



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
*République Algérienne Démocratique et Populaire*  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
*Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique*  
جامعة الشهيد حمزة لخضر الوادي  
*Université Echahid Hamma Lakhdar - El OUED*

N série:.....

كلية علوم الطبيعة والحياة  
*Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie*

*Département de biologie*

## **MEMOIRE DE FIN D'ETUDE**

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique  
en Sciences biologiques  
Spécialité : Biodiversité et  
Environnement

### **THEME**

Amélioration de rétention d'eau d'un sol agricole saharien par l'addition  
de l'hydrogel dans la culture de pomme de terre ( cas de Oued-Souf )

**Présentés Par:**

**Mr. ATLLAH** Younes  
**Mr. MILOUD** Oussama

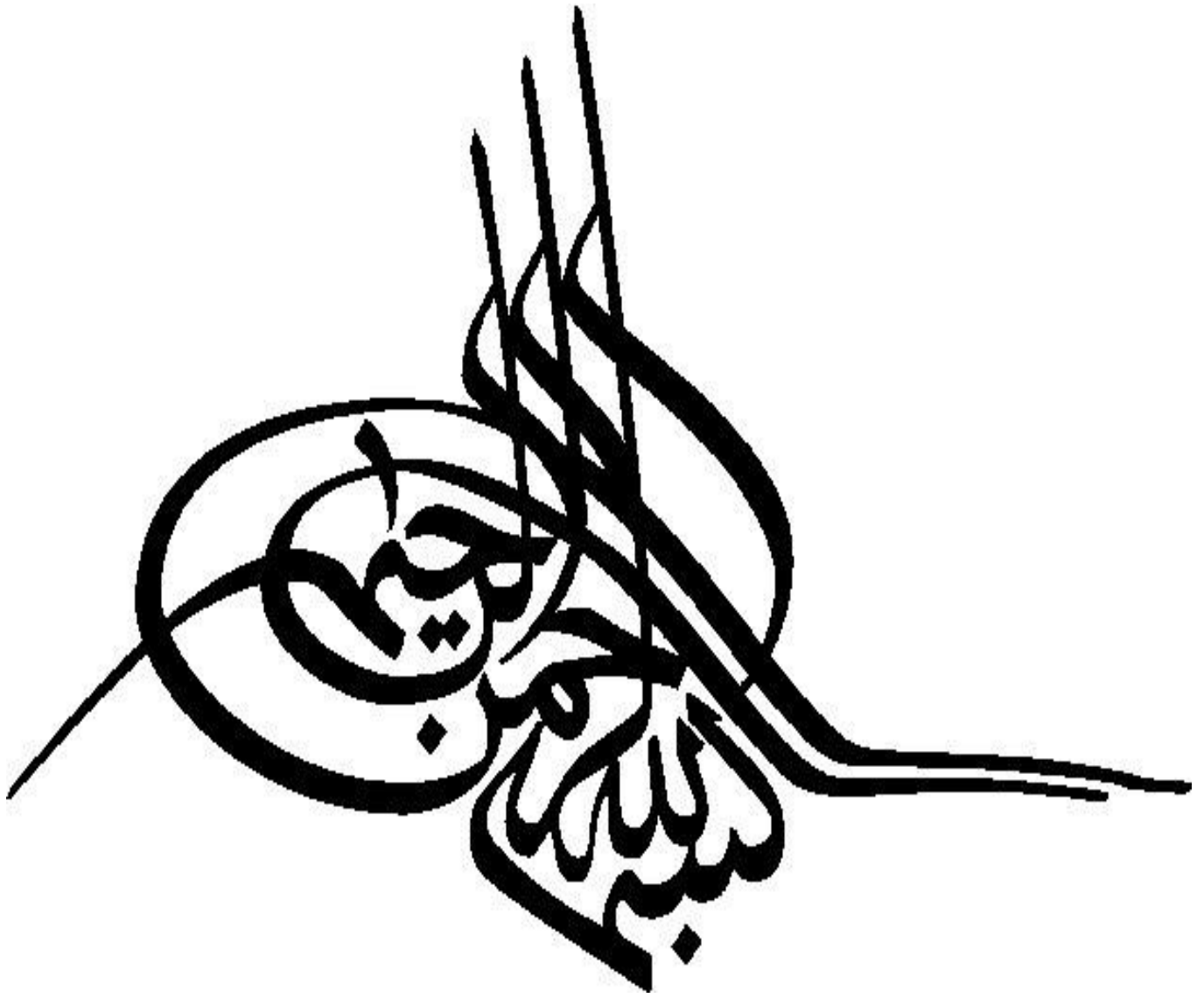
**Devant le jury composé de :**

**Président :** **Mr. GAHTAR A** M.A.A, Université d'El Oued

**Examinatrice :** **M<sup>elle</sup>. MERBAET S** M.A. A, Université d'El Oued

**Promoteur :** **Dr. NILI M<sup>ed</sup> Seghir** M.C. A, Université d'El Oued.

- Année universitaire 2018/2019-



# **Dédicace**

*Je m'incline devant Dieu Le Tout - Puissant qui m'a ouvert la porte du savoir  
et m'a aidé à la franchir*

*A la mémoire de ma grand mère, que dieu l'accueille dans son  
vaste paradis.*

*Je dédie ce modeste travail:*

*A ma chère et tendre mère **Nadia**, source d'affection de courage et  
.d'inspiration qui a autant sacrifié pour me voir atteindre ce jour*

*À mon chère père **Khaled** source de respect, en témoignage de ma profondem  
reconnaissance pour tout l'effort et le soutien incessant qu'il m'a toujours  
.apporté*

*A mon frère et à ma sœur*

*A toute la famille **Miloud et Saadani***

*A mon promoteur **Dr.Nili Mohamed sghir l***

*A tous mes chers amis surtout **Abdo, Abed Albaset, mansour,Imad,Walid***

*A mes chères collègues en master écologie et environnement*

*A mon binôme **Younes et sa famille***

**OUSSAMA**

## **Dédicace**

*Je m'incline devant Dieu Le Tout - Puissant qui m'a ouvert la porte du savoir  
et m'a aidé à la franchir*

*A la mémoire de mon frère **Ilyas** ,mon grande père **Ahmed** et mon oncle  
**Mohamed** et ma tante **Mariam**, que dieu l'accueille dans son  
vaste paradis*

*Je dédie ce travail à mon père **Abdallah** et ma mère **Fatima Zohra**.  
qui sont la raison de mon succès ; je ne pouvais pas nier leur amour, leur  
tendresse et leurs prières. Ils me fournissent de la force et de l'espoir. Certes,  
.cet objectif ne serait jamais accompli sans eux*

*A mes frères **Ali**, **Yassine**, **Tedjani**,**Zaki** et sœurs **Yamina**, **Zohra**,**Khaoula**  
,**Assma***

*,A toute la famille **Atallah** et **Boussnina***

*A mon promoteur **Dr. Nili Mohammed Seghir***

*A tous mes chers amis*

*A mes chères collègues en master écologie et environnement*

*A mon binôme **Oussama** et sa famille.*

**YOUNES**

# Remerciements

Avant de commencer nous remercions avant tout Allah tout puissant, de nous avoir donné le courage, la patience et la chance d'étudier et de suivre le chemin de la science.

Nous tenons en premier lieu à remercier notre encadreur Dr. NILI M<sup>ed</sup> seghir ,Maitre-assistant à l'université d'El-Oued pour nous avoir fait confiance, son disponibilité et pour avoir nous orienter avec justesse tout au long de notre cheminement, son patience, ses encouragements et ses conseils. Nous soulignons particulièrement son sens de la pédagogie et son humanisme.

Nous tenons également à remercier le chef département Dr LAICHE Ammar Touhami .

Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements à M<sup>elle</sup>. MRABET Soumia professeur dans à l'université d'El-Oued, pour l'honneur qu'il nous fait de présider le jury de ce mémoire.

Nos remerciements vont aussi à M. KAHTAR A.OUAHAB ,Maitre-assistante à l'université d'El-Oued pour avoir accepté d'examiner ce modeste travail.

Nous tenons également à remercier tous les enseignants de la faculté des sciences de la nature et de la vie de l'université d'El-Oued, spécialement les enseignants qui ont contribué à notre formation en Ecologie.

Nos vifs remerciements AMI Nacer le propriétaire de la ferme d'expérimentation et son efforts avec nous

Nous remercions toute personne, qui de près ou de loin ayant généreusement contribué à l'élaboration de ce travail. Si par mégarde, nous avons oublié quelqu'un, qu'il nous pardonne et qu'il soit remercié pour tous.

## Résumé

Pour l'amélioration du sol agricole saharien surtout concernant la capacité de rétention d'eau et la forte perméabilité, dans le but de préserver les eaux souterraines.

On propose l'addition d'hydrogel comme une solution pour diminuer la perméabilité du sol dans une expérimentation dans la région de Oued Souf ; au niveau de la commune de Kounine sur la culture de la pomme de terre :

L'addition d'hydrogel est l'un des solutions efficaces pour une irrigation raisonnée, les résultats obtenus sont étonnants :

L'eau d'irrigation est économisée dans les surfaces cultivées à l'addition d'hydrogel par rapport à l'irrigation traditionnelle. C'est montre l'efficacité de l'hydrogel la rétention de l'eau dans un sol agricole saharien.

La production de biomasse est augmentée dans les surfaces cultivées à l'addition d'hydrogel par rapport l'agriculture traditionnelle. L'hydrogel a une influence sur l'augmentation de production du sol agricole saharien (diminuer le stress hydrique des plants par la disponibilité d'eau permanent qui fournit par l'hydrogel)

**Mots-clés :** Hydrogel – Rétention d'eau – oued souf – Humidité – Agriculture durable .

## Sommaire

Remerciement	
Dédicace	
Résumé	
Listes des figures	
Listes des tableaux	
Listes des abréviations	
I-Introduction	
I-1- Hydrogel.....	10
I-1-1- Définition l' hydrogel.....	10
I-1-2-Classification d'hydrogel.....	12
I-1-3- Synthèse d'hydrogels .....	17
I-1-4- Les domaines d'applications des hydrogels.....	19
I-1-5-L'hydrogel dans l'agriculture .....	20
I-1-6-Biodégradabilité du polymère d'hydrogel.....	23
I-1-7 - Avantages d'hydrogels.....	23
<b>II- Matériel et méthode</b>	
II-1- Présentation des zones d'études.....	27
II-2- Matériel utilisés.....	28
II-3- Matériel végétale .....	32
II-3-1- pommes de terre .....	32

II-3-1-1- Exigences climatiques.....	32
II-3-1-2-Exigences édaphique.....	32
II-3-1-3- Exigences hydriques.....	33
II-3-2 La variété des pomme des terre utilise dans la expérimentations -var. <i>Spunta</i> - .....	33
II-4- Techniques de culture de la pomme de terre.....	34
II-5-La préparation de la surface de culture.....	35
II-6- La préparation l'hydrogel et la implantation des tubercules .....	36
<b>III-Résultats et discussion</b>	
III-1- L'humidité de l'air dans la zone d'expérimentation .....	41
III-2- les taux d'humidité du sol des parcelles par semaine .....	42
III-3- Les taux d'humidité du sol dans les quatre parcelles (sondage manuelle et sondage électrique) .....	43
III-4 Les Moyennes générales de la température pendant la durée de matin après midi et le soir dans la zone cultivé .....	44
III-5- La consommation d'eau au niveau des quatre parcelles d'expérimentation.....	44
III-6-Partie aérienne :mesure de la longueur des tiges des plantes. ....	45
III-7- la production de pommes de terre dans les parcelles cultivées.....	48
Conclusion.....	49
Références bibliographiques	
Annexes	
Résumé et mots-clés	

## Listes des figures

N°	Figure	page
01	Climagramme d'Emberger	05
02	Eau contenue dans le sol selon sa texture	07
03	Diagramme ombrothermique de GAUSSEN appliquée à la région du souf	08
04	Hydrogels grains et gel	10
05	la structure chimique de Polyacrylamide.	11
06	Illustration du principe de gonflement et dégonflement d'un réseau de polymères.	12
07	Illustration de la structure d'un gel chimique reticule	15
08	Illustration de la formation et de la structure d'un gel physique	16
09	Présentation des mécanismes de formation des hydrogels physiques et chimiques.	16
10	Schéma représentant la formation de deux types d'hydrogel physique, l'un étant ionique: hydrogel «ionotropique».	18
11	Mécanismes des polymères en agriculture	21
12	structure d'hydrogel agricole	22
13	mécanisme d'absorption et libération De l'eau par l'hydrogel	25
14	photo de satellite présentation de Kouinine	27
15	photo de satellite la zone d'étude omih bahia	28
16	photo montrant les Vannes-électriques	28
17	photo montrant de Programateur	29
18	photo montrant de sond manuel	29
19	photo montrant de Compteur d'eau	30
20	photo montrant de sond d'humidité	30
21	photo montrant de Pompe d'eau	31
22	photo montrant de Réservoir d'eau	31
23	photo de Préparation la surface de culture.	35
24	photo d'irrigation et les prises des vents.	35
25	photo de labour de la surface.	36
26	photo de préparation d'hydrogel ( <b>mou</b> ).	37
27	photo montre la méthode de la plantation des tubercules des pommes de terre avec l'hydrogel.	38
28	photo montre de la système de Goute-Goute.	38
29	Schéma représente le protocole expérimental	39
30	courbe représenté les taux d'humidité de l'air a fonction de temps	41
31	courbe montrant la Moyen général d'humidité dans la zone d'expérimentation à fonction de temps.	42
32	courbe représenté la moyen général de taux d'humidité du sol	42

	dans toutes les surfaces cultivé a fonction de temps	
33	Moyen d'humidité du sol automatique et manuelle pendant 12 semaine expérimentales .	43
34	courbe représenté la moyen général de température pendant la durée matin et après midi et le soir dans la zone cultivé a fonction de temps.	44
35	Histogramme représenté la consommation d'eau dans les quatre parcelles.	45
36	photo montrant la longueur partie aérienne Parcelle 0	45
37	photo montrant la longueur partie aérienne Parcelle 01	46
38	photo montrant la longueur partie aérienne Parcelle 02	46
39	photo montrant la longueur partie aérienne Parcelle 03	47
40	Histogramme représenté les longueurs de la partie aérienne des plantes dans les quatre parcelle	47
41	Histogramme représenté la production de la pomme de terre dans les quatre parcelles.	48

