

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DE L'HYDRAULIQUE
«ARBAOUI Abdellah »

DEPARTEMENT SPECIALITES

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME
D'INGENIEUR D'ETAT EN HYDRAULIQUE.

Spécialité : Conception Des Systèmes d'Irrigation et de Drainage

THEME

**Aménagement hydro-agricole du périmètre de la
plaine de Kramis. W Mostaganem**

Présenté par :
M^{elle} BELMILOUD Soumia

Promoteur :
M^r MENAD Charef

Devant le jury composé de :

Président : M^r O. KHODJET-KESBA

Examineurs : M^{eme} D. DJOUDAR
M^{eme} S.OUIR
M^{eme} W.AZIEZ
M^r M. DJELLAB

Juillet 2008

Dédicaces

C'est avec une immense joie et un grand plaisir que je dédie ce travail à :

- *Mon père et ma mère pour tout ce qu'ils ont fait pour moi ; leurs soutiens aussi bien matériels que moraux depuis mes premiers pas dans ce monde jusqu'à aujourd'hui, ainsi que leurs conseils instructeurs.*
- *Mes sœurs Leila et Nawel et mes frères Khaled, Abdou et Amine pour leurs soutiens et leurs encouragements.*
- *Ma grande mère et mes oncles.*
- *Mes amis qui m'ont soutenu pendant des moments difficiles.*

La liste est longue, mais que tous les proches qui ne sont pas cités trouvent ici ma reconnaissance pour leur coup de pouce lors de mon cursus scolaire.

Je ne peux enfin clore cette page sans penser à ma promotion d'hydraulique et tous les enseignants de l'ENSH pour le savoir qu'ils m'ont transmis.

Remerciements

Après un long parcours, me voilà enfin au terme de mes études pour le cycle ingénieur et c'est là pour moi l'occasion d'adresser mes vives remerciements à tous ceux qui de près ou de loin ont bien voulu apporter leurs contributions pour l'élaboration de ce mémoire.

Mes remerciements vont plus particulièrement à :

- *Mr Menad Charef : pour ses critiques combien utiles, ses précieux conseils et son professionnalisme.*
- *Mr Bensmain Nouredine : qui avec ses conseils et sa sagesse a toujours été à mes cotes.*
- *Mr bekkaye Amirouche : pour son aide combien louable, sa disponibilité et ses orientations dans le cadre de mon travail.*

J'exprime aussi mes sincères remerciements à tous les travailleurs de la DHW de Mostaganem pour l'accueil chaleureux dans leur service ; en particulier Mr Ben fodil Ahmed ; Nefouci Habib ; Mr Latroch AEK. ; Mr Benyouça Kamel pour ses conseils et son soutien.

Je ne saurais terminer sans dire merci à Mr Abbou Mohammed, Je remercie encore tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin dans l'élaboration de ce projet.

Merci à tous

ملخص:

إن الهدف من انجاز هذه المدكرة يندرج ضمن السياسة الحالية المتعلقة بتسيير المساحات المسقية، و الذي يسعى إلى رفع المرد وديق الفلاحية، وذلك باستعمال أفضل تقنيات السقي، و تسيير أنجع للموارد المائية. و هذا لن يأتي إلا بتبني أنظمة سقي حديثة و التي فرضت فعاليتها، نذكر على سبيل المثال : السقي بالتقطير و السقي بالرش الأكثر تطورا في الآونة الأخيرة نتيجة للتقدم العلمي و التكنولوجي و من بين ما تتميز به هذه الأنظمة من محاسن هو تحقيقها لاقتصاد معتبر للمياه.

Résume :

L'objectif de mon mémoire de fin d'études rentre dans le caractère de la politique actuelle de la gestion des périmètres irriguée ; dont l'objectif d'augmenter le rendement agricole, par l'utilisation des meilleures systèmes d'irrigation, et une meilleure gestion des ressources en eau et cela par adoption des systèmes d'irrigation modernes qui ont impose leur fiabilité, à savoir : l'irrigation localisée, 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 feed back, 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, aspersion irrigation the most developed with the evolution of science and technology. These systems present many advantages like the important water saving.

SOMMAIRE

Introduction générale

Chapitre I : Présentation générale	3
I-1 Localisation géographique de la région.....	4
I-2 Situation géographique de la zone d'étude.....	5
I-3 Géologie et géomorphologie	7
I-3-1 Relief et géomorphologie	7
I-3-2 géologies et stratigraphie.....	7
I-3-3 Réseau hydrographique.....	8
Chapitre II : Climatologie	9
Introduction.....	10
II-1 Température de l'air.....	10
II-2 La précipitation.....	11
II-3 L'humidité relative de l'air.....	12
II-4 Insolation.....	13
II-5 Le vent.....	14
II-6 Evapotration.....	15
II-7 Déficit pluviométrique.....	16
II-8 Autres paramètres climatiques	17
II-9 Les indices climatiques.....	17
II-9-1 L'indice d'aridité de MARTONE.....	18
II-9-2 Quotient pluviométrique d'EMBERRGER.....	19
II-9-3 Climogramme pluviométrique de Gaussen.....	21
Conclusion.....	22
Chapitre III : hydrologie	23
Introduction.....	24
III-1 Réseau pluviométrique	24
III-2 Homogénéité de la série pluviométrique.....	25
III-3 Etude de l'échantillon et choix du type de loi.....	28
III-3-1 Traitement des données	28
III-3-2 Ajustement de la série pluviométrique	28
III-3-2-1 Ajustement à la loi log-Normale	28
Conclusion.....	31
Chapitre IV : Ressources en sol	32
Introduction.....	33
IV-1 Facteurs de formation et d'évolution des sols.....	33
IV-2 Typologie et pédogenèse des sols dans le périmètre.....	33

<i>IV-3 Classification des sols du périmètre.....</i>	<i>34</i>
<i>IV-3-1 Sols peu évolués.....</i>	<i>35</i>
<i>IV-3-2 Sols calcimagnésiques.....</i>	<i>35</i>
<i>IV-3-3 Sols à sesquioxydes de fer.....</i>	<i>36</i>
<i>IV-4 Caractéristiques hydrodynamiques du secteur de Kramis.....</i>	<i>36</i>
<i>IV-5 Aménagement et mise en valeur des terres en irrigué.....</i>	<i>37</i>
<i>IV-6 Salure et alcalisation.....</i>	<i>38</i>
<i>IV-7 Evaluation des terres irrigables.....</i>	<i>38</i>
<i>IV-7-1 Paramètre d'évaluation des sols irrigables</i>	<i>38</i>
<i>IV-7-2 Classement des terres du périmètre à l'irrigation.....</i>	<i>39</i>
<i>Conclusion.....</i>	<i>40</i>
<i>Chapitre V : Ressources en eau.....</i>	<i>41</i>
<i>Introduction.....</i>	<i>42</i>
<i>V-1 Ressources en eau de surface.....</i>	<i>42</i>
<i>V-1-1 Hydrologie et climatologie.....</i>	<i>42</i>
<i>V-1-2 Caractéristiques du barrage de Kramis.....</i>	<i>42</i>
<i>V-1-3 Qualité de l'eau d'irrigation.....</i>	<i>43</i>
<i>V-1-4 La conductivité électrique</i>	<i>44</i>
<i>V-1-5 Le SAR (Sodium Absorption Ration).....</i>	<i>44</i>
<i>V-2 Ressources en eaux souterraines.....</i>	<i>47</i>
<i>V-2-1 Hydrogéologie et ressources en eaux souterraines.....</i>	<i>47</i>
<i>V-2-2 Ressources mobilisables et moyen de mobilisation envisageables</i>	<i>47</i>
<i>Conclusion.....</i>	<i>48</i>
<i>Chapitre VI : Etude agro socio- économique.....</i>	<i>50</i>
<i>Introduction.....</i>	<i>51</i>
<i>VI-1 Généralité</i>	<i>51</i>
<i>VI-2 Typologie des exploitations selon la taille de la SAU.....</i>	<i>52</i>
<i>VI-3 Types des cultures pratiquées et systèmes de production existant.....</i>	<i>53</i>
<i>Conclusion.....</i>	<i>58</i>
<i>Chapitre VII : Besoins en eau.....</i>	<i>59</i>
<i>Introduction.....</i>	<i>60</i>
<i>VII-1 Choix des secteurs à aménager.....</i>	<i>60</i>
<i>VII-2 Les cultures adaptées à la zone.....</i>	<i>61</i>
<i>VII-3 Choix des cultures.....</i>	<i>61</i>
<i>VII-4 Scénarios d'occupation du sol.....</i>	<i>62</i>
<i>VII-5 Besoin en eau du périmètre</i>	<i>63</i>
<i>VII-5-1 L'évapotranspiration potentielle de référence (ETo).....</i>	<i>63</i>
<i>VII-5-2 Pluie efficaces (pe).....</i>	<i>65</i>
<i>VII-5-3 Calcul des coefficients culturaux.....</i>	<i>66</i>
<i>VII-5-4 Efficience de l'irrigation.....</i>	<i>67</i>
<i>VII-5-5 Besoins brutes en eau d'irrigation d'une culture.....</i>	<i>68</i>
<i>VII-5-6 Débit fictif continu DFC.....</i>	<i>68</i>
<i>Conclusion.....</i>	<i>69</i>

Chapitre VIII: Etudes des schémas d'aménagement hydraulique	70
Introduction.....	71
VIII-1 Choix du mode de distribution d'eau.....	71
VIII-2- Choix des matériaux de conduite.....	71
VIII-2-1 Réseau d'adduction.....	72
VIII-2-2 Réseau de distribution.....	73
VIII-3- paramètres de dimensionnement	75
VIII-3-1 Durées d'irrigation	75
VIII-3-2 Calculs hydrauliques.....	75
VIII-3-4 Calculs des débits transitant dans le réseau.....	76
VIII-4 le principe de BORNAGE.....	77
Chapitre IX: Modes et techniques d'irrigation	78
Introduction.....	79
IX-1 Les différentes techniques d'irrigation.....	79
IX-1-1 Irrigation de surface.....	79
IX-1-1-1 l'irrigation à la raie	79
IX-1-1-2 l'irrigation par submersion	79
IX-1-1-3 l'irrigation par ruissellement	79
IX-1-1-4 l'irrigation mixte.....	79
IX-1-2 Irrigation par aspersion.....	79
IX-1-3 l'irrigation localisée.....	80
IX-2 Avantages et inconvénients de ces systèmes d'irrigation.....	81
IX-3 Equipement de la parcelle par aspersion.....	83
IX-3-1 Principe.....	83
IX-3-2 Principaux éléments du système par aspersion	84
IX-3-3 Choix du dispositif.....	85
IX-3-4 Etudes préliminaires.....	86
IX-3-5 Matériaux d'irrigation à la parcelle.....	87
IX-3-6 Choix et caractéristiques de l'asperseur.....	88
IX-3-7 Calcul de pression et diamètres de canalisations.....	89
IX-4 Equipements de la parcelle pour l'irrigation localisée.....	92
IX-4-1 Eléments d'un équipement à la parcelle.....	92
IX-4-2 Etudes préliminaires.....	93
IX-4-2-1 Données de base.....	93
IX-4-2-2 Calcul des paramètres de l'installation.....	94
Conclusion.....	98
Chapitre X: Brises-vents	99
Introduction.....	100
X-1 Brise-vent	100
X-2 le vent dans la région.....	101
X-3 préparation du terrain.....	102
X-3-1 espèces végétales.....	102
X-3-2 critères.....	102
X-3-3 pose du paillis de plastique.....	103

<i>X-3-4 récipient et conservation des plants.....</i>	<i>104</i>
<i>X-3-5 plantation.....</i>	<i>104</i>
<i>X-3-6 Espacement.....</i>	<i>105</i>
<i>X-3-7 Procédures.....</i>	<i>105</i>
<i>X-3-8 plants en récipients.....</i>	<i>106</i>
<i>X-3-9 protection du brise-vent.....</i>	<i>106</i>
<i>Conclusion.....</i>	<i>106</i>
<i>Chapitre XI: Etude de l'impact du projet sur l'environnement.....</i>	<i>107</i>
<i>Introduction.....</i>	<i>108</i>
<i>XI-1 Impact induit par la mise en place des réseaux d'irrigation.....</i>	<i>108</i>
<i>XI-1-1 sur le secteur économique.....</i>	<i>108</i>
<i>XI-1-2 sur le secteur physico-chimique.....</i>	<i>109</i>
<i>XI-2 Impact liés à la phase d'exploitation.....</i>	<i>109</i>
<i>XI-2-1 sur le secteur écologique.....</i>	<i>109</i>
<i>XI-2-2 sur le secteur physico-chimique.....</i>	<i>110</i>
<i>XI-2-3 Impact liés à l'économie d'eau.....</i>	<i>111</i>
<i>XI-3 Impacts socio-économiques.....</i>	<i>111</i>
<i>Chapitre XII: Evaluation économique.....</i>	<i>112</i>
<i>Introduction.....</i>	<i>112</i>
<i>XII-1 Charges d'investissement.....</i>	<i>112</i>
<i>XII-1-1 Coûts des conduites.....</i>	<i>112</i>
<i>XII-1-2 Coût de terrassement de réseau de distribution.....</i>	<i>113</i>
<i>XII-1-3 Coût des ouvrages d'art sur le réseau de distribution.....</i>	<i>113</i>
<i>XII-1-4 Coût de terrassement de pistes et brise vent.....</i>	<i>114</i>
<i>XII-2 Charge d'exploitation.....</i>	
<i>XII-3 Coût total des aménagement projetés.....</i>	
<i>Conclusion générale</i>	
<i>Bibliographie</i>	
<i>Annexes</i>	

liste des tableaux

TableauII-1 : températures moyennes mensuelles en °c.....	10
TableauII-2 : Les pluies moyennes mensuelles en mm de la période allant de 1990 à 2002.....	12
TableauII-3 : Humidité relative de l'air en %.....	13
TableauII-4 : Insolation moyenne journalière au cours de l'année en h/j.....	13
TableauII-5 : Valeurs moyennes de la vitesse du vent en m/s.....	14
TableauII-6 : valeurs de l'évapotranspiration potentielle moyenne mensuelle en mm/mois.....	16
TableauII-7 : Valeurs moyennes mensuelles du déficit pluviométrique en mm.....	16
TableauII-8 : Autres paramètres climatiques en jours.....	17
TableauII-9 : Classification de climat selon MARTONE.....	18
Tableau III-1 : Série de précipitations moyennes pour le bassin du barrage de Kramis.....	24
Tableau III-2 : teste de wilcoxon.....	26
Tableau III -3 : Ajustement à une loi Log-normale.....	29
Tableau III-4 : Série de précipitations moyennes pour le bassin du barrage de Kramis.....	32
TableauIII-5 : année de calcul.....	32
Tableau IV- 1 : les paramètres hydrodynamiques du secteur de kramis.....	36
Tableau IV -2 : clef de classement des aptitudes des terres à l'irrigation.....	40
TableauV-1 : Qualité de l'eau brute de la station hydrométrique de l'Oued Kramis.....	43
TableauV-2 : Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique.....	44
TableauV-3 : Classification des eaux en fonction de SAR.....	45
TableauV -4 : Inventaire du secteur Kramis.....	49
TableauVI-1 : Classement des exploitations enquêtées par tailles de SAU et par statut juridique....	52
TableauVI-2 : Répartition de la SAU par groupe de cultures.....	53
TableauVI-3 : Occupation actuelle des sols du périmètre en ha.....	54
Tableau VI-4 : cultures pratiquées actuellement au niveau du secteur Kramis.....	55
Tableau VI-5 : Assolement pratiqués au niveau du secteur de Kramis.....	58
TableauVII-1 : Scénarios des cultures considérées (secteur de Kramis) en ha.....	62
Tableau VII-2 : Evapotranspiration de référence ETo de la zone d'étude.....	65
Tableau VII-3 : pluies efficaces en mm/mois.....	65
TableauVII-4 : coefficients culturaux de quelques cultures et ETo en mm/mois.....	66

Tableau VII-5 : Etc des cultures considérées.....	67
Tableau VII-6: Besoins en eau des cultures et les débits fictifs continus.....	69
Tableau IX-1 : Caractéristiques des parcelles.....	85
Tableau IX-2: différentes caractéristiques de l'équipement.....	89
Tableau IX-3 : récapitulatif des caractéristiques de canalisations.....	91
Tableau X-1 : Valeurs moyennes de la vitesse du vent (m/s) dans la station climatologique de Mostaganem (1990-2002)	101
Tableau X-2 : Critères d'efficacité des brises-vents naturels.....	103
Tableau XII-1 :les prix des conduites.....	112
Tableau XII-2 :défèrent prix des travaux réalise.....	113
Tableau XII-3 :défèrente matériel installé.....	113
Tableau XII-4 :cout des différentes opérations.....	114

liste des figures

Fig I-1: situation de périmètre d'étude.....	6
Fig II -2: températures maximales et minimales.....	11
Fig II -3: valeurs moyennes mensuelles de la pluviométrie.....	12
Fig II-4 : évolution mensuelle de l'humidité relative.....	13
Fig II-5 : insolation moyenne journalière.....	14
Fig II -6 : Valeurs moyennes de la vitesse du vent	15
Fig II -7 : Pluie et l'ETP.....	16
Fig II -8: diagramme bioclimatique d'EMBERGER.....	20
Fig II -9 : Climogramme de Gaussen.....	21
Fig III-1: Ajustement à une loi Log-normale.....	31
Fig IV-1 : carte pédologique des sols.....	41
Fig V-1: diagramme de classification des eaux d'irrigation.....	46
Fig VI-1 : Occupation des sols de Kramis par groupe de cultures.....	54
Fig VI-2: cultures sous serre de tomate	56
Fig VI-3: culture céréalières; le blé.....	56
Fig VI-4: L'arboriculture.....	57
Fig VI-5: culture de oignon.....	57
Fig XI-1 : Valeurs moyennes de la vitesse du vent (m/s) dans la station climatologique de Mostaganem.....	101

Introduction générale

L'accroissement rapide de la population, le taux de chômage galopant, la rareté de plus en plus accrue des ressources en eau, la dégradation des ressources en sol et de l'écosystème sont autant de raisons qui ont poussé les autorités publiques à prendre des mesures et à adapter des plans d'action afin de parer à ces fléaux.

C'est en effet dans cette optique que l'état Algérien a entrepris une vaste politique de développement visant à valoriser les potentialités naturelles (eaux et sols) et humains disponibles pour une amélioration du niveau de vie des populations, rurales en particulier ; d'une part et pour accroître la production agricole nationale de l'autre.

L'étude de l'aménagement hydro agricole du périmètre irrigué de Kramis, qui constitue ici le thème de notre travail, entre dans le cadre de cette politique de développement.

Le projet de l'aménagement du périmètre à partir des eaux du barrage de Kramis, qui est le premier du genre dans la région, a été lancé afin de réduire entre autres les difficultés rencontrées par les agriculteurs de la région en matière d'approvisionnement en eau.

Le périmètre faisant l'objet de l'étude couvre une superficie brute de 4340 ha et est scindé 4 secteurs ; chaque secteur comporte plusieurs exploitations agricoles d'une taille variable et sur lesquelles seront pratiquées différentes cultures. Actuellement quelques cultures céréalières sont pratiquées, de l'arboriculture (viticulture surtout) et du maraîchage (sous serre en particulier). L'irrigation de ces cultures se fait au moyen des eaux apportées par des citernes tractées à partir des puits.

Notre étude ne sera concentrée que sur le secteur de Kramis (700 ha) qui est le plus proche du barrage et qui sera alimenté gravitairement. La construction du barrage en question rappelons-le a été lancée juste après le lancement de l'étude du périmètre et cela afin d'assurer une bonne coordination entre les aspects de mobilisation des ressources en eau et leur utilisation et aussi d'éviter l'inutilisation des eaux qui seraient stockées dans la retenue.

L'objectif de cette étude est, non seulement de réunir les éléments de base nécessaires à savoir une analyse hydro pédologique, un aperçu socio économique, mais aussi et surtout de définir une méthodologie pour le dimensionnement d'un réseau d'irrigation à partir des eaux d'un barrage afin que celles-ci soient utilisées de façon efficiente et efficace.

Et pour parvenir à cette fin, notre travail est reparti en deux grands volet : une première partie dominée par l'étude de base au cours de laquelle sont étudiées les ressources en eaux et en sol après une présentation sommaire du milieu physique. Quant à la deuxième partie, elle traite après une étude socio économique, de l'évaluation des besoins en eaux d'irrigation, de l'étude des schémas d'aménagement hydraulique et de l'impact sur l'environnement que peut avoir le projet avant de se lancer dans les travaux d'exécution.

chapitre I

présentation générale

I-1 localisation géographique de la région

Le bassin versant de l'oued Kramis ⁽¹⁾ est un bassin côtier situé dans la partie nord ouest de l'Algérie. Délimité

Au nord par : la mer méditerranée

Au sud par : Sidi Mhammed Ben Ali, Mediouna.

A l'Est par : Ain Sidi Moussa.

A l'Ouest par : Sidi Ali, Sidi Lakhdar et Touagrite

La zone d'étude occupe une surface près de la RN 11 de son côté Ouest, La superficie totale du bassin versant jusqu'au site du barrage de Kramis est de 300Km².

Le bassin versant du petit barrage de Bakhti sur l'oued sidi Bakhti ⁽²⁾ est adjacent au bassin versant de l'oued Kramis et draine une superficie de 54Km². Notons tout de même que l'oued Bakhti est un affluent de la rive gauche de l'oued Kramis ; la confluence se trouvant juste en aval du site du barrage de Kramis. Le site potentiel objet de l'étude d'aménagement du périmètre hydro agricole de Kramis s'étale sur une distance d'environ 70Km.

La zone d'étude englobe cinq communes qui sont : la commune de Achaàcha, la commune Ouled Boughalem, la commune de Khadra, la commune de Sidi Lakhdar et la commune de Nekmaria.

⁽¹⁾ vallée du bassin versant de laquelle le périmètre doit son nom, de même que le barrage qui alimentera le périmètre (source DHW).

⁽²⁾Oued dont le barrage de Sidi Bakhti lui doit son nom (source DHW).

I-3 Situation géographique de la zone d'étude

Notre zone se situe entre les coordonnées UTM suivante

1. Est : 294000
2. Ouest: 272000
3. Nord: 4022000
4. Sud: 4006000

Le futur périmètre irrigué d'une superficie totale de 4340 ha, comporte quatre secteurs repartis comme suit :

- Le secteur Kramis (700 ha) situé dans la partie avale du barrage et longeant l'oued Kramis.
- Le secteur Ouled Boughalem (420 ha) ; le plus éloigné à barrage environ 80 Km de Mostaganem est situé au nord-est du secteur Kramis.
- Le secteur Khadra (2600 ha) à cheval entre l'oued Roumane ⁽¹⁾ et l'oued Kramis.
- Le secteur Sidi Lakhdar (620 ha) situé au sud-ouest de l'oued Roumane.

Le secteur de Kramis sur lequel sera concentrée notre étude est une bande de terre de forme allongée qu'on scinde en 2 zones distinctes : Kramis nord et Kramis sud ; et sera alimenté gravitairement à partir de l'ouvrage de restitution existant au pied du barrage par une conduite autonome en béton armé DN 600 mm. Ce secteur se trouve à environ 800m du barrage.

La figure I-1 illustre bien la position du périmètre d'étude

⁽¹⁾ premier grand Oued qu'on franchi à la sortie de Sidi Ali avant d'atteindre le barrage de Kramis

I-4 géologie et géomorphologie

I-4-1 Relief et géomorphologie

Le périmètre d'étude s'étale sur un plateau côtier étiré sud-ouest, nord-est et reliant l'embouchure du Chélif au lit majeur de l'oued Kramis. L'action conjuguée des différents facteurs du milieu naturel a engendré l'apparition de trois grands compartiments morphologiques :

- Un premier compartiment montagneux et collinaire qui coloniser les secteurs amont formant la bordure sud du périmètre.
- Un compartiment représentant le domaine des glacis et des secteurs de plaines alluviales s'intercalant entre ce dernier et le rivage.
- Enfin un troisième compartiment qui jalonne la bordure nord du plateau et s'étend jusqu'à la cote.

I 4-2 géologies et stratigraphie

Sur le plan géologique, les terrains en affleurement identifiés dans la zone d'étude manifestent des âges qui vont du tertiaire au quaternaire récent.

Les formations géologiques antéquatérinaires dominent soit les séries montagneuses sud, soit constituent le substratum de l'ensemble du territoire mais évoluent néanmoins sous un important remplissage quaternaire. On distingue :

Le crétacé qui est à la base de matériaux marneux et marno-calcaires riches en gypse s'alternant avec des roches gréseuses à faciès quartzeux.

Le miocène : ce sont des formations géologiques à faciès mixtes marin et continental et à multiples séries. Ces formations sont formées de grès quartzeux, de conglomérats et de marnes rouges. La série de marnes blanches domine le compartiment des glacis et des plaines entre les oueds Khaled et Zériffa et la série des marnes à tripolis envahie la bordure méridionale et le synclinal de Sidi Ali.

Le pliocène : c'est une formation qui repose en discordance à celle de miocène. Elle est représentée d'une part par les marnes bleues qui affleurent dans la vallée de oued Kramis et d'autre part par les grés marins qui englobent les terrains naturels compris entre les oueds El Abid et Kramis.

I-4-3 Réseau hydrographique

Le secteur d'étude présente un réseau hydrographique assez dense représenté par un grand nombre d'oueds à écoulement intermittent qui entaillent les formations quaternaires jusqu'au substratum pour installer leurs lits majeurs.

Le réseau hydrographique se caractérise par un tracé bien individualisé et un écoulement assez concentré donnant naissance à des lits d'oueds bien dessinés qui se manifestent sous forme de grandes vallées alluviales assez profondes.

chapitre II

climatologie

Introduction :

Le climat est l'élément du milieu naturel sur lequel l'homme n'a pu, jusqu'à présent n'acquérir aucune influence, pour cela on doit se contenter de l'étudier pour y adapter nos cultures. Ethymologiquement parlant, le climat est l'ensemble des phénomènes météorologiques (température, pression, vent,...) qui caractérisent l'état et l'évolution de l'atmosphère en un lieu donné.

II-1 Température de l'air :

La température est une grandeur physique qui traduit la sensation du chaud ou du froid ; pour les besoins agricoles, la température est généralement relevée à l'aide d'un thermomètre à liquide (mercure, alcool...) ou de thermomètres enregistreurs (thermographe)⁽¹⁾.

La distribution spatiale de la température de l'air est généralement conditionnée par des facteurs physiologiques régionaux et particulièrement le relief (altitude et exposition), la nature du sol et de son revêtement, la proximité des grandes superficies d'eau et par le régime des vents.

Le tableau ci dessous nous fait état des températures moyennes mensuelles et annuelles enregistrées durant la période 1990-2002. Pour des raisons de commodité nous avons pris les moyennes de maximales, les moyennes des minimales, les moyennes journalières.

Tableau II-1: températures moyennes mensuelles en °C

Mois	J	F	M	A	Mai	Jn	Jlt	At	S	O	N	D	Année
Tem max	16,2	17,1	19,3	20,7	23,9	27,6	30,8	31,9	28,3	24,3	19,7	17,2	23,1
Tem min	5,9	5,9	7,7	9,3	13,0	16,5	19,1	20,3	17,7	14,1	9,8	7,3	12,2
Tem moy	10,8	11,3	13,6	15,2	18,6	22,1	24,8	25,8	22,8	19,0	14,6	12,0	17,5

Source: DHW Mostaganem

⁽¹⁾ Larousse agricole publié sous la direction de Jean Michel Clément, Octobre 1981, page 1091

Les résultats mentionnés sur le tableau montrent que les températures moyennes mensuelles varient avec une certaine régularité au cours de l'année.

Les températures maximales sont enregistrées au mois d'Août (31,9 °C) alors que les minimales le sont aux mois de Janvier et Février (5,9).

La température moyenne du mois le plus chaud (Août) est de 25,8 °C, celle du mois le plus froid (Janvier) de 10,8°C tandis que la température moyenne annuelle est de 17,5°C.

Le graphe que nous présentons dans la figure ci-dessous donne l'évolution des températures maximales et minimales.

