

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE 2 POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'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 :

**AMÉNAGEMENT HYDRO AGRICOLE DU
PÉRIMÈTRE DE LA MITIDJA CENTRE
TRANCHE II (DR3 ET DR4)**

Présenté par :

M^r TOUALBIA BAH A EDDINE AHMED

DEVANT LES MEMBRES DU JURY

Nom et prénom	Grade	Qualité
M^r T.KHETTAL	M C.A	Président
M^{me} A.AZIEZ	M A.A	Examinatrice
M^{me} D.DJOU DAR	M A.A	Examinatrice
M^r D.KOLIAI	INGÉNIEUR EN CHEF	Examineur
M^{me} S.LEULMI	M A.A	Examinatrice
M^{elle} CH.SALHI	M A.B	Promotrice

Juillet -2012

∞ DEDICACES ∞

Je dédie ce modeste travail :

- ❖ *A ma mère pour tous les sacrifices qu'ils ont consentis à mon égard ;*
- ❖ *Je proposé mon mémoire a mon trésor mon père*
- ❖ *A ma grand-mère et mon grand père*
- ❖ *A mes frères DIA et KHALIL et ma sœur HANA*
- ❖ *A toute la famille : TOUALBIA ACHOURI ;*
- ❖ *A mes amis (es) : ABDOU, ABDEKADER, MISSOUM, BAKER, YACINE , SELMAN, AZZEDINE, NADIR, AMINE, HAIDER, NASSIM, RAFIK, OMAR, MAHMOUD L3ABD*
- ❖ *A tous mes collègues de l'ENSH*
- ❖ *A tous les ba3ninois*
- ❖ *Tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin dans ma formation .*
- ❖ *A tous mes amis*

TOUALBIA BAHJA EDDINE AHMED .

∞ Remerciement ∞

Avant tout, je remercie DIEU qui a illuminé mon chemin et qui m'a armé de courage pour achever mes études.

Et « quiconque ne remercie pas les gens, ne remercie pas Dieu »

Au terme de cette étude, je tiens à exprimer mes vifs remerciements :

** A ma promotrice M^{lle} : SALHI CHAHRAZED pour ces conseils et ses consultations qui m'ont tout aidé a la réalisation de mon projet. Je tiens aussi à remercier tout le personnel d'ANRH de la wilaya de BLIDA.*

** A tout le corps enseignants et le personnel de l'ENSH qui ont contribuer de près où de loin a ma formation.*

** A mon amis ABDEKADER qui m'a beaucoup aidé .*

** Aux membres de jury qui auront à juger et à apprécier ce travail.*

** Je tiens aussi a remercier mes amis qui ma aidé pendant la réalisation de projet.*

TOUALBIA BAHJA EDDINE

_____:

إنَّ الهدف من إنجاز أطروحة نهاية دراستي يندرج ضمن السياسة الحالية المتعلقة بتسيير المساحات المسقية بجهة الذي يسعى إلى تحقيق مردودًا معتبرًا من ناحية الاستثمار، مُعبرًا عن أفضل فعالية لتقنيات السقي من جهة، تسيير أنجع و مُحافضًا على الموارد المائية و نوعية الثربة من جهة أخرى. و هذا لن يتأتى إلا بتبني أنظمة سقي حديثة و التي فرضت فعليتها، نذكر على سبيل المثال : السقي بالتنقيط الأكثر تطورًا في الآونة الأخيرة نتيجه هذه الأنظمة من محاسن هو تحقيقها لاقتصاد معتبر للمياه. و من بين ما تتميز

Résumé :

L'objectif de mon mémoire de fin d'études rentre dans le caractère de la politique actuelle de la gestion des périmètres irrigués de la Mitidja; de façon à atteindre un rendement élevé de l'investissement, traduisant une meilleure efficacité du système d'irrigation d'une part, une meilleure gestion et préservation des potentialités : ressources en eau et ressources en sol d'autre part. Cela par adoption des systèmes d'irrigation modernes qui ont imposé leur fiabilité, à savoir : l'irrigation localisée le mieux développés avec l'évolution de la science et de la technologie. Ces systèmes présentent de multiples avantages, comme l'importante économie d'eau.

Abstract :

The aim of my present work has an aspect of the actual policy of the irrigated areas management in a way to attain a high investment feedback of Mitidja, showing a better efficiency of the irrigation system from one part, and a better management and potentialities preservation: water resource and ground resources from the other part. This by adoption of modern irrigation system which their reliability: localized irrigation the most developed with the evolution of science and technology. These systems present many advantages like the important water saving.

SOMMAIRE

PAGE

INTRODUCTION GENERALE

CHAPITRE I : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

I.1 EVOLUTION DE L'IRRIGATION.....	1
I.2 SYSTEM D'IRRIGATION.....	2
I.2.1 Irrigation gravitaire	2
I.2.1.a L'arrosage par ruissellement (par planches ou par calant).....	2
I.2.1.b L'arrosage par infiltration (à la raie).....	2
I.2.2 Irrigation par aspersion	2
I.2.2.a Equipement classique : Rampes rigides déplaçables	2
I.2.2.b Equipement Semi –Mobile avec rampes souples et asperseurs sur traineaux.....	2
I.2.2.c Equipement semi –fixe avec rampe souples et asperseurs sur traineaux.....	2
I.2.3 Irrigation par apports localisés	3
I.3 PERIMETRE D'IRRIGATION.....	3
I.3.1. Dans le monde	3
I.3.2. situation en Algérie.....	5
1.4 ROLE DE L'IRRIGATION DANS LA PRODUCTION ALIMENTAIRE.....	10
I.5 LES PRELEVEMENTS EN EAU POUR L'IRRIGATION DANS LES ANNEES A VENIR.....	11
I.6 FUTURS INVESTISSEMENTS EN IRRIGATION.....	12
CONCLUSION	13

CHAPITRE II : DESCRIPTION DE LA ZONE D'ETUDE

INTRODUCTION

II.1 LOCALISATION GEOGRAPHIQUE.....	14
II.2 PRESENTATION DU PERIMETRE LA MITIDJA CENTRE-TRANCHE II.....	14
II.3 RESSOURCES EN EAU.....	16
II.4 TOPOGRAPHIE.....	18
II.5 SOLS.....	19
II.6 HYDROGRAPHIE.....	20
II.7 VEGETATION.....	20
II.8 HYDROGEOLOGIE.....	21
II.9 CLIMATOLOGIE DE LA ZONE D'ETUDE.....	21

II.9.1 La pluviométrie.....	21
II.9.2 Température de l'air.....	22
II.9.3 Humidité relative.....	22
II.9.4 Evaporation.....	23
II.9.5 Tension de vapeur.....	23
II .9.6 Le vent.....	24
II.9.7 Insolation.....	24
II.9.8 Gelée blanche.....	24
II.9.9 Le diagramme ombrothermique de Gausson	25
II.10 AJUSTEMENT DES PRECIPITATIONS	25
II.10.1 Choix du type de loi.....	25
II.10.2 Ajustement à la loi normale (Gauss)	26

CONCLUSION 31

CHAPITRE III : CALCULE DES BESOINS

INTRODUCTION 32

III.1 CULTURES ADAPTEES A LA ZONE.....	32
III.2 CHOIX DES CULTURES.....	33
III.3 BESOIN EN EAU DU PERIMETRE.....	34
III.3.1 L'évapotranspiration potentielle ou de référence (ETP ou ET0):	34
III.3.2 L'évapotranspiration réelle ou de culture (ETR ou ETC)	34
III.3.3 Calcul de L'évapotranspiration potentielle ou de référence.....	35
III.3.4 Calcul de la pluie efficace.....	37
III.3.5 Estimation des besoins en eau des cultures choisies.....	39
III.4 COMPARAISON OFFRE – DEMANDE.....	44
III.5 DESCRIPTION DU SCHEMA D'AMENAGEMENT PROPOSE.....	44
III.5.1 Système de dérivation Harrach-Douera.....	44
III.5.2 Système Mazafran-Douera.....	44

Conclusion 46

CHAPITRE IV : DECOUPAGE DES ILOTS ET DIMENSIONNEMENT

Introduction 48

IV.1 DECOUPAGE EN SECTEURS.....	48
---------------------------------	----

IV.2 DECOUPAGE DES ILOTS.....	48
IV.3 TAILLE DES ILOTS D'IRRIGATION.....	49
IV.4 CONCEPTION GENERALE DU RESEAU.....	49
IV.4.1 Implantation des Bornes.....	49
IV.4.2 Principes du Tracé.....	50
IV.5 DEBITS DE CALCUL.....	51
IV.5.1 Débits à la borne.....	51
IV.5.2 Débits des conduites.....	52
IV.6 PRESSION A LA BORNE.....	52
IV.7 PRINCIPE DE DIMENSIONNEMENT DU RESEAU DE DISTRIBUTION.....	52
IV.7.1 Débit spécifiques.....	53
IV.7.2 Le débit caractéristique.....	54
IV.8 CONDUITES.....	56
IV.8.1.Pertes de charges.....	56
IV.8.2 Diamètres.....	57
IV.8.3 Pression caractéristique des canalisations.....	57
IV.8.4 Vitesses.....	58
IV.9 LE RESEAU D'IRRIGATION.....	59
IV.9.1 Rôle et fonction du réseau d'irrigation.....	59
IV.9.1.1 Type de réseau.....	59
IV.9.1.2- Choix du type de réseau.....	59
IV.9.1.3 Choix du matériau.....	60
IV.9.1.4 Matériau des Conduites.....	60
IV.9.1.5 Assemblage des conduites.....	60
IV.9.1.6 Les raccords.....	60
IV.9.2 Borne d'irrigation.....	60
IV.9.2.1 Fonction de la borne.....	60
IV.9.2.2 Borne collective.....	62
IV.9.2.3 Configuration des bornes.....	63
IV.9.2.4 Répartition des bornes par type.....	65
IV.10 APPAREILLAGE DES CONDUITES.....	65
IV.10.1 Vannes de Sectionnement.....	65
IV.10.2Vannes de Régulation Aval.....	66

IV.10.3 Ventouses.....	66
IV.10.4 Vidanges.....	66
IV.10.5 Soupapes de Décharge Anti-Bélier.....	67
IV.10.6 Trous d'Homme.....	67
CONCLUSION	68
CONCLUSION GENERALE	

LISTE DES TABLEAU

PAGE

CHAPITRE I : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Tableau I.1 Potentialités en superficies totales, agricoles et irriguées.....	3
Tableau I.2 Superficies irriguées dans le monde	4
Tableau I.3 Liste des grands périmètres irrigués (GPI) en Algérie.....	8
Tableau I.4 Répartition des superficies irriguées, par systèmes, par cultures et par ouvrages.....	9
Tableau I.5 Evolution des superficies irriguées	10

CHAPITRE II : DESCRIPTION DE LA ZONE D'ETUDE

Tableau II.1 Répartition moyenne mensuelle des précipitations	22
Tableau II.2 Répartition mensuelle Tmin et Tmax	22
Tableau II.3 Répartition mensuelle de l'humidité relative de l'air en %	23
Tableau II.4 Répartition mensuelle de l'évaporation moyenne	23
Tableau II.5 Répartition mensuelle de la tension de vapeur	24
Tableau II.6 Vitesse du vent	24
Tableau II.7 Répartition moyenne mensuelle de l'insolation	24
Tableau II.9 Valeurs des températures et des pluies moyennes mensuelles	25
Tableau II.10 : les données pluviométriques Boufarik.....	26
Tableau II.11 : Ajustement à la loi de gauss.....	28
Tableau II.12 Précipitations fréquentielles.....	29
Tableau II.13 Précipitations mensuelles moyenne de l'année de calcul.....	31

CHAPITRE III : CALCULE DES BESOINS EN EAU

Tableau III.1 Cultures choisies.....	34
Tableau III.2 Evapotranspiration de référence selon la méthode Penman&Monteith.....	37
Tableau III.3 Précipitations efficaces dans les zones de projet.....	38
Tableau III.4 Besoins en eau du blé.....	39
Tableau III.5 Besoins en eau du sorgho.....	39
Tableau III.6 Besoins en eau du l'orge	40
Tableau III.7 Besoins en eau de la tomate.....	40
Tableau III.8 Besoins en eau de la pomme de terre.....	41
Tableau III.9 Besoins en eau de la pêche.....	41
Tableau III.10 Besoins en eau de l'olivier.....	42

Tableau III.11 Besoins en eau de la pomme	42
Tableau III.12 Récapitulatif des besoins en eau des cultures pour chaque mois.....	43

CHAPITRE IV : DECOUPAGE DES ILOTS ET DIMENSIONNEMENT

Tableau IV.1 Débit fictif continu (l/s/ha) dans le mois de pointe pour chaque culture.....	53
Tableau IV.2 Débit caractéristique à chaque borne.....	56
Tableau VI.3 Constantes de calcul des pertes de charge.....	57
Tableau IV.4 Seuils des vitesses admissibles en fonction des diamètres.....	58
Tableau IV.5 DIAMETRE DE LA BORNE.....	64

LISTE DES FIGURES

PAGE

CHAPITRE I : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Fig I.1 Réaction type des cultures céréalières à l'apport en eau.....	11
---	----

CHAPITRE II : DESCRIPTION DE LA ZONE D'ETUDE

Fig II.1 Localisation du périmètre de la Mitidja centre	15
Fig II.2 décomposition de la plaine de la Mitidja centre	16
Fig II.3 Limites du périmètre de la Mitidja centre tranche II.....	17
Fig II.4 Plan topographique de la zone	18
Fig II.5 Analyse pédologique de la zone d'étude.....	19
Fig II.6 Diagramme de Gaussen	25
Fig II.7 Allure d'ajustement a la loi normale.....	30

CHAPITRE III : CALCULE DES BESOINS EN EAU

Fig III.1 Schéma de la conduite du transfert Harrach -Douéra.....	46
---	----

CHAPITRE IV : DECOUPAGE DES ILOTS ET DIMENSIONNEMENT

Fig IV.1 Localisation du Sous secteur DR41.....	51
Fig IV.2 Loi des débits.....	56

INTRODUCTION GENERALE

Le début du 21^{ème} siècle s'annonce sous le signe d'une aggravation des pénuries d'eau ; le monde en général et l'Algérie en particulier sont en traîne de subir ces dernières années des changements climatiques défavorables (précipitations faibles, évaporations intenses,...etc.).

L'impact négatif de ces conditions sur l'ensemble des activités socio-économiques révèle que la politique de l'eau doit être considérée comme un élément essentiel dans la stratégie du développement.

La recherche des ressources en eau est toujours plus importante pour les besoins humains, elle conduit de plus en plus à l'implantation de captages. Les eaux théoriquement protégées proviennent des nappes souterraines, ces ressources, lorsque elles sont potables seront « idéales » pour la consommation, mais malheureusement elles sont de plus en plus soumises aux contaminations chimiques (Nitrates, détergents, pesticides, métaux,...etc.) et parfois microbiennes provoquées par le développement des industries, de l'agriculture et de la population.

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre mémoire de fin d'étude. En effet le périmètre de la metidja est une riche entité agricole où l'on pratique une agriculture de type agropastorale. Cependant seule la céréaliculture prédomine et quelques cultures vivrières sont pratiquées faute d'eau.

La mobilisation de l'eau au niveau du barrage de DOUERA a partir de barrage de Harrache et Mazafran peut permettre actuellement la mise en place d'un système d'adduction et de distribution d'eau à travers l'ensemble du périmètre.

Notre travail est abouti comme suit pour éteindre notre objectif :

Après une introduction, le premier chapitre est consacré à une recherche bibliographique sur les études similaires réalisées dans ce domaine ;

Le deuxième chapitre est consacré à la présentation du périmètre d'étude et l'analyse des données pluviométriques

Le troisième chapitre traite le calcul des besoins en eaux du périmètre et notre schéma d'aménagement

En fin Le quatrième chapitre est consacré à porter sur le dimensionnement de ce réseau d'irrigation et de distribution moyennant logiciel et lois hydrauliques applicables à nos conditions naturelles et techniques

CHAPITRE I

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

I.1 EVOLUTION DE L'IRRIGATION

L'agriculture, une activité traditionnelle et fondamentalement vitale, est à l'origine de l'émergence des civilisations et donc du développement qui s'en est suivi. Elle s'était développée là où les conditions hydro-pédologiques étaient naturellement aptes à la culture. Ainsi les anciens peuples se sont sédentarisés en pratiquant l'irrigation pour subvenir à leurs besoins vitaux de plus en plus croissants et se prémunir des éventuelles années de "vaches maigres". Les rives de lacs, de fleuves et de mers ont favorisé des pôles de peuplements humains, animaux et végétaux. Des cités antiques comme Sumer, Akkad et Ur ont été parmi les premiers peuplements établis autour du Tigre et de l'Euphrate où se pratiquait déjà l'agriculture irriguée. La prospérité d'un peuple déclarait, il y a près de 4000 ans, Hammourabi, le sixième roi et fondateur de la première dynastie de Babylone dépend de l'irrigation. Le barrage légendaire de Yethreb au Yémen, un autre près du Nil sont considérés comme les premiers grands ouvrages de stockage d'eau. L'écope, le chadouf et la roue hydraulique ont été des inventions ayant favorisé le développement et l'invention des actuelles pompes hydrauliques. Beaucoup d'historiens soulignent assez clairement la corrélation entre la maîtrise de l'eau et la force des empires, devenus de véritables sociétés hydrauliques. La pratique de l'irrigation a assuré la longévité socio-économique de ces peuples en garantissant des surplus de production qui renforcèrent leur sécurité et leur prospérité. En revanche, l'irrigation mal maîtrisée avait engendré la désertification et la décadence (ZELLA, 2007).

Ce désir d'asservissement de l'eau n'est pas un fait isolé, il s'étend en effet à d'autres éléments de l'environnement humain. La nature et ses bouleversements posaient déjà trop d'énigmes à l'esprit des alchimistes Grecs, Romains, Chinois, Musulmans et d'autres, ce qui les a amenés à définir les relations entre le Feu, l'Air, l'Eau et la Terre. En témoigne l'hypothèse d'Empédocle d'Agrigente, au milieu du V^{ème} siècle av. J-C qui considéra que ces quatre éléments répondent aux apparences et aux états de la matière: La terre est le principe et le support de l'état solide et de la sécheresse. L'eau, obtenue soit par fusion ignée soit par dissolution est le principe et le support de l'état liquide et du froid. L'air, celui de l'état volatil et gazeux. Le feu, plus subtil, répond à la fois à la notion de fluide éthéré, support symbolique de la lumière, de la chaleur, des affinités (PNUE, 2003).

Les peuples sont devenus des agriculteurs artistes qui utilisaient tout leur potentiel sensoriel dans la production et la prévention. Leurs pieds arpentaient le sol, leurs yeux scrutaient le ciel et leurs mains caressaient le fruit. Cette expérience a été peu à peu oubliée au profit de la machine qui a réduit le contact direct de l'agriculteur et son impact sur le processus de production. Son art, sa force et son endurance sont légués à la machine et à la technologie. L'agriculture intensive a certes fait croître la production mais elle est de plus en plus remise en cause du fait de son impact négatif

sur l'environnement et autres domaines socio-économiques. L'agriculture biologique est devenu un label à grande valeur ajoutée.

I.2 SYSTEMES D'IRRIGATION

Les différentes techniques d'arrosage rencontrées dans le monde peuvent être ramenées à :

I.2.1 Irrigation gravitaire

Le ruissellement de l'eau créer par la pente du terrain naturel humecte le sol par percolation à travers ses pores. Cependant l'action les deux forces gravitationnelle et capillaire sur l'eau dans le sol la laisse en mouvement ce qui donne sa répartition dans le sol.

Parmi les techniques d'arrosages gravitaires on distingue :

a. Arrosage par ruissellement (par planches ou par calant)

L'irrigation par planches ou par calant sont des sous classes de l'irrigation par ruissellement. Le principe consiste à faire couler sur le sol une mince lame d'eau qui s'infiltrera verticalement jusqu'à l'humidification de la tranche voulue du sol.

b. Arrosage par infiltration (à la raie)

C'est une méthode qui consiste à faire distribué l'eau par des rigoles ou raies avec un débit relativement faible comparativement aux autres procédés. Dans cette méthode, une partie seulement du sol qui reçoit directement l'eau, le reste est humecté par infiltration latérale.

I.2.2 Irrigation par aspersion

Dans cette méthode l'eau parvient aux cultures sous formes de pluie artificielle grâce à des appareils alimentés en eau sous pression appelés (Asperseurs). Plusieurs dispositifs peuvent être envisagés. Parmi ces dispositifs, les plus répandus sont :

a. Equipement classique : Rampes rigides déplaçables

Les rampes sont constituées principalement par des tuyaux métalliques en alliage léger, disposés sur le sol équipés de raccords rapides et déboitables. Ces rampes portent des asperseurs montés sur des rallonges hauteurs adaptées aux cultures à irriguer.

b. Equipement Semi –Mobile avec rampes souples et asperseurs sur traineaux :

Les rampes sont identiques à celles utilisées dans l'équipement classique mais alimentant des batteries de traineaux portes –asperseurs par l'intermédiaire de tuyaux souples en matière plastique, la partie mobile est constituée par des traîneaux. Les rampes n'interviennent en déplacement qu'après avoir balayer toute la superficie irrigable par l'ensemble des asperseurs.

c. Equipement semi –fixe avec rampe souples et asperseurs sur trainaux :

C'est un équipement identique au précédent, sauf que la seule intervention consiste à déplacer les traineaux porte – asperseurs en les tractant par l'intermédiaire de tuyaux souples.

I.2.3 Irrigation par apports localisés :

L'eau est distribuée à la surface du sol par des goutteurs qui fournissent un débit faible pendant une longue durée.

I.3 PERIMETRES D'IRRIGATION

I.3.1 Dans le monde

A l'échelle mondiale, il est paradoxal de constater que les pays où les superficies irriguées sont les plus vastes n'engagent pas à affirmer qu'ils possèdent une agriculture développée. En effet, c'est dans les pays touchés par la mousson où la hauteur pluviométrique dépasse 3.5 m annuellement que l'on trouve la Chine au premier rang (84 700000 ha irrigués), suivie de l'Inde (32 300000 ha) et du Pakistan (14 300000 ha). Ces trois pays, à eux seuls, totalisent 57.9 % des terres irriguées dans le monde. L'Europe 11.5 %, l'Amérique du Nord et Centrale 10 %, le proche et moyen Orient 7.9 % et l'Afrique 3.4 % (Kettab et Zella, 2000). D'autres pays comme la Jordanie, Taiwan et Chypre ont un peu plus de 10000 ha.

Faut-il aussi signaler que plus de 50 % de la production agricole mondiale proviennent de l'agriculture irriguée et qu'il est quasi-impossible de s'attendre à une production dans des zones caractérisées par une aridité prolongée sans irrigation. L'irrigation traditionnelle est délaissée peu à peu au profit de la pratique de l'irrigation localisée. Les superficies dotées par la pratique de l'irrigation sont réparties dans le monde comme suit (tableau I.1).

