



République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



## **Université Amar Thelidji- Laghouat**

FACULTE DE SCIENCE  
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

### **MEMOIRE DE MASTER**

Présenté par : **KHALED Mohamed**

**DOMAINE : Science de la nature et de la vie**

**FILIERE : Ecologie et environnement**

**OPTION : Ecologie végétale - steppe et oasis-**

#### **Thème**

**Essai d'évaluation de l'eau d'irrigation chez  
quelques producteurs de pomme de terre dans les  
zones steppiques cas de la commune d'El-Beidha  
(Laghouat).**

**Encadré par :**

**BENHASSINE Mohamed El Amine**

**Maitre assistant**

**Président :**

**MOULAI Adel**

**Maitre assistant**

**Examineur :**

**OBRAHAM Farid**

**Maitre assistant**

**Promotion : JUIN 2015**

## **Analyse des doses et des coûts d'irrigation chez quelques producteurs de pomme de terre dans la commune d'El-Beidha (Laghout).**

**Résumé :** A partir de l'étude réalisée dans la commune d'El Beidha, nous avons analysé la dose et le coût global pour irriguer un hectare de pomme de terre suivi dans cette région steppique. Les résultats montrent que la frange d'âge située entre 40-60 ans est domine aux autres franges. La plupart des terres agricoles sont travaillées par leurs propriétaires sont représentées par 95%, les terres louées avec 5%. Par contre, les superficies consacrées pour la pomme de terre occupent 48 ha avec un taux de 14.58% de la superficie totale (281ha). L'énergie électrique est la plus utilisée en irrigation (75%), le gas-oil (25%). La dose utilisée par les agriculteurs de cette région est estimée par 518.4 mètre cube avec un écart d'environ 58% à celle de la théorie par 217.728 mètre cube. Concernant le coût globale, est estimé d'environ 39.6 millions de centimes d'une part et que le coût total de la mobilisation d'eau pour un hectare est de l'ordre de 15.36 millions de centimes qui représente environ 38.78% du coût total. La plupart des agriculteurs ayant des forages (60%), les puits (25%) et l'irrigation par l'oued avec 15%. L'utilisation des nouvelles techniques surtout l'aspersion qui occupe 70%, la submersion (30%). Les résultats sont discutés à la lumière des connaissances sur l'irrigation modern utilisée dans le Maghreb et le bassin méditerranéen.

**Mots clés :** Commune d'El-Beidha, Aflou, Steppe, dose, coût, irrigation, louées propriétaires.

### **تحليل كميات و تكاليف سقي البطاطا عند بعض الفلاحين ببلدية البيضاء (الأغواط).**

**ملخص:** من خلال الدراسة التي قمنا بها في بلدية البيضاء، من أجل تحليل الكمية و الكلفة الإجمالية من أجل سقي هكتار واحد من البطاطا المتبع في هذه المنطقة السهبية، بينت النتائج بأن فئة السن المحددة بين 40-60 سنة تمثل الغالبية مقارنة بالفئات الأخرى. الاراضي الفلاحية المستغلة من طرف أصحابها المالكين تمثل نسبة 95%، الأراضي المؤجرة تمثل نسبة 5%، على العكس من ذلك المساحات المخصصة للبطاطا تحتل 48 هكتار فقط بنسبة 14.58% من المساحة الإجمالية (281 هكتار). الطاقة الكهربائية هي الأكثر استعمالا في السقي بنسبة 75%، المازوت (25%). كمية الماء المستعملة من طرف فلاحي المنطقة تقدر بـ: 518.4 متر مكعب بفارق يقدر تقريبا بـ: 58% عن الكمية النظرية (217.728 متر مكعب). فيما يخص الكلفة الإجمالية، قدرت بـ: 39.6 مليون سنتيم ، و من جهة أخرى الكلفة الإجمالية لتعبئة الماء من أجل هكتار واحد من البطاطا تقدر بـ: 15.36 مليون سنتيم و التي تمثل تقريبا نسبة 38.78% من الكلفة الإجمالية. أغلبية الفلاحين يملكون آبارا عميقة (60%)، الآبار التقليدية (25%) و السقي بمياه الوادي بنسبة 15%. استعمال التقنيات الحديثة خاصة الرشاش يحتل نسبة (70%)، الساقية (30%). النتائج نوقشت على ضوء المعارف حول السقي الحديث في المغرب العربي و حوض المتوسط.

**الكلمات المفتاح :** بلدية البيضاء، أفلو، سهوب، كمية، كلفة، السقي، مؤجرة، مالك أرض،

## **Analysis of doses irrigation costs at several producers of potato in the municipality of El Beidha ( Laghouat).**

**Summary:** From the study conducted in the municipality of El Beidha , we analyzed the dose and the overall cost to irrigate a hectare of potato followed in this steppe region. The results show that the age between 40-60 years bangs is dominating other fringes. Most agricultural land is worked by their owners are represented by 95%, land leased with 5%. For cons, the acreage for potatoes occupy 48 ha with a rate of 14.58% of the total area (281ha). Electrical energy is the most used in irrigation (75%), diesel (25%). The dose used by farmers in this region is estimated by 518.4 cubic meter with a gap of about 58% that of the theory by 217,728 cubic meter. Regarding the overall cost is estimated to approximately 39.6 million centimes a share and the total cost of raising water per hectare is about 15.36 million centimes representing approximately 38.78% of the total cost . Most farmers with wells (60%), wells (25%) and irrigation by the river with 15%. The use of new technologies especially sprinkling that occupies 70%, flooding (30%). The results are discussed in the light of knowledge on modern irrigation used in North Africa and the Mediterranean basin.

**Keywords:** City of El Beidha, Aflou, Steppe, dose, cost, irrigation, leased owners.



## ***Dédicace***

*Il m'est agréable de dédier ce modeste travail :*

*A mes chers parents, et ma chère épouse pour leurs tendresses et leurs soutiens  
continus.*

*Ames chers frères : Boulerbah, Nor El Dine, Abd El Hak, et mon petit frère  
Imad*

*A ma tendre sœur : Soaad*

*A mon très cher grand père*

*A ma très chère grande mère*

*A mes très chères amies : Mohamed Adel, , Selimane, Abdelilah Chikhaoui Said,,*

*Aux étudiants de ma promotion : Amina Lakhdari, Amina Gueddouda , Mazroua Amel ,  
Leila.*

*A toute ma Famille*

*Mohamed.*

## **Remerciements**

*On remercie ' Dieu ' le tout puissant qui nous a donnés la force et la patience pour mener à bien ce modeste travail.*

*J'exprime ma profonde reconnaissance à Monsieur Ben Hacine Mohamed Lamine, maître assistant à l'université de Laghouat de m'avoir encadrée, pour les conseils qu'il n'a cessé de me prodiguer et pour m'avoir guidé jusqu'au bout dans la réalisation de ce travail, et Monsieur Moulai, maître assistant à l'université de Laghouat.*

*Je suis heureux de lui exprimer ma très profonde reconnaissance et ma respectueuse gratitude.*

*Je dois remercier vivement et particulièrement :*

*Madame Maalem, maître assistante chargée de cours à l'université de Laghouat, pour son précieux au cours des recherches bibliographiques.*

*et pour ses conseils et son aide et ses orientations.*

*Il m'est très agréable de remercier Mr Serghini Abbas, ingénieur à la direction des services agricoles d'Aflou forêts, et Mr Hakmi Nacer, chef personnel au cnservation des forêts.*

*Monsieur RAHMANI Omar, Secteur général de la chambre agricole.*

*Je dois également exprimer ma gratitude au responsable de la bibliothèque Mr BELMADANI Abdelkader.*

*Je remercie tous les professeurs de département de Biologie et d'Agronomie.*

*A tous ceux et celles qui ont participé de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.*

*Mohamed.*

## Liste des Tableaux

Numéros	Titre	Page
1	Principaux pays producteurs de la pomme de terre	06
2	La vitesse d'absorption en fonction de la texture du sol	29
3	Classification des eaux et leur utilisation en fonction de la CE	38
4	Données météorologiques de la ville d'Aflou	48
5	Indice d'aridité des climats méditerranéens et désertiques	51
6	Production végétale	51
7	Taille du cheptel ovin, caprin et bovin	51
8	Répartition des exploitations selon les superficies	57

## Liste des figures

Numéros	Titre	Page
1	La morphologie générale de la plante de pomme de terre	08
2	Localisation géographique du site d'étude (extrait de la carte topographique de 1956 feuille d'Aflou à 1/250.000)	44
3	Evolution des précipitations annuelles de la station d'Aflou	48
4	Diagramme Ombrothermique de la région d'Aflou	49
5	Climagramme pluviothermique d'Emberger des régions d'étude	50
6	Classification des agriculteurs enquêtés par frange d'âge	55
7	Statut juridique des terres agricoles	56
8	Situation de la possession des terres agricoles	57
9	La superficie des parcelles de pomme de terre	58
10	Occupation du sol par spéculation	59
11	Sources d'énergie	59
12	Sources d'eau	60
13	Système d'irrigation	61
14	Dose d'irrigation (utilisée – théorique) pour un hectare de pomme de terre pendant une saison	61
15	Les coûts de mobilisation d'eau	62
16	Coûts d'équipement (forages) par hectare	63
17	Coûts d'équipement (puits) par hectare	64
18	Coûts d'équipement (oueds) par hectare	65
19	Facture d'énergie pour un hectare de pomme de terre	65
20	Facture globale pour un hectare de pomme de terre	66
21	Régression de coût par rendement	68

# SOMMAIRE

## RESUMÉS

INTRODUCTION ET PROBLEMATIQUE .....	01
-------------------------------------	----

## SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

### Chapitre 1 : Généralité sur la pomme de terre

<b>1/ Présentation et origine de la pomme de terre .....</b>	<b>05</b>
2/ Importance de la pomme de terre dans le monde et en l'Algérie .....	05
2-1/ Evolution de la production de pomme de terre dans le monde .....	05
2-2/ Les différentes zones de culture de pomme de terre en Algérie .....	06
2-3/ Situation de la culture de pomme de terre en Algérie .....	06
3/ Caractéristiques de la plante .....	07
3-1/ Taxonomie .....	07
3-2/ La morphologie .....	07
3-2-1/Le système aérien .....	07
3-2-2/ Le système souterrain .....	07
3-3/ Physiologie et cycle de développement de la pomme de terre .....	09
3-3-1/ Le repos végétatif .....	09
3-3-2/ La germination .....	09
3-3-3/ La croissance .....	09
3-3-4/ La tubérisation .....	09
4/ Exigences écologiques de la plante de pomme de terre .....	10
4-1/ Exigences climatiques .....	10
4-1-1/ La température .....	10
4-1-2/ La lumière .....	10
4-1-3/ L'humidité .....	10
4-2/ Exigences édaphiques .....	11
4-2-1/ Le sol .....	11
4-2-2/ Le pH .....	11
4-2-3/ Exigences en éléments fertilisants .....	11
4-2-3-1 / La nutrition minérale de la pomme de terre .....	11
4-2-3-2/ Exigence en éléments minéraux .....	11
5/ Rôle de chaque élément .....	12

5-1 / L'azote.....	12
5-1-1/ Besoins en azote .....	12
5-1-2/Fertilisation et rendements .....	13
5-1-3/Fractionnement des engrais et lessivage des nitrates.....	14
5-2/ Le potassium .....	14
5-2-1/Les différentes sources de fertilisants potassiques .....	14
5-2-2/Temps d'application de la fertilisation potassique .....	14
5-2-3/Rôle du potassium dans le processus physiologique de la plante.....	15
5-2-4/Les effets de la fertilisation potassique sur le rendement.....	16
5-2-5/Les effets de la fertilisation potassique sur la qualité des tubercules de pomme de terre .....	17
5-2-5-1/Calibre des tubercules .....	18
5-2-5-2/Teneur en matière sèche.....	18
5-2-5-3/Teneur en amidon .....	19
5-2-5-4/Teneur en sucres réducteurs .....	19
5-2-5-5/Teneur en vitamines .....	19
5-2-5-6/Peau et chair des tubercules .....	19
5-2-5-7/Gravité spécifique des tubercules .....	19
5-2-5-8/Noircissement interne et le cœur creux des tubercules .....	20
5-2-5-9/Blessures du gel .....	20
5-2-5-10/ État sanitaire de la plante. ....	21
5-2-6/Les effets de la fertilisation potassique sur la durée de vie .....	21
5-3/ Phosphore .....	22
5-3-1/Sources de phosphore.....	22
5-3-2/Besoins en phosphore.....	22
5-3-3/ Fertilisation et rendements .....	23
6/ Exigences hydriques .....	23
7/ Mise en place de la culture .....	23
7-1/ Préparation du sol .....	23
7-2/ Fumure.....	24
7-2-1/ Fumure organique .....	24
7-2-2/ Fumure minérale.....	24
7-3/ Préparation du plant.....	24
7-4/ La plantation.....	25

7-4-1/ Epoque de plantation.....	25
7-4-2/ Densité de plantation.....	25
7-4-3/ Profondeur de plantation.....	25
8/ Conduite de la culture.....	25
8-1/ Fertilisation d'entretien.....	25
8-2/ Buttage.....	26
8-3/ Irrigation.....	26
8-4/ Le défanage.....	26
8-5/ Désherbage.....	27
8-6/ Récolte – Rendement.....	27

## **Chapitre 2 : généralité sur l'irrigation**

1/Introduction.....	28
1-1/ Principes fondamentaux de l'irrigation.....	28
1-1-1/ Relation entre les plantes, le sol, et l'eau atmosphérique.....	28
1-1-1-1/L'eau et le sol.....	29
1-1-1-2/L'eau et la plante.....	30
1-1-2/ Irrigation et propriétés du sol.....	30
1-1-2-1/ Irrigation et propriétés physiques.....	30
1-1-2-2/ Irrigation et propriétés chimiques.....	31
1-1-3/ Irrigation et topographie.....	31
1-1-4/ Les systèmes d'irrigation.....	32
1-1-4-1/ Irrigation par gravité.....	33
1-1-4-2/ Arrosage par Aspersion.....	34
1-1-4-3/ Les systèmes localisés.....	35
1-1-4-4/ Réponses à l'irrigation.....	36
2/ Conclusion.....	41

## **MATERIELS ET METHODES**

### **Chapitre 3 : présentation de la zone d'étude**

1/ Description de la région d'étude.....	42
1-1/ Situation géographique.....	42
1-2/ Etude de milieu physique.....	42
1-2-1/ Géologie.....	42
1-2-2/ Topographie.....	42
1-2-2-1/ Djellal.....	43

1-2-2-2/ Djebel zlag .....	43
1-2-2-3/ Gaàda .....	43
1-2-3/ Pédologie .....	45
1-2-4/ Réseaux hydrographiques .....	45
1-2-4-1/ l'Oued Sebgag .....	45
1-2-4-2/ l'Oued Seklafa.....	45
1-2-4-3/ l'Oued Sidi Naceur.....	45
1-2-5/ Hydrogéologie .....	45
1-2-5-1/ Aptien .....	46
1-2-5-2/ Albien .....	46
1-2-5-3/ Barrémien .....	46
1-2-5-4/ Nappe phréatique .....	46
1-3/ Climat .....	46
1-3-1/ Facteurs climatiques .....	46
1-3-2/ Température .....	47
1-3-3/ Précipitations.....	47
1-3-4/ Humidité.....	49
1-3-5/ Evaporation .....	49
1-3-6/ Nébulosité .....	49
1-3-7/ Diagramme ombrothermique de Gaussen.....	49
1-3-8/ Climagramme pluviothermique d'EMBERGER.....	50
1-3-9/ Indice d'aridité de De Martonne.....	51
1-4/ La production végétale et animale de la région d'Aflou .....	51
2/ Présentation du site d'étude.....	52
2-1/Etude de l'environnement .....	52
2-1-1/ Situation géographique du site d'étude .....	52
2-2/ Milieu socio-économique .....	52
3/ Présentation de la steppe et du cheptel ovin steppique.....	52
3-1/ Présentation de la steppe .....	52
3-1-1/ Limites et superficies .....	52
<b>Chapitre 4 : Méthodologie du travail</b>	
1/Méthodologie.....	53
2/ Analyses statistiques des données .....	54

## **RESULTATS ET DISCUSSION**

### **Chapitre 5 : résultats et discussions**

Introduction .....	55
1/Répartition de différentes classes d'âge .....	55
2/Situation juridique des terres agricoles... . . . .	56
3/Présentation des exploitations selon les superficies .....	56
4/Possession des terres agricoles .....	57
5/L'occupation du sol par la pomme de terre .....	58
6/L'occupation du sol par spéculation .....	58
7/Utilisation d'énergie .....	59
8/Les sources d'eau destinées à l'irrigation .....	60
9/Les systèmes d'irrigation utilisés .....	60
10/Dose d'irrigation (utilisée – théorique) pour un hectare de pomme de terre .....	61
11/Estimation des coûts de mobilisation d'eau .....	62
12/Estimation des coûts d'équipement (Forages) .....	62
13/Estimation des coûts d'équipement (Puits) .....	63
14/Estimation des coûts d'équipement (Oueds) .....	64
15/Estimation du coût d'énergie .....	65
16/Montage du coût global pour un hectare de pomme de terre .....	66
17/essai de modélisation du rendement.....	67
18/Equation du modèle.....	67
19/La droite de régression.....	67
<b>CONCLUSION GENERALE</b> .....	<b>69</b>
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</b> .....	<b>74</b>
<b>ANNEXES</b> .....	<b>84</b>
Annexe 1 .....	84
Annexe 2 .....	85
Annexe 3 .....	87
Annexe 4 .....	90

## Liste des Abréviations

- APFA** : Accession à la Propriété Foncière Agricole
- °C** : Degré Celsius
- CDF** : Conservation Des Forêts
- CE** : Conductivité électrique
- Cm** : Centimètre
- CNRS** : Centre Nationale de la Recherche Scientifique
- CRSTRA** : Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides
- DSA** : Direction des Services Agricoles
- F.A.O** : Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture
- FNRA** : Font national de la révolution agraire
- GCA** : Générale des Concessions Agricoles
- HCDS** : Haute Commissariat de Développement Steppique
- Ha** : Hectare
- INA** : Institut Nationale d'Agronomie
- INRA** : Institut Nationale de Recherche Agronomique
- ITAS** : Institut Technique d'Agronomie Saharienne
- Km** : Kilomètre
- m** : Mètre
- MADR** : Ministère d'agriculture et de Développement Rural
- ONM** : Office Nationale de Météorologie
- P** : Précipitation
- P-S** : Période sèche
- P-H** : Période humide
- PNDA** : Programme national du développement agricole
- USTHB** : Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene
- T** : Température

## **Introduction :**

La pomme de terre (*Solanum tuberosum L*) occupe une place très importante dans notre alimentation. Elle est la quatrième culture vivrière au monde après le blé, le maïs et le riz (FAO, 1996).

Il n'existe pas un aliment plus courant que cette espèce qui renferme 80 % d'eau, 2 % de protéines et 18 % d'amidon aussi riche en vitamines B, et en vitamine C. En effet la production mondiale est de 323 21,55 millions de tonnes répartis entre 152 pays producteur de la pomme de terre dans une surface de 19.321.500 ha (FAO, 2006).

La situation alimentaire actuelle de l'Algérie nécessite une meilleure prise en charge de l'amélioration de la production agricole et notamment celle des cultures stratégique où de large consommation qui sont principalement les céréales et la pomme de terre. En Algérie la pomme de terre occupe une place extrêmement importante par rapport aux autres cultures maraîchères. Elle représente actuellement 38% de la superficie cultivée en culture maraîchère et 30% de la production totale avec 21556499 tonnes répartis sur 99717 hectares : soit un rendement de 216.17 Qx/Ha (2005). (M.A.D.R, 2006).

Selon Derderi (2014), la principale contrainte de l'agriculture algérienne, qui reste en grande partie de type pluvial, est la disponibilité de la ressource eau. Face à cette situation, le recours à l'irrigation par les eaux souterraines, là où les disponibilités en eau le permettent, est une pratique qui se généralise sur tous les territoires agricoles du pays, particulièrement dans les zones steppiques traditionnellement spécialisées dans l'élevage pastoral. En effet, certains territoires de la steppe connaissent depuis les vingt dernières années une nouvelle dynamique agricole portée par les pôles maraîchers et arboricoles pionniers émergents à travers de nombreuses wilayas steppiques (Djelfa, Tiaret, Laghouat, M'sila...). Ces nouveaux pôles d'agricultures irriguées connaissent un développement remarquable des cultures maraîchères, grâce l'introduction de nouvelles variétés de semences, de nouvelles techniques de production (mécanisation, système d'irrigation par aspersion) et une plus grande connexion avec les marchés des intrants et des produits finis. L'Etat a joué un rôle important dans l'émergence de ces nouveaux modèles agricoles en développement dans les zones steppiques. Plusieurs programmes de développement agricoles (APFA, PNDAR, concession, etc.), ont été

lancés pour promouvoir la mise en valeur agricole dans la steppe.

L'irrigation gravitaire était le mode dominant dans la région d'Aflou (wilaya de Laghouat), avant l'arrivée des agriculteurs itinérants, et ce malgré l'introduction, à une échelle importante, de matériel d'irrigation par aspersion dès le début des années 2000 dans le cadre du PNDA. Les agriculteurs locaux ne maîtrisaient pas l'utilisation de ces équipements. Ce n'est qu'à partir de la campagne 2002-2003 que certains agriculteurs locaux engagés dans la production de la pomme de terre intensive ont commencé utilisation de cette technique. Actuellement la totalité des agriculteurs de la région utilise l'aspersion pour la culture de la pomme de terre (Derderi, 2014).

Dans la région d'Aflou (wilaya de Laghouat), le développement des cultures maraîchères irriguées se traduit par l'augmentation de la superficie et par l'amélioration des rendements. Au début des années 2000 la superficie irriguée consacrées aux cultures maraîchères ne dépasse pas les 200 ha et en 2011 la superficie est de 1400 ha. La production de pomme de terre a été multipliée par sept pour la même période, passant de 57 770 à 377 990 quintaux (DSA de Laghouat, 2011).

L'introduction de cette culture dans le Sud du pays étant basées sur nombreuses expérimentations, mais jusqu'à l'heure actuelle, la maîtrise de cette culture reste insuffisante pour l'optimisation des rendements. Les principaux facteurs d'obtention du rendement sont:

- Les techniques culturales.
- Choix des variétés saines, vigoureuses, résistantes.
- Les périodes d'intervention pour les soins culturales.
- La fertilisation raisonnée dans l'espace et dans le temps, est un des facteurs importants pour l'intensification des rendements.
- L'effet de l'irrigation (les doses d'irrigation).

Alors l'irrigation, est un principal facteur de production pour chaque culture, et

doit être raisonnée pour permettre une bonne alimentation de la plante et d'assurer la disponibilité de tous les éléments nécessaires à la plante en périodes de forte consommation.

La pomme de terre parmi les légumes très sensibles à l'humidité du sol : donc la sécheresse ou l'augmentation et l'irrégularité de l'humidité, provoquent des dégâts sur les plantes (la diminution d'humidité provoque une faible croissance des plantes, des folioles petits étroits et colorée par le vert foncée et en fin une diminution de production. L'augmentation d'humidité associée avec fortes températures provoque des pourritures des semences juste après la plantation : les fortes humidités influent sur la croissance des racines. L'irrégularité de l'humidité incite des déformations des tubercules au moment de tubérisation).

Il est conseillé toujours d'irriguer les champs de pomme de terre à chaque fois que la capacité au champ est à 50% dans les quinze premiers centimètres du sol.

Néanmoins, on peut toujours irriguer à des taux de 75% de capacité au champ au niveau de cette couche ; sans atteindre qu'elle arrive à 25%, surtout que le déficit en eau a des effets négatifs sur la croissance et la production (Smith, 1986 in Abd El Monaim Hassen, 1999).

Dans la région d'étude, la culture de pomme de terre rencontre différents obstacles essentiellement la maîtrise des techniques d'irrigation notamment l'irrigation par aspersion (Derderi, 2014).

L'objectif de notre travail est l'analyse des doses et des coûts d'irrigation de la pomme de terre dans la commune d'el-beidha (wilaya de Laghouat). Ce travail sera articulé autour de la question de recherche suivante :

***Peut-on estimer les doses et les coûts d'irrigation  
dans les zones steppiques et quels sont les facteurs  
qui influent sur ces doses et ces coûts ?***

En réponse à cette question, nous avons émis les hypothèses suivantes :

**Hypothèse 1 :**

Vue la situation floue de l'utilisation de l'eau, on ne peut pas estimer réellement les doses et les coûts d'irrigation qui sont dus aux facteurs sociaux et économiques méconnus.

**Hypothèse 2 :**

L'instabilité climatique dans ces zones rendent ces doses et ces coûts très élevés (climat sec).

Donc on peut résumer les objectifs de cette étude comme suit:

1- Mettre en évidence l'influence des doses et les coûts de l'irrigation sur la production et la qualité de la pomme de terre.

2- calculer le débit et la quantité d'eau par hectare

3- calculer le coût et la part de l'irrigation dans le coût de revient.

Le présent travail est divisé en trois grandes parties :

**Synthèse bibliographique** : comporte deux chapitres :

**Le chapitre 1** : est dédié aux généralités sur la culture de pomme de terre.

**Le chapitre 2** : il abordera une généralité sur l'irrigation.

**Matériels et méthodes** : comporte deux chapitres :

**Le chapitre 3** : présentation de la zone d'étude.

**Le chapitre 4** : la méthodologie suivie pour analyser les données obtenues lors de l'enquête.

**Résultats et discussions** : comporte un seul chapitre :

**Le chapitre 5** : présentation des principaux résultats obtenus ainsi que leurs analyses

Et en fin une conclusion.

## **Chapitre 1 : Généralités sur la pomme de terre**

### **1. Présentation et origine de la pomme de terre :**

La pomme de terre, semble avoir pris naissance et avoir vécu à l'état spontané dans les rivages d'Ouest de l'Amérique latine. Sa consommation par la population indique date des temps immémoriaux. Elle fut introduite en Europe, vers la deuxième moitié du 16<sup>ème</sup> siècle par les navigateurs au les pirates. Mais cultivée jusqu'à la fin du 18<sup>ème</sup> siècle sur une faible étendue. Nous pouvons constater son expansion prodigieuse durant le 19<sup>ème</sup> siècle en Europe.

Et c'est l'entrée de la pomme de terre dans l'alimentation humaine qui a éloigné pour toujours la famine qui sévissait périodiquement.

Selon Isnart (1972), la pomme de terre arriva en Algérie en 1956, rapporté par l'Amirouche.

Kenneth (1966), la pomme de terre, se reproduit soit de façon végétative par les tubercules, soit sexuellement par des graines. Elle peut être diploïde, tétraploïde.

Les pommes de terre tétraploïdes sont les plus importantes et les plus répandues car ce sont les plus fertiles.

### **2. Importance de la pomme de terre dans le monde et en l'Algérie :**

#### **2.1. Evolution de la production de pomme de terre dans le monde :**

La production mondiale en pomme de terre est évaluée à 323 21,55 millions tonne en 2005 et la superficie totale s'élevait à 19.321.500 ha pour la même année ce qui représente une moyenne de rendement à l'hectare de 16.73 T/Ha (FAO, 2006).

Le tableau 01 présente les productions et la répartition géographique de la culture de la pomme de terre dans le monde.