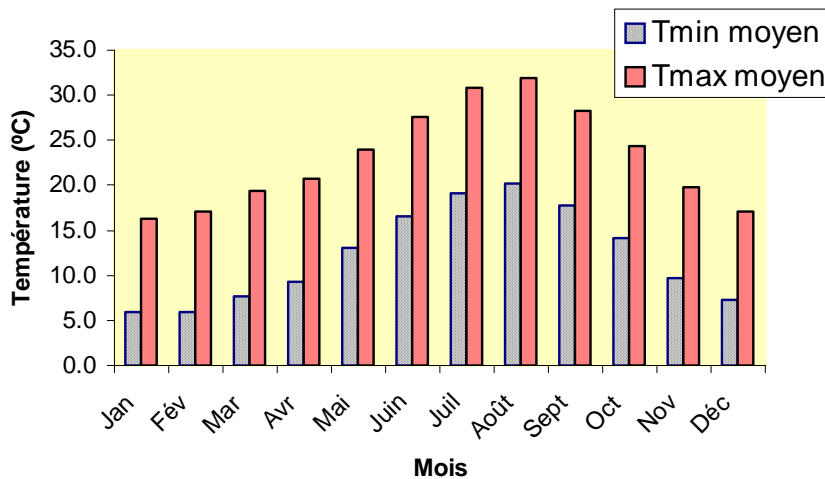


Fig II -1: températures maximales et minimales

II-2 la pluviométrie

C'est l'ensemble des particules d'eau liquide qui ou solide qui tombent en chute libre dans l'atmosphère. Selon l'état physique de l'eau et la dimension de particules, on distingue plusieurs types de précipitations (pluie, neige, grêle)⁽⁵⁾

L'étude a porté sur une période allant de 1990 à 2002, soit 12ans au niveau de la station climatique de Mostaganem située à l'Est du périmètre.

⁽⁵⁾ Larousse agricole, page 907.

Le tableau et l'histogramme suivants donnent l'évolution des valeurs de pluviométries moyennes mensuelles enregistrées.

Tableau II-2 : Les pluies moyennes mensuelles en mm de la période allant de 1990 à 2002.

Mois	J	F	M	A	Mai	Jn	Jl	At	S	O	N	D	Année
Pluviométrie	41,2	45,2	35,6	38,7	31,3	4,4	0,9	2,8	14,5	41,5	48	63,7	368

Source : DHW Mostaganem

On remarque que la pluviométrie moyenne annuelle est de 368 mm ; les mois automnaux et hivernaux surtout sont les plus pluvieux, ce qui contribue de façon très considérable à la pluviométrie moyenne annuelle (environ 68%) ; toutefois les pluies maximales sont enregistrées en décembre (63,7 mm) alors que les minimales sont enregistrées en juillet (0,9 mm). Les apports printaniers et estivaux sont faibles.

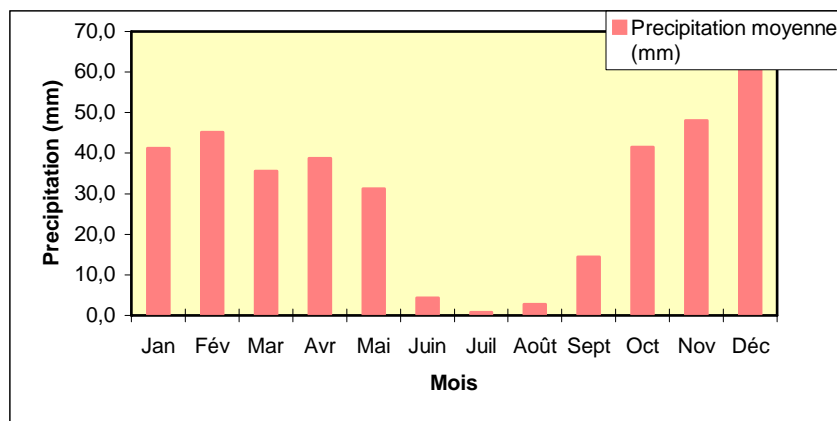


Fig II-2: valeurs moyennes mensuelles de la pluviométrie

II-3 L'humidité relative de l'air

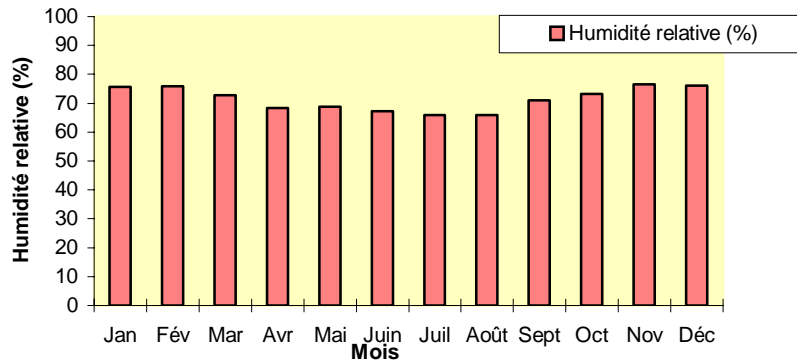
L'humidité relative est le rapport de la quantité d'humidité réellement présente dans l'atmosphère sur la plus grande quantité de vapeur d'eau possible à la même température. Elle joue un rôle important sur l'évapotranspiration. Dans notre cas, la proximité du périmètre au rivage, sa bordure Est montagneuse qui constitue plus ou moins une barrière naturelle à la circulation des courants d'air ont fait que l'air est couramment saturé en vapeur d'eau, par conséquent l'humidité relative est quasiment élevée comme le confirme le tableau suivant.

Tableau II-3: Humidité relative de l'air en %

Mois	J	F	M	A	Mai	Jn	Jl	At	S	O	N	D	Année
Humidité relative	76	76	73	68	69	67	66	66	71	73	76	76	71

Source : DHW Mostaganem

En effet le taux d'humidité relative le plus élevé est enregistré pendant les mois de novembre à janvier (76%) et le plus bas pendant juillet et Août (66%).

**Fig II-3 :** évolution mensuelle de l'humidité relative

II-4 L'insolation

L'insolation dépend de la latitude de l'époque de l'année, de l'exposition solaire et de la nébulosité ; ce qui explique les variations des valeurs d'un site à un autre.

Le tableau ci-joint nous donne la durée d'insolation moyenne journalière en heures par jour au cours de l'année.

Tableau II-4 : Insolation moyenne journalière au cours de l'année en h/j

Mois	J	F	M	A	Mai	Jn	Jl	At	S	O	N	D	Année
Insolation	6,2	7,4	8,2	9,1	9,7	10,6	9,8	9,9	8,8	7,2	6,2	5,9	8,2

Source : DHW Mostaganem

Il apparaît clairement que les mois de l'été sont les plus ensoleillés avec une valeur maximale de 10,6 en juin, tandis que les mois de l'hiver enregistrent une durée d'insolation faible avec une valeur minimale de 5,9 en décembre. L'histogramme ci dessous illustre bien aussi cette situation.

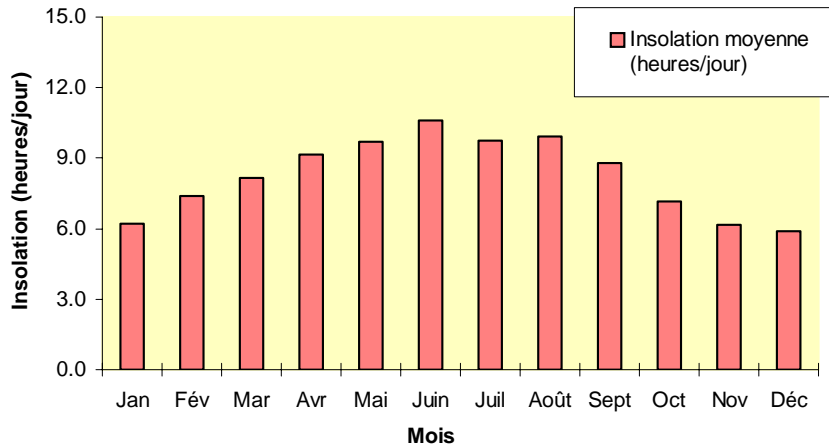


Fig II -4: insolation moyenne journalière

II-5 Les vents

Le vent représente le mouvement de l'air et est caractérisée par sa direction donnée par la girouette et par sa vitesse en Km/h mesurée à l'aide d'un anémomètre. La connaissance de sa direction peut aider le projeteur à avoir une idée avant l'installation du réseau d'irrigation (cas de l'irrigation par aspersion). Le vent est aussi un paramètre qui peut jouer sur l'évaporation de la retenue d'eau, l'état d'humidité du sol. Le tableau suivant donne l'évolution de la vitesse du vent.

Tableau II-5: Valeurs moyennes de la vitesse du vent en m/s.

Mois	J	F	M	A	Mai	Jn	Jll	At	S	O	N	D	Année
Vitesse du vent	1,8	1,6	1,7	2,4	2,1	2,0	1,7	1,5	1,6	1,7	1,8	1,7	1,8

Source : DHW Mostaganem

Ainsi on voit que la vitesse moyenne du vent oscille entre une valeur minimale enregistrée au mois d'août qui est de l'ordre de 1,5m/s et une valeur maximale au mois d'avril qui est égale à 2,4m/s. Le graphique ci- après présente une illustration de ce paramètre sur l'année :

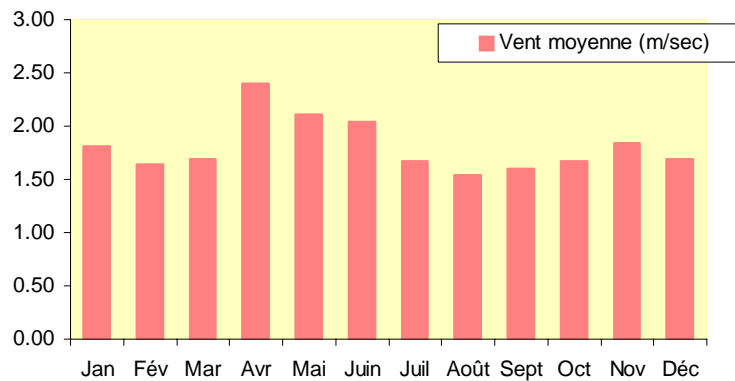


Fig II -5 : Valeurs moyennes de la vitesse du vent

II-6 L'évaporation

L'évapotranspiration potentielle représente les pertes d'eau par évaporation et par transpiration des plantes d'un terrain couvert de gazon (évapotranspiration de référence) ; sa connaissance est impérative car sert de base d'estimation des besoins en eau d'irrigation. Elle est soit mesurée, soit calculée. A cet effet plusieurs méthodes de calcul (qui font appel à divers paramètres climatiques : température, humidité relative, insolation...) ont été mises au point par des chercheurs. Parmi ces méthodes, on peut citer la méthode de PENMAN-MONTEITH, la méthode de THORNTWAITE, de BLANEY-CRIDDLE et de TURC. Au cas où les paramètres de base sont disponibles, la FAO recommande l'utilisation de la formule de PENMAN-MONTEITH intégrée au logiciel CROPWAT conçu par la FAO même, pour le calcul des besoins en eau des cultures.

Compte tenu de sa précision et des données climatiques que nous disposons, nous allons utiliser l'exemple de la méthode de PENMAN-MONTEITH.

Le tableau suivant nous donne les valeurs de l'ETP obtenues au niveau de notre secteur d'étude.

Tableau II-6: valeurs de l'évapotranspiration potentielle moyenne mensuelle en mm/mois

Mois	J	F	M	A	Mai	Jn	Jl	At	S	O	N	D	Année
ETP	37	45	78	105	132	151	159	152	111	76	46	35	1122

On remarque que la valeur de l'ETP oscille entre 46mm/mois et 159mm/mois avec une ETP de pointe de 159mm/mois enregistrée aux mois de juillet.

II-7 Le déficit pluviométrique

Il représente la différence entre l'ETP et la pluviométrie

$$D_p = ETP - P \text{ avec : } D_p = \text{déficit pluviométrique}$$

ETP = évapotranspiration potentielle moyenne mensuelle

P = pluies moyennes mensuelles

Le tableau suivant donne les valeurs du déficit pluviométrique :

Tableau II-7: Valeurs moyennes mensuelles du déficit pluviométrique en mm

Mois	J	F	M	A	Mai	Jn	Jl	At	S	O	N	D	Année
ETP	37	45	78	105	132	151	159	152	111	76	46	35	1127
P	41,2	45,2	35,6	38,7	31,3	4,4	0,9	2,8	14,5	41,5	48	63,7	368
D _p	-4,2	-0,2	42,4	66,3	100,7	146,6	158,1	149,2	96,5	34,5	-2	-28,7	759

Source : DHW Mostaganem

Le graphe ci-après illustre la répartition mensuelle de la pluviométrie et de l'ETP donc du bilan hydrique

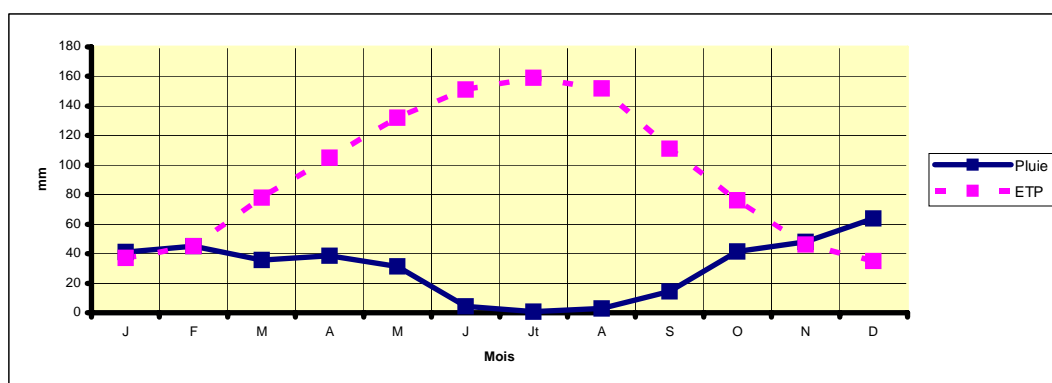


Fig II-6: Pluie et l'ETP

II-8 Autres paramètres climatiques

En dehors des paramètres climatiques décrits plus haut, il existe d'autres paramètres mais de moindre importance car leur fréquence est faible, voire négligeable. Ces paramètres sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau II-8 : Autres paramètres climatiques en jours.

Paramètres	J	F	M	A	Mai	Jn	Jl	At	S	O	N	D	Année
Brouillard	0,7	1,9	1,9	0,7	0,9	0,8	1,1	0,5	1,4	1,8	1,2	0,7	13,5
Gelée	5,6	4,5	1,8	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	3,2	16,0
Grêle	0,1	0,5	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,4	1,2
Orage	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,4	0,7	0,8	1,4	0,9	1,3	0,5	10,1
Neige	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sirocco	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,9	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	1,2
Vent sable	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Source : DHW Mostaganem

Pour l'ensemble des paramètres, on remarque que mis à part la gelée et dans une moindre mesure le brouillard ; la fréquence des autres paramètres est nulle presque au cours de tous les mois. Et pour toute l'année, on voit que le sirocco n'a qu'une moyenne d'apparition de 1 jour ; de même que la grêle. Le vent de sable et la neige sont nuls tandis que l'orage enregistre une moyenne annuelle de 10 jours. Les paramètres les plus fréquents sont la gelée et le brouillard avec respectivement une moyenne annuelle de 16 jours et 13 jours.

La fréquence un peu élevée de la gelée au début de l'hiver doit faire penser aux espèces végétales résistantes à cette dernière.

II-9 les indices climatiques

Par indices, nous entendons une codification du climat par des formules dans le but de voir l'interférence des différentes variables de ce climat et leur action sur les plantes. Ces formules se basent principalement sur deux facteurs essentiels : Pluviométrie et température

Les indices les plus connus sont ceux de E.MARTONE (1926) et E.EMBERGER (1932)

II-9-1 L'indice d'aridité de MARTONE :

Cet indice permet de préciser le degré de sécheresse de la région et par conséquent de renseigner sur l'indisponibilité de l'irrigation.

$$I_A = \frac{P}{T+10}$$

Avec : P : précipitation moyenne annuelle en (mm)

T : température moyenne annuelle en (°C)

I_A : indice d'aridité

Les limites des climats d'après l'indice climatique de MARTONE sont données dans le tableau ci-dessous :

Tableau II-9: Classification de climat selon MARTONE

Valeur de I_A	Type de climat	Irrigation
$I_A < 5$	Désertique	Indispensable
$5 < I_A < 10$	Très sec	Indispensable
$10 < I_A < 20$	Sec	Souvent Indispensable
$20 < I_A < 30$	Relativement humide	Parfois utile
$I_A > 30$	Humide	Inutile

Pour : P = 368 mm

T = 17,5 °C

$$I_A = \frac{368}{17,5+10} = 14,04$$

Selon l'indice d'aridité calculé, on constate d'après la classification ci-dessus, que la région est soumise à un régime de climat sec, et que l'irrigation est souvent indispensable.

II-9-2 Quotient pluviométrique d'EMBERGER :

Cet indice à pour but la détermination de l'étage bioclimatique :

$$Q = \frac{2000P}{(M + m)(M - m)}$$

Où Q : coefficient pluviométrique **d'EMBERGER**

P : précipitation moyenne annuelle en (mm)

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud (en °K)

m : moyenne des minima du mois le plus froid (en °K)

Pour:

$$P=368\text{mm} ; \quad M = 31.9^{\circ}\text{C} ; \quad m = 5,9^{\circ}\text{C}$$

$$\mathbf{D'o\grave{u}} \quad Q = 75$$

En portant la valeur de (Q) dans le diagramme bioclimatique d'EMBERGER, et en fonction de la température moyenne minimale du mois le plus froid, on peut confirmer que notre région se situe dans :

- L'étage bioclimatique : Semi Aride
- Sous étage : Hiver frais.

II-9 -3 Climogramme pluviométrique de Gausсен

Il est établi selon la méthode mise au point par F H.GAUSSEN .Ce diagramme nous permettra donc d'évaluer l'intervalle de saisons sèche et humide , et sa position dans le temps , en faisant intervenir la pluviométrie et la température sur un même graphique

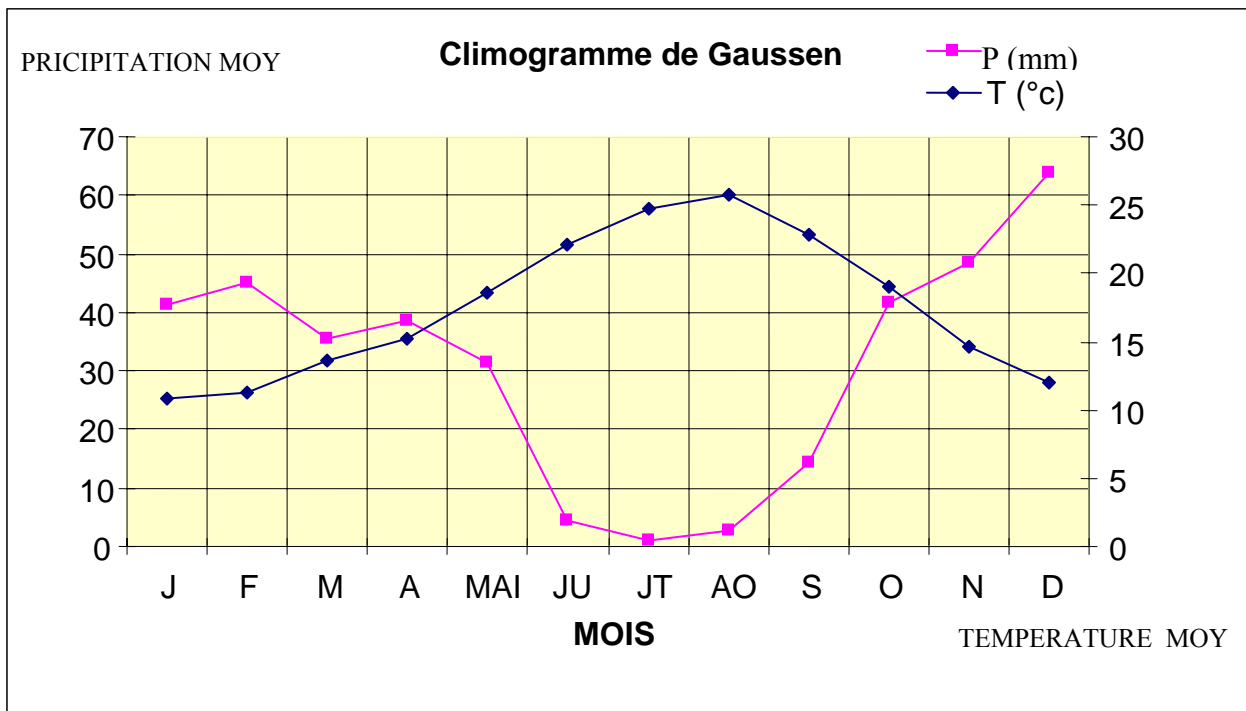


Fig II-8: Climogramme de Gausсен

Description du graphe :

D'après le Climogramme ombrothermique de Gausсен, on remarque qu'il existe deux périodes : la période humide où l'irrigation n'est pas indispensable, et la période sèche où l'irrigation est indispensable. Cette période commence du mois de Mai jusqu'a Octobre.

Conclusion

Le climat de la zone du futur périmètre irrigué est de type méditerranéen avec une saison pluvieuse allant d'octobre à Mai et un été sec et chaud. La pluviométrie de la zone est autour de 368 mm/an ; elle est relativement ventée du fait de son relief et sa situation côtière.

chapitre III

hydrologie

Introduction :

Le présent chapitre a pour but de déterminer les caractéristiques des pluies de fréquences données, qui conditionnent l'étude de notre projet d'aménagement hydro agricole, tels que : le calcul des besoins des cultures à projetées dans le périmètre, ainsi que le dimensionnement de réseau de distribution.

III-1 Réseau pluviométrique :

Les pluies mensuelles de la station pluviométrique Kramis sont données dans le tableau suivant :

Tableau III-1: Série de précipitations moyennes pour le bassin du barrage de Kramis.⁽¹⁾

Année hydrologique	Précipitations mensuelles (mm)												Total annuelle (mm)
	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jin	Jui	Aou	
1937/38	32	31,6	21,5	126	77,3	47,8	6,3	11,3	32,8	0,0	0,0	28,5	415
1938/39	13,4	33,6	84,7	67,2	17,8	77,7	53,9	96,8	16,2	50,5	0,0	23,7	505
1939/40	0,3	40,0	48,1	19	118,5	32	12,8	6	17,3	57,1	0,0	2,3	353
1940/41	0,3	111,8	39,9	54,9	19,6	33,9	64,1	41,9	24,1	2,1	0,3	0,4	393
1941/42	9,7	42,5	94,1	45,7	60,4	73,3	10,7	39,8	1,9	0,0	0,0	0,7	379
1942/43	24,7	1,5	72,5	155,9	21	78,3	106,2	3,1	27,9	0,0	0,0	0,0	491
1943/44	44,8	53,8	88,1	150,4	1,1	79,4	12,9	11,2	2,6	6,5	0,0	1,9	453
1944/45	55,8	53,5	13,4	114,8	91,4	12,3	12,1	0,0	11,8	7,6	0,0	4,6	377
1945/46	1,6	13,4	55,5	11,8	199,8	38,1	37,6	81,1	31,3	8,2	0,0	0,1	479
1946/47	0,0	33,2	53,8	57,5	51	100,6	7,8	6,4	33,7	0,2	0,8	24,6	370
1947/48	41,1	33,8	17,4	130,5	82,8	60,2	1,5	7,4	26,9	0,0	8,0	0,0	410
1948/49	0,3	132,3	2,3	16,3	69,8	37,4	39,9	52,3	39,3	2,0	0,0	0,0	392
1949/50	14,5	3,0	40,0	41,3	129,7	26	73,8	38,9	30,2	4,8	0,0	0,0	402
1950/51	42,3	63,0	3,7	96,6	93	49,4	47,3	11,8	39,9	0,4	0,0	0,0	447
1951/52	11	179,6	91,4	46,4	118,6	43,5	11,9	85,8	66,1	0,0	0,5	7,2	662
1952/53	0,3	48,5	38,7	31,4	60,7	45,5	85,8	3,8	19,1	16,2	0,0	1,1	351
1953/54	34,6	64,7	19,3	44,8	56,2	62,1	24	147,7	6,3	7,2	0,0	0,0	467
1954/55	0,0	15,1	49,9	46,2	101,0	36,1	70,7	55,2	1,9	5,7	2,9	0,0	385
1955/56	42,6	154,0	30,3	23,6	89,6	134,7	25,6	55,7	6,3	2,5	0,2	0,0	565
1956/57	28,20	69,5	56,2	40,2	97,7	0,0	18,9	83,8	20	13,4	0,0	0,0	428
1957/58	8,30	81,5	82,7	76	75	14,7	12	49,6	0,4	4,2	1,8	0,0	406
1958/59	0,0	80,8	128,6	58,2	28,5	57,5	17	9,2	55,6	18,6	0,0	0,7	455
1959/60	49,4	62	79	61,7	61,7	31,2	31,9	19,3	22,3	2,6	0,2	0,2	422
1960/61	8,1	4,9	13,5	111,9	181,5	0,0	5,8	29,2	2,2	25,2	2,7	0,4	386
1961/62	1,4	24,7	71,3	23	36,6	143,5	66,7	31,8	9,6	36,2	0,0	0,0	445
1962/63	0,0	5,8	109,8	52,2	60,4	102,9	15,3	13,1	58,9	7,6	0,4	0,0	426
1963/64	17,7	10,5	30,8	163,3	63	48,7	42,5	67,8	0,1	9,7	0,0	0,3	454
1964/65	0,0	57,4	33	79	124,8	43,7	18,3	62,3	0,1	9,7	0,0	0,0	428
1965/66	3,3	56,4	33,3	57,3	27,8	0,2	56,4	43,9	83,1	4,8	0,0	0,0	366
1966/67	19,5	89,8	56	8,9	22,7	50,1	6	152,3	9,3	22,9	0,0	2,3	440
1967/68	6,9	36,3	90,8	79,3	17,3	65	37,8	31,9	71,5	5,2	0,0	2,2	444
1968/69	1,6	0,0	59,8	131,6	44	59	47,4	133,4	31,1	17,1	0,0	0,0	525
1969/70	26,4	180,9	38,4	161,3	73,2	2,0	54,2	12,9	11,5	0,0	0,0	0,0	561
1970/71	0,0	12,2	3,1	47,9	93,4	13,8	58,8	52	120,7	1,5	0,0	0,0	403
1971/72	21,7	15,8	151	82,1	139,7	67,8	92,2	23,6	74,4	4,4	0,0	0,0	673
1972/73	40,8	49,5	29,1	46,3	80	91,7	32,3	9,9	0,0	7,5	0,0	0,0	387
1973/74	47,1	9,2	6,5	95,3	4,8	69	63,1	108,3	0,0	18,9	0,0	0,0	422

(1) source RNSH Oran.

