de l'hydraulique.

II-4-1-3- Tarification de l'eau d'irrigation

Les barèmes des redevances et minimums de taxation sont fixés par arrêté, du gouverneur général et par année.

Le tarif tient compte de :

- Dépense d'entretien et d'exploitation des réseaux de distribution de l'eau, des réseaux de drainage et des barrages.
- Renouvellements du matériel mécanique.
- Annuités d'amortissement des dépenses d'établissement, de renouvellement et de grosses réparations des infrastructures.

II-4-2- Les attributaires du périmètre

Avant l'indépendance, il y avait sur le périmètre 699 exploitations, occupant une superficie totale de 19 480 ha, qui représente la superficie classée du périmètre.

Durant cette période il existait sur le périmètre deux formes sociales de production à savoir:

- la forme capitaliste représentée par la population Européenne (colons) qui représente les 58% des exploitations existantes sur le périmètre.
- la forme familiale vivrière et marchande représentée par la population musulmane (locale) avec 42 %.

II-4-3- L'irrigation

Dans le périmètre de Habra les irrigations étaient uniquement assurées par un réseau de canaux en terre, dès la prise en charge du périmètre par le SCH en Janvier 1942, des études d'aménagement et de drainage ont été entreprises et équipement en canaux bétonnés furent réalisés par le service à partir 1947 et achevés en 1955.

La mise en service se faisait au fur et à mesure de l'achèvement des tronçons du reste d'irrigation et de drainage.

Ces irrigations ont été assurées dans de très mauvaises conditions jusqu'en 1945, en raison de la nature des canaux qui étaient en terre et du manque d'un système de drainage fiable et de la faible réserve dans le barrage.

II-4-3-1- Superficie irriguée

Durant la période de colonisation la superficie réellement irriguée au niveau du périmètre était fonction des apports annuels et de la réserve en eau dans les barrages; la moyenne de cette période était de **10 500 ha** ce qui représenté les **54%** de la surface classée du périmètre.

II-4-3-2- Système d'irrigation pratiqué

Lors de l'aménagement des réseaux d'irrigation et de drainage le SCH avait procédé aux travaux de nivellement et de planage des parcelles afin de réduire au minimum les pertes d'eau lors des irrigations et de rentabiliser au maximum le mètre cube d'eau fournie à l'usager; par conséquent le système d'arrosage adopté était le gravitaire où on relève:

- l'irrigation par rigole sur les cultures maraîchères;
- l'irrigation par cuvette pour les arbres fruitiers (Oliviers et Agrumes);
- l'irrigation par submersion sur les céréales et fourrages.

Le volume moyen distribué à l'hectare a permis l'obtention de bons rendements sur les différentes cultures pratiquées dans le périmètre.

Le volume enregistré durant l'année 1942 était de 3.147 m³/ha/an, celui 1955 était de 6.338 m³/ha/an d'où le volume moyen de la période 1942-1962 de 5.228 m³/ha/an.

La satisfaction des besoins des cultures en eau d'irrigation et l'apport suffisant des doses d'irrigation au moment voulu ont permis l'obtention de bonnes productions agricoles.

II-5- Période après l'indépendance

Cette période est marquée par trois phases distinctes à savoir:

- **Période de 1962 à 1986** : caractérisée par la gestion et l'exploitation du périmètre assurées par la subdivision d'hydraulique et les usagers étaient les Domaines Autogérés Socialistes (DAS) et par les exploitations privées.
- **Période de 1986 à 2005** : caractérisée par la gestion et l'exploitation du périmètre, assurées par un Office des périmètres d'irrigations de Habra et Sig, alors que les usagers devenaient des exploitations agricoles collectives (EAC), des exploitations agricoles individuelles (EAI) et des exploitations privées.
- **Période après 2005** : caractérisée par la dissolution de l'Office des périmètres d'irrigation de Habra et Sig (OPI Habra Sig) et la transformation de l'AGID en Office National de l'irrigation et du Drainage (ONID) qui a repris les Ex Cinq OPI.

II-5-a- Période de 1962/1986**II-5-a-1- Fonctionnement du périmètre****II-5-a-1-1 Gestion et exploitation**

Après le départ de l'administration coloniale, la gestion et l'exploitation du périmètre ont été confiées à la subdivision spécialisée du Ministère de l'Hydraulique, rattachée à la direction régionale de Wilaya.

Cette structure a été chargée de continuer l'œuvre coloniale dans le domaine de la gestion, l'entretien et la réparation des infrastructures d'irrigation et de drainage (c'est à dire d'assurer la continuité).

Pendant une vingtaine d'années la subdivision s'occupait uniquement de la vente d'eau d'irrigation aux différents usagers et de verser les capitaux encaissés dans le compte du trésor public, alors que la mission noble consistait à la bonne répartition de l'eau en tête de chaque propriété, d'assurer les travaux d'entretien et de réparation courante des ouvrages existants.

Il faut noter que la planification et la discussion des travaux d'entretien et de rénovation sont décidées au niveau central (Ministère de l'hydraulique).

Dés le début de la crise économique dans les années 80, l'Etat s'est rendu compte que ce mode de gestion était inefficace sur le terrain, il avait contribué à une dégradation et au vieillissement avancé des installations d'irrigation et de drainage.

En conclusion l'administration locale était inefficace par manque de moyens matériels et humains et par le chevauchement des missions de l'administration locale et le ministère.

II-5-a-1-2- distribution d'eau d'irrigation

La répartition et la distribution d'eau d'irrigation s'effectue comme suit:

- ✓ Tout propriétaire ou exploitant des terres irrigables prend l'eau d'irrigation sans demande et une souscription préalable auprès des services concernés.
- ✓ Cette situation a privilégié les irriguants situés à l'amont par rapport à ceux situés à la fin du réseau, ce qui a provoqué des conflits et des tensions entre les usagers.
- ✓ Le relevé des consommations, délivré aux irriguants s'effectuait forfaitairement et sans aucune poursuite et sanction contre les usagers qui ne s'acquittaient pas de leurs factures de fourniture d'eau d'irrigation.

II-5-a-1-3- tarification d'eau d'irrigation

Le tarif d'eau d'irrigation était fixé par décret interministériel pour l'ensemble des périmètres d'irrigation sans tenir compte de la spécificité de chaque périmètre, ni des charges d'entretien et de réparation, ni des annuités d'amortissement des ouvrages d'immobilisation, de transfert et de distribution.

Le prix d'un mètre cube d'eau effectivement consommée était fixée à **0,12 DA le m³**, ce prix était symbolique et ne représentait pas son coût de revient livré jusqu'aux irriguants.

II-5-a-2- Les attributaires du périmètre

Après l'indépendance, il y avait sur le périmètre 12 domaines autogérés socialistes, soit 64,90% de la superficie totale classée et la moyenne de ces domaines était d'environ 500 ha.

On distingue trois formes sociales de production :

- type familial représenté par les propriétés du secteur privé.
- type Etatique représenté par les fermes étatiques autogérées.

- type collectif représenté par des coopératives.

Au départ, la taille des exploitations était de 16 ha environ de terre irriguée, actuellement elle est de 12 ha, ce qui signifie que la propriété s'est morcelé, le nombre de petites propriétés inférieure à 05 ha s'est considérablement accru par rapport au nombre des grandes propriétés et qu'une telle structure ne convient nullement au développement d'une production intensifiée.

II-5-a-3- L'irrigation

II-5-a-3-1- Superficie irriguée

Après l'indépendance, grâce aux canaux qui existaient, 52% de la superficie classée été irriguée, soit une moyenne de 10 000 ha et ce malgré la mauvaise gestion et répartition de l'eau d'irrigation.

II-5-a-3-2- Système d'irrigation

Le système d'irrigation pratiqué par les exploitants du périmètre reste le gravitaire, où les irriguants exercent les modes d'irrigation suivants:

- l'irrigation à la raies ou rigoles (segua) sur les cultures maraîchères et arbres fruitiers
- l'irrigation par submersion sur les céréales et cultures fourragères.

Cette technique d'irrigation était héritée de la période coloniale, elle s'avère inefficace sur le terrain en raison:

- du mauvais nivellement des parcelles.
- de l'inexistence des cuvettes autour des arbres fruitiers.
- du remplacement des canaux en béton par des canaux en terre (réseau quaternaire).
- de l'irrigation en contre-pente.

Cette pratique a engendré une perte considérable des volumes d'eau d'irrigation au niveau des parcelles et en favorisant une efficacité de distribution très faible.

Le volume moyen d'eau distribué à l'hectare et par an est de 4.771 m³, cette quantité était plus importante pendant une vingtaine d'années, elle a régressé pour être de 3.000 m³ an dans la période 1984 à 87.

En conclusion, l'insuffisance des volumes d'eau nécessaire pour l'irrigation, la mauvaise pratique des irrigations et le mauvais nivellement des parcelles ont provoqués l'insatisfaction des besoins des cultures mises en place et du lessivage des sols, cette situation a permis l'obtention que des mauvais rendements.

II-5-b- Période de 1987/2005

II-5-b-1- Fonctionnement du périmètre

II-5-b-1-1- Gestion et exploitation du périmètre

Le périmètre de Habra était géré jusqu'en 1986 par la subdivision d'exploitation rattachée à la direction de l'hydraulique de la Wilaya, cette gestion à caractère administratif n'accordait aucun intérêt à l'entretien et au maintien des infrastructures hydrauliques du périmètre

Des mesures de restructuration ont été opérées en octobre 1985 avec pour objectif de redynamiser les activités de gestion, d'exploitation et de maintenance par la création de l'Office de gestion et exploitation des périmètres de Habra et Sig (OPIHS), et qui étaient placé sous la tutelle directe du Ministère de l'agriculture.

Cet office des périmètres d'irrigation est un établissement public à caractère économique, doté de la personnalité morale et de l'autonomie financière; il est chargé de l'exécution des missions définies dans le cahier des charges-types relatives à l'octroi des concessions de gestion, d'exploitation et d'entretien des équipements hydrauliques dans le périmètre irrigué.

L'office assure aussi une exploitation rationnelle de la ressource en eau disponible à l'irrigation des terres, la gestion, l'entretien et la réparation de l'ensemble des équipements hydro-agricole à l'aval des barrages de régulation à savoir:

- les ouvrages de dérivation au fil d'eau.
- les canaux d'adduction.

- les réseaux de distribution
- les réseaux connexes d'assainissement, de drainage et des pistes d'exploitation.

II-5-b-1-2- Distribution d'eau d'irrigation

La gestion de l'eau d'irrigation est assurée à deux niveaux:

- **au niveau central:** des plans annuels de répartition et d'utilisation des ressources en eau sont définis chaque année par les Ministères des Ressources en Eau sur la base des bilans d'exploitation, des réserves d'eau dans le barrage, et en tenant compte des caractéristiques hydro-pluviométriques de la période écoulée.

Ces plans annuels font l'objet d'une circulaire interministérielle.