**Tableau 01:** principaux pays producteurs de la pomme de terre

Pays	Production
Chine	73 036 500
Fédération de Russie	36 400 000
Inde	25 000 000
Ukraine	19 480 000
États-Unis	19 111 030
Allemagne	11 157 500
Pologne	11 009 390
Bélarus	8 185 000
Pays-Bas	6 835 985
France	6 347 000
Royaume-Uni	6300 000
Autres pays	65 297 137,00

(FAO, 2006)

## 2.2. Les différentes zones de culture de pomme de terre en Algérie :

Cultures d'extra-primeurs concernant des plantations d'Automne effectuées soit en Septembre ou en Octobre (irriguée) soit Octobre / Novembre (culture sec), et la Cultures de primeur elles sont plantées à partir de fin Novembre à début Janvier. Les récoltes se font à partir de Mars et se intérieur. Au littoral les plantations se font en Février. Plaine intérieure et les hauts plateaux, les plantations se font de fin Février jusqu'à début Avril, et en fin la Cultures d'été en littoral où les plantations se font aux mois d'Août et Septembre. Les hauts plateaux où les plantations se font Avril, Mai et Juin jusqu'à la mi-Juillet il n'y a pas de plantation en Algérie (FAO ,2006).

## 2.3. Situation de la culture de pomme de terre en Algérie:

Sur le plan mondial, la pomme de terre occupe la quatrième place après le blé, le maïs et le riz, sur une superficie agricole qui dépasse les 20 Millions d'hectare.

En revanche, en Algérie la pomme de terre occupe une place extrêmement importante par rapport aux autres cultures maraîchères. Elle représente actuellement 38% de la superficie cultivée en culture maraîchère et de 30% de la production totale (FAO, 2006).

### **3. Caractéristiques de la plante :**

#### **3.1. Taxonomie:**

La position systématique de la pomme de terre est (Boumlik, 1995):

Embranchement : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Sous classe : Gamopétales

Ordre : Polémoniales

Famille : Solanacées

Genre : *Solanum*

Espèce : *Solanum tuberosum* L

#### **3.2. La morphologie:**

La pomme de terre est une plante dicotylédone annuelle de la famille des solanacées dont l'espèce commune blanche cultivée a pour nom latin *Solanum tuberosum* (Kleinkopf, 1983).

La pomme de terre (*Solanum tuberosum*) appartient à la famille des Solanacées, plantes à fleurs gamopétales, dicotylédones dont plusieurs sont cultivées pour l'alimentation humaine (Darpoux, 1967).

##### **3.2.1. Le système aérien:**

Le système aérien est annuel. Les tiges aériennes, au nombre de 2 à 10, parfois plus, et ont un port plus au mois dressé et une section irrégulière. Les feuilles composées qu'elles portent permettent, par leurs différences d'aspect et de coloration, de caractériser les variétés. Les fleurs, dont la couleur et le nombre caractérisent les variétés. Sont généralement autogames, mais souvent stériles.

Les fruits ou baies qu'elles produisent contiennent des graines dont l'intérêt est nul en culture (Soltner, 1979).

##### **3.2.2. Le système souterrain:**

Le système souterrain porte des tubercules vivaces.

Les racines, nombreuses et fines, fasciculées et peuvent pénétrer profondément le sol, s'ils sont suffisamment meubles:

Les tiges souterraines ou rhizomes, ou stolons, sont courtes et leurs extrémités se

renflent en tubercules.

Ces tubercules sont les organes de conservation qui permettent de classer la pomme de terre parmi les plantes vivaces à multiplication végétative (Soltner, 1979).

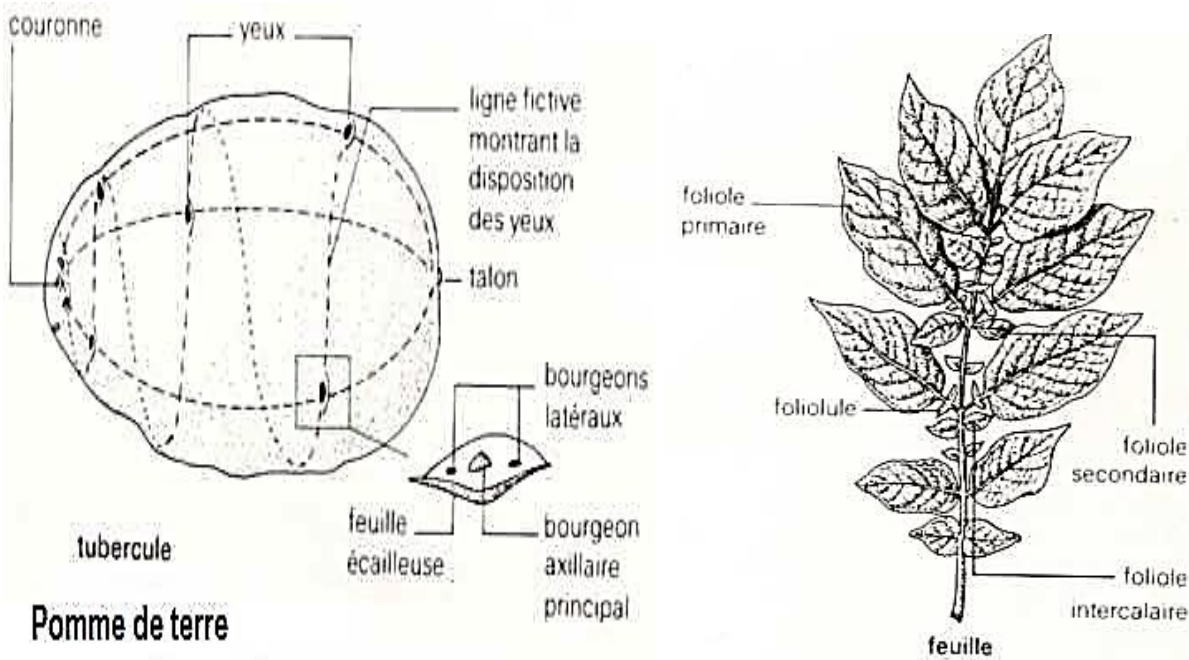
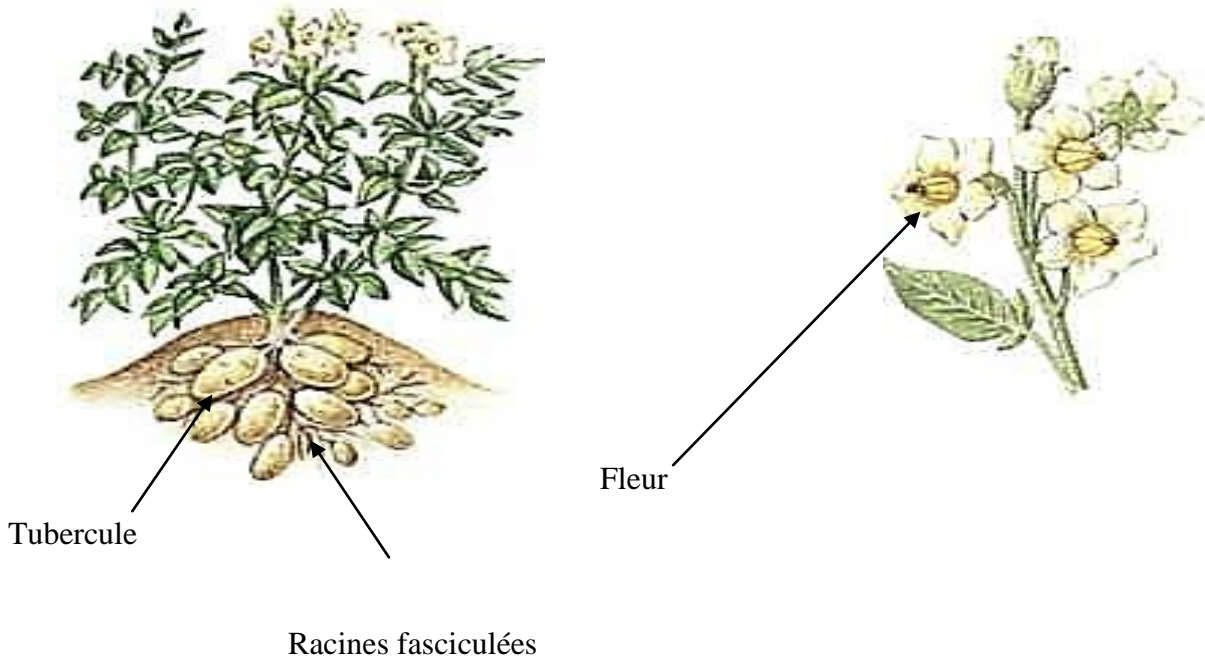


Figure 01: La morphologie générale de la pomme de terre (Anonyme, 1981)



### **3.3. Physiologie et cycle de développement de la pomme de terre :**

Le cycle de développement de la pomme de terre est annuel et comprend 4 phases :

#### **3.3.1. Le repos végétatif:**

A la récolte, le tubercule de pomme de terre ne peut germer même si les conditions de croissance sont favorables (température de 18° à 25° C) et hygrométrie 90%. Sa durée constitue un caractère variétal mais peut être abrégé ou maintenu par différents constituants physiques ou chimiques. Sous l'action de hautes températures durant la végétation, il peut être abrégé (Madec et Perennec, 1962).

Peut être rompu à une température de 23°- 24° C ou par substance chimique : La rindite; par contre il est maintenu à température inférieure à 3° C par des substances antigermes ou bien par des radiations gamma à faibles doses.

#### **3.3.2. La germination:**

A la fin de repos végétatif, le germe rentre en croissance s'il n'y a pas dormance induite par les conditions du milieu (Madec, 1966).

Madec et Perennec (1962) ont dénommé stade d'incubation, le stade de tubérisation des germes, et période (phase) d'incubation, le temps s'écoulant entre le départ de la germination et la formation des nouvelles ébauches du tubercule par les germes.

#### **3.3.3. La croissance :**

A partir des germes produits par le tubercule, se forment des tiges feuillées puis des stolons et des rameaux (Bissati, 1996).

#### **3.3.4. La tubérisation :**

Au bout d'un certain temps, variable selon la variété et le milieu. Les extrémités des stolons cessent de croître et se renflent pour former, en une ou deux semaines, les ébauches des tubercules : c'est la tubérisation. Elle se prolonge. Jusqu'au fanage de la plante, par la phase de grossissement. Aucun indice ne permet de déceler, sur les organes aériens, le moment de cette ébauche des tubercules (Soltner, 1979).

La croissance des tubercules est très lente pendant la première phase, s'accélère à partir des 55 et 65 eme jours et atteint une vitesse plus importante que celle de la partie verte. (Hamadi, 1971).

La tubérisation provoquée par une dose de substance de tubérisation synthétisée par ce feuillage, plus une quantité pour entraîner la tubérisation définitive accompagnée de l'arrêt de la croissance végétative (Abdessallam, 1990).

#### **4. Exigences édaphiques de la plante de pomme de terre :**

La plante de pomme de terre a des exigences spécifiques, qui sont :

##### **4.1. Exigences climatiques:**

###### **4.1.1. La température:**

La pomme de terre est caractérisée par un zéro de végétation compris entre 6 et 8°C. L'optimum de température pour la croissance se situe entre 14 et 17°C et le feuillage est détruit à 3°C et 4°C.

Les sommes des températures correspondant aux groupes extrêmes de précocité sont de l'ordre de :

1600°C pour les variétés primeurs (90 jours).

3000 °C pour les variétés tardives (200 jours). Le tubercule gèle entre 1°C et 2.2°C.

La température de stockage de la récolte devra être inférieure à 6°C (Moule, 1972).

###### **4.1.2. La lumière:**

La pomme de terre est une plante héliophile. Ses besoins en lumière sont importants surtout pendant la phase de croissance. Ce facteur est déterminant pour la photosynthèse et la richesse en fécule des tubercules (Moule, 1972).

###### **4.1.3. L'humidité :**

Dans le cas d'une culture de pomme de terre ; l'humidité est un facteur limitant de la production bien sur taux suffisant pour permettre à la plante de suivre son développement le plus normalement possible, à noter qu'une carence ou un déficit en humidité pourrait avoir des conséquences très graves vis-à-vis des rendements surtout aux stades croissance et tubérisation (Anonyme, 1985).

## **4.2. Exigences édaphiques:**

### **4.2.1. Le sol:**

La pomme de terre est une plante qui s'accommode à toutes les terres, à condition que celles-ci soient suffisamment alimentées en eau. Elle préfère cependant les terres légères, siliceuses ou silico-argileuse, au sous-sol profond (Anonyme, 1981).

### **4.2.2. Le pH:**

Moule (1972) rapporte que la pomme de terre supporte les pH assez bas de 5.5 à 6. Néanmoins elle peut s'adapter aux sols faiblement alcalins.

### **4.2.3. Exigences en éléments fertilisants:**

La pomme de terre est une plante exigeante en éléments nutritifs, tant au point de vue organique que minéral, qui influent tant sur le rendement que sur la qualité de la récolte obtenue. Il est indispensable d'appliquer une fertilisation équilibrée. Les formules types préconisés, à titre indicatif, ne sont destinées qu'à des sols moyens normalement pourvus.

Il ne faut pas donc les considérer comme des recettes, mais comme des bases de travail, permettant à chaque agriculteur de raisonner sa propre fumure en fonction des données agronomiques, économique et pratiques (Elmar, Alfred et Walfgang, 1988).

#### **4.2.3.1. La nutrition minérale de la pomme de terre :**

Le développement d'une plante pendant une période plus au moins longue, est soumis à l'influence de l'organe qui est à son origine, spore, graine, tubercule (Kofer, 1958 ; Barton, 1961 ; Inuinn, 1970).

Dans le cas des tubercules de la pomme de terre, les réserves nutritives de la plante sont présentes en quantités importantes; on sait également que jusqu' à l'étalement de 200 à 400 cm<sup>2</sup> De surface foliaire, les réserves du tubercule sont la principale source nutritive (Milk Horpe, 1966).

#### **4.2.3.2. Exigence en éléments minéraux :**

La pomme de terre est très exigeante en éléments minéraux surtout en azote, phosphore, potasse, Magnésium, et Calcium. Elle est très sensible à l'apport raisonné des engrais, car sa végétation est très intense et en générale courte de 90 a 200 jours au maximum selon les variétés (DarpouxA, 1967).

D'après (Herert, in Crosnier, 1975), les besoins en éléments nutritifs du point de vue organique minéral, sont élevés et sensiblement proportionnels aux rendements notamment pour le potassium et le phosphore, par contre une même quantité d'azote peut bien correspondre à 30 ou 40 tonnes/ha. Les exportations en éléments minéraux sont élevées, et sont dominées par le potassium, puis l'azote et le phosphore.

Selon les rendements, elles seront d'après (Darpoux, 1967) de l'ordre de :

- 3,2 a 5 kg d'azote / tonne de tubercules
- 1,6 a 2 kg d'acide phosphorique / tonne de tubercules
- 6 a 10 kg de potasse / tonne de tubercules
- 0,4 a 0,8 kg de magnésie/ tonne de tubercules
- 2,01 a 4,3 kg de chaux / tonne de tubercules
- 0,3 de soufre / tonne de tubercules

La pomme de terre, en sol bien pourvus en potasse peut absorber des quantités considérables de potassium réalise ainsi une consommation de luxe vis-à-vis de cet élément qui se traduisant par des exportations très élevées pouvant atteindre les 300 kg/ha (Darpoux, 1967).

Les exigences de la pomme de terre en éléments minéraux dépendent des facteurs suivants:

- le rendement en tubercules ;
- le type de culture ;
- le potentiel nutritif du sol ;
- les données pédoclimatiques.

## **5. Rôle de chaque élément :**

### **5.1. L'azote :**

L'azote a été sans aucun doute l'élément le plus étudié dans la fertilisation de la pomme de terre. (Smith, 1987) le considère comme celui auquel les plants de pomme de terre répondent le plus. De nombreuses recherches ont amené une meilleure compréhension de l'influence de la fertilisation azotée sur la physiologie et le comportement de la pomme de terre.

#### **5.1.1. Besoins en azote :**

L'azote joue un rôle majeur dans le développement physiologique et la croissance des plants de pommes de terre. Des perturbations dans la nutrition azotée des plants pendant

leur période de croissance pourraient nuire considérablement aux rendements et à la qualité de la pomme de terre (Reust, 1986).

Des tests effectués sur la variété Kennebec par (Carpenter, 1957) montrent que les plants de pommes de terre absorbent un peu plus de 100 kg N/ ha" et parfois davantage. Le prélèvement par les racines se fait graduellement, tout au long de la saison de croissance.

(Reust, 1986) mentionne que les variétés de pommes de terre hâtives prélèvent 80 à 90% de leurs besoins en azote pendant les 4 à 6 semaines suivant la levée (jusqu'au stade bouton, début floraison).

Pour des cultivars de mi- saison ou tardifs, les travaux de (Carpenter, 1957, 1963) et (d'Ojala et al, 1990) ont démontré une très faible exigence en azote au cours du premier mois.

(Kleinkopf et al, 1981) précisent qu'à la fin de la période de tubérisation, soit à 60 jours, la plante a accumulé 60% de l'azote total requis (variété de mi-saison à tardive). (Soltanpour, 1969b) rapporte une accumulation de 71% de l'azote total dans le plant à ce stade.

Selon Westermann, (1993), la plupart des éléments minéraux sont absorbés lors de la période de grossissement des tubercules (entre 70 et 130 jours), ce qui est confirmé par les résultats de (Gunasema et Harris, 1969) et (d'Ojala et al 1990).

Les engrais minéraux azotés se sont avérés un bon moyen de répondre efficacement aux exigences des plants de pommes de terre. Les études de (Tran et Giroux, 1991) avec de l'engrais  $^{15}\text{N}$  ont montré une proportion élevée de cet engrais dans le feuillage et les tubercules.

Le coefficient d'utilisation de l'engrais variait de 52 à 75% selon les années et les doses appliquées, des résultats semblables ont été obtenus par (Joem et Vitosh, 1995b).

En général, les nitrates seraient absorbés en plus grande quantité que l'azote ammoniacal (Roberts et al, 1991).

### **5.1.2. Fertilisation et rendements :**

L'augmentation de la dose de fumures azotée ajoutées au sol engendre une hausse notable des rendements. L'apport d'engrais azoté contribuerait à augmenter les rendements totaux d'environ 50% (Maclean, 1983).

Des recherches effectuées par (Teman et al, 1951) indiquent qu'en présence d'une même quantité de tubercules, des doses croissantes d'azote favorisent la formation des

tubercules de plus grandes dimensions.

### **5.1.3. Fractionnement des engrais et lessivage des nitrates :**

Le fractionnement des engrais à la plantation et au rechauffement a été proposé afin d'améliorer leur efficacité pendant la saison. Lorsque la totalité de l'engrais est appliquée à la plantation, en système irrigué, le coefficient d'utilisation de l'azote serait de 50% (Tyler, 1983 ; Westermann et *al*, 1988).

Le fractionnement pourrait augmenter ce coefficient de 10 à 15% (Roberts et *al*, 1991; Westermann et *al*, 1988).

D'autres recherches (Roberts et *al* 1982) ont démontré que le fractionnement pourrait engendrer des croissances secondaires et des déformations lorsque les engrais sont appliqués tardivement. Les apports d'azote après l'initiation de la tubérisation seraient donc à éviter.

Dans l'ensemble, le fractionnement des engrais n'améliore pas nécessairement le rendement, sauf en sols graveleux ou sableux à haut risque de lessivage (Giroux, 1982; Maclean, 1984; Porter et Sisson, 1993 et Reust, 1986).

Le principal objectif de cette pratique serait de réduire les pertes de nitrates par lessivage vers les nappes d'eau souterraines (Giroux, 1988; Joem et Vitosh, 1995).

## **5.2. Le potassium :**

### **5.2.1. Les différentes sources de fertilisants potassiques :**

(Westermann et *al*, 1994b) suggère que la fertilisation potassique peut être appliquée à la pomme de terre d'après les résultats de l'analyse du sol et les besoins de la culture sans tenir en compte la source de potassium. L'application de  $KNO_3$  est préférée dans des conditions de salinité du sol ou de l'eau d'irrigation.

Pour la pomme de terre de transformation, l'utilisation de  $K_2SO_4$  donne une teneur plus élevée en matière sèche et en amidon que le chlorure de potassium (Perrenoud, 1993).

### **5.2.2. Temps d'application de la fertilisation potassique :**

La pomme de terre a besoin de potassium dès le début de la croissance de plant à cause de son effet positif sur la croissance des racines, l'application du potassium à la plantation est recommandée (Roberts et Mc Dole, 1985).

La déficience en potassium se manifeste surtout à l'initiation des tubercules quand le

besoin en potassium est maximal et qui s'étend sur une période de 30 à 40 jours (Dahnke et Nelson, 1993).

Dans les sols sableux, le potassium peut être perdu par lessivage, il est recommandé d'appliquer le potassium en deux temps. Cette pratique peut donner les meilleurs résultats qu'une dose entière appliquée à la plantation (Grewal et *al* 1991b).

### **5.2.3. Rôle du potassium dans le processus physiologique de la plante :**

Le potassium joue un rôle important dans l'amélioration de l'état d'énergie de la plante, la translocation et le stockage des éléments assimilés et la maintenance de l'état hydrique dans les tissus (Marschner, 1995).

Le potassium n'est pas un élément incorporé dans les molécules de la plante à l'opposé de l'azote et le phosphate qui sont les constituants de protéines, d'acides nucléiques, de phospholipides, d'ATP, etc. Le potassium existe en prédominance sous forme d'élément libre ou d'un cation limité absorbé, et peut par conséquent être écarté facilement de la membrane cellulaire même de la plante entière (Lindhauer, 1985).

Cette grande mobilité dans la plante explique les principales caractéristiques physiologiques du potassium: c'est le principal cation impliqué dans la neutralisation des charges et le plus important élément inorganique actif (Clarkson et Hanson, 1980).

Le potassium joue un rôle important dans l'augmentation du taux de transport des nutriments (surtout saccharose et aminoacide) dans la sève élaborée (Herlihy, 1989). Ce rôle de potassium est relié à sa fonction dans la synthèse de l'ATP qui fournit l'énergie pour la translocation des produits de la photosynthèse des feuilles aux organes de réserves (Marschner, 1995).

La teneur en potassium dans les feuilles de la pomme de terre augmente avec l'augmentation du niveau de la fertilisation potassique et diminue avec la maturité des plantes (James et *al*, 1970 et Mc Dole, 1978).

D'après (Chapmen et *al*, 1992), les tubercules secs de pomme de terre contiennent 2 à 3,5% de K<sub>2</sub>O, ainsi que les parties aériennes en contiennent 1,6 à 4,7%. (Gunasema et Harris, 1971) ont démontré que le potassium favorise la photosynthèse. En plus, il est indispensable pour la formation de la chlorophylle. Le potassium intervient dans différents aspects de la physiologie de la plante (Marschner, 1995), il :

- Active plus que 60 enzymes
- Aide à la photosynthèse ;

- Favorise de hauts niveaux d'énergie ;
- Maintien la turgescence des cellules ;
- Régularise l'ouverture des stomates des feuilles

Stimule l'absorption d'eau ;

- Régularise la translocation des éléments nutritifs dans la plante ;
- Favorise le transport et le stockage des carbohydrates ;
- Améliore l'assimilation de l'azote et la synthèse des protéines

Stimule la synthèse d'amidon.

Ces fonctions multiples du potassium dans différents processus métaboliques conduisent à de nombreux effets positifs par un apport adéquat pour la pomme de terre, par conséquent, il :

- Augmente le rendement ;
- Augmente la proportion des tubercules commercialisables
- Augmente la taille des tubercules ;
- Diminue le noircissement interne et le cœur creux ;
- Diminue les dommages mécaniques de la pomme de terre
- Diminue les pertes de conservation ;
- Améliore la qualité de transport
- Étend la durée de vie ;
- Améliore la cuisson et la qualité de transformation industrielle ;
- Améliore la couleur de chips ;
- Améliore la résistance au froid, à la sécheresse et au stress hydrique
- Diminue l'incidence des maladies (*Phytophthora infestans*) ;
- Améliore l'efficacité d'utilisation de l'azote.

#### **5.2.4. Les effets de la fertilisation potassique sur le rendement :**

Le potassium augmente le rendement utile pour la transformation industrielle. Des recherches de fertilisation potassique menées sous des conditions idéales montrent que le poids frais des tubercules peut atteindre 100 t/ha (Ewing, 1997).

Les rendements commerciaux sont certainement plus bas mais peuvent atteindre 42 t/ha dans les Pays-Bas (FAO, 1998) tandis que le rendement est beaucoup moins faible dans les pays en voie de développement. L'augmentation du rendement est le résultat soit de l'application de nouvelles techniques agricoles, soit de leur amélioration d'où la fertilisation. Une dose non équilibrée en N-P-K, une faible dose de fertilisants et spécifiquement des

doses insuffisantes en potassium sont responsables de bas rendements.

Selon (Grewal et al, 1991), le rendement des tubercules peut être augmenté de 50% par suite à l'application d'une bonne fertilisation potassique.

Le rendement commercial est fonction de la production totale de la biomasse, de la présence de moisissure dans les tubercules et la proportion des tubercules acceptables sur le marché en terme de taille et l'absence de défection (Ewing, 1997).

Des bonnes opportunités existent pour l'augmentation du rendement et de la qualité de la pomme de terre par l'amélioration de la fertilisation. Comparée à d'autres cultures céréalières, la pomme de terre donne beaucoup plus de matière sèche en un cycle plus court (Singh et Trehan, 1998).

Selon Perrenoud (1993), un rendement de 37 t/ha exporte 113 Kg de N, 45 Kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et 196 Kg de K<sub>2</sub>O par hectare. Pour un rendement élevé, l'exportation des éléments nutritifs est trop élevée, par exemple dans un champ de pomme de terre commercial du cv. Russet Burbank, ayant un rendement de 79 t/ha, l'accumulation dans les tubercules est de 282 Kg/ha de N, 92 Kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et 384 Kg/ha de K<sub>2</sub>O (Fageria et al. 1997).

Certains chercheurs ont trouvé que le rendement en tubercules dépend de la fertilisation potassique dans les sols qui réagissent avec le potassium (Robert et al, 1984 ; Chapman et al, 1992).

Chamberland et Scott, (1968) ont montré que le rendement en tubercules de la pomme de terre ne semble pas être affecté par la fertilisation potassique, et par conséquent la réponse est presque nulle de la pomme de terre à cet élément.

De même Curwen, (1992) n'a trouvé aucune relation entre la fertilisation potassique et la production en poids frais de tubercules.

#### **5.2.5. Les effets de la fertilisation potassique sur la qualité des tubercules de pomme de terre :**

Les résultats des expérimentations indiquent que la fertilisation potassique a une influence sur la taille des tubercules, la teneur en matière sèche, la teneur en amidon, la gravité spécifique, la susceptibilité aux taches noires, le noircissement après cuisson, la teneur en sucres réducteurs, la couleur à la friture et la qualité de conservation (Perrenoud, 1993 ; Martin-Pevel, 1989).

L'importance du potassium dans la production de tubercules de qualité survient dans son rôle dans la synthèse des produits de la photosynthèse et leur transport dans les

tubercules et l'amélioration de leur conversion en amidon, protéines et vitamines (Mengel et Kirby, 1987).

Une carence en potassium affecte plusieurs processus métaboliques comme le taux de la photosynthèse, le taux de la translocation, le système des enzymes et le taux de la respiration (Marschner, 1995 ; Mengel, 1997).

La conséquence est une réduction de la croissance de la plante et par suite de la qualité des tubercules. Les influences du potassium sur la qualité peuvent être indirectes comme un résultat de son interaction positive avec les autres éléments (surtout avec l'azote) et les pratiques culturales (Ushrwood, 1985).

Cette énergie est recommandée pour tous les processus de synthèse de la plante résultant une production des carbohydrates, protéines et lipides qui sont parmi les paramètres indicateurs de la qualité des cultures. Le haut niveau d'énergie dans les plantes fourni par le potassium stimule aussi la synthèse des métabolites secondaires comme la vitamine C (Mengel, 1997).