1974/75	1,5	51,4	28,5	0,2	7,1	40,8	86,5	49,7	17,3	1,7	0,0	3,7	288
1975/76	0,0	0,0	97,9	20,7	31,4	112,9	5,7	47,6	55,1	25,8	0,0	13,7	411
1976/77	9,6	70,5	32,8	27,6	60,3	13,7	13	9,0	113,6	0,0	1,2	1,0	352
1977/78	3,4	29,5	48,2	88,7	96	21,5	55,5	81,1	35	0,0	0,0	0,0	459
1978/79	0,0	122,4	10	83,2	60,1	132	59,5	40,9	0,4	3,4	0,2	0,0	512
1979/80	33,3	59,4	22,7	141,2	61,0	36,4	63,4	33,8	21,5	0,2	0,0	0,8	474
1980/81	4,0	15,2	8,1	135,5	35,2	56,4	34,6	56	14,4	3,4	0,0	0,0	363
1981/82	1,2	5,7	0,0	48,2	24,9	86,3	14,4	19,8	13,7	0,0	0,0	0,4	215
1982/83	7,6	69,8	125,2	66	0,0	78,7	25,6	2,6	4,8	0,0	3,5	13,6	397
1983/84	0,0	0,0	51,4	39,8	31	23,8	11,6	35,1	74	3,7	0,0	0,0	270
1984/85	4,3	78,6	18,3	58,9	58,4	23,1	100,1	17,4	76,2	0,0	0,0	0,0	435
1985/86	2,7	43,2	48,2	71,5	89,9	98	59,1	25,4	3,2	5,1	0,0	0,0	446
1986/87	55,6	55,2	30,9	75,7	41,2	97,5	1,4	1,0	17,2	0,9	0,8	0,0	377
1987/88	8,1	32,6	59	29,1	39,8	17,6	29,8	17,2	48,9	5,1	0,0	0,5	287
1988/89	8,3	26,6	98,7	45,9	69,7	15,3	32,1	37,5	39,8	6,0	0,0	0,0	380
1989/90	8,5	0,6	36	19,2	69,8	0,0	35,1	41,9	36,8	0,0	1,1	0,0	249
1990/91	4,1	65,6	106,2	76,8	59	67	102,9	8,0	2,8	3,7	0,0	0,0	496
1991/92	12,6	26,8	59,7	6,4	45,3	10,1	79,9	25,7	23,6	17,5	13,7	0,0	321
1992/93	0,6	13,1	36,5	55,5	0,1	55	23,2	44	16,5	0,0	0,0	0,3	245
1993/94	8,4	37	59,9	24,1	66,6	56,2	2,0	32,3	11,5	0,0	0,0	0,0	298
1994/95	14,0	38,9	40,9	20,7	50,2	30,6	63,1	14,4	0,0	0,0	0,0	0,0	273
1995/96	23,1	27,2	57,7	42,4	30,3	116	64,3	35,3	23,3	0,7	12	0,2	432
1996/97	32,5	16,4	8,0	36,3	55,8	9,6	0,0	197,7	12,8	0,0	0,0	8,9	378
1997/98	18,8	34,3	121,7	42,1	24,6	27,3	18,6	44	53,6	0,0	1,6	4,9	391
Minimum	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	214,6
Moyenne	14,9	47,1	51,5	64,1	62,3	51,7	38,7	42,7	28,2	7,0	0,9	2,4	411,8
Maximum	55,8	180,9	151	163,3	199,8	143,5	106,2	197,7	120,7	57,1	13,7	28,5	672,8

Au vu du tableau III-1 la répartition des précipitations est irrégulière et variable suivant les mois et les années. Ces pluies sont nettement insuffisantes pour les mois de juin, juillet et août, elles sont moyennes au printemps et maximales en hiver.

L'étude de la série s'effectue par le logiciel de l'hydrologie, ainsi que son diagramme de dispersion et son traitement. Le logiciel fait son ajustement aux lois théoriques (log normale et normale)

III-2 Homogénéité de la série pluviométrique :

Pour vérifier l'homogénéité de la série pluviométrique on procède au Test de Wilcoxon : La vérification de l'homogénéité d'une série pluviométrique par cette méthode repose sur le procédé ci-dessous :

- On divise la série complète en deux sous séries : x et y tel que : N_1 et N_2

Représentant respectivement les tailles de ces deux sous séries considérant généralement $N_1 < N_2$

• On constitue par la suite, la série x union y après avoir classé la série de pluie d'origine par ordre croissant. A ce stade, on attribue a chaque valeur de la série pluviométrique classée, son rang tout en précisant à quelle sous séries appartient elle.

Wilcoxon a montré que la série est homogène avec une probabilité de 95%, si la relation ci-dessous est vérifiée. Avec :

$$W_{\min} < W_x < W_{\max} \dots\dots\dots(1)$$

$$W_x = |Rang|_x \dots\dots\dots(2)$$

$$W_x : \text{Somme des rangs de sous séries} \dots\dots\dots(3)$$

$$W_{\min} = \left[\left(\frac{(N_1 + N_2 + 1) \times N_1 - 1}{2} \right) - 1,96 \times \left(\frac{N_1 \times N_2 (N_1 + N_2 + 1)}{12} \right)^{0.5} \right] \dots\dots(4)$$

$$W_{\max} = \left[(N_1 + N_2 + 1) \times N_1 - W_{\min} \right] \dots\dots\dots(5)$$

Le tableau III-2 détaille le procédé de Test d'homogénéité pour la station de Kramis.

Tableau III-2: teste de wilcoxon

Rang	Série d'origine P (mm)	Série x (mm)	Série y (mm)	TRI (mm)	x union y
1	415	415	444	673	Y
2	505	505	525	662	X
3	353	353	561	565	X
4	393	393	403	561	Y
5	379	379	673	525	Y
6	491	491	387	512	Y
7	453	453	422	505	X
8	377	377	288	496	Y
9	479	479	411	491	X
10	370	370	352	479	X
11	410	410	459	474	Y
12	392	392	512	467	X
13	402	402	474	459	Y
14	447	447	363	755	X
15	662	662	215	454	X
16	351	351	397	453	X
17	467	467	270	447	X
18	385	385	435	446	Y
19	565	565	446	445	X
20	428	428	377	444	Y
21	406	406	287	440	X

Les formules (1) ;(2) ;(3) ;(4) et (5) de cahier de cours 5^{ème} année ENSH (M BAHBOUH)

22	455	455	380	435	Y
23	422	422	249	432	Y
24	386	386	496	428	X
25	445	445	321	426	X
26	426	426	245	422	Y
27	454	454	298	422	X
28	428	428	273	422	X
29	366	366	432	415	X
30	440	440	378	411	Y
31	444		391	410	X
32	525			406	X
33	561			403	Y
34	403			402	X
35	673			397	Y
36	387			393	X
37	422			392	X
38	288			391	Y
39	411			387	Y
40	352			386	X
41	459			385	X
42	512			380	Y
43	474			379	X
44	363			378	Y
45	215			377	Y
46	397			377	X
47	270			370	X
48	435			366	X
49	446			363	Y
50	377			353	X
51	287			352	X
52	380			351	X
53	249			321	Y
54	496			298	Y
55	321			288	Y
56	245			287	Y
57	298			273	Y
58	273			270	Y
59	432			249	Y
60	378			245	Y
61	391			215	Y

$$W_x = 866$$

$$W_{\min} = 793,64$$

$$W_{\max} = 1066,36$$

$$793,64 < W_x < 1066,36$$

La condition de M^f Wilcoxon est vérifiée, donc la série des précipitations moyennes annuelle de la station de Kramis est homogène.

III-3 Etude de l'échantillon et choix du type de loi :

La pluviométrie est souvent ajustable à des lois statistiques très nombreuses, on utilise pour notre projet celle qui garantit le meilleur ajustement possible. Les lois d'ajustement les plus communément employées sont les suivantes

- Loi de Gauss ou loi Normale
- Loi de Galton ou loi log –Normale

III-3-1 Traitement des données :

La simulation des apports annuels avec le logiciel HYDROLAB nous donne les résultats suivantes :

Station Kramis

Statistiques de base

Nombre d'observations : 61

Minimum : 215

Maximum: 673

Moyenne : 411,68

Ecart-type : 83,147

Médiane : 408

Coefficient de variation (Cv) : 0,20

Coefficient d'asymétrie (Cs) : 0,430

III-3-2 Ajustement de la série pluviométrique :

On soumet la série pluviométrique annuelle de la station retenue aux ajustements à la loi log –normale.

III-3-2-1 Ajustement à la loi log-Normale :

Les résultats de l'ajustement de la série des pluies moyennes annuelles de la station de Kramis sont regroupés dans le tableau III-3 et la fig III-1.

Tableau III-3 : Ajustement à une loi Log-normale

Taille n=61		Moy.log(x-x ₀)=2,604714478						
X ₀ =0		E.T. log(x-x ₀) =0,095040317	I.C. à (en%)=80				U Gauss=1,282	
Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
415	215	1	0.008	-2.400	215	237.998	219.944	253.86657
505	245	2	0.025	-1.967	245	261.654	244.392	276.8609
353	249	3	0.041	-1.740	249	275.021	258.253	289.85015
393	270	4	0.057	-1.578	270	284.962	268.569	299.51962
379	273	5	0.074	-1.449	273	293.119	277.034	307.46564
491	287	6	0.090	-1.340	287	300.168	284.346	314.34418
453	288	7	0.107	-1.245	288	306.458	290.864	320.49393
377	298	8	0.123	-1.160	298	312.194	296.803	326.11455
479	321	9	0.139	-1.083	321	317.51	302.299	331.3345
370	351	10	0.156	-1.012	351	322.495	307.446	336.24186
410	352	11	0.172	-0.946	352	327.216	312.312	340.89997
392	353	12	0.189	-0.883	353	331.721	316.948	345.35617
402	363	13	0.205	-0.824	363	336.048	321.391	349.64695
447	366	14	0.221	-0.768	366	340.225	325.674	353.80117
662	370	15	0.238	-0.713	370	344.278	329.819	357.84223
351	377	16	0.254	-0.661	377	348.226	333.849	361.78943
467	377	17	0.270	-0.611	377	352.084	337.778	365.65903
385	378	18	0.287	-0.562	378	355.868	341.623	369.46493
565	379	19	0.303	-0.515	379	359.59	345.395	373.21923
428	380	20	0.320	-0.468	380	363.26	349.105	376.93257
406	385	21	0.336	-0.423	385	366.887	352.763	380.61451
455	386	22	0.352	-0.378	386	370.481	356.377	384.27372
422	387	23	0.369	-0.334	387	374.049	359.955	387.91817
386	391	24	0.385	-0.291	391	377.598	363.504	391.55528
445	392	25	0.402	-0.249	392	381.135	367.032	395.19208
426	393	26	0.418	-0.207	393	384.666	370.543	398.8353
454	397	27	0.434	-0.165	397	388.198	374.044	402.49145
428	402	28	0.451	-0.123	402	391.737	377.542	406.16692
366	403	29	0.467	-0.082	403	395.288	381.041	409.86806
440	406	30	0.484	-0.041	406	398.858	384.547	413.60125
444	410	31	0.500	0.000	410	402.452	388.065	417.37296
525	411	32	0.516	0.041	411	406.079	391.604	421.19193
561	415	33	0.533	0.082	415	409.746	395.171	425.06733
403	422	34	0.549	0.123	422	413.461	398.772	429.00665
673	422	35	0.566	0.165	422	417.23	402.413	433.0179
387	426	36	0.582	0.207	426	421.061	406.102	437.10973
422	428	37	0.598	0.249	428	424.962	409.846	441.29149
288	428	38	0.615	0.291	428	428.943	413.653	445.57347
411	432	39	0.631	0.334	432	433.013	417.531	449.96701
352	435	40	0.648	0.378	435	437.183	421.491	454.48477
459	440	41	0.664	0.423	440	441.465	425.543	459.14093
512	444	42	0.680	0.468	444	445.873	429.7	463.9516
474	445	43	0.697	0.515	445	450.424	433.975	468.93515
363	446	44	0.713	0.562	446	455.134	438.385	474.1128

CHAPITRE III

215	447	45	45	0.730	0.611	460.026	442.948	479.50926
397	453	46	46	0.746	0.661	465.123	447.686	485.15361
270	454	47	47	0.762	0.713	470.457	452.624	491.0805
435	455	48	48	0.779	0.768	476.061	457.794	497.33171
446	459	49	49	0.795	0.824	481.979	463.233	503.95834
377	467	50	50	0.811	0.883	488.265	468.988	511.02392
287	474	51	51	0.828	0.946	494.987	475.119	518.60891
380	479	52	0.844	1.012	479	502.234	481.701	526.81741
249	491	53	0.861	1.083	491	510.12	488.835	535.78765
496	496	54	0.877	1.160	496	518.805	496.66	545.70893
321	505	55	0.893	1.245	505	528.517	505.37	556.85075
245	512	56	0.910	1.340	512	539.591	515.257	569.61621
298	525	57	0.926	1.449	525	552.567	526.784	584.64916
273	561	58	0.943	1.578	561	568.384	540.759	603.07696
432	565	59	0.959	1.740	565	588.929	558.799	627.16858
378	662	60	0.975	1.967	662	619.016	585.015	662.73771
391	673	61	0.992	2.400	673	680.543	638.004	736.40362
	Fréquence	U de Gauss	Valeur théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo.	Pér. Ret.
	0,2	-0,001	334,766	320,076	348,375	334,766	0	0,1
	0,5	0,000	402,452368	388,0652	417,3729586	402,452	0,001	0,2
	0,8	0,001	483,8233126	464,9237	506,0286368	483,823	0,001	0,5

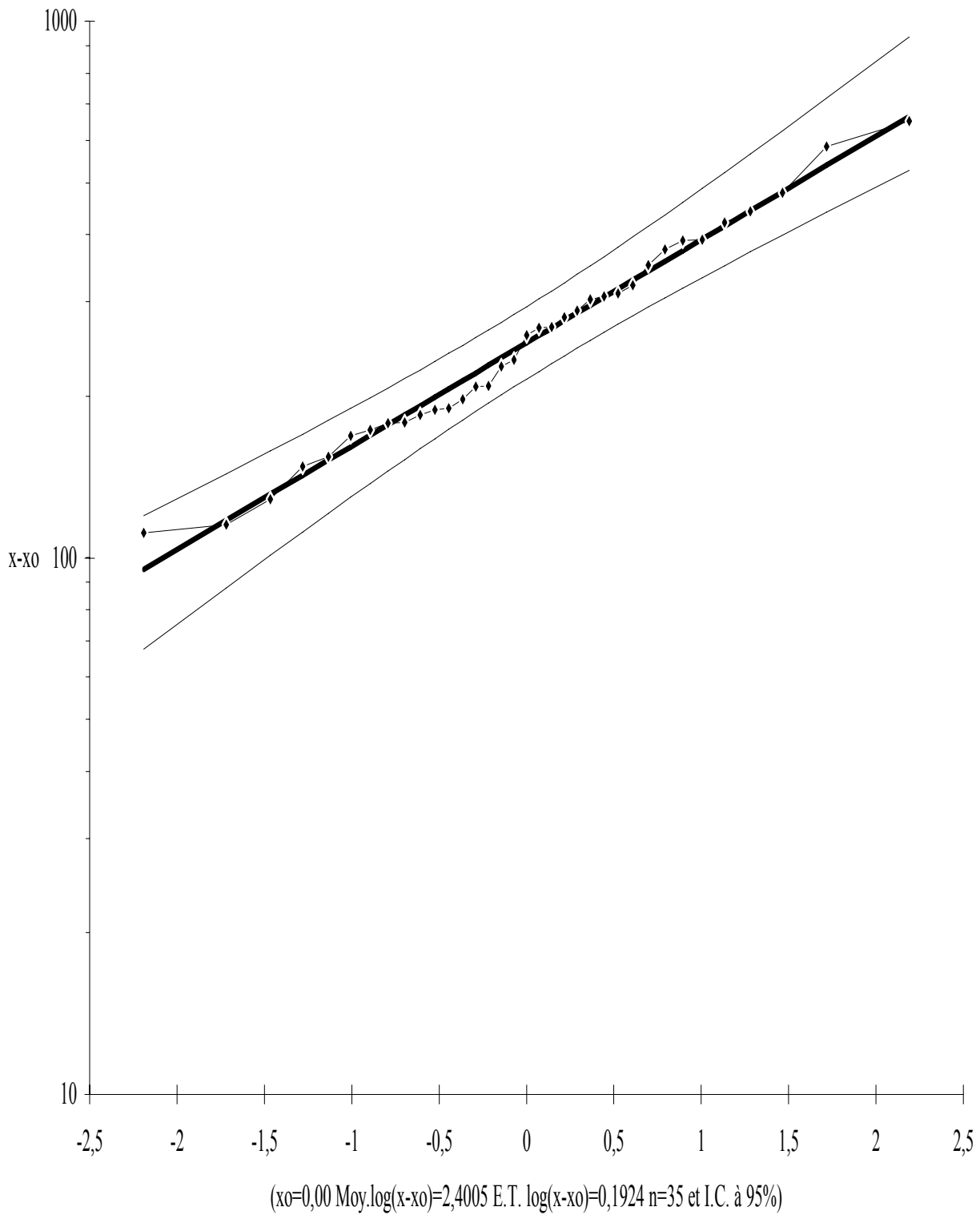


Fig. III-1 : Ajustement à une loi Log-normale

Détermination l'année de calcul

$$P_{\text{moy } 80\% \text{ de chaque mois}} = P_{\text{moy de chaque mois}} \cdot \frac{P_{\text{théorique (80\%) annuelle}}}{P_{\text{théorique (50\%) annuelle}}}$$

Tableau III-4: Pluviométrie moyenne pour chaque mois en mm.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
P_{moy} mm/mois	41,2	45,2	35,6	38,7	31,3	4,4	0,9	2,8	14,5	41,5	48	63,7

$$P_{\text{moy } 80\%} = \frac{334,766}{402,452} \cdot P_{\text{moy.mensuelle}} = 0,832 P_{\text{moy.mensuelle}}$$

Tableau III-5:L'Année de calcul.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
P_{moy} 80%	34,28	37,61	29,62	32,2	26,04	3,66	0,75	2,33	12,06	34,53	39,94	53

Conclusion

Puisque la loi log-Normale est la plus adéquate, alors nous la retenons pour l'estimation de la pluviométrie moyenne mensuelle représentative de la région

L'estimation sera pour l'année sèche de fréquence 80%. Nous opterons donc pour l'année 1991/92

chapitre IV

Ressources en sol

Introduction

Le sol est à la base essentielle de toute production agricole, il constitue pour la plante un support, une réserve d'eau et d'éléments nutritifs. La connaissance parfaite de sa formation et de son évolution est nécessaire.

IV-1 Facteurs de formation et d'évolution des sols

L'objectif de l'analyse des ressources en sol aura pour objectif d'identifier et de dégager les meilleures potentialités en terres irrigables de la région.

Pour la couverture pédologique, quatre facteurs pédogénétiques conditionnent la répartition, la genèse et l'évolution des sols du périmètre étudié ; ces principaux facteurs sont : -Le climat

-La géologie

-La topographie

-L'action anthropique

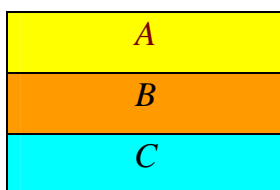
Cependant l'action conjuguée de l'ensemble de ces facteurs du milieu naturel a occasionné dans une large mesure le développement et l'évolution des sols.

La faiblesse du couvert végétal des régions amonts qui est essentiellement due à l'agressivité de l'aridité jointe à la fragilité du milieu naturel ont favorisé les processus érosifs et par conséquent le détachement et le transport de l'ensemble des éléments fins des secteurs amonts et leur atterrissage dans les glacis et basses plaines alluviales. Par ailleurs, la nature plus ou moins calcaire et salée des formations géologiques, la topographie assez hétérogène et la mise en culture assez ancienne ont constitué les facteurs essentiels dans la formation des sols. Mais si on se réfère aux conditions générales d'évolution des sols, c'est principalement la roche mère qui paraît constituer le paramètre fondamental dans l'évolution contemporaine des sols.

IV-2 Typologie et pédogenèse des sols dans le périmètre

Les processus de formation des sols du périmètre sont fortement liés à la nature des matériaux originels des sols, à la morphologie générale du périmètre, au contexte climatique et aux activités humaines postérieures. D'un autre côté, si on se réfère aux conditions générales d'évolution des sols, on peut dégager les principales tendances pédogénétiques rencontrées. Le premier trait pédogénétique est la fertilisation qui se

manifeste par l'individualisation des sesquioxydes de fer conférant au sol une couleur très accusée, rouge à brun rougeâtre. Cette coloration peut intéresser les horizons subsuperficiels ou plus souvent les seuls horizons B. par ailleurs, la terre fine des horizons A et B est dépourvue de carbonate de calcium même s'il en avait dans le matériau originel, ceux ci ont été éliminés ou se sont accumulés en horizon C ; souvent ils ont un taux de saturation élevé et le complexe argileux est formé de matériaux hérités.



Le deuxième trait est la calcimorphie qui donne naissance à des sols carbonatés calciques qui manifestent des caractères morphologiques dominés par la présence d'ions alcalino-terreux et la saturation du complexe en calcium.

Notons aussi que d'autres tendances évolutives se manifestent sous forme de processus secondaires de pédogenèse telle que la vertisolisation, la salinisation et l'hydromorphie. Mais ces processus intéressent soit les horizons de surface, soit les horizons de profondeur ; mais restent toujours liés aux secteurs de dépression et plaines alluviales où les matériaux alluviales présentent généralement une texture fine. En général ces voies pédogénétiques coexistent, conditionnées essentiellement par la roche mère et le climat.

IV-3 Classification des sols du périmètre

Dans l'agriculture, la pédologie s'intéresse à la couche superficielle de l'écorce terrestre qui grâce à sa structure meuble et à sa composition physico-chimique est susceptible d'assurer un développement normal des végétaux cultivés. Vu cette importance de la pédologie, on se propose d'élargir notre étude pour se pencher sur la classification du sol de la zone d'étude.(1).

(1) source DHW Mostaganem

A cet effet, la prospection pédologique et l'analyse des échantillons au laboratoire ont permis de reconnaître et de différencier plusieurs types de sols repartis dans trois classes qui sont : les sols peu évolués, les sols calcimagnésiques et les sols à sesquioxydes de fer.

IV-3-1 les sols peu évolués (sols d'apport)

Ce sont des sols qu'on classe suivant l'origine des dépôts : des apports fluviaux, alluvial colluvial, éoliens ou d'origine. Après stabilisation du matériau constituant le sol et dès que les processus de remaniement cessent, le dépôt subit un début d'évolution ; un horizon humifère subsuperficiel s'individualise et certains caractères de pédogenèse commencent à se manifester donnant naissance à certaines tendances évolutives.

Sur les surfaces continuellement affectées par l'action des vents, les sols sont sujets à une reprise des dépôts sableux marins ou fluviaux par le vent et qui à leur atterrissage seront bien triés et vont constituer l'ossature des horizons de surface sous forme d'un voile sableux. Alors que sur les lits d'Oueds où la lithologie est d'origine fluviale, les apports alluvionnaires présentent généralement une composition très hétérogène reflétant le régime du cours qui les a transporté et la nature de son bassin versant.

IV-3-2 Les sols calcimagnésiques

Les sols calcimagnésiques sont des sols carbonatés calciques présentant des horizons à complexe saturé en calcium. Les caractères morphologiques du profil pédologique sont déterminés par la présence d'ions alcalino-terreux. Dans l'horizon de surface, la matière organique est fortement liée aux éléments minéraux et forme avec eux un complexe stable ; le ravitaillement de la solution du sol en calcium est assuré par une roche carbonatée constituant la roche mère de ces sols. Les roches mères de ces sols sont constituées exclusivement d'accumulations calcaires s'individualisant sous forme d'encroûtement calcaire tendre ou d'apport alluviaux colluviaux calcaires.

Dans le secteur d'étude, l'essentiel de cette classe de sol se matérialise par les sols bruns calcaires évoluant soit sur apports alluviaux colluviaux soit sur encroûtements calcaires tendres et à un degré moindre par des rendzines à encroûtements calcaires (les rendzines sont des sols à un seul horizon évoluant directement sur la roche mère géologique ou des formations pédologique)

IV-3-3 Les sols à sesquioxydes de fer

Ces sols sont des sols dont l'individualisation des sesquioxydes de fer leur confère une couleur très accusée, rouge, ocre et parfois rouille. Cette coloration peut intéresser les horizons A et B ou plus souvent le seul horizon B.

Généralement les oxydes de fer accompagnent l'argile de façon similaire dans le profil et la couleur devient très vive, la terre fine des horizons A et B est dépourvue de carbonate de calcium même s'il en avait dans le matériau originel.

L'essentiel des sols de cette catégorie se rapporte à deux groupes : fersialitiques modaux et bruns évoluant sur différentes roches mères.

IV-4 Les caractéristiques hydrodynamiques du secteur de kramis

Pour l'évaluation du comportement des sols du secteur étudié vis à vis de la pratique à l'irrigation, des stations de mesure des paramètres hydrodynamiques ont été choisies et installées. Les mesures ont concerné les paramètres physiques suivants :

- *La densité apparente D_a .
- *La densité réelle D_r .
- *La perméabilité K .
- *Les pF caractéristiques pF 4,2 et pF 2,5.

Tableau IV-1 : les paramètres hydrodynamiques du secteur de kramis

Stations	localisation		D_a g/m ³	D_r g/m ³	pF 4,2	pF 2,5	Porosité %	Réserve utile (mm/m)
Sta2	X=289825	Y=4020102	1,44	2,63	12,0	22,0	45,2	144
Sta4	X=291330	Y=4018597	1,46	2,63	12,0	23,0	44,5	158,4
Sta6	X=291886	Y=4017084	1,44	2,63	10,0	20,0	45,2	144
Sta8	X=290343	Y=4014020	1,45	2,62	13,0	24,0	44,7	158,4
Sta11	X=292336	Y=4019187	1,44	2,63	12,0	22,0	45,2	144
Sta12	X=292336	Y=4018837	1,45	2,62	12,0	21,0	44,7	129,6

Source : DHW Mostaganem

On remarque que les sols du secteur ont une densité apparente presque uniforme variant légèrement entre $1,44\text{g/m}^3$ et $1,46\text{g/m}^3$ tan disque la densité réelle est uniforme sur l'ensemble du secteur. Les porosités enregistrées sont comprises entre 44,5% et 45,2%.et les réserves utiles sont comprises entre 129,6mm/m et 158,4 mm/m

IV-5 Aménagement et mise en valeur des terres en irrigué

La mise en valeur des sols du périmètre en irrigué au moyen des eaux du barrage de kramis doit tenir compte de l'ensemble des caractéristiques intrinsèques des sols limitant leurs utilisations à des spéculations bien adaptées au contexte des lieux. Elle doit aussi prendre en considération à la fois la qualité des eaux d'irrigation et l'évolution de la couverture pédologique sou irrigation.

En effet en se référant aux différentes caractéristiques des ressources en sols du périmètre, l'essentiel des insuffisances inventoriées peut être hiérarchisé en deux catégories de contraintes :

*** les contraintes morphologiques se rapportant à :**

- la topographie qui est assez hétérogène
- la présence d'accumulations calcaires
- la texture moyenne à fine particulièrement dans les sols d'apport de la vallée de kramis où elle est associée au caractère vertique et au niveau des horizons de profondeur de certaines unités de sol fresilitiques.
- la présence d'un contraste textural entre les horizons de surface et ceux de profondeur

*** les contraintes physico-chimiques qui sont :**

- Une richesse relative en carbonate de calcium et leur répartition dans le profil pédologique.
- L'apparition du caractère de salure affectant les horizons de profondeur, mais très localement dans certaines unités des sols d'apports à caractère vertique de la vallée de kramis.

IV-6 Salure et alcalisation

La concentration des sels peut influencer le sol directement ou indirectement de plusieurs manières :

- Influence directe :

L'accumulation des sels dans le sol entraîne une augmentation de la pression osmotique de la solution du sol et rend ainsi plus difficile l'absorption de l'eau par les plantes : pour une même humidité, un sol halomorphe sera plus sec qu'un sol non salé (sécheresse physiologique). L'effet d'un excès de sels solubles va varier selon les propriétés physiques du sol (perméabilité, porosité..).

- Influence indirecte :

Une teneur élevée en sodium échangeable (alcalinité sodique) va provoquer, dans les cas extrêmes, la dégradation de l'argile (solidisation). Les limites de salure ont souvent fait l'objet de publication nombreuses car elles mêmes étant en rapport avec d'autres caractères des plantes et du sol.

En dessous de 4 mmhos/cm : on considère que la fertilité du sol n'est pas touchée.

Entre 4 et 8 mmhos/cm : la fertilité du sol est légèrement affectée.

Entre 8 et 16 mmhos/cm : la fertilité du sol est faible.

Au delà de 16 mmhos/cm : salure forte- fertilité nul.

Ce qui rend encore plus délicate la définition des limites de salure : c'est que cette dernière (pour un même sol) n'est pas fixe au cours de l'année (saison et précipitations) et, selon les cultures, elle va être prépondérante à telle ou telle période (germination, floraison).

Cette influence de la salure va également varier selon la nature du sel qui prédomine : généralement, on admet que les chlorures sont les plus néfastes : cela dépend des plantes et de l'importance des autres éléments.

IV-7 Evaluation des terres irrigables

IV-7-1 Paramètres d'évaluation des sols irrigables

L'importance des ressources en sols vis-à-vis du couple vocation agricole et l'aptitude des sols à la pratique de l'irrigation s'effectuent au moyen de l'identification des

paramètres caractéristiques du support sol, de l'évaluation de leur importance et de leur évolution sous irrigation.

Les principaux paramètres de classement des terres sont : la profondeur du sol, la texture, la salinité, la charge caillouteuse, la teneur en calcaire et la pente ; toutefois un diagnostic approfondi doit tenir compte de certaines spécificités relatives à une interdépendance des paramètres ; c'est le cas de la relation profondeur du sol et nature de la roche mère (dure ou tendre) ou de la relation entre texture et charge caillouteuse (capacité de stockage en eau du sol et drainage interne).