Tableau I.1 Potentialités en superficies totales, agricoles et irriguées

Continent	Superficie Totale (Mha)	SAU (Mha)	SAU/ Superficie Totale	Superficie irriguée (Mha)	Superficie irriguée/ SAU (%)	Superficie drainée (Mha)
Amérique	3 798,6	370,5	09,75	40,75	10,99	64,56
Asie	3 001,9	527,3	17,56	183,51	34,80	54,72
Europe	2 172,7	290,9	13,40	23,46	8,06	46,06
Afrique	2 199,4	172,6	07,84	11,93	6,91	3,88
Océanie	801,1	53,9	06,72	02,66	4,93	2,17
Monde	13425,4	1497,4	11,15	271,68	18,14	190

(CIID, 2001)

SAU : Superficie Agricole Utile

Il apparaît clairement, selon les chiffres de la commission internationale de l'irrigation-drainage que l'Asie est le continent le plus irrigué, bien qu'il englobe assez de terres drainées. L'Amérique, la plus drainée n'est irriguée qu'à 11%. Ces deux continents (asiatique et américain)

sont les plus bénéficiaires du réseau hydrographique mondial. Les trois premiers continents drainent plus qu'ils n'irriguent, semblant souffrir plus d'un excès d'eau que d'un manque. En Océanie et en Afrique, les surfaces irriguées aussi bien que drainées sont les plus faibles.

Les superficies des terres agricoles potentielles non exploitées sont évaluées à 2,8 milliards d'hectares, qui conviendraient à différents degrés de production de cultures pluviales et permanentes, ce qui représente le double de la superficie actuellement exploitée.

Les terres irriguées représentent le un cinquième de la superficie totale agricole dans les pays en développement, fournissant les deux cinquièmes de la totalité de la production végétale et près des trois cinquièmes des céréales.

Les besoins alimentaires nécessitent une expansion de la superficie irriguée, estime la *FAO*, de 202 millions d'hectares entre 1997 et 1999 à 242 millions en 2030 (*FAO*, 2004). Depuis 1960, pas moins de 100 millions d'hectares de nouvelles terres irriguées ont été créés. L'irrigation dans les pays développés 69 représente le quart des superficies irriguées dans le monde. Le potentiel total d'irrigation dans les pays en développement est néanmoins estimé à quelques 402 millions d'hectares. Sur cette totalité, la moitié était exploitée entre 1997 et 1999, ce qui laisse un potentiel inutilisé de 200 millions d'hectares.

Les superficies irriguées utilisent 1500 Mm³ d'eau. Les plus vastes sont indiquées dans le tableau I.2. Les pays où les superficies irriguées sont les plus vastes, les techniques d'irrigation sont dominées par l'archaïsme. Ces pays (Chine, Inde et Pakistan) totalisent à eux seuls 58% des terres irriguées dans le monde.

Tableau I.2 Superficies irriguées dans le monde

Pays	Superficies irriguées (Mha)	%
Chine	76	28,8
Inde	44	16,2
Europe	31	12
Autres pays	30	11,2
USA	25	9,6
Moyen Orient et Afrique du Nord	23	8,7
Pakistan	15	5,8
Amérique latine et Caraïbes	14	5,4
Afrique subsaharienne	6	2,3
Total	264	100

(FAO, 2002)

Les 264 millions d'hectares (17% de la SAU) assurent 40% de la production alimentaire en utilisant 1500 Mm³, des engrais et une bonne dose de technicité. La productivité d'un hectare irrigué est trois fois plus grande que celle d'un hectare en pluvial. Néanmoins, c'est l'agriculture pluviale qui garantit 60% de la production mondiale mais en utilisant 83% des terres agricoles.

L'irrigation est donc un élément crucial pour les disponibilités alimentaires mondiales. Elle n'est pas la seule, la célérité de la croissance de la population, relativement à celle de la production, entraîne souvent le pays dans une situation de déficit alimentaire. La productivité agricole engendrée par un hectare irrigué dans les pays développés dépasse de deux à trois fois celle des pays en développement. Le rendement en céréales de l'Algérie, comparé à celui des pays ayant la même proportion de terre irriguée, est 10 fois plus faible que celui des Pays-Bas, 4 fois moins que celui d'Israël et 3 fois moins que celui du Liban dont les superficies irriguées sont respectivement 2 et 6 fois moins grandes que celle de l'Algérie.

En général, l'efficacité de l'eau est plus élevée là où la disponibilité de l'eau est plus faible. Cependant, en Amérique latine, elle n'est que de 25%. Elle est de 40% au Proche Orient et en Afrique du Nord est de 44% en Asie du Sud. La moyenne mondiale est de 38%. L'insuffisance de la production se traduira par la sous alimentation de la population ou par une importation massive des produits agricoles. La production vivrière doit augmenter de 60% pour combler les déficits nutritionnels causés par la croissance démographique. L'efficacité d'utilisation de l'eau d'irrigation à l'échelle mondiale doit augmenter en moyenne à 42%.

I.3.2. situation en Algérie

La superficie totale de l'Algérie est de l'ordre de 238.17 millions d'hectares qui est répartie (MADR, 2002) comme suit:

- Les terres improductives non affectées à l'agriculture (terres non susceptibles d'être cultivées ou pacagées) avec une superficie de 190.1 millions d'hectares représentant 80 % de la superficie totale du pays.
- Les terres utilisées par l'agriculture avec une superficie de 40.8 millions d'hectares, dont 33.3 millions d'hectares susceptibles d'être utilisées et 7.5 millions d'hectares comme superficie cultivée ce qui représentent respectivement 14 et 3 % de la superficie du territoire national.
- Le reste des terres comprenant d'une part les terres forestières (bois, forêt, maquis ...) avec 4.2 millions d'hectares et d'autres part les zones alfatières avec 2.9 millions d'hectares. Ces deux catégories représentent respectivement 1.7 % et 1.3 % de la superficie totale de l'Algérie.
- La superficie agricole utile (S.A.U) qui représente que 3 % de la superficie globale (localisée pour la plupart dans la partie Nord du pays) est en baisse, depuis les années soixante, de plus de

200.000 hectares, cette superficie est difficilement extensible étant donné les contraintes naturelles. En tenant compte de l'évolution démographique, le capital foncier n'a pas bénéficié de tous les efforts nécessaires pour sa préservation. La S.A.U. par tête d'habitant est passée de 0,63 hectare en 1967 à 0,36 en 1982, ce ratio a atteint 0,20 en l'an 2000. A titre de comparaison, la S.A.U. par tête d'habitant est de 0,55 hectare en Espagne, 0,50 hectare en Grèce, 0,42 hectare en France et 0,19 hectare en Italie.

L'Algérie a investi dans les études des aménagements hydro agricole, les travaux et l'exploitation des grands périmètres d'irrigation pour étendre la superficie totale agricole, parmi les études les plus importantes sont :

- **« Etude d'aménagement hydro agricole du périmètre de Chemora sur 16 930 Ha, wilayas de Batna et Oum el Bouaghi »**, cette étude a été réalisée en 2006 par le bureau d'étude Hamza International Algérie et Hamza Associates Egypte. Le périmètre est situé dans les wilayas de Batna et Oum el Ouaghi, il a une superficie de 16 930 Ha irrigué à partir du barrage d'Ourkis pour un volume alloué de 90,4 Hm³. Ce périmètre est actuellement en phase des travaux de réalisation.
- **« Etude d'aménagement hydro agricole du périmètre de Beni Slimane sur 2000 Ha, wilaya de Médéa »**, cette étude a été réalisée en 2005 par le bureau d'étude TEC CUATRO SA (Espagne). Le périmètre est situé dans la wilaya de Médéa, il a une superficie de 2000 Ha irrigué à partir du barrage d'Oued Mellah pour un volume régularisé de 8 Hm³.
- **« Etude d'aménagement hydro agricole de l'oued Sahel et du plateau d'El Asnam, wilayas de Bouira et Béjaia »**, cette étude a été réalisée en 1992 par le groupement des bureaux d'études CERSAB/ENHYD. Le périmètre est situé dans les wilayas de Bouira et Béjaia, il a une superficie de 885 Ha irrigué à partir des barrages de Tichy Haf et Tilesdit ainsi que les forages. Ce périmètre est actuellement en phase des travaux de réalisation.
- **« Etude d'aménagement hydro agricole des plaines sétifiennes sur 15 800 Ha »**, cette étude a été réalisée en 2007 par le bureau d'études TEC CUATRO SA (Espagne). Le périmètre est situé dans les wilayas de Bordj Bourreridj et Sétif, il a une superficie de 15 800 Ha irrigué à partir Du transfert Ouest Ighil Emda-Mahouane.
- **« Etude d'aménagement hydro agricole du périmètre de Sahel Algérois sur la wilaya de Tipaza »**, cette étude a été réalisée en 1995 par le groupement des bureaux d'études ENHYD/BRL. Le périmètre est situé dans la wilaya Tipaza, il a une superficie de 5000 Ha irrigué à partir du barrage de Boukerdane.

- « **Etude d'aménagement hydro agricole du périmètre Ouled Fadhel, wilaya de Batna et Khenchla**», cette étude a été réalisée en 2003 par le bureau d'études ENERGO PROJEKT/YOUGOSLAVIE. Le périmètre est situé dans les wilayas de Batna et Khenchla, il a une superficie de 11000 Ha irrigué à partir du barrage de Koudiete Medaouar.
- « **Etude d'aménagement hydro agricole du périmètre Tafna Isser et Hennaya, wilaya de Tlemcen**», cette étude a été réalisée en 2002 par le bureau d'études ENHYD/Algérie. Le périmètre est situé dans les wilayas de Tlemcen, il a une superficie de 7600 Ha irrigué à partir du barrage de Sikak et Hammam Boughrara et la STEP de Tlemcen pour le périmètre de Hennaya qui est actuellement en exploitation.
- « **Etude d'aménagement hydro agricole du périmètre de Batna Ain Touta, wilaya de Batna**», cette étude a été réalisée en 2006 par le groupement des bureaux d'études STUDI INTERNATIONAL (Tunisie) /NINSHAND (Afrique du Sud). Le périmètre est situé dans les wilayas de Batna, il a une superficie de 6100 Ha irrigué à partir du transfert de Beni Haroune, barrage de Koudiete Medaouar pour un volume alloué de 45,8 Hm³.

Le tableau I.3 montre les grands périmètres en Algérien (GPI) qui sont en exploitation, leurs superficies irriguées, irrigables et souscrites.

Tableau I.3 Liste des grands périmètres irrigués (GPI) en Algérie

Direction régionale	Périmètres	Surface souscrite (ha)	Surface irrigable (ha)	Surface irriguée (ha)
Oranie	Habra	5 630,66	7000,00	5 535,71
	Sig	4445,72	5500,00	4 298,83
	Brézina	145,00	1000,00	140,00
Cheliff	Haut cheliff	2939,93	19 746,00	2 939,93
	M'ghila	84,00	300,00	84,00
	Dahmouni	1 055,50	1 154,00	1 055,50
	Bougara	53,00	757,00	53,00
	Amra Abadia	1 681,09	7 220,00	1 681,09
	Moyen Cheliff	3 834,52	18 818,00	3 834,52
	Bas Cheliff	3 074,36	14 576,00	3 064,91
	Mina	4 589,67	7 681,00	4 589,64
Algérois	Hamiz	1 337,60	11 120,00	1 334,45
	Mitidja Ouest I	1 257,86	7 872,00	1 256,96
	Mitidja Ouest II	2 067,46	13 401,00	2008,52
	Sahel Algérois	359,00	2 570,00	347,50
Constantinois	Bouamoussa	1 842,95	13 850,00	1842,95
	Guelma Bouchegouf	2 851,07	9 200,00	2 851,07
	Saf Saf	869,10	5 386,00	869,10
	Zit Emba	987,75	2 010,00	987,75
	Jijel	158,07	2000,00	158,07
	Sedrata	70,70	2 870,00	70,70
Sahara	Oued Righ I	3 302,00	3 302,00	3 302,00
	Ouede Righ II	2 500,00	2 500,00	2500,00
	Outaya	1 075,75	1 137,00	1 272,00
	Total	46 212,76	160 970,00	46 087,68

(ONID, 2011)

L'eau est également un facteur limitant, les terres irriguées représentent environ 835,197 hectares soit près de 7% du total de la S.A.U. Cette superficie est en régression compte tenu des terres perdues au profit des autres secteurs et qui se situent pour la plupart dans les zones irriguées du littoral et des plaines.

Le secteur irrigué est caractérisé par la variété des ressources hydrauliques exploitées (grands barrages, barrages collinaires, forages, etc.), ce qui impose des différences de taille, de configuration, d'équipement et de type de gestion de ces périmètres. De même les modes d'exploitation et les niveaux d'intensification agricole sont inégaux et dépendent des conditions

climatiques et socio-économiques régionales. La répartition de cette superficie irrigable entre les différentes sources et différentes cultures et différents systèmes d'irrigation est représentée dans le tableau I.4 ci-dessous.

Tableau I.4 Répartition des superficies irriguées, par systèmes, par cultures et par ouvrages

Désignation		Superficie irriguée (ha)		Evolution
		2005	2006	2006/2005 (%)
Par Système	Irrigation gravitaire	524 503	480 653	-8,36
	Irrigation par aspersion	153 006	175 056	14,41
	Irrigation localisée (goutte à	147 697	179 488	21,52
Superficie totale irriguée		825 206	835 197	1,21
Par Culture	Cultures maraîchères irriguées	267 476	266 997	-0,18
	Arboriculture irriguée	373 486	396 222	6,09
	Culture fourragère irriguée	62 183	57 695	-7,22
	Cultures industrielles irriguée	21 408	18 590	-13,16
	Céréales irriguées	91 242	84 671	-7,20
	Autres cultures irriguées	9 411	11 022	17,12
Superficie totale irriguée		825 206	835 197	1,21
Par Ouvrage	Irrigation à partir des forages	385 909	369 206	-4,33
	Irrigation à partir des puits	253 749	275 689	8,65
	Irrigation à partir des barrages	38 577	50 067	29,78
	Irrigation à partir des petits barrages et retenues collinaires	7 119	11 629	63,35
	Irrigation à partir des sources	27 837	30 297	8,84
	Irrigation à partir des pompages au fil de l'eau	72 082	76 256	5,79
	Irrigation par épandage de crue	39 933	22 053	-44,77
Superficie totale irriguée		825 206	835 197	1,21

(MADR, 2006)

La superficie totale irriguée à fin 2006 s'élève à **835 197 ha** contre **825 206 ha** en 2005, soit une évolution de **1.21 %**.

Par système d'irrigation, la situation se présente comme suit :

- Superficies irriguées par système d'irrigation gravitaire : 480 653 ha.
- Superficies irriguées par système d'irrigation par aspersion: 175 056 ha.

Tableau I.5 Evolution des superficies irriguées

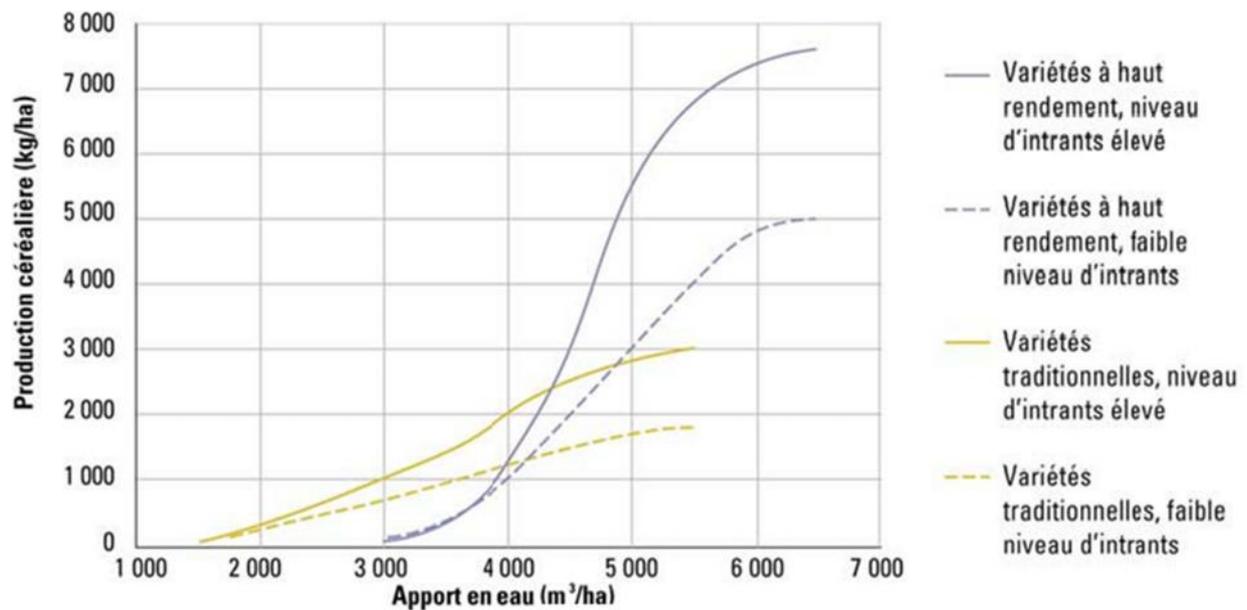
Année	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Evolution 2006/2005 (%)
Superficie irriguée (ha)	350 000	617 427	644 978	722 320	793 337	825 206	835 197	1,21

(MADR, 2006)

Le tableau I.5 nous montre la nette évolution du potentiel en terres irriguées, passant de **350 000 ha** en 2000 à **835 197 ha** en 2006.

I.4 Rôle de l'irrigation dans la production alimentaire

En agriculture irriguée, l'eau utilisée par les cultures est partiellement ou totalement fournie par l'homme. L'eau d'irrigation est prélevée sur un point d'eau (rivière, lac ou nappe aquifère) et conduite jusqu'au champ grâce à une infrastructure de transport appropriée. Pour satisfaire leurs besoins en eau, les cultures irriguées bénéficient à la fois de l'apport d'eaux de pluie naturelles plus ou moins fiables et de celui d'eaux d'irrigation. L'irrigation constitue un outil de gestion efficace contre les aléas des précipitations. Elle permet de choisir des variétés à haut rendement en appliquant les fertilisants nécessaires, ainsi que les traitements de lutte contre les ravageurs et d'autres intrants, et rend ainsi ces cultures économiquement intéressantes. Elle a pour effet de favoriser l'augmentation des rendements. La figure 1 illustre l'augmentation type des rendements d'une culture de céréale en réaction à un bon apport en eau, ainsi que la synergie entre irrigation, variétés et intrants. L'irrigation est cruciale pour les ressources alimentaires mondiales. En 1998, les terres irriguées représentaient environ un cinquième de l'ensemble des terres arables dans les pays en développement, mais produisait les deux cinquièmes de toutes les récoltes et près de trois cinquièmes de la récolte céréalière.



Source: Smith 2001

Fig I.1 Réaction type des cultures céréalières à l'apport en eau

I.5 PRELEVEMENTS EN EAU POUR L'IRRIGATION DANS LES ANNEES A VENIR :

Dans les pays en développement, les prélèvements en eau pour l'irrigation devraient augmenter d'environ 14 pour cent en passant de 2 130 km³ par an actuellement à 2 420 km³ en 2030. Cette constatation, procède spécifiquement des évaluations individuelles réalisées pour chaque pays en développement. Les superficies irriguées récoltées (la superficie cumulée de toutes les cultures sur une année) devrait s'accroître de 33 pour cent, de 257 millions d'hectares en 1998 à 341 millions d'hectares en 2030.

L'augmentation disproportionnée des superficies récoltées s'explique par l'amélioration prévue de l'efficacité d'irrigation, qui entraînera une diminution des prélèvements bruts en eau d'irrigation par hectare cultivé. Un faible pourcentage de cette réduction reflète les changements que connaît la Chine en matière de systèmes de culture, puisque l'évolution des préférences des consommateurs provoque une diminution de la part relative de la production de riz au profit de celle du blé.

Bien que certains pays aient atteint des niveaux extrêmes d'utilisation de l'eau pour l'agriculture, l'irrigation représente encore une part relativement faible de l'ensemble des ressources en eau des pays en développement. L'augmentation prévue des prélèvements en eau ne modifiera pas sensiblement la situation. Toutefois, il existe déjà, à l'échelle locale, de graves cas de pénurie d'eau, en particulier dans la région du Proche-Orient/Afrique du Nord et dans de vastes zones en Asie.

Parmi les quatre-vingt-treize pays en développement étudiés par la FAO, dix utilisent déjà plus de 40 pour cent de leurs ressources en eau renouvelables pour l'irrigation, un seuil qui marque le moment où les pays doivent en général faire un choix difficile entre leur secteur agricole et l'approvisionnement en eau de leurs villes. Huit autres pays utilisent plus de 20 pour cent de leurs ressources, un seuil qui peut servir d'indicateur d'une pénurie d'eau imminente. D'ici 2030, l'Asie du Sud aura atteint le niveau des 40 pour cent, et la région du Proche-Orient/Afrique du Nord un pourcentage de 58 pour cent. Par contre, en 2030, la proportion des ressources en eau renouvelables allouées à l'irrigation restera vraisemblablement bien en dessous des seuils critiques en Afrique sub-saharienne, en Amérique latine et en Asie de l'Est (FAO, 2004).

I.6 FUTURS INVESTISSEMENTS EN IRRIGATION :

Dans de nombreux pays en développement, les investissements réalisés dans les infrastructures d'irrigation ont utilisé une part conséquente du budget global de l'agriculture pendant la seconde moitié du vingtième siècle. Le coût unitaire du développement de l'irrigation varie selon les pays et les types d'infrastructure d'irrigation, et s'échelonne en général entre 1 000 \$E.-U. et 10 000 \$E.-U. par hectare, bien qu'il puisse atteindre dans des cas exceptionnels 25 000 \$E.-U. par hectare (ces prix ne comprennent pas le coût du stockage de l'eau car le coût de la construction des barrages varie avec chaque cas). C'est en Asie que les coûts d'investissement dans l'irrigation sont les plus faibles, car c'est là que les aménagements sont les plus nombreux et que par conséquent des économies d'échelle sont possibles. Les projets d'irrigation les plus coûteux se trouvent en Afrique sub-saharienne, où les systèmes d'irrigation sont en général de dimensions plus modestes et où la mise en valeur des ressources en terre et en eau coûte plus cher.

A l'avenir, l'expansion des terres irriguées devrait représenter un investissement annuel d'environ 5 milliards de \$E.-U., mais l'essentiel de l'investissement dans l'irrigation, soit entre 10 et 12 milliards de \$E.-U. par an, servira certainement à la nécessaire réhabilitation et modernisation des périmètres irrigués vieillissants qui ont été construits entre 1960 et 1980. Dans les années 90, l'investissement dans le stockage de l'eau d'irrigation a été estimé à environ 12 milliards de \$E.-U. (CMB, 2000). On peut donc estimer que les effets opposés de l'affaiblissement de la nécessité de développer l'irrigation et de l'augmentation du coût unitaire du stockage de l'eau se traduiront par un investissement annuel qui devrait varier entre 4 et 7 milliards de \$E.-U. au cours des trente prochaines années.

En règle générale, les chiffres de l'investissement ne comprennent pas la part fournie par l'agriculteur sous forme d'aménagement des terres et d'irrigation à la ferme, qui peut représenter jusqu'à 50 pour cent de l'investissement total. Dans l'ensemble, on estime que l'investissement

annuel dans l'agriculture irriguée sera par conséquent compris entre 25 et 30 milliards de \$E.-U., soit environ 15 pour cent des investissements annuels prévus dans le secteur de l'eau (FAO, 2004).

CONCLUSION

L'irrigation est nécessaire quand les apports naturels en eau ne permettent pas de combler les besoins alimentaires; elle est adoptée pour utiliser moins de terres. C'est un régime intensif qui doit assurer un rendement maximal sur tous les plans (économique, agronomique, social et environnemental). L'irrigation est concurrencée par d'autres secteurs utilisateurs d'eau, jugés prioritaires. Elle est souvent déclassée par cette mondialisation rampante qui offre des produits alimentaires à bas prix et renvoie au chômage les agriculteurs traditionnels. Les zones où la rareté de l'eau est manifeste sont les premières victimes et où les irrigants doivent répondre à un cahier de charge des plus sévères dont la rentabilité est le maître mot.