## Liste de tableau

N°	tableau	page
01	Evolution de la production de pomme de terre à El-Oued	04
02	Caractéristiques physico-chimiques du sol de région de l'oued	06
03	Monomères utilisées pour la synthèse d'hydrogels	13
04	Polymères naturels les plus couramment utilisés dans la fabrication des hydrogels.	14
05	Monomères synthétiques les plus couramment utilisés dans la fabrication hydrogels	15
06	Méthodes couramment utilisées pour la fabrication des hydrogels	17

## Liste de abréviation

**P1** : Parcelle 01.

**P2** : Parcelle 02.

**P3** : Parcelle 03.

**P4** : Parcelle 04 .

**d1** :Dose 01.

**d2** : Dose 02 .

**d3** : Dose 03.

**d4**: Dose 04.

**%** : Pourcentage .

**°C**: Degrée Celsius.

**m** : Mètre.

**cm**: Centimètre.

**g** : Gramme .

**kg** : kilo gramme.

**m<sup>3</sup>** : mètre cube.

**h** : Heure .

**pH** : potentiel hydrogène .

**pF**: point flétrissement.

**G** : Général

**S.M.G**: Sondage manuelle général

**DFRV**: Direction de la formation de la recherche et de la vulgarisation.

**DSA**: DIRECTION DES SERVICES AGRICOLES.

**CDSR:** controlled deployment specular reflector

**m/s:** mètre par second

**Km:** kilomètre

**Mm/an:** millimètre par l'an

**PHEMA :** Poly (Hydroxy Ethyl MethAcrylate)

**PEG :** Poly (EthyleneGlycol)

**UV:** ultra violet

**PEO :** Poly (Ethyl`ene Oxide)

**PVA :** Poly (Vinyle Alcool)

**PAA :** Poly (Acide Acrylique)

**Ha:** hectare

**Qx:** quantities

# *Introduction*

## I- Introduction

L'agriculture, telle qu'elle a été conduite notamment à partir de 1945 dans les pays industrialisés (Europe, Etats-Unis d'Amérique ...) est essentiellement basée sur la notion de productivité (rendement). D'importants moyens (scientifiques, techniques, réglementaires...) ont été mis à la disposition des agriculteurs afin d'accroître les performances technico-économiques de leur exploitation. Des résultats notables ont été observés tant au niveau des productions végétales (forte augmentation des rendements) qu'à celui des productions animales. Cependant, ce type d'agriculture appelée couramment agriculture conventionnelle ou productiviste, a eu des effets néfastes tant sur l'environnement naturel (pollutions diverses, érosions des sols...) que sur l'environnement humain. (**Miatékéla, 2004**).

De plus, les politiques agricoles et les programmes de recherche agronomique, ont créé sinon favoriser des disparités entre différents types de productions, d'acteurs ou de zones de production. Tout ceci a contribué à l'accentuation des problèmes sociaux, économiques, et surtout écologique ( dégradation des sols, lés ressources naturelles. Compte tenu de cette situation, des changements s'imposent dans la manière de concevoir et de conduire le développement agricole (**Miatékéla, 2004**).

Le changement est nécessaire dans le pays Nord africains car Le défi majeur est double: assurer une sécurité alimentaire pour une population à fort taux démographique et amortir la dégradation des ressources naturelles. Ces pays ont besoin, plus que jamais de revoir leurs modes d'utilisation des terres pour assurer une sécurité alimentaire et un développement agricole durable(**CDSR, 2001**).

En Afrique du Nord, la ressource en eau constitue le facteur majeur limitant les développements agricoles, économique et social. En effet, l'environnement physique dans cette région est Caractérisé par une pluviométrie faible, aléatoire et agressive, mais aussi ces sols généralement peu productifs et une couverture végétale très éparse. La forte croissance démographique et les insuffisances techniques, économiques et foncières obligent les agriculteurs à exploiter au maximum le disponible végétale. Cette pression sur la terre s'est traduite par le recours de plus en plus à la culture continue, à l'utilisation des terres marginales et le surpâturage des parcours. Il en résulte une exploitation minière du milieu caractérisé par une diminution de la productivité et une dégradation des ressources naturelles (sol, eau et végétation). En effet, l'érosion des sols constitue un aspect majeur de la dégradation des paysages dans les environnements nord-africains (**Griesbach,1933 ; Merzouk, 1985 ; Halitim, 1988; Karmouni, 1988**).

En Afrique du Nord, les sols sont extrêmement variés du fait de la diversité des substrats géologiques et des topographies mouvementées qui continuent à évoluer sous l'effet du climat et de l'homme. Les sols y conditionnent l'agriculture et son avenir sous trois aspects : le maintien de leur existence (lutte contre l'érosion), amélioration de leur capacité de production (fertilité et qualité) et la mise en valeur de leur capacité productive par des pratiques appropriées. (**Kassam, 1981**).

La restauration de la qualité du sol et la gestion durable des terres, qui doivent se réaliser parallèlement, ne peuvent être résolues par une modification technique mais plutôt à travers l'adoption d'une stratégie entièrement nouvelle qui embrasse tous les aspects du problème et considère tous les constituants d'un développement agricole durable. (**CDSR, 2001**).

Il faut que la stratégie envisagée prenne en compte des solutions écologiques, alimentaires, économiques et sociales. Pour ce faire, il y a une nouvelle initiative à travers le monde qui accorde une attention particulière à renverser le processus actuel de dégradation des sols et à réaliser cet objectif double et antagoniste, d'améliorer progressivement la production et de préserver l'environnement: c'est l'agriculture durable. La fixation de cette agriculture contribuera à la durabilité des systèmes agricoles en Afrique du Nord (**Mrabet, 1993 ; 2001a**)

En Algérie l'Agriculture est un secteur stratégique très important dans l'économie nationale, le gouvernement a concentré une grande partie de ses efforts pour intensifier l'agriculture. la production agricole en Algérie est très variée ( Grains , légumes secs , arbres fruitiers, Agrumes ...etc.) , mais elle est soumise à tenir compte de la variabilité du climat, aussi le sol et les réserves en eau. (**Science Agronomique ., 2010**)

L'agriculture algérienne évolue dans un cadre naturel avec des caractéristiques géographiques extrêmes. Même si les facteurs physiques et climatiques restent des causes majeures dans la médiocrité de l'activité agricole, les résultats décevants de l'agriculture depuis l'indépendance ne peuvent être justifiés, néanmoins, uniquement par la dureté de ces conditions naturelles. (**GHAZALI et al., 2013**)

Située dans une zone de transition, entre les régimes tempérés et subtropicaux, l'Algérie est un pays majoritairement aride et semi-aride. Le pays présente un climat de type méditerranéen caractérisé par une longue période de sécheresse estivale variant de 3 à 4 mois sur le littoral, de 5 à 6 mois au niveau des hautes plaines, et supérieure à 6 mois au niveau de l'Atlas Saharien. (**Tabet., 2008**)

Dans les zones arides, l'augmentation de la production agricole réside essentiellement dans l'aménagement des écosystèmes existants et la mise en œuvre de techniques appropriées de culture en sec. En condition sahariennes, des écosystèmes entièrement artificiels sont créés par

l'irrigation des terres, seule alternative permettant de produire et de stabiliser les rendements de culture (DAOUED., 1994).

Dans le Sahara où la rareté de l'eau est prédominante, l'eau souterraine a joué un rôle essentiel pour satisfaire la demande domestique et répondre aux besoins d'irrigation. Les eaux souterraines ont été massivement exploitées pour des fins d'irrigation.

Toutefois, ces eaux sont très exposées à l'altération et sérieusement menacées par les différentes activités humaines. La croissance démographique accompagnée d'une urbanisation rapide cause de nombreuses perturbations pour les milieux naturels (GHAZALI *et al.*, 2013).

El-Oued est l'un des pôles agricoles au sud de l'Algérie; la région positionne en tête des wilayas du sud dans les cultures agricoles, notamment de primeurs, et se hisse même parmi les premières wilayas productrices du pays selon la chambre locale de l'agriculture. Elle est leader en matière de culture de pomme de terre à l'échelle nationale, mais aussi dans d'autres cultures telles que les dattes, la tomate, les arachides, le tabac.

La région du souf connaît spécifiquement depuis quelques années un succès grandissant dans le domaine de la culture de la pomme de terre; La pomme de terre occupe une importance dans la culture maraîchère de Souf, plus de 1/6 de superficie totale est réservée à la pomme de terre. Elle représente plus de 1/3 de la production totale de cultures maraîchères. Pour une superficie avoisinante à 466,80 ha en 1995/1996. Actuellement, selon les statistiques durant seulement 04 ans la superficie est multipliée par 05 allant de 1686 ha. (CHANNOUFI H., 2013).

### Evolution de la production de la pomme de terre

La production de la pomme de terre dans la wilaya d'El-Oued, connaît une évolution. Ces dernières années. (Tableau 01).

**Tableau 01** : Evolution de la production de pomme de terre à El-Oued(DSA, 2018).

Compagnes	Superficie (Ha)	Production (Qx)
<b>2013</b>	<b>35000</b>	11725000
<b>2014</b>	<b>33000</b>	10890000
<b>2015</b>	<b>33000</b>	10890000
<b>2016</b>	<b>34000</b>	11180000
<b>2017</b>	<b>35000</b>	11530000

## Caractères climatiques la wilaya d'el Oued

### Climat

La région d'El Oued se caractérise par un climat aride de type saharien désertique (figure 01), en hiver la température baisse au-dessous de 0°C alors qu'en été elle atteint 50°C; la pluviométrie moyenne varie entre 80 et 100 mm/an (période d'Octobre à février) (DSA, 2018).

### Température

La température est un paramètre important dont il faut tenir compte pour la caractérisation d'une région donnée. Notre région d'étude est caractérisée par :

- ✓ Le mois le plus chaud est juillet avec 34.77° C.
- ✓ Le mois le plus froid est Janvier avec 11.48 °C. Une période froide s'étalant de Novembre à Avril avec une moyenne de 15.42° C.
- ✓ Une période chaude s'étalant de Mai à Octobre avec une moyenne de 29.99° C.

### Précipitations

Elles sont irrégulières entre les saisons et les années .En effet la moyenne des précipitations est de 7.77mm/an(DSA, 2018).

### Humidité relative de l'air

La région du Souf se caractérise par un air sec. Avec une humidité moyenne annuelle de 44.28% (2008-2017). Le taux d'humidité relative varie d'une saison à l'autre. La valeur de l'humidité moyenne maximale dans la région du Souf est enregistrée pendant le mois de Décembre avec 67.44% et la valeur de l'humidité moyenne minimale dans cette région est enregistrée pendant le mois de Juillet avec 29.64%(DSA, 2018).

### Vents

Les vents les plus forts, sont ceux de l'Est soufflent principalement pendant la période de Février à Août. La vitesse moyenne est de 6.51 m/s (DSA, 2018)

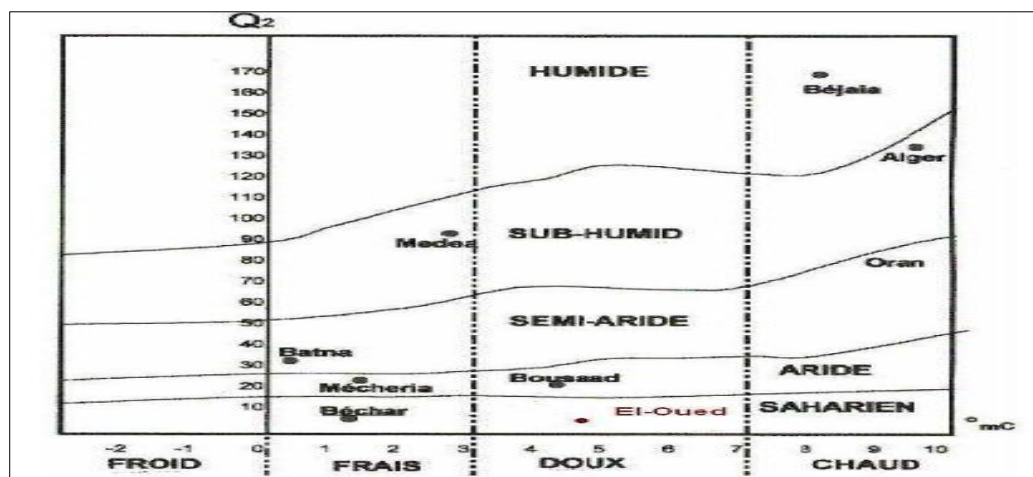


Figure 01:Le Climagramme d'Emberger ( Berrah s .,2009)

**Le sol de la région du Souf** est un sol typique des régions sahariennes. C'est un sol pauvre en matière organique, à texture sableuse (tableau 02) et à structure caractérisée par une perméabilité à l'eau très importante (HLISSE.,2007).