- **au niveau de l'Office:** le plan annuel de répartition est défini sur la base des plans de cultures arrêtés en début de campagne, en concertation avec les autorités concernées (DSA) et les services locaux, (services agricoles, chambre de l'agriculture, association des irriguants) en tenant compte des volumes d'eau alloués au périmètre (objet de la circulaire interministérielle), des besoins des cultures, de l'efficacité des réseaux et des pertes de parcours

Avant le démarrage de la campagne d'irrigation, les services d'exploitation du périmètre informent les exploitants de l'ouverture de la campagne d'irrigation, sur cette base chaque agriculteur fait sa souscription pour l'obtention de son quota en eau d'irrigation, ce dernier est en fonction des superficies et de types de culture.

Le service concerné établit donc, un calendrier d'irrigation sur la base de tous les paramètres déjà identifiés.

La répartition s'opère sous forme de "*tours d'eau*" arrêtée par quinzaine. La distribution est assurée par les agents de l'office.

L'évaluation prévisionnelle des redevances dues, par l'utilisateur est effectuée lors de la souscription annuelle des volumes nécessaires à l'irrigation.

Les paiements sont acquittés par acomptes à savoir: 25% lors de la souscription, 25% au cours du mois de juillet de l'année considérée et le solde soit 50% est apuré à la fin de la campagne d'irrigation sur la base du volume d'eau effectivement consommé.

En général, on peut noter que l'agriculteur, est pratiquement libre du choix des cultures à pratiquer dans le cas où il n'y a pas de forte restriction due à l'état du réseau ou à l'insuffisance de la ressource en eau, par contre il n'est pas maître du choix des doses à apporter en fonction du stade de développement de sa culture, des fréquences d'irrigation et également du débit qui lui est alloué; celui-ci correspond à la main d'eau moyenne allouée à chaque exploitant du périmètre (en général elle est de 20 l/s où de 30 l/s).

Dés le début des années 1988 l'Office gérait la pénurie de la ressource en eau, en raison de l'effet de la sécheresse et du mauvais état du réseau, où le rationnement en eau pour les cultures était obligatoire, ce qui exigeait les exploitants à donner que des doses de survie pour les cultures pérennes.

- ◇ **Pénurie extrême:** Les cultures pérennes, prioritaires (Arbres fruitiers) ne recevaient que 20% de leurs besoins sur l'année (dose de survie) et certaines cultures annuelles ont été supprimées; par conséquent en raison de cette pénurie le choix des cultures à mettre en place a été fait en étroite concertation avec les Services de l'Agriculture de la Wilaya tout en tenant compte des priorités nationales et régionales.
- ◇ **Pénurie partielle:** une restriction de 60% est faite sur les cultures pérennes qui restent prioritaires, le surplus est réservé aux cultures stratégiques qui sont également identifiées avec les services de l'Agriculture.
- ◇ **Pénurie modeste:** les besoins optimaux à toutes les cultures sont assurés notamment en périodes critiques mais une restriction de 30% est prescrite parés ces périodes.

II-5-b-1-3- Tarification pratiquée pour l'irrigation

Le tarif applicable pour la fourniture de l'eau à usage agricole dans le périmètre irrigué est fixé par le Ministère de l'Agriculture en collaboration avec le Ministère des Finances et publié dans le journal officiel sous forme d'arrêté.

Depuis l'indépendance, les tarifs arrêtés n'ont jamais tenu compte de la spécificité de chaque périmètre, ni des charges d'entretien et d'exploitation, ni des annuités d'amortissements des investissements de départ et des travaux de grosses réparations. Cette tarification était symbolique et subventionnée par l'Etat.

Le tarif de l'eau d'irrigation dans le périmètre de Habra est de type binaire, dont une partie est payée lors de la souscription, proportionnellement à un "débit fictif", et l'autre est proportionnelle aux volumes d'eau réellement consommée.

Actuellement le tarif est de 250 DA par litre seconde souscrit et de 2,00 DA par mètre cube consommé.

II-5-c- période après 2005

L'Office National pour l'Irrigation et le Drainage, structure chargée de l'ensemble de l'activité Hydraulique Agricole dans les Grands Périmètres d'Irrigations (GPI), est créée conformément au décret 05-183 du Rabie El Thani 1426 correspondant au 18 mai 2005 portant réaménagement du statut de l'Agence Nationale de Réalisation et de Gestion des Infrastructures pour l'Irrigation et le Drainage (AGID).

Elle fonctionne avec un statut d'Etablissement Public à caractère Industriel et Commercial (EPIC). Elle est subdivisée en 5 directions régionales selon le découpage hydrographique adopté par le secteur. Elle est présente dans l'ensemble des grands périmètres d'irrigation, soit plus d'une vingtaine d'unités. Son potentiel humain dépasse les 2.000 personnes.

II-5-c-1-Organisation actuelle du système d'irrigation dans le périmètre de Habra

II-5-c-1-1- Organisation de l'irrigation

Les installations de Habra sont conçues pour l'irrigation par ruissellement (gravitaire), la distribution de l'eau s'effectue par un réseau en canaux de béton préfabriqué généralement et surélevés.

Ces installations desservent une superficie équipée de 19 480 hectares, alimentant des prises. Chacune des prises dessert un quartier appelé généralement un îlot qui représente 60 hectares et qui est aménagé par un réseau de rigoles, généralement en terre.

Le débit servi par chaque prise correspond à une main d'eau, qui est généralement évaluée de 10 à 30 l/s. Cette répartition est gérée par tour d'eau.

La méthode de distribution de l'eau au niveau des parcelles, varie selon le type de culture:

- pour les cultures maraîchères, elle se fait en général par infiltration latérale par rigoles;
- pour l'olivieraie, nous avons rarement vu l'utilisation des cuvettes mais le plus souvent deux rigoles le long de chaque rangée d'arbres sont aménagées pour irriguer.

Les installations sont gérées à tour fixe et fonctionnent 24 heures sur 24, avec souscription d'un débit fictif et promesse de paiement d'une quote-part qui à la souscription devrait être de 25% du débit engagé.

L'assignation de l'eau est faite à la terre, donc à la propriété qui éventuellement peut servir de garantie pour l'agriculteur non propriétaire et non à la personne en tant que cultivateur de cette terre.

Le débit de la souscription peut éventuellement être modifié au cours de la campagne d'irrigation, selon les besoins des cultures et les conditions climatiques.

Le tour est calculé pour les 112 quartiers ou îlot en fonction de la main d'eau (débit réel) tout en assignant à chaque propriétaire une durée d'irrigation calculée sur la base des caractéristiques de la prise et du volume requis.

En plus, on calcule une durée de 7/10^{ème} du temps nécessaire à la main d'eau pour parcourir l'espace compris entre la prise du propriétaire précédent et celle de l'utilisateur intéressé.

La somme de toutes les durées permet de calculer le temps du fonctionnement de la prise (ou module relatif).

On peut ainsi établir le calendrier de l'irrigation en établissant avec exactitude la date et l'heure du début et de la fin de l'irrigation de chaque usager.

Le problème qui se pose en pratique pour la gestion du calendrier d'arrosage c'est les pertes d'eau dans les vieux canaux en béton, les canaux en terre et les casses des traçons, qui perturbent les irrigations et la bonne répartition de la ressource.

Pour chaque prise, il existe un imprimé spécial, dénommé fiche de montage, qui décrit la prise, ses caractéristiques de débit et le nombre des prises propriété qui peuvent dériver l'eau de cette prise, les temps de parcours entre une prise et celle qui suit.

La rédaction de la fiche de montage est tenue par les agents de services d'exploitation de l'office d'irrigation, qui ont une grande expérience théorique et pratique pour tenir compte de tous les temps morts, spécialement sur les réseaux délabrés et vieux.

Il existe aussi un règlement général de l'irrigation qui décrit les temps et les caractéristiques de débit du réseau principal et les passages de l'eau d'une prise à l'autre.

II-5-c-1-2- Efficacité d'application et gaspillage d'eau du système actuel

L'état des canaux est tellement détérioré que les fortes pertes qui se produisent tout le long du réseau de transport rendent inactifs de nombreux canaux secondaires (réseau de distribution).

Les pertes et la pénurie d'eau causée par la sécheresse, ne permettent pas la satisfaction des besoins globaux des cultures.

Le canal "Tronc commun" ne peut transporter que 51 % de sa capacité initiale (état neuf); cette réduction ne peut théoriquement s'appeler une perte d'eau, mais elle est certainement une perte de capacité d'irriguer à laquelle il faut ajouter la détérioration de la partie restante du réseau.

On estime que les pertes d'eau des canaux sont d'environ 35%; A tout cela il faut ajouter les carences de la distribution à la parcelle (non maîtrise des techniques d'irrigation), la carence spécifique du réseau d'irrigation par ruissellement, qui ont été aggravées par le morcellement des exploitations.

En effet, dans les exploitations d'une certaine taille, comme la ferme-pilote de Sig, il existe une ancienne et solide tradition de l'irrigation, nous avons pu voir l'irrigation des cultures dans les parcelles irriguées avec une technique correcte et des canaux internes réalisés artisanalement en maçonnerie de brique, et parfaitement efficaces.

Par contre, les petits exploitants ayant deux hectares, dans une branche éloignée d'un canal tertiaire, ont des difficultés à manœuvrer la main d'eau de 30 l/s.

En conclusion, il existe des pertes importantes dans le réseau de distribution et qui sont dues à:

- la dégradation des canaux initiaux en béton;
- la nature en terre des canaux, de remplacement, trop souvent enherbés.

II-5-c-2- Les attributaires du périmètre

Dans le périmètre de Habra, la structure foncière fut modifiée suite à l'application de la loi 87.19 du 08.12.87 relative à la privatisation des propriétés foncières et subie des modifications perpétuelles, actuellement, elle est la suivante:

Tableau N° 24: Les attributaires du périmètre

Type de propriétés	Nombre			
	Exploitations	Parcelles	Superficie	%
Privés	804	2511	4925	25.28
E.A.C	695	4856	13416	68.87
E.A.I	81	407	777	3.99
Ferme pilote et autres	4	138	362	1.86
Total	1584	7912	19480	100

Sur 1584 exploitations enquêtées et constituant ce périmètre, 804 sont de statut privé, alors qu'on ne dénombre que 695 exploitations agricoles collectives (EAC) et 81 exploitations agricoles individuelles (EAI).

Cette prédominance en nombre de statut privé n'est pas concrétisée par des actes juridiques mais résulte d'entente entre les ayants droit, par conséquent constitue une représentation réelle du mode d'exploitation des terres.

Par ailleurs, les exploitations privées ne regroupent qu'environ 25% de la superficie totale du périmètre.

II-5-c-3- les principaux problèmes du périmètre

II-5-c-3-1- l'instabilité du foncier

Le régime foncier est dans une phase dynamique, actuellement on observe l'éclatement des exploitations agricoles collectives (EAC) en exploitations agricoles individuelles (EAI).

Ceci est dû essentiellement à la mauvaise entente et distorsions entre les membres de l'EAC d'où l'aboutissement inégal à la répartition à l'amiable des terres. Trop souvent cette issue, n'arrive pas à satisfaire les membres et engendre par conséquent un abandon des terres agricoles, sans profit à aucun.

Cette division à la traditionnelle sans l'autorisation des services de la DSA et de l'Office engendre le morcellement des parcelles et entraîne de multiples conflits entre les différents usagers en raison du problème d'accès aux prises d'irrigation, ces prises sont conçues pour irriguer un certain nombre d'hectares donné et avec une certaine quantité d'eau fixée à l'avance (main d'eau) et selon un réseau conçu et adapté aux parcelles de départ indépendamment du nombre des propriétés comprises dans la surface desservie.