IV-7-2 Classement des terres du périmètre à l'irrigation

Le classement des terres à l'irrigation s'articule sur l'évaluation et le jugement de l'importance des insuffisances qui les affectent. La hiérarchisation de ces insuffisances de mise en valeur en allant des plus contraignantes (facteurs limitants) jusqu'à celles dont l'incidence demeure limitée (contraintes) constitue la clef de classement des terres à l'irrigation.

En effet ces insuffisances en sols seront identifiées et ordonnées selon leur niveau d'importance et les possibilités d'amélioration envisageables au moyen de certains aménagements ; on peut cependant les classer en deux catégories :

- **les facteurs limitants** ; on appelle facteurs limitants l'insuffisance difficilement modifiable par l'intervention de l'homme ou celle dont la correction nécessite des investissements

Ces facteurs concernent les paramètres suivants : la profondeur du sol faible à très faible, l'hydromorphie permanente (marécage) et ou excès d'eau temporaire et salure élevée à très élevée.

- **les contraintes de mise en valeur** ; ce sont des caractéristiques défavorables et intrinsèques au sol ou acquises par lui même et sont susceptibles à des modifications ou des traitements par l'homme moyennant d'investissements limités. Ces contraintes de mise en valeur concernent les caractéristiques suivantes : caractère hydro morphe de surface pouvant gêner la pratique des travaux culturaux, charge caillouteuse importante, salure d'intensité moyenne à faible, texture défavorable, et teneur en calcaire élevée nécessitant l'utilisation d'espèces résistantes.

Le tableau suivant nous donne un classement détaillé des terres aptes à l'irrigation

Tableau IV-2: clef de classement des aptitudes des terres à l'irrigation

Paramètres d'évaluation	Catégories des terres irrigables			
	I	II	III	IV
Roche mère dure				
-texture moyenne	-120cm et plus	80-120cm	50-80cm	30-50cm
-texture grossière		120cm et plus	80-120cm	50-80cm
Roche mère tendre				
-texture moyenne	-80cm et plus	50-80cm	30-50cm	< 30cm
-texture grossière		80cm et plus	50-80cm	30-50cm
Texture	moyenne	Fine Grossière	Très grossière	-
Salinité en mmhos/cm	< 4	4-8	8-16	16-32
Perméabilité en cm/h	0,1	0,4 -0,5	> 0,5	
Charge caillouteuse %	<15	15-40	40-75	>75
Pente %	2	2-5	5-8	8-12

Source DHW Mostaganem

D'après les résultats de l'analyse et suivant le tableau de classement ci-dessus, on remarque que quatre catégories d'aptitudes à l'irrigation ont pu être identifiées :

Catégorie I : potentialités en sol très favorables, permettant une mise en valeur hautement productive sans aménagement préalable ; aptitude à l'irrigation très élevée.

Catégorie II : potentialités en sol favorables, permettant d'obtenir une production satisfaisante malgré la présence de certaines contraintes mineures ; aptitude à l'irrigation élevée.

Catégorie III : potentialités en sol de qualité moyenne, correspondant à des ressources édaphiques présentant certaines contraintes avec possibilités d'amélioration au moyen de la pratique de certains travaux d'aménagement ; aptitude à l'irrigation moyenne.

Catégorie IV : potentialités en sol marginales correspondant à des sols à facteurs limitants pour une mise en valeur en irrigué ; aptitude médiocre à l'irrigation.

Conclusion

Les ressources en sol sont potentiellement intéressantes dans l'ensemble pour une mise en valeur en irrigué. Les sols sont globalement sains et présentent des aptitudes bonnes à moyennes pour les divers types de culture : arboriculture cultures ; maraîchages ; cultures fourragères et céréales.

chapitre V

Ressources en eau.

Introduction

Avant d'entamer une étude d'aménagement hydro-agricole, il faut d'abord localiser et quantifier l'eau nécessaire à l'irrigation. Pour cela et à travers ce chapitre on va présenter les ressources en eau qui peuvent alimenter notre zone d'étude.

V-1 Ressources en eau de surface

V-1-1 hydrologies et climatologie

Les ressources en eau à mobiliser pour l'alimentation du périmètre proviendront principalement des apports des bassins versants de l'Oued Kramis et de l'Oued Sidi Bakhrti qui seront régularisés respectivement par le barrage de kramis et celui de Bakhrti. Mais interviendront tout de même d'autres données à savoir les précipitations, l'évaporation et les caractéristiques de la retenue du barrage.

V-1-2 Les caractéristiques du barrage de Kramis

Le barrage de Kramis dont les travaux ont été achevé en septembre 2005 est un barrage en terre dont la capacité de stockage totale est de 44,9 hm³ avec un niveau de retenue normale à la côte 108m ; une capacité utile au dessus du niveau minimal d'exploitation à la côte 80 m, de 33 hm³ et une hauteur maximale de 48 m.

Ces caractéristiques principales sont les suivantes ⁽¹⁾

-niveau de Plus hautes eaux	111,10 m
-Niveau normale de retenue	108,00 m
-Surface inondée au	1,57 Km ²
-Niveau minimal d'exploitation	
+ pour irrigation	80 m
+ Pour alimentation en eau potable.....	82, 50 m
-Volume total de la retenue.....	44,9 hm ³
-Volume utile de la retenue.....	33 hm ³
-Volume mort.....	11,9 hm ³

(1) source DHW Mostaganem

Pour prévenir aux problèmes de baisse du niveau d'eau qui pourront être dû à une exploitation intensive, un petit barrage de Bakhrti a été construit pour le renforcement de la capacité de régularisation du barrage de Kramis. Ce barrage de Bakhrti a une capacité de stockage utile d'environ 3 hm³ ; ce qui ramène ainsi le volume utile de stockage total des deux retenues (celle de Kramis et celle de Bakhrti) à 36 hm³ (1)

V-1-3 Qualité de l'eau d'irrigation

Il est important de disposer d'une réserve satisfaisante en eau pour l'irrigation quantitativement parlant, mais mieux serait d'en disposer d'une eau de qualité ; pour cela il est impératif de faire son diagnostic afin de rechercher les éléments dont leur excès peut nuire aux cultures. Dans le cadre de cette étude, la qualité de l'eau de surface qui sera utilisée pour l'irrigation a été caractérisée par l'analyse des données de qualité d'eau brute de l'Oued Kramis (échantillonnage fait dans les années 1996, 1997 et 2001) présentées dans l'étude de la station de traitement (Groupe INCO-MAG, 2004). Les valeurs de référence en ce qui concerne la qualité de l'eau brute pour la station hydrométrique de l'Oued Kramis sont présentées dans le tableau suivant :

TableauV-1: Qualité de l'eau brute de la station hydrométrique de l'Oued Kramis

Paramètres	moyenne	maximum	minimum
Conductivité en μ s/cm	2096	3500	964
Résidu Sec en mg/l	1568	2040	660
PH	7,9	8 ,2	7,5
CL ⁻ en mg/l	311	631	109
Na ⁺ en mg/l	242	414	101
Ca ⁺⁺ en mg/l	124	212	67
Mg ⁺⁺ en mg/l	58	93	25
K ⁺ en mg/l	14	21	8
SO ₄ ²⁻ en mg/l	550	960	178
HCO ₃ en mg/l	122	182	70
NO ₃ ⁻ en mg/l	11	32	2

Source : station de traitement de Kramis.

(1) source DHW Mostaganem

Pour l'ensemble des paramètres analysés ici, on remarque que selon les normes de la FAO pour la classification des eaux d'irrigation applicables dans la majorité des aménagements hydro agricoles des régions arides et semi-arides, leurs valeurs moyennes correspondent à des valeurs de classes de restriction d'utilisation II, faibles à modérées ; ne causant pas de préjudice aux cultures. Mais pour le pH, quelques problèmes relatifs à la précipitation du calcium qui peut entraîner des incrustations sont prévisibles.

V-1-4 La conductivité électrique :

La conductivité électrique est une propriété associée à la mobilité des ions, elle est mesurée à 25°C et exprimée en mmhos/cm. On distingue quatre classes de danger de salinité de l'eau en fonction de la conductivité électrique :

TableauV-2: Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique

Classe	Conductivité électrique CE (mmhos/cm) à 25°C	Qualité des eaux
C ₁	$CE \leq 0,25$	Eau de risque faible
C ₂	$0,25 < CE \leq 0,75$	Eau de risque moyen
C ₃	$0,75 < CE \leq 2,25$	Eau de risque élevée
C ₄	$CE > 2,25$	Eau de risque très élevée

Remarque :

- C₁ : convient pour toutes les cultures
- C₂ : convient pour les plantes moyennement tolérantes.
- C₃ : ne convient qu'à des sols bien drainés et des plantes tolérantes
- C₄ : eau difficilement utilisable sur sol bien drainé

L'eau du barrage de kramis prévue pour l'irrigation du périmètre étudié a une conductivité électrique élevée $CE = 2$ mmhos/cm

V-1-5 Le SAR (Sodium Absorption Ration) :

Si l'eau est riche en Sodium, celui-ci peut se fixer sur le complexe du sol et exercer alors une action défloculation. Pour apprécier le risque alcalin, on compare donc la concentration en ions Na^+ et celle en ions Ca^{++} et Mg^{++} . Quatre classes de danger d'alcalinisation ont été définies en relation avec le risque salin .

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}} = 25,40 \dots\dots\dots(1)$$

Tableau V-3: Classification des eaux en fonction de SAR

Classe	S.A.R.	Danger d'alcalinisation
S ₁	SAR ≤ 10	Risque faible
S ₂	10 < SAR ≤ 18	Risque moyen
S ₃	18 < SAR ≤ 26	Risque élevé
S ₄	SAR > 26	Risque très élevé

On réfère au diagramme de classification des eaux d'irrigation (Fig V-1). On peut affirmer que notre eau est caractérisée par une salinité élevée avec un degré d'alcalinité modère (C3-S4), se qui montre que la qualité de ces eaux est médiocre.

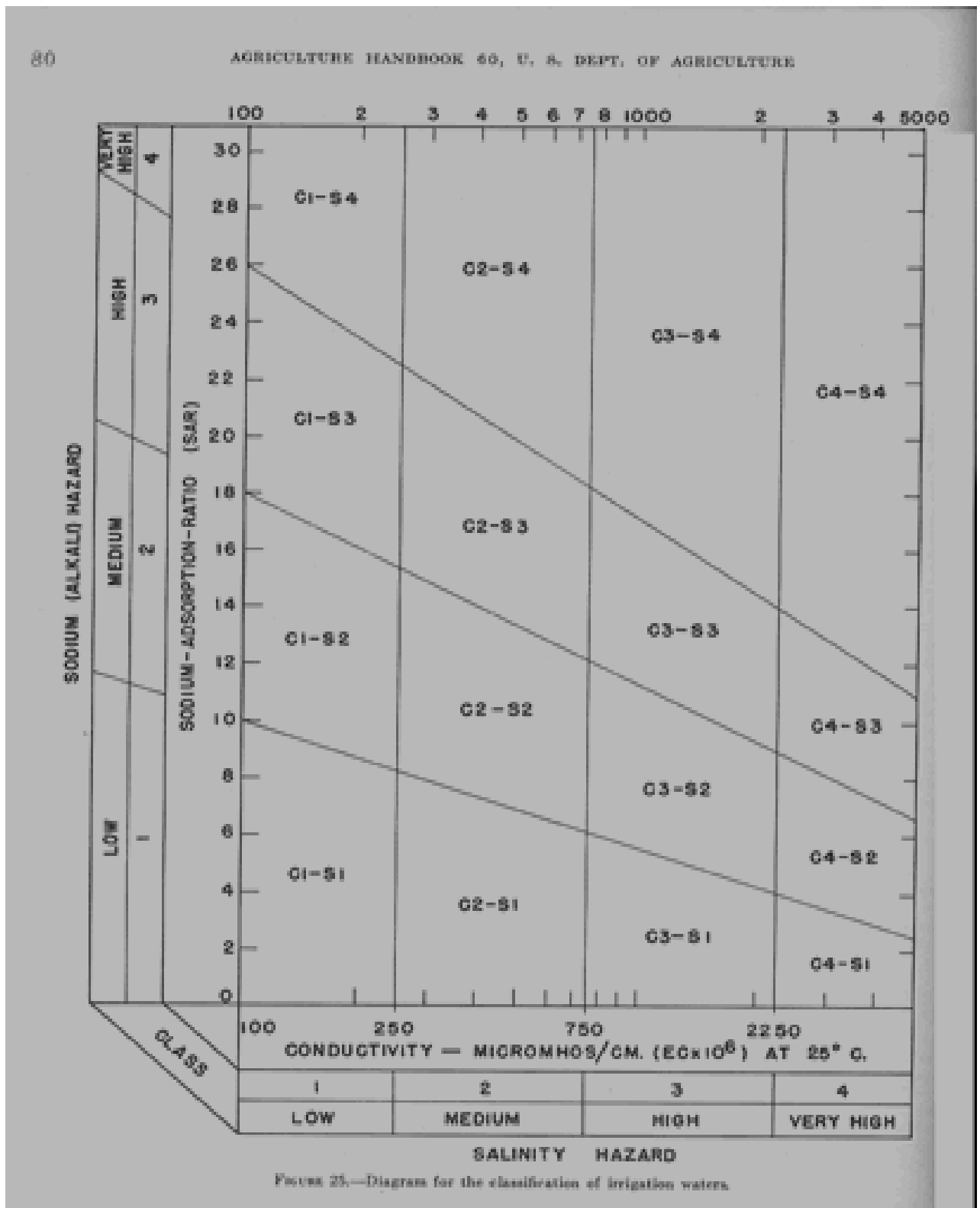


Fig V-1: diagramme de classification de l'eau d'irrigation

V-2 Ressources en eaux souterraines

V-2-1 Hydrogéologie et ressources en eau souterraines

Des études antérieures ont montré que le secteur de kramis est dépourvu de nappe d'eau souterraine, mais selon l'enquête sur l'inventaire des points d'eau ; le nombre de points d'eau inventorié est de 20 points d'eau dont 2 puits sont équipés de groupe électropompe et 17 équipés de groupe motopompe. Pour le type de cuvelage, 4 puits sont cuvelés en béton, 9 puits sont cuvelés en maçonnerie et les autres sont sans cuvelage. On a pu constater que les tranches d'eau dans ce secteur sont plus importantes qu'ailleurs avec une moyenne de 5,5 m .

Le niveau d'exploitation des ressources à kramis selon les déclarations des exploitants s'élève en moyenne à 1000m³/jour, ou encore 12 l/s en fictif continue. La production moyenne unitaire par puits est de 21000 m³/an ; il s'agit de loin de la productivité la plus élevée dans tout le périmètre. A l'avenir, l'ensemble de l'infrastructure consentie par l'état et les bénéficiaires avec 674 points d'eau dont 464 sont équipés continuera à donner lieu à une exploitation dans le périmètre projeté. Au total l'exploitation des ressources locales contribuera à la hauteur de 2 millions de m³ à la couverture totale des besoins du périmètre.

V-2-2 Les ressources mobilisables et les moyens de mobilisation envisageables

Trois moyens s'offrent pour la mobilisation des ressources avec des ouvrages d'une productivité significative.

- leur collecte dans les Oueds qui drainent la nappe.
- leur captage par forage.
- leur captage par puits à drains rayonnant.

* Mobilisation du drainage de la nappe dans les retenues collinaires

Pour les ressources drainées par les Oueds et vu l'encaissement de la plus part des Oueds dans le substratum imperméable, qu'ils s'éloignent de 1,5 à 2 Km par rapport à la mer et en dehors des captages existants (puits généralement de mauvaise productivité, le moyen de captage centralisé qui semble le plus adapté est constitué par la réalisation de retenues

dans les vallées collectrices). Une série de thalwegs pourrait servir à l'objet soit d'est en ouest ; les oueds Zerrifa, Roumane, Sidi Abid Moussa.

***Captage de la nappe par forage.**

En plus du drainage de nappe dans les retenues, le reste de la structure soit 70% des bassins hydrogéologiques identifiés pourraient être capté au moyen de plusieurs techniques dont les forages.

Des forages d'une profondeur n'excédant pas 100 m, pourrait être envisagés principalement là où l'épaisseur des couches saturées dépassaient au moins 15 m. les principales zones intéressées concernent la partie côtière des compartiments centrales et orientales de la nappe où la formation Estienne prend une épaisseur importante.

***Captages par puits à drains rayonnants**

Ce mode de captage est généralement indiqué sous deux conditions :

- existence d'une nappe dont la tranche saturée est faible sans pour autant être en deçà de 3 à 5 m.

- texture pulvérulente de la couche saturée autorisant le fonçage de drains rayonnants grâce à des vérins mécaniques éventuellement couplés avec une injection d'eau en tête du drain pour en faciliter la pénétration.

Les distances de fonçage pouvant être importantes (10 à 25 m/drain latéral) ; le rayon selon lequel la nappe est rabattue est développé d'autant du fait que les pertes de charge à l'intérieur du drain sont faibles, la partie centrale du drain (la plus proche du puits de fonçage) étant quasi improductive, elle peut même être encastrée dans le substratum imperméable afin d'exploiter toute l'épaisseur de la couche aquifère ; le drain remontant dans sa partie périphérique pour mobiliser la couche perméable à sa base.

Conclusion

Le présent chapitre avait pour but de définir les ressources en eaux disponibles et leurs qualités dans la zone d'étude.

Tableau V-5 : Inventaire du secteur Kramis

N° points	Coordonnées		diamètre (m)	profondeur (m)	NS (m)	tranche d'eau	année réalis	cuvelage	cond (mmhos)	élect.	équip	Qpompe (l/s)	Vpompe (m ³ /j)	état
	x	y												
1	0,65389	36,30542	3	7	2,6	4,4	1984	maçonnerie	0,1426	non	GMP	0,4	15	Mauvais
2	0,65586	36,30789	1,8	6,7	2,3	4,4	1988	maçonnerie	0,1227	non	GMP	2,5	90	bon
3	0,65631	36,30672	3,5	6	1,4	4,6	2001	sans	0,1138	non	GMP	0,25	9	mauvais
4	0,66297	36,30256	-	13	1,8	11,2	2004	sans	2	non	GMP	2,5	90	mauvais
5	0,66503	36,30214	3,5	6,9	3,2	3,7	1985	maçonnerie	2	non	GMP	0,3	12	bon
6	0,666	36,30233	0,4	5,6	0,4	5,2	2004	béton	2	non	GMP	2,7	100	mauvais
7	0,65414	36,28769	2	6,7	0,3	6,4	2000	maçonnerie	2	non	GMP	1,6	60	mauvais
8	0,66147	36,30128	2	7,8	2,6	5,2	1978	maçonnerie	2	non	GMP	0,8	30	bon
9	0,66175	36,30128	3	7,4	3	4,4	1999	maçonnerie	2	non	GMP	0,25	9	mauvais
10	0,66164	36,30142	3	6,4	2	4,4	2002	sans	2	non	GMP	0,08	3	mauvais
11	0,66192	36,29994	3	7	1,6	5,4	1996	maçonnerie	2	non	GMP	0,8	30	bon
12	0,66067	36,29983	3	8,6	2,1	6,5	1985	sans	2	non	GMP	1,1	40	mauvais
13	0,66122	36,29997	4	7,1	0,6	6,5	1988	sans	2	non	GMP	1,3	50	mauvais
14	0,66225	36,29769	3,5	11,3	3,1	8,2	1992	sans	2	oui	GEP	1,1	40	mauvais
15	0,66147	36,28858	2,5	5,5	0,5	5	1985	maçonnerie	2	non	GMP	3,3	120	mauvais
16	0,65419	36,30519	1,5	8,8	1,8	7	1986	Béton	0,1472	non	GMP	2,5	90	mauvais
17	0,65097	36,30681	2	8	1,8	6,2	1976	Béton	0,1318	non	GMP	1,6	60	Bon
18	0,65389	36,30542	3	7	2,6	4,4	1984	maçonnerie	0,1426	non	GMP	0,4	15	mauvais
19	0,65522	36,3066	3	6,4	-	-	2002	maçonnerie	0,1415	non	-	-	-	abandonné
20	0,66289	36,30306	3,5	4,5	0,8	3,7	2004	sans	2	non	GMP	0,16	6	abandonné

chapitre VI

Etude agro socio-économique

Introduction

L'étude Agro socio-économique du projet d'aménagement hydro agricole du périmètre de Kramis, objet du présent chapitre a pour but d'analyser les contraintes socio-économiques et les facteurs qui influencent sur la production agricole végétale et animale, depuis la mise en place de la culture.

VI-1 Généralité

A juin 2004 la population résidente des communes de la zone du projet fut estimée à 107757 habitants, soit 15% de la population totale de l'ensemble de la wilaya qui compte 32 communes. De cette population, une frange très importante (12%) exerce dans le domaine agricole dont la majorité des exploitants sont regroupés au sein des organisations professionnelles et coopératives agricoles.

Et comme on ne peut pas parler de l'agriculture sans parler de l'élevage, on doit rappeler que les agricultures de la zone du projet pratiquent aussi de l'élevage qui constitue une source de revenu d'appoint au niveau des petites exploitations. Le cheptel est constitué de bovins, ovins et caprins ; et tire l'essentiel de son alimentation des sous produits de la céréaliculture (chaumes, paille et jachère).

Mais l'activité pastorale proprement dite s'articule principalement autour de l'élevage ovin et caprin mené en semi intensif. Néanmoins dans le panel des produits de l'élevage, l'aviculture et l'apiculture occupent aussi une place non négligeable. Les terres utilisées par l'agriculture dans les cinq communes touchées par le projet comprennent une superficie agricole utile (SAU) de 21383 ha et les autres terres totalisent 16431 ha (passage et parcours, terres incultes terrains improductifs, forêts et maquis). Ces terres (cultivées) sont constituées de 841 parcelles qui sont détenues par 487 exploitants.

Le SAHA (secteur d'aménagement hydro- agricole) de Kramis concentre les parts les plus élevées en terme d'effectifs : 183 exploitations, soit 37,5% des exploitations et 310 parcelles, soit 36,9% des parcelles de la zone du projet. Cependant compte tenu de sa faible superficie : 16% du total, 700 ha sur les 4320 ha ; ce secteur se positionne en dernier lieu en matière de taille moyenne par exploitation (3,8 ha) et par parcelle (2,3 ha).

Pour les terres irriguées, elles comptent un total de 535 ha et représentent 2,5% de la SAU des cinq communes. Ainsi avec l'avènement du projet d'aménagement, la mise en valeur des terres permettra d'étendre la surface agricole utile et par là procurer de l'emploi et des revenus aux populations bénéficiaires.

VI-2 Typologie des exploitations selon la taille de la SAU

Les terres du périmètre sont des propriétés privées de type Melk avec 138 exploitations (sur un total de 189 exploitations que compte le périmètre) et le reste : 44 exploitations constituant des EAC et 07 EAI.

Notons que dans l'échantillon enquêté, on distingue 08 classes de SAU déterminées en fonction de l'amplitude de la variable SAU allant de 0,12 ha à 304 ha.

Le tableau ci-dessous résume les résultats du traitement des données de l'enquête en ce qui concerne les classes de tailles d'exploitation :

Tableau VI-1 : Classement des exploitations enquêtées par tailles de SAU et par statut juridique

Taille	EAC	EAI	Melk	total	%
Moins de 01	0	1	37	38	20
1 à 3	0	2	73	75	40
3 à 5	2	2	13	17	9
5 à 10	2	1	10	13	7
10 à 20	6	1	3	10	5
20 à 50	11	0	1	12	6
50 à 100	16	0	1	17	9
Plus de 100	7	0	0	7	4
total	44	7	138	189	100

Source : DHW Mostaganem

Pour le classement par tailles de SAU, on remarque que les 44 EAC se retrouvent réparties au niveau des classes 3 à 8 et avec la plus grande fréquence relative pour la classe 7, soit 36% par contre, les 7 EAI se retrouvent réparties au niveau des classes 1, 2, 3,4 et 5. Les 138 exploitations privées quant à elles sont représentées dans les 7 classes avec la plus grande fréquence relative, soit 53% pour la classe 2, la fréquence cumulée des 2 premières étant de 79,7%.

D'après la campagne 2002/2003, la SAU de l'ensemble des cinq communes utilisée par ordre croissant du poids de chaque groupe de cultures set répertorié comme suit dans le tableau ci-dessous.

Tableau VI-2 : Répartition de la SAU par groupe de cultures

Catégorie de cultures	%
Maraîchage	2,7
Arboriculture	3,3
Légumes secs	8,1
Fourrages	13,7
Vignes	23,7
Céréales	48,5

Source : DHW Mostaganem

VI-3 Types des cultures pratiquées et systèmes de production existants

L'étude menée dans le cadre de ce projet montre que l'occupation actuelle des sols est largement dominée par les céréales (48,7%) et les vignes (38,9%). Les cultures maraîchages occupent près de 9% des surfaces cultivées ; en revanche l'arboriculture fruitière est pratiquement inexistante.

Le tableau ci après présente l'occupation actuelle des terres de la zone d'étude par secteur :

Tableau VI-3: Occupation actuelle des sols du périmètre en ha.

Cultures	Sidi Lakhdar	Khadra	Kramis	Ouled Boughalem	Ensemble
Céréales	215	1098	669	201	2183
Céréales intercalaires	39	100			139
Maraîchages	13	152	31	209	406
Vignes	383	1350		10	1743
Arboricultures	9				9
Total	659	2700	700	420	4479

Source : DHW Mostaganem

Une analyse un peu plus poussée permet de dresser une liste des cultures pratiquées par classes au niveau du secteur de Kramis.

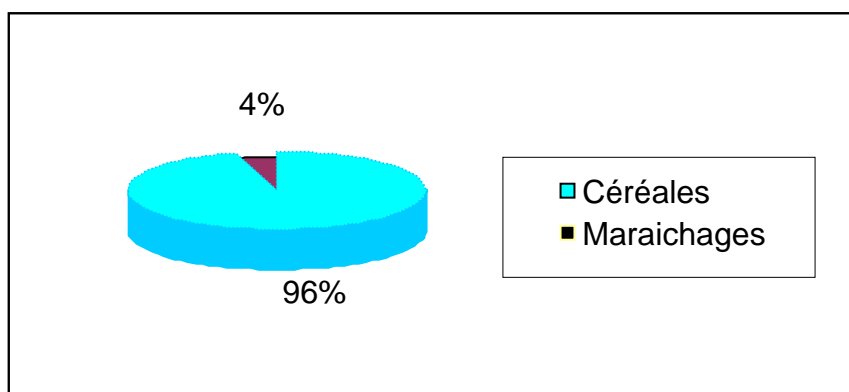


Fig VI-1: Occupation des sols de Kramis par groupe de cultures.

D'après le graphe ci-dessus et en fonction du tableau VI-3 ; nous remarquons que plus de 660 ha des sols de Kramis sont occupés par les céréales, alors que le maraîchage n'occupe qu'une trentaine d'hectares.

Tableau VI-4 : cultures pratiquées actuellement au niveau du secteur Kramis

Céréales	Maraîchages sous serre et plein champ	Vignes	Fourrage
Blé tendre	Tomate	Vigne de cuve	Vesce
Blé dur	Poivron	Vigne de table	
Avoine	Piment		
orge	Carotte		
	Oignon		

Les images de la figure ci-dessous nous donne un aperçu sur les cultures pratiquées actuellement au niveau de l'oued Kramis.



FIG VI-2 : Cultures sous serre de Tomate. (Kramis 19/05/2008)



FIG VI-3 : Cultures céréalières ; Le blé (Kramis 19/05/2008)



FIG VI-4 : l'arboriculture



FIG VI 5: culture de oignon

Pour les systèmes de production existants ; l'analyse de l'occupation actuelle du futur périmètre irrigué permet d'identifier 7 assolements d'importance très inégale selon les secteurs. En ce qui concerne le secteur de Kramis, 3 systèmes d'assolement ont été identifiés ; ils sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau VI-5: Assolement pratiqués au niveau du secteur de Kramis.

Assolements	%
Céréales	76,8
Maraîchages	3,1
Céréales/Maraîchages	20,1

Ce tableau montre que l'assolement céréalier est le plus pratiqué actuellement, ensuite vient l'assolement Céréales/Maraîchage ; l'assolement maraîcher étant de faible importance.