#### **5.2.5.1. Calibre des tubercules :**

Normalement le potassium augmente aussi bien la moyenne du calibre, l'homogénéité de la production et la proportion des tubercules commercialisables (Archer, 1976).

#### **5.2.5.2. Teneur en matière sèche :**

Le potassium stimule les mécanismes d'absorption de l'eau dans les tubercules, alors il affecte la teneur en eau dans les tubercules. Une concentration élevée en potassium dans les tubercules de plus que 2 % de poids sec peut amener à une teneur normale en eau et une teneur en matière sèche moins faible (Bergmann, 1992).

Le potassium stimule la photosynthèse et favorise la circulation et le stockage des carbohydrates dans les tubercules. Le potassium accélère le transfert par la sève des métabolites issus de la photosynthèse. L'accumulation et la production de matière sèche seront améliorées (Gunasema et Harris, 1971).

L'application du potassium réduit en général la teneur des tubercules en matière sèche, mais son effet est moins remarquable que celui de l'azote. Les moyennes de matière sèche obtenues à partir de 9 expériences (Ekeberg, 1972).

Une teneur excessive en potassium provoque une augmentation de la teneur en eau et par suite une diminution de la teneur en matière sèche. D'autre part, des concentrations basses

en potassium diminuent la teneur en matière sèche dans les tubercules par une réduction métabolique de la formation d'amidon et des produits de la photosynthèse nécessaires pour la croissance (Westerman et *al.* 1994b).

#### **5.2.5.3. Teneur en amidon :**

Le potassium est le cation le plus efficace dans l'activation de l'enzyme qui catalyse l'incorporation de glucose dans une longue chaîne de molécules aboutissant à la synthèse d'amidon (Mengel et Kirby, 1987).

Tandis que des doses très élevées de potassium peuvent réduire la teneur en amidon tout en augmentant la teneur en eau dans les tubercules (Martin-Prevel, 1989).

#### **5.2.5.4. Teneur en sucres réducteurs :**

Dans le but d'obtenir de chips avec une couleur désirable, la teneur en glucose et fructose de la pomme de terre ne doit pas dépasser 0,25 % (Perrenoud, 1993).

La déficience en potassium change le métabolisme des carbohydrates avec des conséquences négatives comme l'accumulation des carbohydrates solubles et une diminution de la teneur en amidon (Mengel et Kirby, 1987).

L'accumulation des sucres réducteurs et la diminution de la teneur en amidon sont la cause d'une couleur sombre indésirable des chips résultant de l'application de faibles doses en potassium (Perrenoud, 1993 ; Usherwood, 1985 et Martin-Prevel, 1989).

#### **5.2.5.5. Teneur en vitamines :**

Une concentration forte en potassium conduit habituellement à une augmentation de la concentration en acide organique, possédant aussi un effet bénéfique sur la teneur en acide ascorbique (Bergmann, 1992).

#### **5.2.5.6. Peau et chair des tubercules :**

Le potassium favorise la circulation et le stockage des substances qui contribuent à la coloration et à la constitution de la chair et de la peau des tubercules (Kiralay, 1970).

#### **5.2.5.7. Gravité spécifique des tubercules :**

Yungen et *al.*, (1958) a noté que la fertilisation potassique n'a pas apporté des effets bénéfiques sur la gravité spécifique.

Il est évident que la fertilisation potassique en général, réduit la gravité spécifique (Therman *et al.* 1953 ; Carpenter *et al.*, 1965; Schippers, 1968 ; Mc Dole, 1978 et Locacio *et al.*, 1992), surtout si elle est appliquée en excès du besoin de la plante pour cet élément (Berger *et al.*, 1961).

#### **5.2.5.8. Noircissement interne et le cœur creux des tubercules :**

Le noircissement interne (noircissement enzymatique, brunissement, ou taches noires) est responsable de pertes significatives après la récolte. Le pigment responsable de la coloration noire est un complexe formé à partir d'un phénol (acide chlorogénique) et du fer contenu dans les tubercules à la suite de l'oxydation par l'oxygène de l'air (Martin-Prevel, 1989).

Il est évident que le potassium réduit la susceptibilité au noircissement interne (Roberts et Mc Dole, 1985).

Le cœur creux consiste en des cavités dans les tubercules avec des tissus bruns nécrotiques (Bergmann, 1992 ; Nelson, 1970 ; et Jackson et Mc Bride, 1986) ont trouvé que l'application potassique réduit l'incidence du cœur creux.

#### **5.2.5.9. Blessures du gel :**

Les plantes recevant des quantités inadéquates de potassium sont souvent plus susceptibles aux dommages du gel (Marschner, 1995).

La diminution de la sévérité du gel est attribuée à de nombreux facteurs physiologiques et morphologiques comme des racines profondes et saines, de larges vaisseaux de xylème, de teneur élevée en sucres et en carbohydrates, une transpiration et une perte en eau réduite (Kemmler et Krauss, 1989).

Une dose adéquate en potassium peut augmenter le potentiel osmotique dans les vacuoles des cellules et par conséquent la tolérance au froid. Il est recommandé de garder une dose élevée en potassium dans le sol et dans la plante dans le but d'augmenter la teneur en carbohydrates qui peuvent réduire les dommages des tissus de la plante dans le cas d'une exposition au froid (Kafkafi, 1990).

Grewal et Singh, (1980) ont trouvé une relation inverse entre la teneur en potassium dans les feuilles et le pourcentage des dommages foliaires causés par le gel dans 14 champs expérimentaux.

Une augmentation de l'application de potassium augmente la teneur en cet élément dans les feuilles qui, à son tour, réduit les dommages du gel. Une autre expérimentation montre que l'application de 200 Kg par hectare de K<sub>2</sub>O réduit les dommages du gel de 38 % à 7 % (Perrenoud, 1993).

#### **5.2.5.10. État sanitaire de la plante :**

Le rôle du potassium dans l'augmentation de la résistance de la pomme de terre aux maladies causées par les bactéries et les champignons a été revu par (Perrenoud, 1990).

En général, l'application du potassium améliore l'état sanitaire et la vigueur des plantes tout en diminuant les conditions d'infection (Perrenoud, 1993).

Le potassium favorise dans la plante la synthèse de complexes inhibiteurs de maladies comme les phénols, les auxines..., autour des sites d'infection des plantes résistantes. L'application des doses insuffisantes de potassium accumule l'azote organique et provoque l'arrêt brusque des phénols qui possèdent des propriétés anti-fongiques (Kiraly, 1976).

Dans la pomme de terre, la fertilisation potassique diminue l'incidence des maladies sévères comme le mildiou (*Phytophthora infestans*), la fusariose (*Fusarium ssp.*), la galle poudreuse (*Spongospora subterranea*) et l'alternariose (*Alternaria solani*) (Perrenoud, 1993 ; Marschner, 1995).

#### **5.2.6. Les effets de la fertilisation potassique sur la durée de vie :**

Le potassium améliore la conservation et la qualité de transport des pommes de terre et étend leur durée de vie (Martin-Prevel, 1989 ; Perrenoud, 1993).

Les effets de potassium sur la durée de vie sont favorables d'une façon dominante, d'une part par le ralentissement de la sénescence et d'autre part à travers la diminution de l'incidence de nombreuses maladies physiologiques (Martin-Prevel, 1989). L'application du potassium réduit les pertes des tubercules conservés, ceci est relié à la réduction de l'activité du catalase et l'enzyme de peroxydase (Perrenoud, 1993).

En Inde, l'application du potassium tend à réduire graduellement la perte en eau des tubercules de 20% à 16% (Grewal et *al*, 1991b).

Les pertes en matière sèche atteignent 5,6 % avec une dose de 100 Kg par hectare de K<sub>2</sub>O tandis qu'elles sont de 20,3 % sans aucune application potassique (Perrenoud, 1993).

### **5.3. Phosphore :**

L'ajout annuel des quantités considérables de phosphore dans les champs ont eu pour effet d'augmenter les réserves en P total et disponible du sol (Berger *et al.*, 1961; Lorenz et Vittum, 1980; Mc Collum, 1978), d'où intérêt d'avoir des recommandations en phosphore tenant compte davantage de la quantité de phosphore disponible et de l'acidité du sol.

#### **5.3.1. Sources de phosphore :**

La source de phosphore devient un critère de sélection important pour obtenir une nutrition phosphatée adéquate. A fortes doses, le phosphate bi ammoniacal s'est montré aussi efficace que les superphosphates (Giroux *et al.*, 1984).

L'utilisation de PBA a même permis d'atteindre un rendement maximal en utilisant une dose moindre d'engrais comparativement aux superphosphates et aux phosphates monoammoniacals (Giroux *et al.*, 1984).

L'utilisation du PBA favorise une hausse du pH dans la bande d'incorporation durant les quelques jours suivant son application. Cela a pour effet de diminuer la solubilisation de l'aluminium et du fer pour un cours laps de temps (Tisdale et Nelson, 1975).

Par contre, la présence d'ammoniac libre en excès pourrait causer une tension de vapeur suffisamment grande pour nuire à l'émergence des plantules de pommes de terre. Cet effet est amplifié par l'utilisation de l'urée avec le PBA (Chang *et al.* 1984 ; Maclean, 1983).

Maclean, (1983) n'a observé aucune croissance anormale des plants de pomme de terre lorsque l'engrais se retrouvait à 5 cm sous la semence et à 5 cm à côté de celle-ci.

#### **5.3.2. Besoins en phosphore :**

Il aurait aussi un effet favorable sur la tubérisation et la maturation des tubercules (Dubetz et Bole, 1975; Giroux, 1993; Westermann, 1993).

La fertilisation phosphatée pourrait améliorer l'épaisseur du périoderme des tubercules (Giroux, 1993) en plus d'augmenter leur calibre (Birch *et al.*, 1967; Lorenz et Vittum, 1980).

L'utilisation d'azote sous forme ammoniacale s'est avérée très bénéfique pour l'absorption du phosphore dans le maïs (Miller *et al.* 1970).

Soltanpour (1969b), est parvenu aux mêmes conclusions dans le cas de la pomme de terre.

Il existe une forte interaction entre N et P. car une déficience en phosphore provoque une sénescence prématurée et diminue l'absorption d'azote (Westernmann et *al.* 1988 et Roberts et *al.* 1991).

Les plants de pommes de terre absorberaient près de 22 kg /ha de phosphore environ 18 kg P/ ha se retrouvent dans les tubercules à la récolte (USDA, 1974. cité par Harris, 1978).

Ces résultats confirment ceux de (Carpenter, 1957 ; Mc Collum, 1978 et Soltanpour, 1969a).

Même pour une culture aussi exigeante que la pomme de terre, la quantité de phosphore requise pour maintenir une productivité maximale est relativement modeste, une fois la déficience du début de saison éliminée (Mc Collum, 1978).

### **5.3.3. Fertilisation et rendements :**

Le phosphore a une influence considérable sur les rendements (Chamberland et Campagna, 1969; Carpenter et Murphy, 1965).

Dans toutes les expériences réalisées par (Terman et *al.*, 1952), la meilleure réponse était atteinte avec les premiers 45 - 90 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ ha d'engrais phosphatés.

Black et Cairns, (1958) ont remarqué une augmentation des rendements jusqu'à 224 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ ha en sol pauvre et aucune réponse en sol riche.

## **6. Exigences hydriques:**

L'irrigation peut donc avoir un sérieux intérêt. Mais elle doit bien être conduite. Un excès d'eau peut être néfaste en diminuant la richesse en fécula et en favorisant le développement du mildiou et de la pourriture. (Moule, 1972).

## **7. Mise en place de la culture :**

### **7.1. Préparation du sol :**

La terre doit être sans motte afin de faciliter les opérations d'arrachage mécanique et de triage. Compte tenu de ces objectifs, la préparation dépendra essentiellement de la nature du sol. Au-dessus d'un pourcentage d'argile (18 à 25 %), les labours d'hiver sont indispensables ; ils doivent être dressés, motteux, pour que le gel puisse descendre profondément. Les labours de printemps conviennent essentiellement aux sols sablonneux ou limoneux. (Anonyme, 1982).

Le choix des outils est fonction du type de sol et de l'état de la surface après labour. D'une manière générale, les cultivateurs à dents vibrantes sont mieux adaptés aux premières reprises de labour. Ils aèrent le sol tout en laissant un léger micro relief (Anonyme, 1993).

## **7.2. Fumure :**

### **7.2.1. Fumure organique:**

Les quantités à épandre varient en fonction de la richesse du sol en matière organique et du précédent cultural :

- Terres riches en matière organique : 20 à 35 t/ha
- Terres normalement pourvues : 25 à 30 t/ha

Les trois éléments N.P.K sont fournis par le fumier, mais en quantité insuffisante. Pratiquement, une tonne de fumier bien décomposé apporte, en moyenne :

- 1 à 2 kg d'azote.
- 2 à 3 kg d'acide phosphorique.
- 3 à 5 kg de potasse (Anonyme, 1982).

### **7.2.2. Fumure minérale :**

En terre pauvre, la seule fumure d'entretien est insuffisante. Il est nécessaire de la compléter en tenant compte des conseils donnés par les laboratoires d'analyses de sol.

Dans tous les cas, l'azote qui, en favorisant la croissance du feuillage puis le grossissement des tubercules, a la plus grande influence sur le rendement (Anonyme, 1982).

Elle doit être raisonnée à partir de la teneur en éléments fertilisants du sol et des besoins de la plante. La fumure type à préconiser est la suivante : 120 U de N, 180 U de P, 180 U de K. Cet engrais peut être apporté de la façon suivante : 3/4 avant la reprise du labour et 1/4 en localisation dans la raie au moment de la plantation (Anonyme, 1993).

## **7.3. Préparation du plant :**

La durée de pré germination est en moyenne de 30 à 60 jours. On conseille aussi de traiter les semences de pomme de terre contre les attaques de rhizoctone par le trempage des tubercules dans une bouillie fongicide (Anonyme, 1993).

#### **7.4. La plantation :**

Elle doit suivre immédiatement les opérations de préparations du sol afin d'éviter le dessèchement du sol par le soleil et son tassement par les pluies (Anonyme, 1993).

##### **7.4.1. Epoque de plantation**

Elle est fonction de la zone de production, de la nature des sols, des conditions climatiques et de la variété choisie. Pour la production de pomme de terre d'arrière saison qui intéresse les zones sahariennes, la période de plantation est fin août début septembre (Anonyme, 1993).

Par ailleurs, le choix de la date de plantation est susceptible d'avoir une incidence sur le comportement végétatif de la culture et sur le rythme de tubérisation : les basses températures sont favorables au développement des stolons et à l'initiation des tubercules ; les températures élevées agissent à l'inverse en favorisant la croissance du feuillage (Anonyme, 1982).

##### **7.4.2. Densité de plantation :**

D'une façon générale, on recommande une densité moyenne de 40.000 plants à l'ha, en vue de la mécanisation de cette opération. Les écartements seront :

- 75 cm entre rangs.
- 30cm entre plants (Anonyme, 1993).

##### **7.4.3. Profondeur de plantation :**

Celle-ci est très importante car elle a des répercussions sur la rapidité de la levée, sur la résistance à la sécheresse et à la qualité des tubercules (verdissement), les tubercules doivent être recouvertes de 5 à 10 cm de terre (Anonyme, 1993).

#### **8. Conduite de la culture :**

##### **8.1. Fertilisation d'entretien:**

Dans tous les cas, c'est l'azote qui, en favorisant la croissance du feuillage, la formation, puis le grossissement des tubercules a la plus grande influence sur le rendement (Anonyme, 1982).

## **8.2. Buttage:**

Le buttage favorise la tubérisation, évite le verdissement des tubercules et facilite leur arrachage. Il limite aussi les risques de contamination des tubercules par le mildiou. Le buttage doit suffisamment précoce pour ne pas perturber la tubérisation et limiter ainsi la précocité ou le rendement, mais suffisamment tardif puisqu'il sera la dernière façon de nettoyage du sol (Soltner, 1979).

Le buttage a vu souvent son intérêt contesté. Il a l'avantage de ramener de la terre meuble autour des plants, d'accroître le nombre et la vigueur des racines. Mais on lui reproche de favoriser le dessèchement du sol et de nuire ainsi à une bonne alimentation en eau des plantes (Moule, 1972).

## **8.3. Irrigation:**

L'approvisionnement régulier de la pomme de terre en eau constitue certainement le facteur le plus important d'amélioration du rendement et de la qualité des tubercules. Pratiquement, on peut distinguer, en fonction du développement de la plante, trois périodes:

De la levée à l'initiation des tubercules: les quantités d'eau à apporter sont peu importantes et un léger déficit peut permettre une meilleure exploration du sol par les racines.

A l'initiation des tubercules: des arrosages fréquents mais légers augmentent le nombre de tubercules commercialisables.

Du début de la tubérisation au demi-grossissement des tubercules: c'est la période la plus critique. Afin d'éviter tout accident physiologique, il est nécessaire de renouveler les apports d'eau de telle sorte que la RFU ne soit jamais épuisée, sans laisser flétrir les plantes.

En fin de végétation la prolongation des arrosages n'est pas souhaitable car elle peut entraîner un retard de maturité.

La dose ne doit pas excéder le RFU de la couche exploitée par les racines : des excès d'eau peuvent entraîner une diminution de rendement et faciliter le développement de maladies cryptogamiques (Bernard Le Clech, 1999).

## **8.4. Le défanage:**

La destruction des fanes, effectuée par pulvérisation de défanants, est obtenue en quelques jours. Le défanant est un produit chimique utilisé sur certaines cultures pour arrêter la végétation. L'acide sulfurique, le chlorate de sodium, le dinitrobenzène, le D.N.O.C.

(Herbicide d'origine française , appartenant au groupe des dérivés du benzène ), diaquat, sont des défanants (Anonyme, 1981).

Le défanage a notamment pour objectif de faciliter l'arrachage mécanique, d'arrêter de façon radiale la végétation afin d'empêcher le grossissement des tubercules mais aussi de permettre la formation de liège épidermique afin de renforcer leur résistance l'accumulation de matière sèche et le grossissement exagéré des tubercules.

- Permettre l'épaississement de l'épiderme des tubercules qui se forme d'une phase en terre la date de défanage et la récolte.
- Protège la récolte contre des attaques massives de mildiou.
- Détruire un certain nombre d'adventice qui pourrait gêner la récolte.
- Réduire les contaminations virales dans le cas d'une culture de plants.

(Anonyme, 1995).

### **8.5. Désherbage :**

Le désherbage chimique set le moyen le plus efficace pour lutter contre les mauvaises herbes. Il doit être effectué avant la levée ou plus tard au moment de la levée (5 mm de hauteur). Le produit le plus couramment utilisé est le Sencor (Metribusine) à raison de 1 kg dans 500 l d'eau/ha. Il doit être effectué par temps calme (Anonyme, 1993).

### **8.6. Récolte – Rendement :**

Il faut récolter tôt dès que la peau des tubercules est formée 10 à 15 jours après le défanage. La récolte peut être manuelle ou mécanique par la conduite des arracheuses dont le réglage doit être effectué par la spécialiste. Par ailleurs, il faut éviter toute récolte par grande chaleur ; il vaut mieux commencer de bonne heure et arrêter la récolte avant la grande chaleur de l'après midi. Les rendements optimum en arrière saison sont de 180 à 200 Qx / ha (Anonyme, 1993).

## Chapitre 2 : généralité sur l'irrigation

### 1. Introduction

L'irrigation se pratique là où les apports naturels d'eau ne suffisent pas à assurer la croissance végétale. C'est dire qu'elle joue un grand rôle dans les régions arides ou semi-arides caractérisées par des précipitations faibles et irrégulières, un abondant rayonnement incident, des températures et des taux d'évaporation élevés durant l'été où tout le long de l'année, une faible humidité atmosphérique et des vents le plus souvent forts (Armitage, 1986).

Pour comprendre la pratique de l'irrigation, il est essentiel de bien connaître les rapports entre les végétaux, le sol et l'eau atmosphérique (Le Houerou, 1990).

La circulation de l'eau à l'intérieur du sol est soumise aux forces mécaniques et moléculaires et dépend du taux d'infiltration de l'eau de pluie ou d'irrigation dans le sol. La réduction de l'humidité du sol au-dessous de la capacité capillaire peut conduire, selon les propriétés physiques, à un flétrissement temporaire, ensuite permanent. La quantité d'eau absorbée par une plante dépend (El-Karaoui, 1977):

- des caractéristiques chimiques et de l'état dynamique de l'eau qu'elle contient,
- du potentiel hydrique à la surface des racines
- et de l'efficacité du système racinaire.

C'est la transpiration à la surface des feuilles qui provoque l'ascension de l'eau à l'intérieur des feuilles de la plante à partir des cellules du xylème, elles-mêmes alimentées par le système racinaire. Ce processus est tributaire des conditions atmosphériques. Les données climatiques peuvent servir à prévoir le degré d'humidité du sol, l'évaporation possible, l'évapotranspiration et par conséquent, l'excès et le manque d'humidité du sol (Armitage, 1986).

La structure qui peut être modifiée par la façon culturale, et la texture du sol influent sur la perméabilité et la capacité de rétention du sol. Les caractéristiques chimiques et physiques des sols et la circulation des solutés sont étroitement liées. Il est important de déterminer la meilleure combinaison entre la quantité d'eau d'irrigation et la teneur en sel de cette dernière (Barabas, 1983 ; Dialeman, 1974 ; Framji, 1983).

### 1.1. Principes fondamentaux de l'irrigation :

#### 1.1.1. Relation entre les plantes, le sol, et l'eau atmosphérique :

Donnen (1972) in Armitage, 1986; a défini l'irrigation et sa gestion ainsi que la

manipulation des relations existantes entre les plantes, le sol, et l'eau.

La nature de cette interdépendance et les influences atmosphériques ainsi que les processus mis en cause ont fait l'objet d'un grand nombre d'études scientifiques, donc certains ont été résumés par Fuchs (1973), Gairon (1973), Gairon et Hadas (1973) Plaut et Moreshet(1973), Ayers et Westcot (1976) in Armitage, 1986 pour établir des règles relatives à l'évaluation de l'eau. L'eau du sol est soumise à un ensemble de forces mécaniques et moléculaires liées à la gravité, à la présence des solutés et aux interactions existants entre cette eau et les parois des cavités dans lesquelles elle circule. Ce sont ces forces qui font que l'eau est absorbée, retenue, transportée à l'intérieur même du sol, drainée, puisée par les plantes, rejetée par la transpiration où perdue par évaporation.

#### **1.1.1.1. L'eau et le sol :**

L'eau peut se mouvoir de trois façons dans un profil pédologique :

- de haut en bas, après une inondation, une aspersion, ou une pluie
- de bas en haut, en provenance d'une nappe phréatique
- horizontalement

Ces déplacements sont influencés par la texture et la structure du sol. Lorsque l'apport d'eau dépasse la capacité d'infiltration, l'excédent s'accumule et peut par la suite se libérer par ruissellement ou en provoquant une inondation. C'est en mesurant le volume d'eau retenu par le sol après évacuation de cet excédent que l'on obtient ce qu'on appelle la capacité au champs atteinte deux à cinq jours après la fin de l'irrigation (Armitage,1986).

La structure et la texture d'un sol influent sur l'infiltration et la capacité de rétention de l'eau, comme le montre le tableau 02.

**Tableau 02 :** La vitesse d'absorption en fonction de la texture du sol

<b>vitesse d'absorption cm/heure</b>	<b>capacité de rétention *</b>	<b>Type de sol</b>
3,8 -7,5	2,5	<b>Sablonneux</b>
0,8 -2,5	5 -6,5	<b>Limoneux</b>
0,3 -0,8	4 -6	<b>Argileux</b>

\*Source: Thomas et al, (1981) In Armitage, 1986.

\*Centimètre d'eau par 30cm d'épaisseur de sol.

### **1.1.1.2. L'eau et la plante :**

Lorsque l'eau du sol se dissipe par évapotranspiration, il arrive un moment où la plante commence à se flétrir. On désigne par premier flétrissement la teneur en eau à laquelle seules les anciennes feuilles ont subi un flétrissement définitif, les jeunes feuilles pouvant retrouver leur vigueur. Si la plante entière flétrit de façon irréversible, on parle de point de flétrissement permanent.

Le volume d'eau absorbée par la plante dépend :

- des caractéristiques physico-chimiques de l'eau.
- des qualités dynamiques de l'eau dans le sol.
- de la quantité d'eau dans la plante.
- de la nature de l'eau.
- de la portée et l'efficacité du système racinaire.

Par ailleurs certains facteurs peuvent être améliorés par la pratique culturale qui intervient dans le développement des racines :

- la densité et le compactage du sol.
- la quantité d'eau et d'oxygène présente dans le sol.
- la quantité d'azote, de phosphore et de potassium disponible.

On considère que la force assurant le transfert de l'eau aux cellules racinaires est le gradient du potentiel entre l'eau du sol et l'eau à la surface des racines. C'est-à-dire, en se dirigeant vers une racine l'eau se déplace le long d'un gradient de potentiel dégressif. Pour compenser les pertes d'eau par évaporation dans l'atmosphère, processus déclenché dans les cellules parenchymateuses des feuilles, mettant en cause la stomate et la cuticule, la plante absorbe de l'eau en phase liquide afin de maintenir ses tissus en état de saturation (Artimage, 1986).

Thorntwaite et Hare (1955) in Artimage, 1986, ont montré comme il est possible à partir de ces concepts et de la notion d'évaporation potentielle, de prévoir le degré de l'humidité du sol ainsi que les valeurs de l'excédent ou le déficit hydrique en se basant sur des données climatiques.

### **1.1.2. Irrigation et propriétés du sol :**

#### **1.1.2.1 Irrigation et propriétés physiques :**

Les proportions de sable, de limon, d'argile déterminent la texture du sol qui influence le degré d'infiltration et la capacité de rétention de l'eau qui sont des

éléments nécessaires pour établir la fréquence de l'irrigation et la quantité d'eau à apporter.

La structure du sol est définie selon le mode d'agencement et de réunion de particules et d'agrégats. Elle joue un rôle dans la perméabilité, la capacité de rétention de l'eau et l'aération ainsi que la pénétration des racines. Pour l'irrigation, on préfère les sols à structure granuleuse ou grenue. Ce type de structure se détériore suite :

- au compactage du sol
- à une culture à l'état humide
- ou à une culture trop intensive.

Cette détérioration est due aussi à une accumulation des sels de sodium qui dispersent les agrégats argileux abaissant le taux d'infiltration et rendent le sol imperméable (Ali (1960), Donnen (1972), Yaron et Vink (1973) in Armitage, 1986).

#### **1.1.2.2. Irrigation et propriétés chimiques :**

Dans le but de l'irrigation, les propriétés chimiques du sol ont été étudiées par (Bresler, 1973; Kalkafi, 1973; Meiri et Levy, 1973; Shainberg, 1973; Yaron et Shainberg, 1973 in Armitage, 1986). Ces études mettent en évidence les relations dynamiques existantes entre les ions échangeables présents dans les solutions colloïdales. Par exemple: Une irrigation pratiquée avec de l'eau de mauvaise qualité peut perturber l'équilibre existant entre le complexe argilo-humique et la solution du sol, et avoir par conséquent des répercussions néfastes sur les propriétés des sols. C'est ainsi qu'un apport d'eau salée peut amener le remplacement de Calcium et de magnésium (principaux cations présents) par le sodium, au niveau du complexe d'échange. La structure du sol se modifie, les agrégats se fragmentent et se dispersent, d'où réduction de l'infiltration et de la perméabilité.