La perméabilité du sol à l'eau varie avec le temps, ce qui est en rapport avec la saturation par l'eau, le gonflement des colloïdes du sol, le changement de sa structure. A complète saturation du sol par l'eau, la perméabilité à l'eau prend une valeur plus ou moins constante qui détermine le processus de filtration. La perméabilité à l'eau dépend de la composition chimique et mécanique du sol, de sa structure, de sa porosité, de sa densité, de son humidité. Les limons et les sols argileux d'une structure grumeleuse-granuleuse résistante à l'eau, ainsi que les sols sableux et les limons sableux sont très perméables à l'eau (Vorley. B; Londres. I, Feret.S., 2001)

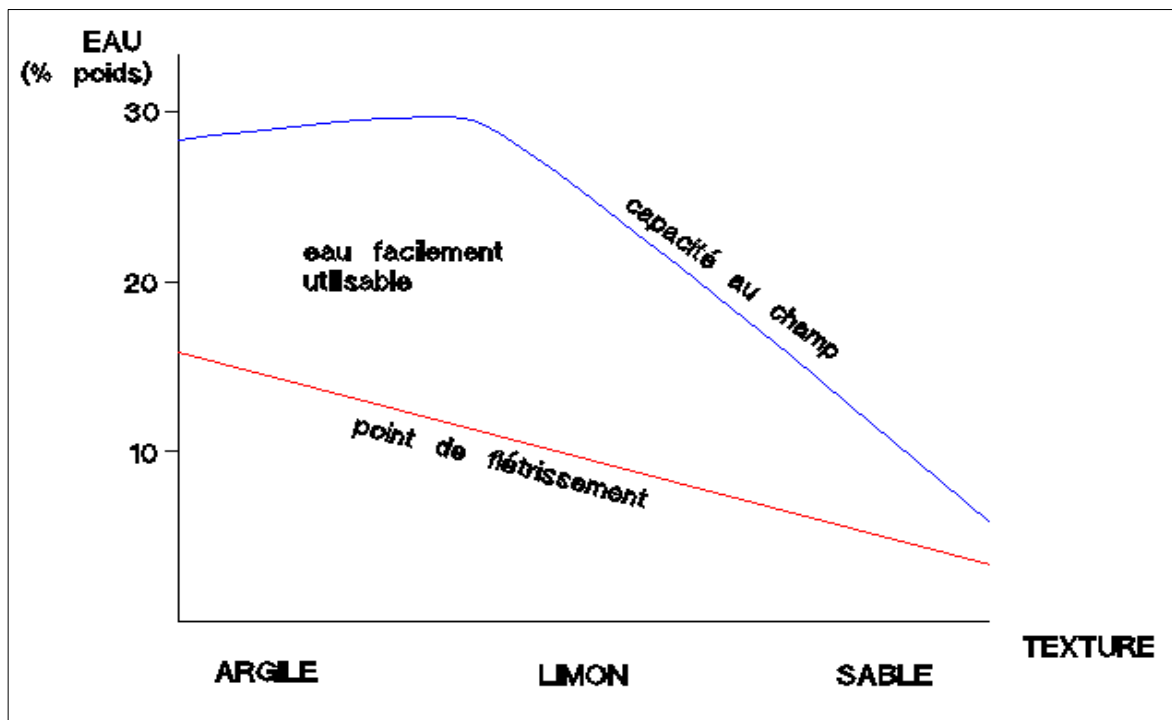
Les sols argileux retiennent l'eau en plus grande quantité et pendant plus longtemps que les sols sableux. Par conséquent, plus la structure est fine et plus la capacité au champ apparente sera élevée, et plus lentement sera-t-elle atteinte et sa valeur sera moins distincte (HILLEL, 1984).

**Tableau 02:** Caractéristiques physico-chimiques du sol de région de l'oued(ZINE,,2009)

Caractéristiques		Profondeur
		30 cm
Granulométrie	Limoneuse(%)	17,4%
	Sable fin	74,6%
	Sable gros (%)	6,6%
pH		7,34
C.E&25C° (mm ho/cm) (1/5) Matière organique (%)		1,02 mm s/cm 0,83%
Calcaire total (%)		17,8%

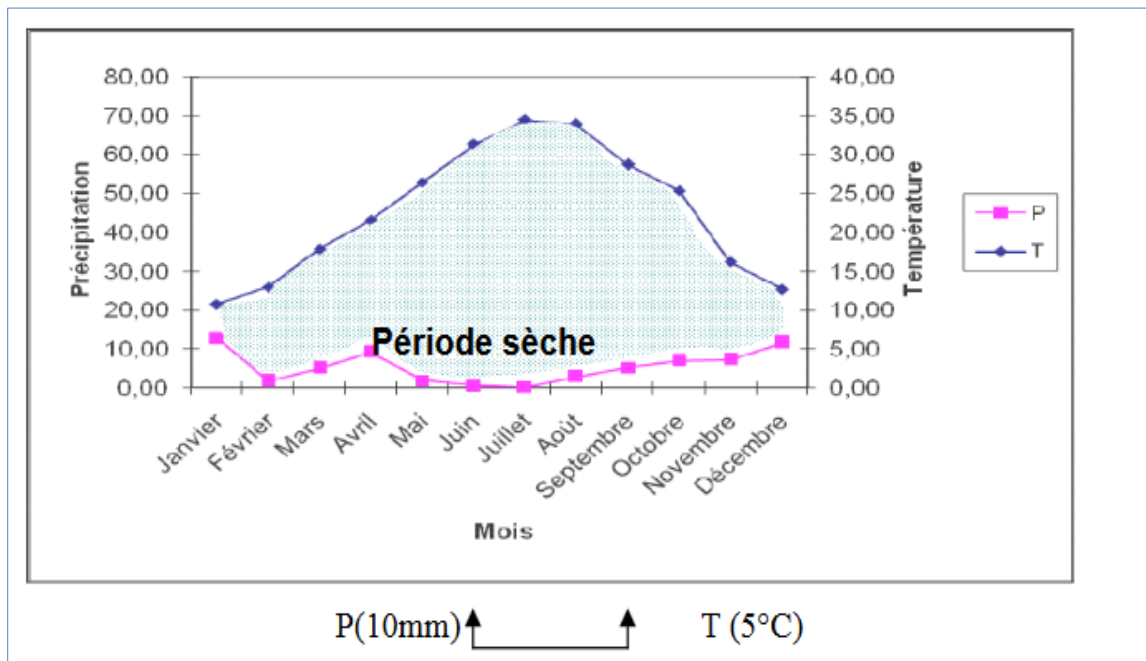
D'après (Veihmeyer et 1949 cités par Ouanoughi et Meziane 2010), la capacité au champ est la quantité d'eau retenue dans le sol, après que l'excédent d'eau aie drainé et que le régime d'écoulement vers le bas ai été pratiquement réduit. Elle est mesurée sur le terrain, après une période de pluie, et un ressuyage de trois jours, le sol étant protégé contre l'évaporation. Le plus souvent, la capacité au champ est mesurée au laboratoire par application au sol, préalablement

humecté, d'une pression correspondant à un pF (point flétrissement) déterminé, qui varie suivant la granulométrie de l'échantillon (Duchaufour, 2001). Le pF correspondant à la capacité de rétention est lié à la teneur en éléments fins. Il est d'autant plus élevé que la teneur en éléments fins est faible. Pour les sols ayant une teneur en argile plus limon fin inférieure à 10%, le pF correspondant à la capacité de rétention est inférieur à 2,2. Pour les sols dont la teneur est comprise entre 10 et 25 % le pF est situé entre 2,2 et 2,5 (figure 02) (Feodoroff, 1967; Gras, 1962; Cité par Cornet, 1980).



**Figure 02:** Eau contenue dans le sol selon sa texture (d'après Duchaufour).

Avec cette productivité, l'importance de l'agriculture de ces zones surtout Oued Souf dans l'agriculture algérienne des grands problèmes se posent avec ce développement agricole notamment la consommation intensive des eaux souterraines à cause des changements climatiques, des périodes de sécheresse et la faible pluviométrie.



**Figure 03:**Diagramme ombrothermique de GAUSSEN appliquée à la région du Souf ( **Berrah.s.,2009**)

Aussi la propriété des sols de ces zone arides et semi arides surtout à Oued Souf a une grande influence sur cette intensivité de consommation :

Premièrement la perméabilité (indique la propriété qu'a le sol de transmettre l'eau et l'air, elle est étroitement dépendante de la texture et de la structure du sol. On devrait surtout de perméabilités au pluriel...).ces zones ont un sol à fort perméabilité, à souf cette perméabilité revient à la texture sableuse et grossière du sol, deuxièmement l'évaporation comme un agent climatique

Cette consommation intensive des eaux souterraines à l'agriculture cause une dégradation au niveau de la qualité de ces eaux dans la nappe phréatique par nitrate, les engrais chimiques et les produits phytosanitaires.

Les eaux souterraines sont une grande richesse pour toute l'Algérie et un héritage pour la génération prochaine.

**Alors quelque questions d'ordre agro-écologique se posent :**

- Comment on améliore la perméabilité de sol à Oued Souf ?
- Comment on conserve les eaux souterraines pour la prochaine génération au concept de l'agriculture durable ?

**Hypothèse :**

On propose l'hydrogel comme une solution pour améliorer la perméabilité du sol dans la région de Souf.

## I-1- Hydrogel

Les premiers travaux portant sur les systèmes des polymères ont débuté en 1805 avec une série d'expériences menées par Gouth sur les matériaux caoutchoutés qui se contractent lors de leur chauffage (**Flory PJ, 1953 , Li K, et al 1992**). La mise en évidence de ce comportement s'oppose à celui de la majorité des matériaux (solides, gaz ou liquides) qui ont tendance à se dilater en fonction de la température. Un gel est constitué par un réseau tridimensionnel des chaînes des polymères dans un solvant. Lorsque le solvant est l'eau, les gels sont souvent appelés "hydrogels".

### I-1-1- Définition d'hydrogel

Les hydrogels forment des réseaux tridimensionnels composés de polymères à caractère hydrophile et potentiellement biocompatible. Ces matériaux contiennent deux phases une phase solide formée par le réseau polymérique, et une seconde phase liquide (aqueuse). De par leur affinité avec l'eau, les hydrogels sont capables d'absorber pour certains plus de 1000 fois leur masse sèche. La synergie de ces deux phases permet donc d'obtenir des matériaux à caractère mou et élastique. Les hydrogels peuvent être chimiquement stables ou dégradables car ils peuvent aussi se dissoudre ou encore se désagréger. Selon les conditions environnementales, il est possible de les trouver sous différentes formes structurales :

Amorphe, semi-cristalline, supramoléculaire ou encore sous forme d'agrégats colloïdaux. L'ensemble du réseau tridimensionnel (3D) des hydrogels est maintenu par des liaisons pouvant être d'origine physique (par exemple : liaison hydrogène) ou chimique (liaison covalent). (**Hoffman, 2002**)