Les conséquences de cette situation induisent la détérioration du réseau d'irrigation, la dégradation des terres agricoles par la remontée des sels et le dessèchement des vergers d'oliviers.

II-5-c-3-2- Problème de la salinité

L'apparition des salants sur le périmètre a été remarquée dès les années 80, soit vingt années après l'indépendance, "se manifestant brusquement par l'apparition des tâches blanches sur le terrain et le dépérissement des cultures, notamment les arbres fruitiers", l'extension des surfaces salées s'est faite progressivement de la partie nord pour gagner les zones sud du périmètre.

Cette salinité des sols du périmètre est causée par plusieurs facteurs, liés plus ou moins les uns aux autres:

- les irrigations
- la nappe phréatique
- la composition physique des sols (granulométrie)
- la topographie.
- le drainage.
- le climat

➤ L'irrigation

Les eaux d'irrigation contiennent une certaine quantité de sels, quand elles sont appliquées à faible dose, aggravant le phénomène de salinisation

➤ La nappe phréatique

La nappe n'est pas profonde, son eau a de très forte salinité et par le phénomène de la remonté par capillarité et sous l'influence de l'évaporation augmente la concentration des sels dans les tranches supérieures du sol, exploitées par les racines des cultures.

➤ La granulométrie

Les sols du périmètre sont lourds formés par des apports alluviaux-déluviaux où la composition granulométrique est très fine, de ce fait la plupart des ces sols sont peut perméable et mal drainés, ce qui favorise le degré de salinité lui même provoqué par la nature des eaux d'irrigation et la remonté par capillarité.

➤ La topographie

La majorité des terres du périmètre sont plate à faible pente et dans lesquelles l'écoulement des eaux de drainage reste très difficile.

Ces terres occupent les zones les plus basses du périmètre (Nord) à plus forte salinité et où la nappe est à son niveau maximum; aussi, plus on va vers le nord, plus la pente est faible et plus la salinité est forte (ces zones sont situées à l'extrémité aval du réseau d'irrigation et mal desservie par ce dernier).

➤ Le drainage

Le périmètre est doté d'un réseau de drainage mal entretenu, avec l'enherbement des drains et des émissaires principaux ce qui a provoqué une insuffisance d'évacuation des eaux chargées en sels et le maintien du niveau de la nappe à une certaine profondeur, cette situation a aggravé le phénomène de la salinité par remonter capillaire des eaux de la nappe sur les terres du nord, car la totalité des exploitations ne disposent pas des drains dans leurs parcelles.

➤ Le climat

C'est un climat méditerranéen sec, à faible pluviométrie même en hiver, a favorisé le processus de salinisation des terres et leurs évolutions vers les sols halomorphes (forte évaporation et pluviométrie faible).

II-5-c-3-3- Difficulté financière

Les principales ressources financières de l'office sont constituées du produit des redevances d'eau d'irrigation suivant la tarification en vigueur, ainsi que des subventions de l'Etat et des collectivités locales qui sont déterminées selon l'année par le ministère de tutelle.

L'office n'est pas maître ni des quantités d'eau vendues (fonction des disponibilités régularisées), ni des tarifs de vente fixés au niveau central. L'eau est vendue à un prix qui ne couvre qu'une très faible partie de son coût réel, la tarification échappe totalement du cadre de l'ONID.

L'équilibre budgétaire de l'office ne peut être obtenu qu'au travers des subventions de l'Etat, il n'a bénéficié de cette dernière aucune fois depuis sa date de

création (en 2005); d'où sa situation financière actuelle, critique qui ne lui permet plus de remplir sa mission déjà définie dans le cahier des charges.

II-5-c-3-4- Faiblesse des dépenses de gestion et d'entretien

Les charges financières de l'office, telles que présentées dans leurs résultats dans les bilans comptables, sont réparties en matière et service consommés, frais de personnel, impôts, amortissements et autres charges.

En l'absence de comptabilité analytique, la part des charges dépensées pour la gestion et l'entretien des infrastructures n'est pas identifiable; elle devrait normalement représenter la majeure partie de ces charges; ainsi la part la plus importante est représentée par les frais du personnel soit plus de 55% des charges totales.

Afin d'assurer le bon fonctionnement et la pérennité des infrastructures hydrauliques des grands périmètres d'irrigation l'ONID assure par voie de concession l'exploitation et la maintenance des ouvrages des grands périmètres d'irrigation sous sa responsabilité.

La mission maintenance des infrastructures hydrauliques consiste en l'entretien de tous les équipements au sens large, allant jusqu'à la mise en œuvre d'actions d'amélioration pour assurer la pérennité de l'aménagement en tenant compte des évolutions de toute nature.

La campagne d'entretien débute chaque année dès l'achèvement de la campagne d'irrigation

Les dépenses prévisionnelles d'entretien et de maintenance de l'année 2012 pour le périmètre de Habra sont de l'ordre de 7 500 000 DA soit une moyenne de 1 072 DA/ha irrigable, cette somme correspond à **0,13%** d'un investissement neuf, selon les critères habituellement utilisés, ce taux de maintenance est considéré comme insignifiant, car pour maintenir l'infrastructure dans un état de fonctionnement acceptable il faut que ce taux soit compris entre 02 à 03 % d'un investissement neuf (le cout moyen d'un équipement d'un hectare est de 800 000 DA/ha).

Cette faiblesse est causée par le déséquilibre financier de l'unité exploitation de Habra occasionné par une faible tarification de l'eau à usage agricole,

administré par l'Etat qui couvre qu'une partie des charges des frais d'exploitation et le manque de paiement de la suggestion public de l'Etat.

Actuellement l'unité exploitation de l'ONID réalise des travaux d'entretien sur l'ensemble des infrastructures hydrauliques concédés par l'Etat et durant la campagne d'irrigation exploitent que les 45 % des réseaux de distribution cette carence est causée par un manque de ressource en eau.

II-5-c-3-5- Faiblesse de tarification d'eau d'irrigation

Le tarif pratiqué pour l'irrigation dans le périmètre est de type binaire, dont une partie est due au moment de la souscription, proportionnellement à un "débit fictif", et l'autre proportionnellement aux volumes d'eau réellement consommés.

La tarification est gérée au niveau central par le Ministère des Ressources en eau en collaboration avec le Ministère de l'Agriculture et le Ministères des Finances.

Le tarif pratiqué actuellement est fixé par décret, ne couvre qu'une très faible partie de son coût réel, et ne tient pas compte de la spécificité du périmètre, des annuités d'amortissements, des investissements du premier départ, des travaux de grosses réparations, des charges d'entretien et d'exploitation, des dotations des volumes d'eau alloués au périmètre.

Les faibles ratios redevances/prix de revient constatés sont dus.

- Au bas niveau de redevances d'eau.
- Aux faibles volumes d'eau délivrés par l'OPI et qui résultent:
 - des faibles volumes affectés à l'irrigation
 - aux vieillissements du réseau;
 - l'affectation en priorité des ressources d'eau disponibles pour l'eau potable et l'industrie.

II-5-c-3-6-Problème de sécheresse prolongée

En ce qui concerne la sécheresse, on peut remarquer que la moyenne des précipitations annuelles des dix dernières années, est de 273 mm soit environ 36% plus faible par rapport à la moyenne des précipitations annuelles recensées depuis 25 années (427 mm).

La sécheresse prolongée qui a duré près de dix ans, cependant, les observations pluviométriques de 1996, et encore plus celles de 1997 (qui ont déjà pour le 1^{er} et le 2^{ème} trimestre, fait enregistrer une hauteur de pluie très faible par rapport à la moyenne), démontrant une année de sécheresse.

II-5-c-3-7-Insuffisance de la ressource en eau

La disponibilité en eau d'irrigation qui s'est réduite progressivement à cause de la partielle destination de cette ressource à d'autres usagers prioritaires le cas de l'alimentation de la zone industrielle d'Arzew et l'eau potable de la ville de Mohammedia ;

Les faibles dotations accordées au périmètre ne cessent de diminuer, depuis 1996. A ce jour le volume moyen accordé au périmètre est de l'ordre de 10 Hm³ qui couvre qu'une partie des besoins du périmètre. Cette quantité d'eau permet de donner une dose de survie aux cultures pérennes (Agrumes et d'autres arbres fruitiers).

II-5-c-3-8-Vieillessement du réseau d'irrigation

L'office a hérité des infrastructures hydro-agricole délabrés qui date des années cinquante, on peut affirmer d'une façon générale que presque la totalité des réseaux de transport et de distribution sont vétuste, détérioré, ont dépassé leur limite de vie économique à l'exception de quelques tronçons qui ont été récemment rénovés dans le cadre des travaux de grosses réparations des périmètres irrigués entrepris par ex AGID.

Tous les canaux préfabriqués ne sont plus en mesure de fonctionner à 50% de leurs caractéristiques hydrauliques initiales, la plupart d'entre eux sont cependant utilisée mais avec des pertes d'eau extrêmement importantes dues aux:

- fuites locales au niveau des joints, dues soit au vieillissement des joints, soit au déplacement des éléments ou des supports;

- fuites diffuses qui résultent de vieillissement et de l'effritement du béton (fissurations transversales et longitudinales);
- débordements engendrés par la destruction des revanches des canaux;
- les contre pentes engendrées par l'affaissement de certains supports causés par les fuites locales des joints qui entraînent des tassements du terrain au pied des supports;
- nombreuses détériorations sur les canaux de petit diamètre qui sont extrêmement fragile, ces détériorations sont généralement dues à des causes volontaires (chocs d'engin agricoles) ou volontaires (destruction par les enfants notamment dans les zones urbaines);
- équipements hydromécaniques (vannes, modules, ...) sont détériorés ou enlevés.

Voici quelques photos de l'état de certains tronçons de notre périmètre :



Figure N° 9: Vieillissement du béton et apparition des armatures et corrosion des armatures de l'ouvrage hydraulique du réseau d'irrigation de la plaine de Habra (traversée de l'oued)



Figure N°10 : dégradation des poutres porteuses des canaux



Figure N° 11: Dégradation des canaux



Figure N° 12: Dégradation des canaux (canal tertiaire)

II-5-c-3-9- Problème d'entretien et de gestion

L'office est confronté à des problèmes d'entretien et de réparations des canaux à ciel ouvert à savoir:

- formation des dépôts importants de matériaux limoneux-argileux aux endroits du réseau où l'on a une vitesse réduite de l'eau;
- prolifération de végétation dans les canaux pendant la campagne d'irrigation, qui diminue ainsi de façon considérable la capacité de transport des ouvrages;
- disparition des grilles de protection amont sur les siphons;
- les canaux qui traversent les agglomérations urbaines de Sig et d'autres petits agglomérations représentent un danger permanent pour la population, surtout les enfants, (plusieurs cas de noyade ont été enregistrés);
- l'absence quasi totale de l'irrigation sur une longue période de l'année incite les exploitants agricoles riverains aux canaux à détourner l'eau au profit de leurs parcelles;
- difficulté d'entretien en dehors des campagnes d'irrigation, de nombreux déchets sont déposés dans les canaux, notamment aux traversés des agglomérations; en plus du risque sanitaire qu'ils entraînent des colmatages des siphons ou des prises;
- difficultés de surveillance et contrôle en permanence de la totalité du réseau à surface libre.