#### **1.1.3. Irrigation et topographie :**

La topographie est un facteur d'une grande importance pour ce qui est du choix de la méthode d'irrigation, de la conception du projet, du fonctionnement du système et du coût qui s'y attache. Elle y intervient dans les processus hydrologiques comme le ruissellement, l'infiltration, la sédimentation, le drainage. Elle joue un rôle dans la pédogenèse en influant sur :

- la répartition de la matière transportée par l'eau.
- les mouvements des solutés.
- l'illuviation des matières argileuses.

La topographie constitue, par sa relation avec force de gravité, un élément fondamentale de l'irrigation ; précisément dans les réseaux d'irrigation par gravité où la distribution de l'eau est contrôlé par le relief lui-même et non par les moyens mécaniques. La conception de tels réseaux doit tenir compte de la topographie et des caractéristiques du sol :

- plus la texture est fine et plus le gradient de la pente sur laquelle l'eau peut couler sans risque d'érosion de la surface est accentué.
- plus la pente est faible et le sol fin, plus la rigole peut être longue sans qu'il y ait d'infiltration excessif dans la zone d'apport d'eau (Kramer, 1949 ; Rawitz, 1973 in Armitage, 1986).
- le nivellement du sol est une opération qui ne peut modifier la pente naturelle du terrain (Donnen 1972 ; Rawitz, 1973 in Armitage, 1986).

#### **1.1.4. Les systèmes d'irrigation :**

Tout système d'irrigation a pour fonction d'assurer de l'eau depuis une source jusqu'à la zone à arroser pour mouiller le système racinaire de plantes cultivées. Il faut savoir qu'un système d'irrigation doit assurer la rentabilité économique maximale ; doit permettre de réduire au minimum les pertes d'eau et veiller à maintenir la production en empêchant l'érosion, la dégradation de la structure du sol, la salinisation et l'élévation de la nappe phréatique.

Ces quatre exigences dépendent de nombreux facteurs différents qui peuvent être pertinents :

- l'étendue et la nature de la source d'eau
- la qualité de l'eau
- la profondeur et la qualité de l'eau souterraine
- le coût du matériel
- les conditions du terrain
- la main d'œuvre et la préparation du sol
- la disponibilité et la compétence de la ressource humaine.

Les principales méthodes de distributions sont :

- l'irrigation par gravité
- l'irrigation par aspersion
- et certains systèmes spéciaux.

#### **1.1.4.1. Irrigation par gravité :**

Dans les systèmes d'irrigation par gravité (Bossahard, 1966; France, 1969,1977; Rawitz, 1973;Booher, 1974 in Armitage, 1986); la distribution est gouvernée par la terre irriguée plutôt que par les appareils mécaniques. Il existe quatre types:

- l'irrigation inondée
- l'irrigation par calant
- l'irrigation par cuvettes
- l'irrigation par rigoles

#### **a. L'inondation incontrôlée est la moins efficace des méthodes :**

On l'emploie surtout pour les pâturages vivaces et les cultures de foin qui protègent le sol contre l'érosion; méthode appliquée en foresterie irriguée (Armitage, 1986).

#### **b. La méthode d'arrosage par calant (ou à la planche):**

Des billons ou des bourrelets de terre guident la lame d'eau qui s'écoule le long de la pente sur des planches de terre. Cette méthode exige une préparation minutieuse pour assurer la stabilité du sol .Elle s'applique surtout à des sols profonds perméables, à textures moyennes. Il est nécessaire d'aménager un fossé de drainage pour évacuer l'excès d'eau. La quantité d'eau déversée doit être relativement grande et la pente du terrain uniforme et parallèle aux billons.

Cette méthode semble s'adapter aux utilisateurs agro/arboriculteurs, elle permet de planter des rangés d'arbres sur les billons selon la largeur de celui-ci (Armitage, 1986).

#### **c. La méthode d'irrigation par cuvettes :**

Elle est simple et facile à contrôler, on divise les champs en petites unités, la surface de chacun étant nivelée ; une fois les cuvettes remplies, l'eau s'infiltré dans le sol et l'excédent est évacué. Cette méthode sert pour le lessivage, le plus souvent est utilisé pour les petites plantations à faibles écartements et à haut rendement des sols peu poreux (Armitage, 1986).

#### **d. L'irrigation par rigoles :**

L'eau est amenée dans des canaux transversaux ou longitudinaux à la pente du champ et s'infiltré dans le sol par les cotés et le fond de rigoles. La méthode d'irrigation par

rigole ne baigne pas toute la surface du sol ; elle dépend du mouvement latéral de l'eau à partir des rigoles. Elle nécessite un entretien périodique des rigoles. (Bossahard, 1966; France, 1969; Booher, 1974 in Armitage, 1986).

#### **e. L'arrosage à la raie :**

C'est une méthode d'irrigation qui combine l'écoulement d'eau à la surface et l'irrigation par rigoles grâce à des rigoles parallèles et peu profondes d'où l'eau déborde.

Les principaux avantages des méthodes d'irrigation par gravité sont une mise de fond modeste; inutilité d'une source d'eau sous pression ; des coûts de main d'œuvre souvent faibles. Parmi les inconvénients, on peut citer :

- L'enlèvement des couches arables, d'où baisse de la fertilité du sol.
- Les petits défauts de conception peuvent avoir des conséquences néfastes (Bossahard, 1966; France, 1969; Booher, 1974 in Armitage, 1986).

#### **1.1.4.2. Arrosage par Aspersion :**

Les systèmes d'arrosage par aspersion sont utiles surtout dans les régions à topographie irrégulière où il est impossibles de niveler le terrain, sur de terrains à pente irrégulière et lorsqu'on désire apporter des quantités faibles d'eau en peu de temps. Tous les systèmes d'arrosage par aspersion comprennent :

- Une source d'eau sous pression
- Un système de canalisation qui amène l'eau au point d'arrosage.
- Et des ajustages assurant le débit du jet d'eau. Il existe trois types de distribution :
  - Le premier comprend des canalisations de distribution enterrées donc fixes.
  - Le deuxième type est semi permanent et ressemble au premier sauf que la canalisation latérales sont amovibles : soit individuellement; soit par jeu de tuyaux.
  - Le troisième type, l'on observe que tous les composants y compris les pompes sont portatifs. Les dispositifs de décharges se regroupent en trois types aussi :
    - Les arroseurs statiques
    - Les rampes d'arrosage
    - Les arroseurs rotatifs.

Les systèmes à arroseurs peuvent être employés

- Sur de terrains à topographie irrégulière sans besoin d'un nivellement.
- Lorsque la nappe phréatique est élevée.

- Lorsque l'horizon près de la surface est compact.
- Sans augmenter la salinité du sol.

D'autre part il est facile de régler la quantité d'eau, et la fréquence d'arrosage pour éviter le ruissellement et la percolation profonde. Mais, les vents peuvent perturber l'uniformité d'arrosage et causer une percolation locale profonde et des pertes par l'évaporation :

- par déviation de l'eau
- ou par effet de pulvérisation.

Il faut noter que le feuillage de certains espèces végétales tolère mal ce type d'arrosage surtout si l'eau d'irrigation à une teneur en bicarbonate élevée et qu'elle est appliquée lorsque l'humidité atmosphérique est faible par suite l'évaporation sur les feuilles est rapide (Donnen, 1972 ; Shmueli, 1973 ; Arar, 1975 ; Ayers et Westcot, 1976 in Armitage, 1986).

#### **1.1.4.3. Les systèmes localisés :**

Les systèmes d'irrigation localisés regroupent les diverses systèmes d'irrigation : Le système goutte à goutte au moyen de baveurs, de goutteurs, de juteurs...ne mouillent pas la partie du sol qui se situe à la base de la plante et autour du système racinaire. Ils se caractérisent par un apport faible et lent d'eau à l'horizon racinaire au moyen de tuyaux de distribution munis d'orifices ou de buses soit enterrés, soit placés au dessus de la surface du sol (Vermeiren et Jobling, 1980 in Armitage, 1986).

Les composantes de base sont une alimentation d'eau sous pression, une tête de réglage, une canalisation principale, des canalisations latérales, des distributeurs, une pompe et des réservoirs. L'eau est distribuée en petites doses :

- soit goutte à goutte.
- soit en filets ; la pression de l'eau peut être légèrement supérieure ou inférieure à la pression atmosphérique qui s'exerce sur la canalisation (Heller et Bresler, 1973; Wood et al, 1975; Thomas et al, 1981. France et Seti, 1975, cités par Armitage, 1986).

L'irrigation localisée a été utilisée avec succès :

- arrosage à l'eau salée dans les zones désertiques.
- dans les plantations de brise vents dans les grandes plaines et régions arides.
- terrains ondulants de terrasse alluviale.

Ce type de système s'applique dans les régions où les conditions climatiques, la qualité, la quantité de l'eau rendent l'agriculture presque impossible.

#### **1.1.4.4. Réponses à l'irrigation :**

L'un des objectifs pour l'agriculteur est de chercher à mieux comprendre l'impact de la qualité de l'eau sur le sol et la plante et à choisir, dans les conditions réelles d'utilisation, les solutions qui conviennent pour parer aux problèmes de qualité de l'eau qui risquent de nuire à la production.

En zone aride et semi-aride, l'irrigation des sols nécessite un apport d'eau supérieur au besoin des cultures. Ce volume excédentaire lessive les sels et les repousses en profondeur. La méthode de prévision du volume de lessivage habituellement utilisée (méthode classique, recommandée par la FAO, (1988) néglige la précipitation de minéraux à partir de la solution du sol. Une méthode, dite géochimique, prenant en compte ces phénomènes par le biais d'un modèle thermodynamique, a été proposée par Valles, (Bourgeat, Guirese, 1988).

La mise en œuvre de techniques d'irrigation particulièrement bien adaptées aux climats aride, semi aride et aux sols est un moyen efficace d'économiser l'eau, bien que celles-ci obligent parfois à des équipements onéreux.

L'aspersion utilise un tiers de moins d'eau qu'un apport gravitaire ; pratiquée en irrigation nocturne, ou en irrigation localisée par petits asperseurs sous fruitiers, elle est encore plus efficace. Elle oblige néanmoins à une certaine prudence lorsque des risques d'intoxication des plantes par le feuillage existent, en conditions salines à partir de 4g/l pour les agrumes (Bouteyre, 1991 in Loyer, 1991).

#### **a. La qualité d'eau d'irrigation :**

L'eau d'irrigation contient toujours des impuretés sous formes de matières dissoutes ou en suspension dont la qualité et la nature permettent de déterminer l'utilité de l'eau à cette fin. La teneur de l'eau en sels dissous, la quantité de solides en suspension et le volume des polluants d'origine humaine constituent de bons indicateurs de la qualité de l'eau. Les sels dissous risquent d'affecter la croissance des plantes et les propriétés du sol. Les résidus agrochimiques peuvent compromettre l'équilibre biologique du sol. La matière en suspension peut avoir un effet néfaste sur les dispositifs d'alimentation en eau et de distribution. Il est donc important de connaître les caractéristiques de l'eau ainsi que les effets particuliers et combinés des substances qui s'y trouvent (Yaron 1973 in Armitage, 1986).

En matière d'irrigation la plupart des spécialistes évaluent la qualité de l'eau en

fonction des problèmes que peut provoquer une eau de piètre qualité. Quatre catégories de problèmes de ce type figurent (Ayers et Westcoot, 1976) cité par Armitage, 1986.

- La salinité qui influe sur la disponibilité d'eau destinée aux cultures
- La perméabilité qui a un effet sur le rythme d'infiltration de l'eau dans le sol
- La toxicité ionique spécifique qui se répercute sur les cultures sensibles
- Et divers facteurs qui exercent une influence sur ces cultures

L'évaluation se fait séparément pour chaque catégorie citée en fonction :

- Du volume de sels susceptible de provoquer des problèmes
- Des mécanismes d'interaction sol /eau/plante qui risquent d'être perturbés
- De la gravité probable du problème après usage à long terme de l'eau en question
- Et des procédés de recharge dont on dispose pour corriger ou minimiser le problème

#### **a.1. La salinité :**

Le tableau 03, donne la classification des eaux et leur utilisation en fonction de la CE (FAO, 1988).

Un sol à salinité excessive, surtout dans les horizons supérieurs où la plupart des plantes puissent le gros de leur eau et de leurs éléments nutritifs dissous, entrave l'absorption de l'eau par les racines .L'objectif est d'améliorer l'accessibilité de l'eau du sol aux plantes. Pour atteindre cet objectif il faut :

- Irriguer fréquemment
- Utiliser les espèces tolérantes
- Recourir à de l'eau supplémentaire pour lessivage
- Modifier les façons culturales
- Adopter une méthode d'irrigation qui assure un meilleur contrôle de la salinité du sol

#### **Par exemple :**

Dans les régions arides de Tunisie les superficies irriguées augmentent d'une année à une autre, et il a été constaté que les plantes poussaient bien dans les sols irrigués avec de l'eau contenant 5grammes de matière salée anhydre par litre, et aussi avec l'eau gypseuse. Le succès de cette opération dépendait de l'apport fréquent de petites quantités d'eau pour réduire la tension entre l'eau et le sol, d'un drainage correct et d'un lessivage périodique (Cointepas, 1968; Hoorn et al 1968 ; Arar ,1977) cité par Armitage ,1986.

**Tableau 03** : classification des eaux et leur utilisation en fonction de la CE

Type d'eau	Concentration en sels (mg/l)	Conductivité électrique	Classe
Eau potable et eau	< 500	< 0,7	Non saline
Eau d'irrigation	500 – 1500	0,7 - 2	Légèrement saline
Eau dedrainage et eau souterraine	1500 - 7000	2 - 10	Modérément saline (eau saumâtre)
Eau dedrainage et eau souterraine secondaire	7000 - 15000	10 - 25	Hautement saline
Eau souterraine très salée	15000 - 35000	25 - 45	Très hautement saline
Eau de mer	> 45000	> 45	Eau salée

(FAO, 1988)

**a.2. La perméabilité d'un sol:**

Elle peut diminuer par suite de nombreux facteurs en particulier ceux qui ont une relation directe avec la qualité de l'eau ;

Une eau fortement sodique, modifie la structure pédologique amenant les particules du sol plus fines à se disperser dans les pores du sol.

Une eau à faible taux de salinité est corrosive et provoque l'épuisement dans les horizons supérieurs du sol, des minéraux et des sels facilement solubles comme ceux du calcium avec des effets semblables à ceux des eaux à forte teneur en sodium).

D'autres procédés consistent :

- A Irriguer fréquemment.
- A labourer et à scarifier en profondeur.
- A prolongé la durée d'une opération d'irrigation.
- A collecter et à recycler l'eau de ruissellement.
- A épandre des résidus organiques sur le sol. (Shah, 1978) in Armitage, 1986).

**a.3. La toxicité ionique spécifique :**

Elle est provoquée par les ions de sodium et de chlorure auquel beaucoup de plantes sont sensibles. Pour corriger ces types de problèmes, il convient d'irriguer plus fréquemment, d'accroître la quantité d'eau d'utilisée pour le lessivage et dans le cas d'une toxicité sodique, d'employer un rectificateur comme le gypse ou l'acide sulfurique (Shah, 1978) in Armitage, 1986.

Lorsqu'on utilise les eaux usées pour irriguer des cultures ,notamment au Koweït (Firmin, 1971) ;à Victoria ( Stewart , 1979) ;aux Etats Unis( Urie, 1975 ) cité par Armitage

,1986; on s'expose à d'importantes conséquences à long terme du fait que ces eaux contiennent des quantités élevées d'ions et autres matières qui s'accumulent dans le sol, de nuire à la croissance des plantes et de polluer les eaux souterraines.

Ayers et Westcoot, (1976) ont insisté sur la nécessité des contrôles et à des évaluations minutieuses dans ce genre d'irrigation.

### **b. La quantité d'eau d'irrigation :**

En principe, la prévision des besoins en eau d'irrigation est un processus complexe qui tient d'un grand nombre de facteurs interactifs très variables.

Raeder-Riotzsch, (1965) in Armitage, 1986 ont proposé une démarche empirique est la meilleure pour évaluer les besoins d'une culture, car les méthodes théoriques ne permettent pas de répondre aux questions qui ont trait à la disponibilité de l'eau sur le terrain.

- Combien d'eau les plantes ont besoin ?
- Quand et pour combien de temps cette eau est nécessaire ?
- Combien de temps une plante peut tolérer de ne pas être irriguée ?
- A quel moment de l'année... ?.

Pour déterminer les besoins d'irrigation on utilise plusieurs indicateurs de la teneur en eau des plantes.

Doorenbos et Pruitt, (1977) in Armitage, 1986 proposent des formules détaillées pour calculer les besoins d'irrigation dans diverses conditions climatiques et culturelles.

### **c. Comportement physiologique des plantes vis-à-vis de l'eau d'irrigation :**

La tolérance des espèces végétales à la salinité et à la saturation en eau varie considérablement. Elle varie selon le stade de développement de la plante. Les plantes sensibles à la salinité sont dites *glycophytes*, celles qui tolèrent la salinité *halophytes*.

Yadav (1980) in Armitage, 1986 a noté que la tolérance varie en fonction de la nature des ions.

Différents auteurs ont démontré que la croissance des plantes peut être affectée par la salinité du sol selon trois facteurs :

- La réduction du potentiel hydrique du milieu
- L'accumulation de la concentration toxique d'ions
- La dégradation physique du sol résultant de la concentration de sodium échangeable.

De façon générale, les végétaux très sensibles à la salinité sont affectés par une toxicité spécifique. On considère qu'à concentration ionique égale d'une salinité attribuable à des ions de sodium et de chlorure est plus nuisible pour ces espèces que la salinité due à des ions de calcium et de sulfates. Les espèces plus tolérantes peuvent supporter des concentrations élevées de sel. Dans ce cas, l'effet osmotique est le principal facteur qui influe sur leur croissance. Rappelons que les ions qui prédominent dans le sol sont: le sodium, le calcium, le magnésium, les chlorures, les sulfates, les bicarbonates et les carbonates. La salinité provient le plus souvent d'une concentration de sodium et de chlorure et de sulfate. La salinité engendre des symptômes semblables à ceux causés par la sécheresse. Les sels nuisent à la croissance des plantes par les manières suivantes :

- En réduisant l'apport d'eau
- En bouleversant l'équilibre hormonal de la plante
- En endommageant les cellules végétales et leur composant
- En augmentant la respiration qui à pour effet de réduire la photosynthèse

La croissance des plantes est affectée la salinité du sol et le sel accumulé sur les feuilles et les pousses dans le cas d'une irrigation par aspersion. Trois facteurs en relation avec les solutés du sol peuvent influencés sur la croissance et sur le rendement dans les conditions salines et alcalines :

- La dégradation physique du sol résultant d'importante concentration de sodium échangeable (effet alcalin) touche la croissance des plantes.
- La réduction du potentiel hydrique du milieu de croissance (effet osmotique)
- L'accumulation des concentrations toxiques d'ions particuliers (déséquilibre des éléments nutritifs).

Selon les physiologistes les facteurs qui déterminent les niveaux de tolérance des plantes sont complexes. Ces niveaux dépendent : de la variabilité de la salinité, de l'exposition des plantes a la salinité selon l'époque, la région, les conditions physico-chimiques, les conditions climatiques.

Ainsi, Bielorai, (1973) ; Bielorai et al (1973) ; Ali (1960) ; Shelhavet (1973); Rawitz et al, (1966) in Armitage, 1986 ont défini les rapports ; Eau du sol, Développement des racines, Rendements de la culture par :

- Une carence d'eau du sol produit un volume racinaire relativement important et un

faible rendement.

- Une teneur en eau suffisante du sol produit un volume racinaire modéré et un rendement élevé.
- Un excès d'eau dans le sol provoque une mauvaise aération, un faible volume racinaire et un faible rendement.

## **2. Conclusion :**

Les techniques modernes fournissent aujourd'hui des moyens de contrôle efficaces de tous les Paramètres liés à l'irrigation et à la salinité. Il paraît donc important de les mettre en œuvre et de généraliser leur utilisation :

- Au niveau des eaux, l'utilisation des électrodes spécifiques, pour la mesure, et l'enregistrement automatique des données ; le pilotage des réseaux d'adduction d'eau et d'irrigation par télétransmission, télé contrôle (Jourdes, 1987) le stockage des très nombreuses données analytiques existant dans beaucoup de pays, dans des banques de données sur la qualité des eaux qui peuvent être utilisées pour diverses finalités : agriculture, alimentation, industries.
- Au niveau des sols et des périmètres irrigués, la mise en place de réseaux de surveillance de l'évolution de la salinité par des méthodes globales, rapide et in situ (Conductivimétrie électromagnétique par exemple). Ce diagnostic périodique doit permettre de piloter au plus juste les apports d'eau en relation avec l'intensité et la profondeur du front pédologique salin. Enfin, dans tous les cas, le contrôle du niveau des nappes phréatiques et son maintien au delà d'une profondeur critique, s'avèrent toujours indispensables. C'est en effet la cause principale de la dégradation saline ou alcaline de 20 à 25 millions d'hectares de terre par irrigation et faute de drainage, et cela au rythme de 120 000 hectares par an environ selon la FAO.





## **Chapitre 3 : présentation de la zone d'étude**

### **1. Description de la région d'étude :**

Notre étude a été effectuée dans la région d'Aflou située dans le centre de l'Atlas saharien. Ce dernier, relie le Haut Atlas marocain jusqu'à la frontière tunisienne en passant, d'Ouest en Est, par les massifs du Ksour, Djebel Amour, des Ouled Naïl, des Ziban et les monts Hodna, qui rejoint la bande du Tell, et continue dans les Aurès culminant à plus de 2300m. Il est limité au sud par plusieurs oasis constituant ce qui est souvent appelé La porte du désert (Kaci, 2007).

#### **1.1. Situation géographique :**

La région d'Aflou est située au sud des grandes étendues, représentées par les hautes plaines, algéroises et oranaises, plus exactement au cœur de la dernière barrière topographique avant la plate forme saharienne (Kaci, 2007).

Elle est à environ de 500 km, par route au sud d'Alger. Elle se trouve à une centaine de kilomètres au nord-ouest de chef lieu de la wilaya de Laghouat.

#### **1.2. Etude de milieu physique :**

##### **1.2.1. Géologie :**

Le relief est peu marqué. Les étendues steppiques sont légèrement vallonnées, parcourues par des "Fayeds" (lits d'Oued) et parsemés de "Dayas" (dépression) plus ou moins vastes.

L'altitude de la steppe est élevée, toujours supérieures à 600 mètres sauf dans les chotts qui constituent des dépressions (Belaid, 1986).

La zone du Djebel Amour présente des plis anticlinaux, coffrée et faillée avec une remontée du Trias, de roches vertes et des synclinaux formés par des grés du continental intercalaire.

La zone d'étude est caractérisée par deux grands ensembles géologiques très importants ; le jurassique (calcaire et marno- calcaire) et le crétacé (grés) (Rahmani, 1999).

##### **1.2.2. Topographie:**

Le quaternaire forme généralement des reliefs tabulaires (hamada) de pente faible parfois, il se présente sous la forme d'un vaste glacis (Stamboul, 2004).

**1.2.2.1. djbel djellal :**

Couvre les deux tiers Nord-ouest, il vient du Tell par la route nationale N°23 qui relie Tiaret à Aflou, il s'élève assez rapidement au dessus de la steppe en un glacis de pente assez forte et parfois raviné (Stamboul, 2004).

**1.2.2.2. Djebel zlag :**

Il barre l'horizon d'Aflou à 1593 m d'altitude et qui s'aplatit en un plateau jusqu'à la corniche en croissant qui domine à Taouiala (Stamboul, 2004).

**1.2.2.3. Gaàda :**

La partie élevée du Djebel se termine au Sud-est par le vaste plateau de grés ceinturé de falaises difficilement accessibles qu'on appelle Gàada (Stamboul, 2004).



Figure 02 : Localisation géographique du site d'étude (extrait de la carte topographique de 1956 feuille d'Aflou à 1/250.000)

### **1.2.3. Pédologie :**

Les sols de la région d'Aflou sont un peu humifères: les uns sont riches en calcaires; mais la plupart sont dépourvus et donnent des sols en équilibre ou des sols insaturés sableux et légers. Dans le sud de la région les formations sableuses du tertiaire continental représentent un aquifère intérieur lorsqu'elles atteignent une épaisseur importante (Stamboul, 2004).

### **1.2.4. Réseaux hydrographiques :**

#### **1.2.4.1. l'Oued Sebgag:**

A 20 Km à l'Ouest d'Aflou, il existe un certain nombre de sources pérennes donnant naissance à l'Oued Sebgag qui reçoit en aval plusieurs affluents pour former l'Oued Touil qui traverse la commune d'El-Beidha (60 km nord-ouest d'Aflou), jusqu'au l'Oued Cheliff. Son parcours est de 10 km et son bassin versant recouvre une superficie 126.5 m<sup>2</sup>. L'oued Touil est très sinueux. En certains endroits, le lit de l'oued atteint plus de 50 m. de largeur et une hauteur de 3-4 m. Les rives sont très abruptes, la végétation forestières est pratiquement absente dans tout le périmètre. La topographie est peu accidentée et la pente générale est de 1 à 2% (Stamboul, 2004).

#### **1.2.4.2. l'Oued Seklafa :**

Situé au Sud-est d'Aflou, il constitue l'affluent le plus important de l'Oued M'Zi (d'une longueur de 40km, il drain un bassin de 775.6 km<sup>2</sup>) (Stamboul, 2004).

#### **1.2.4.3. l'Oued Sidi Naceur :**

L'Oued Sidi Naceur prend naissance au niveau de la terminaison Nord Occidentale du Djebel Amour (dans la région d'El- Bayadh).

Plusieurs émergences contribuent à son alimentation, en particulier les sources d'El Hadj Mecheri et de Sidi Naceur. L'écoulement s'effectue du Sud- ouest vers le Nord-est avec un parcours de 120km. Le bassin versant limité au nord par celui du Chott Chergui couvre une superficie de 1972 km<sup>2</sup> (Stamboul, 2004).

### **1.2.5. Hydrogéologie :**

Les eaux souterraines de la cuvette d'Aflou sont en générale orientée suivant une direction majeure Sud-ouest, Nord-est qui coïncide avec la direction atlasique; les nappes les plus importantes de la zone d'Aflou sont : l'aptien, l'albien et le barrémien

(Stamboul, 2004, Kaci, 2007).

#### **1.2.5.1. Aptien :**

D'une épaisseur très variable (90m à Djebel Gourou). Cette formation comporte un certain nombre de faciès :

- Calcaires lumachelliques en plaquettes.
- Grés tendres jaunâtres.
- Marnes verdâtres, souvent masquées (Rahmani, 1999).

#### **1.2.5.2. Albien :**

Les formations des grés à dragées ont une épaisseur relativement réduite de 250 à 300m au niveau de Djebel Gourou (Rahmani, 1999).

#### **1.2.5.3. Barrémien :**

Il débute par une alternance d'argiles rouges et verts, et des grés fins, moyens à dragées grosses au banc massif de 20 à 30m d'épaisseur de couleur blanchâtre, parfois rougeâtre.

Cet aquifère multicouche (aptien – albien – barrémien) forme la principale source d'eau potable dans la région d'Aflou (Rahmani, 1999).

#### **1.2.5.4. Nappe phréatique :**

Dans la limite du périmètre d'El-Beidha, la nappe est associée aux dépôts alluvionnaires. Les eaux souterraines forment une nappe unique à surface libre. La profondeur de cette nappe varie de 2 à 10 m. suivant qu'elle soit plus ou moins proche de l'oued. En certains endroits, la nappe se trouve presque superficiellement ce qui explique l'existence de sols hydromorphes (Khaldoun, 1974).