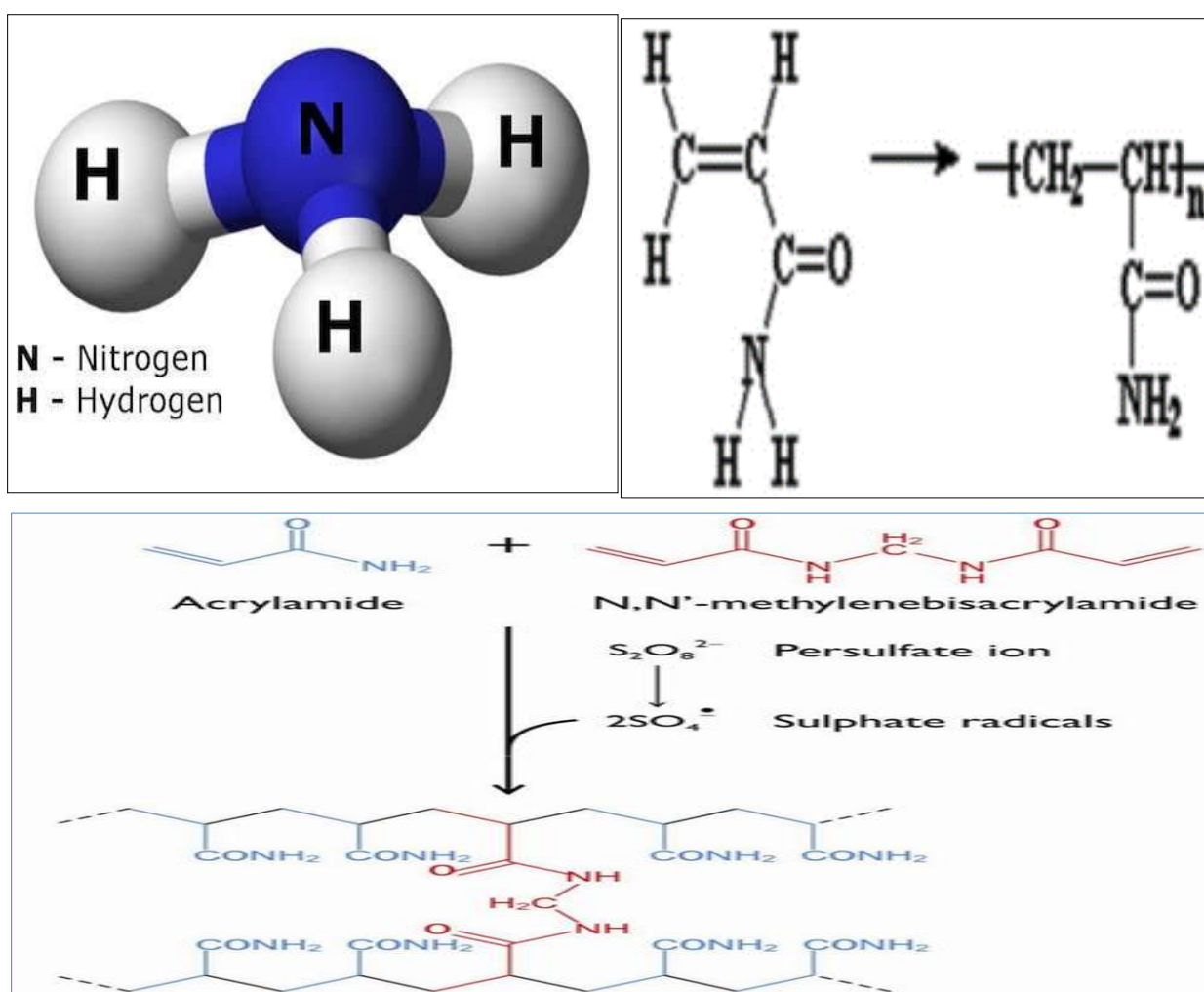
**Figure 04:** Hydrogel graine et gel.

## Polyacrylamide

(C<sub>3</sub>H<sub>5</sub>NON) est largement utilisé comme un hydrogel synthétique et est un polymère formé à partir de sous-unités d'acrylamide il peut être synthétisé comme une simple structure de chaîne linéaire ou réticulée. Linéaire lié polyacrylamide va se dissoudre dans l'eau et ne peut pas être utilisé comme un hydrogel pour l'absorption d'eau.

Polymères réticulés sont synthétisés sous forme d'hydrogel en utilisant du N, N-méthylène-bis acrylamide. Variantes réticulés de polyacrylamide ont montré une plus grande résistance à la dégradation. Par conséquent, ils sont plus stables pour des périodes plus longues (2-5 ans).

L'acrylamide est toxique (neurotoxique), mais polyacrylamide est non toxique. Il est hautement absorbant l'eau et forme un gel mou lorsqu'il est hydraté. (figure 05 )



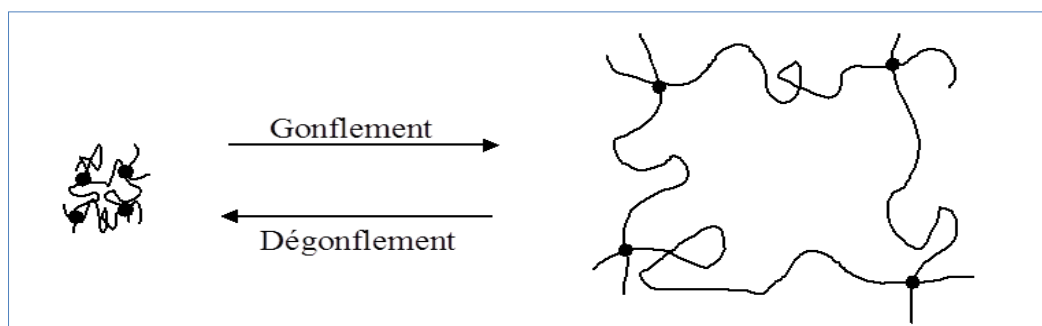
**Figure 05 :** la structure chimique de Polyacrylamide. (Hoffman, A. S.,2012)

### Pour résumer, les hydrogels présentent des propriétés diverses :

- Biocompatibilité / dégradabilité
- Propriétés mécaniques variables: Gels durs, mous, cassant, etc.
- Porosité variable
- gonflement / dégonflement

#### Gonflement d'hydrogel :

La principale particularité des gels est leur capacité à gonfler, ou en d'autres termes leur capacité à absorber une plus ou moins grande quantité d'eau (Figure 06). Le processus de gonflement est dû à un gradient de pression osmotique. Le solvant diffuse vers l'intérieur du réseau ce qui entraîne le gonflement de ce dernier. Lorsque le solvant pénètre dans le réseau, les chaînes de polymères vont s'expanser, ce qui va générer une force rétractive élastique de nature entropique due aux nœuds de réticulation. L'apparition de cette force augmente la pression à l'intérieur du réseau et lorsque cette pression devient suffisante pour compenser la pression osmotique, le réseau est en équilibre avec le milieu environnant et le gel cesse de gonfler.



**Figure 06:** Illustration du principe de gonflement et dégonflement d'un réseau de polymères.

(Hoffman, A. S., 2012)

### I-1-2-Classification d'hydrogel

Deux niveaux de classification peuvent coexister concernant l'identification des hydrogels. Une première classification est faite en fonction de l'origine de l'hydrogel et l'autre classification a été décrite selon le type d'interaction à l'origine de la formation de l'hydrogel. (Malafaya PB; Silva, 2007).

#### I-1-2-1- La classification selon l'origine de l'hydrogel

Les hydrogels sont essentiellement classés comme des gels naturels ou synthétiques en fonction de leur origine. (Le tableau 03), énumèrent quelques-uns des polymères naturels et des monomères synthétiques à partir desquels les hydrogels peuvent être préparés.

**Tableau 03** : Monomères utilisées pour la synthèse d'hydrogels (Gehrke, 1990)

Monomères	Structure	Caractère	Ionicité
Méthacrylates d'hydroxyalkyle	$H_2C=C(CH_3)CO_2ROH$	Hydrophile	Non Ionique
Acrylamide N-substitutes	$H_2C=CHCONHR$	Hydrophile	Non Ionique
Méthacrylamide N-substitues	$H_2C=C(CH_3)CONHR$	Hydrophile	Non Ionique
Acétate de vinyle	$CH_3CO_2CH=CH_2$	Hydrophobe	Non Ionique
Acrylonitrile	$H_2C=CHCN$	Hydrophobe	Non Ionique
Styrene	$C_6H_5CH=CH_2$	Hydrophobe	Non Ionique
Acide acrylique	$H_2C=CHCO_2H$	Hydrophile	Anionique
Acide méthacrylique	$H_2C=C(CH_3)CO_2H$	Hydrophile	Anionique
Acide crotonique	$CH_3CH=CHCO_2$	Hydrophile	Anionique
Méthacrylate daminoéthyle	$CH_3=C(CH_3)CO_2CH_2CH_2NH_2$	Hydrophile	Cationique

### I-1-2-1-A-Naturels

Les hydrogels à base de polymères naturels peuvent être fabriqués grâce à une grande variété de polymères « bio-sources », comme la matière végétale, le blé, le maïs, les algues marines. Ils sont également appelés les polymères *bio-sources* (tableau 04). En absence d'eau (*par échange de solvant : éthanol ou autres*), ces matériaux peuvent subir des modifications et donc présenter des propriétés différentes, principalement définies par la phase liquide dans le réseau

Les hydrogel *bio-sources* présentent des caractéristiques très intéressantes dans de nombreux domaines de la recherche liées à leurs propriétés uniques telles que leur forte biocompatibilité (Augst, A. D., Kong, H. J., and Mooney, D. J. 2006), biodégradabilité (Kamath, K. R. and Park, K., 1993) mais également à leur nature hydrophile (*polaire : -OH, -COOH*) permettant d'éviter l'utilisation de solvant toxique.

**Tableau 04** : Polymères naturels les plus couramment utilisés dans la fabrication des hydrogels.(  
**Bauhofer, W.,2009**

Polymères Bio-sourcés	
Polymères anioniques	-Acide -hyaluronique -Alginate-Pectine
Polymères cationiques	-Chitosane -Polylysine
Polymères amphiphiles	-Collagène -Fibrine
Polymères neutres	-Dextran -Agarose

Pour résumer, les hydrogels utilisant des polymères d'origine naturelle sont largement utilisés notamment dans le domaine du biomédical, comme par exemple pour l'ingénierie tissulaire. ou encore pour la délivrance de molécules . Cependant, les propriétés physicochimiques de ce type d'hydrogel peuvent varier. En effet, cette stabilité dépend de leur environnement (pH, ions, température...).Les scientifiques se sont donc rapidement intéressés à l'amélioration des propriétés de ces matériaux par l'addition de polymères de natures différentes , ou encore de nanoparticules.( **Shi, Z.,et al.,2016**)

#### **I-1-2-1-B- Synthétiques**

Les hydrogels d'origine synthétique peuvent être fabriqués grâce à une grande variété de monomères synthétiques( tableau 05) . Tout comme leurs homologues naturels, ils possèdent des propriétés de rétention d'eau très intéressantes.

Tout comme les hydrogels bio-sourcés, ils peuvent présenter un caractère hydrophile ou hydrophobe et ne sont donc pas forcément solubles dans l'eau. Toutefois, le caractère hydrophobe de ces polymères peut être ajusté pour obtenir un caractère plutôt hydrophile et donc permettre leur solubilisation en milieu aqueux.

Par ailleurs, la structure des polymères synthétiques peut être modifiée de manière à satisfaire la biodégradabilité et la bio-fonctionnalité (**Kamath, K. R. & Park, K, 1993**).

**Tableau 05:** Monomères synthétiques les plus couramment utilisés dans la fabrication hydrogels. ( **Ghanbarian, B.,2013** )

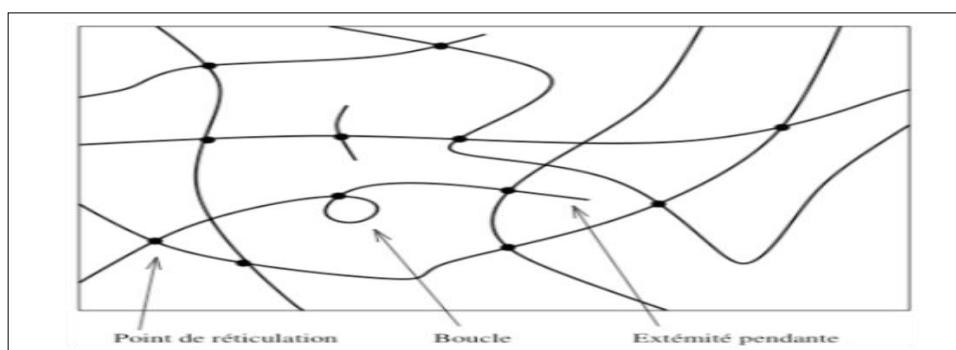
Polymères Synthétiques	
Hydroxyéthyl méthacrylate (HEMA)	Anionique
N-vinyl-2-pyrrolidone(NVP))	Anionique
Acétate de vinyl (VAc)	Neutre
Acide méthacrylique (MAA)	Anionique

Ces différents polymères peuvent être réticulés de différentes façons comme les polymères bio-sourcés, la méthode et la nature de la gélification définissent les propriétés du gel formé.