Conclusion

La situation actuelle dans le périmètre de Habra est caractérisée par:

- ✓ Des sols alluviaux peu perméables généralement argileux.
- ✓ Des eaux d'irrigation chargées en sels.
- ✓ Des dotations en eau insuffisantes pour satisfaire les besoins des cultures et le lessivage régulier des sols.
- ✓ Des pertes incontrôlées liées au mauvais état des réseaux et à l'inefficacité des pratiques d'irrigation à la parcelle.

L'engorgement hydraulique des zones plates ou en dépression, pendant la saison hivernale. Des difficultés de drainage en résultent là où les conditions naturelles ne sont pas favorables; ces difficultés se concrétisent par la salinisation des sols, la présence d'une nappe phréatique salée peu profonde dans les parties nord et une chute importante des rendements agricoles, pouvant aller jusqu'à la stérilisation et l'abandon des terres. Elles se sont aggravées ces dernières années du fait de la sécheresse.

III-1 Introduction

Le transfert des eaux du barrage de Bou-Hanifia vers la retenue de Fergoug dans la wilaya de Mascara a deux objectifs :

Réduire les pertes et les usages d'eau incontrôlés.

Freiner les apports solides dans la retenue du barrage de Fergoug qui a conduit à son envasement quasi intégral.

Ces deux objectifs sont à mettre en relation avec la principale fonction qu'ont les barrages de Bou Hanifia et Fergoug au sein de leur bassin versant qui est de constituer une réserve d'eau pour les consommations humaine, industrielle et agricole.

On assiste actuellement sur le bassin de l'oued El-Hammam à deux phénomènes qui mettent en péril la fonction primaire des barrages de Bou Hanifia et de Fergoug. Il s'agit d'une part de la diminution de la ressource en eau disponible (pluviométrie) et d'autre part de l'envasement progressif des retenues des deux barrages qui diminue la capacité de stockage des ouvrages et donc l'efficacité de leur protection en cas de crue.

C'est dans ce contexte, en face à l'augmentation des besoins en eau (domestique et agricole), que cette étude de transfert entre les deux barrages trouve toute sa justification, sa complexité et son intérêt.

III-2 Description du système dans lequel s'intègre le projet**III-2-1 Présentation du triplex**

Les deux barrages de Bou Hanifia et de Fergoug s'inscrivent dans un système de gestion de ressources en eau dénommé « triplex » du fait de la présence en série de 3 barrages. Ces barrages sont de l'amont vers l'aval :

- Ouizert
- Bou Hanifia
- Fergoug

Le barrage Ouizert est situé sur l'oued Sahouat, tandis que les 2 autres sont implantés sur l'oued El-Hammam. Le barrage de Fergoug intercepte l'oued Fergoug au niveau de sa confluence avec l'oued El-Hammam.

Les trois barrages constituent une « cascade » drainant un total de 8.274 km², répartis comme suit :

Tableau N°25 : superficies du triplex

Barrage	Bassin versant propre (km ²)	Bassin versant général (km ²)
Ouizert	2.100	2.100
Bou-Hanifia	5.750	7.850
Fergoug	424	8.274

III-3-2-1-a Description du barrage Ouizert

Le barrage Ouizert a été mis en service en 1986. Sa capacité de stockage initiale est de 98,250H m³. La principale vocation du barrage est de constituer une réserve en eau pour le barrage de Bou-Hanifia. Actuellement, la totalité de la ressource en eau du barrage Ouizert est utilisée pour les transferts vers le barrage de Bou-Hanifia.

III-3-2-1-b Description du barrage Bou-Hanifia

Construit sur l'oued El-Hammam, ce barrage est situé à 4 km en amont de la ville de Bou-Hanifia et à 22km au sud-ouest de la ville de Mascara.

Le barrage a été réalisé en 1940, rénové et réhabilité en 1990 et le bassin versant qu'il intercepte s'étend sur une superficie de 7.850 km². C'est un barrage réservoir de régulation interannuelle destiné à l'irrigation et l'eau potable.

La cote normale de la retenue est 295m NGA. La surface correspondante de la retenue est de 530 Ha. La capacité originale de stockage était de 72 millions de M³.

Le barrage est en enrochements arrimés, avec masque étanche en amont, reposant sur un filtre de protection composé de 5 couches. Les caractéristiques spécifiques de ce barrage sont les suivantes :

- Le couronnement est à la cote 300 m NGA.
- La longueur du couronnement est de 460 m.
- La largeur du couronnement est de 5 m.
- La largeur maximale à la base est de 137 m.
- La hauteur maximale est de 53 m.

- Niveaux de prise d'eau :
 - 1^{er} niveau à 269,60 m : envasé
 - 2^{ème} niveau à 277 m : envasé
 - 3^{ème} niveau à 286,4 m : en fonctionnement
- Niveau de la vidange de fond : 2 pertuis calés à 254,35 m NGA
- Le débit de la crue maximale admise est de 6.000 m³/s, dont :
 - 5.500 m³/s pourraient être évacuées à travers un déversoir laminaire (à volets battants) de 80m de longueur, déversant dans le canal de fuite de 1.400m de longueur, revêtu en béton.
 - 500 m³/s pourraient être évacuées par la vidange de fond et son canal de fuite de 317m de longueur. La vidange de fond est équipée de deux vannes à batardeau permettant d'isoler le tunnel de 6,50m de diamètre. Dans la pratique, il s'avère que ce débit est limité à 200 m³/s afin d'éviter un phénomène de vibration préjudiciable aux ouvrages de génie civil.

III-2-1-c Descriptif du barrage Fergoug

Ce barrage a été construit sur l'oued Habra en 1970, à l'aval immédiat de la confluence dans oueds El-Hammam et Fergoug. Il est situé au Sud-est de l'agglomération de Fergoug et à 10 km au sud de la ville de Mohammadia.

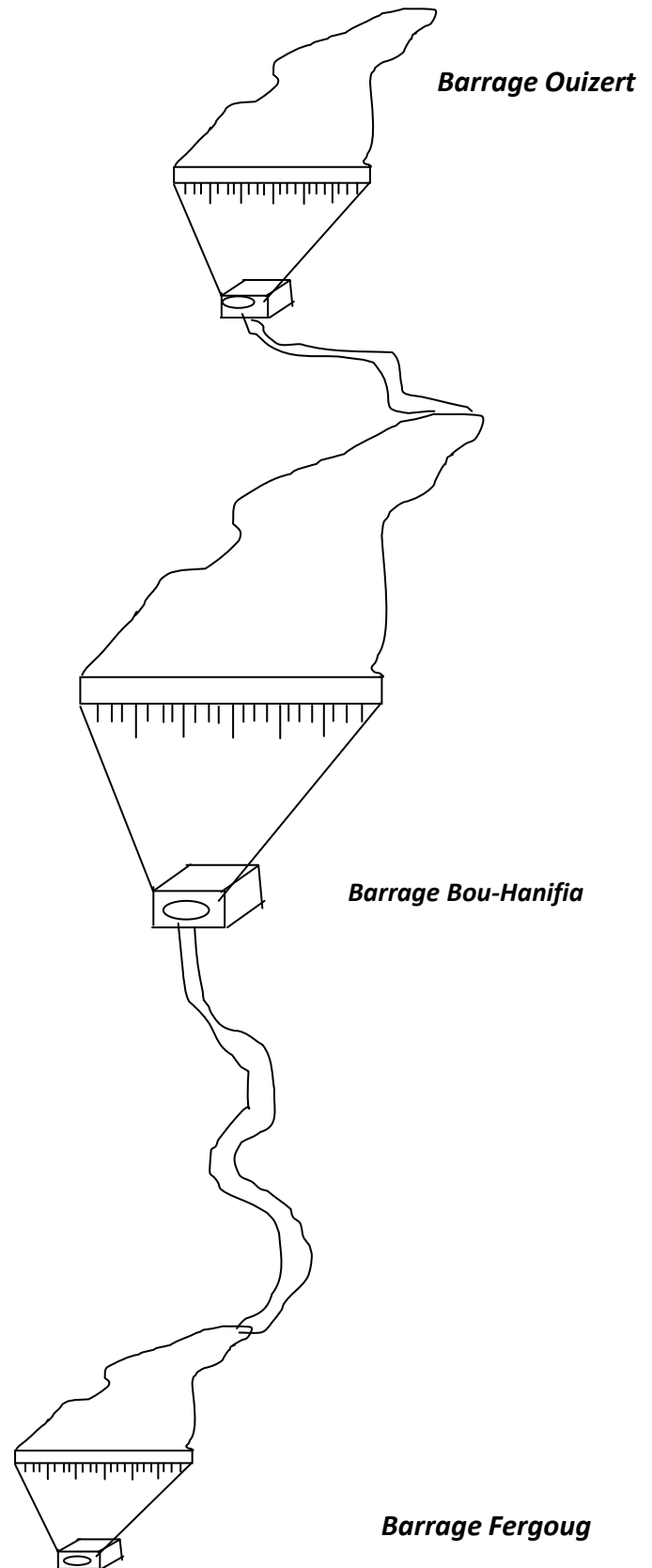
La surface totale du bassin versant est de 8.274 km². C'est un barrage réservoir destiné à l'irrigation et à l'eau potable. Son bassin versant propre est de 424 km². Avec la déviation de l'oued Moussa du début des années 1980 jusqu'à nos jours, le bassin versant de Fergoug a atteint 874 km² à son maximum. Actuellement, la superficie directement interceptée par le barrage revient à sa valeur initiale de 424 km² puisque l'oued Moussa va récupérer son tracé originel et se jeter de nouveau dans la retenue du barrage de Bou Hanifia.

Le barrage est constitué d'une digue en terre (composée par un noyau étanche en argile, des recharges en alluvion amont/aval, filtres entre recharges et noyau, drains en aval et banquettes drainantes en amont), qui s'appuie sur l'ancien barrage de Fergoug qui avait été construit en 1890 et qui fut totalement détruit en 1927 par une crue exceptionnelle de l'oued El-Hammam.

- Date de mise en service : 1986
- Capacité initiale : 98.25 Hm³
- superficie du bassin : 2.100 km²
- Envasement annuel : 494.594 m³/an

- Date de mise en service : 1990
- Capacité initiale : 72 Hm³
- Superficie du bassin : 7.850 m²
- Envasement annuel : 450.000 m³/an

- Date de mise en service : 1970
- Capacité initiale : 27 Hm³
- Superficie du bassin : 8.274 km²
- Envasement annuel : 485.000 m³/an



**Schéma du Triplex de la Ressource en eau
du périmètre de Habra Wilaya de Mascara**

III-3 Phénomène d'envasement des barrages

III-3-1 Envasement du barrage Ouizert

Bien que plus récent, le barrage Ouizert n'échappe pas au phénomène d'envasement comme le montre le tableau suivant :

Tableau N° 26: Evolution de l'envasement du barrage Ouizert

Année	Volume disponible (m ³)	Envasement sur la période (m ³)	Envasement annuel (m ³ /an)
1986	98.250.000	-	-
2000	90.831.100	7.418.900	494.594

Source ANBT 2012

Avec un envasement annuel estimé à 495.000 m³.an, la durée de vie du barrage avoisine les 185 ans.