Conclusion

Le développement agricole de la zone d'étude par le biais de l'irrigation est une condition nécessaire du passage d'une agriculture traditionnelle et aléatoire à une agriculture moderne et sécurisée qui insufflera avec certitude un développement économique à toute la région.

chapitre VII

Besoins en eau

CHAPITRE VII**Introduction**

Le présent chapitre, se propose de quantifier les besoins en eau des cultures sur la base des informations définies auparavant, conditionnant la conception de notre projet tels que : les conditions climatiques, systèmes agronomiques, potentialités des sols, l'eau disponible fertilité des sols

VII-1 Choix des secteurs à aménager

Les diverses possibilités de délimitation du périmètre irrigué ont été examinées sur des bases multicritères ; en effet la règle générale adoptée pour le choix des secteurs à retenir s'articule sur les points suivants :

- La proximité du site du barrage : les zones les plus proches du barrage sont privilégiées afin de limiter les coûts des infrastructures d'adduction depuis la retenue jusqu'à l'entrée du périmètre.
- La qualité pédologique des sols : le choix a porté sur des sols de bonne qualité, et en tout cas des sols irrigables.
- La forme et la compacité du périmètre : un périmètre compact (un seul bloc) et de forme se rapprochant d'un carré est la meilleure configuration qui minimise les linéaires du réseau de distribution et les pertes de charge à la distribution.
- Les critères socio économiques : les zones, où le nombre de bénéficiaires est important, où il y a le maximum d'exploitations privées et où les futurs bénéficiaires sont les plus actifs et motivés pour une mise en valeur en irrigué ont été privilégiées.

Concernant le secteur de Kramis, les critères 'topographie' et 'proximité du barrage' militent pour le choix en priorité de la vallée de oued Kramis située juste à l'aval du barrage et située à des cotes plus basses que la retenue,

permettant une alimentation gravitaire en charge à partir de la prise du barrage.

Sur le plan des activités agricoles et motivations des propriétaires, cette zone semble être favorable compte tenu de la pratique actuelle quoi qu'à petite échelle, à l'irrigation par des moyens rustiques.

Aussi la vallée de Kramis bénéficie d'un microclimat du à l'effet d'abri favorable à type de production précoce, notamment pour le maraîchage.

VII-2 Les cultures adaptées à la zone

La bonne qualité des sols, la disponibilité de l'eau d'irrigation dans la situation avec projet, constitue des conditions favorables au développement d'une agriculture performante.

Les cultures actuellement les mieux adaptées sont :

- Les arbres fruitiers rustiques tels que le pêcher, le prunier, la vigne, l'olivier de table, l'amandier qui sont moins exigeants en matière de ressources en eau.
- L'arboriculture sensible «agrumes» de type clémentier-navels sur les sols sableux et oranges-valentialate sur les sols de texture moyenne à fin.
- Les céréales de climat tempéré telles que le blé dur, le blé tendre, l'orge, l'avoine.
- Les légumineuses fourragères telles que le bersim, la vesce, la luzerne, cette dernière doit être placée sur des sols de texture fine, à moyenne et bien drainés.
- Les cultures maraîchères à racines peu profonds (telle que la pomme de terre, le poivron, la pastèque, le melon) ou profondes (telle que la tomate et la carotte), qui préfèrent des sols à textures moyennes.
- Les cultures maraîchères à racines peu profondes adaptés aux textures fines telles que le chou-fleur, le chou, la laitue, les oignons (ces dernières ont une faible résistance à l'excès d'humidité).

VII-3 Choix des cultures

Le choix des productions envisagées a toujours été un casse tête pour l'agriculteur car cela suppose la prise en compte de plusieurs paramètres fondamentaux, aussi importants les uns que les autres mais pas forcément conciliables. Nous devons, cependant, convenablement appliqué les quatre règles suivantes qui réunissent l'ensembles des facteurs régissant un choix judicieux des productions, il s'agit de :

- Profiter des dons de la nature : choisir les productions en fonction de l'emplacement naturel de l'exploitation

CHAPITRE VII

Besoins en eau

- Profiter des rentes de situation : choisir les productions en fonction de l'emplacement économique de l'exploitation.
- Prendre le vent en poupe : choisir les productions en fonction de la situation économique.
- Tenir compte des possibilités de l'exploitation.

VII-4 Scénarios d'occupation du sol

Plusieurs Scénarios ont été testés avec plusieurs classes de cultures pour calcules les demandes en eau afin d'irriguer le futur périmètre. Au total trois scénarios ont été testés. Pour ce qui est du secteur de Kramis, tous les grandes cultures les répartitions (en ha comme le montre le tableau ci-dessous) des cultures concordent avec les quantités d'eau prévues et les ressources en sol disponible ; il est de même pour le maraîchage. Mais la qualité du sol (catégorie II et III) ne permet pas une mise en valeur bénéfique pour l'arboriculture

Tableau VII-1: Scénarios des cultures considérées (secteur de Kramis) en ha

Scénarios	Grandes cultures (ha)	Maraîchage. (ha)	Arboriculture.
1	Céréales 135	Maraîchage hiver 47	Vignes 0
	Céréales intercalaires	Maraîchage intercalaire	Arbo rustique 0
	Fourrages hiver 428	Maraîchage été 33	Arbo sensible 0

	Fourrage été 257	Maraîchage SS 13,4	
2	Céréales 135	Maraîchage hiver 47	Vignes 0
	Céréales intercalaires	Maraîchage intercalaire	Arbo rustique 0
	Fourrages hiver 428	Maraîchage été 33	Arbo sensible 0
	Fourrage été 257	Maraîchage SS 13,4	
3	Céréales 135	Maraîchage hiver 47	Vignes 0
	Céréales intercalaires	Maraîchage intercalaire	Arbo rustique 0
	Fourrages hiver 428	Maraîchage été 33	Arbo sensible 0
	Fourrage été 257	Maraîchage SS 13,4	

Source : DHW Mostaganem

CHAPITRE VII

Besoins en eau

VII-5 Besoin en eau du périmètre

Le besoin en eau d'irrigation ou la consommation en eau de la culture définie comme la hauteur d'eau (mm) consommé par l'évapotranspiration de la culture. Pour déterminer l'évapotranspiration de la culture (ETc) on utilise l'évapotranspiration de référence (ETo) d'une culture de référence conduite dans des conditions de référence, de sorte que le taux d'évapotranspiration (mm /j) représente les conditions climatique locales.

L'évaluation des besoins en eau du périmètre est basée sur la détermination des besoins de chaque culture retenue dans le calendrier agronomique, pour ce la il faut déterminer :

VII-5-1 L'évapotranspiration potentielle de référence (ETo)

C'est l'évapotranspiration maximale (c.a.d le sol est à sa capacité de retentions) d'un gazon ras couvrant complètement le sol, bien alimenté en eau, en phase active de croissance et situé au sein d'une parcelle suffisamment étendue (Perrier, 1977).

Pour prédire l'évapotranspiration de référence on utilise des méthodes basées sur des variables climatiques, parmi les plus communiquement employées sont:

- Méthodes de lysimètre
- Méthodes des stations expérimentales
- Méthodes directes de l'évaporation
- Méthodes empiriques

En ce qui concerne les méthodes empiriques, il existe des formules de calcul dont les principales sont:

- Prinstley- Taylor
- Makkink
- Turc
- Hargreaves
- Blaney – Cridle
- Thornthwaite
- Penman et Monteith modifiée.

CHAPITRE VII

Besoins en eau

Sur la base des résultats de plusieurs études, notamment celle de Jensen (1990), la consultation d'experts menée par la FAO sur les méthodologies d'estimation des besoin en eau des cultures (Smith 1992) , a conduit à recommander la méthode de Penman Monteith modifiée comme méthode privilégiée d'estimation de ETo du gazon.

- La formule de M^r Penman et Montheit modifiée se présentant comme suit:

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

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

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

R_n : rayonnement net évaporation équivalente exprimé en mm/ j

F(u) : fonction liée au vent.

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

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

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

Le calcul de l'évapotranspiration de référence est effectué à l'aide d'un logiciel appelé CROPWAT 5.7, fondé sur la méthode de M^r Penman et Montheit modifiée et recommandée par la consultation des experts de la FAO tenue à Rome en Mai 1990.

Pour l'exploitation du logiciel, nous devons fournir les données climatiques mensuelles de la station météorologique: à savoir:

- Les températures moyennes en degré Celsius.
- L'humidité relative de l'air exprimé en (%)
- L'insolation journalière en heure
- La vitesse du vent en m /s

Les résultats de l'évapotranspiration de référence ET_0 calculés à l'aide du logiciel CROPWAT 5.7 sont récapitulés dans le tableau VII-2.

Tableau VII-2 : Evapotranspiration de référence ET_0 de la zone d'étude

Pays : Algérie Altitude : 151 m		Station climatique : Mostaganem Coordonnées : 36 LN				
Mois	Temp moy °C	Humidité relative %	Vent (Km/j)	Insol (heurs)	Radiation (MJ/m ² j)	ET_0 (mm/j)
J	10,8	76	156	6,2	3,3	1,2
F	11,3	76	142	7,4	5,6	1,62
M	13,6	73	146	8,2	8,9	2,5
A	15,2	68	207	9,1	11,8	3,5
Mai	18,6	69	182	9,7	14	4,25
Jun	22,1	67	176	10,6	15,4	5,05

Jlt	24,8	66	144	9,8	14,8	5,12
At	25,8	66	133	9,9	13,8	4,91
S	22,8	71	138	8,8	10,8	3,7
O	19,0	73	145	7,2	7	2,46
N	14,6	76	159	6,2	4	1,53
D	12,0	76	146	5,9	2,7	1,13
Année	17,6	71	156	8,2	9,3	1127

VII-5-2 Pluies efficaces (p_e)

C'est la fraction des pluies totales réellement utilisée par la culture, elle dépend de la région concernée, de la nature de la pluie et du type de sol.

Plusieurs méthodes permettent de calculer ces pluies, mais ici nous retenons la méthode de pourcentage qui dit que :

$$\text{Pluies efficaces (en mm/mois)} = A \cdot \text{Pluies totales (mm/mois)}$$

Avec A : coefficient de correction est généralement égal à 0,8

Tableau VII-3 : pluies efficaces en mm/mois

Mois	ET _o (mm/j)	Précipitation (mm/mois)	Pluies efficaces (mm/mois)
J	1,2	41,2	33
F	1,62	45,2	36,2
M	2,5	35,6	28,5
A	3,5	38,7	31
Mai	4,25	31,3	25

Jun	5,05	4,4	3,5
Jlt	5,12	0,9	0,7
At	4,91	2,8	2,2
S	3,7	14,5	11,6
O	2,46	41,5	33,2
N	1,53	48	38,4
D	1,13	63,7	51
Total	1127	367,8	294,2
Taux des précipitations efficaces			80%

VII-5-3 Calcul des coefficients culturaux

C'est le rapport de l'évapotranspiration maximale d'une culture ETM à l'évapotranspiration potentielle de référence ETo. Le coefficient cultural est fonction de la durée du cycle végétatif et de la date de semis.

$$Kc = ETM / ETo$$

Le coefficient cultural Kc des différentes cultures est donné dans le tableau suivant

Tableau VIII-4 : coefficients culturaux de quelques cultures et ETo en mm/mois

Mois	J	F	M	A	Mai	Jn	Jl	At	S	O	N	D
ETo	36,4	48,48	75,75	106	130,3	154,5	154,54	148,48	112,12	75,75	45,45	33,33
Poivron				0,40	0,76	0,95	0,90	0,27				
Oignon	0,70	0,87	1,00	1,00	0,70							
Laitue				0,47	0,98	0,67						
Pomme de terre	1,00	0,96	0,46								0,36	0,55
Blé	0,6	0,6	1,0	1,2	0,87	0,23					0,4	0,6
sorgho					0,2	0,4	0,72	0,77	0,33			

CHAPITRE VII

Besoins en eau

Après l'obtention des coefficients culturaux, nous pouvons calculer les ETc des cultures que nous dressons le tableau ci-dessous.

Tableau VIII-5 : ETc des cultures considérées

Cultures	J	F	M	A	Mai	Jn	JL	At	S	O	N	D	ETc
----------	---	---	---	---	-----	----	----	----	---	---	---	---	-----

													mm/ mois
Blé	21,84	29,09	75,75	127,2	113,36	128,23					18,18	19,99	439,79
Poivron				42,4	99,03	146,78	139,09	40,09	11,21				478,60
Oignon	25,48	42,18	75,75	106	91,21								340,62
Laitue				49,82	127,69	103,52							281,03
Pomme de terre	36,4	46,54	34,85								16,36	18,33	152,48
Sorgho					26,06	61,8	111,27	114,33	36,99				350,45

VII-5-4 Efficience de l'irrigation:

L'efficience d'irrigation est définie par le rapport entre le besoin d'eau strictement nécessaire à la culture et le volume d'eau à introduire dans le réseau d'irrigation.

La différence entre les deux volumes indique les pertes.

La formule utilisée pour l'estimation de l'efficience d'un réseau d'irrigation est donnée par l'expression suivante:

$$E_i = E_t \cdot E_d \cdot E_u$$

Avec: E_i : Efficience d'irrigation en (%)

E_t : Efficience de transport (%)

E_d : Efficacité de type de distribution en (%)

E_u : Efficacité de l'uniformité de la distribution.

L'évaluation exacte des pertes est très difficile et même presque impossible, suite des multiples variables qui interviennent.

Les efficacités retenues pour les calculs sont fixées à 90% au niveau des réseaux d'adduction et de distribution et 80% à la parcelle soit une efficience globale de 72%.

VII-5-5 Besoins brutes en eau d'irrigation d'une culture

C'est la quantité d'eau qu'il est nécessaire de prélever dans la ressource afin de satisfaire les besoins en eau de cette culture, définis pour un certain niveau de production. Cette quantité comprend donc les diverses pertes subies pendant le transport et la distribution et éventuellement pendant le stockage ainsi que les besoins de lessivage s'il y a lieu.

$$\mathbf{BbI=BnI/Eg}$$

Avec BbI : besoins bruts d'irrigation

BnI : besoins nets d'irrigation

Eg : efficacité globale

$$\mathbf{BnI= ETM-P_e}$$

En négligeant les pluies efficaces, les besoins bruts seront égal à :

$$\mathbf{BbI(mm)=ETc(mm/mois)/Eg}$$

VII-5-6 Débit fictif continu DFC

C'est le débit qu'il serait nécessaire de fournir en continu à une surface déterminée pour satisfaire ses besoins en eau d'irrigation pendant une période donnée. Ce débit est souvent ramené à l'unité de surface et on le calcul en divisant le volume d'eau consommé à l'unité de surface d'un périmètre pendant une période donnée, par la durée de cette période.

$$\mathbf{DFC (l/s/ha) =BbIP (mm/j) / 8, 64}$$

Avec BbIP : besoins bruts d'irrigation de pointe.

Dans le tableau suivant, les besoins en eau des cultures et les débits fictifs continus sont résumés.

Tableau VII-6: Besoins en eau des cultures et les débits fictifs continus

Cultures	BnI (mm)	Bbl (mm)	Mois de pointe	DFC (l/s/ha)	S (ha)	DC (l/s)
Blé	439,79	610,82	Juin	0,69	542	374
Sorgho	350,45	486,74	Août	0,60	100	60
Laitue	281,03	390,32	Mai	0,66	20	13,2
Oignon	340,62	473,08	Avril	0,57	4	2,28
Pomme de terre	152,48	211,78	Février	0,27	3	0,81
Poivron	478,60	664,73	juin	0,78	2	1,56
				TOTAL	671	452

Avec une capacité totale de stockage de 44,9 hm³, en considérant l'allocation des ressources du barrage établie par l'ANB de 25 hm³/an (15 hm³/an pour l'irrigation et 10hm³/an pour l'AEP) et en se basant sur le schéma de mise en valeur proposé, les besoins annuels bruts d'eau d'irrigation pour le secteur de Kramis ont été estimé à 5500 m³/ha/an ; tandis que les besoins du mois de pointe seront de 830m³/ha..

Conclusion

Le présent chapitre avait pour but de définir les ressources en eaux disponibles et leurs qualités dans la zone d'étude.

chapitre VIII

Etude des schémas

d'aménagement hydraulique

Introduction

L'étude des schémas d'aménagement constitue en substance «la colonne vertébrale » de notre travail, car c'est à partir d'elle que sera dimensionné le réseau d'irrigation avec tous les paramètres afférents. Généralement dans cette phase d'étude, le projeteur doit faire un choix de système d'irrigation ainsi que des matériaux qui tiendront en compte des réalités pédo topographiques et qui répondront à l'adéquation qualité/prix.

VIII-1 Choix du mode de distribution d'eau

Traditionnellement il existe deux modes de distribution :

1. la distribution au tour d'eau généralement associée à l'irrigation gravitaire.
2. la distribution à la demande, généralement associée à l'irrigation sous pression.

Compte tenu de l'intérêt qu'elle révèle, la distribution à la demande sera retenue pour les besoins de cette étude.

La distribution à la demande tout en offrant à l'exploitant une disponibilité de l'eau 24h/24h, peut être dimensionnée de manière restrictive pour ce qui est du nombre d'heure d'irrigation. Ce type de dimensionnement revêt deux aspects :

1. il impose de manière pratique aux exploitants l'équipement de leurs parcelles en matériel d'irrigation automatique et notamment en goutte à goutte de manière à pouvoir irriguer réellement sans être effectivement disponible pendant 24h.
2. il limite les possibilités de dérapage localisé des consommateurs.

Le réseau de distribution sera donc un réseau fonctionnant sous pression et dont la pression de service minimale à garantir à la prise d'irrigation sera de 2 à 3 bars. Et le réseau d'adduction et de distribution sera constitué de conduites généralement enterrées sous pression.

VIII-2- Choix des matériaux de conduite

Le réseau d'irrigation se compose généralement de deux grandes entités différentes ; à savoir le réseau d'adduction et le réseau de distribution.

CHAPITRE VIII

Etude des Schémas d'aménagement hydraulique

VIII-2-1 Réseau d'adduction

Généralement de grand diamètre, il est destiné au transport et à la répartition de l'eau du point de mobilisation aux réseaux de distribution. Cette partie du réseau est nécessairement à gestion centralisée et les structures de gestion doivent disposer des moyens nécessaires pour maintenir cette ossature dans un bon état. Pour le cas précis du secteur de Kramis, ces fonctions consistent à amener les eaux provenant du barrage Kramis vers les différents points de consommation. Par ailleurs, le choix de matériaux de conduite a été basé sur l'étude pédologique faite dans la première partie, en effet d'après cette étude les conditions de corrosivité dans la vallée de Kramis peuvent être considérées comme fortes à très fortes. Cependant afin de limiter les risques de corrosion, les types de matériaux de conduites recommandées sont :

- des conduites en fonte partout où le réseau est enterré.
- des conduites en béton armé dans les cas où elles seront aériennes.
- sur 50% du linéaire, on prévoit un enrobage avec du sable.
- Sur les sections ordinaires, le lit de pose sera en sable d'épaisseur 15cm pour les diamètres inférieurs ou égaux à 500mm et 20cm pour les diamètres 600 mm et plus.

-pour les sections avec assise drainant, le lit de pose sera constitué de 30 cm de gravier de rivière.

On doit rappeler que pour des questions de sécurité, des ouvrages de protection devront être installés le long du réseau d'adduction ; c'est ainsi qu'on peut citer :

➤ les ouvrages de point haut dont la fonction sont la purge d'air nécessaire de façon massive lors des opérations de remplissage et de façon courante lors de l'exploitation suite au dégazage induit par le changement de pression dans le réseau. Ils servent aussi à l'admission d'air nécessaire principalement à l'occasion des casses ; cette admission devant protéger la conduite contre toute dépression inférieure pouvant entraîner une aspiration des joints à l'intérieur de la conduite de graves pertes d'étanchéité.

CHAPITRE VIII

Etude des Schémas d'aménagement hydraulique

➤ les butées : en béton armé, elles sont nécessaires pour la stabilisation de la conduite au droit des coudes ; il en va de même pour les piquage de départ de quartier.

VIII-2-2 Réseau de distribution

Il est structuré en blocs hydrauliques géographiques en étage de pression et éventuellement en quartiers dans un même étage. Ce réseau peut être généralement exploité par des associations d'agricultures, cela permettant de réduire tant la charge de l'administration que de réduire les coûts globaux de gestion de maintenance au plan macro économique. Le réseau de distribution est porteur de l'ensemble des branchements destinés aux exploitants.

Le tracé du réseau se repose sur les Principes suivants:

- relier par le trajet le plus rationnel (le plus court et/ou celui présentant le moins de contraintes de passage et/ou celui qui correspond à la meilleure répartition hydraulique des charges) les différentes bornes d'irrigation de

chaque étages pris séparément jusqu'au raccordement à la conduite principale d'alimentation.

- Eviter autant que possible les zones d'habitations ou de passages difficiles.
- Suivre autant que possible les pistes ou routes existantes.
- Enfin relier les conduites principales aux ouvrages de départ du quartier.

Le réseau de distribution sera constitué de conduites en polyéthylène haute densité PEHD et de pression nominale PN 10 bars. La gamme de diamètres des canalisations en PEHD retenue englobe les diamètres suivants : 325-250-200-160-125-110-90-75 et 63 mm.

Pour ces conduites de distribution, les coefficients de rugosité qui seront pris en compte seront de 0,1 mm et les vitesses limites admissibles seront fixées à 0,50 m/s pour les mini et 1,80 m/s pour les maxi. Le réseau est dimensionné pour satisfaire une pression minimale de 2 bars au niveau des bornes.

CHAPITRE VIII

Etude des Schémas d'aménagement hydraulique

Tout comme le réseau d'adduction, le réseau de distribution est aussi protégé par certains ouvrages que nous pouvons résumer en des points suivants :

- Ouvrages de points hauts (ventouses) : il s'agit d'un simple regard posé au dessus de la conduite et abritant la ventouse. Ces ouvrages ne sont généralement prévus que sur les conduites de diamètre relativement important : 200 mm et plus ; le dégazage des conduites dont le diamètre est inférieur à 200 mm se fera par le biais des ouvrages de distribution (bornes, prises).
- Vidanges : elles sont prévues aux points bas des conduites importantes (D 200 mm et plus) et permettant la vidange des tronçons amont et aval en cas de nécessité.
- Les ouvrages de sectionnement : généralement localisés en tête des antennes principales, ils sont destinés à isoler une partie du réseau alimentant l'antenne

concernée en cas de panne sur cette partie, ce qui permet de ne pas interrompre totalement le service à l'intérieur du quartier.

- Les butées : placées au niveau des coudes ainsi qu'au niveau des piquages de départ de quartiers, les butées sont prévues pour reprendre les poussées.

Hormis les ouvrages de protection se trouvant sur les conduites d'adduction et de distribution, il existe d'autres ouvrages spéciaux se trouvant sur le réseau d'irrigation .ils s'agit des bornes d'irrigation.

Ces bornes sont placées en dérivation ou en extrémité d'une conduite de distribution ; elles permettent de livrer en « tout ou rien » le débit affecté à une ou un ensemble de parcelles. Selon les cas, on distingue trois types de bornes :

1. borne individuelle simple BIS : destinée à irriguer une seule parcelle.
2. borne individuelle double BID : utilisée au cas où deux parcelles séparées par une piste devraient être alimentées par le même point.
3. borne collective simple BCS : ou borne foyer ; elle est commune à plusieurs parcelles et alimente un ensemble de prises d'irrigation.

Les 02 bornes premiers peuvent être de classe 1 ou 2 ; par contre la troisième de classe 3.

CHAPITRE VIII

Etude des Schémas d'aménagement hydraulique

VIII-3 paramètres de dimensionnement des systèmes d'adduction et de distribution

Le tracé du réseau consistera essentiellement à l'implanter préférentiellement le long des limites parcellaires pour faciliter la pose des conduites et l'accès futur pour les opérations de maintenance. On évitera le maximum possible le franchissement des cours d'eau et de poser les conduites dans les zones sans problèmes de fondation.

Ainsi et pour mieux dimensionner notre système d'irrigation, il nécessaire d'évaluer les paramètres suivants :

VIII-3-1 Durées d'irrigation

La durée d'irrigation journalière est un paramètre important dans la conception du réseau. D'une manière générale, plus la durée est longue, moins le réseau est coûteux.

La durée nominale d'irrigation retenue pour le dimensionnement des réseaux est de 16 h/jour, ce qui est compatible avec le type de réseau projeté (réseau sous pression). Nous verrons plus en détail le calcul de cette durée dans un exemple au chapitre suivant.

VIII-3-2 Calculs hydrauliques

Les pertes de charge dans les canalisations ont été calculées par la formule de Colebrook, avec une rugosité $K = 0,05$ mm pour l'acier, 0,1 mm pour la fonte à 0,5 mm pour le béton. La formule de pertes de charge utilisée est exprimée par :

$$J = \lambda \cdot V^2 \cdot L / 2 g \cdot D$$

- J: pertes de charge (m) ;
- λ : Coefficient de perte de charge ;
- D : Diamètre intérieur des tuyaux (m) ;
- V: vitesse (m/s) ;
- Q: débit (m^3/s) ;
- g: accélération de la pesanteur (m/s^2) ;
- L: longueur du tuyau (m).

Le coefficient λ de perte de charge est donné par la formule suivante :

$$1/\lambda^{0.5} = - 2 \log ((2,51/Re \cdot \lambda^{0.5}) + (k / 3,71 D))$$

- Re: Nombre de REYNOLDS ; avec $Re = V \cdot D / \mu$
- μ : Viscosité cinématique de l'eau (m^2/s) ;
- K: rugosité de surface équivalente de la paroi du tuyau (m)

VIII-3-4 Calculs des débits transitant dans le réseau

Les résultats de ces calculs ont été détaillés dans les annexes N°01 ; N°02 et N°03 les vitesses et les pressions des différents tronçons ont aussi été calculées. Mais on doit tout de même rappeler que compte tenu de sa commodité et de sa précision, la méthode de Clément a été privilégiée pour le calcul du dimensionnement du réseau.

Pour les conduites de son utilisation

-cette formule suppose que les sorties ont toutes la même fréquence et le même débit ; le cas échéant, on fait des sous groupes de prises homogènes. Le débit de l'installation sera égal à la somme des débits des sous groupes.

-limiter le nombre de sous groupes car si ce nombre est égal au nombre de sorties ; celles-ci doivent être considérées ouvertes simultanément.

La formule de Clément s'écrit sous la forme que voici :

$$x = 1/R [1 + \mu (1/n_1 - 1/n)^{1/2}]$$

Avec x : coefficient d'augmentation du débit par rapport à un réseau calculé pour un fonctionnement continu.

R : rendement du réseau (rapporté à 24 h du temps journalier de fonctionnement)

μ : qualité du fonctionnement du réseau.

n_1 : nombre de prises fonctionnant simultanément, et $n_1 = (Q_{min} / (m \cdot R))$.

m : étant le débit de prise.

n : nombre total de prises.

Q_{min} : débit calculé pour un fonctionnement continu.

CHAPITRE VIII

Etude des Schémas d'aménagement hydraulique

VIII-4 le principe de BORNAGE

Le principe de base retenu pour le BORNAGE est de respecter strictement la structure du parcellaire actuel. Chaque parcelle ou groupe de parcelles sera doté d'une borne équipée de compteur et de limiteur de débit. Et comme les tailles des

parcelles sont variables, il sera important de prévoir plusieurs types de bornes en ce qui concerne le débit nominal fourni. Cependant trois classes de bornes ont été recommandées, au total 114 pour le secteur de Kramis :

- classe 1 : débit = 3 l/s (56 bornes)
- classe 2 : débit = 5 l/s (51 bornes)
- classe 3 : débit = 7 l/s (07 bornes)

chapitre IX

Modes et techniques d'irrigation

Introduction

Quelle que soit l'origine de l'eau et son mode de transport (canaux ou conduites), le problème le plus délicat est le choix de la méthode pour répartir cette eau sur le sol de façon que les plantes en tirent le maximum de profit.

IX-1-Les différentes techniques d'irrigation

Les techniques d'arrosages peuvent être rangées en trois (03) classes, soit :

- L'irrigation de surface
- L'irrigation par aspersion
- L'irrigation localisée ou micro irrigation

IX-1-1-Irrigation de surface

Appelée aussi l'irrigation gravitaire, l'irrigation de surface regroupe l'ensemble des techniques d'arrosage dans lesquelles la répartition de l'eau à la parcelle se fait entièrement à l'air libre par simple écoulement à la surface du sol. La répartition de l'eau est assurée grâce à la topographie du terrain, et aux propriétés hydriques du sol (ruissellement, infiltration, et capillarité).

En irrigation de surface, la distinction entre les différentes techniques est essentiellement fondée sur la méthode d'application de l'eau : ruissellement, submersion ou technique mixte.