### I-1-2-2- La classification selon le type d'interaction

#### I-1-2-2-A- Les interactions fortes : les hydrogels chimiques

Les hydrogels dits chimiques ou permanents sont des réseaux réticulés de manière covalente obtenus par réticulation des polymères solubles dans l'eau ou par conversion de polymères hydrophobes en polymères hydrophiles (figure 07). Parfois, dans ce dernier cas la réticulation n'est pas nécessaire (**Hennink WE, et al.2002**)

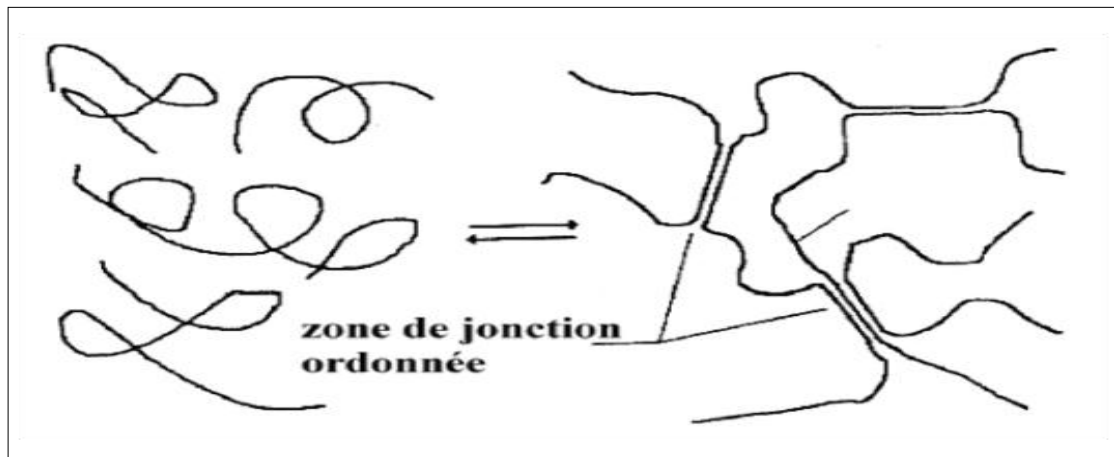


**Figure 07:** Illustration de la structure d'un gel chimique réticulé. ( **Durand. D.,1990** )

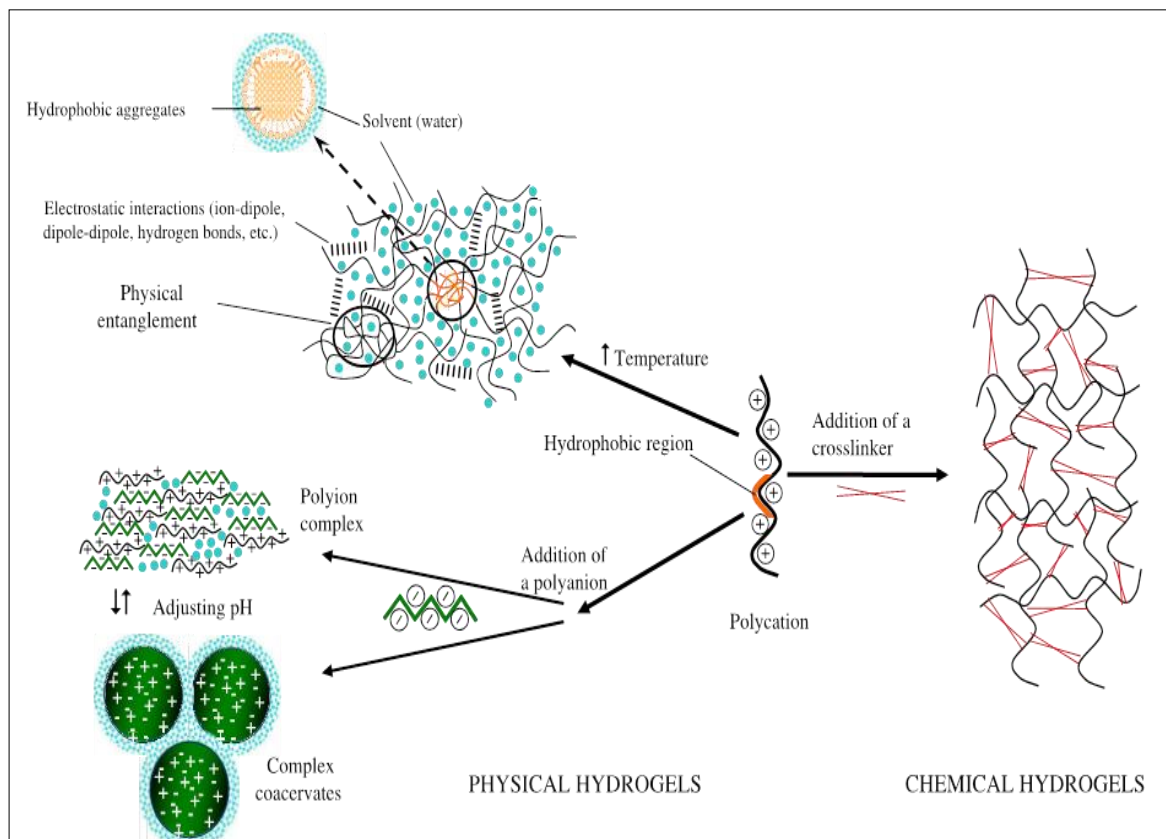
#### I-1-2-2-B- Les interactions faibles : les hydrogels physique

Les hydrogels dits "physiques" ou "réversibles" sont nommés ainsi lorsque les réseaux sont maintenus par des nœuds de réticulation transitoires (réversibles) de faible énergie (**Peppas NA, et al.,2002** , **Peppas NA; Huang Y., 2002**). En effet, l'énergie nécessaire pour la

structuration de l'hydrogel est finie et les valeurs avoisinent celle de l'agitation thermique. L'état thermodynamique et mécanique du gel agissent directement sur le nombre et la force des nœuds de réticulation. (figure 08 )



**Figure08:** Illustration de la formation et de la structure d'un gel physique(Hennink WE.,*et al.*2002)



**Figure09:** Présentation des mécanismes de formation des hydrogels physiques et chimiques ( Farris S.*et al.*,2009).

### I-1-3- Synthèse d'hydrogels

De ce fait, en fonction du type de propriété souhaitée, deux méthodes de fabrication des hydrogels permettent d'obtenir soit un hydrogel « permanent » soit un hydrogel « réversible ». Les principales méthodes de synthèse chimiques ou physiques pour la fabrication d'hydrogels, sont résumées dans le tableau ci-dessous.. (Hoffman, A. S.,2012).

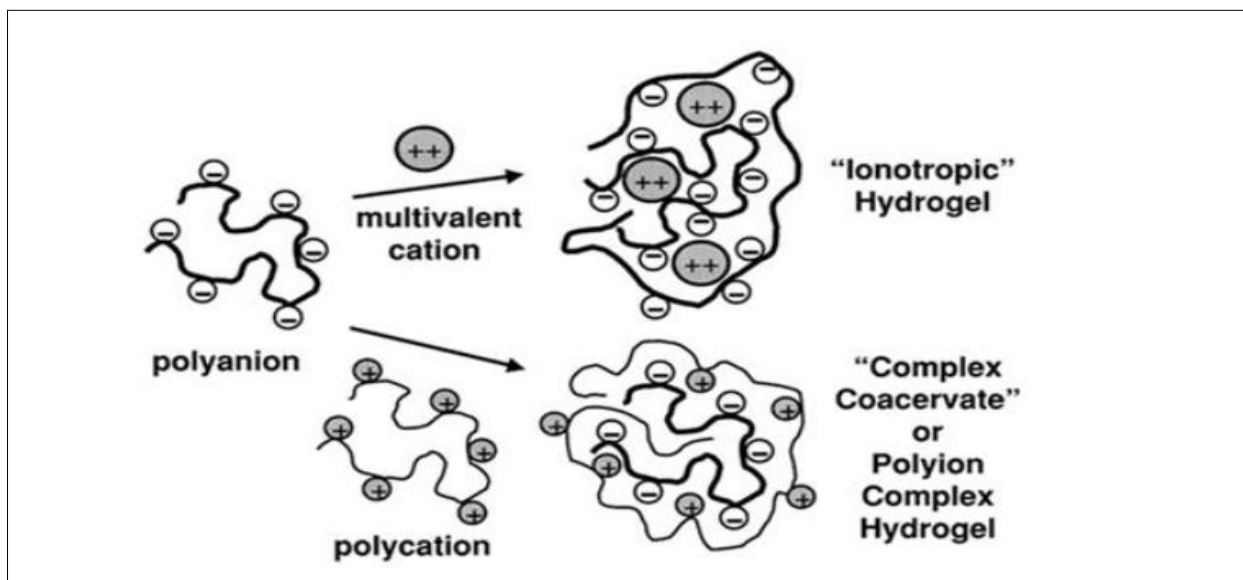
**Tableau 06:** Méthodes couramment utilisées pour la fabrication des hydrogels(Hoffman, A. S.,2012)

Hydrogels réversibles (Physiques)	Hydrogels permanents (Chimiques)
Chauffage ou refroidissement d'une solution (ex. - agarose ou gélatine dans l'eau)	Irradiation (ex. irradiation (ex :UV) de PEO dans l'eau)
Diminution du pH pour former un gel par liaisons - hydrogènes entre deux polymères en solution aqueuse (ex. PEG)	Réticulation chimique (ex. traitement du collagène avec du glutaraldéhyde)
Mélange de solutions d'un polyanion et d'un polycation pour former un gel sous forme de coacervat complexe (ex. alginate de sodium plus <sup>-</sup> polylysine)	Copolymérisation d'un monomère par un agent réticulant en solution (ex. HEMA + EGDMA)
Gélification d'une solution de polyélectrolyte avec un ion multivalent de charge opposée (ex. alginate <sup>-</sup> de sodium + calcium)	Polymérisation d'un monomère dans un polymère solide différent pour former un réseau interpénétré (ex. acrylonitrile + amidon)
	Conversion chimique d'un polymère hydrophobe en hydrogel (ex. hydrolyse partielle de poly (acétate de vinyle) PVAc - PVA)

#### A- Hydrogel réversibles

Les hydrogels «physiques» également appelés hydrogels «réversibles» sont formés d'un enchevêtrement de polymères maintenus par des liaisons de type hydrogène ou ionique. A titre d'exemple, un mélange constitué d'un poly-électrolyte et d'un ion de valence différente et de charge opposée, provoque la formation d'un hydrogel par l'interaction de ces deux entités. Une fois réticulés, les gels physiques laissent apparaître des défauts sous forme de zones hétérogènes au cœur même du réseau. En effet, ces défauts se manifestent par la présence de chaînes de

polymère restant libres dans la matrice. Ils forment ainsi un réseau transitoire dans le gel formé. Les sites de réticulation d'un hydrogel physique ne sont pas permanents (liaisons faibles). L'un des exemples le plus parlant concerne l'alginate de sodium. la réticulation physique de ce type de gels peut être engendrée par de nombreux facteurs, tels que le pH, la température, la force ionique ou encore la lumière .Le Figure 10 montre la formation d'hydrogels physiques ionotropique et polyionique.( **Hoare, T. R. & Kohane, D. S.,2008**)



**Figure 10:** Schéma représentant la formation de deux types d'hydrogel physique, l'un étant ionique: hydrogel «ionotropique» .( **Hoare, T. R. & Kohane, D. S.,2008**)

### **B-Hydrogel permanents**

Les hydrogels peuvent être «permanents» lorsqu'ils sont réticulés de manière covalente. Comme les hydrogels physiques, les hydrogels chimiques présentent aussi des inhomogénéités. Ainsi, il existe des régions dans le réseau où la densité de réticulation est élevée, qu'on appelle des «agglomérats». Ces agglomérats sont répartis parmi les régions de faible densité de réticulation, où l'eau peut s'introduire plus facilement. Il peut également se produire une séparation de phases lors de la formation du gel, provoquant ainsi la formation de cavités remplies d'eau. Ainsi, dans les gels chimiques, les chaînes de polymères libres constituent des défauts à l'intérieur du réseau et ne contribuent pas à l'amélioration des propriétés mécaniques (élasticité) . ( **Hoffman, A. S.2012**)

## **I-1-4- Les domaines d'applications des hydrogels**

### **I-1-4-A- Libération contrôlée de substances bioactives ou médicaments**

L'application la plus importante des hydrogels en général, est leur utilisation dans le domaine médical et plus particulièrement dans le domaine pharmaceutique. En effet, un des problèmes majeur en médecine est la libération des médicaments dans le corps humain. Un système de libération doit permettre de relarguer le principe actif au bon moment dans l'organisme. Ainsi donc, parmi les biomatériaux disponibles, les hydrogels chimiques sont de très bons choix. En effet, leurs caractéristiques physico-chimiques permettent de contrôler très précisément la diffusion de molécules dans l'organisme. Cependant ils peuvent aussi être utilisés en tant que « sonde organique ». Cela s'explique par le fait qu'ils ne se désagrègent pas et qu'ils sont donc en mesure de rester insolubles et de relarguer le médicament à un endroit précis chez le patient. On ne fait plus attention au temps que va mettre le médicament pour agir, mais on choisit sa destination. Prenons par exemple un hydrogel qui serait sensible au pH. Lorsque l'hydrogel se trouve dans la bouche du patient le pH est environ neutre. Alors que lorsqu'il atteindra l'estomac, le pH sera beaucoup plus faible : l'hydrogel qui contient le médicament va alors se mettre à gonfler et va libérer la matière active dans l'estomac suite à cette brusque variation de potentiel hydrogène. On a donc, comme énoncé quelques lignes plus tôt, un contrôle sur l'endroit et le moment de libération de la matière active : on évite les problèmes de biocompatibilité et on possède une action d'une précision chirurgicale( **Peppas ,.2000**).

### **I-1-4-B- Immobilisation cellulaire**

L'immobilisation cellulaire est une méthode permettant la culture en laboratoire de cellules. Ici l'hydrogel va servir de matrice aux cellulaires pour permettre leur croissance. Il faudra donc qu'il soit biocompatible et aussi qu'il permette le passage des nutriments dans les cellules. L'immobilisation cellulaire permet donc aux chercheurs de pouvoir faire de la culture de cellule en très grande série. Elle permet aussi d'avoir un environnement très stable pour les cellules. En effet, les cellules ne sont pas soumises aux contraintes d'un corps humain par exemple. Cette méthode est donc très utile en laboratoire car les chercheurs vont obtenir une grande quantité de « matière test » afin de pouvoir effectuer de nombreuses expériences.(**Jen et al ,.1996**)

Il existe différentes méthodes pour immobiliser des cellules avec un hydrogel :

- ✓ l'absorption
- ✓ la capture
- ✓ la micro encapsulation

#### **I-1-4-C- Ingénierie tissulaire**

Les hydrogels sont de plus en plus utilisés comme matrices pour l'ingénierie tissulaire car ils possèdent une structure ressemblant aux tissus naturels. Leur grande teneur en eau et leur porosité permettent le transport des nutriments nécessaires aux cellules et la diffusion de leurs déchets et reproduisent ainsi un environnement aqueux semblable à celui des cellules dans le corps humain. La biocompatibilité permet au gel d'exister dans le corps humain sans être nuisible aux cellules adjacentes (**Temenoff and MIKOS, 2000**).