CHAPITRE II

DESCRIPTION DE LA ZONE D'ETUDE

INTRODUCTION

Ce chapitre a pour but de décrire la zone d'étude avec les différents paramètres climatologiques, sont principalement : les précipitations, la température, le vent, l'humidité relative de l'air, l'insolation,... Tous ces facteurs climatiques conditionnent d'une manière particulière le développement des végétaux. Il est important donc de connaître chacune de ces composantes, afin d'adapter les cultures au type de climat et sous lequel certaines pratiques doivent être prévues pour assurer une bonne production.

Les données de la zone d'étude sont celles des observations effectuées sur les principales stations hydro pluviométrique de l'Agence Nationale Des Ressources Hydrauliques (ANRH) et l'Office National de la Météorologie (ONM) et plusieurs études qui sont fait dans la zone de la Metidja.

II.1 LOCALISATION GEOGRAPHIQUE

La plaine de la Mitidja est une vaste plaine uniforme qui s'étend sur une largeur moyenne de 15 km et sur une longueur d'environ 90 km, depuis Hadjout à l'Ouest jusqu'à l'Oued Boudouaou à l'Est.

Elle est limitée au Sud par les piémonts de la chaîne montagneuse de l'Atlas Blidéen et au Nord par le Sahel, bande collinaire de quelques kilomètres de large qui borde la mer Méditerranée et sur laquelle est située la ville d'Alger. La baie d'Alger, à l'Est de la ville, coupe le Sahel, et le divise ainsi en deux parties: le Sahel Ouest et le Sahel Est (ou Petit Sahel).

L'aire de la présente étude porte sur le périmètre de Mitidja Centre et couvre une superficie équipée de 17 200 ha environ, il s'étend sur les deux Wilayas d'Alger et Blida (Figure II.1).

La plaine de la Mitidja centre, en raison de sa proximité de la capitale, subit actuellement un développement urbain et industriel important. Les terres agricoles ne représentent à l'heure actuelle que 72% de la superficie totale de l'aire d'étude. De point de vue aménagement hydro agricole, elle est délimitée par l'oued Chiffa et Harrach.

II.2 Présentation du périmètre la Mitidja centre-tranche II:

La plaine de la Mitidja centre est décomposé en deux périmètres (Figure II.2):

1. Périmètre de la Mitidja centre tranche I : contient deux secteurs
 - Le secteur DR1 d'une superficie de 3.332 ha est situé dans au Sud de la Wilaya de Blida à environ 50 km d'Alger
 - Le secteur DR2 d'une superficie de 3.758 ha est situé à l'Est de la Wilaya de Blida à environ 25 km d'Alger
2. Périmètre de la Mitidja centre tranche II (Figure II.2) : contient deux secteurs
 - Le secteur DR3 d'une superficie 6550 ha est situé au nord d'Alger
 - Le secteur DR4 d'une superficie 3540 ha est situé au Sud d'Alger

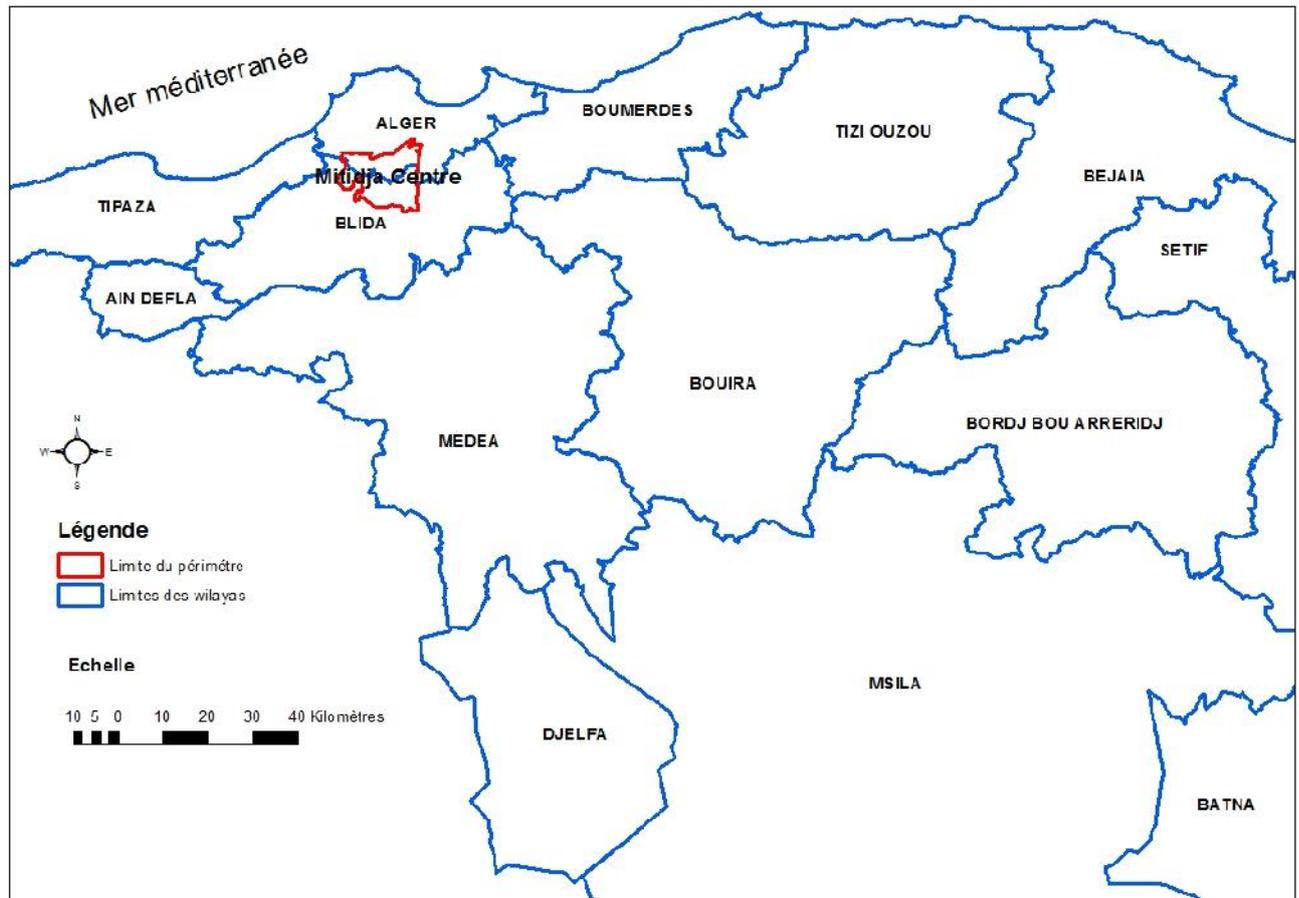


Fig II.1 Localisation du périmètre de la Mitidja centre

L'air d'étude dans le présent travail concerne le périmètre de la Mitidja centre tranche II. Il est limité par 11 communes (Figure II.3) à savoir :

Au Nord par Birtouta, Tassala el Merdja, Douera, Saoula et khraissia, au Sud par Boufarik et Chebli, à l'Est par baraki et sidi moussa, à l'Ouest par Mhemla et benkhelil .

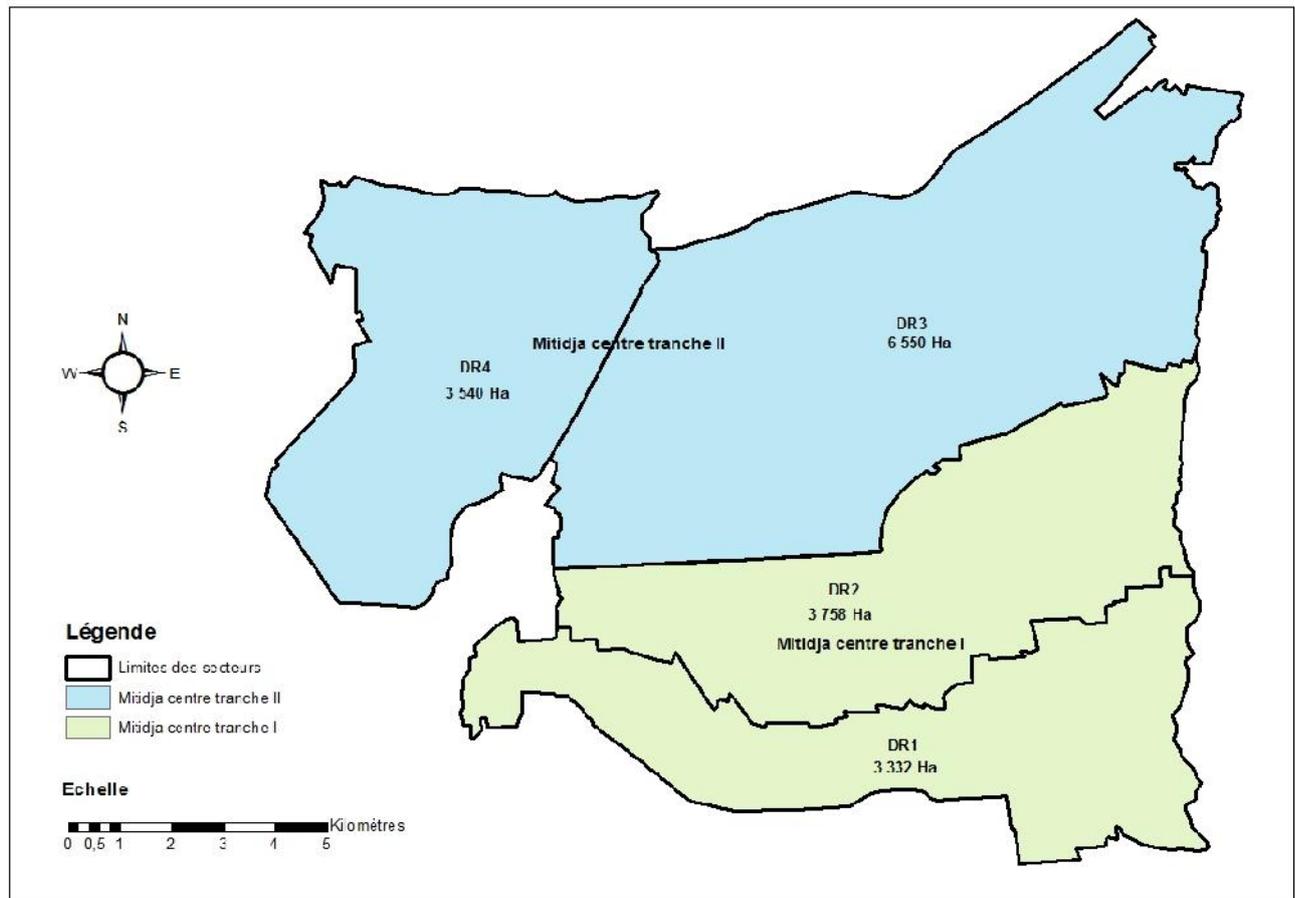


Fig II.2 décomposition de la plaine de la Mitidja centre

II.3 RESSOURCES EN EAU

Les ressources en eau superficielles proviendront des barrages suivants :

Le périmètre de la Mitidja Centre sera irrigué à partir des eaux superficielles du barrage de Douéra sur 17.200 ha (52% de la SAU brute estimée) et à partir de la nappe sur 15.200 ha .

Le périmètre de la Mitidja centre tranche II objet de l'étude :

- Le secteur DR3 d'une superficie 6550 ha sera alimenté par cinq branchements sur la conduite Harrach-Douera, côté Douera de la station de pompage Harrach-Douera.
- Le secteur DR4 d'une superficie 3540 ha sera alimenté par deux départs à partir de la conduite Mazafran-Douera.

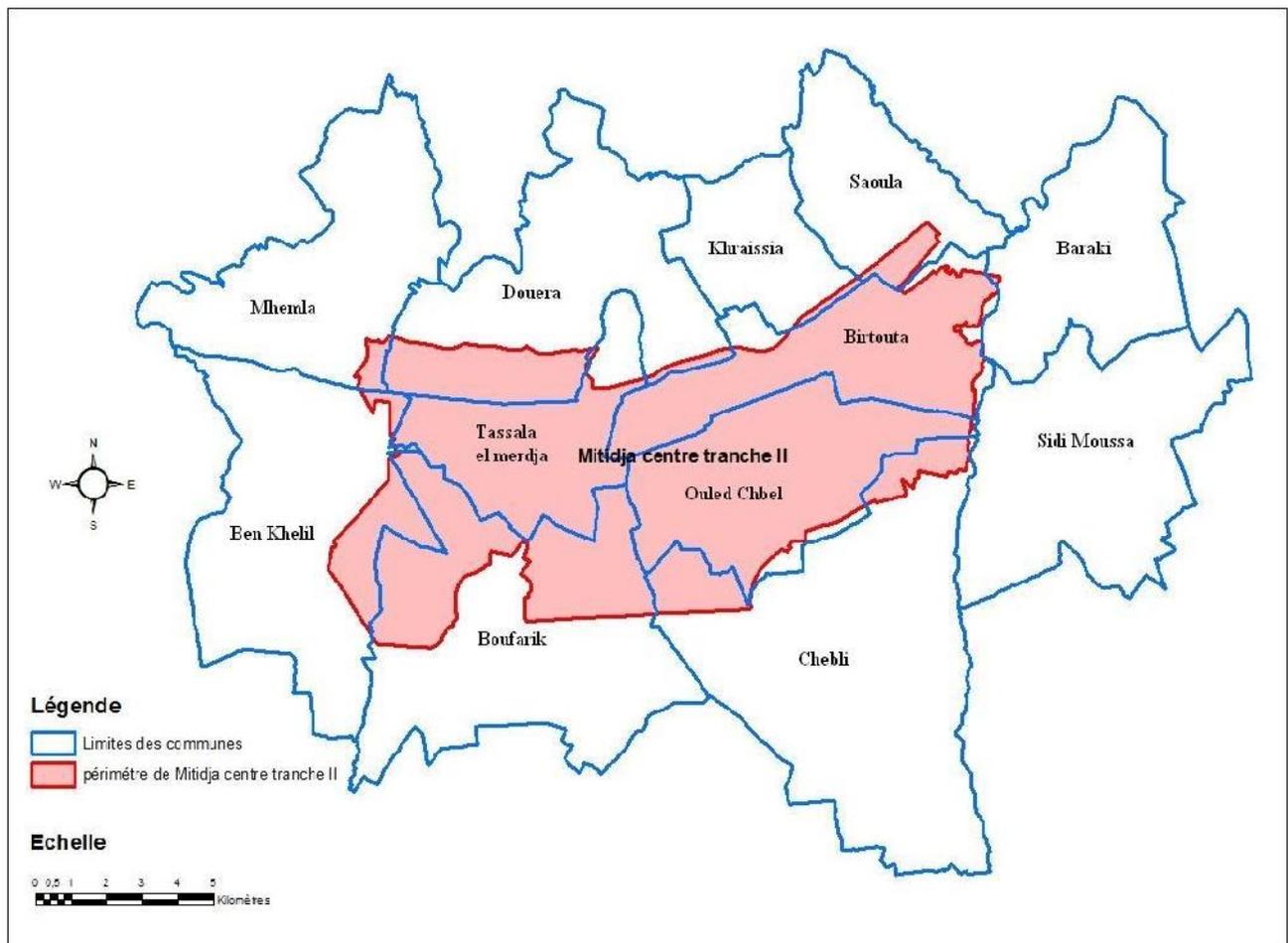


Fig II.3 Limites du périmètre de la Mitidja centre tranche II

➤ Barrage de Douéra

Ce barrage, dont l'étude est terminée depuis 1995 est un barrage hors cours d'eau ('off stream') d'un volume utile de 102 hm^3 ; il sera rempli par pompage à partir :

- De l'oued El Harrach par un volume dérivable moyen de $70,2 \text{ hm}^3/\text{an}$ avec une capacité de transfert de $8 \text{ m}^3/\text{s}$;
- De l'oued Mazafran par un volume dérivable moyen de $58,6 \text{ hm}^3/\text{an}$ avec une capacité de transfert de $8 \text{ m}^3/\text{s}$.
- Il est envisagé de remplir dans un premier temps le barrage de Douéra à partir de la dérivation de l'Oued Harrach.
- Dans le cas envisagé d'un remplissage simultané à partir des 2 oueds Harrach et Mazafran, les simulations indiquent que le volume total transféré atteint $86,9 \text{ hm}^3/\text{an}$ avec une capacité de transfert de $8 \text{ m}^3/\text{s}$ pour les 2 oueds.

II.4 TOPOGRAPHIE

La topographie de la plaine est généralement plate, avec une pente d'environ 0,5% s'inclinant d'une élévation de 100 - 150 m sur la limite Sud à 20 m environ sur la limite Nord. La pente peut atteindre de 2 à 5% sur les cônes de déjection. A l'extrême Est, se trouve une zone collinaire de glacis d'accumulation.

Les sols de la plaine sont constitués principalement d'alluvions, mélangés à des colluvions. Ils sont généralement profonds, d'une texture moyenne à fine. Les bas-fonds des dépressions dans la partie Nord de la plaine sont caractérisés par des sols lourds, hydromorphes. Des sols caillouteux se trouvent sur les cônes de déjection, tandis que des sols de texture moyenne se trouvent dans le voisinage des grands oueds.

A l'arrière de la plaine, l'Atlas de Blida s'élève abruptement jusqu'à une altitude de 1 000 à 1 600 m. Cette chaîne montagneuse présente un relief très accidenté, découpé par les gorges profondes des oueds principaux. Au Sud de l'Atlas s'étendent les hauts plateaux, dont l'altitude varie entre 500 et 1 000 m, et qui contiennent les bassins versants supérieurs de l'Oued Isser (Figure II.4).

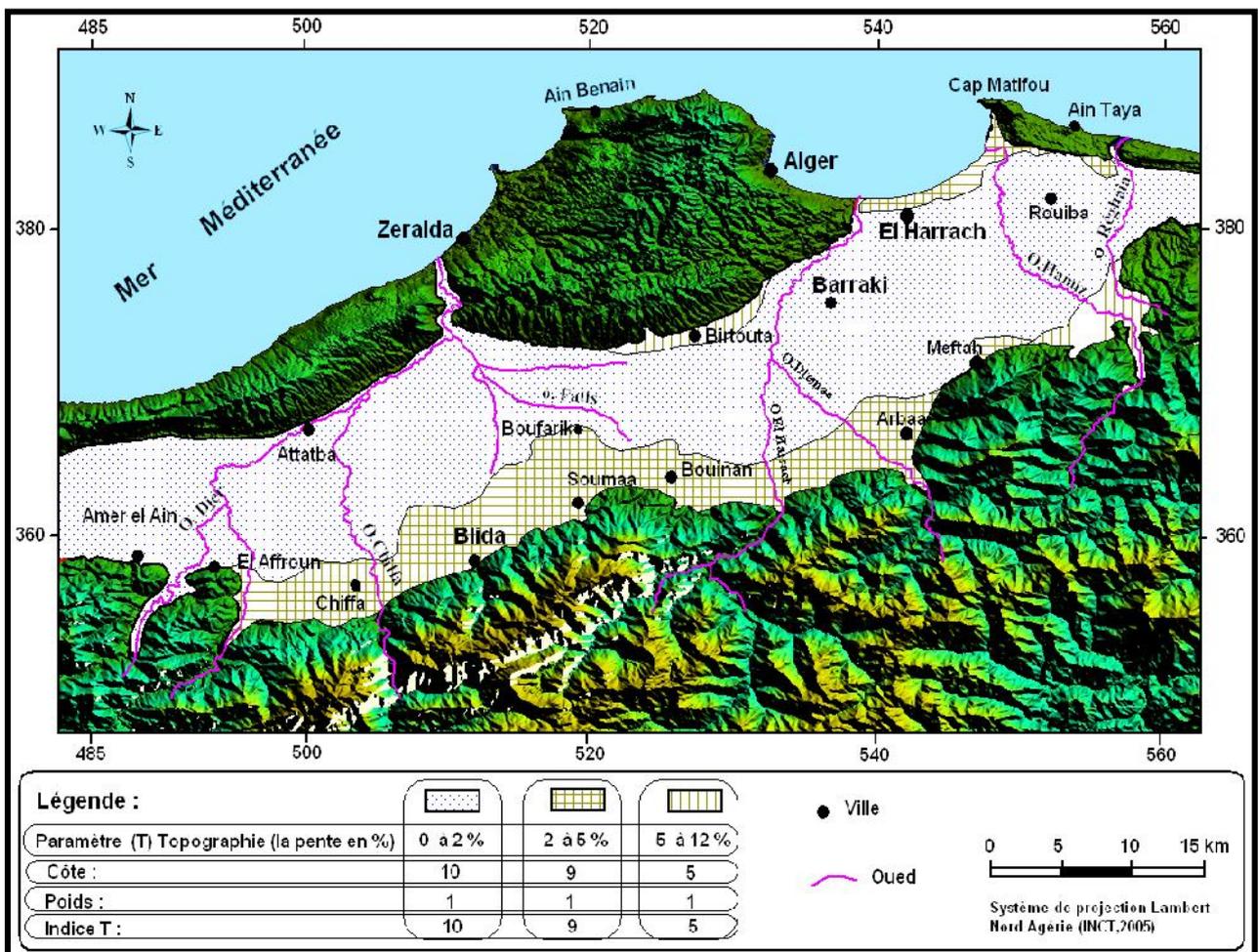


Fig II.4 Plan topographique de la zone

II.5 SOLS

Les sols de la plaine sont constitués principalement d'alluvions, mélangés à des colluvions. Ils sont généralement profonds, d'une texture moyenne à fine. Les bas-fonds des dépressions dans la partie Nord de la plaine sont caractérisés par des sols lourds, hydromorphes. Des sols caillouteux se trouvent sur les cônes de déjection, tandis que des sols de texture moyenne se trouvent dans le voisinage des grands oueds comme il montre la figure II.5.