IX-1-1-1 l'irrigation à la raie

Qui utilise comme unité d'arrosage la raie ou seguia

IX-1-1-2 l'irrigation par submersion

Dont l'unité d'arrosage est le bassin ou la cuvette.

IX-1-1-3 l'irrigation par ruissellement

Avec comme unité d'arrosage la planche

IX-1-1-4 l'irrigation mixte

Il s'agit d'un ruissellement suivi d'une submersion

IX-1-2 Irrigation par aspersion

En irrigation par aspersion, l'eau parvient aux cultures d'une façon qui imite la chute naturelle de la pluie, grâce à l'utilisation de divers appareils de projection, alimentés sous pression.

Pour cette technique d'irrigation aucun nivellement de la surface n'est nécessaire. Cependant, la pente générale du sol ne doit pas en principe dépasser 10% pour les machines à irriguer.

Tous les types de sols peuvent convenir : on peut obtenir la même efficacité d'arrosage sur les sols les plus sableux que sur les sols les plus argileux, grâce à la large gamme des intensités pluviométriques (I) offertes par les différents matériels ($I < 4$ mm /h pour sols peu perméables, jusqu'à $I < 50$ mm /h pour sols perméables). Cette technique d'irrigation présente une excellente efficacité située entre 55 - 85 %, essentiellement en fonction de la maîtrise technique des irrigants.

L'irrigation par aspersion est utilisée pour l'arrosage des cultures les plus diverses : fourragères, maraîchères, céréales, vergers, vigne, etc....

Les techniques d'arrosage appliquées en irrigation par aspersion dépendent du matériel utilisé. Elles se divisent en deux grandes catégories :

- L'aspersion simple (rampes perforées, asperseurs, canons)
- Les machines à irriguer (rampes frontales, pivots, enrouleurs, etc.)

IX-1-3 l'irrigation localisée

L'irrigation localisée ou micro irrigation, est une méthode qui regroupe plusieurs systèmes de distribution de l'eau à la parcelle. Elle se caractérise par :

- La mise en place sur la parcelle d'un réseau de canalisation.
- Une discontinuité des points d'apport permettant de n'irriguer que les zones utiles à la plante.
- Des débits faibles généralement inférieurs à 100 l/h.
- Une distribution fréquente pour maintenir un certain volume d'eau à un niveau voisin de la capacité au champ.

Selon le type de distribution utilisé, l'eau se localise par points (goûteurs, gaines), par lignes (tubes poreux) ou par surface plus au moins grandes (muni diffuseurs, micro-asperseurs).

L'efficacité de l'irrigation localisée est excellente. Elle est située entre 70% à 95%.

L'irrigation localisée est surtout pratiquée en cultures maraîchères ou fruitières.

IX-2-Avantages et inconvénients de ces systèmes d'irrigation

Système d'irrigation	Avantages	Inconvénients
Irrigation à la raie	<ul style="list-style-type: none"> -frais d'aménagement réduits -le feuillage des plantes n'est pas mouillé, ce qui évite certaines maladies. -ne nécessite pas de tassement de sol. -ne nécessite pas d'énergie. 	<ul style="list-style-type: none"> -lenteur de l'arrosage -difficile d'irriguer les sols lourds car ils absorbent l'eau très lentement. -non recommandé pour les sols très sableux.
Irrigation par ruissellement	<ul style="list-style-type: none"> -permet une répartition plus uniforme de l'eau -économise l'eau lorsque toute la longueur de la rigole est remplie d'eau nécessaire à l'irrigation. -réduit le temps nécessaire à l'irrigation. -réduit les dépenses d'énergie. 	<ul style="list-style-type: none"> -elle nécessite des fossés d'alimentation et d'évacuation protégés. -oblige à faire de nombreux virage avec les machines dans le champ. -nécessite la régularisation du débit de l'eau dans les rigoles.
Irrigation par submersion	<ul style="list-style-type: none"> -permis aux eaux chargées de limon de se déposer -réduit les pertes d'eau au minimum et énergie zéro. -nécessite peu de surveillance. 	<ul style="list-style-type: none"> -tasse le sol et le rend moins perméable. -gène l'aération du sol et modifie l'équilibre en azote. -Grappillage d'eau.
Irrigation par aspersion	<ul style="list-style-type: none"> -économie d'eau -peut être utilisée sur n'importe quel type de terrains -diminution de la main d'œuvre. -mieux répartir l'eau dans l'espace et dans le temps. -faciliter l'apport d'engrais. -évite les pertes des surfaces cultivables. -évite le lessivage des éléments fertilisant du sol. -Ne nécessite aucun aménagement du terrain. -améliore les rendements et la qualité des récoltes. 	<ul style="list-style-type: none"> -nécessite une dépense importante du premier établissement. -provoque le développement des mauvaises herbes. -provoque le tassement du sol. -en pays chauds et arides, les conditions climatiques sont peu favorables à l'aspersion (vents, pertes par évapotranspiration). -avec des eaux salées, l'irrigation par aspersion au

		dessus des feuilles devient risquée pour les cultures à appareil végétatif délicat.
Irrigation localisée	-efficacité de l'eau proche de 100% -pas de main d'œuvre importante. -augmentation des rendement et raccourcissement du cycle végétatif en climat tropical. -la distribution d'eau étant limitée à une surface réduite, on contrôle mieux le développement des adventices.	-le goutteur doit être conçu de façon à limiter les risques de bouchage. -l'eau doit être débarrassée des éléments indésirables qu'elle véhicule ; il faut donc prévoir des filtres à tamis, des filtres à sable.

CHAPITRE IX

Modes et techniques d'irrigation

En effet par sa modernité et sa technicité, en nous référant aux multiples avantages qu'elle présente (cité dans le tableau précédent), en tenant compte de la rareté de la ressource eau et comme mentionné plus haut, c'est le système d'irrigation sous pression qui sera retenu pour l'équipement du futur périmètre.

Ainsi et pour le secteur de Kramis nous étudierons de façon détaillée dans le chapitre suivant l'exemple d'un équipement à la parcelle par le système d'irrigation du goutte à goutte et par le système d'aspersion.

On ne doit pas tout de même dans ce chapitre perdre de vue en omettant de souligner le système de drainage qui a été prévu. En effet dans certaines zones du périmètre, il a été prévu d'installer un système de drainage afin d'évacuer les eaux qui se seraient stagnées pendant les moments pluvieux ou lors d'une éventuelle remontée de la nappe.

L'étude de base une fois faite, ainsi que le choix du matériel, l'équipement à la parcelle consiste à équiper la surface considérée par un réseau d'irrigation d'irrigation constitué de rampes, de porte rampes, de goutteurs ou d'asperseurs et d'autres matériaux nécessaires.

Un bon équipement doit répondre aux exigences suivantes :

- Satisfaire les besoins en eau du mois de pointe.

- Donner une pluviométrie horaire convenable compte tenu de la vitesse de filtration et de la pente du terrain.
- Etre économique et choisir un système d'irrigation capable d'assurer une bonne répartition de l'eau.
- Permettre une organisation rationnelle du chantier.

Remarque : toutes les formules de ce chapitre – source université Mostaganem - Mr ABOU-COURS D'IRRIGATION ET DE DRAINAGE.

CHAPITRE IX

Modes et techniques d'irrigation

IX-3 Equipement de la parcelle par aspersion

IX-3-1 Principe

Les parcelles ont souvent des formes irrégulières et variées et il y'a plusieurs façon de disposer un même système d'irrigation sur une parcelle.

Si la conduite principale coupe la parcelle en 02 parties (obligatoire quand la longueur de la parcelle est supérieure à 250 m), la conduite principale doit

- Etre parallèle à l'un des coté.
- Ne pas former d'angles à l'intérieur de la parcelle.
- Permettre dans la mesure du possible d'avoir des rampes d'égales longueurs de part et d'autres de la conduite principale.

Si la conduite principale est placée en bordure de la parcelle (cas où la longueur de la parcelle est inférieure à 150 m), cette disposition ne permet pas de faire tourner la rampe ; ainsi ; on évite dans la pratique de mettre une conduite principale en bordure de parcelle.

La disposition des té vannes sur la conduite principale doit permettre des écartements réguliers entre positions de rampes. Lorsque la conduite principale est perpendiculaire aux rampes d'aspersion, l'écartement des té vannes supérieures afin d'avoir toujours un même écartement entre positions de rampes.

Les rampes d'aspersion doivent être parallèles entre elles et disposées dans le sens du semis ; être séparées les unes des autres d'un nombre égal de positions et avoir une longueur inférieure à 250 m.

Lorsque la parcelle se termine en pointe (cas des parcelles triangulaires), la longueur de la rampe va diminuant au fur et à mesure qu'elle avance

IX-3-2 Principaux éléments du système par aspersion

La conduite principale

Enterrée ou aérienne, centrale ou placée en bordure de parcelle ; elle véhicule l'eau de la source ou de la borne d'irrigation jusqu'à l'extrémité aval de la parcelle. C'est elle qui porte les portes rampes (canalisations secondaires) par l'intermédiaire des té vannes ou des vannes hydrant suivant un espacement régulier (12 ; 18 ; 24). Le choix de son diamètre est fonction de sa longueur, du débit à transiter et des pertes de charges admissibles. La conduite principale peut être en alliage d'aluminium ou en acier galvanisé.

La porte rampe

C'est une canalisation qui relie la conduite principale aux rampes disposées sur la parcelle. Les portes rampes sont constituées d'éléments de tubes rigides à raccords rapides qui ont une longueur de 3 ; 6 ou 9 m et pouvant être en :

1. alliage d'aluminium de diamètre 3" 4" ou 5"
2. acier galvanisé de diamètre 80 ; 100 ; 125 ou 159 mm.
3. polychlorure de vinyle (pvc) de 75 ou 90 mm de diamètre.

Les rampes d'arrosage

Les rampes d'arrosage sont constituées de tuyaux mobiles qui peuvent être soit en alliage léger, soit en acier galvanisé, soit en matière plastique ; à raccords rapides et ayant une longueur de 3 ; 6 ou 9 m. les diamètres utilisés sont de 2" ; 2 3/4 ou 3"

Les asperseurs

Les asperseurs ou arroseurs ou sprinklers sont directement installés sur la rampe ou par l'intermédiaire d'une allonge rigide de 0,5 à 2m que l'on emboîte dans un té à clapet fixé sur une plaque stabilisatrice.

Les asperseurs se caractérisent par le diamètre de leurs buses, qui définit pour une pression déterminée le débit de l'asperseur, la portée du jet et la répartition de l'eau le long du jet.

CHAPITRE IX

Modes et techniques d'irrigation

Sur cultures mraichages, on utilise les écartements de 6x6 ; 6x12 ; 12x12 correspondant à de faibles pressions de l'ordre de 2 bars ; et en grandes cultures, des écartements 12x18 ; 18x18 ; 24x24 avec une pression de 2,5 bars pour le 12x18 et 3 à 3,5 bars pour le 24x24.

Les arroseurs les plus utilisés ont utilisés ont des pressions de fonctionnement de 2 à 3,5 bars ; il leur correspond des jets de 10 à 25 m et des débits de 0,5 à 7,5 m³/ha et des pluviométries de 4 à 15 mm/h.

IX-3-3 Choix du dispositif

Situées dans le secteur Kramis nord, les parcelles à irriguer ont les caractéristiques suivantes :

Tableau IX-1: Caractéristiques des parcelles.

N° des parcelles	Désignation sur le secteur	Cultures à installer	Profondeurs d'enracinement des cultures Z en (m)	Superficies réelles en (ha)	Superficies à irriguer en (ha)	Dimensions des parcelles à irriguer.
1	149	Blé	0,60	1,68	1,56	L=195 m
						l=80 m
2	140d	Oignon	0,50	1,27	1,05	L=175 m
						l=60 m
3	162	Sorgho	0,70	0,79	0,79	L=105 m
						l=75 m

Compte tenu de l'importance qu'il révèle, c'est le système d'équipement de la couverture intégrale que nous avons choisi ; avec un écartement de 12x18 pour la céréaliculture et les cultures fourragères et un écartement de 12x12 pour les cultures maraîchères ; ces écartements conviennent parfaitement aux cultures proposées. Une fois installé, ce dernier a l'avantage de ne pas être déplacé dans son ensemble pendant toute la période d'irrigation.

CHAPITRE IX

Modes et techniques d'irrigation

Ce système consiste à disposer sur toute la parcelle à irriguer un réseau superficiel de rampes de petits diamètres le long desquelles on fait déplacer manuellement les asperseurs.

La conduite principale sera parallèle aux grands cotés ; c'est-à-dire les longueurs de la parcelle.

IX-3-4 Etudes préliminaires

Les parcelles sont situées dans le secteur de Kramis partie sud et la pression disponible en tête de parcelle est de 3,5 bars.

-humidité équivalente : $He=25\%$

-densité apparente : $da=1,5$

-coefficient $C=0,3$

Ainsi et à partir des données de base disponibles, on calculera les éléments utiles pour l'installation de la culture du **blé** sur une superficie de **1,56 ha**. Et par suite, on déterminera de la même manière les paramètres pour l'installation des autres cultures.

❖ Dose théorique à apporter

Elle est calculée à partir de la formule suivante :

$$\begin{aligned}d_t &= He \times da \times C \times Z \\ &= 0,25 \times 1,5 \times 0,3 \times 600\end{aligned}$$

$$d_t = 67,5 \text{ mm}$$

❖ Fréquence d'arrosage

$$\begin{aligned}R &= d_t \times 30 / V_{mp} \\ &= 67,5 \times 30 / 1260\end{aligned}$$

$$R = 16 \text{ jours.}$$

Avec V_{mp} : volume mensuel de pointe égal à 1260mm pour le blé.

❖ Nombre d'irrigation

$$\begin{aligned}N &= V_{mp} / d_t \\ &= 1260 / 67,5\end{aligned}$$

$$N = 2 \text{ irrigations}$$

IX-3-5 Matériaux d'irrigation à la parcelle

1. Nombre de rampes nécessaires

Les rampes étant fixées, le nombre de rampes est égal au nombre de positions de celles-ci. Tenant compte de la forme et des dimensions de la parcelle, les rampes seront disposées parallèlement à la largeur.

Aussi, on doit noter que compte tenu des longueurs de nos parcelles (moins de 200 m), les conduites principales pour les trois parcelles seront placées en bordure de parcelles.

$$\begin{aligned} N_r &= L_p / e_r \\ &= 195 / 18 \end{aligned}$$

$$N_r = 10 \text{ rampes.}$$

Avec N_r : nombre de rampes

L_p : longueur de la parcelle en m.

e_r : écartement entre rampes en m.

2. Nombre d'asperseurs par rampe

Il dépend de la longueur de la rampe, donc de la largeur de la parcelle. Il est obtenu en divisant la largeur de la parcelle (l) par l'espacement entre asperseurs (e_a).

$$\begin{aligned} N_a &= l / e_a \\ &= 80 / 12 \end{aligned}$$

$$N_a = 6 \text{ asperseurs.}$$

Et de là, on en déduit le nombre total de positions d'asperseurs NTP en multipliant le nombre total de rampes par le nombre des asperseurs par rampe.

$$\begin{aligned} NTP &= N_r \times N_a \\ &= 10 \times 6 \end{aligned}$$

$$NTP = 60 \text{ positions}$$

IX-3-6 Choix et caractéristiques de l'asperseur

1. La pluviométrie

Afin de réduire le débit nécessaire, nous prendrons une durée d'irrigation de poste de 10 heures ; ainsi la pluviométrie (P_u) sera obtenue en divisant la dose d'irrigation par cette durée (T) considérée.

$$P_u = d_t / T \\ = 67,5 / 10$$

$$P_u = 6,75 \text{ mm/h}$$

2. Débit de l'asperseur

On choisit les références de l'asperseur dans un catalogue commercial selon les principales caractéristiques qui sont la pluviométrie et le débit, cependant nous choisirons pour notre cas l'asperseur 30 TNT qui donne une pluviométrie de 6mm/h pour une pression prévue de 3bars.

Le débit de l'asperseur est donné par la formule suivante :

$$Q_a = (P_u \times \text{dispositif}) / 1000 \\ = 6,75 \times 12 \times 18 / 1000$$

$$Q_a = 1,46 \text{ m}^3 / \text{h}$$

3. Débit en tête de parcelle

$$Q_p = Q_a \times N_r \\ = 1,46 \times 10$$

$$Q_p = 14,6 \text{ m}^3 / \text{h}$$

En utilisant les relations que nous avons décrites plus haut, nous résumons dans le tableau qui suit les résultats de calcul des différents paramètres de l'irrigation par aspersion pour les cultures considérées.

Tableau V-2: différentes caractéristiques de l'équipement

N° de parcelles	1	2	3
V _{mp} (m ³)	1260	1050	1132
Dose (mm)	67,5	56,25	78,75
Nombre d'irrigation	2	2	1
Durée d'une irrigation (jours)	16	16	20
Nombre de rampes	10	14	5
Nombre de positions d'asperseur par rampe	6	5	6
Nombre total de positions d'asperseur	60	70	30
Durée d'un poste (heurs)	10	9	12
Pluviométrie (mm / h)	6,75	6,25	6,56
Débit asperseur (m ³ /h)	1,46	0,9	1,42
Débit en tête de parcelle (m ³ /h)	14,6	12,6	8,50

IX-3-7 Calcul de pression et diamètres de canalisations

Pour déterminer le diamètre des canalisations, il faut d'abord calculer :

- **Les pertes de charge entre l'asperseur le plus favorisé et le plus défavorisé :**

D'après la loi de CHRISTIANSEN, le fonctionnement d'un asperseur est acceptable si la pression de cet asperseur est inférieure de 5% de la pression nominale (PN=3bars) ;

Soit $(3 \times 5) / 100 = 0,15$ bars ou supérieur de 15% de PN ; soit $(3 \times 15) / 100 = 0,45$ bars.

Ainsi la pression à l'asperseur le plus favorisé devra être égale à : $3 + 0,45 = 3,45$ bars, et la pression à l'asperseur le moins favorisé égale à : $3 - 0,15 = 2,85$ bars.

Donc les pertes de charge admissibles entre l'asperseur le plus favorisé et l'asperseur le plus défavorisé sont : $3,45 - 2,85 = 0,6$ bars (soit 20% de la PN). En supposant qu'il n'existe aucune dénivelée, les pertes de charge singulières seront égales à 10% des pertes de charge entre l'asperseur le plus et le moins favorisé ; soit 0,06 bars.

CHAPITRE IX

Modes et techniques d'irrigation

- **Les pertes de charge au niveau de la rampe d'aspersion:**

Elles sont comparables à celles d'une canalisation qui aurait pour longueur

$$\begin{aligned} L_s &= bs \times e \\ &= 2,26 \times 12 \end{aligned}$$

$$L_s = 27,12 \text{ m}$$

Avec L_s : longueur équivalente de la rampe.

bs : coefficient donné par un tableau de calcul de PDC pour asperseurs (ici $n=6$)

e : écartement entre asperseurs sur la rampe.

- **Les débits à transiter :**

Il est donné par la formule : $Q_r = (N_r - 1) \cdot Q_a$
 $= (10 - 1) \cdot 1,46$

$$Q_r = 13,14 \text{ m}^3/\text{h}$$

Pour une conduite de diamètre 2'' : pour 100 m linéairePDC= 9m

Pour 27,12 m.....PDC=2,44 m

Donc 0,244 bars.

Donc les PDC admissibles dans la conduite principale devront être \leq à :

$$0,6 - (0,06 + 0,244) = 0,296 \text{ bars.}$$

- **Les pertes de charge dans la conduite principale :**

$$L_{cp} = 10 \times 18 = 180 \text{ m}$$

$$Q_p = 14,6 \text{ m}^3/\text{h}$$

Pour une conduite de diamètre 3'' ; pour 100 m.....PDC=1,6 m

Pour 180 m.....PDC =2,88 m

$0,288 < 0,296$; donc la conduite de diamètre sera retenue comme canalisation principale.

Récapitulatif des PDC :	Cp	0,288 bars
	Rampe diamètre 2"	+ 0,244
	PDC singulières (10%)	+ 0,06
		= 0,532 bars

CHAPITRE IX

Modes et techniques d'irrigation

- Les pertes de charge au niveau de parcelle :**elles sont obtenues en sommant les PDC au niveau de la conduite principale, les PDC dans la rampe d'aspersion et les PDC singulières relatives aux accessoires ; c'est le récapitulatif des PDC qui est égal à 0,532 bars.

Après les avoir obtenues, on détermine les pressions proprement dites à l'asperseur le plus favorisé et à l'asperseur le moins favorisé.

Ainsi : pression à l'asperseur le plus favorisé = $3 + (3 \times 0,532) / 4 = 3,40$ bars.

Pression à l'asperseur le moins favorisé = $3 - 0,532 / 4 = 2,854$ bars.

- La pression nécessaire à la borne d'irrigation ou pression en tête de parcelle :** elle est obtenue en additionnant la pression à l'asperseur le plus favorisé aux PDC due à la distance (9 ou 6 m) entre la borne et le premier té vanne et la pression engendrée par la hauteur de l'asperseur par rapport au sol (généralement = 0,5 m pour les cultures basses).

Pression à la borne = $0,05 + 0,08 + 3,40 = 3,46$ bars.

Les valeurs calculées des différentes PDC et pressions des conduites sont récapitulées dans le tableau suivant :

Tableau IX-3: récapitulatif des caractéristiques des canalisations

N° de parcelles	1	2	3
Pression nominale (bars)	3	2	2,900
PDC entre asperseur le plus favorisé et le moins favorisé (bars)	0,6	0,400	0,580

PDC singulières 10%	0,06	0,040	0,058
Débit rampe (m ³ /h)	13,14	11,70	7,100
Longueur équivalente de la rampe (m)	27,12	23,04	27,12
Diamètre rampe	2''	2'' ³ / ₄	2''
PDC rampe (bars)	0,244	0,032	0,081
Diamètre de conduite principale	3''	3''	2''
PDC de conduite principale (bars)	0,288	0,201	0,441
PDC parcelle (bars)	0,532	0,292	0,521
Pression à l'asperseur le plus favorisé (bars)	3,40	2,146	3,291
Pression à l'asperseur le moins favorisé (bars)	2,854	1,927	2,770
Pression à la borne (bars).	3,46	2,200	3,440

CHAPITRE IX

Modes et techniques d'irrigation

Tous les paramètres étant calculés, on passe à l'établissement d'un plan d'équipement définitif qui doit comporter toutes les indications permettant de faire l'inventaire du matériel et de mettre en place le matériel.

Ainsi les devis estimatifs des différentes parcelles considérées sont représentés en annexes N°04 ; 05 et 06

IX-4 Equipements de la parcelle pour l'irrigation localisée

IX-4-1 Eléments d'un équipement à la parcelle

Un équipement type de goutte à goutte comprend les éléments suivants :

- **Le goutteur** : c'est l'organe central du système par lequel l'eau sort à la pression atmosphérique sous forme de gouttes ou de faibles suintements en un faible débit et il est alimenté à partir des rampes.

Son choix est fonction de son espacement, des données physiques (sol, climat, plante) mais aussi du mode d'exploitation et du diamètre des rampes. Les goutteurs ont un débit faible compris entre 1 et 8 l/h sous une pression de 1 bars (10 m.c.e).

- **La rampe** : de 12 à 32 mm de diamètre, en PVC plastifié ou en PE, c'est une conduite qui porte les goutteurs placés à des écartements constants. Lorsqu'elle est enterrée, la rampe est en PVC rigide.
- **Le porte rampe** : alimente les rampes par des départs sur un côté ou sur les deux et peut être flexible si elle reste en surface ou rigide dans le cas où elle est enterrée.
- **La conduite principale** : elle relie les divers portes rampes au point d'eau et peut être en PE, en PVC, en acier galvanisé ou en amiante ciment.
- **L'unité de tête** : installée souvent à proximité du point d'eau, elle comporte de capteurs, d'injecteurs d'engrais, d'appareils de contrôle automatique, de manomètres et de filtres nécessaires à la bonne marche de l'installation.

IX-4-2 Etudes préliminaires

Elle consiste à déterminer les paramètres nécessaires pour l'installation du réseau.

IX-4-2-1 Données de base

*Culture à installer et caractéristiques de la parcelle.

La superficie totale de la parcelle est de 3,5 ha dont 3,24 ha seront irrigués. La parcelle désignée par la numérotation 153b est située dans le secteur Kramis Nord. La texture du sol est argilo limoneuse et densité apparente du sol $d_a = 1,5$.

La culture à installer est la tomate.

Profondeur des racines ; $Z = 0,80\text{m}$.

Longueur : $L = 240\text{ m}$.

Largeur $l = 135\text{ m}$

*installation

Fraction de la capacité utile à recharger ; $y = 0,33$.

Transpiration moyenne journalière : $Tr = 6 \text{ mm/j}$.

Coefficient d'uniformité : $Cu = 95\%$

Efficiences : $E=CE = 90\%$

Ecartement entre distributeurs : $Ed = 0,7 \text{ m}$.

Ecartement entre rampe : $Er = 1,2 \text{ m}$.

Fraction du sol humidifiée : $P = 80\%$.

Capacité de rétention : $Cr = 13\%$.

Humidité au point de flétrissement : $Cf = 4\%$.

Débit moyen des goutteurs : $q = 2 \text{ l/h}$.

Contrairement à l'aspersion, en irrigation localisée ; pour obtenir les besoins en eau, l'ETP doit être multipliée par un coefficient : Kr qui est un taux de rationnement inférieur à 1 et fonction de la technique d'apport ; et majorée par l'efficacité à la parcelle $E = 90\%$.

$$ETR = (ETP \cdot Kc \cdot Kr) / E = ETM \cdot Kr / E$$

$Kc = 1,1$ et Kr pour la tomate cultivée en plein champ = $0,85$.

$ETR = 580,12 \text{ mm}$; soit besoins annuels = 580 mm

CHAPITRE IX

Modes et techniques d'irrigation

IX-4-2-2 Calcul des paramètres de l'installation

1. Dose nette d'arrosage

$$\begin{aligned} dn &= y \cdot (Cr - Cf) \cdot Z \cdot da \cdot P / 100 \\ &= 0,33 \cdot (0,13 - 0,04) \cdot 0,80 \cdot 1,5 \cdot 80 / 100 \\ dn &= 29 \text{ mm} \end{aligned}$$

2. Fréquence des irrigations

C'est la répartition du nombre de jours pendant lequel doit se faire l'irrigation ; elle est obtenue par la formule suivante :

$$\begin{aligned} I &= dn / Tr \\ &= 29 / 6 \end{aligned}$$

I = 5 jours.

3. Dose brut d'arrosage

$$\begin{aligned}d_b &= I \cdot 100 \cdot Tr / (E \cdot Cu) \\ &= 5 \cdot 100 \cdot 6 / (90 \cdot 0,95)\end{aligned}$$

$$d_b = 35 \text{ mm}$$

4. Durée de l'arrosage (durée de fonctionnement des goutteurs)

$$\begin{aligned}t &= d_b \cdot Ed \cdot Er / Q \\ &= 35 \cdot 0,7 \cdot 1,2 / 2\end{aligned}$$

$$t = 14 \text{ heures.}$$

5. Nombre maximal de poste ou nombre de sous parcelles

$$\begin{aligned}N &\leq 22 I / t \\ &= 22 \cdot 5 / 14\end{aligned}$$

$$N = 8 \text{ postes.}$$

6. Surface du poste

$$\begin{aligned}S_p &= S / N \\ &= 3 \cdot 24 / 8\end{aligned}$$

$$S_p = 4050 \text{ m}^2$$

CHAPITRE IX

Modes et techniques d'irrigation

7. Débit de l'installation

$$\begin{aligned}Q &= K_2 S / N \cdot d_b / t \\ &= 2,78 \cdot 3,24 \cdot 35 / 8 \cdot 14\end{aligned}$$

$$Q = 2,41 \text{ l/s}$$

8. Volume d'eau nécessaire pour l'irrigation de la culture

$$V_i = 1000 \cdot S \cdot \sum d_n / E \cdot Cu$$

$$= 1000 \cdot 3,24 \cdot 580 / 0,90 \cdot 95$$

$$V_i = 21978,94$$

m³

9. temps de fonctionnement du réseau

$$T = 0,278 \cdot V_i / Q$$

$$= 0,278 \cdot 21978,94 / 2,41$$

$$T = 2535$$

heures.