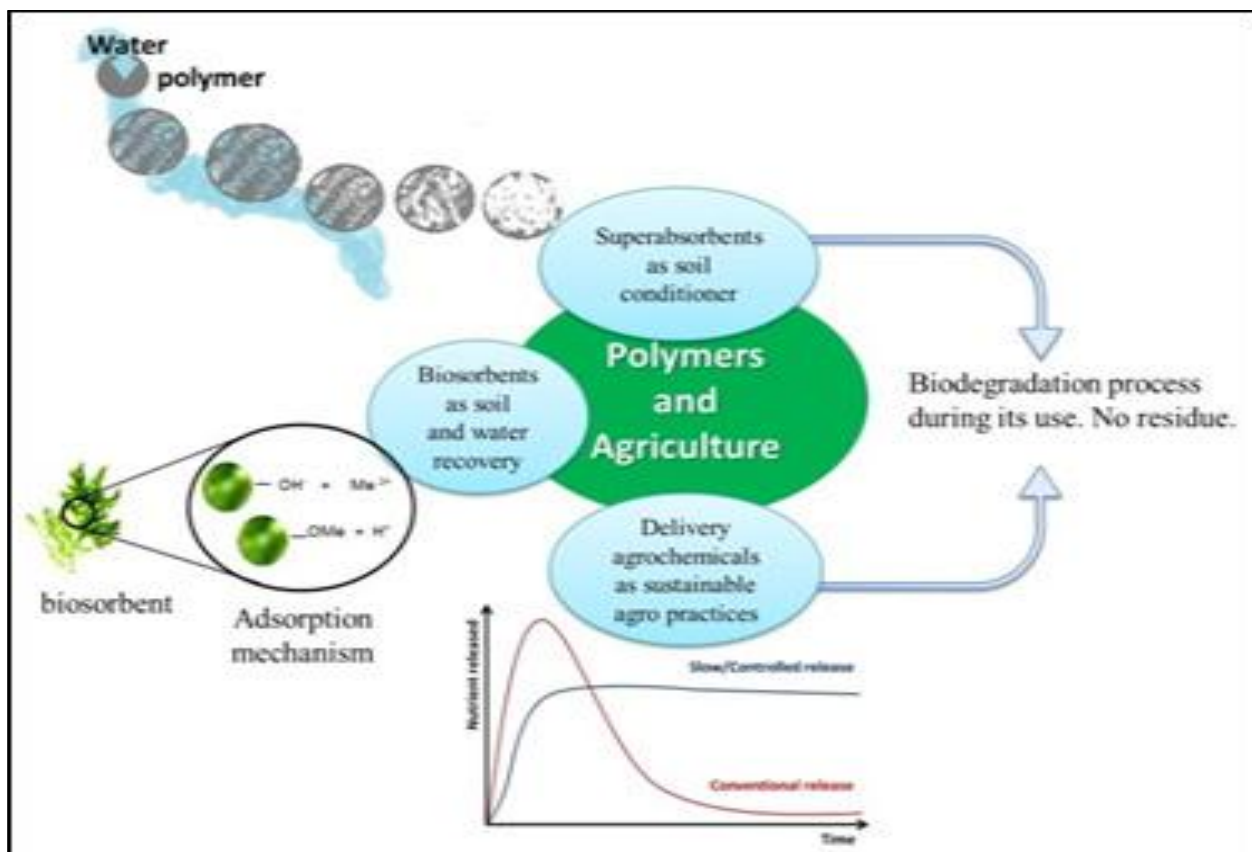
#### **I-1-4-D- Cosmétique**

Les hydrogels prennent aussi une grande place dans le domaine cosmétique. Leurs caractéristiques permettent de piéger les principes actifs des cosmétiques et de les libérer grâce à un stimulus choisi lors de la fabrication de l'hydrogel. Les variations de températures sont recommandées dans ces cas là. De plus, le principe actif du cosmétique est protégé de l'environnement extérieur qui pourrait l'abimer. Nous pouvons donc dire que l'utilisation des hydrogels dans le secteur cosmétique est équivalente à l'utilisation des hydrogels dans la libération des médicaments. Les propriétés mécaniques des hydrogels confèrent une grande résistance aux produits : le stockage du cosmétique peut durer plusieurs années sans qu'il ait perdu ses qualités. Le contenant peut aussi être soumis à de nombreux chocs. De plus on peut modifier la structure interne de l'hydrogel afin d'en modifier la texture ou la forme : rendre le cosmétique plus ou moins mou, formé d'une membrane ou de billes (**Morales. et al., 2009**).

#### **I-1-5-L'hydrogel dans l'agriculture**

L'existence d'eau dans le sol est vitale pour divers types de plantes et végétations, l'utilisation de l'hydrogel dans le secteur agricole gagne l'acceptation des scientifiques, l'hydrogel a fourni des solutions à la pénurie d'eau douce pour l'agriculture, qui doit augmenter la productivité de l'eau et celle du sol sans détruire l'environnement et les ressources naturelles.

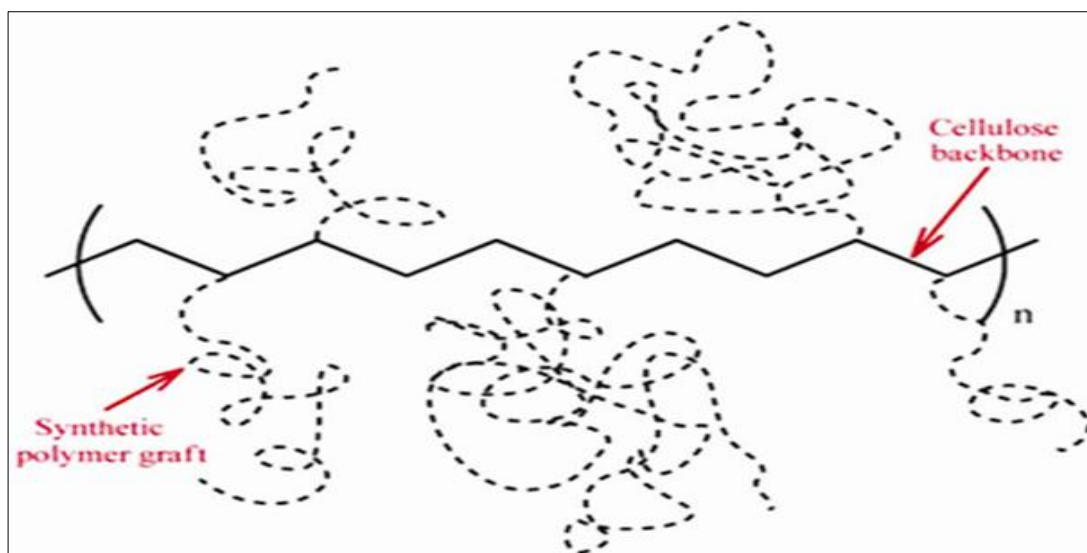
L'hydrogel de polymères influence effectivement la perméabilité du sol, densité, structure, texture et taux d'évaporation et d'infiltration de l'eau à travers les sols. (**Ekebafe LO. et al., 2011**) Hydrogel libère de l'eau et des nutriments dans les plantes lorsque le sol environnant autour de la zone racinaire des plantes commence à se sécher, la croissance des plantes est principalement basée sur l'utilisation d'engrais et d'eau pour prolonger la survie des plantes dans des conditions de sécheresse, (**Huttermann A. et al., 1999**).



**Figure 11** : Mécanismes des polymères en agriculture(Hayat R, Ali.,2004).

Pour les plantes, les engrais à libération lente sont considérés comme une méthode réelle pour diminuer les pertes d'engrais par l'effet de la pluie ou de l'eau d'irrigation, nutrition pendant une longue période et minimiser la quantité d'engrais utilisé .(Wang X, Lu S, Gao C, *et al.*,2014) .applications de l'hydrogel polymère au sol améliorant la disponibilité de l'eau dans le substrat, amélioration de la germination des semences, augmentation de la teneur de l'eau et le chlorophylle des feuilles des plantes dans les conditions de région aride.( Khadem SA, Galavi M, Ramrodi M, *et al.*,2014 ).

L'hydrogel aussi Améliore le développement des racines, la croissance des plantes, minimise les pertes de nutriments par lessivage et contribue à améliorer la pénétration du sol, dimine les effets néfastes du stress hydrique après la transplantation de plantes et mettre en œuvre le développement des paramètres du semis.( El-Asmar J, Jaafar H, Bashour I, *et al.*,2017)



**Figure 12:** structure d'hydrogels agricole(Kalhasure. *et al.* ,2016)

#### **I-1-5-A-L'effet de l'hydrogel sur la rétention d'eau**

En raison de la crise des ressources en eau, une agriculture économe en eau est essentielle pour le développement durable, le polymère hydrogel améliore le taux de pénétration d'eau, les polymères d'hydrogel ont été utilisés pour retenir l'eau dans les régions arides et semi-arides sous la limitation des sources d'irrigation et les conditions de salinité qui affectent négativement sur la croissance et productivité graduelles des cultures. (Santamaria P, *et al.*,2015)

L'hydrogel augmente le réserve d'eau à proximité du système racinaire, aussi il élève la capacité du champ des différents sols qui également augmente l'eau disponible pour les plantes et la période de disponibilité.( Montesano FF, Parente A, Santamaria P, *et al.*,2015)

En outre, des études antérieures indiquent une bonne capacité du polymère d'hydrogel pour augmenter la rétention d'eau, l'absorption d'eau et l'efficacité d'utilisation de l'eau qui aident à réduire le stress hydrique des plantes et à mettre en œuvre la performance des plantes entraînant une croissance accrue.( Belen-Hinojosa M, Carreira JA, Garcia-Ruiz R, *et al.*,2004)

L'utilisation d'hydrogel est particulièrement utile dans les régions arides et semi-arides où l'eau d'irrigation est limitée.( Bakass M,*et al.*2002)

#### **L'effet de l'hydrogel sur les nutriments**

L'application d'hydrogel minimise les micronutriments provenant du les sivage des nappes phréatiques et augmenter l'efficacité de la consommation d'eau; aussi, la quantité de fertilisation réduire, car la lixiviation des éléments nutritifs est interdit en diminuant le ruissellement. Alternativement, des hydrogels qui contiennent des engrais et ont contrôlé la libération d'eau de sorte que la dose de l'engrais est réglable dans le temps.( Ni B, Liu M, and Lü 2009). L'élément

nutritif est disponible pour la plante sur une plus longue période plutôt qu'une disponibilité rapide de nitrate d'ammonium, phosphate d'ammonium ou chlorure de potassium (**Rahman MS, Sarker AM, Islam MS, et al 2001**).

#### **I-1-5-B- Les effets de l'hydrogel sur le sol**

Le sol plus humide est considéré comme un facteur limitant pour la production agricole dans les régions arides et semi-arides (**Hayat R, Ali,2004**). Le polymère comme conditionneur de sol était reconnu depuis les années 1950.( **Hedrick RM. Mowry DT.,1952**)

#### **L' hydrogel agricole peut modifier les différentes propriétés du sol :**

Divers

mécanismes tels que:

- a. Mettre en œuvre la capacité de rétention d'eau du sol . (**Hayat R, Ali,2004**).
- b. Améliorer la rétention d'eau sur différents types de sol .( **Han YG, Yang PL, Luo YP, et al.,2010**)
- c. Augmenter l'efficacité d'utilisation de l'eau .( **Koupai AJ, Eslamian SS, Asadkazemi J.,2008**)

#### **I-1-6-Biodégradabilité du polymère d'hydrogel**

Des études ont confirmé que l'hydrogel est sensible à l'action des rayons UV et se dégrade en oligomères. Le polyacrylate devient beaucoup plus sensible à la dégradation microbologique aérobie et anaérobie et peut se dégrader à des taux de 10-15% par an en eau, en dioxyde de carbone et en composés azotés. Les molécules d'hydrogel sont trop volumineuses pour être absorbées par les tissus végétaux , ils ont un potentiel de bioaccumulation nul.( **Ekebafé, L. O. Ogbeifun, D. E. and Okieimen, F. E ., 2001**)

#### **I-1-7 - Avantages d'hydrogel**

Ils sont nombreux et dans plusieurs domaines :

##### **I-1-7-A- Lutter contre la sécheresse et restaurer les équilibres écologiques**

- ✓ économise au minimum de 50% les apports en eau
- ✓ limite les pertes par évaporation et percolation
- ✓ une durée d'action dans le sol de 3 à 5 ans selon le nombre de bactéries présentes
- ✓ fait office de régulateur thermique pour les racines de la plante, en favorisant une température du sol inférieure de plusieurs degrés à celle de l'air ambiant

- ✓ développe des productions végétales dans des zones climatiquement intéressantes pour leur précocité mais techniquement difficiles (manque ou irrégularité d'eau, sol sableux..)
- ✓ aide à la reforestation et à la végétalisation de zones présentant des sols pauvres ou mal exposés
- ✓ favorise la fixation des dunes en zone côtière ou désertique
- ✓ décompacte et améliore la porosité des sols et composts
- ✓ aère le milieu de culture par une meilleure circulation d'air et par la capacité du produit à libérer de l'oxygène (**Hayat R, Ali S. ,2004**) .