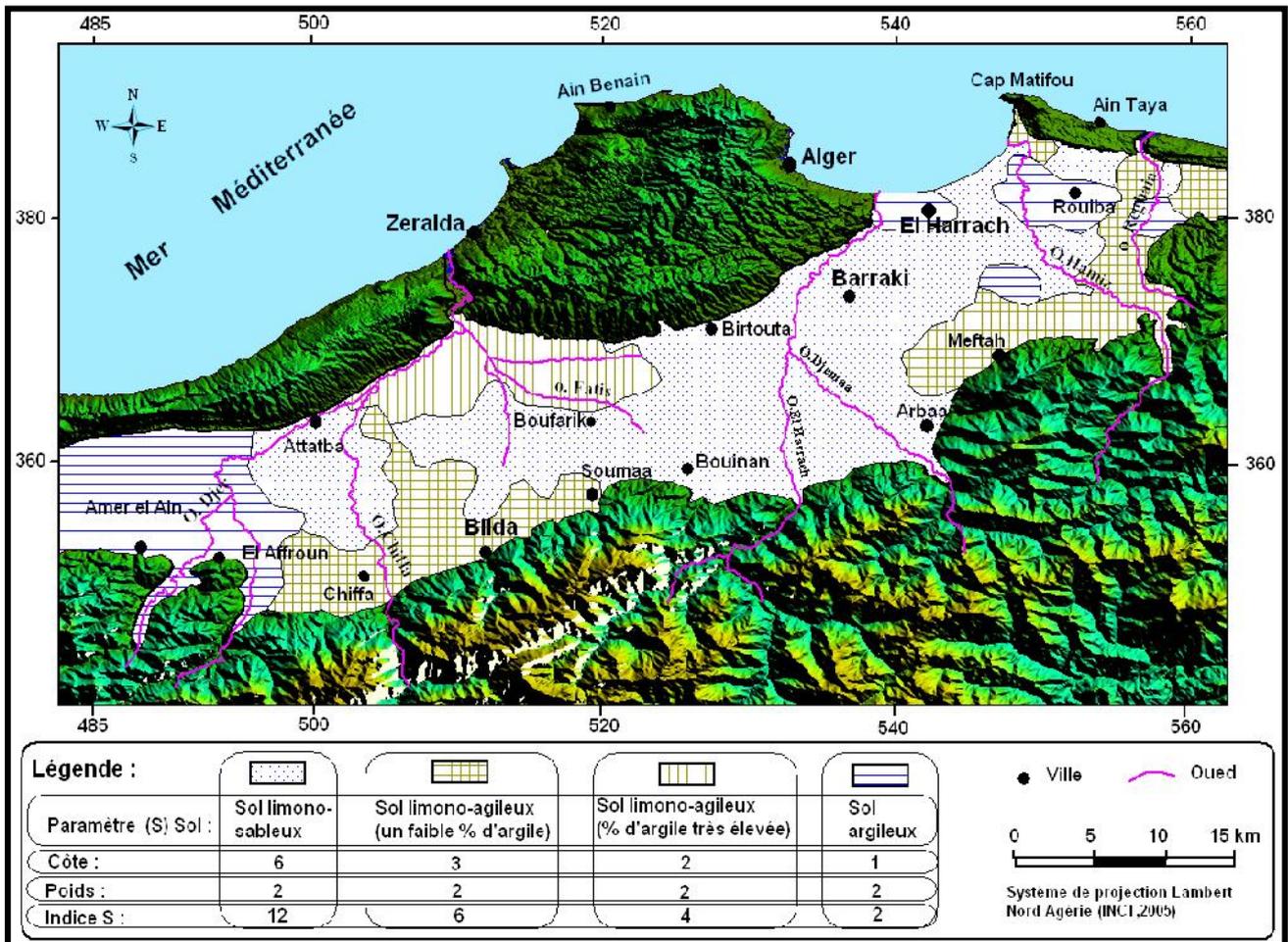


Fig II.5 Analyse pédologique de la zone d'étude

Suivant leur aptitude à l'irrigation, les sols sont classés en 5 catégories :

- Classe I : sols très convenables à l'irrigation
- Classe II : sols moyennement convenables à l'irrigation
- Classe III : sols marginalement convenables à l'irrigation
- Classe IV : sols potentiellement convenables à l'irrigation
- Classe V : sols inaptes à l'irrigation (forêts, maquis,) .

Dans la Mitidja, les sols de classes I et II prédominent : 80% des terres appartiennent à ces 2 catégories ; ces sols sont adaptés à toutes les gammes de cultures possibles, en particulier aux cultures arboricoles et maraîchères.

Les sols des catégories III et IV, marginalement et potentiellement convenables à l'irrigation, se trouvent notamment dans le bassin du Mazafran et Mitidja Centre. Il s'agit de sols susceptibles à excès d'eau en saison humide. Les contraintes ne sont pas sévères pour les grandes cultures (céréales et fourrages) mais ils ne sont pas bien adaptés aux arbres fruitiers ; ils s'adaptent moyennement aux cultures maraîchères, surtout aux cultures à racines peu profondes telles que la pomme de terre, le poivron, le melon et la pastèque.

En synthèse, les sols de la Mitidja Centre ne représentent pas une contrainte au développement agricole, la majorité étant convenable à l'irrigation. La superficie des sols qui demandent un assainissement préalable à l'irrigation ne constitue pas un obstacle au développement hydro-agricole puisque ces sols se trouvent aux alentours des oueds.

Ainsi, la large gamme de cultures adaptées à la zone, la bonne qualité des sols, la douceur du climat et la disponibilité d'eau d'irrigation dans la situation projetée constituent des conditions très favorables au développement d'une agriculture intensive très performante.

II.6 HYDROGRAPHIE

La plaine est traversée par plusieurs oueds issus de l'Atlas de Blida dont les plus importants sont:

✚ A l'Ouest, les Oueds Djer, Bou Roumi et Chiffa. Ces oueds confluent vers la limite Nord de la plaine, dans la région du Bas Mazafran (aussi désignée sous le nom de Bassin de Farghen), pour former l'Oued Mazafran, qui se jette dans la mer par une vallée étroite incisée dans le Sahel Ouest;

✚ A l'Est, l'Oued Harrach, avec son affluent l'Oued Djemaa, et l'Oued Hamiz. Ces oueds se jettent dans la baie d'Alger.

II.7 VEGETATION

Les activités agricoles principales de la plaine sont l'arboriculture et le maraichage (qui correspond à la majorité des terres irriguées) les céréales, la viticulture.

Le maraichage est présent un peu partout dans la plaine et ses emplacements précis sont déterminés plus par des facteurs d'approvisionnement en eau et de commercialisation que par les sols. L'arboriculture, en particulier l'agrumiculture, dépend plus de sols car ce type de cultures doit avoir des sols profonds, à drainage libre, pour donner des bons résultats. Elle est donc concentrée sur des sols peu évolués dans le centre de la plaine de la Mitidja.

Les céréales sont en grande partie limités aux régions de sols lourds qui ne sont pas si bien drainés

et sont presque tous cultivés en sec.

II.8 HYDROGEOLOGIE

Aquifère quaternaire

- Séparée de l'aquifère Astien par une couche épaisse de marnes jaunes, sauf à l'Est du Hamiz (« poche de Rouiba ») où ils sont en contact direct.

- La nappe libre s'étend sur l'ensemble du bassin de la Mitidja

- Cet aquifère se situe dans des graviers et des sables plus ou moins consolidés et interstratifiés d'argile, il est alimenté par :

- Les pluies ; l'infiltration à partir d'El Harrach et de Hamiz ...;
- L'aquifère astien par drainage

Aquifère de l'Astien

• Il se trouve en charge sous les marnes jaunes semiperméables d'El Harrach, sauf dans la partie Est où il est en contact direct avec l'aquifère de la Mitidja.

• Les caractéristiques hydrodynamiques de l'Astien sont mal connues. Les estimations de la transmissivité indiquées par la société Géohydraulique (1968-1972), et le bureau d'étude Bennie & Partners (1979-1980) varient de 90 à 2000m²/jour.

• Le coefficient d'emmagasinement, estimé à partir des essais de pompage de courte durée (Bennie & Partners 1979-1980) est compris entre 5.10⁻⁶ et 5.10⁻³.

II.9 CLIMATOLOGIE DE LA ZONE D'ETUDE

II.9.1 Pluviométrie

La pluviométrie annuelle moyenne sur la plaine varie entre 600 mm et 900 mm en général, avec quelques zones qui reçoivent moins de pluie du fait de l'ombre de pluie causée par le Sahel. Les mois les plus humides sont décembre et janvier tandis que les mois de mai à septembre sont en général secs.

Il y a une diminution progressive des pluies annuelles moyennes du Sud-Ouest au Nord-Est de la zone d'étude, due à l'influence des montagnes au Sud. Ainsi, Blida a des pluies annuelles moyennes d'environ 950 mm tandis que Rouiba reçoit environ 700 mm.

Le choix a été porté sur la station de boufarik de (1983, 2010) qui se situe à proximité de la zone d'étude, les valeurs des pluies moyennes mensuelles sont récapitulées dans le tableau II.1.

Tableau II.1 Répartition moyenne mensuelle des précipitations (1983, 2010)

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout
Pmoy (mm)	24,28	53,29	71,95	98,56	89,93	75,03	64,77	61,31	53,02	5,98	3,84	4,62

(ANRH, 2010)

II.9.2 Température de l'air

La température est un élément du climat important, car elle conditionne l'évapotranspiration, elle permet ainsi de régler le rythme de développement des plantes et de délimiter leurs répartitions spatiales. Le choix a été porté sur la station de Soumaa qui se situe à proximité du site, la répartition mensuelle des températures est donnée dans le tableau II.2

Tableau II.2 Répartition mensuelle Tmin et Tmax (1993-2010)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
T min	3,2	2,2	6	8,5	10	14	14	13	14,5	11	5,9	2,6
Max	21	23	28	29	33	40	43	40	36	30	26	18
Moyenne	13,6	13,9	16,2	18,5	22	26,6	30	30,9	26	22,9	25,9	14,5

(ANRH, 2010)

La température moyenne annuelle est d'environ 18°C avec des températures estivales moyennes d'environ 25°C et des températures d'hiver aux alentours de 11°C, les températures moyennes maximum et minimum étant respectivement 30,9°C et 13,6°C. Tandis que les températures maximum d'été excèdent rarement 44°C et que le minimum absolu sur la côte est de -2°C, la Mitidja comporte des zones où la température tombe beaucoup plus bas et où il gèle en hiver.

II.11.3 Humidité relative

L'humidité relative est la quantité réelle de vapeur d'eau contenue dans l'air par rapport à celle que l'air pourrait contenir s'il était saturé à la même température. Ainsi, l'humidité relative indique que l'état de l'atmosphère est plus ou moins proche de la condensation. L'humidité relative est à l'origine de toutes précipitations, en outre elle régit l'évaporation de l'eau sur la végétation, le sol ou les nappes d'eau.

La répartition moyenne mensuelle de l'humidité relative de la station de (Soumaa), est donnée dans le tableau II.3.

Tableau II.3 Répartition mensuelle de l'humidité relative de l'air en % (1993-2010)

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
Hr %	75,95	77,06	74,28	72,59	72,75	69,54	68,11	68,13	69,45	75	74,6	76

(ANRH, 2010)

L'humidité est modérée tout au long de l'année avec des valeurs d'environ 70% le matin et le soir, en été, et de 77% en hiver. Les valeurs à midi sont d'environ 57% en avril et octobre, environ 60% en été et 64% en hiver.

II.9.4 Evaporation

Les valeurs de l'évaporation moyenne mensuelle et annuelle de la zone de la station de (Boufarik) sont données dans le tableau II.4.

Tableau II.4 Répartition mensuelle de l'évaporation moyenne (1983-2010)

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	Annuel
EVP(mm)	67	58	66	104	173	112	136	197	102	113	72	65	1265

Source (ANRH, 2010)

L'évapotranspiration de référence (ET₀) estimée par la formule de Penman modifiée est de 1 300 mm/an à Dar El Beida, les valeurs les plus élevées se produisant de juin à août, avec la valeur de pointe en juillet. La pluie mensuelle moyenne excède les valeurs ETo de novembre à janvier et cause des problèmes d'excès d'humidité du sol dans certains secteurs.

II.9.5 Tension de vapeur

La répartition moyenne mensuelle de la tension de vapeur d'eau de la station de (Soumaa) est présentée dans le tableau II.5.

Tableau II.5 Répartition mensuelle de la tension de vapeur

Mois	S	O	N	D	J	V	M	A	M	J	J	A	Année
Tension De vapeur	33	79	87	67	85	454	243	234	141	134	39	23.6	1319

(ANRH, 2010)

II.9.6 Le vent

Le vent l'un des éléments les plus caractéristiques du climat, elle est influencé sur l'évapotranspiration des végétaux, ainsi la détérioration des plantes végétative, son étude nous semble nécessaire pour l'orientation et l'implantation des brises vents.

Les valeurs mensuelles de la vitesse du vent enregistrées au niveau de la station de Soumaa sont données dans le tableau II.6.

Tableau II.6 Vitesse du vent (1993-2010)

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
V(m/s)	4,35	4,17	5,18	3,92	4	3,5	3,28	3,95	3,7	4,28	3,78	3,96

(ANRH, 2010)

Le vent a des vitesses généralement modérées avec en moyenne 18 jours de sirocco par an qui peuvent avoir un effet nuisible sur les cultures à certains stades de leur croissance.

II.9.7 Insolation

L'insolation est la période durant laquelle le soleil brille sur le sol. La répartition moyenne mensuelle de l'insolation enregistrée au niveau de la station de (Soumaa) est donnée dans le tableau II.7.

Tableau II.7 Répartition moyenne mensuelle de l'insolation (1993-2010)

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
Insolation Heures/Jour	5,65	6,51	7,3	7,96	8,81	10,33	10,57	9,38	8,4	5,66	5,56	5,01

(ANRH, 2010)

La quantité d'heure minimale d'ensoleillement dans la région est de 5.01 heures par jour et le maximal est de 10.57 pour la Mitidja.

II.9.8 Gelée blanche

La gelée blanche est nuisible pour les cultures et peut causer des dégâts mécaniques et biochimiques vis-à-vis du rendement agricole ; il ya manque de données sur les gelées blanches.

II.9.9 Le diagramme ombrothermique de Gaussen

Le graphe est construit en mettant en abscisse les mois et en ordonné les valeurs moyennes mensuelles des températures (Figure II.6) et des pluies rappelés dans le tableau II.9.

Tableau II.9 Valeurs des températures et des pluies moyennes mensuelles

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----

Pmoy(mm)	89,93	75,03	64,77	61,31	53,02	5,98	3,84	4,62	24,3	53,3	71,95	98,6
Tem (c)	13,6	13,9	16,2	18,5	22	26,6	30	30,9	26	22,9	18,5	14,5

(ANRH, 2010)

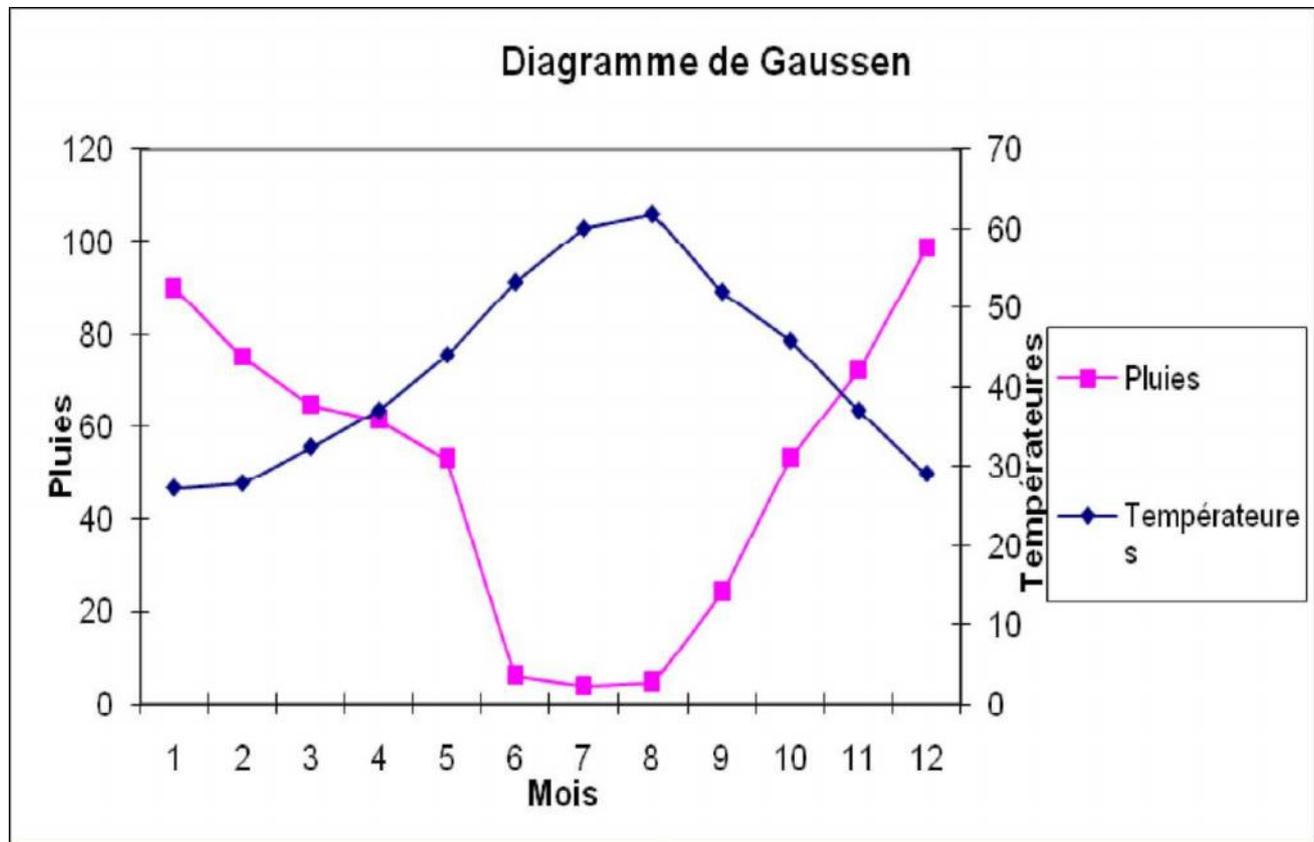


Fig II.6 Diagramme de Gaussen

D'après le graphe, la période dite sèche dure 4 mois, allant du mois de juin jusqu'au mois de septembre et la période dite humide dure 6 mois, allant du mois de Novembre jusqu'au mois de d'Avril.

II.10 AJUSTEMENT DES PRECIPITATIONS

II.10.1 Choix du type de loi

Ces critères de choix sont liés à un ajustement graphique d'abord et ensuite à un test de dispersion. L'allure des points sur du papier à probabilité permet d'accepter ou de rejeter la loi (toute sinusite, mauvaise courbure ou cassure de pente est considérée comme un mauvais ajustement).

Une autre loi va être essayer ou de se ramener à une loi normale par changement de variable.

Généralement la loi de probabilité ajustable à l'échantillon est d'autant plus près à la normalité que la variable concerne une longue échelle de temps et que le coefficient de variation soit inférieur à 0,5.

II.10.2 Ajustement à la loi normal (Gauss)

Dans cette méthode la procédure consiste à : Classer les valeurs des précipitations annuelles par ordre décroissant. Calculer les fréquences empiriques des valeurs observées par la formule :

$$F(x) = \frac{n - 0,5}{N}$$

Avec :

n : numéro d'ordre ;

N : nombre d'années observées.

Les paramètres à calculer sont : doit calculer :

La moyenne arithmétique : $\bar{X} = \sum \frac{x_i}{n}$

L'Ecart type : $\delta = \sqrt{\frac{1}{n-1} \times \sum_{i=1}^{n=1} (X_i - \bar{X})^2}$ Si n<30 ans

La variable réduite de gauss : $U = \frac{x - \bar{X}}{\delta}$

Le coefficient de variation : $C_V = \frac{\delta}{\bar{X}}$

Pour les calculs on a utilisé le logiciel hydrolab. (Disponible à L'ENSH), les résultats obtenus sont représentés dans la figure et le tableau suivants :

Tableau II.10 : les données pluviométriques Boufarik

	SET	OCT	NOV	Déc.	JAN	FER	MAR	AVR	MAI	JUN	JUI	AOT	Année
1983	0,7	19,2	86,3	241,4	28,3	64,3	62,8	71,5	25,8	2,8	0	19,4	622,5
1984	6,2	49,7	8,3	81,5	188,9	169,7	48,5	25,2	93,2	1,2	0,3	0,1	672,8
1985	45,7	93,2	157	83,4	0,3	55,9	61	1,2	5,7	0	5	4	512,8
1986	0	18,8	37,7	69,5	113,5	109,5	35,6	73,1	99,5	10	0	0	567,2
1987	16,2	194,8	26,4	126,7	88,3	52,7	185,3	38,4	153	1,4	0,3	0	883,6
1988	37,3	38,6	88,6	57,3	77	61,1	199,8	24,5	2,1	19,8	36,8	0	642,9
1989	70,2	21,3	82,8	202,2	108,1	173,7	49,3	0	14,8	18,2	0	1,1	741,7
1990	33	47	130	34,7	37,5	59,4	74	40,5	45,4	11,9	0	0	513,7
1991	71,5	10,9	36	277,2	12,4	20,8	48,5	130	18	18,9	2,2	0	646,6
1992	6,2	18,2	47,9	7,4	51,1	0	66,1	53,9	135	2,1	30,1	0	418,4
1993	0,8	44,6	30,5	106,3	96,2	127,4	95,4	23,8	33	0,6	0	0	558,6
1994	4,9	179,1	9,7	4,6	213,7	27,2	117,3	142	105	20,5	3,7	0	827,9
1995	9,5	72,4	111	113,8	36,6	50	24,4	82,4	89,5	0	0,2	0	590,1

1996	19,9	28,6	107	78,5	152,7	73,5	0,3	96,6	0,4	0	0,1	0	557,6
1997	9,5	102,2	39,4	61,9	230,5	61,8	133,5	16,8	1,3	16,4	0	14	687,3
1998	16,3	30,3	39,1	22,5	99,5	182,7	31,3	231	40,3	13,1	2,4	0,1	708,8
1999	52,2	38,5	4	9,7	14,8	23,1	6,7	86,6	19,5	2	1,6	16,1	274,8
2000	31,6	68,3	120	94,1	36,7	50,8	53,8	90,1	173	0	0	13,8	732

Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
-------------------	------------------	---------------------	-------------------------	------------------	----------------------	------------------	------------------	------------------

2001	18,5	30,2	126	62	156	108	76,7	13,3	2,4	5,6	0	1,7	600
2002	21,2	21,1	89,7	188	10,8	1,5	22,6	34,7	34,1	0,3	2,4	0	426,4
2003	3,7	36,8	72,7	38,9	154,5	59,4	1,3	42,3	17,8	0	0	1	428,4
2004	14,6	9,7	48,8	53,4	37,4	16,4	50,1	37,6	23,3	0,5	6,4	46,4	344,6
2005	30,9	42,9	159	169,1	199,9	147,1	22,4	122	41,7	15,8	1,2	2,5	954,3
2006	54,3	32,5	59,5	129,1	90,9	48	65,3	70,6	117	3,4	8,4	0	678,8
2007	11,5	40,1	85,5	119,4	94,5	134,3	46,8	34,1	6,9	0	0	0,9	574
2008	26,2	50,8	66,3	96,2	174,8	102	21,4	7,1	98,6	0,6	0	1,9	645,9
2009	14,1	22,6	32,4	179,6	3,8	80,1	172,1	105	6,7	0,8	3,4	6,4	626,6
2010	53,1	129,7	112	52,3	9,3	40,5	41,2	23,1	80,6	1,5	3,1	0	546,8
moyenne	24,28	53,29	72	98,56	89,93	75,03	64,77	61,3	53	5,98	3,84	4,62	

622.5	274.8	1	0.0179	-2.101	274.8	288.48	211.2	346.5
672.8	344.6	2	0.0536	-1.612	344.6	362.55	297.88	412.5
512.8	418.4	3	0.0893	-1.345	418.4	402.86	344.54	448.9
567.2	426.4	4	0.1250	-1.150	426.4	432.38	378.4	475.8
883.6	428.4	5	0.1607	-0.991	428.4	456.45	405.76	498.1
642.9	512.8	6	0.1964	-0.854	512.8	477.23	429.17	517.5
741.7	513.7	7	0.2321	-0.732	513.7	495.82	449.92	535
513.7	546.8	8	0.2679	-0.619	546.8	512.87	468.78	551.3
646.6	557.6	9	0.3036	-0.514	557.6	528.81	486.24	566.7
418.4	558.6	10	0.3393	-0.414	558.6	543.92	502.64	581.4
558.6	567.2	11	0.3750	-0.318	567.2	558.42	518.23	595.7
827.9	574	12	0.4107	-0.225	574	572.49	533.19	609.7
590.1	590.1	13	0.4464	-0.134	590.1	586.26	547.68	623.6
557.6	600	14	0.4821	-0.045	600	599.85	561.83	637.5
687.3	622.5	15	0.5179	0.045	622.5	613.37	575.77	651.4
708.8	626.6	16	0.5536	0.134	626.6	626.96	589.62	665.5
274.8	642.9	17	0.5893	0.225	642.9	640.73	603.5	680
732	645.9	18	0.6250	0.318	645.9	654.8	617.52	695
600	646.6	19	0.6607	0.414	646.6	669.31	631.82	710.6
426.4	672.8	20	0.6964	0.514	672.8	684.42	646.56	727
428.4	678.8	21	0.7321	0.619	678.8	700.35	661.93	744.4
344.6	687.3	22	0.7679	0.732	687.3	717.4	678.2	763.3
954.3	708.8	23	0.8036	0.854	708.8	735.99	695.75	784.1
678.8	732	24	0.8393	0.991	732	756.77	715.15	807.5
574	741.7	25	0.8750	1.150	741.7	780.84	737.39	834.8
645.9	827.9	26	0.9107	1.345	827.9	810.36	764.36	868.7
626.6	883.6	27	0.9464	1.612	883.6	850.67	800.75	915.3
546.8	954.3	28	0.9821	2.101	954.3	924.74	866.68	1002