10. longueur de la rampe

$$L_r = L / N$$

$$= 240 / 8$$

$$L_r = 30 \text{ m}$$

11. longueur de la porte rampe

La conduite principale étant placée en bordure de la parcelle, la longueur du porte rampe sera égale à la largeur de la parcelle ; soit **135 m**

Nombre de porte rampe = nombre de postes = 8 portes rampes.

12. nombre de rampe par poste

$$N_r = L_{pr} / E_r$$

$$= 135 / 1,2$$

$$N_r = 112 \text{ rampes / poste}$$

Soit au total **896 rampes** (112 x 8).

Modes et techniques d'irrigation

CHAPITRE IX

13. nombre distributeurs / rampe

$$N_d = L_r / E_d$$

$$= 30 / 0,7$$

$$Nd = 42$$

distributeurs

14. débit de la rampe

$$\begin{aligned} Q_r &= 1 / 3600 \cdot n \cdot Q \\ &= 1 / 3600 \cdot 42 \cdot 2 \end{aligned}$$

$$Q_r = 0,023 \text{ l/s.}$$

La rampe en PE ayant un diamètre intérieur de 12,7 mm ; on détermine sa perte de charge unitaire (pour un débit de 0,023 l/s) en utilisant l'abaque de pertes de charges.

Ainsi $j = 0,005 \text{ m/m}$.

15. pertes de charges totales

En irrigation localisée et pour une rampe ou porte rampe régulièrement percée d'orifices, on utilise généralement la formule de Williams- Hazen pour calculer les pertes de charges totales .la formule de Williams – Hazen s'exprime comme suit :

$$\Delta H = j \cdot L \cdot F \cdot (CW / Cg)^{1,852}$$

Avec ΔH : pertes de charges totales en m

J : pertes de charges linéaires en m/m

L : longueur de la rampe en m.

F : coefficient de réduction = 0,356.

CW : coefficient de pertes de charges pour les tuyaux lisses de Williams-Hazen.

Cg : coefficient de pertes de charges particulier = 98.

Dans ce cas :

$$\Delta H = 0,005 \cdot 42 \cdot 0,36 \cdot (150 / 98)^{1,852}$$

$$\Delta H = 0,16 \text{ m}$$

Modes et techniques d'irrigation

De la même façon qu'on a procédé pour la rampe, on fixe un diamètre pour trouver la perte de charge au niveau de la porte rampe.

16. débit de porte rampe

$$\begin{aligned} Q_{pr} &= Q_r \cdot N_r \\ &= 0,023 \cdot 112 \end{aligned}$$

$$Q_{pr} = 2,5 \text{ l/s}$$

Ainsi pour un même débit de 2,5 l/s ; on a porte rampes de diamètre intérieur 57 mm et 45 mm avec des pertes de charge unitaires respectives de 0,018 m/m et 0,05 m/m.

Mais pour des raisons économiques, car plus le diamètre d'un tuyau est plus important, plus son prix devient cher, nous allons choisir le porte rampe de diamètre intérieur 45 mm occasionnant des PDC de 0,05 m/m (et une pression de service de 4 atm) si bien que ses pertes de charge sont élevées, mais celles-ci sont admissibles à comparer aux PDC au niveau de la rampe.

Et pour la conduite principale, nous prendrons une conduite de diamètre intérieur 68 mm.

17. pression en tête de la rampe

$$H_1 = H_m + 0,77 \Delta H \pm \Delta H' / 2$$

Avec H_m pression moyenne = 10 m et $\Delta H'$: dénivelée (négligeable) = 0

$$H_1 = 10 + 0,77 \cdot 0,16 .$$

$$H_1 = 10,12 \text{ m}$$

18. pression en queue de la rampe

$$\begin{aligned} H_2 &= H_m - 0,23 \cdot \Delta H \pm \Delta H' / 2 \\ &= 10 - 0,23 \cdot 0,16 \end{aligned}$$

$$H_2 = 9,96 \text{ m}$$

L'ensemble des matériels utilisés pour l'équipement de la parcelle a été récapitulé en annexe N° 07

Conclusion

Sur la base des résultats de l'analyse des techniques d'irrigation étudiées pour l'équipement de la parcelle choisi, nous préconisons la technique d'arrosage par aspersion classique car ce dernier nécessite moins d'eau.

chapitre X

Brises-Vents

Introduction

Le brise-vent est utilisé pour réduire l'érosion éolienne des sols, augmenter les rendements de certaines cultures, protéger les serres, les animaux et les bâtiments et améliorer le cadre de vie. Pour déterminer l'emplacement, l'orientation et la nature du futur brise-vent, Il faut tenir compte de ce qui suit:

- des contraintes du site, telles que la présence des drains souterrains au de lignes électriques,
- de la nature du sol.

Il est préférable de planter les espèces végétales avant la mi-juin. Certaines essences peuvent aussi être plantées en automne. Les plants - doivent être réservés depuis l'automne précédent.

X-1 Brise-vent :

La solution des brises-vents est conçue notamment sur:

- les termes de référence
- l'analyse des conditions naturelles de la zone à aménager, avec un accent particulier sur la climatologie, notamment sur la partie relative à l'aridité de la zone
- la production agricole menacée de vents
- le fait que les surfaces en question seront irriguées dans le futur.

A partir de ce qui vient d'être énuméré, puis sur la base de la valeur et de l'importance des terres agricoles, on a abouti à la conclusion que la solution des brises vents devra inclure des travaux qui diminueront notablement les effets du vent de telle sorte que le volume de la production agricole issu de la diminution des surfaces des terres en raison de la création des brise-vent ne sera pas réduit. Il a été pris en considération que ces brises- vents avaient la fonction de protéger l'environnement ainsi que de l'avancer.

En vue d'atteindre les objectifs de ce projet, il est prévu la création notamment :

- a) des brise-vent primaires
- b) des brise-vent secondaires

CHAPITRE X

Brises vents

X-2 Le vent dans la région

Le vent est un élément climatique qui peut influencer positivement ou négativement l'activité agricole. Ainsi, on peut améliorer la pollinisation et le transport de semences à longues distances et par autre côté, augmenter l'évapotranspiration, ce qui se révèle préjudiciable au normal développement des plants, ruine des fruits, et dans les cas extrêmes, la destruction totale des cultures.

On considère normalement l'existence de calme quand on a une vitesse du vent égale ou inférieure à $1,0 \text{ km h}^{-1}$, sans direction et sens déterminé.

Le Tableau X-1 contient les valeurs moyennes mensuelles et annuelles de la vitesse du vent, indiquée en m/s.

Tableau X-1 : Valeurs moyennes de la vitesse du vent (m/s) dans la station climatologique de Mostaganem (1990-2002)

Station Climatologique de Mostaganem	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Année
Vitesse du vent (m/s)	1,8	1,6	1,7	2,4	2,1	2,0	1,7	1,5	1,6	1,7	1,8	1,7	1,8

La vitesse moyenne du vent présente une petite variation pendant toute l'année, en oscillant entre une valeur minimale en août, de l'ordre de $1,5 \text{ m/s}$ et une valeur maximale de $2,4 \text{ m/s}$ environ ($8,64 \text{ km.h}^{-1}$) en avril

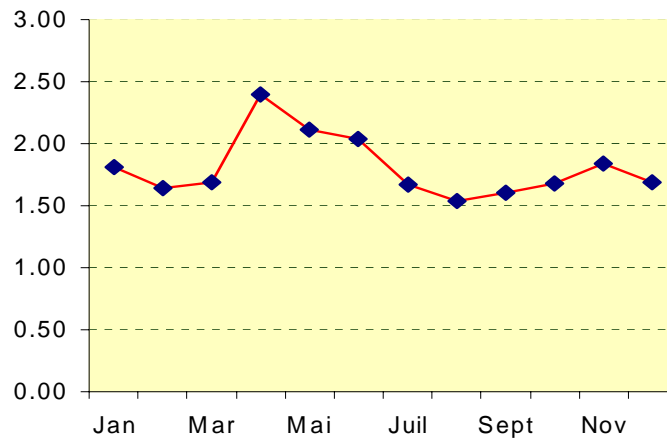


Fig X-1 : Valeurs moyennes de la vitesse du vent (m/s) dans la station climatologique de Mostaganem (période 1990-2002)

X-3 Préparation du terrain

La préparation du terrain est une étape très importante qui influencera le succès de la plantation. Le sol doit être meublé comme pour un lit de semences.

Cette opération facilite la pose du paillis de plants. Normalement, le niveau de fertilité des sols agricoles est suffisant pour permettre une bonne croissance des plants.

Cependant, si l'on choisit des essences très exigeantes ou si le sol a été appauvri par des cultures répétées, une fertilisation en P, K, Mg et Ca peut s'avérer nécessaire. L'analyse du sol permet de détecter les problèmes éventuels de nutrition. Si nécessaire, on peut appliquer les recommandations de fertilisation normalement utilisée pour les arbres fruitiers. Les engrais appliqués lors du travail du sol devraient être enfouis. L'utilisation de poudre d'os, en mélange avec le sol dans le trou de plantation, est aussi un bon moyen pour enrichir le sol en matière organique et en éléments minéraux.

Les travaux de préparation de terrain doivent se faire sur une largeur minimale de 2 m. L'expérience démontre que si ces travaux de travail du sol sont faits pendant l'automne, il sera plus facile de planter les arbres tôt au printemps.

X-3-1 espaces végétales

Les espèces arboricoles recommandées pour les haies vives dans la région où se situe le futur périmètre irrigué de Kramis sont les cyprès et causerina.

Mises au point de méthodes permettant d'obtenir une protection rapide afin de satisfaire aux attentes des producteurs agricoles (la combinaison de deux rangées, disposées en triangle, de causerina glauca et de cyprès horizontal assure une protection rapide et produit une haie durable).

X-3-2 Critères

De nombreux critères influencent l'efficacité des brises-vents. Parmi ceux-ci, la porosité est sans doute le plus importante. Le tableau suivant décrit les principaux critères utilisés pour déterminer l'efficacité des brises-vents.

Tableau X-2: Critères d'efficacité des brises-vents naturels

Critères	Descriptions
Porosité	Porosité = surface occupée par les vides x 100 % surface totale du plan
Hauteur	En général, la zone d'influence d'un brise-vent est égale à 20 fois sa hauteur.
Largeur	En général, 2 à 3 rangées d'arbres et d'arbustes, espacées de 2 à 4 m, sont suffisantes pour protéger adéquatement les bâtiments, les aires de travail et de pâturage.
Longueur	En général, la longueur d'un brise-vent devrait être égale à 11.5 fois sa hauteur;
Forme du profil	Les formes inclinées du côté du vent soulèvent l'air par-dessus le brise-vent réduisent la porosité de la haie.

transversal	
Orientation du brise-vent	La bande riveraine doit être orientée perpendiculairement aux vents dominants.
Topographie du site	La topographie du site influence la longueur de la zone protégée. En général, une pente descendante confère une zone protégée plus longue qu'une pente ascendante.

X-3-3 Pose du paillis de plastique

Ses principaux avantages de pose du paillis de plastique vent de réduire la concurrence herbacée et de conserver l'humidité du sol.

Pour les brise-vent, nous recommandons le paillis «longue durée», noir embossé de 0,07 mm d'épaisseur. Ce produit est disponible en largeur de 120 et 150 cm.

La pose peut se faire manuellement pour de petites surfaces ou à l'aide d'une dérouleuse mécanique entraînée par un tracteur pour les grandes surfaces. La pose sera d'autant plus facile que le sol est bien meuble.

Dans le cas de la dérouleuse mécanique, il est recommandé d'ajuster les disques pour que le plastique soit bien rechaussé. Il est bon de prévoir un surplus de film plastique. Ce dernier servira à la préparation de collerettes (carrés de 30 cm de côté) qui seront placées autour des plants au moment de la plantation

X-3-4 Récipient et conservation des plants

Les plants doivent être vigoureux et plantés le plus tôt possible après leur récipient. Si c'est nécessaire attendre un à deux jours, placez les ballots dans un endroit frais (sous-sol, chambre froide ou hangar) et maintenez-les humides.

Quand aux boutures et aux plançons, on conseille de les mettre dans l'eau une journée avant la plantation, afin de favoriser le développement raciner.

X-3-5 Plantation

Pour la plantation, c'est recommandable de préparer le matériel suivant:

- Les plants et les collerettes (pour les plants à racines nues). Une mesure (corde ou tige) équivalant à l'espacement à laisser entre les plants,
- De l'eau pour humidifier les plants et le sol et favoriser le tassement du sol autour des racines,
- Des pierres ou du sable pour retenir le film plastique au niveau des trous dans lesquels on va planter les arbres,
- Des pelles, des pioches forestières ou des plantoirs. Des chaudières contenant de l'eau pour mettre les boutures et les plants,
- Un tracteur et une remorque pour transporter le tout.

X-3-6 Espacement

On recommande de maintenir un espacement de 1 à 2 m entre les plantes sur la ligne de plantation et de 2 m entre les rangées ou l'espace suffisant pour permettre le passage de la machinerie. En plantant avec un espacement d'un mètre au lieu de deux, on obtient une protection plus rapide. Par contre, cela oblige à éclaircir la hale en coupant un arbre sur deux lorsque ceux-ci se nuisent.

X-3-7 Procédures

Boutures: Lorsqu'on plante des boutures ou des plançons, on doit utiliser un plantoir` (en forme de T) de diamètre légèrement inférieur à celui de la bouture ou du plançon. Le plantoir sert à faire le trou où l'on introduit la bouture ou le plançon. Contrairement aux plants, il n'est pas nécessaire d'installer des collerettes lorsqu'on plante des boutures ou des plançons. Planter les boutures à 45 degrés par rapport à la surface du sol, afin d'éviter le déchaussement par le gel, ne laisser apparaître que l'extrémité de la bouture et le bourgeon de tête (prendre soin de ne pas le briser). Bien tasser la terre autour de la bouture.

- Plançons (longue bouture de 2 à 3 m).
- Percer un trou de diamètre légèrement inférieur au diamètre du plançon.
- Planter le plançon le plus droit possible à une profondeur variant entre 60 cm et 1 m.
- Tasser la terre autour du plançon.
- Plants à racines nues.

Démêler les racines à l'ouverture des paquets et s'assurer qu'elles sont bien humides.

- Ne jamais exposer les racines à l'air et au soleil.
- Extraire les plants un par un du seau ou du sac.
- Bien étaler les racines, les placer vers le bas et éviter de les enrouler.

Planter l'arbre le plus droit possible et au niveau du collet. Aucune branche ne doit être enterrée, ni aucune racine laissée à l'air libre.

Arroser généreusement et bien tasser le sol pour éviter la formation de poches d'air qui provoquent l'assèchement des racines. Placer les collerettes autour des plants sous le paillis et recouvrir d'une pierre ou de sable.

X-3-8 Plants en récipients

Comme l'indique leur nom, ces plants doivent être cultivés dans des récipients jusqu'à leur plantation définitive. On conseille d'arroser les plants pour faciliter leur extraction du récipient. La plantation se fait à l'aide d'un bon plantoir et consiste à enterrer complètement la carotte de racines et de tasser par la suite le sol autour du plant. Ces plants ne nécessitent pas de collerettes. Ils sont plus rapides à planter et peuvent être plantés sur une plus longue période que les plants à racines nues. Toutefois, ils ont le désavantage d'être plus petits que ces derniers.

X-3-9 Protection du Brise –Vent

Une fois la plantation effectuée, on recommande de bien identifier le brise-vent à l'aide d'une pancarte ou de rubans et d'installer une clôture de protection si le bétail y a accès. L'application à l'automne d'un répulsif contre les rongeurs peut s'avérer nécessaire particulièrement pour les plants feuillus.

Conclusion

Il est très important de suivre toutes les étapes. La méthode décrite doit son succès à une bonne préparation du sol et à l'utilisation d'un paillis de plastique. Cette technique est très rentable. Elle permet d'obtenir un taux de survie supérieur et une croissance plus rapide. En conclusion, il convient de rappeler que les soins à donner au brise-vent ne se limitent pas à la plantation. Pour s'assurer d'un bon rendement, il est important que le brise-vent soit bien entretenu.

chapitre XI

Etude de l'impact

au projet sur l'environnement

Introduction

Dans ce chapitre, il sera question d'identifier de façon exhaustive l'ensemble des impacts sur les milieux physiques, humains et sur l'environnement naturel de la zone d'étude. Ces impacts peuvent être aussi bien positifs que négatifs, directs ou indirects.

Ils peuvent enfin être permanents ou temporaires avec des effets très significatifs ou peu significatifs.

XI-1 Impact induit par la mise en place des réseaux d'irrigation

XI-1-1 sur le secteur économique

Sur le plan écologique, les travaux de mise en place des réseaux d'irrigation toucheront les domaines suivants :

- Impacts sur le paysage : la modification du paysage pendant la phase de construction se produira à cause :
 1. des excavations et la mise en mouvement des terres qu'induit la mise en place des conduites d'adduction.
 2. l'ouverture de la piste qui longera l'adducteur principal de Kramis pour faciliter l'accès aux engins et les équipes de maintenance.
 3. perturbations induites par le transport des matériaux et opérations d'excavation au niveau des sites d'implantation du réseau d'adduction et la construction des réservoirs.

Les impacts que nous venons d'énumérer sont tous négatifs, mais temporaires du fait qu'ils n'affectent l'esthétique des sites touchés que pendant une durée bien déterminée. De ce fait, ils ne peuvent être considérés comme significatifs puisqu'une fois les opérations de mise en place terminées, tout rentrera en ordre.

- Impacts sur la flore : la préparation du site correspond en particulier à l'élimination du couvert végétal du site que traversera la conduite d'adduction ou

qui recevra un ouvrage important telle qu'une station de pompage ou un réservoir.

Cet impact est négatif, direct, de faible magnitude mais temporaire et peu significatif.

XI-1-2 sur le secteur physico-chimique

• L'impacts sur l'érosion : les impacts associés à cette phase sont :

1. ouverture de pistes d'accès qui engendrera des remaniements du substrat.
2. les travaux de creusement et d'excavation vont occasionner d'importantes mises en mouvement des terres et modifications des formations superficielles.

Ces impacts sont temporaires et peu significatifs. Cependant pour les minimiser, la terre végétale prélevée lors du décapage doit être conservée en vue de sa récupération et les creux occasionnés doivent être pleinement comblés afin de rétablir autant que possible la morphologie original. La surface devra être revêtue de la terre végétale décapée et conservée.

• L'impacts sur le sol : les préparations du site pour la pose des conduites conduiront là aussi au remaniement de la couche arable. Pour prévenir cet impact direct, peu significatif ; il conviendrait de préserver la supérieure des sols prélevée afin de la réutiliser et réhabiliter les couches originelles.

XI-2 Impact liés à la phase d'exploitation

XI-2-1 sur le secteur écologique

A ce niveau, les domaines qui seront touchés concerneront :

• Le paysage : l'intensification agricole donnera lieu à un accroissement des surfaces cultivées et une diversité des cultures qui sera de nature à redonner de belles facettes au paysage en améliorant la qualité visuelle. La mise en place des brises vent (par des clôtures d'arbres) contribuera aussi à rehausser la valeur

esthétique du paysage. Ici il s'agit donc d'un impact positif, indirect mais permanemment significatif.

- L'utilisation des pesticides : les pesticides dans leur ensemble peuvent tous perturber les insectes pollinisateurs, les mesures de mitigation et de contrôle envisageable à ce niveau est que l'usage des pesticides doit être strictement opéré suivant les normes d'usage et doit impérativement être soumis au contrôle des services de l'agriculture.

CHAPITRE XI

Etude de l'impact du projet sur l'environnement

XI-2-2 sur le secteur physico-chimique

- Impacts sur l'érosion : l'intensification agricole, lorsqu'elle n'est pas accompagnée d'une rationalisation de l'exploitation des ressources naturelles peut constituer de sérieuses menaces de dégradation de la structure des sols. Une irrigation male conduite surtout en régime d'arrosage par aspersion ou l'eau est utilisée à très forte intensité, accélérer l'érosion (par effet de splash) dans les sols et d'arracher aux terres agricoles des particules fertiles renferment des nutriments de végétaux.

Les mesures d'atténuation contre cet impact négatif et significatif sont entre autres :

1. la mise en place d'engrais vert sous forme de cultures pendant la période d'inter culture pour améliorer la fertilité du sol, limiter les risques de ruissellement et contribuer au maintien des sols au niveau des ruptures des pentes.
2. le parcellaire et l'assolement ; une bonne organisation du parcellaire doit permettre d'éviter que les surfaces importantes soient dégradées et génèrent du ruissellement lors de la préparation des lits de semences dans les parcelles.
3. les différentes façons culturales conditionnent la rugosité du sol, son système de porosité et l'état de tassement. Le travail du sol agit donc à la fois sur le stockage de l'eau en surface et sur le régime d'infiltration.

• Impact sur la salinisation : une irrigation incorrecte peut être néfaste pour le sol ; des sols qui n'étaient pas à l'origine salés peuvent devenir stériles si on laisse s'accumuler par de mauvaises méthodes d'irrigation des solubles excédentaires. Cet impact indirect est négatif, de forte magnitude et très significatif ; pour en remédier, les solutions à recommander sont :

1. choisir des cultures tolérantes à une salinité existante ou éventuelle
2. application régulièrement un supplément d'eau pour satisfaire le besoin de lessivage.
3. modifier le profil du sol pour améliorer la percolation de l'eau en profondeur.
4. installer un drainage artificiel s'il existe une nappe gênante.

CHAPITRE XI

Etude de l'impact du projet sur l'environnement

XI-2-3 Impact liés à l'économie d'eau

La pression exercée sur les ressources disponibles par une demande de plus en plus accrue constitue l'un des principaux facteurs de gestion des ressources hydriques.

Rappelons qu'actuellement les eaux utilisées sont insuffisantes. En effet l'intérêt qu'attachent les exploitants agricoles au projet induira sans doute à une forte demande qui à son tour induira à une surexploitation de cette ressource si précieuse. Cet impact certain et direct est bien entendu négatif, de magnitude forte et très significatif.

Pour une meilleure gestion de l'eau et pour éviter d'utiliser trop d'eau, les quantités juste nécessaires aux cultures doivent donc être soigneusement estimées et l'irrigation contrôlée.

XI-3 Impacts socio-économiques

Sur le plan socio-économique, les impacts du projet se verront au niveau de l'augmentation de la production induite l'accroissement de la surface agricole utile (qui passera de 4479 ha à 5433 ha ; soit une augmentation de plus de 21%)

la création de l'emploi et de ce fait l'accroissement des revenus. Cet impact tant souhaité est bien sur positif et très significatif.

En nous penchant sur les résultats de cette étude, on s'apercevra que le projet d'aménagement n'est que de nature à concilier les intérêts socio-économiques de la population riveraine du barrage et les objectifs écologiques des pouvoirs publics.

Certes il existe quelques impacts négatifs (surtout liés à la phase de mise en place des conduites et à celle de l'exploitation) ; mais ces derniers ne sont que temporaires et parfois même peu significatifs ; le cas échéant des mesures correctives, d'atténuation et de contrôle ont été envisagées. En un mot, on peut dire que les mesures évoquées dans cette étude mettent au devant la préservation des ressources naturelles et de l'environnement dans le cadre d'un développement durable.

chapitre XII

Evaluation économique

CHAPITRE XII

Evaluation économique

Introduction

L'irrigation d'une région déterminée, engage des capitaux importants doit faire l'objet d'une étude économique et financière détaillée à fin de savoir s'il y a lieu d'en poursuivre la réalisation.

L'estimation économique du projet, nous permettra d'évaluer le coût de l'aménagement, en fonction des différentes charges intervenant dans le projet, à savoir :

- Charges d'investissement
- Charges d'exploitation.

XII-1 Charges d'investissement

Les coûts des investissements sont ramenés à des annuités sur la base des hypothèses suivantes ;

- Taux d'actualisation : 8% à 10%
- Durée d'amortissement répartie comme suit 30 ans pour les conduites 15 ans pour les équipements hydromécaniques et électriques, 40 ans pour le génie civil.

1-1) Coûts des conduites

Les coûts des conduites « fournitures, transports, poses et terrassements » pour l'amiante ciment et acier sont données dans le tableau XII-1.

Tableau XII-1 : les prix des conduite

Diamètre nominal (mm)	Longueur (m)	Prix unitaire DA/m	Prix total (10 ³ DA)	Matériaux des conduites
600	6296.24	3639.17	22913.075	Béton armé
400	3750.17	4625.71	173471.989	Béton armé
400	150.00	11328.26	1699.239	PEHD
250	11876	4266.14	5066.468	PEHD
200	1403	2766.06	3880.783	PEHD
160	2070	1800.41	37268.488	PEHD
125	591	1076.33	636.111	PEHD
110	1136	877.68	9970.445	PEHD
75	1007	465.74	469.000	PEHD
63	2277	335.33	7635.464	PEHD
TOTAL			263011.062	

CHAPITRE XII

Evaluation économique

XII-1-2 Coût de Terrassement de réseau de distribution :

Tableaux XII-2 : déférente prix des travaux réalise

Désignation des ouvrages	unité	quantité	Prix unitaire	Prix total (DA)
Débroussaillage de la terre végétal.	m ²	27384	50	1369200

Fouilles en terrain meuble pour tranche du réseau de distribution à toute profondeur.	m ³	20827	200	4165400
Fourniture, transport et pose du lit du sable de 10cm d'épaisseur.	m ³	1601	1800	2881800
Remblai compacté pour les tranchées, l'épaisseur maximal de la couche est 25cm, en matériau de fouille.	m ³	16852	400	6740800
Transport des déblais en dépôt jusqu'à une distance de 1km.	m ³	3975	70	278250
total				15435450

XII-1-3 Coût des ouvrages d'art sur le réseau de distribution :

Tableaux XII-3 : déferente matériel installé.

Désignation des ouvrages	unité	quantité	Prix unitaire	Prix total (DA)
Chambre de vanne <500mm		7		8209280
Fouilles en terrain meuble	m ³	1656	800	1324800
Béton de classe N°1 compris coffrage.	m ³	42	4800	201600
Béton de classe N°4 compris coffrage et armature.	m ³	505,4	7200	3638880
Fourniture, transport et pose d'échelle typique.	m ³	28	600	16800
Fourniture, transport et pose couverture typique.	U	28	1000	28000
Remblaiement et compactage autour de l'ouvrage compris transport de déblais	m ³	868	400	347200

Gabion grillage ordinaire, galets 30/50.	m ³	25,2	4800	120960
Béton de classe N°3 compris coffrage.	m ³	6,3	7200	45360
Fourniture, transport et pose de cube prefabricé en béton armé D=800 mm, L=80cm.	U	21	4000	84000
Fouilles en terrain meuble	m ³	62,2	800	49760
Fourniture, transport et pose de gravier 15/20.	m ³	8,4	1800	15120

Remblai	CHAPITRE XII Vannes <500mm	ur de l'ouvrage.	m ³	63	400	25200
	150mm		U	1	14000	14000
	200mm		U	2	18000	36000
	250mm		U	2	20300	40600
	300mm		U	1	24000	24000
	500mm		U	2	105288	210576
Total						14776536

Evaluation économique

XII-1-4 Coût de terrassement de pistes et brise vents

Tableaux XII-6 : coût des différentes opérations

Désignation des ouvrages	unité	quantité	Prix unitaire	Prix total (DA)
Décapage de la terre végétale au-dessous des pistes nouvelles sur une épaisseur de 20 cm et mise en dépôt des matériaux (6 m ² /m des pistes primaires et 3m ² /m des pistes secondaires).	m ²	211623	100	21162300
Remblai compacte pour couche de fondation des pistes, de 30 cm d'épaisseur, en matériau des déblais des fosses compris transport jusqu'à une distance de 1 km.	m ³	41245	400	16498000
Confection de la couche de refoulement des pistes, d'épaisseur de 17cm, de matériaux de l'oued ou de la carrière compris transport des matériaux à une distance supérieure à 1 km.	m ³	12605	1800	22689000
Brise vents primaires avec excavation des trous pour la plantation de diamètre 40 cm et profondeur de 50 cm compris soins dans la	Arbres	23046	350	8066100

première et deuxième année.				
Brise vents secondaires avec excavation des trous pour la plantation de diamètre 40 cm et profondeur de 50 cm compris soins dans la première et deuxième année.	Arbres	25050	350	8767500
Total				77182900

XII-2 Charges d'exploitation.