### **1.3. Climat :**

#### **1.3.1. Facteurs climatiques :**

L'Algérie est caractérisée par un climat qui contraste entre la bordure littorale méditerranéenne, et le climat désertique du sud, en passant par les microclimats de montagne des Atlas. Le climat de la steppe est défini comme continental-aride. La présente étude est faite à partir d'une synthèse climatique de 11 ans (de 2004 à 2014) (Annexe 3), des données de l'Office National de Météorologie (O.N.M, 2014).

### **1.3.2. Température :**

L'amplitude thermique qui rend les conditions de vie des plus rudes et des plus difficiles constitue l'une des caractéristiques les plus importantes de la zone steppique (40°C sous abris), succèdent des hivers très rigoureux.

L'amplitude des températures moyennes annuelles est supérieure à 20°C. Les gelées de la saison froide inhibent la poussée de la végétation qui s'arrête à 0°C, ce qui amène les nomades à se déplacer vers les parcours sahariens à température plus chaudes (Azzaba). Les chaleurs torrides de la saison estivale inhibent également la végétation qui s'arrête de pousser à 35°C, ce qui amène les nomades à se déplacer cette fois vers les plateaux céréaliers (Achaba). Dans la région étudiée la température moyenne annuelle est de 10.95°C avec un maximum en juillet (23.75°C) et un minimum en janvier (2.35°C) (voir tableau 04).

### **1.3.3. Précipitations:**

Sur la steppe, non seulement il pleut peu, mais encore il pleut mal (Belaid, 1986); les pluies y sont très irrégulières et tombent sous forme de grosse averses :

- 8 millions d'hectares reçoivent en moyenne 200 mm/an
- 6 millions d'hectares reçoivent en moyenne entre 200 et 300 mm/an
- 6 millions d'hectares reçoivent en moyenne entre 300 et 400 mm/an

Le caractère excessif et brutal de la pluviosité et de la sécheresse quasi-permanente ont des répercussions graves (hécatombes cycliques) sur l'économie pastorale algérienne. La zone se caractérise également par une succession de périodes sèches parfois prolongées. Dans la région étudiée. Les mois les plus pluvieux sont : janvier (36.44mm) et mai (34.71mm). Les précipitations annuelles sont de l'ordre de 305.38mm (Fig. 3 ; Tab. 04).

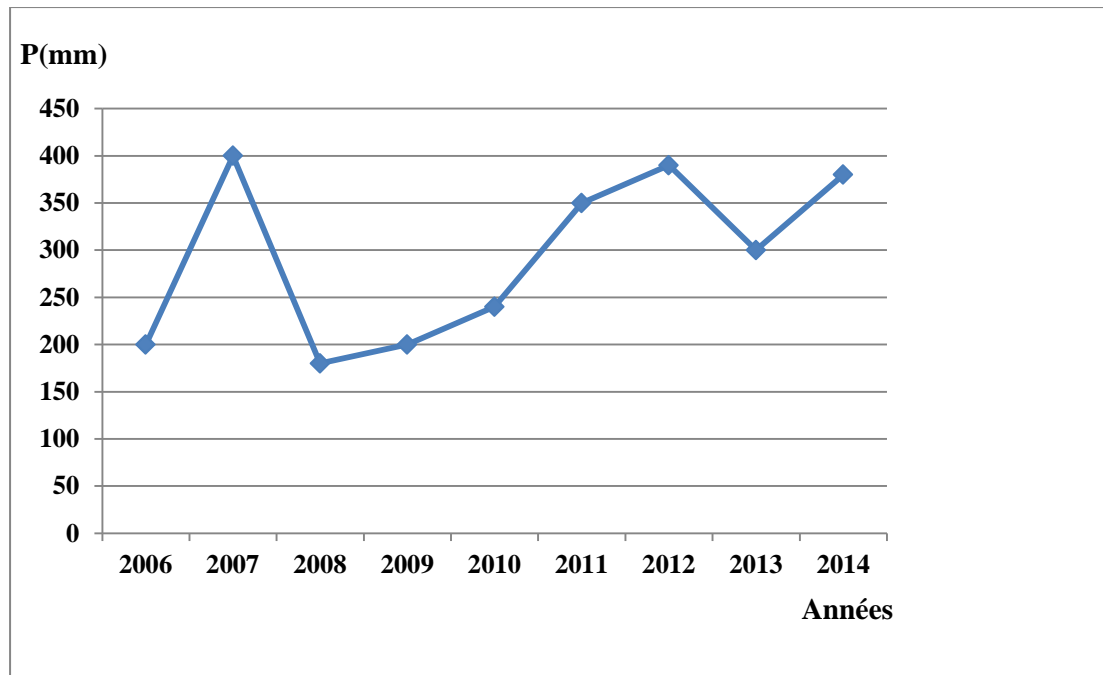


Figure 03: Evolution des précipitations annuelles de la station d'Aflou (2006-2014) (O.N.M, 2014)

Tableau 04: Données météorologiques de la ville d'Aflou (2004-2014)

Paramètres Mois	H. (%)	T. (°C)	P. (mm)	E. (mm)	N
Janvier	67	2.35	36.44	49.9	4.5
Février	67	3.52	25.07	47.15	4.7
Mars	59	7.7	21.6	76.55	4.1
Avril	52	10.07	30.34	89.75	3.8
Mai	45	14.06	34.71	125.3	3.6
Juin	36	20.25	13.4	147.2	2.0
Juillet	32	23.75	8.46	184.35	2.2
Aout	32	22.33	19.46	158.9	2.8
Septembre	46	17.8	38.1	119.25	3.2
Octobre	57	13	18.7	84.05	4.0
Novembre	64	6.39	28.3	46.65	4.2
Décembre	73	3.2	30.8	46.65	3.5
Moyenne annuelle	53	10.95	305.38*	1175.7*	3.5

(O.N.M, 2014)

H : humidité relative

T: température

N: nébulosité

P: pluviométrie

E: évaporation

\* cumul annuel

### 1.3.4. Humidité:

Elle varie d'un mois à l'autre, elle est en moyenne de 53 % par an et atteint le maximum en décembre (73 %) et le minimum entre juillet et août (32 %).

### 1.3.5. Evaporation :

Elle est de l'ordre de 1175.7 mm/an, avec une valeur maximale de 184.35 mm au mois de juillet et une minimale de 46.65 au mois de novembre et décembre.

### 1.3.6. Nébulosité :

Elle intéresse la fraction du ciel couvert par les nuages. Elle varie de 0 pour un ciel clair à 10 pour un ciel entièrement couvert.

De janvier à mai, ce sont les mois où il y a plus de nuages par rapport à la moyenne (3.5), tandis que les mois de juillet à septembre sont plus clairs.

### 1.3.7. Diagramme ombrothermique de Gausson :

Sur la base des données de précipitations et de températures, nous avons pu dresser le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson (1953) qui montre une période sèche allant du mois de juin à la mi-septembre, et le reste d'années est humide.

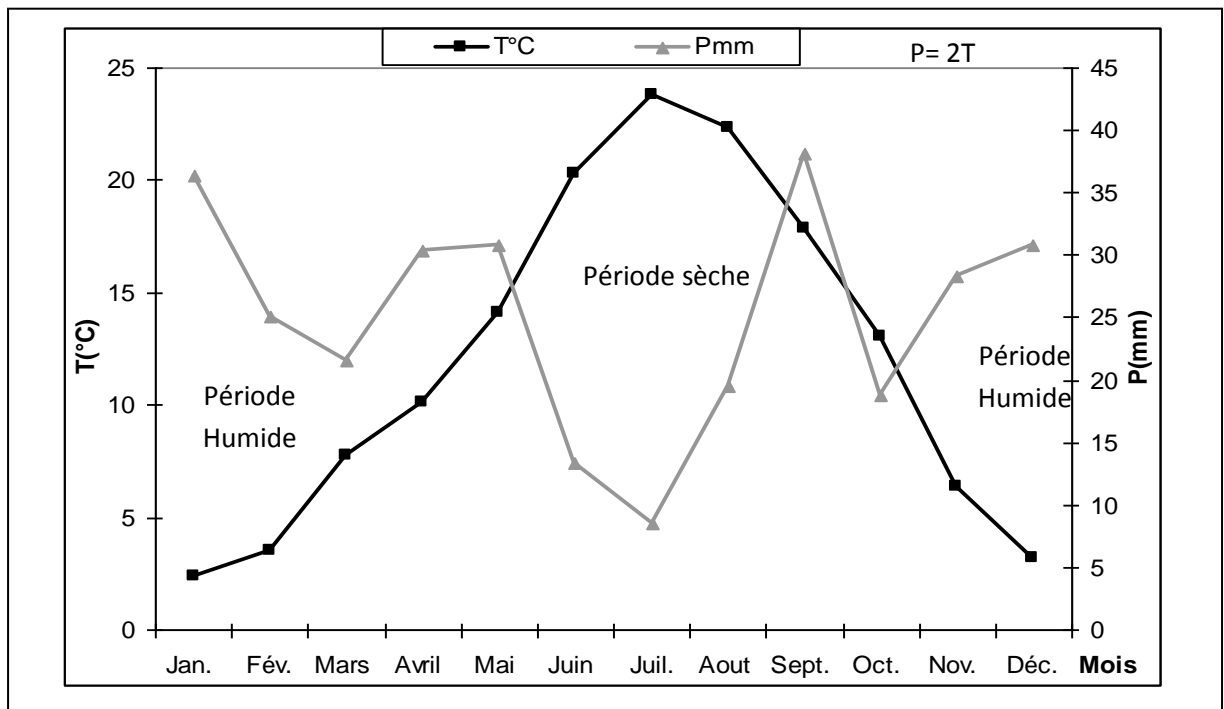


Figure 04 : Diagramme Ombrothermique de la région d'Aflou (2004-2014) (O.N.M, 2014)

### 1.3.8. Climagramme pluviothermique d'EMBERGER:

Selon Prévost (1999), le Climagramme d'Emberger permet de connaître l'étage bioclimatique de la région d'étude, il est représenté en abscisse par la moyenne des minima des températures du mois le plus froid, et en ordonnées par le quotient pluviométrique  $Q_2$  d'Emberger.  $Q_2 = 3.43 \times P / (M - m) = 48$

D'après le climagramme (Fig.5), la région de Laghouat appartient à l'étage bioclimatique aride à variante à hiver frais.

La région d'Aflou appartient à l'étage bioclimatique semi-aride à variante à hiver froid.

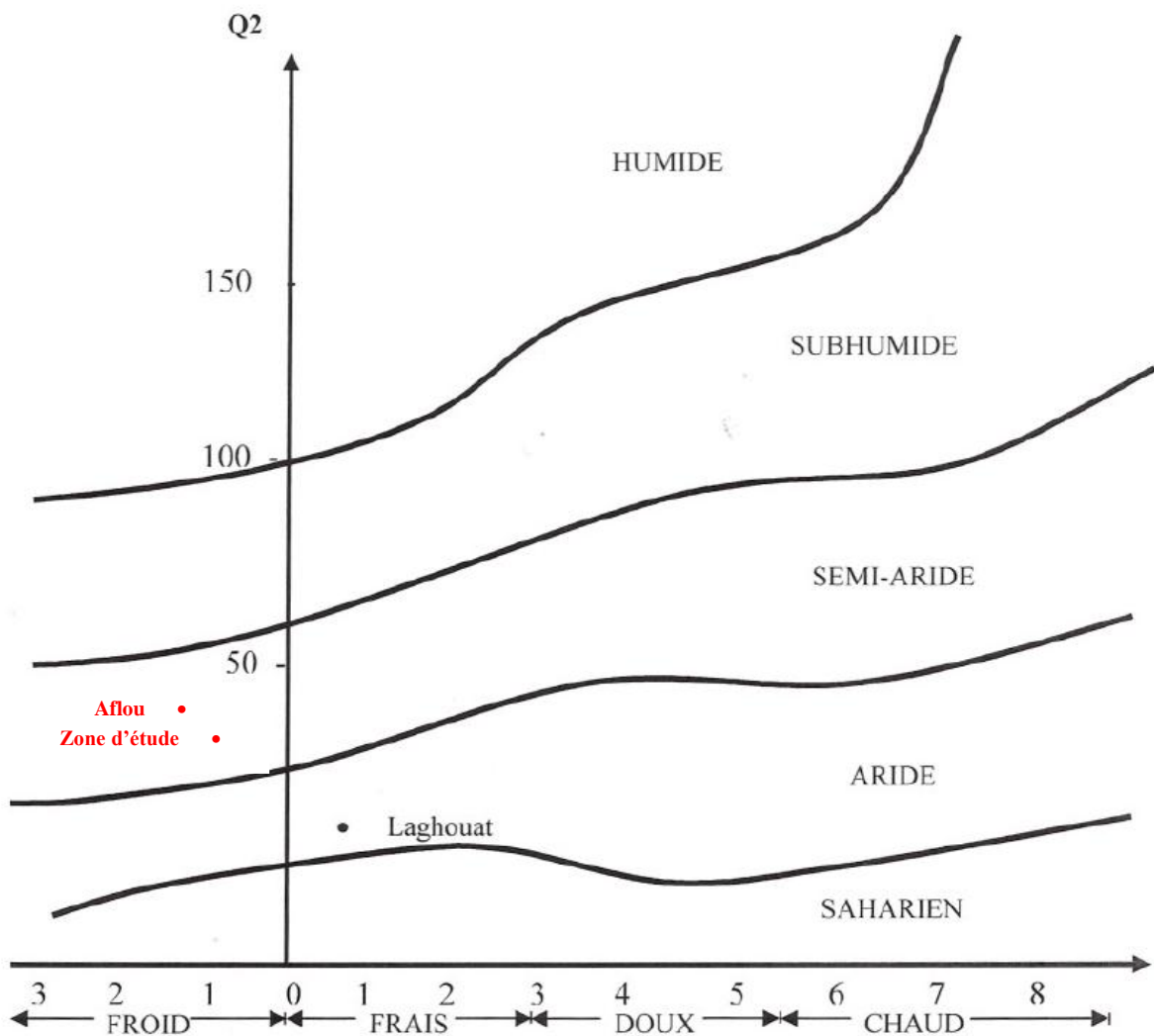


Figure 05 : Climagramme pluviothermique d'Emberger des régions d'étude

### 1.3.9. Indice d'aridité de De Martonne :

C'est le rapport de la pluie annuelle (en mm) à la température moyenne (°C) auquel on ajoute 10 :  $I = P/T + 10$ . (Ozenda, 1982). Lorsque la valeur I est entre 10 et 20, cas de la région d'Aflou, c'est un climat sec (climat méditerranéen d'après Quezel et Médail, 2003) (Tab. 5).

**Tableau 05 :** Indice d'aridité des climats méditerranéens et désertiques de certains pays

		P	T	I
Climat méditerranéen (Dajoz, 1978) (O.N.M, 2008)	Marseille	540	13.50	23
	Oran	428	18	15.30
	Aflou	305.38	10.95	14.58
Climat désertique (O.N.M, 2008)	Ouargla	39	22	1.22
	Tamanrasset	20	21	0.65

P = pluie, T = température, I = indice d'aridité.

(Dajoz, 1978 et O.N.M, 2008)

### 1.4. La production végétale et animale de la région d'Aflou :

Les tableaux 06 et 07 montrent quelques productions végétales et animales (Annexe 2) caractérisant la région :

On distingue que la culture maraîchère occupe la plus grande superficie et la plus grande production puis la culture fourragère, céréaliculture et arboriculture.

Concernant la production animale on constate que la région d'Aflou contient un effectif des ovins plus élevé que l'effectif des caprins et bovins.

**Tableau 06 :** Production végétale

Culture	Superficie (ha)	Production (qx)
Céréaliculture	170	1.700
Fourrage	300	2.000
Maraîchage	700	140.000
Arboriculture	81	2.430

(D.S.A, 2014)

**Tableau 07 :** taille du cheptel ovin, caprin et bovin

Espèce	Effectif (tête)
Ovin	24.910 têtes
Caprin	3000 têtes
Bovin	640 têtes

(D.S.A, 2014)

## **2. Présentation du site d'étude( commune d'El-Beidha):**

### **2.1. Etude agricole:**

#### **2.1.1. Situation géographique du site d'étude :**

Le périmètre d'El-Beidha est situé à 60 km environ au Nord-est d'Aflou. Le il s'étend sur 185 ha environ et il est délimitée au Nord par Ain Dhab (wilaya de Tiaret) et au sud par Sidi Bouzid et à l'ouest par le daïra de Gueltat Sidi Saad et à l'est par Taguine (wilaya de Tiaret) (Khaldoun, 1974).

### **2.2. Milieu socio-économique:**

La région d'El-Beidha est surtout à vocation pastorale de l'agriculture est surtout orientée vers des cultures vivrières telles que le blé tendre, l'orge, l'ail, l'oignon et la pomme de terre.

La mise en valeur de ce périmètre permettra de promouvoir l'agriculture et l'élevage par la production de fourrage pour les troupeaux (Khaldoun, 1974).

## **3. Présentation de la steppe et du cheptel ovin steppique :**

### **3.1. Présentation de la steppe :**

#### **3.1.1. Limites et superficies :**

C'est un ensemble géographique aux limites définies par le critère bioclimatique. Le tracé de l'isohyète 400 mm de précipitations donne sa limite Nord. Au Sud, elle se termine le long du tracé de l'isohyète 100 mm (Belaid, 1986).

La steppe algérienne est une vaste étendue qui s'étend au Sud de l'atlas Tellien formant un ruban de 1000 km de long et de 300 km de large à l'Ouest et 150 km à l'Est. Elle englobe le territoire de douze wilayates : Biskra, Khenchela, El Bayadh, Djelfa, Naàma, Tiaret, Tebessa, Laghouat, Saida, M'sila, Souk-Ahras et Batna. Ainsi délimitée, la steppe couvre 200.000 km<sup>2</sup> soit 7,8% du territoire national ; cela correspond à environ 20 millions d'hectares dont 15 millions seraient effectivement utilisés par le troupeau ovin.

Cette région du pays dont les limites sont imposées par le climat aride constitue ainsi un réservoir de viande pour le Nord (Khebibeche et Belhabib, 1998).

## **Le chapitre 4 : Méthodologie du travail**

### **1. Méthodologie :**

Notre travail porte sur l'analyse des doses et des Coûts d'irrigation chez quelques producteurs de la pomme de terre dans la commune d'El Beidha wilaya de Laghouat.

La démarche d'étude comporte six étapes :

La première étape est de collecter des informations (recherches bibliographiques) sur la pomme de terre et l'irrigation.

La deuxième étape est de définir les objectifs. La troisième étape est le choix de la zone d'étude. En effet, la commune d'El-Beidha est une zone de cultures maraîchères dont la pomme de terre porte une classe très importante. Toute la région nord de la wilaya présente pratiquement, les mêmes caractéristiques de cultures maraîchères y compris la commune d'El Beidha choisie comme zone d'étude.

La quatrième étape consiste à la mise au point d'un questionnaire d'enquêtes. Pour mener à bien notre étude, le maximum d'informations relatives aux pratiques de cultures maraîchères est indispensable. A cet effet, un questionnaire d'enquêtes a été élaboré (Annexe .1).

La cinquième étape consiste à collecter les informations. Les enquêtes ont été menées auprès de 20 producteurs, des observations visuelles lors des visites des producteurs et des remarques constatées lors de l'enquête concernant les techniques utilisées pour l'irrigation de pomme de terre surtout l'irrigation par aspersion qui est généralement la plus exercée...etc. qui expliquent le type de producteurs enquêté.

La sixième et la dernière étape consiste au dépouillement et à l'analyse statistique des informations recueillies qui s'intéressent à :

- Frange d'âge des agriculteurs.
- Statut juridique (FNRA-APFA-GCA).
- Répartition des exploitations selon les superficies.
- Situation de la possession des terres agricoles.
- La superficie des parcelles de pomme de terre.
- Sources d'énergie (électricité- gas-oil).
- Sources d'eau (forages-puits-oueds).
- Les Coûts de mobilisation d'eau.
- Système d'irrigation (Aspersion-submersion-...).

- Occupation du sol par spéculation (superficie de la pomme de terre par rapport à la superficie des autres cultures).
- Les coûts de la mise en culture de la pomme de terre.
- Essai de la modélisation simple (estimation de la production à travers le coût de mise en culture.

En quelques sorte de trouver un lien entre ces deux variables (variable expliqué « production » et variable explicatif « coût »).

- Coûts d'équipement par hectare pour chaque source d'eau (forages- puits-oueds).

Et définir :

- Les doses d'irrigation et capacité des forages (calcul de débit et quantité d'eau L/S).
- Le Coût et la part de l'irrigation dans le Coût de revient.

## **2. Analyses statistiques des données :**

Les résultats des différentes analyses ont été traités par Excel stat pour Windows 2007, pour les calculs des statistiques descriptifs.

## Chapitre 5 : résultats et discussions

### Introduction :

Dans ce chapitre on va exploiter les données obtenues lors du questionnaire d'enquête réalisé sur 20 exploitations de pomme de terre pour essayer de donner une relation entre le rendement et les coûts des différents facteurs utilisés dans l'irrigation (source d'eau- source d'énergie- équipement de pompage- kit- mains d'œuvre), ainsi que les coûts des produits phytosanitaires, des semences et des engrais d'un hectare de pomme de terre.

### 1. Répartition de différentes classes d'âge :

Selon la figure 06 on constate une dominance nette qui se situe au niveau de la frange d'âge entre 40-60 ans qu'on peut l'expliquer par la négligence de la petite frange qui se situe entre 20-40 ans de ce secteur ainsi que le faible savoir faire, et aussi le vieillissement de la troisième frange (âge de retraite).

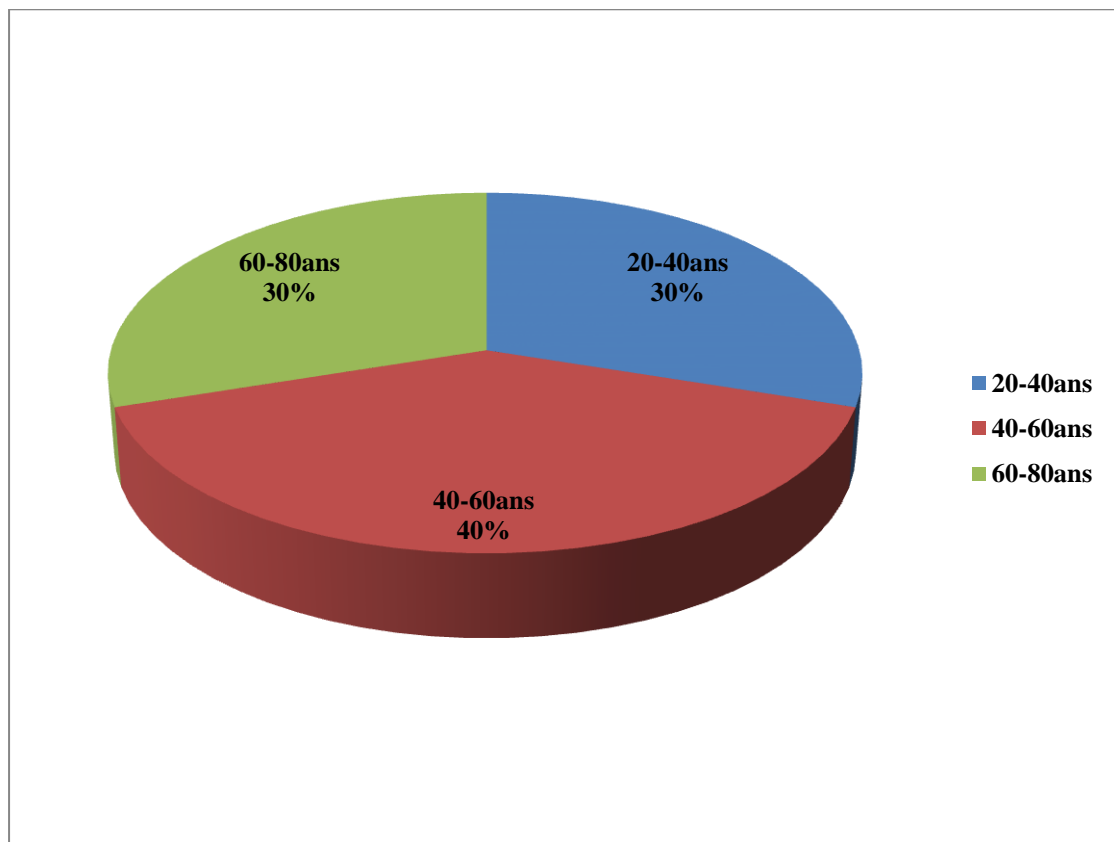


Figure 06 : Classification des agriculteurs par frange d'âge

## 2. Statut juridique des terres agricoles :

La plupart des exploitations (14 exploitations) ont un statut juridique d'APFA d'un taux de l'ordre de 70%. L'FNRA représenté par (04 exploitations) suivi par la GCA par (02 exploitations), cela est exprimé par 20 % et 10% respectivement. Cette situation de répartition est due principalement aux systèmes de possession des terres agricoles voir la figure 07.

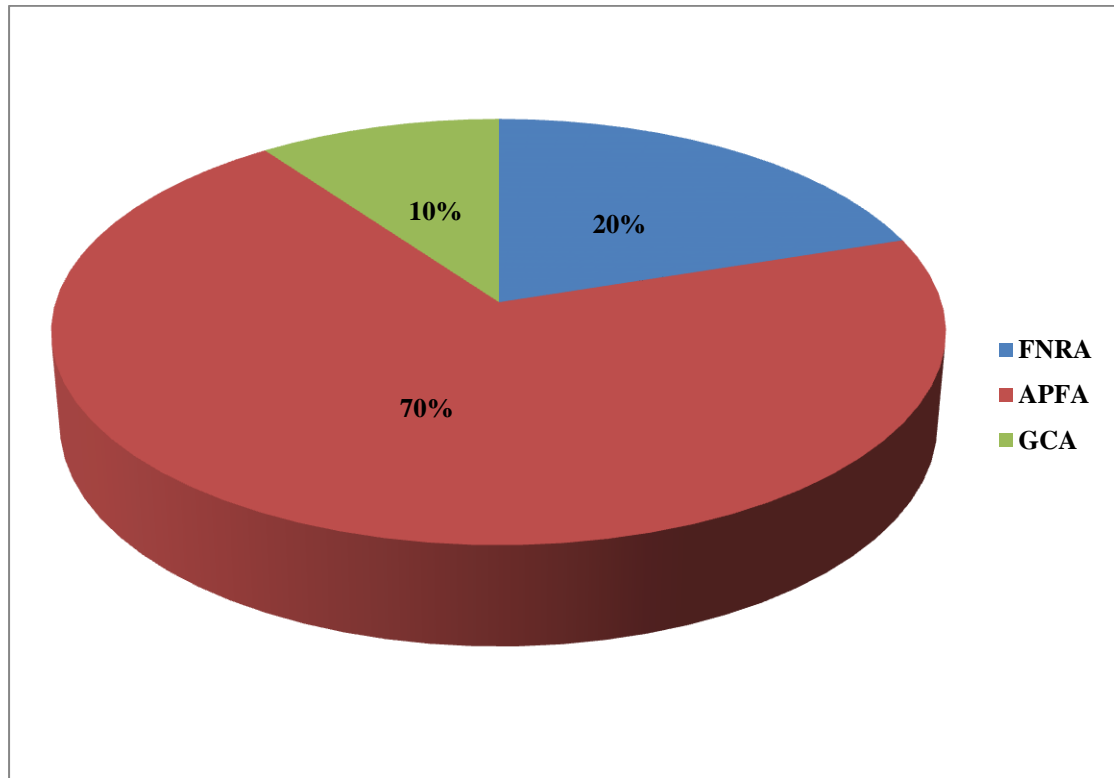


Figure 07 : Statut juridique des terres agricoles

## 3. Présentation des exploitations selon les superficies :

On a pu définir cinq classes d'exploitation selon les superficies possédées. Le tableau 08 montre que la plupart des superficies est variée entre 01-05 hectares d'un taux de 40% et 30% pour les superficies qui variées entre 06-10 hectares. Cette dominance des petites superficies qui pourra due aux lois de possession initiées par l'état (FNRA et GCA) qui limitent les superficies, pour l'APFA l'impact est réduit. Cependant les 30% sont répartis comme suite : entre 11-15 hectares (15%) ,16-20 hectares (10%) et le reste (05%) ce sont les superficies qui dépassent les 20 hectares.