Tableau II.11 : Ajustement à la loi de gauss

Taille

Moyenne = 606,6

n = 28

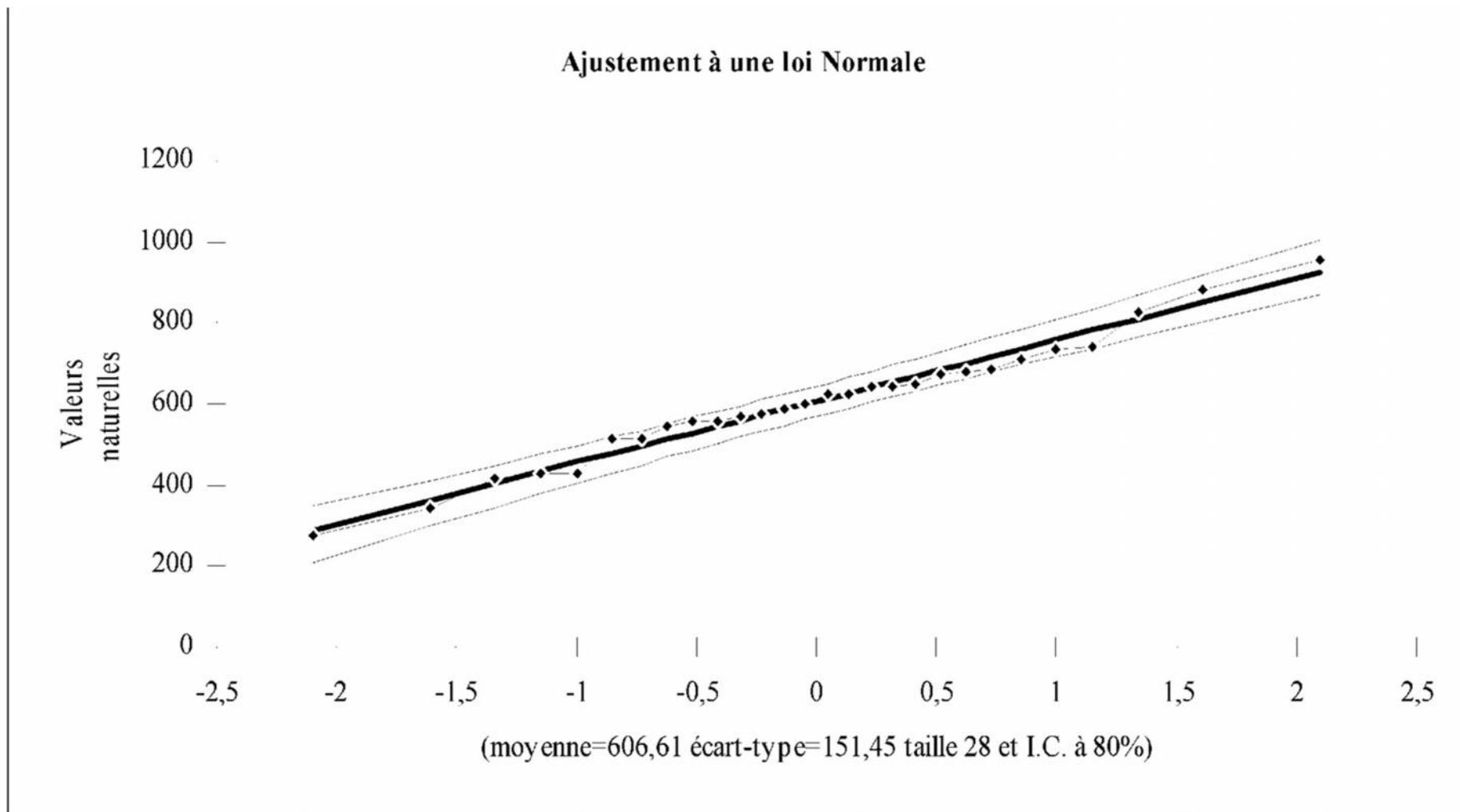
Ecart-type = 151,4

I.C. à (en%) = 80

U
Gauss = #####

Tableau II.12 Précipitations fréquentielles

Fréquence	U.Gauss	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
0.2	-0.841	479.2	431.35	519.3
0.5	0.000	606.6	568.82	644.4
0.8	0.841	734	693.92	781.87



D'après le tracé du graphe, on peut confirmer que notre série peut être ajustée par la loi de Gauss.

La probabilité pour laquelle on assure l'irrigation est donnée souvent pour les précipitations à fréquence 80 %, elle est évaluée par la formule suivant:

$$P_{\text{mensuelle}80\%} = P_{\text{mensuellemoy}} * \frac{P_{50\%}}{P_{80\%}}$$

D'après les résultats du tableau II.11 de l'ajustement à la loi de Gauss :

$P_{80\%} = 479.2\text{mm}$ $P_{50\%} = 606,6\text{mm}$ où :

$P_{80\%}$: précipitation à fréquence 80% ;

$P_{50\%}$: précipitation à fréquence 50%.

Donc le rapport $(P_{80\%} / P_{50\%}) = 0.79$

La répartition mensuelle des précipitations de l'année de calcul (80%) est représentée dans le tableau II.13

Tableau II.13 Précipitations mensuelles moyenne de l'année de calcul

Mois	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sebt	Oct	Nov	Dec
P_{moy}	89,93	75,03	64,8	61,31	53,02	5,98	3,84	4,62	24,3	53,2 9	72	98,6
$P_{\text{moy}80\%}$	71,04	59,27	51,2	48,43	41,9	4,42	3,03	3,65	19,2	42,1	56,84	77,9

CONCLUSION

Dans ce chapitre, le traitement des principales données a permis de connaître la nature et le climat de la zone d'étude et a déterminer les paramètres de calculs des besoins en eau du périmètre. En résumé ;

Du point de vue topographique le périmètre possède une topographie relativement plane, Le diagramme embrothermique nous a permis de déterminer la dissociation de deux saisons à savoir ; la saison humide, et la saison sèche qui est la période d'irrigation.

Donc la période pluvieuse débutera à partir du mois de septembre et se terminera au mois de mai. Les mois les plus secs sont juin, juillet et août.

CHAPITRE III

CALCULE DES BESOINS EN

EAU

INTRODUCTION

Cette étude a pour but principal de déterminer les besoins en eau des cultures ainsi que le volume nécessaire alloué pour le mois de pointe et pour l'ensemble de l'année de calcul.

Ces derniers sont importantes à connaître, car ils peuvent nous indiquer si la quantité d'eau est suffisante ou pas. Donc les calculs permettent de confirmer que le volume d'eau stocké au niveau de la retenue est suffisant pour l'irrigation de notre périmètre.

III.1 CULTURES ADAPTEES A LA ZONE

La large gamme de cultures adaptées à la zone, la bonne qualité du sol, la douceur du climat et la disponibilité d'eau d'irrigation dans la situation projetée constituent des conditions très favorables au développement d'une agriculture intensive très performante.

Les cultures actuelles les mieux adaptées sont:

- les arbres fruitiers tels que les agrumes qui demandent des sols de la première classe ;
- les arbres fruitiers tels que pêchers, abricotiers, pruniers, pommier, néfliers, grenadiers, poiriers, vigne qui sont moins exigeants en matière de sol ;
- les céréales de climat tempéré semées en hiver telles que blé dur, blé tendre, orge, avoine, dont le sol ne présente pas de contraintes majeures ;
- les céréales d'été telles que maïs et sorgho, ainsi que leurs variétés fourragères ;
- les légumes secs (sols bien drainés) tels que pois, pois chiche, lentilles.
- les légumineuses fourragères telles que bersim, vesce, luzerne (pour cette dernière, sols de texture fine à moyenne et bien drainés) ;
- les cultures maraîchères à racines peu profondes telles que pommes de terre, poivron, pastèque, melon, qui préfèrent des sols de textures moyennes ;
- les cultures maraîchères à racines peu profondes adaptées aux textures fines telles que chou-fleur, épinard, laitue, chou, oignon (ces dernières ayant une faible résistance à l'excès d'humidité) ;
- les cultures maraîchères à racines profondes telles que carotte, tomate, aubergine, pois, haricot qui préfèrent des sols de textures moyennes ;
- les cultures maraîchères à racines profondes adaptées aux textures fines telles qu'artichaut, navet, concombre (ce dernier étant sensible à l'excès d'humidité).

Mis à part les fourrages d'été et la luzerne, ces cultures sont déjà bien connues dans la zone et entrées dans les circuits de commercialisation et transformation. Elles présentent également l'avantage d'être comprises dans les circuits d'approvisionnement en intrants privés et étatiques, ce qui permet à l'exploitant de trouver les semences et produits phytosanitaires spécifiques. Le matériel agricole existant est aussi adapté aux besoins de ces cultures. Néanmoins, il y a une gamme assez large de

cultures industrielles actuellement absentes et mêmes inconnues dans la zone qui pourront s'adapter aux conditions de la situation projetée. La liste suivante n'est pas exhaustive mais elle indique l'importance du potentiel :

- parmi les oléagineux : soja, carthame, tournesol, sésame et colza ;
- la betterave à sucre ;
- le géranium rosat pour le parfum ;
- le tabac noir pour la consommation interne.

Chacune de ces cultures présente des inconvénients des points de vue technique et économique qui devront être levés avant qu'elles soient recommandées aux exploitants. Le plus important est l'aspect de la transformation et de la commercialisation, ceci étant lié au financement de l'introduction des nouvelles cultures. L'importance de ces contraintes est telle que ces possibles nouvelles cultures resteront au niveau d'illustration du potentiel agricole de la Mitidja.

III.2 CHOIX DES CULTURES

Les choix des cultures à mettre en place doit concilié entre les critères suivant :

- Les conditions climatiques de la région étudiée.
- La qualité et disponibilité de l'eau d'irrigation.
- L'aptitude culturale des sols basée sur l'étude pédologique.
- De la vocation agro-alimentaire de la région.

Les cultures retenues doivent présenter une combinaison harmonieuse entre elles afin de bien conditionner la réussite technique et financière de notre système de culture.

Pour notre périmètre d'étude (Mitidja centre tranche II) les cultures choisies sont présentées dans le tableau III.

Tableau III.1 Cultures choisies

Type des cultures	les cultures envisageables
Arboriculture	<ul style="list-style-type: none"> • pomme, • olivier, • pêche
Cultures maraîchères	Pomme de terre Tomate ;
Cultures fourragères et céréales	Sorgho Orge en vert Blé d'hiver

III.3 BESOINS EN EAU DU PERIMETRE

Les besoins en eau des cultures, peuvent être définis comme dose apportée à la plante dans des moments propices, afin de mettre à celle-ci les meilleures conditions d'humidité requises, pour obtenir son rendement maximal.

La pièce de base pour la quantification des besoins en eau du périmètre est le calendrier des cultures, établi par des agronomes. Il présente les différentes cultures occupant le sol à chaque instant de l'année. L'évaluation des besoins en eau du périmètre est basée sur la détermination des besoins de chaque culture retenue dans le calendrier agronomique. Pour cela, il est nécessaire de définir les paramètres suivants :

III.3.1 Evapotranspiration potentielle ou de référence (ETP ou ET_0)

C'est l'évapotranspiration d'une culture bien fournie en eau où le sol est à sa capacité de retentions, autrement dit c'est la limite maximale de l'évapotranspiration

Donc pour mieux prédire l'évapotranspiration, une valeur de référence est introduite, qui est définie comme étant le taux d'évapotranspiration d'une surface du *Gazon* vert, ayant une hauteur uniforme de 8 à 15 cm, poussant activement, ombrant complètement le sol et ne manquant pas d'eau.

III.3.2 Evapotranspiration réelle ou de culture (ETR ou ETC)

C'est la valeur réelle de l'évapotranspiration. Le plus souvent, elle est inférieure à un l'évapotranspiration potentielle, puisque le sol n'est pas en permanence à sa capacité de rétention. En plus, elle est considérée variable pendant la période de végétation.

Donc, c'est l'évapotranspiration d'une culture exempte de maladies, poussant dans un champ jouissant de conditions : agronomiques, pédologiques, et climatiques optimales, donnée par l'expression (III-1).

$$ET_{CLTURE} = K_C * ET_0 \dots\dots\dots(III.1)$$

Avec :

K_C : Représente le coefficient cultural, dépendant du type de la culture et de son stade de développement, et des conditions climatiques qui y règnent.

Pour mieux rationaliser la ressource, le calcul l'évapotranspiration de culture "ET culture", doit être fait après avoir déterminé les coefficients culturaux " K_C ". Les besoins en eau des cultures nets, non négatifs "BEC", sont déterminés par la relation (III.2) :

$$BEC = -ET_{culture} + P_{eff} + RFU \dots\dots\dots(III.2)$$

Dans la quelle :

- BEC : Besoins en eau de cultures nettes en (mm).
- P_{eff} Pluies efficaces en (mm).
- RFU : La réserve facilement utilisable en (mm).

III.3.3 Calcul de L'évapotranspiration potentielle ou de référence

Les recherches actuelles sur les besoins en eau des cultures agricoles ne sont plus menées dans le seul but d'obtenir des données précises sur chaque plante, mais surtout elles sont s'orientés vers l'établissement de formules universelles. Elles permettent de calculer rationnellement ces besoins, dans n'importe qu'elle région.

Pour cela, il existe plusieurs méthodes d'évaluation de l'évapotranspiration de référence, les plus communiquement employées, sont :

- Méthodes des lys mètres ;
- Méthodes des stations expérimentales ;
- Méthodes directes de l'évaporation ;
- Méthodes empiriques.

En ce qui concerne notre projet, le calcul des besoins en eau des cultures est effectué à l'aide du logiciel appelé; CROPWAT version 8.0, qui permet d'évaluer l'évapotranspiration de référence, selon la méthode empirique la plus appropriée : méthode de M^r Penman & Monteith modifiée.

- **Présentation de la méthode de M^r Penman & Monteith modifiée**

En Angleterre, précisément en 1948, M^r Penman & Monteith a proposé une étude théorique de l'évapotranspiration en reliant inséparablement l'énergie solaire incidente. Cette formule est limitée ou bien incomplète, du fait que cette dernière ne prenne pas en considération l'effet de quelques paramètres météorologiques.

Les expériences ont montrés que la formule telle qu'elle est, s'applique mieux dans les régions humides, non loin de l'océan et essentiellement recouverte de végétation, que dans les zones arides ou semi-arides de faible humidité.

Pour cela, la nouvelle formule de M^r Penman&Monteith modifiée est a été adopté, qui prend en compte l'effet du paramètre vent, ainsi que les corrections supplémentaires qui tiennent comptent des conditions météorologiques diurnes et nocturnes.

La formule de M^rPenman&Montheit, modifiée, se présentant comme suite :

$$ET_0 = C * [W * R_n + (1 - W) * F(u) * (ea - ed)] \dots\dots\dots(III.3)$$

Où :

ET_0 : Représente l'évapotranspiration de référence, exprimées en mm/jour ;

W : Facteur de pondération rendant compte de l'effet de rayonnement à différente température et altitude ;

R_n : Rayonnement net en évaporation équivalente, exprimé en mm/jour ;

$F(u)$: Fonction liée au vent ;

ea : Tension de vapeur saturante à la température moyenne de l'air, en millibars.

ed : Tension de vapeur réelle moyenne de l'air, exprimée en millibars.

La différence ($ea - ed$) constitue le facteur de correction, afin de compenser les conditions météorologiques diurnes et nocturnes.

Le calcul de l'évapotranspiration de référence est réalisé à l'aide d'un logiciel appelé CROPWAT 8.0, fondé sur la méthode de M^r Penman&Montheit, modifiée et recommandée par la consultation des experts de la FAO tenue à Rome en Mai 1990.

Pour l'exploitation du logiciel, la méthode adoptée emploie les informations homogènes et fiables (Chapitre II) présentées dans le tableau III.2:

Tableau III.2 Evapotranspiration de référence selon la méthode Penman&Monteith

Mois	Tc°	Humidité %	Vent Km/j	Insolation H/j	Radiation Mj/m ² .jour	ET0 mm/j	ET0 mm/mois
Janvier	13.6	76	147	5.7	9.3	1.30	40.3
Février	13.9	77	121	6.5	12.4	1.67	46.76
Mars	16.2	74	153	7.3	16.2	2.58	79.98
Avril	18.5	73	115	8.0	19.9	3.38	101.4
Mai	22.0	73	172	8.8	22.6	4.37	135.47
Juin	26.6	70	103	10.3	25.3	5.29	158.7
Juillet	30.0	68	112	10.5	25.3	5.79	179.49
Aout	30.9	68	95	9.4	22.4	5.21	161.51
Septembre	26.0	69	104	8.4	18.6	3.83	114.9
Octobre	22.9	75	100	5.7	12.4	2.36	73.16
Novembre	18.5	74	124	5.6	9.8	1.63	48.9
Décembre	14.5	76	94	5.0	8.1	1.05	32.55
Année	21.1	73	120	7.6	16.9	3.21	1173.12

III.3.4 Calcul de la pluie efficace :

Pour tenir compte des pertes, le programme Cropwat 8.0, nous permettra de calculer la précipitation efficace, définie comme étant la fraction des précipitations contribuant effectivement à la satisfaction des besoins de l'évapotranspiration de la culture après déduction des pertes par ruissellement de surface, par percolation en profondeur, etc.

Il est difficile d'évaluer les pluies efficaces sans avoir recours à des mesures effectuées pendant de longues périodes, en différents endroits (utilisation de la méthode du mètre).

Par conséquent, en l'absence de telles données, nous utiliseront couramment des méthodes expérimentales, cas de la méthode proposée et recommandée par le United States Department of Agriculture- Soil Conservation Service (U.S.D.A-S.C.S), basée sur les formules ,adoptée pour notre projet.

$$P_{eff} = F^{TM}(1 - (0,2 * P_{P\%} / 125)) \text{ Pour } P_{P\%} < 250 \text{ mm} \dots\dots\dots (III.4)$$

$$P_{eff} = 125 + (0,1 * P_{P\%}) \text{ Pour } P_{P\%} > 250 \text{ mm} \dots\dots\dots (III.5)$$

Avec :

P_{ff} : Pluie annuelle efficace en (mm/mois) ;

$P_{P\%}$: Pluie annuelle de probabilité de dépassement de 80%, en (mm/mois).

Les valeurs mensuelles de ET_0 , $P_{80\%}$ et P_{eff} sont regroupées dans le tableau III.3

Tableau III.3 Précipitations efficaces dans les zones de projet

Mois \ Pluie (mm)	$P_{80\%}$	P_{eff}
Janvier	71.0	56.8
Février	59.3	47.4
Mars	51.2	41.0
Avril	48.4	38.7
Mai	41.9	33.5
Juin	4.7	3.8
Juillet	3.0	2.4
Août	3.6	2.9
Septembre	19.2	15.4
Octobre	42.1	33.7
Novembre	56.8	45.4
Décembre	77.9	62.3
Totaux	479.1	383.3

III.3.5 Estimation des besoins en eau des cultures choisies

(RU=140mm ; d'après CROBWAT pour texture moyenne)

- **Cultures fourragères et céréales**

- **Blé** : les besoins en eau mensuelle du blé sont donnés dans le tableau III.4

Tableau III.4 Besoins en eau du blé

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
ET ₀ (mm/mois)	114.9	73.16	48.9	32.55	40.3	46.76	79.98	101.4	135.47	158.7	179.49	161.51
Pluie (mm)	19.2	42.1	56.8	77.9	71.0	59.3	51.2	48.4	41.9	4.7	3	3.6
P _{efficace} (mm)	15.4	33.7	45.4	62.3	56.8	47.4	41	38.7	33.5	3.8	2.4	2.9
Kc	-	-	0,3	0,3	1,15	1,15	1,15	1,15	0,8	0.4	-	-
ET _{culture} (mm/mois)	-	-	14.67	9.765	46.34	53.77	91.97	116.61	108.37	63.48	-	-
BEC = P _{eff} +RFU - ET _{culture} (mm/mois)	-	-	0	0	0	0	0	7.91	4.875	59.68	-	-

- **Sorgho** : les besoins en eau mensuelle du sorgho sont donnés dans le tableau III.5

Tableau III.5 Besoins en eau du sorgho

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
ET ₀ (mm/mois)	114.9	73.16	48.9	32.55	40.3	46.76	79.98	101.4	135.47	158.7	179.49	161.51
Pluie (mm)	19.2	42.1	56.8	77.9	71.0	59.3	51.2	48.4	41.9	4.7	3	3.6
P _{efficace} (mm)	15.4	33.7	45.4	62.3	56.8	47.4	41	38.7	33.5	3.8	2.4	2.9
Kc	0.6	-	-	-	-	-	-	-	0,4	0.7	1.05	0.9
ET _{culture} (mm/mois)	68.94	-	-	-	-	-	-	-	54.18	111.09	188.46	145.35
BEC = P _{eff} +RFU - ET _{culture} (mm/mois)	53.54	-	-	-	-	-	-	-	0	107.29	186.06	142.45

- **Orge** : les besoins en eau mensuelle de l'orge sont donnés dans le tableau III.6

Tableau III.6 Besoins en eau du l'orge

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
ET ₀ (mm/mois)	114.9	73.16	48.9	32.55	40.3	46.76	79.98	101.4	135.47	158.7	179.49	161.51
Pluie (mm)	19.2	42.1	56.8	77.9	71.0	59.3	51.2	48.4	41.9	4.7	3	3.6
P _{efficace} (mm)	15.4	33.7	45.4	62.3	56.8	47.4	41	38.7	33.5	3.8	2.4	2.9
Kc	-	-	0.35	0.45	0.7	0.9	0.95	1	0.9	-	-	-
ET _{culture} (mm/mois)	-	-	17.11	14.64	28.21	42.08	75.98	101.4	121.92	-	-	-
BEC = P _{eff} +RFU - ET _{culture} (mm/mois)	-	-	0	0	0	0	0	0	13.42	-	-	-

2. Cultures maraichères

- **Tomate**: les besoins en eau mensuelle de la tomate sont donnés dans le tableau III.7

Tableau III.7 Besoins en eau de la tomate

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
ET ₀ (mm/mois)	114.9	73.16	48.9	32.55	40.3	46.76	79.98	101.4	135.4 7	158.7	179.49	161.51
Pluie (mm)	19.2	42.1	56.8	77.9	71.0	59.3	51.2	48.4	41.9	4.7	3	3.6
P _{efficace} (mm)	15.4	33.7	45.4	62.3	56.8	47.4	41	38.7	33.5	3.8	2.4	2.9
Kc	-	-	-	-	-	-	0.6	0.7	1.1	1.2	1.05	-
ET _{culture} (mm/mois)	-	-	-	-	-	-	47.98	70.98	149.0 1	190.4 4	188.46	-
BEC = P _{eff} +RFU - ET _{culture} (mm/mois)	-	-	-	-	-	-	0	0	55.51	186.6 4	186.06	-