Budget de fonctionnement et d'exploitation prévisionnel du périmètre d'irrigation de la plaine de Kramis (sur trois années)

Désignation des travaux	ANNEE 1		ANNEE 2		ANNEE 3		Total
	Qté	Montant	Qté	Montant	Qté	Montant	
Frais de personnel/effectif							
- cadres	01	528.000	01	528.000	01	600.000	1656.000
- maîtrise	02	768.000	02	768.000	02	864.000	2400.000
- exécution	04	1152.000	04	1152.000	04	1344.000	3648.000
Total des frais de personnel	07	2448.000	07	2448.000	07	2808.000	7704.000
Matières et fournitures consommées							
- fournitures papeterie de bureau		40.000		40.000		40.000	120.000
- carburant lubrifiant		300.000		300.000		300.000	900.000
- pièces de rechange		100.000		100.000		100.000	300.000
- tenues de travail		100.000		100.000		100.000	300.000
- énergie électrique		1000.000		1000.000		1000.000	3000.000
		200.000		200.000		200.000	600.000
Total matières et fournitures		1740.000		1740.000		1740.000	5220.000
Services							
- entretien et réparation du réseau et des ouvrages		100.000		100.000		100.000	300.000
- frais de documentation		20.000		20.000		20.000	60.000
- déplacements et réceptions		120.000		120.000		120.000	360.000
- frais des PTT		80.000		100.000		120.000	300.000
Total des services		320.000		340.000		360.000	1020.000
Impôts et taxes							
- versement forfaitaire		80.000		80.000		100.000	260.000
- autres droits, impôts et		20.000		20.000		40.000	80.000

taxes							
Total des impôts et taxes		100.000		100.000		140.000	340.000
Frais divers - assurances		100.00		100.000		160.000	360.000
Total des frais divers		100.000		100.000		160.000	360.000
Total budget de fonctionnement		4708.000		4708.000		5208.000	14644.000
				Montant en HT :			14644.000
				TVA 17% :			2489.480
				Montant en TTC :			17133.480

Le montant en TTC est arrondi à la somme de : 17133.480 DA

Analyse et discussion

L'exploitation du service d'irrigation et de drainage doit garantir en principe la pérennité des installations du service qui ont généralement fait l'objet d'investissements lourds.

De plus, le coût d'exploitation du service constitue en général la part prépondérante du prix de l'eau et mérite en conséquence un examen attentif et rigoureux de la part des responsables du secteur. L'étude de la tarification de l'eau d'irrigation approuvée par l'Etat n'a pas tenu compte ni du coût d'investissement ni de l'amortissement et même pas à de l'exploitation.

Toute fois, il y a lieu d'attirer l'attention sur la perception de redevances qui ne permettra pas d'atteindre à court ou à moyen terme une couverture de la totalité des coûts (exploitation et maintenance, amortissements) ni même une couverture des dépenses courantes.

A l'avenir, il conviendra également, pour des raisons économiques, de faire accepter autant que possible par les instances de décision de notre pays, les valeurs indicatives proposées dans le cadre de l'étude de reconstitution du coût réel d'un mètre cube d'eau destiné pour l'irrigation soit des eaux conventionnelles (ressources superficielles ou souterraines) ou des eaux non conventionnelles (STEP).

XII-3 Coût total des aménagements projetés :

Le coût global des aménagements, pour le périmètre Kramis est de l'ordre de **1152223931.00 DA.**

Remarque : les couts –Source DHW Mostaganem(juin 2008)

Conclusion générale

Nous venons de réaliser à la lumière de cette étude, l'aménagement Hydro agricole du périmètre de Kramis avec un réseau d'adduction sous pression et gravitaire alimenté par le barrage de KRAMIS.

L'étude du climat (précipitation- température) ; montre que notre région à une période pluvieuse qui débute de Octobre et finie au mois de mai. Donc on aura un climat semi aride à deux saisons, la saison humide et la saison sèche qui est la période ou l'irrigation est nécessaire.

Le système d'irrigation retenu est constitué de conduites enterrées en béton armé et en PEHD, équipé de bornes d'irrigation dont la majorité ont une pression minimale de 2 à 3 bars, ce qui permettra aux agriculteurs de pratiquer les nouvelles techniques d'irrigation.

Par une brève présentation de la situation actuel du coté agro socio économique et du milieu naturel (climat – sol – plante - eau), nous avons déterminé les besoins totaux de la zone durant le mois de pointe et compte tenu les besoins des cultures.

Après l'équipement et bornage nous avons enfin abordé le tracé du réseau et la détermination du matériel nécessaire (tuyaux-vannes-ventouse-vidange).

La superficie étant entièrement irriguée et donc équipée, ce qui permet d'avoir éventuellement une meilleure rentabilité des cultures prévisionnelles mise en place, par l'accroissement des rendements avec l'intermédiaire de l'irrigation surtout les cultures manque d'eau.

Référence bibliographique

- **BAOUIA Nasreddine**, 2007 «Etude d'aménagement hydro-agricole du périmètre de Ouled Fathel (ex Touffana) irriguée à partir barrage de Koudiet Medouar (W de Batna) » (mémoire de fin d'études ; ENSH, Blida)
- **CLEMENT J M**, 1981«Larousse Agricole, 1981 », 1208 p
- **CTGREF**, 1979 «Evaluation des quantités d'eaux nécessaires aux irrigations»,204p
- **INCO-MAG**, 2004 «Analyse des données de qualité d'eau brute de l'oued Kramis».
- **KULKER/ AGRI NATHAN**, «La maîtrise de l'irrigation sous pression », 91p.
- **MAOTI P**, 1970 «La réforme agricole, clé du développement pour le Maghreb» DUNOD, 336p
- **RAMDANI** , 2002 «Etude de dimensionnement du réseau d'irrigation sous pression du périmètre de Brezina wilaya de El Bayadh» (mémoire de fin d'études ; Université de Mostaganem).
- **SCET- Tunisie/ COBA – Portugal** ; 2005 «Etude de l'aménagement hydro-agricole de la plaine de Kramis»
- **TECHNIQUES AMERICANES**, «Divers méthodes d'irrigation» 75p
- **TEMINA S**, 1987 « Aménagement d'un périmètre d'irrigation : Domaine SI Abdelkrim Ain Tedelès» (mémoire de fin d'études ; Université de Mostaganem)

Annexes

Annexe N° 01 : Dimensionnement du réseau d'adduction du secteur Kramis (adduction gravitaire).

Annexe N° 02 : Dimensionnement du réseau de distribution-secteur Kramis nord.

Annexe N° 03 : Dimensionnement du réseau de distribution-secteur Kramis sud.

Annexe N° 04: Matériels d'équipement à la parcelle N° 140d irriguée par aspersion.

Annexe N° 05: Matériels d'équipement à la parcelle N°149 irriguée par aspersion.

Annexe N° 06: Matériels d'équipement à la parcelle N°162 irriguée par aspersion.

Annexe N° 07: Matériels d'équipement à la parcelle N°153b irriguée par goutte à goutte.

Annexe N°01: Dimensionnement du réseau d'adduction -secteur Kramis (adduction gravitaire)

TR	L (m)	D (mm)	V (m/s)	Q (l/s)		J (m/km)				Cote Piézo (m)		Cote TN (m)		Pression Résiduelle (m)	
				calculé	adopté	Ju	Jl	Js	Jt	AM	AV	AM	AV	AM	AV
OR-A	1606.96	600	1,70	472	475	3.66	5.89	0.589	6.48	93	86.5	65	75.1	-	17.9
A-B	1046.91	600	1,65	462	465	3.38	3.53	0,353	3.88	86.52	82.63	75.1	51.89	17.9	30.74
B-C	944.19	600	1,55	432	435	2.97	3.891	0,389	3.89	82.63	78.74	51.89	60.19	30.74	18.55
C-D	2698.18	400	1,25	356	360	1.98	5.331	0,533	5.864	78.74	72.883	60.19	38.00	18.55	34.88
D-E	1703.76	400	1,57	308	310	11.82	20.21	0,2.021	22.21	72.883	50.67	38	27.3	34.88	23.67
E-F	300.05	400	1,05	202	205	5.50	1.62	0,165	1.815	50.67	48.85	27.3	25.10	23.67	23.75
F-G	1741.41	400	0,87	109	110	1.70	3.013	0,301	3.326	48.85	45.53	25.1	20.00	23.75	25.53
total	10041.46								53,93						

Annexe N°02: Dimensionnement du réseau de distribution-secteur Kramis Nord

N° tron	Trançon		Long (m)	Classe de borne	Débit à la borne l/s	Débit cumulé l/s	Débit tronçon Clément (l/s)	Diamètre intérieure (mm)	Vitesse m/s	j (m/km)	J (m)	Cote piézo (m)	Cote TN (m)	Charge statique (m)
	amont	aval												
01	E	KN'1	25	Nœud		71	64,6	296	1,14	3,93	0,1	75,9	28	48
02	KN'1	KN1	75	Classe 1	3	5,3	4,9	64	1,53	38,66	2,9	73	28	49
03	KN1	KN2	70	Classe 2	5	3,3	3,3	64	1,02	18,55	1,3	71,7	27	49
04	KN'1	KN'3	130	Nœud		14,6	13,8	136	0,94	6,31	0,8	75,1	29	47
05	KN'3	KN3	120	Classe 1	3	2	2,2	53	0,91	18,76	2,3	72,8	30	46
06	KN'3	KN'4	190	Nœud		12,6	11,8	136	0,81	4,73	0,9	74,2	31	45
07	KN'4	KN4	155	Classe 2	5	3,3	3,3	64	1,02	18,55	2,9	71,3	32	44
08	KN'4	KN5	195	Classe 2	5	9,3	9	107	1,01	9,59	1,9	72,3	35	41
09	KN5	KN'6	160	Nœud		6	6,6	77	1,30	22,74	3,6	68,7	38	38
10	KN'6	KN6	70	Classe 1	3	2	2,2	53	0,91	18,76	1,3	67,4	38	38
11	KN'6	KN7	85	Classe 1	3	4	4,4	64	1,24	26,41	2,2	66,4	38	38
12	KN7	KN8	95	Classe 1	3	2	2,2	53	0,91	18,76	1,8	64,6	38	38
13	KN'1	KN'9	100	Nœud		13,9	13	107	1,45	18,83	1,9	74	28	48
14	KN'9	KN9	40	Classe 2	5	3,3	3,3	64	1,02	18,55	0,7	73,3	28	48
15	KN'9	KN10	65	Classe 2	5	10,6	9,8	94	1,42	21,21	1,4	72,6	28	48
16	KN10	KN11	95	Classe 2	5	7,3	6,9	94	1,00	11,04	1,0	71,6	29	47
17	KN11	KN12	110	Classe 1	3	4	4,4	64	1,24	26,41	2,9	68,7	29	48
18	KN12	KN13	75	Classe 1	3	2	2,2	53	0,91	18,76	1,4	67,3	28	48
19	KN'1	KN14	205	Classe 2	5	37,2	33,3	171	1,45	10,66	2,2	73,7	26	50
20	KN14	KN15	145	Classe 2	5	33,9	30,2	171	1,32	8,94	1,3	72,4	25	51
21	KN15	KN16	140	Classe 3	7	5,4	5	77	1,08	16,30	2,3	70,1	26	50
22	KN15	KN'17	165	Nœud		25,2	23,5	171	1,03	5,64	0,9	71,5	25	52
23	KN'17	KN18	75	Classe 1	3	7,3	6,9	77	1,49	29,37	2,2	69,3	25	51
24	KN18	KN19	165	Classe 2	5	5,3	4,9	77	1,06	15,83	2,6	73,4	28	48
25	KN19	KN20	215	Classe 1	3	2	2,2	53	0,914	18,76	4,0	69,4	30	46
26	KN'17	KN17	40	Classe 2	5	17,9	16,7	136	1,14	8,93	0,4	71,1	24	52
27	KN17	KN'21	180	Nœud		14,6	13,8	136	0,94	6,31	1,1	70	23	53
28	KN'21	KN21	60	Classe1	3	5,3	4,9	64	1,53	38,66	2,3	67,7	23	53
29	KN21	KN22	115	Classe2	5	3,3	3,3	53	1,49	46,68	5,4	62,3	23	53
30	KN'21	KN23	35	Classe 2	5	9,3	9	107	1,01	9,59	0,3	69,7	24	52
31	KN23	KN24	105	Classe 1	3	6	6,6	77	1,30	22,74	2,4	67,3	24	52
32	KN24	KN'25	70	Nœud		4	4,4	64	1,24	26,41	1,8	65,4	24	52

33	KN'25	KN25	35	Classe 1	3	2	2,2	53	0,91	18,76	0,7	64,8	24	52
34	KN'25	KN26	100	Classe 1	3	2	2,2	53	0,91	18,76	1,9	63,5	23	54
35	F	KN27	120	Classe 1	3	13,3	13,3	107	1,49	19,64	2,4	78,3	21	55
36	KN27	KN28	135	Classe 1	3	2	2	53	0,91	18,76	2,5	75,8	22	55
37	KN27	KN29	140	Classe 1	3	9,3	9	107	1,01	9,59	1,3	77	22	54
38	KN29	KN30	130	Classe 1	3	7,3	6,9	94	1,00	11,04	1,4	75,5	22	54
39	KN30	KN31	20	Classe 2	5	3,3	3,3	64	1,02	18,55	0,4	75,2	22	54
40	KN30	KN32	115	Classe 1	3	2	2,2	53	0,91	18,76	2,2	73,4	22	54
41	F	KN33	70	Classe 1	3	39,1	36,3	213	1,02	4,21	0,3	80,4	22	54
42	KN33	KN34	150	Classe 1	3	37,1	34,5	171	1,51	11,38	1,7	78,7	21	55
43	KN34	KN35	195	Classe 1	3	6	6,6	77	1,30	22,74	4,4	74,2	26	50
44	KN35	KN36	85	Classe 1	3	2	2,2	53	0,21	18,76	1,6	72,6	26	50
45	KN35	KN37	75	Classe 1	3	2	2,2	53	0,91	18,76	1,4	72,8	26	50
46	KN34	KN'38	185	Nœud		29,1	27,5	171	1,20	7,50	1,4	77,3	21	55
47	KN'38	KN38	80	Classe 1	3	4	4,4	64	1,24	26,41	2,1	75,2	22	54
48	KN38	KN39	170	Classe 1	3	2	2,2	53	0,91	18,76	3,2	72	26	50
49	KN'38	KN40	105	Classe 2	5	19,8	19,8	136	1,35	12,23	1,3	76	20	56
50	KN40	KN41	45	Classe 2	5	16,5	16,5	136	1,13	8,74	0,4	75,6	18	58
51	KN41	KN42	290	Classe 2	5	6,6	6,6	77	1,42	27,04	7,8	67,8	21	55
52	KN42	KN43	250	Classe 2	5	3,3	3,3	64	1,02	18,55	4,6	63,1	19	57
53	KN41	KN44	165	Classe 2	5	6,6	6,6	77	1,42	27,04	4,5	71,1	18	58
54	KN44	KN45	130	Classe 2	5	3,3	3,3	64	1,02	19,02	2,5	68,7	17	59
55	KN'38	KN46	175	Classe 2	5	5,3	4,9	77	1,06	15,83	2,8	74,5	21	55
56	KN46	KN47	110	Classe 1	3	2	2,2	53	0,91	18,76	2,1	72,4	22	54
57	G	KN'48	50	Nœud	3	145,8	124,1	400	0,99	2,68	0,1	78,5	18	58
58	KN'48	KN48	105	Classe 1	3	2	2,2	53	0,91	18,76	2,0	76,6	19	57
59	KN'48	KN49	80	Classe 1	3	27,4	23,8	171	1,04	5,77	0,5	78,1	18	58
60	KN49	KN50	225	Classe 1	3	25,4	21,9	136	1,50	14,72	3,3	74,8	15	61
61	KN50	KN51	135	Classe 1	3	23,4	20	136	1,37	12,47	1,7	73,1	13	63
62	KN51	KN'52	165	Nœud		21,4	18,2	136	1,25	10,51	1,7	71,4	14	62
63	KN'52	KN52	120	Classe 1	3	2	2,2	53	0,91	18,76	2,3	69,1	14	62
64	KN'52	KN53	330	Classe 3	7	19,4	16,6	136	1,14	8,86	2,9	68,4	20	56
65	KN53	KN'54	480	Nœud		14	12,1	107	1,35	16,49	7,9	60,5	14	62
66	KN'54	KN54	140	Classe 1	3	2	2,2	53	0,91	18,76	2,6	57,9	14	62
67	KN'54	KN'55	100	Nœud		12	10,6	94	1,53	24,32	2,4	58,1	14	62
68	KN'55	KN55	165	Classe2	5	3,3	3,3	64	1,02	18,55	3,1	55	13	63
69	KN'55	KN56	130	Classe3	7	8,7	7,6	94	1,10	13,12	1,7	56,4	14	62
70	KN56	KN57	305	Classe2	5	3,3	3,3	64	1,02	18,55	5,7	50,7	12	64

71	KN'48	KN58	105	Classe2	5	116,4	7,6	400	0,79	1,74	0,2	78,4	16	60
72	KN58	KN59	110	Classe 1	5	113,1	3,3	400	0,77	1,64	0,2	78,2	14	62
73	KN59	KN60	165	Classe 1	3	111,1	95,2	269	1,68	8,06	1,3	76,9	16	60
74	KN60	KN61	175	Classe2	3	109,1	93,7	269	1,65	7,83	1,4	75,5	16	60
75	KN61	KN'62	90	Nœud	5	105,8	90,9	269	1,60	7,40	0,7	74,8	16	60
76	KN462	KN62	130	Classe2		3,3	3,3	64	1,02	18,55	2,4	72,4	12	64
77	KN462	KN'63	30	Nœud	5	102,5	88,1	269	1,56	6,99	0,2	74,6	16	60
78	KN463	KN63	140	Class2e		3,3	3,3	64	1,02	18,55	2,6	72	22	54
79	KN463	KN'64	145	Nœud	5	99,2	85,4	269	1,51	6,59	1,0	73,7	14	62
80	KN464	KN64	150	Classe2		3,3	3,3	64	1,02	18,55	2,8	70,9	16	60
81	KN464	KN65	130	Classe2	5	95,9	82,7	269	1,46	6,21	0,8	72,8	10	66
82	KN65	KN66	180	Classe3	5	92,6	80,1	269	1,41	5,85	1,1	71,8	9	67
83	KN66	KN67	100	Classe3	7	87,2	75,2	269	1,33	5,21	0,5	71,3	8	68
84	KN67	KN68	205	Classe1	7	81,8	70,4	269	1,24	4,61	0,9	70,3	7	69
85	KN68	KN69	185	Classe1	3	79,8	68,9	269	1,22	4,43	0,8	69,5	7	69
86	KN69	KN'70	195	Nœud	3	77,8	67,4	269	1,19	4,26	0,8	68,7	8	68
87	KN470	KN70	125	Classe3		12,8	11,5	107	1,28	15	1,9	66,8	8	68
88	KN70	KN71	365	Classe3	7	7,4	6,6	77	1,42	26,90	9,8	57	6	70
89	KN71	KN72	265	Classe1	7	2	2,2	53	0,91	18,76	5	52	6	70
90	KN470	KN73	455	Classe3	3	65	56,4	213	1,58	9,48	4,3	64,4	19	57
91	KN73	KN74	215	Classe3	7	5,4	5	77	1,08	16,30	3,5	60,9	11	65
92	KN73	KN75	130	Classe2	7	54,2	46,8	213	1,3	6,73	0,9	63,5	17	60
93	KN75	KN76	80	Classe2	5	50,9	44	213	1,23	6	0,5	63	16	60
94	KN76	KN77	215	Classe2	5	47,6	41,3	213	1,16	5,32	1,1	61,9	12	64
95	KN77	KN'78	85	Nœud	5	44,3	38,6	213	1,08	4,71	0,4	61,5	12	64
96	KN478	KN78	390	Classe2		17,3	15,2	136	1,04	7,55	2,9	58,5	9	67
97	KN78	KN79	250	Classe2	5	3,3	3,3	64	1,02	18,55	4,6	53,9	9	67
98	KN78	KN'80	255	Noeud	5	10,7	9,1	94	1,32	18,38	4,7	53,8	7	69
99	KN480	KN80	105	Classe2		5,3	4,9	77	1,06	15,83	1,7	52,2	7	69
100	KN80	KN81	280	Classe1	5	2	2,2	53	0,91	18,76	5,3	46,9	6	70
101	KN480	KN82	185	Classe3	3	5,4	5	77	1,08	16,30	3	50,8	6	70
102	KN478	KN83	250	Classe3	7	27	25	171	1,09	6,30	1,6	59,9	9	67
103	KN83	KN84	220	Classe3	7	21,6	20	136	1,37	12,50	2,7	57,1	8	68
104	KN84	KN85	190	Classe3	7	16,2	15	136	1,03	7,36	1,4	55,7	7	69
105	KN85	KN86	345	Classe3	7	10,8	10	107	1,12	11,68	4	51,7	5	71
106	KN86	KN87	205	Classe 3	7	5,4	5	77	1,08	16,30	3,3	48,4	5	71

Annexe N°03: Dimensionnement du réseau de distribution-secteur Kramis Sud.

N° tronçon	Tronçon		Long (m)	Débit à la borne (l/s)	Classe de borne	Débit cumulé l/s	Débit tronçon Clément	Diamètre intérieure (mm)	Vitesse m/s	j (m/km)	J (m)	Cote piézo (m)	Cote TN (m)	Charge statique (m)
	amont	aval												
01	A	KS14	115	3	Classe1	14,16	13,8	136	0,94	6,31	0,7	92,2	50	43
02	KS14	KS15	220	3	Classe1	2	2,2	53	0,91	18,76	4,1	88,1	64	29
03	KS14	KS16	165	3	Classe1	10,6	9,8	107	1,10	11,34	1,9	90,3	55	38
04	KS16	KS17	170	5	Classe2	3,3	3,3	64	1,02	18,55	3,2	87,2	63	30
05	KS16	KS18	120	3	Classe1	5,3	4,9	77	1,06	15,83	1,9	88,4	62	31
06	KS18	KS19	280	5	Classe2	3,3	3,3	64	1,02	18,55	5,2	83,2	63	30
07	B	KS21	65	3	Classe1	19,3	18,7	136	1,28	10,98	0,7	92	57	36
08	KS21	KS22	240	5	Classe2	3,3	3,3	64	1,02	18,55	4,5	87,5	52	41
09	KS21	KS23	105	5	Classe2	14,6	13,8	107	1,55	21,08	2,2	89,8	58	35
10	KS23	KS24	225	3	Classe1	2	2,2	53	0,91	18,76	4,2	85,6	50	43
11	KS23	KS25	75	5	Classe2	9,3	9	213	1,01	9,59	0,7	89,1	50	43
12	KS25	KS26	85	3	Classe1	6	6,6	136	1,30	22,74	1,9	87,1	52	41
13	KS26	KS27	140	3	Classe1	4	4,4	107	1,24	26,41	3,7	83,4	45	47
14	KS27	KS28	170	3	Classe1	2	2,2	94	0,91	18,76	3,2	80,2	54	39
15	C	KS29	90	3	Classe1	46,5	41,9	64	1,17	5,49	0,5	91,1	50	41
16	KS29	KS30	265	3	Classe1	14	12,1	171	0,83	4,95	1,3	89,7	50	42
17	KS30	KS31	115	5	Classe2	12	10,6	171	1,19	12,99	1,5	88,2	50	42
18	KS31	KS32	150	7	Classe3	8,7	7,6	171	1,10	13,12	2	86,3	49	43
19	KS32	KS33	155	5	Classe2	3,3	3,3	171	1,02	18,55	2,9	83,4	58	34
20	KS29	KS34	180	3	Classe1	30,5	28,4	136	1,24	7,98	1,4	89,6	63	29
21	KS34	KS35	130	5	Classe2	28,5	26,5	136	1,16	7,01	1,2	88,5	62	30
22	KS35	KS36	260	3	Classe1	25,2	23,5	136	1,03	5,64	1	87,4	58	34
23	KS36	KS37	130	3	Classe1	23,2	21,6	107	0,94	4,81	0,6	86,8	54	38
24	KS37	KS38	260	5	Classe2	21,2	19,7	94	1,35	12,13	3,2	83,7	52	40
25	KS38	KS39	130	3	Classe1	17,9	16,7	53	1,14	8,93	1,2	82,5	52	40
26	KS39	KS40	205	3	Classe1	15,9	14,8	64	1,01	7,15	1,5	81	52	40
27	KS40	KS41	230	5	Classe2	10,6	9,8	53	1,10	11,34	2,6	78,4	40	52
28	KS41	KS'42	150		Nœud	7,3	6,9	64	1,00	11,04	1,7	76,8	37	54
29	KS'42	KS42	160	5	Classe2	3,3	3,3	94	1,49	46,68	7,5	69,3	36	56
30	KS'42	KS43	135	3	Classe1	4	4,4	64	1,24	26,41	3,6	73,2	35	56
31	KS43	KS44	110	3	Classe1	2	2,2	77	0,91	18,76	2,1	71,1	39	53
32	KS40	KS45	410	5	Classe2	3,3	3,3	53	1,02	18,55	7,6	73,4	47	45
33	D	KS'48	115	5	Nœud	8,6	8,1	171	1,17	14,77	1,7	85,5	38	50

34	KS'48	KS48	100	3	Classe2	3,3	3,3	136	1,02	18,55	1,9	83,7	40	47
35	KS'48	KS49	75	5	Classe1	5,3	4,9	53	1,06	15,83	1,2	84,3	36	52
36	KS49	KS50	75	3	Classe2	3,3	3,3	136	1,49	46,68	3,5	80,8	36	52
37	D	KS51	160	5	Classe2	23,1	23,1	171	1,01	5,44	0,9	86,4	42	46
38	KS51	KS'52	100	5	Nœud	19,8	19,8	136	1,35	12,23	1,2	85,1	42	46
39	KS'52	KS52	90		Classe2	3,3	3,3	53	1,49	46,68	4,2	80,9	40	47
40	KS'52	KS53	55	5	Classe2	16,5	16,5	136	1,13	8,74	0,5	84,7	42	45
41	KS53	KS54	175	5	Classe2	13,2	13,2	107	1,48	19,40	3,4	81,3	40	47
42	KS54	KS55	280	5	Classe2	9,9	9,9	107	1,11	11,43	3,2	78,1	38	49
43	KS55	KS56	180	5	Classe2	6,6	6,6	77	1,42	27,04	4,9	73,2	35	52
44	KS56	KS57	175	5	Classe2	3,3	3,3	53	1,49	46,68	8,2	65	31	57

Annexe N° 04: Matériels d'équipement à la parcelle N° 140d. Oignon irrigué par aspersion.

Matériels	Unités	Quantités
Branchement à la borne	U	01
Canalisation principale diamètre 3".	Ml	168
Té vanne 3" . 2"3/4	U	14
Bouchon 3"	U	01
Canalisation secondaire diamètre 2"3/4.	Ml	840
Bouchon 2"3/4.	U	14
Allonge 0,5.	U	02
Asperseurs 30 TNT.	U	02

Annexe N°05 : Matériels d'équipement à la parcelle N° 149 ; Blé irrigué par aspersion

Matériels	Unités	Quantités
Branchement à la borne	U	01
Canalisation principale diamètre 3".	Ml	180
Té vanne 3" . 2"	U	10
Bouchon 3"	U	01
Canalisation secondaire diamètre 2"	Ml	800
Bouchon 2"	U	10
Allonge 0,5.	U	02
Asperseurs 30 TNT.	U	02

Annexe N° 06 : Matériels d'équipement à la parcelle N°162 ; Sorgho irrigué par aspersion.

Matériels	Unités	Quantités
Branchement à la borne	U	01
Canalisation principale diamètre 2".	Ml	90
Raccord 2"	U	05
Bouchon 3"	U	06
Canalisation secondaire diamètre 2"	Ml	375
Allonge 0,5.	U	02
Asperseurs 30 TNT.	U	02

Annexe N°07: Matériels d'équipement à la parcelle N°153b ; Tomate irrigué par le goutte à goutte.

Matériel	Unités	Quantités
Unité de tête composée du manomètre, filtre à tamis et doseur d'engrais.	U	01
Canalisation principale en PE diamètre 68 mm	MI	240
Porte rampe PEBD diamètre 45 mm	MI	1080
Rampe PEBD diamètre 12,7 mm	MI	25984
Té réducteur 12,7/45	U	896
Té réducteur 45/68	U	08
Distributeurs 2 l/h.	U	37632
Bouchon diamètre 68 mm.	U	01
Bouchon diamètre 45 mm.	U	08
Bouchon diamètre 12,7 mm.	U	896