#### **I-1-7-B-Favoriser le développement des végétaux**

- ✓ réduit le stress hydrique et les carences nutritives des végétaux
- ✓ optimise la résistance de la plante aux maladies
- ✓ amplifie la croissance des masses racinaire et foliaire de 3 à 5 fois, permettant ainsi une plus grande création de matière sèche et une meilleure résistance aux aléas climatiques.
- ✓ renforce la culture sur des sols où le taux de salinité peut détruire ou bloquer la croissance des plantes
- ✓ optimise l'efficacité pour la plante des intrants apportés pourtant en plus faible quantité, avec un gain de temps dans le cycle du végétal et un retour sur investissement plus rapide
- ✓ accélère les cycles de production permettant ainsi des programmes très efficaces
- ✓ augmente quantitativement et qualitativement les volumes de production
- ✓ allège le compte d'exploitation par les économies induites d'eau (50% et plus), de fertilisation et les traitements phytosanitaires (30% et plus)
- ✓ économise l'énergie de matériel de pompage (50%), et le remplacement des végétaux morts après transport ou transplantation (**Abd EI-Rehirn HA.,2004**) .



**Figure 13:** mécanisme d'absorption et libération De l'eau par l'hydrogel (web, [www.socochem.com](http://www.socochem.com))

*Matériel*

*et méthode*

## II- Matériel et méthodes

Nous avons réalisé notre travail expérimental à la wilaya de El Oued précisément la région de kouinine .

.L'objectif de cette expérimentation est étudiée l'influence d'hydrogel sur l'amélioration de la rétention d'eau des sols sableux à fort perméabilités.

### II-1- Présentation des zones d'études

Le Souf est situé dans le Sahara algérien, au Nord-Est du grand erg oriental (33° 22' N ; 6° 53' E.). Cette région est limitée au Nord par la zone des chotts, au Sud par l'extension de l'erg oriental, à l'Est par la frontière tunisienne et à l'Ouest par la vallée d'Oued Rhir . Elle se trouve à environ 560 km au Sud-Est d'Alger et 350 km à l'ouest de Gabés (Tunisie). Le Souf se trouve à une altitude de 70 mètre au niveau de la mer . Elle s'étend sur une superficie approximative de 350 000 hectares (SAIBI, 2003).

La région de Kouinine se situe au centre d'El Oued, La région est située entre le trace de largeur 6.53'24°33 Nord et trace de longueur 47.07'49°6"Est.

Elle est limitée à l'Est par la commune d'El Oued et Hassani Abdelkrim, au Nord par les communes de Taghzout et Ourmas, à l'Ouest par Ourmas et au Sud Oued El Alanda.



Figure 14: carte de satellite de la zone de kouinine ( Google., 2019) .



Figure 15 : carte de satellite de la zone d'étude omih bahia ( Google., 2019) .

## II-2- Matériels utilisés

### ✓ Électrovanne :

C'est une vanne réglant le débit d'un liquide ( l'eau ) et dont les mouvement sont commandé par un électroaimant .



Figure 16: photo montre les électrovannes

### ✓ **Programmateurs:**

Considérer comme un station de météorologie regroupe l'ensemble des techniques permettant d'effectuer des mesures ( l'air relative, température et humidité du sol) de les interpréter et de garantir leur exactitude .



**Figure 17 :**photo montre le *Programmateurs*

### ✓ **Sond manuelle d'humidité du sol :**

C'est une appareil instrument utilisé pour mesurer le degré d'humidité de sol et pH mètre.



**Figure 18:** photo montre le sond d'humidité manuel.

### ✓ Compteur d'eau

C'est un appareil de mesure permettant d'évaluer la consommation d'eau d'une installation.



**Figure 19:** photo montre le Compteur d'eau

### ✓ Sond électrique d'humidité du sol :

Où le capteur d'humidité permet, comme son nom l'indique de mesurer l'humidité du sol ambiant. Une mesure utile en matière de météorologie .



**Figure 20:** photo montre le sond d'humidité électrique.

### ✓ Pompe d'eau

Est un élément du circuit de refroidissement qui permet de maintenir le moteur à sa température \*idéale\* de fonctionnement en chimie et en physique pour obtenir un vide partiel, une trompe à eau est employée.



**Figure 21 :** photo montre la Pompe d'eau.

### ✓ Réservoir d'eau

Une enceinte de confinement de l'eau permettant son stockage pour une utilisation ultérieure.



**Figure 22:** photo montre le réservoir d'eau.

## II-3- Matériel végétale

### II-3-1- pommes de terre

La pomme de terre (*Solanum tuberosum L*) est une plante vivace dicotylédone tubéreuse, herbacée, cultivée pour ses tubercules riches en amidon et possédant des qualités nutritives, originaire d'Amérique du Sud. Elle appartient à la famille des Solanacées, qui sont des plantes à fleurs, et partage le genre *Solanum* avec au moins 2 000 autres espèces (ROUSSELLE *et al.*, 1996).

Selon 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.

Le cycle de développement de la pomme de terre varie de 85 à 165 jours selon que la variété est précoce, semi tardive ou tardive (PERENNEC et MADEC., 1980). Ce cycle comprend quatre phases différentes :

- Le repos végétatif
- La germination
- La croissance
- La tubérisation

#### II-3-1-1- Exigences climatiques

##### A- Température

Elle influence beaucoup le type de croissance. Les hautes températures stimulent la croissance des tiges; par contre, les basses températures favorisent davantage la croissance du tubercule (ROUSSELLE *et al.*, 1996).

La pomme de terre est très sensible au gel. Le zéro de végétation est compris entre 6 et 8°C. Les températures optimales de croissance des tubercules se situent aux alentours de 18°C le jour et 12°C la nuit. Une température du sol supérieure à 25°C est défavorable à la tubérisation.

##### B- Lumière

La croissance végétative de la pomme de terre est favorisée par la longueur élevée du jour (14 à 18h). Une photopériode inférieure à 12 h favorise la tubérisation. L'effet du jour long peut être atténué par les basses températures Dans le cas d'une culture de pomme de terre.

### C- 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 notre qu'une carence ou un déficit en humidité pourrait avoir très graves vis-à-vis des rendement surtout aux stades croissance et tubérisation. (ANONYME., 1982).

## II-3-1-2-Exigences édaphique

### A- Structure et texture du sol

La plupart des sols conviennent à la culture de la pomme de terre à condition qu'ils soient bien drainés et pas trop pierreux. Les sols préférés sont ceux qui sont profonds, fertiles et meubles.

En général, la pomme de terre se développe mieux dans des sols à texture plus ou moins grossière (texture sablonneuse ou sablo-limoneuse) que dans des sols à texture fine et battante (texture argileuse ou argilo- limoneuse) qui empêchent tout grossissement de tubercule.

### B- pH

Dans les sols légèrement acides (pH = 5,5 à 6.5), la pomme de terre peut donner de bons rendements. Une alcalinité excessive du sol peut causer le développement de la galle commune sur tubercule (CHAUMETON *et al.*, 2006).

### C- Salinité

La pomme de terre est relativement tolérante à la salinité par rapport aux autres cultures maraîchères. Cependant, un taux de salinité élevé peut bloquer l'absorption de l'eau par le système racinaire.

Lorsque la teneur en sel est élevée, le point de flétrissement est atteint rapidement. On peut réduire la salinité d'un sol en le lessivant avec une eau d'irrigation douce (ANONYME.,1998).

## II-3-1-3- Exigences hydriques

Plants de pommes de terre consommées de grandes quantités d'eau, à l'exception de période de germination(FATIH *et al.*, 2006).

## II-3-2 La variété des pomme des terre utilise dans la expérimentations -var. *Spunta*-

La variété *Spunta* est essentiellement destinée à la consommation à maturité demi précoce. C'est une variété à proportion très forte de gros tubercule oblong allongé, régulier, des yeux très superficiels, peau jaune, chair jaune. Les germes sont violets, coniques à pilosité moyenne. -

Plante de taille haute, port dressé, type rameux, Feuilles : vert franc, peu divisée, mi ouverte ; foliole moyenne, ovale arrondie, Repos végétatif moyen et floraison assez abondante, de couleur blanche partiellement pigmentée. Les tests ont montré une bonne résistance au mildiou du feuillage (BOUFARES., 2012).

### II-4- Techniques de culture de la pomme de terre

la culture du plant de pomme de terre présente une très grande souplesse lorsqu'il s'agit de l'introduire dans la rotation(DFRV,2001).

#### Préparation des plants:

La plantation de la pomme de terre ne peut avoir lieu qu'après la levée totale de la dormance. L'utilisation des plantes non germés est suivie par un retard de l'émergence, donne des plants mono-tiges et par la suite un rendement faible. La préparation des plants doit conduire à:

- Une émergence uniforme et rapide
- Des plants poly-tiges
- Un rendement élevé

Pour assurer une bonne préparation des plants, il est nécessaire de procéder au retrait de la chambre froide 2 à 3 semaines avant la plantation. En cas où la germination a déjà démarrée, il faut éliminer le germe apical afin d'accélérer les germes latéraux. Après la sortie de la chambre froide les plants doivent être déposés dans un local bien aéré et éclairé; ce a pour avantage d'obtenir des germes trapus, lignifiés, facile à manipuler au cours de la plantation(Bamouh H., 1999).

#### Préparation du sol:

La préparation du sol consiste à assurer un bon contact entre le plant (ou tubercule) et le sol. La levée ainsi que le développement du système racinaire vont généralement tarder si le sol est mal préparé. Le sol doit être préparé sur une profondeur d'au 10 cm. Une telle couche meuble favorise l'aération du sol, assure un bon développement racinaire et facilite le buttage.

La réalisation d'un bon lit de semis peut se faire de la façon suivante:

- Labour moyen: 25 à 30 cm avec charrue.
- Epannage de la fumure organique et des engrais phosphore - potassiques que l'on enfouie à l'aide d'un cover-crop croisé.

### Le sol utilisé

Le sol de la région Oued Souf a une texture sableuse pauvre aux éléments nutritifs, et sa capacité de rétention en eau est très faible. Il est considéré comme un support physique.

### II-5-La préparation de la surface de culture

➤ **Choisir de la surface de culture:**

En limité la surface globale par piquer et en diviser le à quatre parcelle répliqué .



Figure 23: photo de Préparation la surface de culture.

➤ **Construire les prises de vents et l'irrigation:**

Mise en over Polypodium Vulgare (feuille pennée de palmier) dans la périphérique du surface pour protéger la culture contre les vents, et l'irrigation pour faciliter la labour .



Figure 24 : photo d'irrigation et les prises des vents.

### ➤ **Labourer les parcelles de plantation:**

Labourer la surface de culture à profondeur 25 Cm( on utilise la méthodes traditionnelle )



**Figure 25 :** photo de labour de la surface.

- Deviser la surface de culture a 4 parcelle 7m/2m a chaque parcelle P0, P1, P2et P3
- Préparer les tubercules des pommes de terre .

## **II-6-La préparation l'hydrogel et la implantation des tubercules**

### **Quelques critères pour l'hydrogel utilisé:**

- ✓ Agro-Nano-Gel est durable et actif pendant plus de 5 ans. Après environ 10 ans, il devient entièrement biodégradable. L'utilisation de 0,5 à 1,5 gramme par litre de substrat ou de sol réduit considérablement la consommation d'eau par le système d'irrigation.
- ✓ Il accélère la croissance des plantes et réduit les pertes causées par le stress hydrique.
- ✓ renforcer le système racinaire et fournir des doses précises d'engrais naturels.
- ✓ augmenter la résistance des plantes au stress hydrique.
- ✓ il aide les plantes à télécharger les minéraux du sol et soutient activement leur croissance.
- ✓ L'augmentation de la quantité de matière organique dans le sol en l'engageant dans les engrais a également une incidence positive sur l'activité des saprophytes.

- ❖ Mélanger les graines d'hydrogel avec l'eau pour obtenir 390g de gel.