Pomme de terre : les besoins en eau mensuelle de la pomme de terre sont donnés dans le tableau III.8

Tableau III.8 Besoins en eau de la pomme de terre

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
ET ₀ (mm/mois)	114.9	73.16	48.9	32.55	40.3	46.76	79.98	101.4	135.4 7	158.7	179.49	161.51
Pluie (mm)	19.2	42.1	56.8	77.9	71.0	59.3	51.2	48.4	41.9	4.7	3	3.6
P _{efficace} (mm)	15.4	33.7	45.4	62.3	56.8	47.4	41	38.7	33.5	3.8	2.4	2.9
Kc	-	-	-	-	0.6	1.05	1.1	1	0.9	-	-	-
ET _{culture} (mm/mois)	-	-	-	-	24.18	49.09	87.97	101.4	121.9 2	-	-	-
BEC = P _{eff} +RFU - ET _{culture} (mm/mois)	-	-	-	-	0	0	1.97	32.7	58.42	-	-	-

3. Arboriculture

- **Pomme de pêche** : les besoins en eau mensuelle de la pêche sont donnés dans le tableau III.9

Tableau III.9 Besoins en eau de la pêche

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
ET ₀ (mm/mois)	114.9	73.16	48.9	32.55	40.3	46.76	79.98	101.4	135.47	158.7	179.49	161.51
Pluie (mm)	19.2	42.1	56.8	77.9	71.0	59.3	51.2	48.4	41.9	4.7	3	3.6
P _{efficace} (mm)	15.4	33.7	45.4	62.3	56.8	47.4	41	38.7	33.5	3.8	2.4	2.9
Kc	0.65	0.65	0.65	0.7	0.7	0.7	0.6	0.5	0.55	0.6	0.6	0.65
ET _{culture} (mm/mois)	74.68	47.55	31.78	22.78	28.21	32.73	47.98	50.7	74.5	95.22	107.69	104.98
BEC = P _{eff} +RFU - ET _{culture} (mm/mois)	59.28	0	0	0	0	0	0	0	0	91.42	105.29	102.08

Olivier : les besoins en eau mensuelle du blé sont donnés dans le tableau III.10

Tableau III.10 Besoins en eau de l'olivier

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
ET_0 (mm/mois)	114.9	73.16	48.9	32.55	40.3	46.76	79.98	101.4	135.4 7	158.7	179.49	161.51
Pluie (mm)	19.2	42.1	56.8	77.9	71.0	59.3	51.2	48.4	41.9	4.7	3	3.6
$P_{efficace}$ (mm)	15.4	33.7	45.4	62.3	56.8	47.4	41	38.7	33.5	3.8	2.4	2.9
Kc	0.95	0.95	0.95	0.95	0.85	0.75	0.5	0.5	0.5	0.6	0.7	0.85
$ET_{culture}$ (mm/mois)	109.9	69.5	46.45	30.92	34.25	35.07	40	50.7	67.73	95.22	125.64	137.28
$B = P_{efficace} + RFU - ET_{culture}$ (mm/mois)	93.6	0	0	0	0	0	0	0	0	91.42	123.24	134.38

- **Pomme** : les besoins en eau mensuelle du blé sont donnés dans le tableau III.11

Tableau III.11 Besoins en eau de la pomme

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
ET_0 (mm/mois)	114.9	73.16	48.9	32.55	40.3	46.76	79.98	101.4	135.4 7	158.7	179.49	161. 51
Pluie (mm)	19.2	42.1	56.8	77.9	71.0	59.3	51.2	48.4	41.9	4.7	3	3.6
$P_{efficace}$ (mm)	15.4	33.7	45.4	62.3	56.8	47.4	41	38.7	33.5	3.8	2.4	2.9
Kc	0.9	0.8	0.8	0.7	0.6	0.7	0.8	0.9	1	1.1	1.1	1.1
$ET_{culture}$ (mm/mois)	103.4 1	58.52	39.12	22.78	24.18	32.62	63.98	91.26	135.4 7	173.8	197.43	177. 66
$B = P_{efficace} + RFU - ET_{culture}$ (mm/mois)	88.01	0	0	0	0	0	0	0	6.97	170	195.03	174. 76

Après le calcul des besoins des cultures on reporte sur un tableau les résultats mois par mois .Nous pouvons ainsi dégager le mois de pointe qui correspond au mois ou la demande en eau est maximale

Tableau III.12 Récapitulatif des besoins en eau des cultures pour chaque mois

Mois/ culture	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Blé tendre	-	-	0	0	0	0	0	7.91	4.875	59.68	-	-
Orge verte	-	-	0	0	0	0	0	0	13.42	-	-	-
sorgo	53.54	-	-	-	-	-	-	-	0	107.29	186.06	142.45
Tomate	-	-	-	-	-	-	0	0	55.51	186.64	186.06	-
Pomme de terre	-	-	-	-	0	0	1.97	32.7	58.42	-	-	-
Choux												
olivier	93.6	0	91.42	123.24	134.38							
Pêchers	59.28	0	0	0	0	0	0	0	0	91.42	105.29	102.08
pommier	88.01	0	0	0	0	0	0	0	6.97	170	195.03	174.76
Total (mm)	294.43	0	0	0	0	0	1.97	40.61	139.195	706.45	795.68	553.67
Total (m³/ha)	2944.3	0	0	0	0	0	19.7	406.1	1391.95	7064.5	7956.8	5536.7

III.4 COMPARAISON OFFRE – DEMANDE

L'estimation des besoins en eau des cultures pour l'assolement choisi .les besoins totaux pour l'année sont de 25320.05 m³/ha et de 7956.8/ha pour le mois de pointe.

Et notre débit de offert par les deux transfère est a 8 m³/s il es légèrement suffisant pour notre périmètre

III.5 DESCRIPTION DU SCHEMA D'AMENAGEMENT PROPOSE

Le grand transfert Est permet d'alimenter la zone de la Mitidja centre située dans les Hautes Plaines grâce aux eaux recueillies dans la zone montagneuse. Le transfert comprend deux bassins versants aux caractéristiques très différentes:

- Le premier est formé par l'oued El-Harrach à la débouché de avec le barrage de douéra.
- Le deuxième est formé par l'oued Mazafran dans les basses plaines avec le barrage de douéra.

III.5.1 Système de dérivation Harrach Douéra

La situation altimétrique du barrage de dérivation permettrait d'alimenter la tranche inférieure de la retenue du barrage de Douéra par gravité. La hauteur de refoulement maximum nécessaire pour compléter le remplissage de la retenue jusqu'à son niveau maximum serait de l'ordre de 40 m. Par contre, l'alimentation du barrage de Douéra à partir du Mazafran entraînerait une hauteur de refoulement de 140 m. De ce point de vue, la dérivation d'El Harrach présente un avantage économique très important par rapport à la dérivation du Mazafran.

Les ouvrages de transfert (conduite et station de pompage) seraient, en principe conçus pour fonctionner dans le sens inverse pour l'adduction d'eau à partir du barrage de Douéra vers le périmètre d'irrigation (Mitidja Centre).

III.5.2 Système mazafran-Douéra

Le système Mazafran-Douéra a été conçu pour exploiter les ressources en eau du bassin de l'Oued Mazafran au niveau de sa sortie de la plaine de la Mitidja. A cet effet, l'aménagement prévoit la construction du barrage de Douéra, situé dans le Sahel Ouest d'Alger, et son alimentation par pompage à partir d'un barrage de dérivation sur l'Oued Mazafran à Fer à Cheval.

La superficie du bassin versant propre du barrage de Douéra est très petite ; l'apport direct dans la retenue est considéré négligeable.

A l'avenir, les apports de l'Oued Mazafran à Fer à Cheval seront modifiés, par rapport à la situation historique, en vue des deux facteurs suivants:

-le détournement d'une grande partie des écoulements des cours d'eau du bassin versant supérieur par

le système Moustakbal

-le rabattement de la nappe de la Mitidja.

Caractéristiques du Système Douéra-Mazafran
(Etude de Macdonald(1997))

Barrage de dérivation

Affluent Oued Mazafran

Bassin versant (naturel) 1 698 km²

Type de barrage Seuil fixe

Transfert vers Douéra

Débit de pompage 11,5 m³/s

Conduite :

- longueur 12,5 km

- diamètre 2 x 2,1 m

Hauteur de refoulement 140 m

Barrage de Douéra

Affluent Oued Ben Amar

Bassin versant 10 km²

Retenue initiale

-Niveau normal de la retenue 147 m NGA

-Volume brut 102 hm³

-Superficie 4,2 km²

-Niveau minimum d'exploitation 97 m NGA-Tranche morte négligeable

-Volume utile 102 hm³

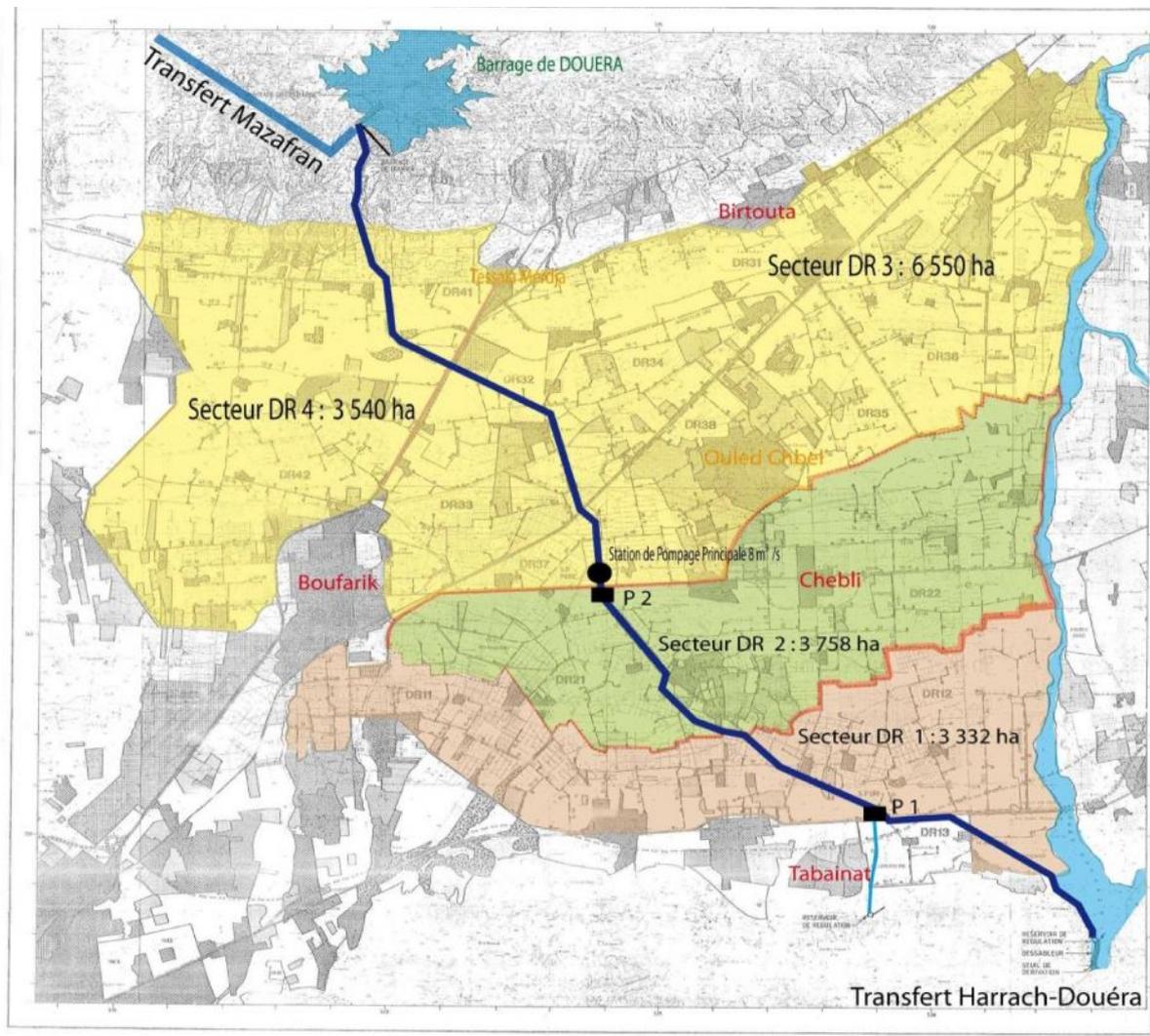


Fig III.1 Schéma de la conduite du transfert Harrach -Douéra

Conclusion

L'évaluation quantitative des besoins en eau d'irrigation, nécessite de prendre en compte l'information météorologique. Ceci est réalisé par l'intermédiaire des variables pluies (mesurée) et ETP (calculée)

Pour l'estimation des quantités d'eau nécessaire, on a référé à la variabilité spatiale au niveau régional. Cette méthode a l'avantage de ne nécessiter aucune hypothèse sur la réserve utile du sol mais elle suppose implicitement que le sol ne contribue pas par sa propre réserve en eau à l'évapotranspiration. En définitif, il faudra prévoir une disponibilité d'eau d'irrigation qui est assuré

par les deux transferts, qui permettra aux agriculteurs de permuter et de diversifier leurs plans de cultures.

CHAPITRE IV

DECOUPAGE DES ILOTS ET

DIMENSIONNEMENT DU

RESEAU

INTRODUCTION

Le terme « Ilot d'irrigation » décrit l'unité Hydro – agricole alimentée par une seule prise d'irrigation.

La prise (ou borne) d'irrigation représente le point limite du système de distribution ou l'administration du réseau d'irrigation intervenant dans la gestion de l'eau.

En aval de la prise, la gestion de l'eau est à la charge de l'exploitant, ou d'un groupe d'exploitants.

La situation foncière actuelle dans la zone d'étude est très hétérogène. La taille des parcelles et des exploitations est très variable ; et la forme des parcelles est souvent très irrégulière. Donc le découpage des îlots sera basé sur le parcellaire existant, tel qu'il a été établi par l'étude foncière.

Dans ce chapitre, les différents facteurs concernant le dimensionnement et le découpage des îlots ont été traités et examinés par la suite un exemple typique de la situation foncière de la zone d'étude avec un découpage provisoire des îlots selon les principes indiqués ci-dessous :

IV.1 DECOUPAGE EN SECTEURS

Le découpage du périmètre en secteurs d'irrigation est basé essentiellement sur l'élévation du terrain. La pression minimum dans le réseau de distribution en amont de la borne a été fixée à 4 bar. A débits faibles, avec un niveau minimum d'exploitation de la retenue de Douera de 100 m et en admettant que les pertes de charge dans le réseau soient réduites (de moins de 5 m), la cote maximale du terrain qui peut être alimentée gravitairement à partir du barrage est de 55 m environ. A débit maximum, les pertes de charge dans le réseau seront plus élevées, mais ceci sera compensé par le fait que le niveau de la retenue sera considérablement en dessus de son niveau minimum au moment où le réseau sera appelé à fonctionner au débit maximum. Compte tenu de ce facteur, la cote maximum du terrain qui peut toujours être alimenté par gravité à partir du barrage varie entre 55 m et 45 m environ en fonction de la distance à partir du barrage.

La zone gravitaire correspondante est divisée en deux secteurs d'irrigation : DR3 et DR4, en comprennent les terres à l'Est et à l'Ouest de l'autoroute respectivement.

IV.2 DECOUPAGE DES ILOTS

Le découpage des îlots devrait être effectué en respectant les principes suivants :

- Les limites des îlots suivant les limites de parcelles telles qu'elles sont indiquées sur les plans parcellaires.
- Les tailles des îlots sont conformes aux classes de superficies définies dans les sections précédentes.
- En général, le nombre d'exploitations regroupées dans un îlot ne devrait pas dépasser six.

- Une limite d'un îlot ne doit pas diviser une exploitation ou propriété d'un seul tenant à moins que la taille de celle-ci dépasse la superficie maximum admise pour un îlot.
- Dans le cas où une EAC ou une grande exploitation privée doit être divisée en deux îlots ou plus, ces îlots est la mesure du possible de la même taille.

IV.3 TAILLE DES ILOTS D'IRRIGATION

Comme il vient d'être indiqué ci-dessus la taille des îlots d'irrigation variera selon les possibilités pratiques de découpage des îlots en fonction de la situation foncière existante .en outre ; la taille de l'îlot doit être déterminée en fonction des facteurs suivants :

- le débit fictif continu en relation avec le débit d'équipement de la prise.
- le nombre d'exploitations qui partagent une seule prise.

IV.4 CONCEPTION GENERALE DU RESEAU

IV.4.1 Implantation des Bornes

L'implantation des bornes a été établie en fonction du découpage des îlots, dans le cas des grandes exploitations (EAC essentiellement), la superficie maximum d'un îlot a été fixée à 40 ha (SAU brute), pour un débit d'équipement maximum de la borne de 35 l/s (120 m³/h environ). Cependant, dans la plupart des cas, compte tenu de la taille des EAC et de leur forme souvent très irrégulière, la superficie de l'îlot est bien inférieure à 40 ha. En général, un îlot consiste en une seule EAC de taille moyenne ou une partie d'une grande EAC qui est divisée en deux ou plusieurs îlots. Dans le cas des petites EAC (ou des parties isolées de plus grandes EAC), un îlot pourrait regrouper deux EAC. Dans les terres privées, la superficie moyenne des îlots est plus petite, mais la taille des îlots est très variable en fonction du parcellaire. Dans les zones de petites parcelles, l'îlot a une superficie qui est typiquement de 5 à 10 ha, et peut regrouper plusieurs parcelles. Cependant, quelques grandes propriétés privées peuvent être trouvées aussi.

En principe, la borne est placée sur le côté haut de l'îlot, dans une position aussi centrale que possible. Cependant, on tient compte aussi de la facilité d'accès à la borne à partir d'une route ou piste existante. Ce critère, de même que la topographie, conduit parfois à placer la borne dans un coin de l'îlot.

Dans certains cas, la disposition du réseau fait que le point haut de l'îlot est éloigné de la borne. Dans le cas d'une borne qui dessert plus d'une exploitation, la borne est positionnée, dans la mesure du possible, sur la limite entre les exploitations.

IV.4.2 Principes du Tracé

Le tracé du réseau de distribution a été projeté de façon à relier les bornes aux points de départ sur la conduite de transfert d'une manière aussi efficace que possible, en tenant compte des diverses contraintes pratiques qui limitent le choix du tracé. Dans tous les cas les principes généraux guidant le choix du tracé ont été les suivants :

Dans la mesure du possible, les conduites suivent les limites existantes, soit les limites physiques (routes, pistes, etc...). Soit les limites des parcelles ; tout en respectant les limites existantes, on identifie dans chaque secteur un ou plusieurs "axes principaux" définissant le tracé des plus grosses conduites. Ces conduites suivent une ligne aussi directe que possible vers les extrémités du secteur, surtout vers les zones les plus élevées

En règle générale, on évite de faire passer les conduites au milieu des parcelles, surtout les plantations. Cette règle est respectée plus ou moins systématiquement dans le cas des plus petites conduites, mais dans le cas des conduites principales il est parfois préférable de traverser les parcelles pour éviter des déviations excessives ;

Dans la mesure du possible, on évite de faire passer les conduites par les terres privées, sauf évidemment pour les conduites qui desservent ces terres ;

En général, pour éviter le risque de perturbations futures, on fait passer les conduites principales suffisamment loin des agglomérations les plus importantes. Les terres autour de ces agglomérations, qui sont souvent privées, comme par exemple à Ouled S'moh, sont desservies par des conduites qui accèdent au périmètre urbain de plusieurs directions. De cette manière, le réseau peut facilement être modifié (par exemple par la simple suppression de l'extrémité d'une branche) en fonction de l'évolution de l'urbanisation soit avant la construction, soit plus tard au cours de la vie du périmètre, sans que cela n'affecte les conduites principales du réseau ;

Le nombre de franchissements d'oueds et autres obstacles importants, tels que routes nationales, sont réduits au minimum.

Il est à noter que la règle visant à éviter le passage des conduites au milieu des parcelles va dans le sens de la prudence, aussi bien en ce qui concerne les coûts du réseau que du point de vue des pertes de charge. Au moment de la réalisation, en fonction des conditions sur le terrain et compte tenu de l'avis des propriétaires concernés, il serait possible, si souhaité, de raccourcir le tracé du réseau à certains endroits et de réaliser ainsi des économies sans avoir forcément à recalculer les diamètres.

IV.5 CALCUL DE DEBITS

IV.5.1 Débits à la borne

Le débit à la borne a été calculé sur la base des besoins en eau du modèle d'exploitation le plus exigeant, en projetant Ce modèle à notre sous secteur DR41 (Figure IV.1) qui a une superficie de 509 ha (SAU brute) avec 65% en arboriculture, plus un maraîchage d'été sur 32% de la superficie.

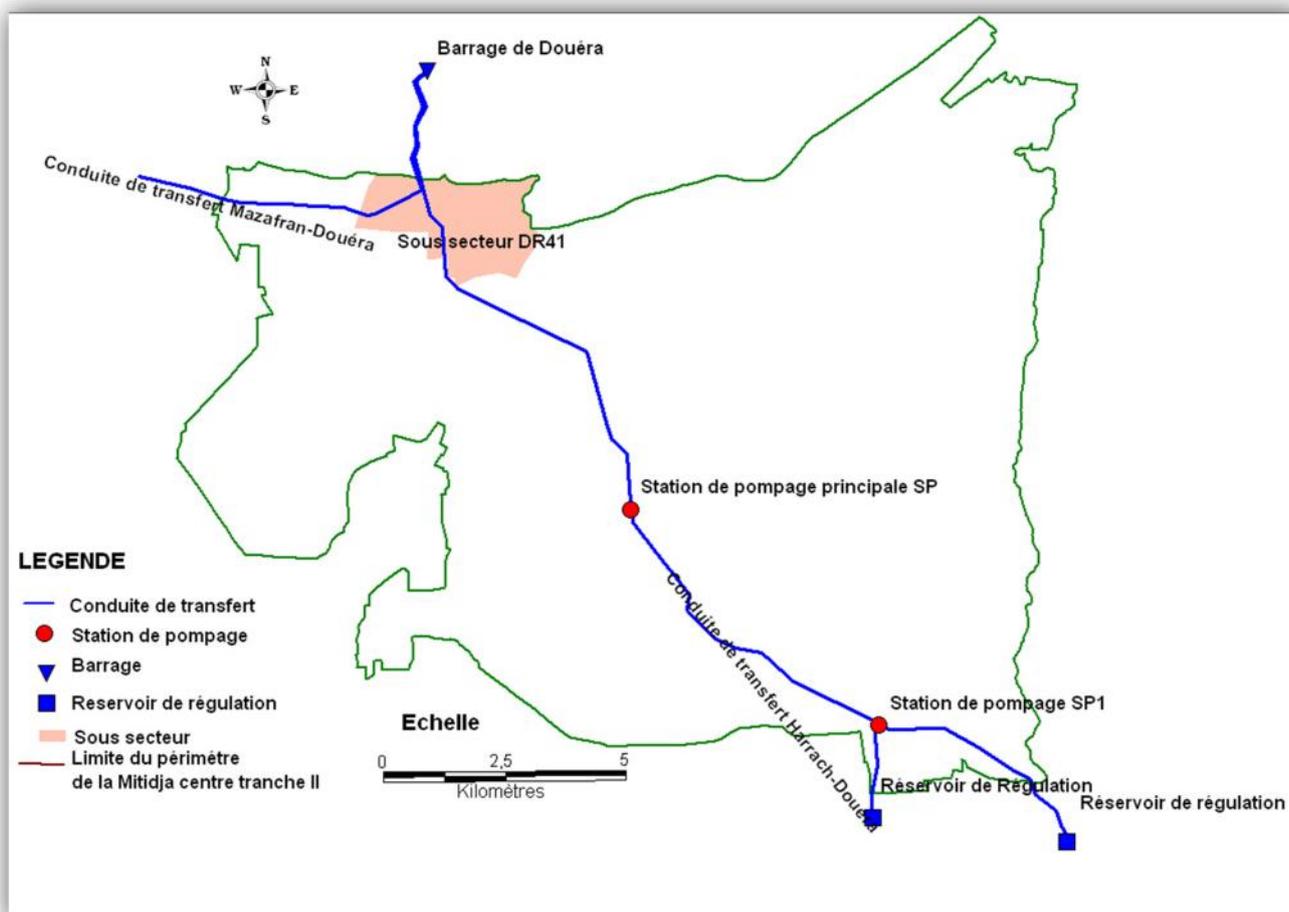


Fig IV.1 Localisation du Sous secteur DR41

Soit un débit fictif continu de 0,72 l/s/ha (arrondi). En fait, la méthode d'irrigation préférée pour les vergers est l'irrigation localisée ; avec cette méthode, les besoins en eau à la parcelle devraient être bien inférieurs aux besoins pour une irrigation en surface, cette réduction étant compensée par le fait que le nombre d'heures d'irrigation par jour serait aussi réduit.