L'envasement spécifique du bassin Ouizert est estimé à 235 m³/km²/an.

III-3-2 Envasement du barrage de Bou-Hanifia

L'analyse de l'évolution du volume disponible dans la retenue de Bou-Hanifia depuis 1940 amène les résultats suivants :

Tableau N° 27: Evolution de l'envasement du barrage Bou-Hanifia

Année	Volume disponible (m ³)	Envasement sur la période (m ³)	Envasement annuel (m ³ /an)
1940	73.000.000	-	-
1945	69.000.000	4.000.000	666.667
1953	63.500.000	5.500.000	611.112
1955	62.000.000	1.500.000	500.000
1973	53.487.000	8.513.000	448.053
1985	51.565.000	1.922.000	147.847
2000	47.155.000	4.410.000	275.625

Source ANBT 2012

La diminution de l'envasement annuel enregistrée depuis 1973 s'explique d'une part par la sécheresse qu'il y a eu entre 1976 à 2000, malheureusement les données recueillies s'arrêtent à cette année là, d'autre part par la dérivation vers l'aval du barrage de l'oued Moussa au début des années 80 qui auparavant entraînait dans la retenue.

Nous retiendrons donc un envasement annuel moyen de 450.000 m³/an pour la retenue de Bou-Hanifia. Dans ces conditions, la durée de vie restante du barrage est estimée à 105 ans.

Ramené aux 7.850 km² de son bassin versant, on obtient une valeur d'envasement spécifique de 58 m³/km²/an, ce qui est relativement faible, notamment comparé aux apports spécifiques des bassins de Fergoug et de Ouizert.

III-3-3 Envasement du barrage Fergoug

L'analyse de l'évolution du volume disponible dans la retenue de Fergoug entre 1970 et 2002 amène les résultats suivants :

Tableau N°28 : Evolution de l'envasement du barrage Fergoug

Année	Volume disponible (M ³)	Envasement sur la période (M ³)	Envasement annuel (M ³ /an)
1970	17.000.000		
1973	12.703.000	4.297.000	1.074.250
1985	3.930.430	8.772.570	674.814
1998	3.114.903	6.815.527	486.824
2002	3.110.000	2.434.120	486.824

Source ANBT 2012

Il est important de noter que de 1990 à 1992, il y a eu un dragage d'entretien de la retenue qui a permis d'enlever 6 millions de m³ de sédiments.

Le volume de la retenue est actuellement plus ou moins stabilisé grâce à la réalisation de dragages d'entretien réguliers, et on considère que les apports annuels de sédiments sont d'ordre de 485.000 m³/an. Si les dragages d'entretien venaient à être stoppés, la durée de vie du barrage ne serait alors plus que de 6,5 ans environ.

L'envasement spécifique du bassin de Fergoug est estimé à 555 m³/km²/an, soit environ 10 fois celui de Bou-Hanifia. (Remarque : la valeur de l'envasement spécifique prend en compte la surface du bassin versant de l'oued Mouassa : 450 km²). Cela s'explique par la conjonction des 3 phénomènes suivants :

- Le bassin versant de l'oued Fergoug génère des apports liquides et solides très importants.
- La dérivation de l'oued Mouassa augmente les apports solides dans la retenue de Fergoug.
- Les lâchés actuels d'eau d'irrigation vers Fergoug se font par la vidange de fond du barrage de Bou-Hanifia, à raison de plusieurs m³/s, avec le transport solide correspondant.

Afin de réduire le phénomène d'envasement de la retenue de Fergoug, l'oued Mouassa est en cours d'aménagement actuellement pour récupérer son tracé initial et être intercepté par le barrage de Bou-Hanifia.

III-4 Conclusion de l'envasement du triplex

L'analyse des situations d'envasement des 3 barrages du triplex met en évidence un phénomène généralisé à l'échelle du bassin versant et qui atteint un niveau critique au barrage de Fergoug. Cette situation la plus dramatique et la plus visible, ne doit pour autant pas occulter l'importance du phénomène sur les autres barrages et l'absolue nécessité de suivre de manière régulière leur état d'envasement. Ce suivi et les interventions qui s'en suivront sont les uniques garants de la pérennité du fonctionnement du triplex et notamment de sa composante Fergoug. Ces interventions auront pour objectif de gérer le phénomène d'envasement des retenues en faisant appel aux différentes solutions techniques existantes qui sont décrites ci-dessous :

Solutions envisageables :

Il existe plusieurs types de solutions pour régler ce problème d'envasement du triplex. On distingue notamment :

- a) Les solutions curatives
- b) Les solutions préventives

1) Les solutions curatives : parmi elles on trouve :

- Le dévasement
- La surélévation
- Le déclassement

2) Les solutions préventives : parmi elles on trouve

- Traitement du bassin versant (reboisement, terrassement, correction des travaux superficiels)
- Correction du talweg

3) Une solution mixte : la conduite Bou-Hanifia/Fergoug

Cette solution est préventive puisque :

- Elle évite le transport de débits solides à partir de la retenue de Bou-Hanifia. En effet, la conduite ne serait pas branchée sur la vidange de fond du barrage mais sur le canal de fuite de la centrale, permettant ainsi de transférer une eau bien moins chargée en particule qu'à l'heure actuelle.
- Elle évite le transport de débits solides dans le lit de l'oued El-Hammam.

Elle peut également être qualifiée de solution curative dans le sens où elle permet de mettre à disposition un plus gros volume d'eau au barrage de Fergoug pour réaliser le dragage de ce dernier et maintenir le niveau de la retenue à un niveau stable.

Il est important de noter que l'envasement dû à l'oued Fergoug continuera sans diminution après la construction de la conduite de transfert, d'où l'absolue nécessité de continuer les dragages d'entretien dans la retenue. Ces dragages devraient néanmoins être moins importants que ceux réalisés actuellement.

Les perspectives d'évolution du triplex sont les suivants :

- Alimentation en eau potable plus irrigation du périmètre de Habra dans les différentes utilisations.

Le tableau ci-dessous indique les besoins journaliers actuels et futurs (2020) en eau des barrages de Bou-Hanifia et de Fergoug.

Tableau N° 29: Besoins actuels et futurs de Bou-Hanifia et Fergoug

		Besoins actuels (m ³ /j)	Besoins futurs (m ³ /j)
Bou-Hanifia	Consommation AEP	21.600	43.200
	Pertes au niveau du barrage	15.000	15.000
	Irrigation de Hacine	25.830	25.830
Total Bouhanifia		62.430	84.030
Soit		0.72 m ³ /s	0.97 m ³ /s

		Besoins actuels (m ³ /j)	Besoins futurs (m ³ /j)
Fergoug	Consommation AEP	67.000	67.000
	Pertes au niveau du barrage	7.480	7.480
	Irrigation aval	630.720	630.720
	Projet irrigation Habra	-	En attente
Total Fergoug		705.200	En attente
Soit		8.16 m ³ /s	En attente

Total Bou-Hanifia – Fergoug		767.630	En attente
Soit		8.88 m³/s	En attente

Le débit de transfert est donc **8.88 m³/s**.

III-5 Choix du matériau de la conduite

Le choix du matériau de la conduite est un point important du fait de l'impact que cela peut avoir sur :

- La pérennité des installations.
- Les spécifications.
- La maîtrise de la technologie.
- Le budget.

Les critères qui prévalent pour le choix du matériau sont :

- L'adéquation des spécifications techniques du matériau avec les contraintes du projet.
- La facilité de mise en place de ce matériau (fournisseur, références, maîtrise de la technologie...)
- Le prix de ce produit.

Dans ce type de projet, il est possible d'avoir recours à plusieurs types de matériaux dont les plus usuels sont :

- Béton précontraint.
- Béton précontraint à âme tôle.
- Fonte ductile.
- Fibre de verre.

Chacun de ces matériaux possède des caractéristiques qui lui sont propres, mais tous sont adaptés au transfert d'eau par gravité sur de grandes distances.

Le 1^{er} matériau qu'il est possible d'enlever est la fibre de verre car l'eau étant brute d'un barrage sans agressivité particulière, le recours à la fibre de verre n'apporte aucun avantage probant par rapport aux autres matériaux permettant de justifier la plus value qu'elle engendrerait.

Le choix va donc se porter sur l'usage du béton ou celui de la fonte. La solution « béton » est un mixe entre le béton précontraint à âme tôle.

III-6- Type de transfert

D'après les données physiques du barrage Bou-Hanifia, le 3^{ème} niveau de la prise d'eau qui n'est pas envasé est de 286,4 m, et de l'image satellite obtenue par google map, le niveau du barrage Fergoug est de 91m. La dénivelée entre les deux barrages est donc :

$$\Delta H = 286,4 \text{ m} - 91 \text{ m}$$

$$\Delta H = 195,4 \text{ m}$$

Avec une distance globale entre les deux barrages d'environ 37 km. Le gradient hydraulique du transfert est donc :

$$i = \frac{\Delta H}{L} = \frac{195,4}{37000}$$

$$i = 0,005281 \text{ m/m}$$

Théoriquement ce gradient est suffisant pour assurer un écoulement par gravité.

III-6-1 Implantation du tracé dans la vallée de l'oued El Hammam

Le choix de notre tracé doit obéir dans la mesure du possible aux règles générales suivantes :

- Privilégier au maximum une trajectoire rectiligne afin de limiter les pertes de charge et la multiplication des pièces spéciales.
- Limiter au maximum les interférences avec les infrastructures existantes (routes, voie ferrée, câblages enterrés, conduites existantes...).
- Limiter les traversées de l'oued principal.
- Donner la priorité au passage en terrain public et non cultivé.
- Contourner les zones rocheuses.

- Eviter les zones d'instabilité géotechnique.
- Privilégier les piquages AEP ou d'irrigation par gravité.

Il est important de noter qu'il faudra ajouter une ventouse dans les points les plus hauts et une vidange aux points les plus bas.

III-7 Calcul du diamètre de la conduite d'adduction

Plusieurs méthodes sont proposées ci-dessous :

➤ *1ere méthode : formule de calcul du débit*

$$Q = S * V$$

$$S = \frac{\pi D^2}{4}$$

Donc :

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}}$$

Avec

$$Q = 8.88 \text{ m}^3/\text{s}$$

La vitesse variera entre 1,5 m/s et 3 m/s. nous effectuerons plusieurs hypothèses

$$V_1 = 1.5 \text{ m/s} \quad \rightarrow \quad D = \sqrt{\frac{4 * 8.88}{\pi * 1.5}} \quad \rightarrow \quad D = 2746.16 \text{ mm}$$

$$V_2 = 2 \text{ m/s} \quad \rightarrow \quad D = \sqrt{\frac{4 * 8.88}{\pi * 2}} \quad \rightarrow \quad D = 2378.25 \text{ mm}$$

$$V_3 = 2.5 \text{ m/s} \quad \rightarrow \quad D = \sqrt{\frac{4 * 8.88}{\pi * 2.5}} \quad \rightarrow \quad D = 2127.17 \text{ mm}$$

$$V_4 = 2.7 \text{ m/s} \quad \rightarrow \quad D = \sqrt{\frac{4 * 8.88}{\pi * 2.7}} \quad \rightarrow \quad D = 2046 \text{ mm}$$

$$V_5 = 3 \text{ m/s} \quad \rightarrow \quad D = \sqrt{\frac{4 * 8.88}{\pi * 3}} \quad \rightarrow \quad D = 1941.83 \text{ mm}$$

Grace à cette méthode nous avons pu avoir plusieurs variantes, nous prendrons une vitesse de 2.7 m/s, et comme les diamètres dans les usines sont normalisés le diamètre de notre conduite sera de 2000 mm.