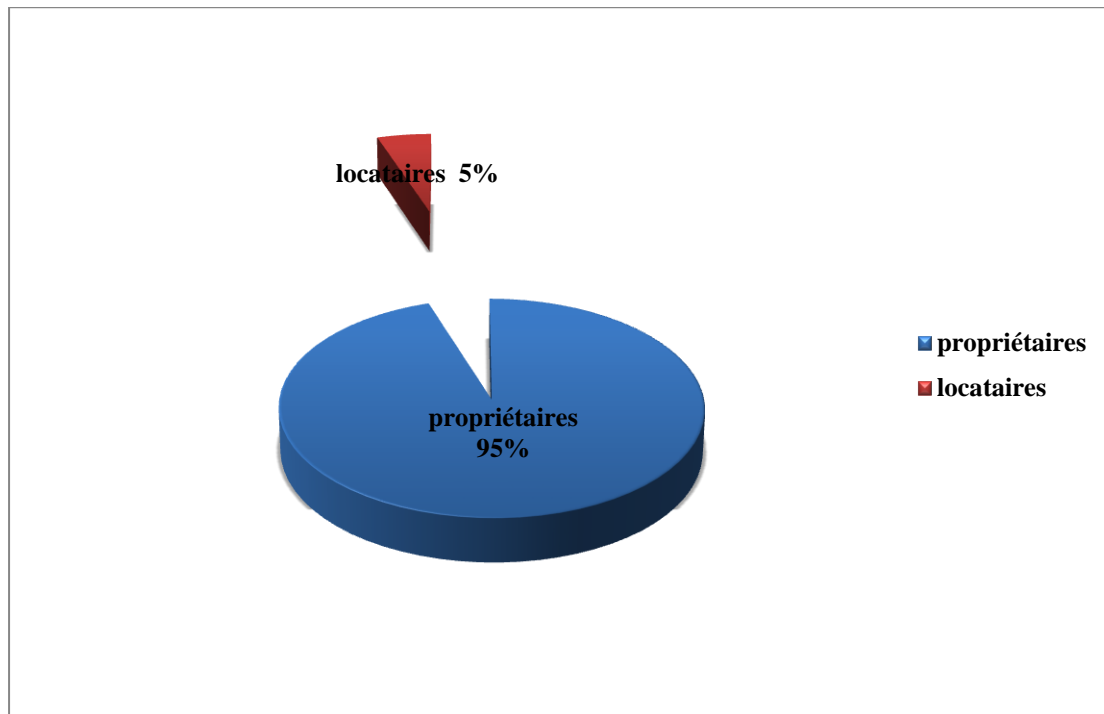
Cette minorité de ces dernières trois classes est due aux lois mis en place pour les grandes superficies (travail du sol, brises vent,...).

**Tableau 08** : Répartition des exploitations selon les superficies

Superficies (Ha)	Nombre des exploitations
De 01 à 05	08
De 06 à 10	06
De 11 à 15	03
De 16 à 20	02
Plus de 20	01

#### 4. Possession des terres agricoles :

La majorité des terres agricoles sont travaillées par leurs propriétaires avec un taux de 95%, où les terres agricoles louées occupent que 05% de la totalité des terres agricoles enquêtées (Fig.8).cette situation est due ; au savoir faire acquis par les agriculteurs locaux, ainsi que la disponibilité des moyens de production.



**Figure 08** : Situation de la possession des terres agricoles

### 5. L'occupation du sol par la pomme de terre :

La figure 09 montre que les superficies consacrées à la pomme de terre sont classées en trois catégories : entre 01-03 hectares d'un taux de 75%, 04-06 hectares avec un taux de 15% et 10% des superficies représentées par des parcelles de 07-09 hectares. Cette minorité des superficies des parcelles de pomme de terre est due à la vocation des agriculteurs de la région étudiée (commune d'El-Beidha- wilaya de Laghouat) à la culture des céréales surtout le blé et l'orge. Par contres les superficies des parcelles de la pomme de terres variées entre 07-09 hectares qui sont élevées par rapport aux autres superficies possédées sont dues à la vocation (préférences) des agriculteurs locataires (cultures maraichères surtout la culture da la pomme de terre).

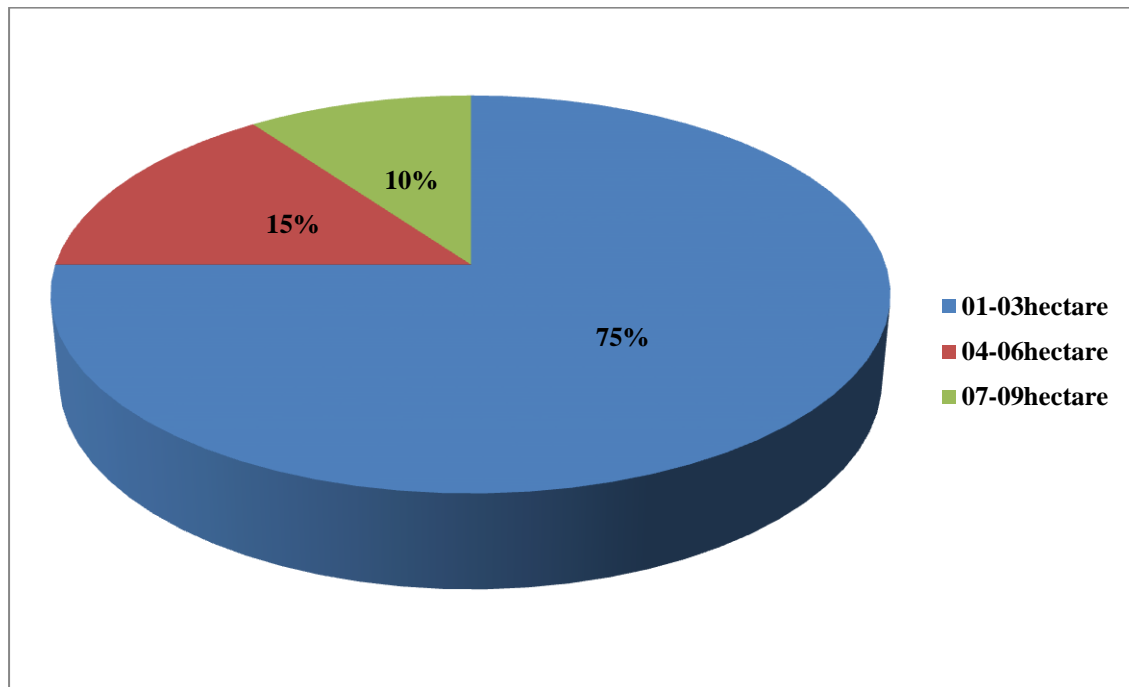


Figure 09 : La superficie des parcelles de pomme de terre

### 6. L'occupation du sol par spéculation :

Dans la région d'étude on a remarqué que la superficie consacrée pour la pomme de terre comparativement avec les autres cultures (blé, orge) est estimée par 48 hectare avec un taux environ 14.58% de la superficie totale estimée par 329 hectares. Par contre les autres cultures est estimée par 281 hectares avec un taux environ 85.42% (voir l'explication de cette différenciation dans la figure 09) (Fig.10).

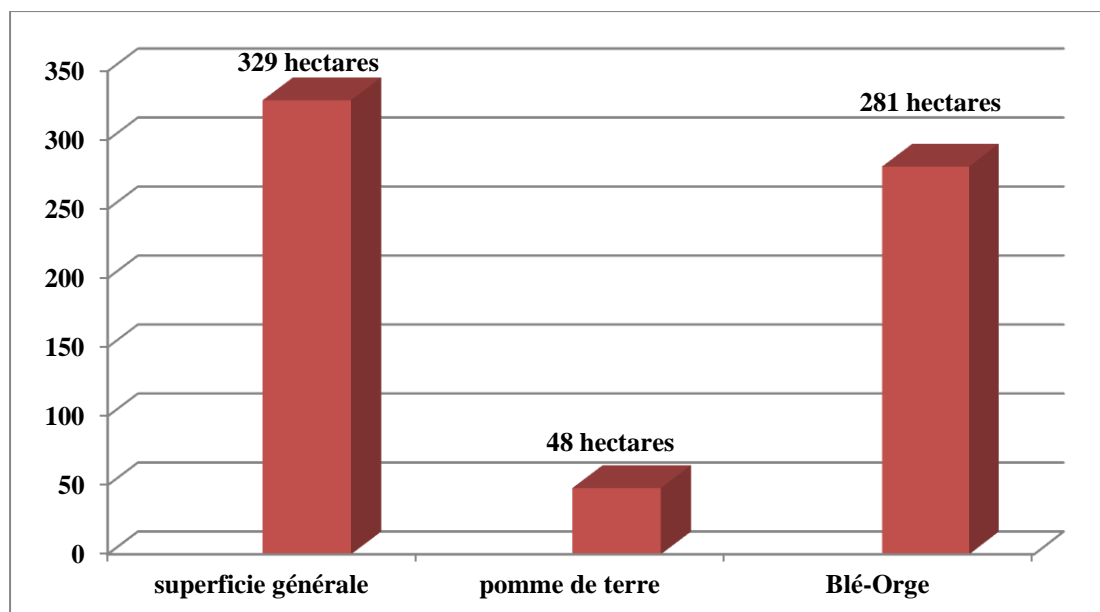


Figure 10 : Occupation du sol par spéculation

### 7. Utilisation d'énergie :

Les trois quart des enquêtés utilisent l'énergie électrique pour mobiliser l'eau. Par contre le un quart des enquêtés utilisent le gas-oil comme source d'énergie pour mobiliser l'eau. Cette dominance de l'utilisation de l'électricité comme source d'énergie est due aux projets de l'état pour couvrir une grande superficie au pôle national par l'énergie électrique(Fig.11).

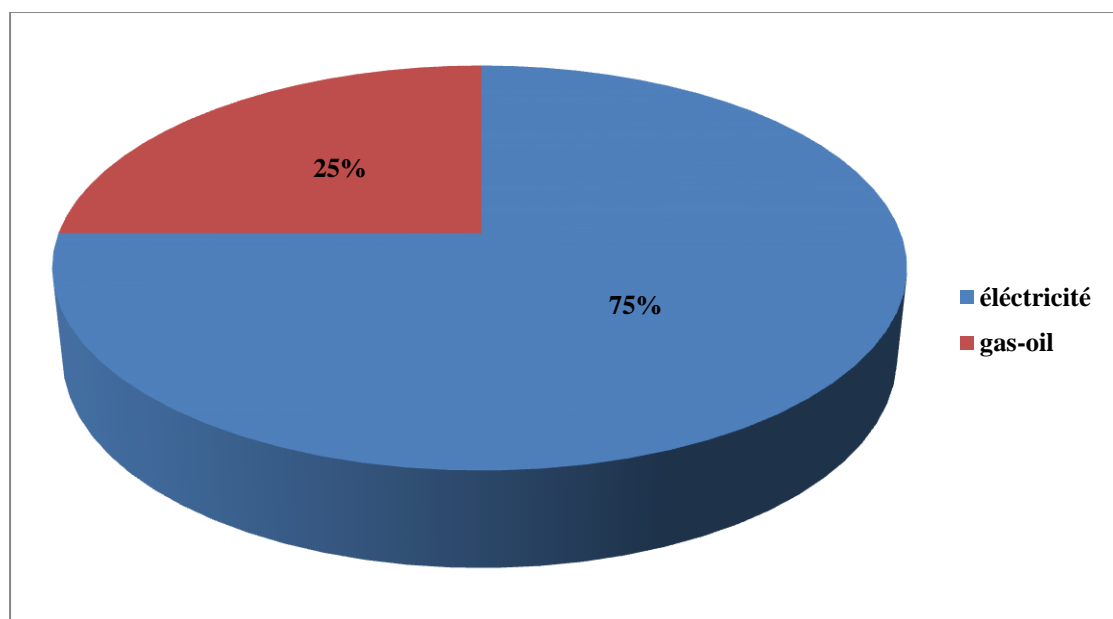


Figure 11 : Sources d'énergie

## 8. Les sources d'eau destinées à l'irrigation :

La figure 12 montre que l'utilisation des forages comme source d'eau est élevée avec un taux de 60% suivi par les puits d'un taux de 25% et l'utilisation de l'eau d'oued (oued Touil) avec un taux de 15%. Cette situation pourra être expliquée par la disponibilité de l'eau des forages (eau profonde) par rapport aux autres sources qui sont devenues non productives (eau superficielle) qui sont liées principalement aux précipitations.

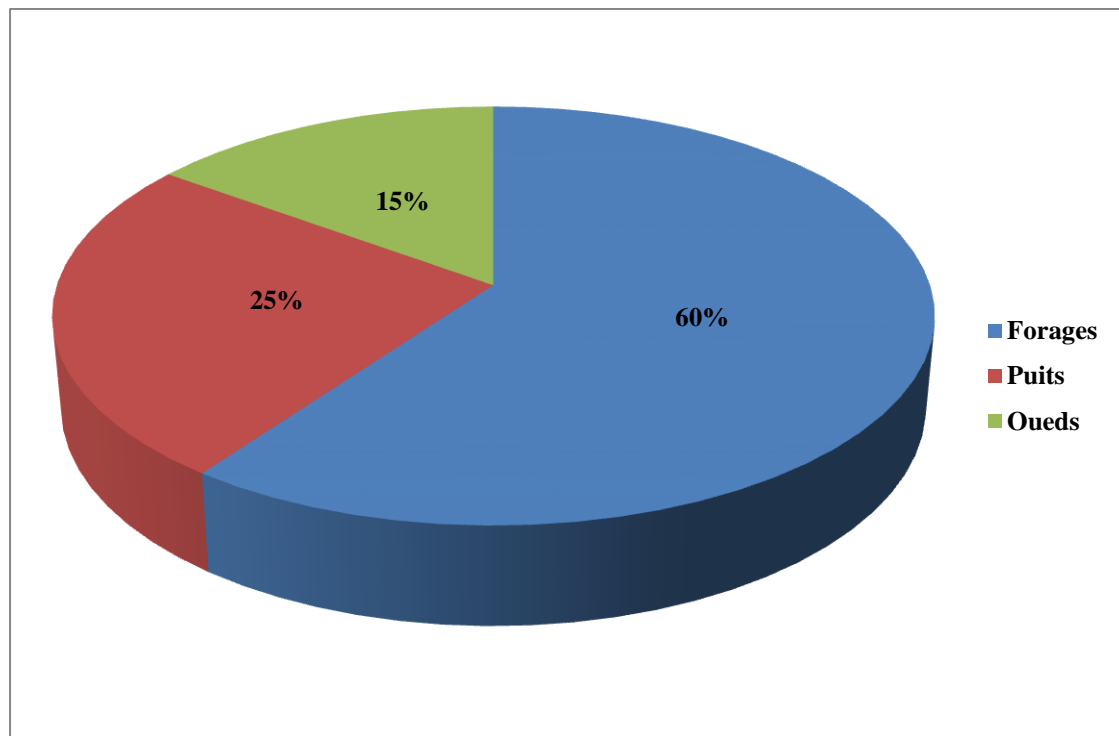


Figure 12 : Sources d'eau

## 9. Les systèmes d'irrigation utilisés :

On a pu distinguer deux systèmes d'irrigation dans la région étudiée ; l'irrigation par aspersion qui occupe une majorité estimée par un taux de 70% et l'irrigation traditionnelle représentée par l'irrigation par submersion n'occupe que 30%. L'introduction des nouvelles techniques d'irrigation est l'une des causes de la majorité d'utilisation de l'irrigation par aspersion surtout par la classe d'âge entre 40-60 ans. Cependant le système d'irrigation de submersion est notamment utilisé par les anciens agriculteurs (61-80 ans) (Fig.13).

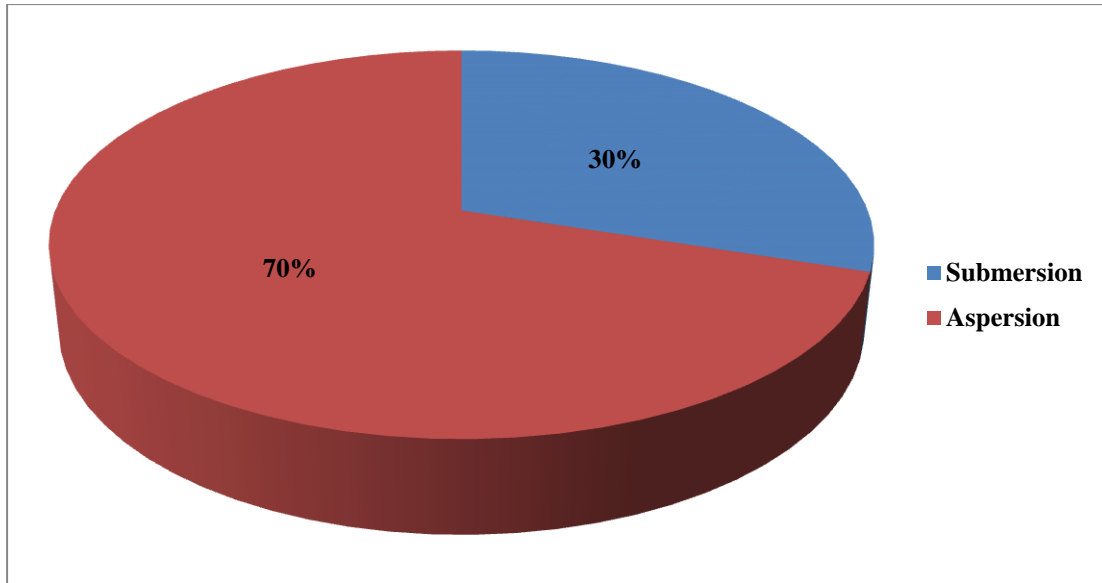


Figure 13 : Système d'irrigation

### 10. Dose d'irrigation (utilisée – théorique) pour un hectare de pomme de terre pendant une saison

Dans notre région d'étude, la dose théorique n'est pas respectée, dont on remarque que la dose utilisée par les agriculteurs est élevée (518.4m<sup>3</sup>) avec un écart de 58% comparativement à celle de la théorie (217.728m<sup>3</sup>). Cette situation on peut l'expliquer par le mal maitrise des nouvelles techniques et que ces agriculteurs ne savent pas estimer les besoins de la pomme de terre avec précision. Ce gaspillage est du probablement au faible coût (facture d'électricité), qui rend les agriculteurs non rationnelles dans leurs consommation. (Fig.14).

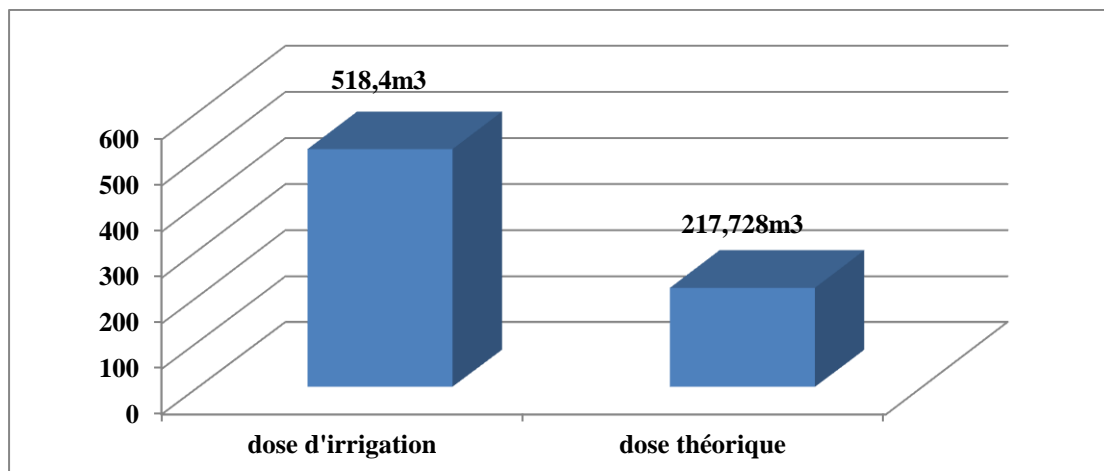


Figure 14 : Dose d'irrigation (utilisée – théorique) pour un hectare de pomme de terre pendant une saison

### 11. Estimation des coûts de mobilisation d'eau :

Une variabilité est nettement constatée lors d'estimer les coûts de mobilisation d'eau chez les différents agriculteurs de la pomme de terre dont, on distingue plusieurs classes :

De 30000 DA jusqu'à 70000 DA. Cette différenciation est due aux équipements ramenés par les agriculteurs (moteur, pompe, canaux distributeurs de l'eau, kit d'aspersion,...), et aussi à la quantité et à la qualité de ces équipements, même à l'utilisation d'énergie (Fig.15).

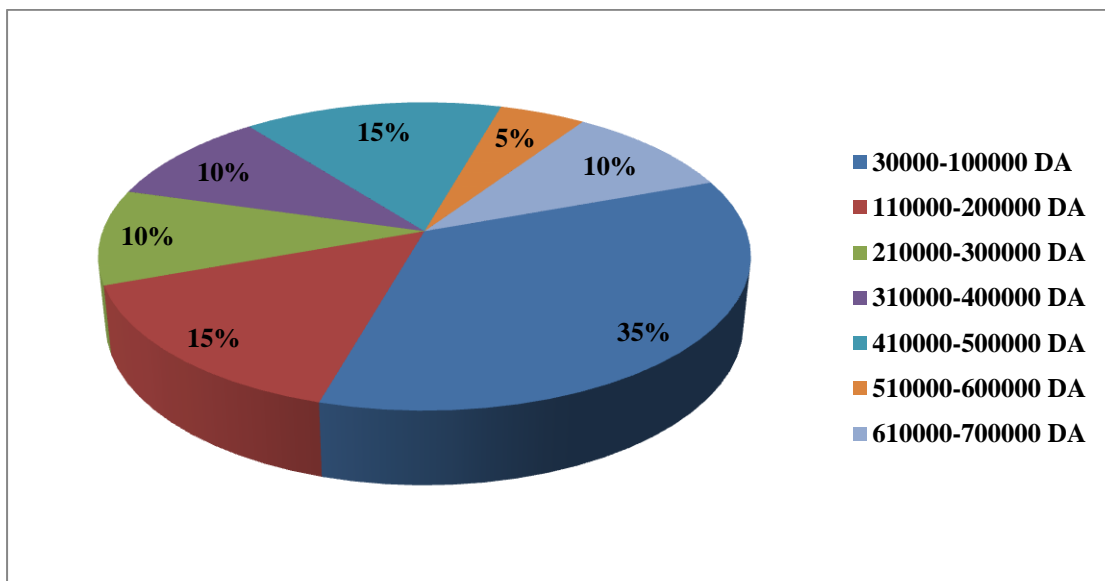


Figure 15 : Les coûts de mobilisation d'eau

### 12. Estimation des coûts d'équipement (Forages) :

Le coût total des équipements est estimé d'environ 180000 DA par hectare. Cette valeur est répartie chez les agriculteurs possédants des forages comme suit :

-Equipements de pompage (moteurs et pompes) environ 110000 DA par hectare avec un taux environ 63.19% du coût total.

-Kit d'aspersion avec un coût d'environ 45000 DA par hectare et un taux d'environ 25.15% du coût total.

-Les canaux de distribution d'eau de 5800 DA par hectare et d'un taux d'environ 03.21% du coût total.

- Les forages : on prend 10% du coût total des forages dans un hectare c'est à dire environ 15000 DA par hectare avec un taux d'environ 08.44% du coût total (Fig.16).

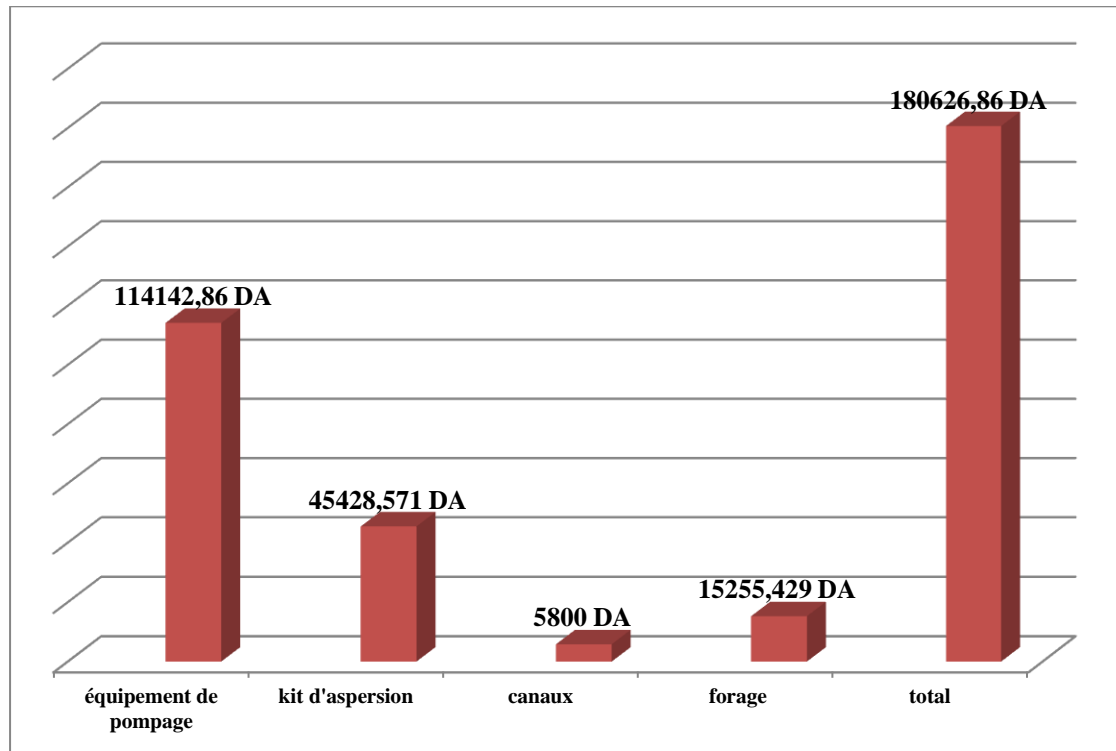


Figure 16 : Coûts d'équipement (forages) par hectare

### 13. Estimation des coûts d'équipement (Puits) :

Le coût total des équipements est estimé d'environ 100000 DA par hectare. Cette valeur est répartie chez les agriculteurs possédants des puits comme suit :

-Equipements de pompage (moteurs et pompes) environ 75000 DA par hectare avec un taux environ 75.03% de la totalité des coûts.

-Kit d'aspersion avec un coût d'environ 11000 DA par hectare et un taux d'environ 11.23% de la totalité des coûts.

-Les canaux de distribution d'eau de 8750 DA par hectare et d'un taux d'environ 08.73% de la totalité des coûts.

- Les puits : on prend 10% du coût total des puits dans un hectare c'est dire environ 5000 Da par hectare avec un taux d'environ 04.99% de la totalité des coûts (Fig.17).