Bien que dans certaines parties du réseau il soit peu probable que l'on trouve des exploitations avec 90% d'arboriculture ou avec un autre plan de culture aussi exigeant, on a retenu le même débit

pour l'ensemble des bornes dans un but de standardisation et pour assurer le maximum de souplesse dans la gestion du réseau.

IV.5.2 Débits des conduites

Les débits dans les conduites du réseau sont alors calculés en fonction de la SAU nette desservie (S) en aval du point considéré et d'un débit unitaire (q) qui s'établit comme suit :

$S < 100 \text{ ha}$: $q = 0,72 \text{ l/s/ha}$ (débit à la borne)

$100 < S < 1\,000$: q interpolé linéairement entre 0,72 l/s/ha et le module en tête.

$S > 1\,000 \text{ ha}$: $q = \text{module en tête}$

La limite de 1 000 ha est basée sur un examen de la répartition des différents modèles d'exploitation qui a montré que la superficie doit atteindre cet ordre de grandeur pour que le plan de cultures moyen s'approche du plan de cultures moyen du secteur.

IV.6 PRESSION A LA BORNE

La pression minimum à assurer en amont de la borne, dans les conditions les plus défavorables en ce qui concerne la cote de départ en tête du réseau et les pertes de charge dans les conduites, a été fixée à 4 bar. Compte tenu des pertes de charge de la borne, qui sont de l'ordre de 8 m, la pression minimale à la sortie de la borne sera de 3,2 bars environ, ce qui convient à l'utilisation d'un système d'aspersion classique. Elle convient aussi à l'irrigation localisée, dont on prévoit l'introduction progressive lors du renouvellement des vergers et pour les nouvelles plantations.

La pression minimum concerne les bornes "critiques", situées en général sur la limite la plus élevée de chaque secteur. La disposition des réseaux étant souvent remontant, la majorité des bornes disposera d'une charge excédentaire par rapport à la pression minimum, et dans ces cas, on peut assurer une pression nominale plus élevée (4,5 bar par exemple), ce qui donnerait une plus grande souplesse pour le dimensionnement du matériel d'irrigation au niveau de l'îlot.

Exceptionnellement, pour certaines bornes situées sur des terres élevées aux limites du périmètre on a admis une pression à la borne inférieure à la valeur minimum normale de 4 bar, ce qui implique la nécessité d'une surpression pour permettre l'irrigation par aspersion (du moins lorsque le réseau fonctionne à débit maximum).

IV.7 PRINCIPE DE DIMENSIONNEMENT DU RESEAU DE DISTRIBUTION

Les conditions de la desserte envisagée préalablement fixées : plan de bornage, pression à délivrer, modalité d'utilisation des prises et le tracé du réseau, les débits à transiter par chaque

tronçon doivent être définis.

IV.7.1 Débit spécifiques:

Le débit spécifique à la parcelle, est en général basé sur la satisfaction des besoins en eau de la culture la plus exigeante.

Le débit fictif continu se calcul par la relation suivante :

$$q = \frac{B_m}{T \times t \times 3.6 \times K} \quad \text{en (l/s/ha)} \quad (V-1)$$

Avec :

B_m : Besoins mensuels maximum net en m^3/ha ;

T : Temps d'irrigation par jour = 20h/j ;

t : Durée d'irrigation en jours = 30 jours ;

K : Coefficient d'efficacité globale du système d'irrigation = 0.75.

Les résultats de calcul sont donnés dans le tableau IV.1.

Tableau IV.1 Débit fictif continu (l/s/ha) dans le mois de pointe pour chaque culture

Culture	Période de pointe (mois)	Besoins utiles au mois de pointe (mm)	Débit fictif continu en pointe (l/s/ha)
Sorgho	Juillet	186.06	1.14
Blé	juin	59.68	0.36
Orge	Mai	13.42	0.09
Pomme de terre	mai	58.42	0.36
Tomate	Juin	186.64	1.15
pomme	juillet	195.03	1.2
Pêche	Juillet	105.29	0.64
Olivier	aout	134.38	0.83

Après calcul, on trouve :

$$q_{\text{moy}} = 0.72 \text{ l/s/ha.}$$

Dans ces conditions, le volume fourni à l'îlot doit être ajusté aux besoins soit par une diminution du débit fourni en continu, soit par l'introduction d'un tour d'eau au niveau des prises, ou bien encore par une combinaison des deux.

IV.7.2 Le débit caractéristique

Le calcul des débits caractéristiques permet de définir le débit maximum que le système de dessert aura à fournir pour l'irrigation de chaque parcelle, Il est déterminé en multipliant le débit de pointe par la surface agricole utile comme il est indiqué par la formule suivante :

$$Q_{car} = q \cdot S$$

q : débit spécifique de mois de pointe en (l/s/ha)

S : la superficie de chaque îlot (apte à l'irrigation)

- Lois de débits

Dans le cadre d'une irrigation à la demande, le débit affecté à chaque prise, sera fonction des caractéristiques de la parcelle à desservir, dont l'importance a été déterminée par l'étude préalable des besoins, de façon à laisser une liberté à l'irrigant, quant à l'organisation de ses arrosages. Les paramètres de la loi de débit sont définis, ci-après :

- la conception des modèles.
- l'évaluation des besoins en eau du périmètre.
- l'analyse de la trame technique et hydraulique.
- la définition des tailles des îlots d'irrigation.

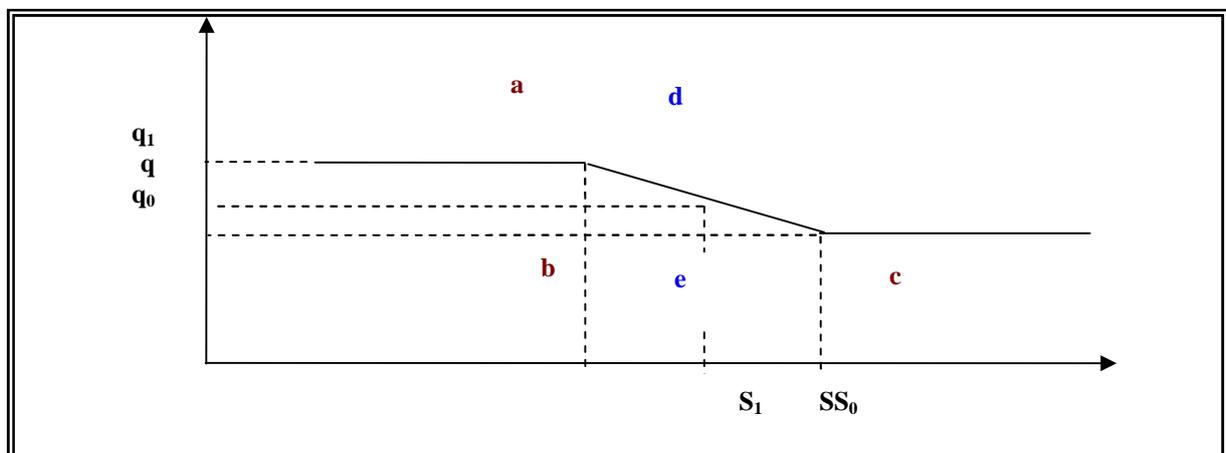


Fig IV.1 Loi des débits

D'après à la figure IV.2 de la loi des débits est donnée sous la forme suivante :

- **Pour** $S \leq S_1$: On a : $q = q_1$,

-**Pour** $S_1 < S \leq S_0$:

En appliquant la théorie des triangles semblables [abc et dec], on aura :

$$\frac{(q_1 - q_0)}{(q - q_0)} = \frac{(S_0 - S_1)}{(S_0 - S)}$$

$$\text{D'où : } q = q_0 + (q_1 - q_0) * \frac{(S_0 - S)}{(S_0 - S_1)}$$

-**Pour** $S > S_0$: On a : $q = q_1$.

Dans les quelles

q_1 : Débit caractéristique du modèle le plus exigeant.

q_0 : Débit caractéristique moyen des modèles (débit du mois de pointe).

S_1 : Surface occupée par le modèle le plus exigeant sur la plus longue branche.

S_0 : Surface occupée par les modèles dont le débit caractéristique est supérieur au débit moyen des modèles.

Pour déterminer les seuils des surfaces S_0 et S_1 et les débits spécifiques q_0 et q_1 , la démarche adaptée est explicitée ci-dessous :

Le débit à l'extrémité d'une branche ou sous branche est calculé sur la base des besoins en eau du modèle le plus exigeant, le débit fictif continu correspondant au mois de pointe est égal à : $q_0 = 1,15$ l/s/ha.

Le débit du calcul en tête du réseau est égal au débit fictif continu au mois de pointe qui correspond au plan de culture moyen projeté soit $q_1 = 0.72$ l/s/ha.

La plus longue branche selon la configuration du réseau d'irrigation est la branche « A » avec une superficie de $S = 3540$ ha.

Pour cette répartition, le seuil S_1 est égal à l'occupation du modèle dans la branche la plus longue on obtient : $S_1 = 3031$ ha

Donc :

q_1 : débit spécifique de la culture la plus exigeant le mois de pointe : $q_1=1,15$ l/s/ha q_0 : débit spécifique moyen du périmètre pendant le mois de pointe : $q_0=0,72$ l/s/ha Pour les assolements la loi de débit s'écrit :

- $Q= 0,72 \times S$ pour $S < 509$ ha
- $Q= q \times S$. pour $509 < S < 3540$ ha
- $Q= 1,15 \times S$ pour $S > 509$ ha.

Dans notre projet on a toujours dans la premier cas, c'est-à-dire le débit spécifique au niveau des bornes est égale ($q_i=0.72$ l/s/ha).

TABLEAU IV.2 Débit caractéristique à chaque borne

N°D'ilot	N°Borne	Surface (ha)	qc(l/s)	N°D'ilot	N°Borne	Surface (ha)	qc(l/s)
1	B5	21,4002	15,4081	16	B10	29,3624	21,1409
2	B1	16,6871	12,0147	17	/	23,6905	17,0572
3	B9	12,3438	8,8875	18	B13	31,7264	22,8430
4	B17	8,8218	6,3517	19	B14	24,9416	17,9580
5	B19	14,4152	10,3790	20	B24	18,3170	13,1882
6	B21	13,0816	9,4188	21	B25	18,2787	13,1607
7	B22	8,7850	6,3252	22	B26	11,7104	8,4315
8	B23	18,5011	13,3208	23	/	13,7172	9,8764
9	B20	16,5520	11,9174	24	B16	13,7172	9,8764
10	B18	17,4648	12,5746	25	B15	22,2658	16,0314
11	B2	18,1678	13,0808	26	/	24,2751	17,4781
12	B4	7,3046	5,2593	27	B12	20,3150	14,6268
13	B6	4,6969	3,3818	28	B11	26,0578	18,7616
14	B7	8,6778	6,2480	29	/	17,4356	12,5537
15	B3	21,1882	15,2555	30	B8	19,0337	13,7042

IV.8 CONDUITES

IV.8.1.Pertes de charge

Les pertes de charges dans les conduites au moyen de la formule de Lechapt et Calmon majorée d'un coefficient k pour tenir compte des pertes de charges singulières.

La formule a la forme suivante :

$$= \frac{L * Q^M * C}{D}$$

Avec :

J : Pertes de charge en mm/ml.

Q : Débit en m³/s.

L, M et N : Constantes dépendantes de la rugosité absolue K des canalisations.

C : Coefficient de majoration tenant compte des pertes de charges singulières.

K : rugosité absolue des conduites.

Pour les valeurs les plus couramment adoptées concernant la rugosité absolue K , les constantes de la formule sont présentées dans le tableau IV.3 :

Tableau VI.3 Constantes de calcul des pertes de charge

K (mm)	L	M	N
0,1	1,20	1,89	5,01
0,5	1,4	1,96	5,19
1	1,60	1,975	5,25.

- Pour le béton précontraint $k = 0,5$
- Pour le PVC $k = 0,1$

IV.8.2 DIAMETRES

Le choix de diamètre a été effectué au moyen d'un calcul qui permet une optimisation économique selon la méthode de Labye en assurant au mieux une charge imposée; dans notre cas l'objectif visé étant d'assurer une charge au droit de la borne égale à la cote la plus élevée de l'îlot majorée de 10 m.

Le calcul hydraulique a pour but de dimensionner les conduites en déterminant leur diamètre tout en respectant les vitesses minimales admissibles et en minimisant les pertes de charge.

IV.8.3 PRESSION CARACTERISTIQUE DES CANALISATIONS

Elle est définie par la formule suivante $P_c = P_s + A P$ Avec :

P_c : Pression caractéristique est la pression maximale exceptionnelle à laquelle est supposée être soumise la conduite.

Ps : Pression de service est la pression maximale à laquelle est soumise la conduite dans des conditions normales de fonctionnement ; dans le cas de ce projet, adduction et distribution par gravité, elle est égale à la différence entre la cote piézométrique à débit nul et la cote du tuyau.

P : Surpression égale à 2 bars ; ces surpressions ont pour origine la manœuvre des vannes et des bornes d'irrigation.

IV.8.4 VITESSES

La fixation d'un seuil minimum de vitesse admissible dans les conduites, ne correspond pas véritablement à un impératif technique et n'a pour objectif, que l'introduction d'un seuil raisonnable de diamètre maximum envisagé, pour transiter un débit donné. Ceci nous permettra d'accélérer le calcul d'optimisation. Par contre, la fixation d'un seuil maximum de vitesse tolérée correspond à un compromis entre :

La recherche d'économie sur le coût d'investissement.

Les risques entraînés par les coups de béliers éventuels et le coût de la protection anti-bélier qui en résulterait. Voir tableau IV.4;

Tableau IV.4 Seuils des vitesses admissibles en fonction des diamètres

Diamètre (mm)	Seuils des vitesses admissibles (m/s)	
	Vitesse minimum	Vitesse maximum
100	0,20	1,80
125	0,25	1,85
150	0,25	1,95
200	0,35	2,00
250	0,40	
300	0,40	
350	0,40	
400	0,50	
500	0,50	
600	0,50	
700	0,50	
800	0,50	
900	0,50	
1000	0,50	

1100	0,50
1250	0,50
1500	0,50
2000	0,50

IV.9 LE RESEAU D'IRRIGATION

IV.9.1 Rôle et fonctionnement du réseau

Le réseau d'irrigation est l'ensemble d'organes, d'ouvrages et d'appareils qui assurent le transport, la répartition et la distribution des eaux d'irrigation à chaque exploitation et à chaque parcelle sans oublier par ailleurs les organes qui doivent éventuellement évacuer les eaux en excès.

IV.9.1.1 Type du réseau

Selon les contraintes techniques et économiques, on distingue trois (03) types de réseau d'irrigation:

- Réseaux à ciel ouvert. Réseaux fermés. Réseaux mixtes.

-Réseaux à ciel ouvert : l'eau est transportée par des canaux à ciel ouvert généralement trapézoïdaux.

-Réseaux fermes : l'eau est distribuée sous pression par des conduites formant un ensemble ramifié généralement enterrées. Ce type de réseau est pratiqué dans les cas d'irrigation par aspersion.

-Réseaux mixtes : c'est la combinaison des deux systèmes cités ci haut, le plus souvent l'eau est amené jusqu'au périmètre à l'aide de canaux à ciel ouvert, puis elle est distribuée par conduite sous pression.

IV.9.1.2- Choix du type du réseau

Le choix du type de réseaux dépend en grande partie du mode d'irrigation choisi et aussi dépende de mode d'adduction adopté (dans notre périmètre l'adduction se faite par gravité).

Notre choix sera porté donc sur le réseau fermé sous pression, celui-ci présente beaucoup d'avantages tel que :

Distribution rationnelle de l'eau Perte d'eau négligeable.

Bon coefficient d'utilisation des terres irriguées.

Les principales parties d'un réseau fermé sont :

-I- La conduite principale ou la conduite maîtresse. Elle assure le transport de l'eau à partir de la source (barrage Mazafran) jusqu'au périmètre.

-I-Le réseau de distribution : il est composé de conduites de répartition de l'eau dans le périmètre, les bornes d'irrigation etc...

Le système de distribution constitué d'un réseau de conduites enterrées desservant des bornes d'irrigation permettant de contrôler le débit, la pression et le volume distribué aux îlots d'irrigation. L'eau est distribuée sous moyenne pression permettant l'utilisation au niveau des parcelles d'un système d'aspersion "classique" avec rampes mobiles.

IV.9.1.3 Choix du matériau

Pour l'irrigation, on utilise généralement les conduites en PVC pour les petits et moyens diamètres (<500mm), et les conduites en béton pour les grands diamètres (supérieur à 500mm) quant aux conduites en acier, elles sont peu utilisées du fait qu'elles sont difficiles à entretenir (protection contre la corrosion).

IV.9.1.4 Matériau des Conduites

La pression dans le réseau de distribution est généralement limitée à un maximum de 10 bars. Pour cette pression, compte tenu de la gamme de tuyaux fabriqués en Algérie et de leurs coûts, on prévoit utilisation des types de conduites suivants :

- PVC pour les conduites de diamètre < 500 mm
- Béton Précontraint Ame Tôle (BPAT) pour les conduites de diamètre > 500 mm

IV.9.1.5 Assemblage des conduites

Les conduites en amiante PVC être assemblées à l'aide de Joints tels que :

- I- -Joints torique

IV.9.1.6 Les raccords

Les raccords (ou pièces spéciales) font aussi partie du réseau, ils sont utilisés en cas de raccordement entre deux traçons, en cas de changement de direction, etc.

IV.9.2 Borne d'irrigation

IV.9.2.1 Fonction de la borne

La conception des bornes d'irrigation doit être compatible avec le mode de distribution de l'eau prévu sur le réseau

Les bornes d'irrigation devront assurer les fonctions suivantes :

- vannage pour ouverture et fermeture de la borne ;
- limitation du débit ;
- comptage des volumes ;
- éventuellement, régulation de la pression aval.

(a) Vannage

Les fonctions d'ouverture et de fermeture concernent en fait deux personnes différentes : d'une part l'exploitant et d'autre part l'organisme chargé de la gestion du réseau (ONID). Compte tenu des différents rôles de ceux-ci, il est prévu d'équiper les bornes de deux vannes : une vanne aval sous le contrôle de l'exploitant et une vanne amont sous le contrôle de l'ONID. Lors d'un fonctionnement à la demande, ou avec un tour d'eau géré par les exploitants, la vanne aval sera la vanne principale d'exploitation, la vanne amont servant essentiellement de

Vanne de garde ou de vanne d'isolement en cas de fermeture administrative de la borne. Lors d'un fonctionnement avec un tour d'eau géré par l'ONID, la vanne amont serait ouverte et fermée en fonction de ce tour d'eau ; la vanne aval resterait sous le contrôle de l'exploitant, lui permettant en particulier d'arrêter l'écoulement si l'arrosage est achevé avant l'heure prévue par le tour d'eau.

Deux autres exigences ont été prises en considération dans la conception des bornes :

- La fermeture de la borne doit être progressive, du moins pour les débits d'équipement importants, afin de minimiser les surpressions engendrées dans le réseau ;
- Sur les bornes collectives à sorties multiples, chaque sortie doit être équipée de sa propre vanne.

(b) Limitation du débit

La fonction de limitation de débit est primordiale pour le fonctionnement correct du réseau dans le cas d'une irrigation à la demande. La limitation automatique du débit faciliterait aussi la facturation sur une base débit-durée dans le cas de défaillance du compteur.

(c) Comptage

Le comptage des volumes consommés est indispensable pour la gestion d'un réseau fonctionnant à la demande, il est probable que dans la pratique le réseau fonctionne plutôt selon un principe de "demande modifiée". Toutefois, le comptage devrait rester toujours la base préférée de la facturation de l'eau.

(d) Régulation de pression

La régulation de pression au niveau de la borne pourra servir de buts multiples :

- Elle limite et stabilise la pression aval à une valeur compatible avec le bon fonctionnement du matériel d'irrigation à la parcelle ;
- En conditions statiques, elle protège le matériel d'irrigation à la parcelle contre des pressions excessives qui pourraient endommager le matériel ;
- Elle protège le limiteur de débit. En effet, dans l'absence d'un régulateur, lorsque la borne fonctionne à son débit nominal, le limiteur est appelé à amortir l'excédent de perte de charge entre

la pression amont et la pression aval. Si cette perte de charge est importante, la durée de vie du limiteur risque d'être réduite.

On considère qu'il n'est pas nécessaire d'installer un régulateur de pression sur les bornes où la pression maximale à l'amont (qui correspond effectivement à la pression à débit nul) ne dépasse pas un certain seuil. Outre la réduction du coût, ceci a l'avantage, pour certaines bornes critiques, de réduire la perte de charge de la borne. Aux fins de l'établissement du projet, il est proposé que le seuil de pression amont soit fixé à 6 bars. Cette valeur convient dans le cas d'une irrigation par aspersion ; en conditions statiques, la pression de 6 bars est compatible avec la résistance du matériel. Cependant, dans le cas d'une irrigation en surface, ou d'une irrigation localisée, il pourrait être souhaitable d'adopter un seuil de pression plus bas.

IV.9.2.2 borne collective

Le périmètre inclut un nombre important d'îlots qui regroupent deux ou plusieurs exploitations (ou subdivisions de différentes exploitations) et qui seront desservies par des bornes collectives. Il ya trois modes de gestion de base ont été envisagés pour ces bornes collectives, à savoir :

-Gestion indépendante, chaque exploitation étant desservie par une sortie individuelle. -tour d'eau avec comptage unique, ce qui implique une facturation commune. -tour d'eau entre les exploitations avec comptage individuel.

Le choix entre ces différents modes dépend de plusieurs facteurs qui ne peuvent être cernés définitivement qu'au niveau de la réalisation. Pour l'établissement du projet, les principes suivants ont été retenus en ce qui concerne la conception des bornes collectives :

-Il est considéré que la main d'eau minimum est de 5 l/s, ce qui correspond à une SAU nette de 5,5 ha pour un module de 0,72 l/s/ha à la borne .

-Les exploitations (ou subdivisions d'exploitations) avec une superficie supérieure à 5,5 ha seront toujours alimentées par une sortie individuelle.