➤ 2^{ème} méthode : Tables de Colebrook

Avec une pente de 5.2‰ et $k_b = 1.50$ mm , un débit de $8.88 \text{ m}^3/\text{s}$ nous déduisons le diamètre de la conduite :

Tableau N° 30: Partie de la Table de Colebrook

5.2‰		
Q (l/s)	V (m/s)	Ø
7940	3.12	1800
10463	3.33	2000

Avec cette méthode le diamètre de la conduite est de 1800 mm, on prendra une vitesse de 3 m/s.

➤ 3^{ème} méthode : Bresse

$$D_{\text{éco}} = 1.5 * Q^{1/2}$$

$$D_{\text{éco}} = 1.5 * 8.88^{1/2} \rightarrow$$

$$D_{\text{éco}} = 4469.9 \text{ mm}$$

➤ 4^{ème} méthode : Bonnin

$$D_{\text{éco}} = Q^{1/2}$$

$$D_{\text{éco}} = 8.88^{1/2}$$

$$D_{\text{éco}} = 2979.93 \text{ mm}$$

➤ *5^{ème} méthode : Vibert (1948)*

$$D = 1.547 \left(\frac{n \cdot e}{24 \cdot f} \right)^{0.154} * Q^{0.46}$$

Avec :

n : durée du pompage en h/jour.

e : prix du KWh.

f : prix du kg de fonte.

Malheureusement les travaux de Vibert sont incomplets car on ne sait pas quel prix de la fonte à prendre en considération, à l'époque il s'agissait sans doute de fonte grise non revêtue. Est-ce le prix de la fonte brute sortie d'usine, du kg de tuyau en fonte, de la canalisation posée, quelle est la durée d'amortissement prise en compte, le taux d'intérêt.

Un autre problème survient en tentant d'utiliser l'abaque de Vibert, le débit maximum sur l'abaque est de 3 m³/s or notre débit est de 8.88m³/s.

Après multiples hypothèses nous avons décidé de prendre :

$$D_{\text{éco}} = 2000 \text{ mm}$$

III-8 calcul des pertes de charge

En hydraulique, la perte de charge correspond à l'énergie dissipée par le frottement du liquide. Cette énergie doit être compensée afin de permettre au liquide de se déplacer.

III-8-a- Pertes de charges linéaires

Les pertes de charge régulières sont le plus souvent calculées à partir de l'équation de **Darcy-Weisbach** :

$$\Delta h = f \frac{L}{D_h} \frac{v^2}{2g}$$

Avec :

f : coefficient de perte de charge

V : vitesse moyenne du fluide dans le tuyau (m/s).

L : longueur du tuyau (m)

D_h : diamètre hydraulique (m), défini par $D_h = \frac{4s}{P_m}$, s étant la section du tuyau et P_m le périmètre mouillé.

g : accélération de la pesanteur (m/s²).

En pratique, les hydrauliciens utilisent pour leurs calculs de pertes de charge des formules empiriques ou des abaques donnant la relation entre la chute de pression et le débit.

Formule de Lechapt et calmon

$$j = l \frac{Q^M}{D^N}$$

Avec : j : perte de charge linéaire (mm/m)

Q : débit en m³/s.

D : diamètre en m.

l, M, N : coefficients dépendants de la rugosité des canalisations.

Ci-dessous le tableau des coefficients de rugosité du béton

Tableau N° 31: coefficients de rugosité du béton

Matériau	I	M	N
Béton	1.4	1.96	5.19

$$j = 1.4 \frac{8.88^{1.96}}{2^{5.19}}$$

$$j = 2.77 \text{ mm/m}$$

Pour connaître la valeur des pertes de charges totales sur tout le tronçon on multiplie la perte de charge par L, avec L= 37000m.l

$$J_1 = j * L$$

$$J_1 = 2.77 * 37000$$

$$J_1 = 102.49 \text{ m}$$

III-8-b- Pertes de charges singulières

Les pertes de charge singulières sont essentiellement dues aux accidents de canalisation, c'est-à-dire toute modification d'un trajet rectiligne. On peut y compter les coudes, les vannes ou robinets, les appareils de mesure, etc...

Nous prendrons 10% des pertes de charges linéaires donc :

$$J_s = 10\% J_1$$

$$J_s = 0.1 * 102.49$$

$$J_s = 10.249m$$

III-8-c- Pertes de charges totales

$$J_t = J_s + J_1$$

$$J_t = 102.49 + 10.249$$

$$J_t = 112.739m$$

Conclusion

L'objectif de la projection de la conduite de transfert c'est de réduire :

- Réduire les pertes d'eau dans l'oued, par les vols d'eau et par l'évaporation ainsi d'augmenter l'efficacité du transfert entre les deux barrages.
- Réduire le taux d'envasement du barrage Fergoug.

La conduite de transfert fonctionne gravitairement ou il a été vérifié que la différence de niveaux entre le pt de départ et l'arrivée Δh , est supérieur aux pertes de charge totales, soit une pression à l'arrivée de 8.34 bars, donc pour éviter les coups de béliers le long de la conduite et des pressions importantes dans certains tronçons on prévoit l'installation des équipements de sécurité à savoir les brises charges.

IV-1- Introduction

Etant donné la nature de notre projet, la parcelle bénéficie déjà d'un système d'irrigation efficace et mis en place.

A titre indicatif nous équiperons une parcelle type de deux hectares (2 Ha).

Le type d'irrigation choisie est le goutte à goutte, l'eau est livrée à la plante à faible dose entraînant l'humidification d'une fraction du sol. Ceci permet de limiter les pertes par évaporation et par percolation. Elle permet de réduire le développement des mauvaises herbes, elle met également en œuvre des équipements fixes et légers.

IV-2- Avantages et inconvénients de l'irrigation par goutte à goutte

Voici un tableau qui illustre très bien le système du goutte à goutte

Tableau N°32 : Avantages et inconvénients du goutte à goutte

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Economie de l'eau • Faible pression pour les goutteurs • Irrigation fréquente • Le feuillage n'est pas lavé • Accès plus facile à la parcelle • Possibilité d'automatisation • Economie en main d'œuvre • Irrigation des terrains accidentés 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensibilité à l'obstruction (sable, limon, matière organique, gel bactérien, précipitation d'engrais, présence du fer,...) • Salinisation (prévoir des lessivages) • Développement racinaire des cultures limité

IV-3- Equipement à la parcelle d'un ilot type (02 ha)

Le dimensionnement de l'équipement de surface en goutte à goutte concerne un ilot type de **02 ha** pour une exploitation agricole de culture d'agrumes.

Les distances entre les rangées d'arbre est de 4 m et une distance entre les arbres de 4 m soit une densité des arbres de $4 \times 4 = 16 \text{ m}^2$ par arbre. Le nombre d'arbres par hectare est de 625.

Le dimensionnement du réseau se fait en utilisant les besoins de la plante la plus exigeante, pour connaître la période d'irrigation nous devons calculer le bilan hydrique :

$$\text{Bilan hydrique} = \text{RFU}_i + P_{\text{eff (i)}} - \text{ETM}_{(i)}$$

Si :

$$\text{Bilan hydrique} < \text{RFU} \rightarrow \text{la RFU}_{i+1} = \text{Bilan hydrique}_{(i)}$$

Nous devons commencer par donner la pluie efficace, voici la formule ci-dessous :

$$\text{Pluie efficace} = \text{pluie moyenne} * 0.7$$

Tableau N° 33 : pluie efficace

Paramètres	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Annuel
Pluie Moy.(mm)	39,9	49,9	30,6	27,7	23,1	1,5	0,5	3	14,8	28,1	67,9	44,6	331,6
Evap.Transp. Moy(mm)	25,8	41	73,7	108,4	134,5	157,9	171,7	159,1	115,3	71,5	40,8	23,1	1122,8
Coeff. De pluie efficace	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	
Pluie efficace	27,93	34,93	21,42	19,39	16,17	0	0	2,1	10,36	16,67	47,53	31,22	

NB : dans le calcul de la pluie efficace, les précipitations de moins de 2 mm sont considérées nulles

Le tableau ci-dessous nous donne la RFU des différentes cultures présentes dans la région d'étude

Tableau N° 34 : RFU des différentes cultures

Cultures	RFU
Maraichères	70
Arboricultures	160
Céréales	120

RFU : réserve facilement utilisable qui est fonction de la texture et la profondeur d'enracinement.

Les tableaux suivants représentent le bilan hydrique des agrumes, céréales (blé, orge), maraichages d'hiver, maraichage d'été.

Tableau N° 35 : Bilan Hydrique des agrumes

Paramètres	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Pluie efficace (mm)	27,93	34,93	21,42	19,39	16,17	0	0	2,1	10,36	16,67	47,53	31,22
RFU	160	160	160	137,2	86,13	0	0	0	0	0	0	18,97
Evap.Transp.Moy (mm)	25,8	41	73,7	108,4	134,50	157,9	171,7	159,1	115,3	71,5	40,8	23,1
K_c	0,45	0,50	0,60	0,65	0,85	0,85	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70	0,60
ETM=ETP* K_c	11,61	20,50	44,22	70,46	114,33	134,22	154,53	135,24	92,24	53,63	28,56	13,86
Bilan hydrique (mm)	176,32	174,43	137,20	86,13	- 12,03	-134,22	- 154,53	- 135,14	-81,88	- 36,96	18,97	36,33

Le déficit hydrique pour les agrumes s'élève à 554.84 mm

Tableau N° 36: Bilan Hydrique des céréales (blé, orge)

Paramètres	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Pluie efficace (mm)	27,93	34,93	21,42	19,39	16,17	0	0	2,1	10,36	16,67	47,53	31,22
RFU	36,06	42,06	40,09	0	-	0	0	0	0	0	0	21,01
Evap.Transp.Moy (mm)	25,8	41	73,7	108,4	134,50	157,9	171,7	159,1	115,3	71,5	40,8	23,1
K_c	0,85	0,90	1,10	0,95	0,25	-	-	-	-	0,45	0,65	0,70
ETM=ETP* K_c	21,93	36,90	81,07	102,98	33,63	-	-	-	-	32,18	26,52	16,17
Bilan hydrique (mm)	42,06	40,09	-19,56	-83,59	-17,46	-	0	0	0	-15,51	21,01	36,06