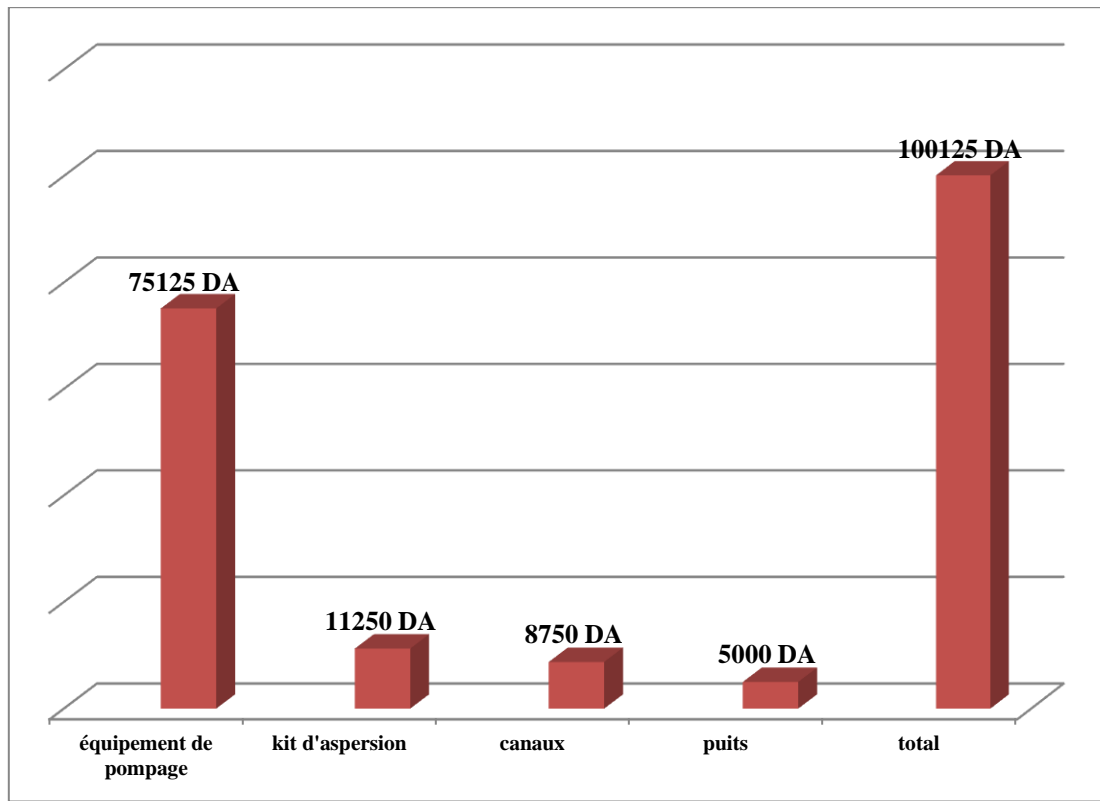


Figure 17 : Coûts d'équipement (puits) par hectare

#### 14. Estimation des coûts d'équipement (Oueds) :

Le coût total des équipements est estimé d'environ 120000 DA par hectare. Cette valeur est répartie chez les agriculteurs utilisant l'oued comme source d'eau comme suit :

-Equipements de pompage (moteurs et pompes) environ 92000 DA par hectare avec un taux environ 70.98% de la totalité des coûts.

-Kit d'aspersion avec un coût de 30000 DA par hectare et un taux d'environ 23.14% de la totalité des coûts.

-Les canaux de distribution d'eau de 7600 DA par hectare et d'un taux d'environ 05.86% de la totalité des coûts (fig.18).

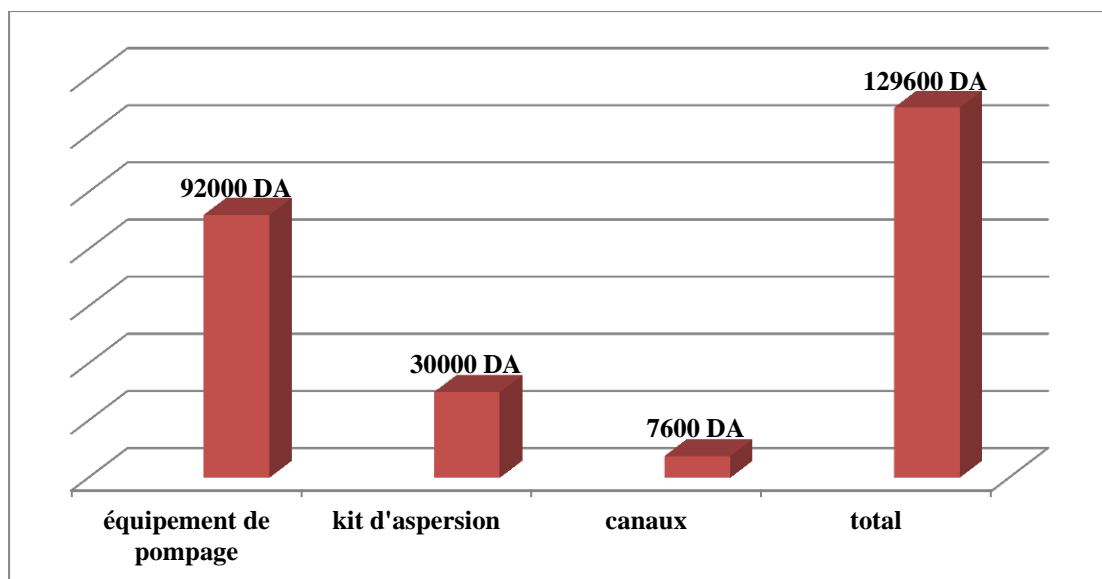


Figure 18 : Coûts d'équipement (oueds) par hectare

### 15. Estimation du coût d'énergie :

On a constaté dans la région d'étude que le coût d'électricité pour un hectare de pomme de terre est d'environ 3000 DA. Par contre le coût du gas-oil est dix fois plus que celui d'électricité, d'environ 30000 DA (Fig.19).

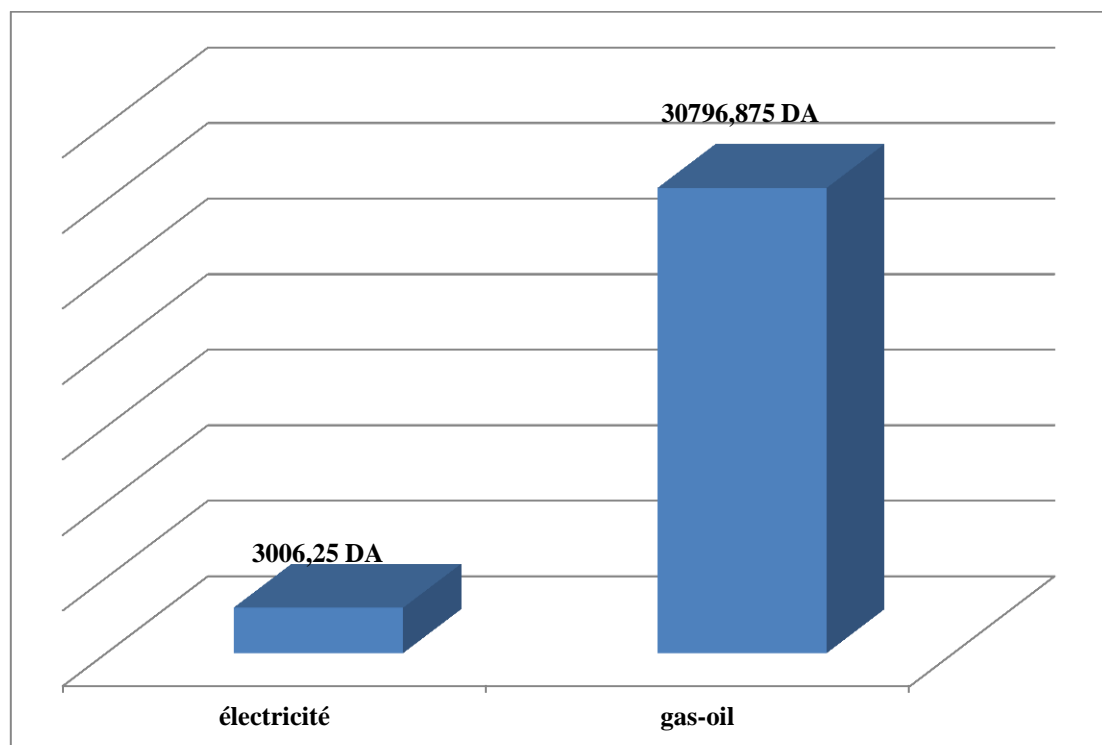


Figure 19 : Facture d'énergie pour un hectare de pomme de terre

### 16. Montage du coût global pour un hectare de pomme de terre :

On a pu estimer le coût total pour un hectare de pomme de terre selon l'énergie consommée (électricité – gas-oil), les équipements ramenés (pompes – moteurs – canaux de distribution – kit d'aspersion) plus 10% du coût (des forages / puits), le coût des mains d'œuvres, le coût des produits phytosanitaires, le coût des semences ainsi que le coût des engrais, on a conclu que le coût total est situé environ les 396000 DA d'une part et que le coût total de la mobilisation d'eau pour un hectare est de l'ordre de 153600 DA qui représente environ 38.78% du coût total.

Remarque : ce coût est peut varier selon la variabilité du coût de ces facteurs (énergie – équipements – mains d'œuvres – produits sanitaires – semences - engrais) (Fig.20).

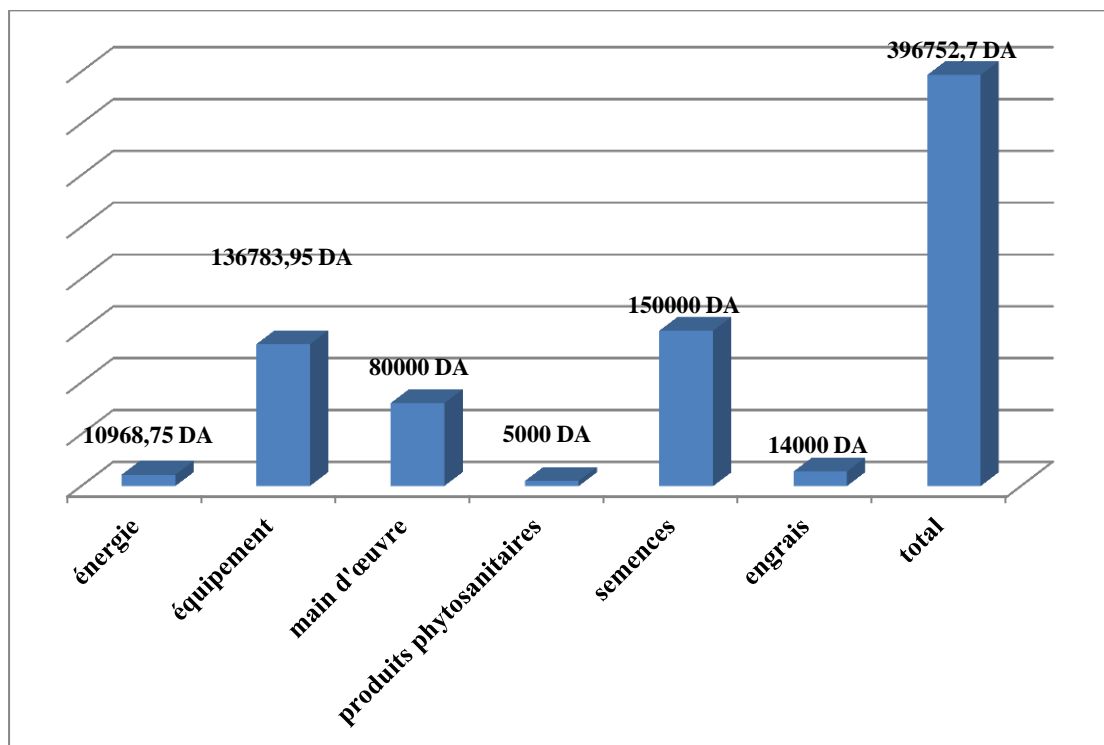


Figure 20 : Facture globale pour un hectare de pomme de terre

### **17. Essai de modélisation du rendement**

Dans ce point, on va essayer d'élaborer un modèle simple entre le coût et le rendement et après traitement statistique on a pu construire le modèle par l'introduction des données collectées des 20 agriculteurs (coût, rendement).

### **18. Equation du modèle :**

D'une manière générale l'équation de la régression linéaire s'exprime par le modèle suivant  $y=a + bX$  dont :

**X : la variable indépendante.**

**Y : la variable dépendante.**

$$\text{Coût} = -33541202,4808594 + 459588,001833884 * \text{Rend}$$

Après traitement statistique, l'équation issue montre nettement la présence d'un lien entre le coût et le rendement.

Par exemple : si le rendement augmente par une unité le coût va augmenter par 459588 centime.

### **19. La droite de régression :**

L'analyse de cette droite et à travers le coefficient d'ajustement est égale :

$R^2 = 0.279$  ce coefficient est nettement faible moins de 0.5 et dans cette condition on peut dire que la droite de régression n'est pas bien ajustée et par la suite notre modèle est faible. Ces résultats nous laissent de dire qu'il y-a d'autres facteurs qui entrent dans la composition du coût à part le rendement( voir Fig.21).

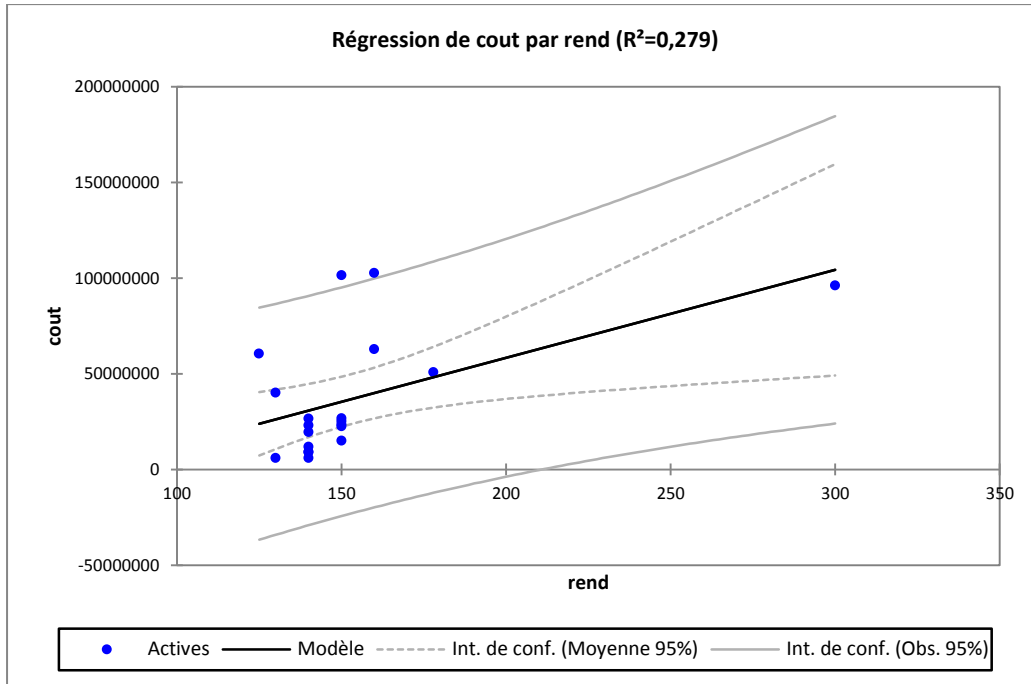


Figure 21 : Régression de coût par rendement

**Conclusion :**

A travers cette étude réalisée dans la commune d'El Beidha, nord-ouest de la région d'Aflou, nous avons caractérisé les doses et les coûts d'irrigation et identifier les techniques d'irrigation utilisées par les agriculteurs de cette région.

Les résultats obtenus sur les franges d'âge montrent une dominance nette qui située au niveau de la frange d'âge entre 40-60 ans. En effet parmi les 20 agriculteurs enquêtés cette frange d'âge prend un taux de 40%, la frange d'âge entre 20-40 ans et celle entre 60-80 ans prennent 30% à chaque une.

Par ailleurs, les résultats obtenus sur la situation juridique des terres agricoles montrent la plupart des exploitations (14 exploitations) ont un statut juridique d'APFA d'un taux de l'ordre 70%. Cependant (04 exploitations) ont le statut juridique d'FNRA d'un taux de 20% suivi par la GCA qui représentée par (02 exploitations) d'un taux de 10%.

Les exploitations sont classées en cinq classes selon la superficie possédées dont, la plupart des superficies est varié entre 01-05 hectares d'un taux de 40% et 30% pour les superficies qui variées entre 06-10 hectares. Cependant les 30% sont répartis comme suite : entres 11-15 hectares (15%) ,16-20 hectares (10%) et le reste (05%) ce sont les superficies qui dépassent les 20 hectares.

Toute fois, la majorité de ces exploitations sont travaillées par leurs propriétaires avec un taux de 95%, où les exploitations louées occupent que 05% de la totalité des exploitations enquêtées.

Les superficies consacrées à la pomme de terre sont classées en trois catégories :

- Entre 01-03 hectares d'un taux de 75% (travaillés par leurs propriétaires).
- Entre 04-06 hectares avec un taux de 15% (travaillés par leurs propriétaires).
- Et 10% des superficies représentées par des parcelles de 07-09 hectares (travaillés par les agriculteurs locataires).

Les résultats d'analyses des superficies dans la région d'étude montrent que la superficie consacrée pour la pomme de terre est estimée par 48 hectare soit un taux de 14.58% de la superficie totale estimée par 329 hectares. Par contre les superficies consacrées aux autres cultures (blé, orge) qui estimées par 281 hectares avec un taux environ 85.42%.

Concernant l'énergie utilisée pour mobiliser l'eau, notre enquête montre que la plupart des agriculteurs enquêtés sont couverts par l'énergie électriques qui représentée par les trois quart d'énergie utilisable. Par contre la source du gas-oil n'occupe que le un quart de la totalité d'énergie utilisée.

La même situation est constatée concernant la destination des sources d'eau d'irrigation dont, l'utilisation des forages comme source d'eau est élevée avec un taux de 60% suivi par les puits d'un taux de 25% et l'utilisation de l'eau d'oued (oued Touil ) avec un taux de 15%.

En effet, l'introduction des nouvelles techniques d'irrigation affecte sur l'ancien système traditionnel (submersion) dont, les agriculteurs changeaient ce système par l'irrigation par aspersion qui occupe une majorité estimée par un taux de 70% et l'irrigation traditionnelle représentée par l'irrigation par submersion n'occupe que 30%.

Dans notre région d'étude, pour irriguer un hectare de pomme de terre les agriculteurs utilisent une dose plus élevée à celle de la théorique estimée par 518.4 m<sup>3</sup> avec un écart de 58% comparativement à la théorie qui estimée par 217.72 m<sup>3</sup>.

Cependant, les coûts d'irrigation pur un hectare de pomme de terre dans la région d'étude sont partagés sur :

- Coût de mobilisation d'eau : on distingue une variabilité des coûts de mobilisation d'eau chez les différents agriculteurs de la pomme de terre, varie entre 30000 DA jusqu'à 700000 DA sur exploitation.

- Coût d'équipement pour les agriculteurs ayant des forages : on distingue un coût total estimé par d'environ 180000 DA par hectare, ce coût est partagé sur (équipement de pompage « pompes et moteurs » environ 110000 avec un taux environ 63.19% plus kit d'aspersion d'environ 45000 DA et un taux d'environ 25.15% plus Les canaux de

distribution d'eau de 5800 DA et d'un taux d'environ 03.21% plus Les forages : 10% du coût total des forages environ 15000 DA avec un taux d'environ 08.44%).

- Coût d'équipement pour les agriculteurs ayant des puits : on distingue un coût total estimé par d'environ 100000 DA par hectare, ce coût est partagé sur (équipement de pompage « pompes et moteurs » environ 75000 DA avec un taux environ 75.03% plus kit d'aspersion d'environ 11000 DA et un taux d'environ 11.23% plus Les canaux de distribution d'eau de 8750 DA et d'un taux d'environ 08.73% plus Les forages : 10% du coût total des puits environ 5000 DA avec un taux d'environ 04.99%).

- Coût d'équipement pour les agriculteurs utilisent l' « Oued Touil » comme source d'irrigation : on distingue un coût total estimé par d'environ 120000 DA par hectare, ce coût est partagé sur (équipement de pompage « pompes et moteurs » environ 92000 DA avec un taux environ 70.98% plus kit d'environ 30000 DA et un taux d'environ 23.14% plus Les canaux de distribution d'eau de 7600 DA et d'un taux d'environ 05.86%).

- Coût d'énergie : On a constaté dans la région d'étude que le coût d'électricité est d'environ 3000 DA. Par contre le coût du gas-oil est dix fois plus que celui d'électricité, d'environ 30000 DA.

En fin on a pu estimer le coût total pour un hectare de pomme de terre selon l'énergie consommée (électricité – gas-oil), les équipements ramenés (pompes – moteurs – canaux de distribution – kit d'aspersion) plus 10% du coût (des forages / puits), le coût des mains d'œuvres, le coût des produits phytosanitaires, le coût des semences ainsi que le coût des engrais, on a conclu que le coût total est situé environ les 396000 DA d'une part et que :

Le coût total de la mobilisation d'eau pour un hectare de pomme de terre dans la région d'étude est de l'ordre de 1536000 DA qui représente environ 38.78% du coût total.

La dose totale pour irriguer un hectare de pomme de terre dans notre région d'étude « commune d'El- Beidha wilaya de Laghouat » est de 518.4 m<sup>3</sup>.

Après la modélisation entre le coût et la production, on a trouvé que le coût a une faible influence sur la production (le coefficient d'ajustement faible).

Ce que veut dire que la production est dépendante des autres facteurs, qui représentent presque 70% d'information.

Cette étude préliminaire sur l'analyse des doses et les coûts d'irrigation de la pomme de terre, présente un intérêt agronomique et socio-économique très important. Dans le premier aspect nous pouvons encourager les agriculteurs de notre région et surtout la région steppique à introduire les nouvelles techniques d'irrigation est surtout la bonne maîtrise de ces techniques pour rendre l'agriculteur conscient et pour augmenter les rendements de nos cultures. Pour le deuxième, cette étude nous a permis de comprendre les mutations sociales et l'évolution des agriculteurs dans le domaine agricole.

- 1-Abd El Monaim Hassen., 1999.** Production de pomme de terre. Maison. Arabe de l'édition et la distribution. 446 p (en arabe).
- 2-Abdessalem F., 1990.** Contribution a l'étude de trois amendements organique (fumier de fermes, fientes de volailles, compost urbain).
- 3-Anonyme., 1981.** Larousse agricole. Librairie Larousse p 874. 1207p.
- 4-Anonyme., 1982.** Guide pratique du plant de PDT - Institut Technique de Pomme de Terre, 1982.
- 5-Anonyme., 1993.** Fiches techniques de pomme de terre. Recueil des fiche technique. Août. I.T.D.A.S. Biskra.
- 6-Archer., 1976.** Fertilizer requirements of potatoes in the vale of eden. Expl. Husbandry 31, 72-79.
- 7-Arar A., Doorenbos J et Thomas R.G., 1974.** Irrigation and drainage in relation to salinity and water logging .Salinity seminar; Baghdad.FAO, 1974.Irrigatioin and drainage, Paper, pp87-106.
- 8-Armitage F B., 1986.** Foresterie irriguée en pays aride et semi aride (synthèse) CRDI, OTTAWA.192 p.
- 9-Ayers R.S. et Westcot D.W., 1988.** La qualité de l'eau d'irrigation. Bulletin d'irrigation et drainage. FAO. Rome. 180p.
- 10-Barabas S., 1983.** GEMS/EAU. Surveillance de la qualité de l'eau. UNESCO, SC et SOC N°1 pp115-125.
- 11-Belaid D., (1986).** Aspect de l'élevage ovin en Algérie O.P.U. Alger, 107p.
- 12-Belaid D., (1986).** Notion de zootechnie générale O.P.U Alger, 64p.
- 13-Berger et al., 1961.** Yield, quality and phosphorus uptake of potatoes as influenced by placement and composition of potassium fertilizers. Am Potato J 38:272-285.
- 14-Bergmann., 1992.** Nutritional Disorders of Plants. Gustav Fischer Verlag, NewYork.
- 15-Bernard LH., 1999.** production végétale des grandes cultures 2<sup>eme</sup> édition synthèse Agricoles 321p
- 16-Birch et al., 1967.** Field experiment of the fertilizer requirements of main crop of potatoes. J. Agric. Sci. Camb. 69: 13-24.
- 17-Bissati., 1996.** Optimisation de la cryoconservation d'apex de Solanum phureja par enrobage-déshydratation, en présence de saccharose. Etude sur l'effet de

différentes substances cryopotectrices. Thèse de Doctorat de l'Université de Rennes 1. France. 107p

**18-Black et Cairns., 1958.** The effects of varying levels of nitrogen, phosphorus and potassium and manure on the yield and starch content of potatoes. Can. J. Soil Sci. 38 : 1-7.

**19-Boulaine J., 1972.** Les vertisols des bassins tertiaires méditerranéens et leur érosion. Option méditerranéenne N°28, pp43-47.

**20-Boulaine J., 1978.** Les sols calcaires. Cah. ORSTOM, série pédologie. volXVI, N°3, 1978 pp265-291.

**21-Boulaine J., 1980.** Pédologie appliquée, édition Masson. Paris ,220p.

**22-Boulevain F, et Dumont P., 2005.** Lexique de géologie sédimentaire. Université de Liège. Faculté des sciences. Département de géologie. Belgique.

**23-Boumlik., 1995.** Systématique des spermatophytes. Edition Office des Publications Universitaires. Ben Aknoun. (Alger) p80.

**24-Carpenter., 1957.** Mineral accumulation in potato plants Maine Agric. Exp. Stn. Bull. 562.

**25-Carpenter et Murphy., 1965.** Effects of accumulated fertilizer nutrients in a Maine soil upon the yield, quality and nutrient content of potato plants. Maine Agr. Exp. Sta. Bull. 634.

**26-Carpenter et al., 1965.** Effects of accumulated fertilizer nutrients in a Maine soil upon the yield, quality and nutrient content of potato plants. Maine Agric Exp Stn Bull 634.

**27-Chamberland et Scott., 1968.** Nitrogen, phosphorus and potassium experiments with potatoes in the lower St. Lawrence region of Quebec. American Potato Journal. 115:93-102.

**28-Chamberland et Campagna., 1969.** Effet de différentes doses de N, P et K sur le rendement et la qualité de la pomme de terre. Can. J. Soil Sci. 49: 247-256.

**29-Chang et al., 1984.** Fertilizer injury to potatoes as affected by fertilizer source, rate and placement. Am. Pot. J. 61: 591- 597.

**30-Chapman et al., 1992.** Potassium nutrition of Kennebec and Russet Burbank potatoes in Tasmania: Effect of soil and fertilizer potassium on yield, petiole and tuber potassium concentrations, and tuber quality. Australian J Exp Agric 32:521-527.