-Les exploitations avec une superficie égale ou inférieure à 5,5 ha seront desservies par une, deux ou trois sorties fournissant un débit de 5 l/s chacune. Le nombre de sorties est déterminé de sorte que chaque sortie alimente une superficie aussi proche que possible de 5,5 ha, les exploitations étant regroupées dans un nombre correspondant de "sous-îlots".

Ces dispositions respectent le principe de la desserte individuelle pour les exploitations d'une superficie supérieure à 5,5 ha. Pour les exploitations plus petites, elles représentent un compromis

entre la desserte individuelle et le tour d'eau avec facturation commune. Dans la pratique, selon la répartition des superficies, un grand nombre de petites exploitations disposeraient toujours d'une sortie individuelle, alors que pour les autres le nombre d'exploitants rattachés à une sortie commune serait limité en fonction de la superficie maximale de 5,5 ha. Par ailleurs, il serait en général possible d'augmenter le nombre de sorties en installant des tubulures supplémentaires sur la bornes. Dans tous les cas, il est évident que la question du nombre de sorties par borne devrait être revue au stade de la réalisation du projet, en fonction de l'évolution possible du foncier et de l'avis des exploitants concernés.

IV.9.2.3 configuration des bornes

Compte tenu des considérations et principes énoncés ci-dessus, on prévoit d'utiliser deux types de bornes comme unités de base. Dans certains cas, deux (ou exceptionnellement trois) de ces unités peuvent être combinées pour constituer une "borne composée". Les dispositions de ces différentes bornes sont décrites ci-dessous.

(a) Borne Type A

Ce type de borne comprend un socle de borne pouvant être équipé d'un maximum de quatre sorties. Le socle de borne incorpore une vanne centrale à fermeture progressive qui constituera la vanne amont, sous le contrôle de l'ONID. Chaque sortie sera constituée d'une tubulure avec compteur, limiteur de débit et, le cas échéant, régulateur de pression, et sera munie aussi d'une vanne à opercule qui sera manœuvrée par l'exploitant.

Ce type de borne est utilisé pour les îlots dans lesquels le débit par sortie est limité à un maximum de 5 l/s (soit les îlots comprenant une ou plusieurs exploitations de moins de 5,5 ha). Avec ce débit relativement faible, la coupure de l'écoulement au moyen d'une vanne à opercule ne pose pas de risques d'engendrer des surpressions excessives dans le réseau. La fermeture simultanée de toutes les sorties au moyen de la vanne centrale pourrait entraîner la coupure d'un débit plus important (à la limite jusqu'à 20 l/s). mais dans ce cas, la protection du réseau serait assurée par la caractéristique progressive de la vanne.

La borne sera installée à l'intérieur d'une chambre en béton préfabriqué couverte qui renfermera les équipements, y compris la tête de la vanne centrale et les tubulures, les protégeant contre toute intrusion illicite.

La vanne à opercule sera montée à l'extérieur de la chambre sur un court tuyau de raccordement qui passe à travers une échancrure dans la paroi de la chambre.

Ce tuyau est décalé vers le haut pour s'assurer que le limiteur ne soit pas dénoyé sur le côté aval lorsque la sortie fonctionne à gueule bée. Le socle de la borne est de calibre 100 mm et les tubulures sont de calibre 65 mm

(b) Borne Type B

La borne Type B est utilisée pour les débits supérieurs à 5 l/s. Pour ces débits, il est considéré préférable que l'organe de fermeture sous le contrôle de l'exploitation soit une vanne progressive. En principe, cette vanne sera soumise aux manœuvres les plus fréquentes. La vanne amont sera alors une vanne à opercule. Si cette vanne, sous le contrôle de l'ONID, est utilisée pour fermer la borne, on doit éviter une fermeture trop brusque. Cependant, il serait toujours préférable, si possible, de fermer auparavant la vanne aval.

Tous les équipements, à l'exception du socle contenant la vanne aval, sont installés dans une chambre recouverte de béton préfabriqué, la vanne aval étant installée dans une extension non couverte attenante à cette chambre.

Le calibre varie en fonction du débit et donc de la superficie comme le montre le tableau IV.5

TABLEAU IV.5 DIAMETRE DE LA BORNE

Superficie desservie (ha)	Débit maximum (l/s)	Diamètre de l'appareillage
< 5,5	5	Borne Type A
5,6 - 16,7	15	100
> 16,7	35	150

(Etude de Macdonald, 1997)

La disposition de la borne Type B pourra être adaptée au cas où un réseau enterré de distribution interne serait installé dans l'îlot, ce qui pourrait être intéressant notamment pour les grandes exploitations arboricoles qui introduisent l'irrigation localisée.

Dans ce cas, les manœuvres d'ouverture et de fermeture de la part de l'exploitant se feront principalement au niveau des branchements sur le réseau enterré. Ce dernier pourrait alors être branché sur la borne à la place du socle de la vanne aval, avec éventuellement une vanne à opercule en tant que vanne de garde.

(c) Bornes composées

Les îlots comprenant deux exploitations différentes de taille supérieure à 5,5 ha ou bien combinant une de ces exploitations avec une ou plusieurs petites exploitations seront alimentés par des bornes composées comprenant deux unités de type B ou une unité de type B avec une unité de type A. Exceptionnellement, dans un petit nombre de cas, on aura besoin d'une borne composée comprenant trois unités.

IV.9.2.4 répartition des bornes par type

Les règles concernant le choix du type de borne sont des règles générales utilisées dans le monde. On peut voir que la vaste majorité des bornes sont de type B simple, desservant des îlots comprenant une seule exploitation (ou subdivision d'une exploitation) de superficie supérieure à 5,5 ha. 20% environ des bornes sont des bornes composées dont la plupart

Concernent des îlots comprenant deux exploitations seulement. La plupart des îlots avec trois exploitations ou plus est alimentée par une borne de type A simple, ce qui signifie que ces îlots sont constitués exclusivement d'exploitations d'une superficie ne dépassant pas les 5,5 ha.

La configuration alternative des bornes qui pourrait être adoptée pour permettre une desserte individuelle pour les îlots avec pas plus de 4 exploitations. Dans le cas où le nombre de sorties est multiplié ainsi qu'il est indiqué il serait souhaitable soit d'instaurer un tour d'eau entre les différentes sorties, soit d'équiper les sorties de limiteurs de débit inférieur à 5 l/s, afin d'éviter que la borne appelle un débit instantané excessif.

IV.10 APPAREILLAGE DES CONDUITES

IV.10.1 Vannes de Sectionnement

Les vannes de sectionnement sont utilisées dans le réseau pour isoler différents tronçons du réseau en cas de ruptures de conduites et permettre d'effectuer les réparations sans fermer complètement le réseau. Elles pourront aussi être utilisées pour l'exploitation du réseau (tour d'eau par zone).

Les vannes de sectionnement sont installées :

- aux départs de conduites de transfert et d'adduction ;
- tous les 3 à 4 km le long des conduites principales ;
- à la tête de chaque branche importante (qui alimente plus de 10 bornes environ).

Il est prévu d'utiliser des vannes à opercule pour les petits diamètres (jusqu'à 250 mm). Pour les diamètres plus importants, on utilise des vannes papillon.

IV.10.2 Vannes de Régulation Aval

Les vannes de régulation aval sont installées aux départs des conduites de transfert dans les secteurs DR3 et DR4, ainsi qu'à l'extrémité aval de la conduite de by-pass qui alimente le Secteur DR2 à partir du côté aval de la station de pompage Harrach-Douera. Chaque fois que cela a été possible, deux sous-secteurs ont été regroupés de façon à ce qu'ils utilisent une borne en commun. Cependant, pour limiter la dimension des vannes, deux vannes séparées sont prévues pour les départs DR4 et DR32/34 .

Les vannes sont dimensionnées sur la base d'une vitesse équivalente de 2 m/s environ au débit nominal. Elles seront installées avec vannes de garde en amont et en aval ; l'une ou l'autre de ces vannes servira aussi de vanne de sectionnement. De plus, un filtre en ligne (boîte à crépine) est prévue à l'amont de la vanne de régulation afin de protéger le circuit pilote contre les corps étrangers.

IV.10.3 Ventouses

Les ventouses ont pour fonction :

- de dégazer les conduites en service ;
- d'évacuer l'air lors du remplissage ;
- de laisser entrer l'air lors des vidanges.

Pour le dégazage des conduites, on utilise une ventouse à simple effet avec un orifice de petit diamètre. Le remplissage et la vidange des conduites exigent une ventouse avec un orifice de section importante. A ces fins, on a opté pour des ventouses à double effet, c'est-à-dire à deux orifices : un orifice de section importante assure les fonctions d'entrée et d'évacuation d'air à gros débit, un second orifice de faible section assure le dégazage.

Les ventouses à double effet sont prévus aux endroits suivants :

- à tous les points hauts du réseau, y compris les points hauts créés par les vannes de sectionnement ;
- à tous les 500 à 1 000 m sur les longues descentes.
- à tous les 1 000 m environ sur les longues montées.

Les ventouses à simple effet sont prévues aux endroits suivants :

- aux points d'augmentation abrupte d'un gradient descendant ;
- à mi-chemin entre les ventouses à double effet sur les longues montées.

IV.10.4 Vidanges

Les vidanges sont installées aux points bas le long des conduites de diamètre égal ou supérieur à 250 mm, afin de permettre l'évacuation de la conduite lors de travaux d'entretien et de

réparation. En général, les vidanges ne sont pas prévues sur les petites conduites (< 200 mm). La quantité d'eau contenue dans ces conduites n'est pas importante, et une vidange au moins partielle pourrait être effectuée en utilisant les bornes. Cependant, on fait exception à cette règle sur un petit nombre de cas où une conduite de petit diamètre traverse un accident de terrain en forme de U avec une dénivelée importante (de plusieurs mètres).

IV.10.5 Soupapes de Décharge Anti-Bélier

Des soupapes de décharge sont prévues pour protéger les conduites contre les surpressions qui pourraient résulter :

- de la fermeture d'une vanne de sectionnement ou d'une borne ;
- de la défaillance d'une vanne de régulation aval.

En principe, la conception des bornes vise à minimiser les risques de provoquer des surpressions significatives. Néanmoins, la fermeture trop brusque d'une vanne à opercule au niveau d'une borne ou bien d'une vanne de sectionnement pourrait engendrer des surpressions dangereuses. Il est donc prudent de prévoir l'installation de soupapes de décharge anti-bélier. De manière générale, celles-ci seront installées :

- à 500 m environ des extrémités des branches ;
- tous les 2 000 m le long des conduites principales.

La disposition déterminée sur la base de ces règles est modifiée de telle sorte qu'une soupape est installée juste à l'amont des vannes de sectionnement.

La protection contre la défaillance d'une vanne de régulation aval sera assurée par des soupapes de décharge installées en amont de la première vanne de sectionnement, en aval de la tête du réseau. Ces soupapes seront dimensionnées pour un gros débit de façon à créer une perte de charge importante dans la vanne de régulation (en supposant comme cas extrême que celle-ci est bloquée en position complètement ouverte) et dans le tronçon de tête du réseau. Cette perte de charge devra être suffisante pour réduire la pression dans le réseau à une valeur acceptable.

IV.10.6 Trous d'Homme

Des trous d'homme sont prévus tous les 500 m environ sur les conduites de diamètre égal ou supérieur à 700mm. En général, ceux-ci seront combinés aux ventouses, la ventouse étant installée sur la plaque d'obturation du trou d'homme.

CONCLUSION

Afin de garantir une fourniture en eau fiable et de limiter les conflits d'usages, le découpage proposé donne une prise autonome à une parcelle ou à un groupement d'une même exploitation.

La distribution s'effectue à la demande, avec une régulation des débits par des appareils installés aux bornes d'irrigation et des ventouses installées sur la conduite d'adduction.

Le réseau est gravitaire, sous pression et la desserte se fait à la demande, ce qui rend l'évaluation des débits à transiter par les différents tronçons du réseau très complexe.

Le modèle que nous avons proposé pour schématiser le phénomène d'appel des débits dans une telle desserte est basé sur la loi des débits, dans laquelle, les débits affectés à chaque prise sont proportionnels aux caractéristiques des îlots desservis.

Le principe de cette loi est simple, mais la difficulté réside dans la définition des caractéristiques des îlots desservis et la configuration des modèles d'assolements prévus, dont elle est fonction.

La longueur totale du réseau de desserte est avoisine **10,685 km** comprenant tout diamètres confondus (de **63 à 700 mm**) en PVC et Béton Précontraint Armé Tôle (PBAT) avec la mise en place de **30 îlots** et **26 bornes** d'irrigations.

Conclusion générale:

La plaine de la metidja présente des sols homogènes caractérisés par une texture fine à très fine sur tous profils décrits et analysés.

La connaissance des caractères physico-chimique des sols permettra par cette occasion l'introduction de nouvelles cultures dans la plaine.

Il y a lieu de souligner que la plaine de la metidja est une région agricole par excellence où les cultures irrigués ont une grande place notamment les maraîchères adaptées aux textures fines et très fines, représentées surtout par la l'origine, la tomate, les aubergines etc.

Notre sous secteur choisi est de surface de 509 ha, ses sols sont aptes aux arboricultures comme exemple le pommier et aussi aptes pour les céréales

Au terme de ce travail ; nous pouvons avancer que la projection de système d'irrigation performant ou efficient est indispensable.

Le choix du mode d'irrigation peut être également influencé par le mode de livraison de l'eau au niveau de l'exploitation, en particulier la distribution d'eau aux prises d'irrigation sous haute pression et à la demande facilement et encouragerait l'utilisation de l'irrigation par aspersion.

L'irrigation par aspersion peut être utilisée au niveau de notre périmètre surtout pour les cultures céréalières en effet la qualité médiocre de l'eau d'irrigation pourrait causer des dégâts sur d'autre cultures, par contre à l'irrigation localisée le problème de qualité d'eau ne se pose pas donc cette technique peut être appliquée à toute les cultures en ligne maraîchères ou arboricultures.

De plus l'aspect pédologique est à respecter ; les terres de la plaine ont une texture fine il faut donc ramener l'eau à la parcelle avec de faible intensité afin de na pas dégrader la structure. Donc de diminuer le risque d'érosion des sols.

- Ce projet peut donc contribuer à améliorer l'ensemble des conditions socio économique de la plaine.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] [http:// www.fao.com](http://www.fao.com)
- [2] ONID : (Avant-projet détaillé (APD) Aménagement Agricole du périmètre de Mitidja
- [3] ZELLA L.1, SMADHID Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n° 06, Décembre 2007, évolution de l'irrigation
- [4] Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural. rapport sur la situation du secteur 2006
- [5] ENSH. 1987 : guide méthodique des projet d'irrigation agricole
- [6] ENSH. 1986 :notion générale –régime d'irrigation
- [7] Touibia.B, 2005 : Manuel pratique d'hydrologie;
- [8] ANRH Blida la commune de soumaa.
- [9] <http://www.google.fr>
- [10] Etude hydro-agricole de la Mitidja centre (Macdonald-1997)
- [11] DJERBOUA SAMIR.2009 : mémoire de fin d'étude.

ANNEXES

• **CALCUL HYDRAULIQUE SECTEUR (DR41) MITIDJA CENTRE.**

Les calculs des nœuds de raccordement et des bornes d'irrigation du réseau

Etat des nœuds et bornes du réseau				
Nœuds et Bornes	Altitude	Demande base	Charge	Pression
	m	l/s	m	m
Nœud 1	104.37	0,00	151.98	47.60
Nœud 2	104.27	0,00	151.76	47.48
Nœud 2bis	104.62	0,00	151.48	46.86
Nœud 3	104.39	0,00	151,08	46,68
Nœud 4	106.13	0,00	150.01	43,87
Nœud 5	106.54	0,00	149,61	43,06
Nœud 6	106.69	0,00	148,86	42,17
Nœud 7	105.49	0,00	145,87	40,37
Nœud 8	106.22	0,00	148,20	41,98
Nœud 9	106.98	0,00	146.57	39.59
Nœud 10	104.28	0,00	151,89	47,60
Nœud 11	104.99	0,00	151,78	46,79
Nœud 12	105.51	0,00	151,51	45,99
Nœud 13	105.55	0,00	151,36	45,81
Nœud 14	106.06	0,00	151,30	45,23
Nœud 15	106.23	0,00	151,27	45,03
Nœud 16	106.45	0,00	151,22	44,76
Nœud 17	108.09	0,00	150,95	42,86
Nœud 18	109.89	0,00	150,35	40,45
Nœud 19	109.85	0,00	150,03	40,17

Nœud 20	109.51	0,00	149,67	40,16
Nœud 21	109.44	0,00	149,55	40,11
Nœud 22	110.5	0,00	149,24	38,74
Nœud 23	110.43	0,00	149,09	38,66
Nœud 24	110.91	0,00	148,96	38,05
Nœud 25	110.95	0,00	148,92	37,96
Nœud 26	111.27	0,00	148,75	37,47
Nœud 27	106.03	0,00	151,06	45,03
Nœud 28	106.05	0,00	151,01	44,95
Nœud 29	106.10	0,00	150,82	44,72
Nœud 30	106.02	0,00	150,34	44,31
Nœud 31	105.97	0,00	150,10	44,13
Nœud 32	107.22	0,00	147,07	39,85
Nœud 33	105.82	0,00	149,48	43,65
Nœud 34	105.64	0,00	149,25	43,61
Nœud 35	105.7	0,00	149,11	43,41
Nœud 36	105.78	0,00	148,85	43,06
Nœud 37	105.54	0,00	146,98	41,43
Nœud 38	106.62	0,00	148,49	41,87
Nœud 39	106.7	0,00	145,69	38,98
Nœud 40	108.03	0,00	147,70	39,66
Nœud 41	108.92	0,00	147,50	38,57
Nœud 42	108.90	0,00	147,41	38,50
Nœud 43	109.02	0,00	147,38	38,35
Borne 1	104.99	12,01	151,19	46,19

Borne 2	106.67	13,08	147,80	41,13
Borne 3	106.98	15,26	148,20	41,21
Borne 4	106.17	5,26	147,77	41,59
Borne 5	105.34	15,41	145,08	39,73
Borne 6	106.02	3,38	146,73	40,71
Borne 7	106.86	6,25	145,86	39,00
Borne 8	107.73	13,70	144,74	37,01
Borne 9	105.87	8,89	151,13	45,25
Borne 10	108.19	21,14	149,53	41,33
Borne 11	109.93	18,76	150,01	40,07
Borne 12	109.85	14,63	149,69	39,83
Borne 13	109.62	22,84	149,60	39,98
Borne 14	109.3	17,96	147,01	37,71
Borne 15	111.06	16,03	148,76	37,70
Borne 16	111.43	9,88	148,53	37,10
Borne 17	106.21	6,35	150,40	44,18
Borne 18	107.14	12,57	148,33	41,18
Borne 19	106.23	10,38	149,61	43,37
Borne 20	107.87	11,92	146,66	38,78
Borne 21	105.8	9,42	148,85	43,04
Borne 22	105.45	6,33	145,62	40,17
Borne 23	106.91	13,32	145,07	38,16
Borne 24	108.03	13,19	147,43	39,39
Borne 25	109.01	13,16	147,11	38,09
Borne 26	110.25	8,43	147,33	37,08

Réservoir 0	150	Sans valeur	152,00	2,00
-------------	-----	-------------	--------	------

Conduites	Longueur m	Diamètre mm	Vitesse m/s	Pert. Charge Unit m/km	Pert. Charge total
Conduite C1	33,21	700	0,83	0,74	0,02
ConduiteC2	52,90	300	1,19	4,13	0,22
ConduiteC3	66,25	300	1,19	4,13	0,27
Conduite C4	35,50	125	0,98	8,30	0,29
ConduiteC5	132,80	300	1,02	3,07	0,41
Conduite C6	347,23	300	1,02	3,07	1,07
Conduite C7	99,95	200	0,90	3,97	0,40
ConduiteC8	185,23	125	1,07	9,76	1,81
ConduiteC9	107,88	125	1,24	13,09	1,41
Conduite C10	383,80	250	0,90	2,98	1,14
Conduite C11	220,63	250	0,90	2,98	0,66
Conduite C12	47,46	90	0,83	9,07	0,43
Conduite C14	174,88	125	1,26	13,35	2,33
Conduite C13	61,89	63	1,08	23,81	1,47
Conduite C15	59,52	125	1,26	13,35	0,79
Conduite C16	187,79	150	1,13	8,69	1,63

Conduite C17	56,41	90	0,98	12,57	0,71
Conduite C18	171,62	125	1,12	10,66	1,83
Conduite C19	92,93	600	0,83	0,89	0,08
Conduite C20	127,44	600	0,83	0,89	0,11
Conduite C21	298,44	600	0,83	0,89	0,27
Conduite C22	43,08	110	0,94	8,91	0,38
Conduite C23	181,48	600	0,80	0,83	0,15
Conduite C24	98,69	500	0,62	0,63	0,06
Conduite C25	44,33	500	0,62	0,63	0,03
Conduite C26	75,38	500	0,62	0,63	0,05
Conduite C27	424,76	500	0,62	0,63	0,27
Conduite C28	147,03	150	1,20	9,71	1,43
Conduite C29	448,41	400	0,80	1,34	0,60
Conduite C30	44,56	150	1,06	7,72	0,34
Conduite C31	181,62	350	0,85	1,77	0,32
Conduite C32	27,86	125	1,19	12,08	0,34
Conduite C33	294,36	350	0,69	1,22	0,36
Conduite C34	27,39	200	0,73	2,64	0,07

Conduite C35	98,67	300	0,62	1,19	0,12
Conduite C36	266,07	300	0,62	1,19	0,32
Conduite C37	121,27	300	0,62	1,19	0,14
Conduite C38	292,82	150	1,02	7,10	2,08
ConduiteC39	119,47	250	0,53	1,10	0,13
Conduite C40	41,92	250	0,53	1,10	0,05
Conduite C41	27,21	150	0,91	5,72	0,16
Conduite C42	309,38	200	0,31	0,55	0,17
Conduite C43	37,20	125	0,80	5,72	0,21
Conduite C44	203,25	400	0,84	1,47	0,30
Conduite C45	51,22	90	1,00	12,97	0,66
Conduite C46	42,26	400	0,79	1,31	0,06
Conduite C47	296,24	125	1,02	9,05	2,68
Conduite C48	93,83	350	0,90	1,97	0,18
Conduite C49	245,09	350	0,90	1,97	0,48
ConduiteCSO	60,83	110	1,09	11,98	0,73
Conduite C51	149,79	350	0,79	1,55	0,23
Conduite C52	371,66	125	0,97	8,17	3,04

Conduite C53	49,73	125	0,97	8,17	0,41
Conduite C54	257,93	300	0,90	2,42	0,62
Conduite C55	202,31	350	0,66	1,12	0,23
Conduite C56	124,20	350	0,66	1,12	0,14
Conduite C57	27,03	110	0,99	9,96	0,27
Conduite C58	150,62	300	0,77	1,79	0,27
Conduite C59	145,13	90	0,99	12,87	1,87
Conduite C60	105,48	90	0,99	12,87	1,36
Conduite C61	248,79	300	0,68	1,42	0,35
Conduite C62	277,94	125	1,09	10,10	2,81
Conduite C63	61,01	125	1,09	10,10	0,62
Conduite C64	417,46	250	0,71	1,91	0,80
Conduite C65	27,16	125	1,07	9,91	0,27
Conduite C66	257,28	250	0,44	0,78	0,20
Conduite C67	114,42	250	0,44	0,78	0,09
Conduite C68	35,66	250	0,44	0,78	0,03
Conduite C69	27,65	125	1,07	9,87	0,27
Conduite C70	345,09	250	0,17	0,13	0,04