Le déficit hydrique pour les céréales s'élève à 120,61 mm

Tableau N°37 : Bilan Hydrique des maraichages d'hiver

Paramètres	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Pluie efficace (mm)	27,93	34,93	21,42	19,39	16,17	0	0	2,1	10,36	16,67	47,53	31,22
RFU	70	70	60,88	20,66		0	0	0	0	0	70	70
Evap.Transp.Moy (mm)	25,8	41	73,7	108,4	134,50	157,9	171,7	159,1	115,3	71,5	40,8	23,1
K _c	0,80	1,05	0,85	0,70							0,40	0,50
ETM=ETP* K _c	20,64	43,05	62,65	75,88							16,32	11,55
Bilan hydrique (mm)	77,29	61,88	19,66	- 35,83							101,21	101,22

Le déficit hydrique pour les maraichages d'hiver s'élève à 35.83 mm

Tableau N°38 : Bilan Hydrique des maraichages d'été

Paramètres	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Pluie efficace (mm)	27,93	34,93	21,42	19,39	16,17	0	0	2,1	10,36	16,67	47,53	31,22
RFU	0	0	0	70	46,03	1,68	0	0	0	0	0	0
Evap.Transp.Moy (mm)	25,8	41	73,7	108,4	134,50	157,9	171,7	159,1	115,3	71,5	40,8	23,1
K_c	-	-	-	0,40	0,45	0,80	1,05	0,85	0,65	-	-	-
ETM=ETP* K_c	-	-	-	43,36	60,53	126,32	180,29	135,24	74,95	-	-	-
Bilan hydrique (mm)	-	-	-	46,03	1,68	-124,64	- 180,29	- 133,14	- 64,59	-	-	-

Le déficit hydrique pour les maraichages d'été s'élève à 502.65 mm

Les besoins d'irrigation durant le mois de pointe (juillet) des agrumes sur le périmètre de Habra sont estimés à 155 mm/mois (voir dans le tableau de calcul des besoins en eau des agrumes).

- Le nombre d'arbre par hectare est de $10\ 000\ \text{m}^2 / 4 \times 4 = 625$ arbres
- Le nombre d'arbres pour la surface de 2 hectares :

Nombre d'arbres en 2 ha = 1.250 arbres

- Besoins d'irrigation de pointe par mois est de $1550\ \text{m}^3/\text{mois/ha}$

Besoins d'irrigation à la surface = 3.100 m³/mois

- Les fréquences d'arrosage chaque deux jours, pour ces raisons :
 - Arrosage quotidien implique des pertes par percolation
 - Arrosage 1 fois tous les 3 jours implique des besoins plus importants.
- Dose d'arrosage

Dose d'arrosage = $3.100\ \text{m}^3 * 2/30$ jours

Dose d'arrosage = 208 m³ par arrosage.

- Les besoins par arbres : $208\ \text{m}^3 / 1250\ \text{arbres} = 0.1664\ \text{m}^3 = 167\ \text{l/jours}$

$$B_{\text{arbre}} = 6.93 \text{ l/h.}$$

- Afin d’assurer une bonne uniformité d’irrigation autour de l’arbre, on prévoit 02 lignes porte goutteur par rangée et l’installation de 04 goutteurs par arbre
- On retient un goutteur de 2 l/h

La relation entre le débit d’un distributeur et la pression de la rampe est de la forme :

avec :

$$Q = K * H^x$$

- **Q**: Débit du goutteur (l/h)
- **K**: constante dimensionnelle donnée par le fabricant
- **H**: pression dans la rampe (en m de colonne d’eau)
- **X**: exposant caractérisant le goutteur

Pour $x = 0,5$ le débit varie comme la racine carrée de la pression, autrement dit, la pression doit quadrupler pour le débit double, cette moins grande sensibilité du débit permet de tolérer des variations de pression de $\pm 10\%$ par rapport au fonctionnement moyen.

Pour une pente de **1%**, le CEMAGREF recommande des longueurs maximales de rampe en PEBO de diamètre **17/20 mm** pour les goutteurs non régulant sous une pression de **un bar** (10 m de colonne d’au) avec une tolérance de débit de **10%**.

Tableau N° 39: Longueurs maximales de rampes 17/20 mm avec une pente de 1%

x	Longueur maximale de rampe en mètre					
	Q: Débit en l/h/m					
	2	3	4	5	6	7
0,50	266	197	160	136	120	107
0,60	252	186	151	128	128	101
0,70	240	180	145	124	124	97

Source : fabricant des tuyaux du goutte à goutte en PEHD

- La longueur maximale de la rampe porte goutteurs est 266 m. Etant donné que la parcelle a la forme rectangulaire, de largeur 100 m et de longueur 200 m.
- L'écartement entre les rampes est de 4 mètres (relatif à la distance entre les rangées)
- Le nombre des goutteurs par rampe est de $N_a = (100 \text{ m} / 4 \text{ m}) \times 2 = 50$ goutteurs de 2 l/h chacun (par ligne)
- Sachant que nous avons 2 rampes par arbre, alors le nombre de goutteurs sera égal à 100 goutteurs par rangée.
- Sachant que nous avons 50 rangées, alors le nombre total de goutteurs est : 100×50

Nombre de goutteurs= 5000

- Le débit par mètre linéaire de rampe est $Q_m = (50 \text{ goutteurs} \times 2) / 100 = 1 \text{ l/h/ml}$.
- Le débit moyen par rampe est de $100 \times 1 \text{ l/h}$

$Q_{\text{rampe}} = 0,028 \text{ l/s}$

- L'écartement entre les rampes est de 4 m (relatif à la distance entre les rangées)
- Le nombre de rampe est de $(100 \text{ m} / 4 \text{ m}) \times 2 \times 2$

Nombre de rampes =100 unités

- Le débit demandé pour le fonctionnement simultané de 100 rampes x 0.028 l/s est de = $2,8 \text{ l/s} = 10080 \text{ l/h}$ soit $10,08 \text{ m}^3/\text{h}$

Les pertes de charges dans les rampes et les portes rampes sont expliquées ci-dessous :

$$\frac{\Delta q}{q} = x \frac{\Delta H}{H} \leftrightarrow 10\% = 0,5 * \frac{\Delta H}{10} \leftrightarrow \Delta H = 2 \text{ mce}$$

PDC singulières = $10\% \Delta H \leftrightarrow PDC_{\text{sing}} = 0,2 \text{ mce}$

PDC linéaires = $1,8 \text{ mce}$

Pertes de charges dans la rampe = $\frac{2}{3}PDC \text{ lin} = 1,2 \text{ mce}$

Pertes de charges dans la porte rampe= $\frac{1}{3}PDC \text{ lin} = 0,6 \text{ mce}$

Tableau N° 40:Caractéristiques hydrauliques équipements goutte à goutte
(parcelle 100 x 100)

Tronçon	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Débit (l/s)	Perte de charge (m)
Porte-Rampe	100	60	2.8	0,6
Rampe	100	15	0.028	1,2

La tête de la station est équipée d'un filtre à sable, un filtre à tamis, un injecteur d'engrais liquide, un manomètre et des vannes de commandes.

- Filtre à sable de capacité de 300 kg
- Filtre à tamis de 10 m³/h
- Un injecteur d'engrais liquide de 220 l
- Un Branchement pour le filtre à tamis
- Un branchement pour filtre à sable
- Accessoires tel que les manomètres
- Vannes de sectionnement et de commande

Conclusion

Dans le cas de notre étude, le périmètre de Habra emploie plusieurs techniques d'irrigation à la parcelle. En effet sur les quelques exploitations individuelles (EAI) et privées ont recours à l'exploitation de ressources indépendantes (eaux souterraines) pour sauver leurs parcelles et éviter ainsi la dégradation de leur terre.

Aussi, étant donné la mission essentielle du présent projet, l'irrigation à la parcelle restera conforme aux prévisions établies à la création du périmètre et les changements à opérer devront répondre à une étude pointue et classique définissant les avantages et inconvénients des différents types d'irrigation à la parcelle.

V-1- Introduction

La longueur du réseau d'irrigation a diminué de moitié (12/240 km.l) ce qui a induit une diminution de la surface irriguée de près de 3 fois (5000/19000 ha).

L'abandon des surfaces irriguées est justifié par deux 2 raisons essentielles :

- Due à la dégradation de l'état des canaux (tassement différentiel, Acte de vandalisme, Dépôt des alluvions, etc.)
- L'autre due à l'accumulation des sels suite à des périodes de très fortes évaporations

Notre mission consiste à proposer la rénovation de certains tronçons pour remédier aux dégradations de la 1ere catégorie.

En ce qui concerne la rénovation des tronçons se trouvant à l'intérieur des zones à très forte salinité, elle demeure subordonnée à la prise en charge de l'amélioration des conditions d'évacuation des eaux par système de drainage pour diminuer leur taux de salinité, même si ces interventions doivent elles mêmes répondre au critère de disponibilité de la ressource.

Ces actions ne peuvent être contenues dans le présent projet pour la raison que le périmètre ne peut plus voir le facteur temps l'amputer de ses meilleures terres.

V-2- description des variantes proposées

Etant donné l'état des lieux nous pouvons proposer à l'étude 2 variantes de réhabilitation du périmètre Habra

- **Variante 1** : rénovation et réhabilitation de l'ensemble des canaux abandonnés.

(Cas de l'étude BRL)

Cette variante consiste à proposer à la rénovation et à la réhabilitation de l'ensemble des canaux abandonnés. Ceci correspond à un linéaire total de 116 km pour 21.606 ha.

Elle présente l'avantage de récupérer la totalité du périmètre mais présente des contraintes très importantes qui ne peuvent être prises en charge au vu des conditions d'exploitation et de gestion que nous avons observé (manque d'eau, de moyen humain et matériel) parce qu'en réalité et ceci d'après nos enquêtes sur places, ce sont justement ces contraintes qui ont conduit au délaissement et à l'abandon d'une grande partie du réseau.

- **Variante 2** : récupération et réhabilitation des terres non salines

Cette variante consiste à proposer à la récupération et à la réhabilitation de l'ensemble des canaux ne se trouvant pas dans des zones à très forte salinité.

Elle présente l'inconvénient de limiter le périmètre ainsi obtenu et projeté.

Par contre elle présente l'avantage de récupérer de manière progressive et permanente des terres à l'irrigation sans grand investissement. Le volume des travaux comprend à 64 km.l pour 8628 ha

V-3- Choix de la variante

Le bureau d'étude avait proposé afin d'arranger l'état du périmètre de l'Habra de poser des conduites souterraines sous pressions, je conteste cette propositions pour plusieurs raisons que je citerai ci-dessous.

Les eaux destinées à l'irrigation qui proviennent du barrage Fergoug sont des eaux brutes, pour cette raison nous savons que les conduites seront très souvent obstruées ce qui nous obligera à utiliser des moyens matériels très coûteux afin de pouvoir curer les conduites.

La durée de réalisation du projet de BRL demandera environs 10 ans, pendant ce temps la l'ancien réseau continuera à se détériorer, et le périmètre continuera à rétrécir et peut être même qu'il disparaîtra avant même la finition de leur projet.

D'après la carte que le bureau d'étude BRL a eu l'amabilité de nous montrer du futur projet en conduites enterrées, le nouveau réseau épousera l'ancien, ce qui nous amène a dire que les agriculteurs ne laisseront jamais le passage des engins, conduites, cela provoquera le ralentissement du projet et des frais immenses à l'état.