**31-Chellig R., (1992).** Les races ovines algériennes. O.P.U, 80 p.

- 32-Clarkson et Hanson., 1980.** The mineral nutrition of higher plants. Ann. Rev. Plant Physiol. 31: 239-298.
- 33-Curwen., 1992.** Influence of potassium and nitrogen management on potato tuber dry matter and bruising.
- 34-DahnkeA et Nelson., 1993.** Soils and fertilizer, pp 29-34. In. Bissonnette, H.L., et al., (Eds) Potato production and pest management in North Dakota and Minnesota. Minnesota Ext Serv Bull 26. Univ of Minnesota, St. Paul, MN.
- 35-Derderi A., 2014.** Développement des cultures maraîchères en steppe, le rôle déterminant des agriculteurs itinérants dans la région d'Aflou, wilaya de Laghouat.1-109 p.
- 36-Darpoux R., 1967.** Les plantes sarclées Paris : maison rustiques, 399 p.
- 37-Dialeman P.J., 1974.** Dynamics of salts in the soil water system. Salinity seminar, Baghdad. FAO. Rome 1974.Irrigation and drainage, Paper, 40-49.
- 38-Dubetz et Bole., 1975.** Effect of nitrogen, phosphorus, and potassium fertiilien on yield components and specific gravity of potatoes. Am. Pot. J. 52: 399-405.
- 39-D.S.A., 2004.** Direction des services agricoles (laghouat).
- 40-Ekeberg., 1972.** Fertilization experiments with n, P and K for potatoes in Hedmark and Oppland. For skning og Forsok: Landbruket 23,3,181-201.
- 41-El Karaoui F.,1977.** Principes de base en chimie du sol et sa fertilité.
- 42-Elmar, Alfred et Walfgang., 1988.** La fertilisation de la pomme de terre : quelques exemples en provenance des pays tropicaux et subtropicaux, in informations agricoles N°1 Ludwigs, R.F.A
- 43-Ewing., 1997.** Potato. In: The Physiology of Vegetable Crops (Ed.: H.C. Wien). CAB International, UK. pp. 295-344.
- 44-Fageria et al., 1997.** Growth and Mineral Nutrition of Field Crops. 2 nd Edition. Marcel Dekker Inc., New York.
- 45-FAO., 1996, 1998, 2006.** Food and Agriculture Organization.
- 46-Framji K., 1983.** L'irrigation bat les records de consommation d'eau. UNESCO, impact SCIENCE et SOCIETE N°1, pp 51-59.
- 47-Giroux M., 1984.** Effets d'application d'urée au sol et au feuillage sur le rendement, le poids spécifique et la nutrition azotée de la pomme de terre. Naturaliste can. 11 1: 157-166.
- 48-Giroux M et al., 1984.** Effet de la fertilisation phosphatée sur la pomme de

terre en relation avec l'analyse du sol et la source de phosphore utilisée. *Can. J. Soil Sci.* 64: 369-381.

**49-Giroux M., 1988.** La pollution diffuse par les nitrates. *Agrosol* 1 (1) : 35-39.

**50-Giroux M., 1993.** Rôle et gestion des fertilisants: azote, phosphore et potassium en relation avec le rendement et la qualité de la pomme de terre. p. 57-76. Dans: Colloque sur la pomme de terre: une pomme de terre au coeur sensible. CPVQ. Québec.

**51-Grewal et al., 1991b.** Phosphorus and potassium nutrition of potato. Technical Bulletin No. 31. Central Potato Research Institute, Shimla, India.

**52-Gunasema et Harris., 1969.** The effect of CCC and nitrogen on the growth and yield of the second early potato variety Craig's Royal. *J. Agric. Sci. Camb.* 73: 245- 299.

**53-Gunasema et Harris., 1971.** the effect of CCC, nitrogen and potassium on the growth and yield of two varieties of potatoes. *J. Agric. Sci. Camb.* 76,33-52.

**54-Harris., 1978.** Minerai nutrition. p.195-243. Dans: Roberts, E.H. (Ed.) *The potato crop.* London Chapman et Hall. New York.

**55-Herert Dj, in Crosnier J.C., 1975.** Techniques agricoles encyclopédie Permanents Paris Ed. Technique

**56-Herlihy., 1989.** Effect of potassium on sugar accumulation in storage tissue. In: Proceedings of the IPI 21 st Colloquium on: Methods of K Research in Plants, held at Louvain-la-Neuve, Belgium, 19-21 June 1989. International Potash Institute, Bern, Switzerland. pp. 259-270.

**57-Isnart H., 1972.** Rapport d'homologation des variétés de pomme de terre I.T.C.M.I staoueli.

**58-Jackson et McBride., 1986.** Yield and quality of potatoes improved with potassium and chloride fertilization. In: Special Bulletin on Chloride and Crop Production No. 2. (Ed.: T. L. Jackson). Potash & Phosphate Institute, Atlanta, Georgia. pp. 73-83.

**59-James et al., 1970.** Chloride uptake by potatoes and the effects of potassium chloride, nitrogen and phosphorus fertilization. *Soil Sci* 109:48-52.

**60-Joem et Vitosh., 1995b.** Influence of applied nitrogen on potato part II: Recovery and parüüoning of applied nitrogen. *Am. Pot. J.* 72: 73-84.

- 61-Kaci A., (2007).** Contribution a l'étude hydrogéologique de la partie occidentale du Bassin Versant du chott Melghir. Thèse Mag. Inst. Science et terre. Univ. Khmis Meliana, 275p.
- 62-Kafkafi., 1990.** The functions of plant K in overcoming environmental stress situations. In: Proceedings of the IPI 22nd Colloquium on: Development of K Fertilizer Recommendations, held at Soligorsk, USSR, 18-23 June 1990. International Potash Institute, Bern, Switzerland.
- 63-Kemmler et Krauss., 1989.** Potassium and stress tolerance. In: Proceedings of the Workshop on: The Role of Potassium in Improving. Fertilizer Use Efficiency, held at Islamabad, Pakistan, 21-22 March, 1987. National Fertilizer Development Center, Islamabad, Pakistan. pp. 187-202.
- 64-Kenneth S., 1966.** Plants de pomme de terre, sources d'approvisionnement et traitement edit. I.C.N.P.D.T la haye.
- 65-Khaldoun M., 1974.** Mise en valeur du périmètre d'Ain Baida (Aflou) wilaya de Tiaret. Mém. Ing, Agro, INA El Harrach, 73p.
- 66-Khebibeche R. et Belhabib F., 1998.** Contribution à la connaissance des systèmes d'élevage ovins pratiqués en zone de steppe. Cas de la commune d'Ain-El-Bel (wilaya de Djelfa). Mém. Ing, INA Alger, 71p.
- 67-Khelifi A., 2008.** Rendement des plantes spontanées de quelques parcours steppiques de la région de Laghouat. Mém. Ing, Agro, Univ. Laghouat, 53p.
- 68-Kiraly., 1970.** IPI Research Topics N 3/ Potassium and Plant Health 1977.
- 69-Kiraly., 1976.** Plant disease resistance as influenced by biochemical effects of nutrients in fertilizers. In: Proceedings of the IPI 12 th Colloquium on: Fertilizer Use and Plant Health, held at Izmir, Turkey, 1976. International Potash Institute, Bern, Switzerland. pp. 33-46.
- 70-Kleinkopf G.E., 1983.** Potato in crop-Water relation. TEARE ID : 287-305.
- 71-Kofer., 1958.** Les besoins du secteur de la croustille. p. 33 à 46. Dans: Cahier des conférences du colloque sur la pomme de terre - Mieux penser sa production en fonction de son marché. CPVQ. Québec.
- 72-Kleinkopf et al., 1981.** Dry matter production and nitrogen utilization by six potato cultivars. Agron. J. 799- 802.
- 73-Le Houerou H.N.,1990.** Définition et limites bioclimatiques du Sahara Sécheresse- Vol, N°4 pp246-259.

- 74-Locacio et al., 1992.** Calcium and potassium fertilization of potatoes grown in North Florida: 1. Effects on potato yield and tissue Ca and K concentrations. *Am Potato J* 69:95-104.
- 75-Lorenz et Vittum., 1980.** Phosphorus nutrition of vegetable crops and sugar beets. Dans : *The role of phosphorus in agriculture.* (Ed.) Khasawneh, F.E. ASA. CSSA et SSSA. Madison, Wisconsin. p. 737-762.
- 76-Maclean., 1983.** Sources of fertilizer nitrogen and phosphorus for potatoes in Atlantic Canada. *Am. Pot. J.* 60: 913 -918.
- 77-Maclean., 1984.** Time of application of fertilizer nitrogen for potatoes in Atlantic Canada. *Am. Pot. J.* 61: 23-29.
- 78-Madec et Perennec., 1962.** Les relations entre l'induction de la tubérisation et la croissance chez la pomme de terre. *Ann. Physio. Veg* pp 05-83.
- 79-Madec P., 1966.** Croissance et tubérisation de la pomme de terre. *Bull. soc. Fr. Physio. Veg* (12) .pp 159-173.
- 80-M.A.D.R., 2006.** Ministère d'agriculture, Direction de statistique de système d'information (D.S.A). Ministère d'Agriculture et Développement Rural.
- 81-Marschner., 1995.** *Mineral Nutrition of Higher Plants.* 2nd Ed. Academic Press, London.
- 82-Martin-Prevel., 1989.** Physiological processes related to handling and storage quality of crops. In: *Proceedings of the 21 st IPI Colloquium on: Methods of K Research in Plants,* held at Louvain-la-Neuve, Belgium, 19-21 June 1989. International Potash Institute, Bern, Switzerland. pp. 219-248.
- 83-McCollum., 1978.** Analysis of potato growth under differing P regimes (II. Time by P-status interactions for growth and leaf efficiency). *Agron. J.* 70: 58-67.
- 84-McDole., 1978.** Potassium fertilizer trials with potatoes on coarse-textured soils in southeastern Idaho. *Am Potato J* 55:161-170.
- 85-Mengel., 1997.** Impact of potassium on crop yield and quality with regard to economical and ecological aspects. In: *Proceedings of the IPI Regional Workshop on: Food Security in the WANA Region, the Essential Need for Balanced Fertilization,* held at Bornova, Izmir, Turkey, 26-30 May 1997. International Potash Institute, Bern, Switzerland. pp. 157-174.
- 86-Milk Horpe .F.L., 1966.** The growth of the potato in 3<sup>eme</sup> conference tri-annuelle de E.T.c.M.I p.p 22

- 87-Miller et al., 1970.** Ammonium effects on phosphorus absorption through pH changes and phosphorus precipitation at the soil-root interface. *Agron. J.* 62: 524-527.
- 88-Moulle C., 1972.** Plantes sarclées et déverses. J-B. Ballière et Fils, Editeur, Paris. 246 p.
- 89-Nelson., 1970.** Effect of planting date, spacing and potassium on hollow heart in Norgold Russet potatoes. *Am. Potato J.* 47: 130-135.
- 90-Office National Météorologique., (2014).** Donnée météorologique de Laghouat, 5p.
- 91-d'Ojala et al., 1990.** Influence of irrigation and nitrogen management on potato yield and quality. *Am. Pot. J.* 67 : 29-43.
- 92-Ozenda P., (1982).** Les Végétaux dans la Biosphère. Ed. Doin, 431p.
- 93-Perrenoud., 1993.** Fertilizing for High Yield Potato. IPI Bulletin 8. 2nd Edition. International Potash Institute, Basel, Switzerland.
- 94-Porter et Sisson., 1993.** Yield, market quality and petiole nitrate concentration of non-irriated Russet Burbank and Shepody potatoes in response to sidedressed nitmgen. *Am. Pot J.* 70: 101-i15.
- 95-Prevoste P., (1999).** Les bases de l'agriculture. Ed. Technique et documentation, Paris, 243p.
- 96-Rahmani T., (1999).** Etudes hydrogéologiques de la partie centrale du synclinale d'Aflou. Mém. Ing. Inst. Science de terre. Oran, 97p.
- 97-Reust W., 1986.** Essais de fumure azotée sur différentes nouvelles variétés de pommes de terre de consommation, industrielle et fourragères. *Revue suisse Agric.* 18(2): 81 - 85.
- 98-Robert et al., 1984.** “ Slow release” nitrogen evaluations and phosphorus and potassium requirements for potatoes on sandy soil. College of Agric and Home Econ Res Ctr Bull XB0943. Washington State Univ, Pullman, WA.
- 99-Robert et al., 1991.** Potato uptake recovery of nitrogen-15 enriched ammonium nitrate from periodic applications. *Agron. J.* 83: 378-381.
- 100-Smith., 1987.** Effect of cultural and environmental conditions on potatoes for procesçing. p 73-146. Dans: Talburt, W.F. et O. Smith (ed.). Potato processing (fourth edition). Van Nostrand Reinhold Company, New-yok
- 101-Singh et Trehan., 1998.** Balanced fertilization to increase the yield of potato. In: Proceedings of the IPI-PRII-PAU Workshop on: Balanced Fertilization in

Punjab Agriculture, held at Punjab Agricultural University, Ludhiana, India, 15-16 December 1997. pp. 129-139.

**102-Soltanpour., 1969a.** Effect of nitrogen, phosphorus and zinc placement on yield and composition of potatoes. *Agron. J.* 61: 288- 289.

**103-Soltanpour., 1969b.** Accumulation of dry matter and N, P, K, by Russet Burbank, Oromonte and Red McClure potatoes. *Am. Pot. J.* 46: 11 1-1 19.

**104-Soltner., 1979.** Les grandes production végétales phytotechnie spéciale. 10<sup>émé</sup>. Edition. 427 p.

**105-Stamboul M., (2004).** Contribution à l'étude hydrogéologique de l'Atlas Saharien (l'exemple du Djebel Amour). Thèse doct. Univ. Oran, 310p.

**106-Terman et al., 1951.** Rate, placement and source of nitrosen for potatoes in Maine. *The Maine Agric. Exp. Sta. Bull.* 490.

**107-Terman et al., 1952.** Rate, placement, and source of phosphorus fertilizers for potatoes in Maine. *The Maine Agric. Exp. Sta. Bull.* 506.

**108-Terman et al., 1953.** Relation of soil and fertilizer potassium to dry matter content and yield of potatoes. *Soil Sci* 75:449-458

**109-Tisdale et Nelson., 1975.** Soil and fertilizer phosphorus. p. 189- 242. Dans Tisdale et Nelson (ed.). *Soil fertility and fertilizers*. 3rd editions. Macmillan publishing Co., Inc. New- York

**110-Tran et Giroux., 1991.** Fertilisation azotée (15N) de la pomme de terre de primeur (*Solanum tuberosum* L) selon les dates de récoltes. *Agrosol* IV(1): 20-29.

**111-Tyler., 1983.** Efficiency of nitrogen uptake by potatoes. *Am. Pot. J.* 60: 261-269.

**112-Usherwood., 1985.** The role of potassium in crop quality. In: *Potassium in Agriculture* (Ed: R.S. Munson). ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI. pp. 489-513.

**113-Westermann et al., 1988.** Nitrogen fertilizer efficiencies on potatoes. *Am. Pot J.* 65: 377-386.

**114-Westermann., 1993.** Fertility management p. ii-86. Dans: *Potato health management* Rowe, R.C. (Ed.). P.A.A., A.P.S. Minnesota, U.S.A.

**115-Westermann et al., 1994b.** Nitrogen and potassium fertilization of potatoes: yield and specific gravity. *Am Potato J* 71:417-432.

**116-Yungen et al., 1958.** The influence of fertilizer treatments on the yield, grade and specific gravity of potatoes in Eastern Oregon. *American Potato Journal.* 35: 386-395.



**Annexe 1 : Fiche de questionnaire****1- Identification de producteur :**

Nom :

Prénom :

Age :

Origine (localité) :

**2- Identification de l'exploitation :**Statut juridique : Propriétaire Locataire **3- Source d'eau :**Forage : Puits : Oued : 

Profondeur du forage :

Profondeur de puits :

Débit :

**4- Qualité d'eau :**Douce Saline **5- Système d'irrigation :**Submersion Aspersion : Goute à goutte : **6- Spéculation :**

La part de la pomme de terre/les autres cultures :

**7- Superficie :****8- Rendement habituel :****9- Nombre d'heure d'irrigation :**

-Nombre de déplacement de Kit :

**10- Moyen de stockage d'eau :**

Bassin :

Oui Non **11- Effectif de main d'œuvre :****12- Facture d'électricité/ saison :****13- Facture du gaz-oil :**

## Annexe 2 : Données sur le cheptel

Tableau 01 : Evolution du cheptel caprin pour la période : 2000-2007

Année commune	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Laghouat	25600	25900	24605	25605	25400	25400	25400	25800
Sidi Makhlouf	14192	14362	13621	13621	13521	13521	13562	13775
El Assafia	4846	4886	4619	4616	4616	4616	4616	4689
Ksar El Hirane	9083	9233	8772	9272	9172	9172	9172	9316
B.Nacer b.Chohra	26247	26347	25030	26530	26430	26430	26430	26845
Ain Madhi	7033	7024	6650	6650	6500	6500	6500	6602
Kheneg	3715	3720	3512	3512	3507	3507	3507	3562
El Houita	2302	2310	2172	2172	2172	2172	2172	2206
Tadjmout	7000	7020	6646	6646	6646	6646	6646	6750
Tadjerouna	5750	5750	5440	5440	5440	5440	5440	5525
Hassi R'mel	8598	8598	8146	8646	8646	8646	8646	8782
Hassi Deilaa	10315	10315	10061	11060	11000	11000	11000	11173
Aflou	4761	4761	4643	6643	6643	6643	6643	6747
Sebgag	5737	5737	5428	7628	7628	7628	7628	7748
Sidi Bouzid	1575	1575	1474	1574	1574	1574	1574	1599
Oued Mora	2187	2187	2055	2255	2255	2255	2255	2290
Oued M'zi	2190	2190	2058	2258	2258	2258	2258	2293
El Ghicha	4340	4340	4101	4101	4101	4090	4090	4154
Gueltat Sidi Saad	3513	3513	3315	3518	3518	3518	3518	3573
Ain Sidi Ali	4069	4069	3843	3903	3903	3903	3903	3964
El Beidha	2025	2025	1901	1901	1901	1901	1901	1931
Brida	2530	2563	2412	2412	2412	2412	2412	2450
Hadj Mechri	2170	2170	2039	20039	20039	20039	20039	20043
Taouiala	935	905	868	868	868	868	868	883

(D.S.A.Laghouat, 2014)

Tableau 02 : Evolution du cheptel ovin pour la période : 2000-2007

Année commune	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Laghouat	45582	45810	44893	47893	48900	48990	48900	53302
Sidi Makhlof	53706	53975	52895	55895	56895	56885	56895	62017
El Assafia	19375	19472	19472	21082	22082	22062	22082	24071
Ksar El Hirane	70847	71199	69775	74775	76775	76752	76775	83687
B.Nacer b.Chohra	113358	113918	111639	118839	122839	122830	122839	133897
Ain Madhi	54221	54492	53402	54402	55402	55412	55402	60389
Kheneg	63184	63500	62230	64230	66230	66220	66230	72192
El Houita	19243	19339	18952	20952	21952	21962	21952	23928
Tadjmout	56316	56598	55466	56466	58466	58444	58466	63729
Tadjerouna	34587	34760	34064	35064	46064	36104	36064	39311
Hassi R'mel	455324	4576	44845	48845	50845	50818	50845	55422
Hassi Deilaa	119383	119973	117355	123355	129355	129515	129487	141145
Aflou	69971	70321	68900	73900	75900	75700	75900	82733
Sebgag	30506	30659	30064	31064	32064	32054	32064	34950
Sidi Bouzid	14700	14774	14478	15478	15478	15378	15478	16871
Oued Mora	34605	34778	34082	36082	37082	37033	37082	40420
Oued M'zi	4940	4963	4864	6864	6864	6877	6864	7482
El Ghicha	34740	34914	34216	36217	37217	37233	37217	40567
Gueltat Sidi Saad	85575	86003	84280	86280	89280	89385	89280	97317
Ain Sidi Ali	105680	106202	103778	109578	114578	114473	114578	124893
El Beidha	68700	69044	67633	68163	69162	69162	69162	75388
Brida	31750	31909	31271	32271	32271	32261	32262	35166
Hadj Mechri	45330	465557	446456	45646	45646	15541	45646	49755
Taouiala	5950	5980	5860	5860	5842	5943	5842	6368

(D.S.A.Laghouat, 2014)

## Annexe 3 : Données climatiques de la station de kheneg (Laghouat)

Tableau 03 : Les températures moyennes mensuelles entre 1996-2006 (En °C)

Année	Mois	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.
	Paramètres												
1996	Température Moy mensuelle en °C	10	9.4	12.8	16.5	21.3	24.9	29.2	30.4	23.7	17.6	13.1	9.8
1997	Température Moy mensuelle en °C	8.9	12.1	13.4	16.0	22.8	29.4	32.1	29.2	24.1	18.7	13.2	9.4
1998	Température Moy mensuelle en °C	8.4	10.3	10.7	17.9	21.3	27.6	32.4	30.4	27.2	17.1	13.1	7.1
1999	Température Moy mensuelle en °C	8.0	8.1	12.7	18.4	25.4	30.4	31.6	32.6	26.4	21.6	11.5	8.0
2000	Température Moy mensuelle en °C	5.1	10.5	14.9	18.2	24.0	27.7	32.0	29.5	25.6	17.3	12.9	10.0
2001	Température Moy mensuelle en °C	8.8	9.8	17.4	17.5	21.9	30.3	33.1	31.5	26.0	22.7	12.4	8.1
2002	Température Moy mensuelle en °C	7.2	11.0	14.9	17.3	22.4	25.7	31.4	29.4	25.0	19.3	13.6	10.4
2003	Température Moy mensuelle en °C	8.4	9.0	13.9	18.0	22.9	29.3	33.3	30.6	25.6	20.6	12.6	18.3
2004	Température Moy mensuelle en °C	8.8	11.3	14.1	6.4	18.7	27.5	30.9	31.3	25.1	21.0	11.2	8.0
2005	Température Moy mensuelle en °C	5.1	6.7	14.4	13.3	25.1	28.3	33.5	21.0	24.8	19.6	12.6	7.6
2006	Température Moy mensuelle en °C	5.6	8.8	14.9	19.9	24.1	28.0	31.1	29.8	23.1	21.0	13.3	9.0

(O.N.M)

**Tableau 04** : Les précipitations moyennes mensuelles entre 1996-2006 (en 1/10mm)

Année	Mois	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.
	Paramètres												
1996	Précipitations Moy mensuelle 1/10mm	224	90	487	187	74	315	138	105	132	000	00	57
1997	Précipitations Moy mensuelle 1/10mm	258	00	02	517	40	000	26	393	514	201	130	286
1998	Précipitations Moy mensuelle 1/10mm	45	72	28	197	131	110	00	00	38	06	00	000
1999	Précipitations Moy mensuelle 1/10mm	641	120	205	94	64	206	76	32	337	85	122	531
2000	Précipitations Moy mensuelle 1/10mm	00	00	56	09	163	77	07	17	540	000	12	08
2001	Précipitations Moy mensuelle 1/10mm	30	50	000	09	23	01	09	186	223	112	60	247
2002	Précipitations Moy mensuelle 1/10mm	54	00	25	251	23	50	27	290	76	125	88	05
2003	Précipitations Moy mensuelle 1/10mm	319	64	04	05	09	03	12	62	212	534	143	174
2004	Précipitations Moy mensuelle 1/10mm	04	04	334	460	360	240	45	282	10	160	31	374
2005	Précipitations Moy mensuelle 1/10mm	140	14	014	076	111	102	107	096	417	070	028	044
2006	Précipitations Moy mensuelle 1/10mm	316	163	003	866	049	001	000	155	384	001	123	451
2007	Précipitations Moy mensuelle 1/10mm	5	20	80	281	31	000	130	200	12	130	21	4

(O.N.M)

Tableau 05 : Les vents moyens mensuels entre 1996-2007 (en m/s)

Année	Mois	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.
	Paramètres												
1996	vents moyens mensuels (m/s)	3.9	4.9	2.7	3.8	3.0	2.6	1.0	1.8	2.7	2.7	2.6	3.2
1997	vents moyens mensuels (m/s)	2.3	1.3	2.6	3.5	4.5	4.3	4.7	3.3	2.6	2.3	2.9	2.7
1998	vents moyens mensuels (m/s)	2.1	2.2	2.3	3.9	3.8	2.5	2.6	2.9	3.8	2.3	2.5	2.4
1999	vents moyens mensuels (m/s)	3.5	4.1	3.6	3.5	3.0	4.0	31.3	3.7	3.3	2.5	3.2	3.1
2000	vents moyens mensuels (m/s)	1.1	2.3	3.1	5.3	3.8	2.8	3.3	3.0	3.4	3.2	2.5	3.1
2001	vents moyens mensuels (m/s)	3.5	4.1	3.6	3.5	3.0	4.0	3.1	3.7	3.3	2.5	3.2	3.1
2002	vents moyens mensuels (m/s)	1.3	2.4	3.2	4.4	3.6	2.4	3.6	3.7	2.3	1.6	3.7	2.7
2003	vents moyens mensuels (m/s)	4.2	3.3	2.0	4.5	0.4	2.8	3.1	2.6	2.6	2.8	2.1	3.3
2004	vents moyens mensuels (m/s)	2.5	2.6	3.9	3.8	3.5	3.0	2.2	2.7	1.9	1.6	1.3	2.3
2005	vents moyens mensuels (m/s)	1.38	2.23	2.7	3.27	2.3	2.69	2.25	1.7	1.8	1.35	1.96	1.35
2006	vents moyens mensuels (m/s)	2.4	3.4	3.4	4.4	4	4.6	3.3	2.9	2.6	2.2	3.2	3.3
2007	vents moyens mensuels (m/s)	1.2	4.6	5.3	5.7	4.2	5	3.5	3.9	4.2	3.9	2.2	2.8

(O.N.M)

**Tableau 06** : La valeur nutritionnelle de la pomme de terre crue (avec peau)

Valeur nutritionnelle moyenne pour 100 g	
Eau	77 g
Valeur calorique	70 kcal
Protides	2 g
Glucides	19 g
Lipides	0,1 g
Provitamine A	5 mg
Vitamine B1	0,11 mg
Vitamine B2	0,04 mg
Vitamine B6	0,25 mg
Vitamine C	19,5 mg
Vitamine PP	1,2 mg
Fer	1,8 mg
Calcium	9 mg
Magnésium	10 mg
Phosphore	26 mg
Potassium	255 mg
Sodium	2,4 mg
Fibres	1,4 g

Source de : page web\Pomme de terre - Wikipédia.fr

Tableau 07: Directives pour l'interprétation de la qualité d'une eau d'irrigation

Nature du problème	Unité	Restriction pour l'irrigation		
		Aucune	Légère à modérée	Forte
Salinité (influe sur l'eau disponible pour la plante)				
CEi	dS/m	<0.7	0.7-3.0	>3.0
TDS	mg/l	<450	450-2000	>2000
Infiltration (influe sur la vitesse d'infiltration de l'eau dans le sol : utiliser à la fois CEi et SAR)				
SAR = 0-3 et CEi =		>0.7	0.7-0.2	<0.2
SAR = 3-6 et CEi =		>1.2	1.3-0.3	<0.3
SAR = 6-12 et CEi =		>1.9	1.9-0.5	<0.5
SAR = 12-20 et CEi =		>2.9	2.9-1.3	<1.3
SAR = 20-40 et CEi =		>5.0	5.0-2.9	<2.9
Toxicité de certains ions (affectent les cultures sensibles)				
Sodium :	SAR	<3	3-9	>9
Irrigation de surface	méq/l	<3	>3	•
Irrigation par aspersion	méq/l	<4	4-10	>10
Chlore :				
Irrigation de surface	méq/l	<3	>3	
Irrigation par aspersion	méq/l	<3	>3	
Bore	mg/l	<0.7	0.7-3.0	>3.0
Eléments traces:				
Effets divers (affecte les cultures sensibles)				
Azote (NO <sub>3</sub> -N)	mg/l	<5	5-30	>30
Bicarbonate (HCO <sub>3</sub> ) (pour aspersion sur frondaison)	méq/l	<1.5	1.5-8.5	>8.5
PH		Zone normale : 6.5-8.4		

(FAO)