Précédemment , il a été dis que le futur projet de BRL pourra prendre facilement 10 ans pour achever son projet, pendant ce temps la le réseau existant continuera à se dégrader donc à la fin, nous aurons terminé la réalisation en même temps que les terres ne seront plus irrigables, et de là nous assisterons au phénomène de l'exode rural avec tout ce qui implique comme réalisation d'équipements indispensables à leur prise en charge en milieu urbain, tel que écoles , hôpitaux , travail , logements ...etc.

Par ailleurs, un agriculteur se voit mieux pris en charge lorsqu'il constate que l'état lui apporte une aide conséquente, et lorsqu'il voit de ses yeux que l'état lui desserre les eaux, par contre si c'est par des Conduites enterrés, il se sentira toujours perplexe si l'état lui envoi de l'eau ou pas.

Au vu de ce qui précède et après examen de l'ensemble des contraintes pour chacune des variantes, nous avons choisis la variante N°2.

VI-1 Travaux de réhabilitation du système d'irrigation

Devis estimatif et quantitatif

N	Désignation des travaux	U/ M	Quantité	Prix unitaire(DA)	Montant (10 ³)Da
I	Terrassement				
I-1	Dépose des éléments y/c évacuation à la décharge publique	ML	10.000	2.000,00	20.000,00
I-2	Terrassement généraux	M ²	30.000	200,00	6.000,00
I-3	Terrassements en puits pour les semelles des poteaux	M ³	7.500	250,00	1.875,00
I-4	Nivellement et reprofilage	M ²	30.000	100,00	3.000,00
I-5	Remblai autour des ouvrages	M ³	6.500	180,00	1.170,00
II	Génie civil				
II-1	Réalisation d'éléments en béton armé dosé à 400kg/M ³ de ciments CPA 325 y/c coffrage, ferrailage suivant le plan d'exécution				
II-1-1	Dimension 2.45*5	ML	426	35.000,00	14.910,00
II-1-2	Dimension 1.85*6	ML	374	28.000,00	10.472,00
II-1-3	Dimension 1.55*6	ML	2100	22.000,00	46.200,00
II-1-4	Dimension 1.40*7.5	ML	2200	18.000,00	39.600,00
II-1-5	Dimension 1.25*7.5	ML	2400	14.000,00	33.600,00
II-1-6	Dimension 1.10*7.5	ML	2800	12.000,00	33.600,00
II-1-7	Dimension 0.95*7.5	ML	200	6.000,00	1.200,00

Devis estimatif et quantitatif (suite)

II-2	Réalisation des poteaux de jonction y/c fondation et toute sujétions en béton armé dosé à 400kg/M³ de ciments CPA 325 y/c coffrage, ferrailage suivant le plan d'exécution	M³	1.250	35.000,00	43.750,00
II-3	Rénovation des canaux existants				
II-3-1	Dimension 2.45*5	ML	1600	12.000,00	19.200,00
II-3-2	Dimension 1.85*6	ML	2200	9.000,00	19.800,00
II-3-3	Dimension 1.55*6	ML	9.000	7.000,00	63.000,00
II-3-4	Dimension 1.40*7.5	ML	13.000	5.000,00	65.000,00
II-3-5	Dimension 1.25*7.5	ML	13.000	3.500,00	45.500,00
II-3-6	Dimension 1.10*7.5	ML	12.800	2.500,00	32.000,00
II-3-7	Dimension 0.95*7.5	ML	1.000	1.000,00	1.000,00
				Montant HT (10 ³)DA	500.877,00
				TVA (17%)	85.149,09
				Montant TTC(10 ³)DA	586.026,09

Arrête le montant du présent devis à la somme de : cinq cent quatre vingt six million vingt six mille quatre vingt dix dinars en toute taxe comprise (586.026.090,00 DA)

Délais de réalisation : 18 mois

VI-2 Evaluation du coup du projet rénové

L'étude BRL a ressorti un cout global aux travaux du réaménagement total du périmètre de 10 901 241 883 DA correspondant à un linéaire global de 240.000 ML couvrant une superficie totale équipée de 19 480 ha ce qui représente un investissement à l'hectare 556.185 DA .

Le cout des travaux de rénovation et remplacement de certains tronçons du réseau d'irrigation actuel sont estimés à 586 026 090 DA , ces couts de rénovation permettront de récupérer 8.800 ha soit un cout à l'hectare 66 600,00 DA.

Le cout du réaménagement total du périmètre représente plus de 8 fois les travaux de rénovation d'où notre choix qui se porte sur la rénovation, ainsi de maintenir l'irrigation en continu, sans rupture et de ne pas déranger les agriculteurs, préserver l'environnement, sauvegarder les arbres fruitiers existants et d'éviter les problèmes de tensions sociaux causées par le désagrément engendrés par les nouveaux travaux de réalisation.

Les travaux de remise en état du réseau du périmètre de Habra permettront d'augmenter l'efficience de distribution dans le périmètre et de gagner des volumes d'eau supplémentaires pour subvenir aux besoins d'autres terres agricoles.

Conclusion Générale

Conclusion générale

Le périmètre de Habra connaît une dégradation et les terres sont vouées à l'abandon.

La réhabilitation du système de canaux existants, ou la réalisation d'un nouveau réseau enterré ne représente en réalité qu'une partie de la solution destinée à la sauvegarde du périmètre d'irrigation.

En effet, l'intervention sur ce périmètre doit se faire sur trois axes principaux

- Axe 1 : intervention urgente sur les zones à très forte salinité pour éviter la contagion générale
- Axe 2 : mettre les ressources suffisantes régulièrement et à chaque période d'irrigation pour une meilleure couverture des besoins des cultures.
- Axe 3 : renforcer le personnel technique par des agents dont leur mission sera l'entretien et la surveillance des infrastructures. En cette matière, le nombre d'agents doit être au moins égal à 2 agents par kilomètre et qui doivent être employés pendant toute l'année et non pendant la période d'irrigation.

Ainsi, pour le réseau habilité, il faut réfléchir à augmenter le personnel d'exécution de zéro (0) à environ 188 km^2 : 376 agents d'exécution.

Nous espérons, en toute logique scientifique, avoir répondu aux soucis majeurs de l'administration chargée de la gestion et de l'exploitation du périmètre.

Seulement, d'autres actions doivent être constamment programmées et entretenues pour espérer retrouver le périmètre en totalité sinon, annexer d'autres parcelles et ainsi sauvegarder tous les investissements antérieurement consentis.

Références Bibliographiques

- ENHYD juillet 2002 : Etude du réaménagement hydro agricole des périmètres Habra et Sig : allocation des eaux et délimitation des zones à irriguer, Dossier II. 55 pages.
- ENHYD juillet 2002 : Etude du réaménagement hydro agricole des périmètres Habra et Sig : étude des schémas d'aménagement hydraulique, dossier 2B.101 pages.
- BRL ingénierie octobre 2004 : Etude du réaménagement hydro agricole des périmètres Habra et Sig : rapport d'étape.

Sitographie :

- <http://agronomedia.bb-fr.com/t101-les-techniques-d-irrigation> : forum d'agronomes
- <http://www.lentech.fr> : le SAR dans l'eau d'irrigation.
- <http://www.canal-de-provence.com> : la régulation des réseaux d'irrigation gravitaire.
- <http://eaudela.wifeo.com> : sécheresse
- <http://www.cap-sciences.net>
- <http://www.actualites-news-environnement.com/27600-2011-a-ete-marquee-secheresse.html>
- <http://www.algerie360.com/algerie/algerie-la-facture-alimentaire-en-hausse-de-plus-de-95/>
- <http://www.wademed.net/Articles/108Mouhouche.pdf>

Annexe N°1 : Longueurs des canaux existants

Catégorie	Longueur (ml)
Prin	1220,46
Prin	462,36
Prin	441,87
Prin	404,01
Prin	908,98
Prin	1054,24
Prin	2426,22
Prin	9586,86
Sec	1982,39
Ter	359,65
Ter	727,47
Ter	947,25
Ter	11,56
Sec	1510,94
Prin	6254,43
Sec	4383,20
Ter	1750,11
Sec	354,86
Sec	2172,05
Ter	2468,78
Qua	852,15
Sec	1383,14
Ter	497,35
Sec	654,04
Sec	998,16
Sec	1221,36
Ter	343,14
Prin	958,40
Sec	1078,35
Ter	486,96
Ter	763,09
Qua	82,33
Ter	390,66
Ter	328,86
Ter	745,35
Prin	1804,93
Prin	3366,67
Prin	510,18
Prin	576,03
Prin	451,45
Ter	816,83
Qua	253,26
Sec	650,15
Sec	3320,09
Ter	1392,52
Ter	1602,38

Annexe N°1 : Longueurs des canaux existants (suite)

Catégorie	Longueurs
Qua	280,51
Ter	325,69
Ter	1574,43
Ter	983,71
Ter	1114,85
Ter	405,14
Prin	1476,28
Prin	2902,93
Sec	1137,39
Sec	1141,57
Prin	826,68
Sec	3259,32
Sec	901,94
Sec	3248,82
Sec	229,96
Sec	1614,65
Sec	583,51
Sec	509,78
prin	2360,26
sec	745,39
Prin	5307,26
Sec	2776,91
Sec	2823,67
Qua	704,89
Sec	399,10
Total	124330,57

Annexe N°2 : Longueurs des canaux à rénover

Catégories	Longueurs
sec	1017,05
sec	535,27
sec	840,03
sec	1253,23
ter	1235,40
ter	1143,88
sec	1676,55
Qua	394,17
ter	336,62
prin	4632,50
sec	678,38
sec	4875,96
ter	763,09
ter	3277,37
sec	908,23
ter	635,95
sec	2198,94
sec	117,02
ter	964,37
ter	891,51
ter	1864,14
sec	4312,46
ter	955,29
ter	820,79
ter	1722,95
ter	2204,22
ter	2091,00
ter	1742,50
ter	1367,05
ter	1025,10
ter	324,22
ter	1493,32
ter	1078,37
sec	907,33
ter	670,86
ter	842,41
qua	336,75
ter	640,64
sec	419,01
sec	3933,49
ter	769,55
qua	501,90
ter	650,89
sec	2293,62
sec	320,74
ter	308,22
ter	1017,25
sec	1181,96
ter	301,97
Total	64473,78

Annexe N°3 : Longueurs des canaux abandonnés

Catégorie	Longueurs
Sec	1553,21
Prin	930,89
Prin	225,56
Sec	1600,16
Sec	1746,95
Prin	423,57
Prin	2239,98
Prin	754,29
Prin	125,17
Sec	906,88
Prin	2197,69
Sec	380,58
Sec	406,18
Prin	2479,84
Sec	1060,71
Prin	5307,26
Sec	2293,62
Sec	373,02
Sec	367,14
Sec	1274,20
Sec	310,40
Prin	856,62
Sec	822,05
Sec	2077,94
Prin	3467,88
Prin	5398,16
Sec	1931,97
Ter	451,16
Sec	928,62
Sec	1316,00
Sec	1768,51
Sec	1179,87
Prin	2227,20
Prin	652,18
Sec	550,82
Prin	1913,95
Total	52500,37