**Figure 26:** photo de préparation d'hydrogel (mou).

Dans chaque parcelle nous utilisons un dosage différent d'hydrogel de forme d'un gel :

**p0** = sans hydrogel      **p1**=d1=65g      **p2**=d2=130g      **P3**=d3=195g

### **plantation des pommes de terre**

- ✓ **P0:** plantation sans hydrogel ;c'est le parcelle témoin
- ✓ **P1:** avant la plantation de chaque tubercules: Nous avons mis 65g de gel au-dessus du sol du trou d'implant et après les tubercules
- ✓ **p2:** avant la plantation de chaque tubercule : Nous avons mis 130g de gel au-dessus du sol du trou d'implant et après les tubercules
- ✓ **p3:** avant la plantation de chaque tubercules: Nous avons mis 195g de gel au-dessus du sol du trou d'implant et après les tubercules



**Figure 27:**photo montre la méthode de la plantation des tubercules des pommes de terre avec l'hydrogel.

**\*Notion:** dans la nutrition des tubercules des pommes de terre nous avons suivi la méthode (dosage, période..) de l'agriculteur de région , les mêmes quantités on l'utilises dans les quatre parcelles

**\*Système d'irrigation:** le système d'irrigation utilisée c'est le Goute-Goute.



**Figure 28 :**photo montre de la système de Goute-Goute.

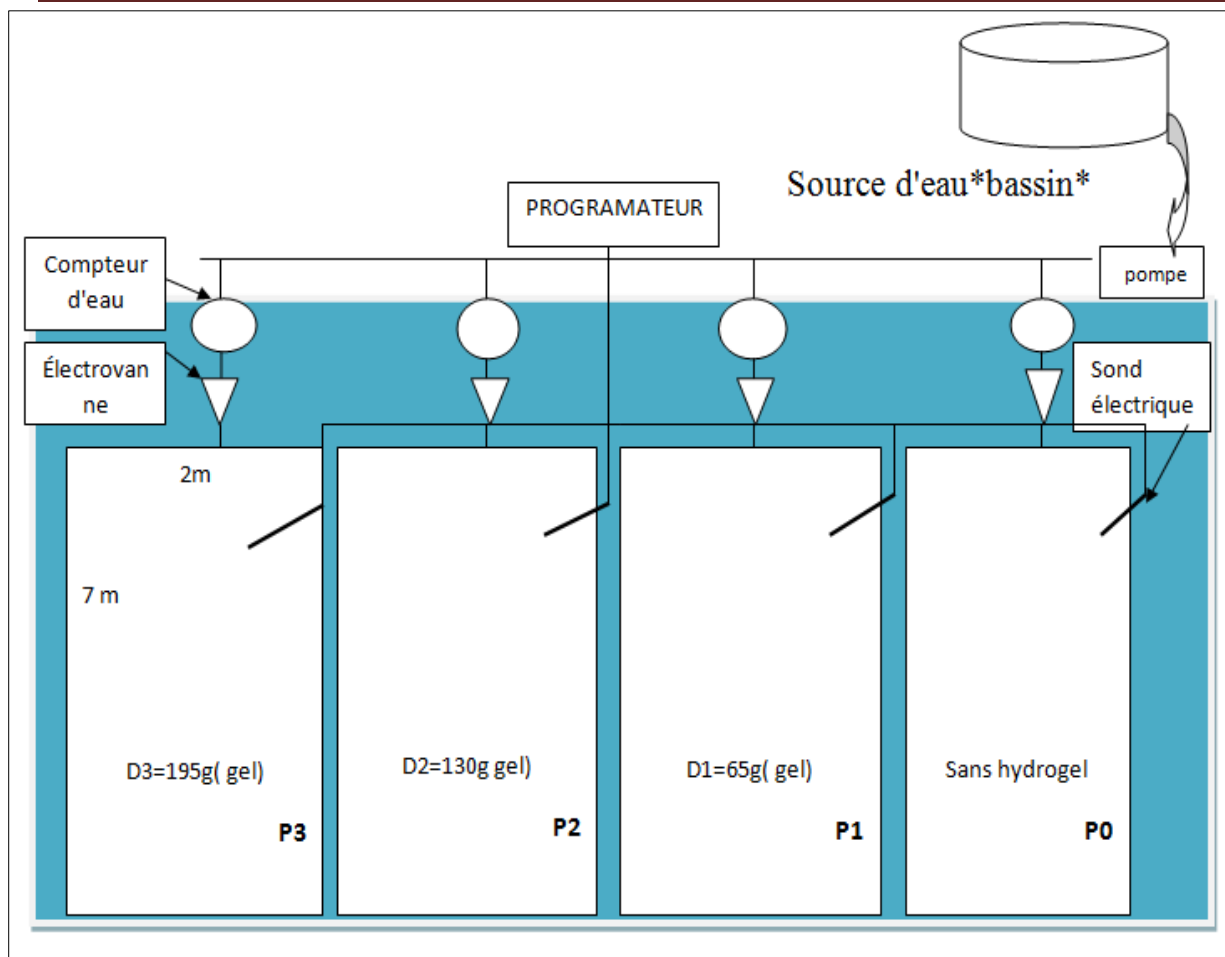


Figure 29 : Schéma représente le protocole expérimental.

### Principe de fonctionnement du programmeur

- ✓ En fixé le taux d'humidité entre 60%-70% dans P0
- ✓ P1,P2,P3 suit la P0 ; Alors que si le taux d'humidité tombait en dessous de 60% automatiquement l'irrigation P1,P2,P3 se fonctionne .
- ✓ automatiquement l'irrigation de P1,P2,P3 arrêtent lorsque le taux d'humidité dépasse 70%.
- ✓ On contrôle l'irrigation de P0 en envoyant un message pour marche ou arrête .
- ✓ chaque 2h , le programmeur un message sms contenant les données suivantes: la température, l'humidité d'air et l'humidité de sol de chaque parcelle.

### A la fin de la récolte:

On marque la consommation d'eau de chaque compteur d'eau des parcelles

On mesure la longueur des plantes ( partie aérienne) a chaque parcelle

On prendre les poids de production de chaque parcelle (**voir annexe 02** )

*Résultat et  
discussion*

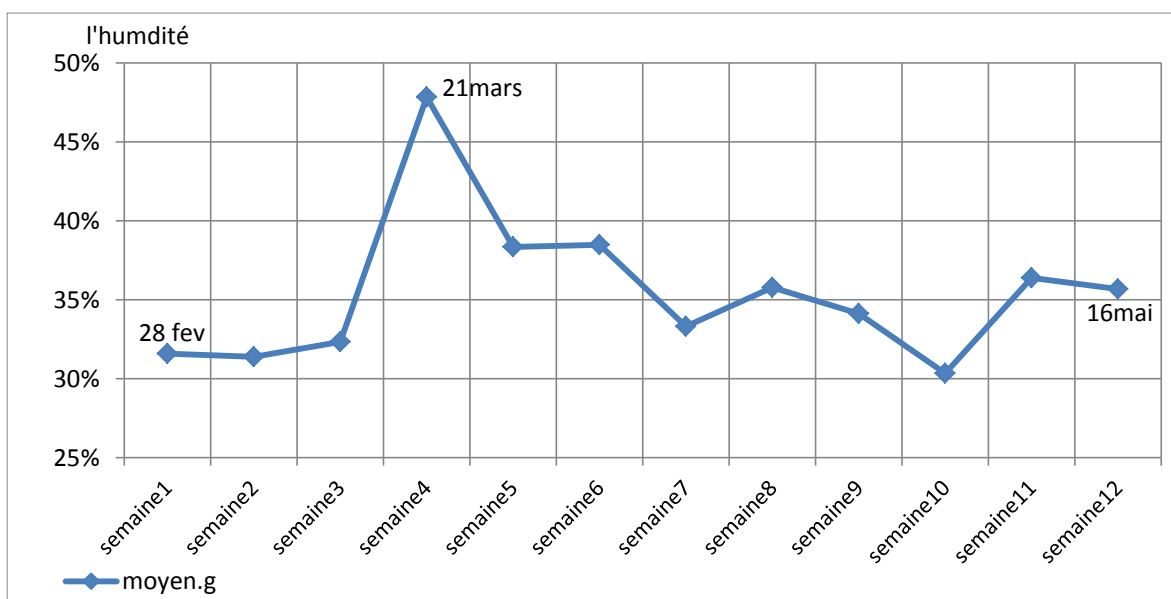
### III-Résultats et discussion

On divise nos résultats en deux parties : pendant l'expérimentation et après la récolte. (Les résultats obtenus traités par les logiciels Excel, SPSS)

#### III-1-L'humidité de l'air dans la zone d'expérimentation

A partir de figure 30 on :

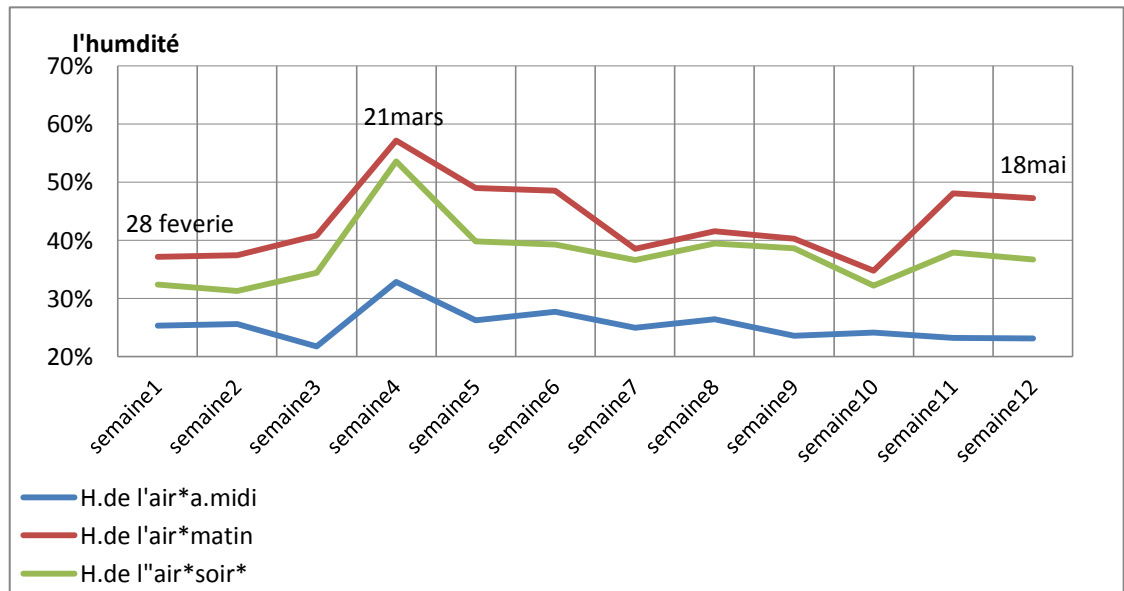
- ✓ On remarque que la moyenne générale maximale de taux d'humidité d'air est :49% dans les conditions locales.
- ✓ On observe une forte augmentation des taux d'humidité à la quatrième semaine elle revient aux précipitations marquées à cette semaine.( **annexe 03** )



**Figure 30:** courbe représente les taux d'humidité de l'air à fonction du temps.

A partir de figure 31 :

- ✓ Tous les mesures dans les conditions locales.
- ✓ On voit que la taux maximale d'humidité de l'air atteint 58 % dans le matin ou le soir.
- ✓ On voit que les taux d'humidité de l'air au soir et matin sont très égaux.
- ✓ On voit que les taux d'humidité de l'air à l'après midi sont trop bas à l'influence de la température.

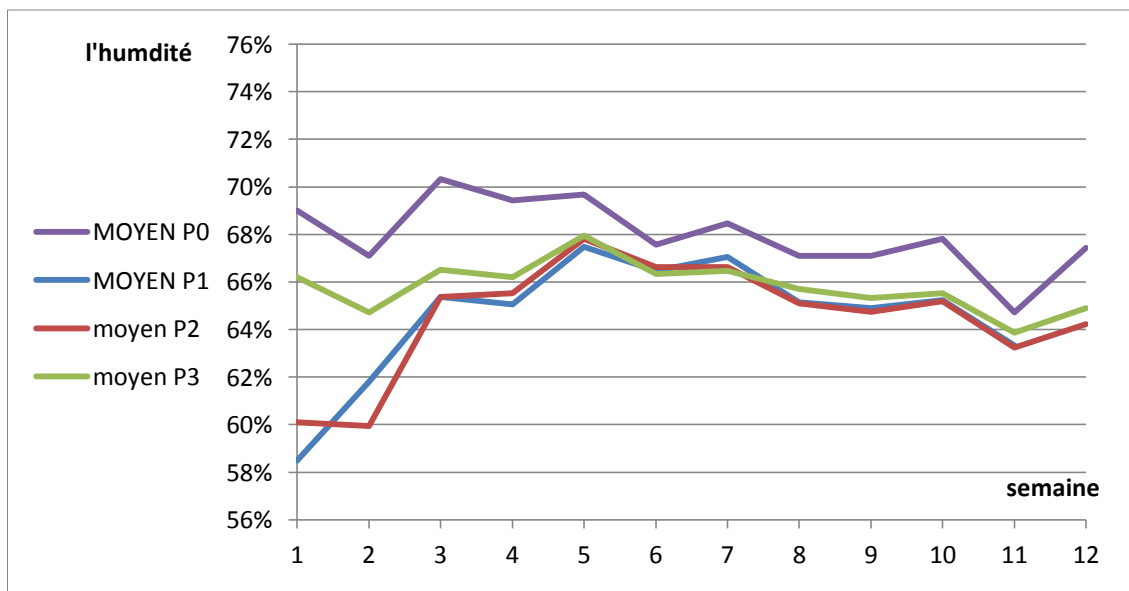


**Figure 31** : courbe montrant les Moyennes d'humidité du sol dans la zone d'expérimentation à fonction du temps.

### III-2-les taux d'humidité du sol des parcelles par semaine

A partir de la figure 32 :

- ✓ A la moyenne générale d'humidité du sol atteint 65.71%.
- ✓ On voit que le maximum d'humidité du sol dans la parcelle P0 il égale 70.33% à la troisième semaine et que le minimum d'humidité du sol dans la parcelle P2 est 59.95% dans la deuxième semaine.
- ✓ On voit que les parcelles P1, P2 et P3 sont presque identique grâce à programmeur qui fonctionne automatiquement et l'hydrogel qui maintient l'humidité du milieu.

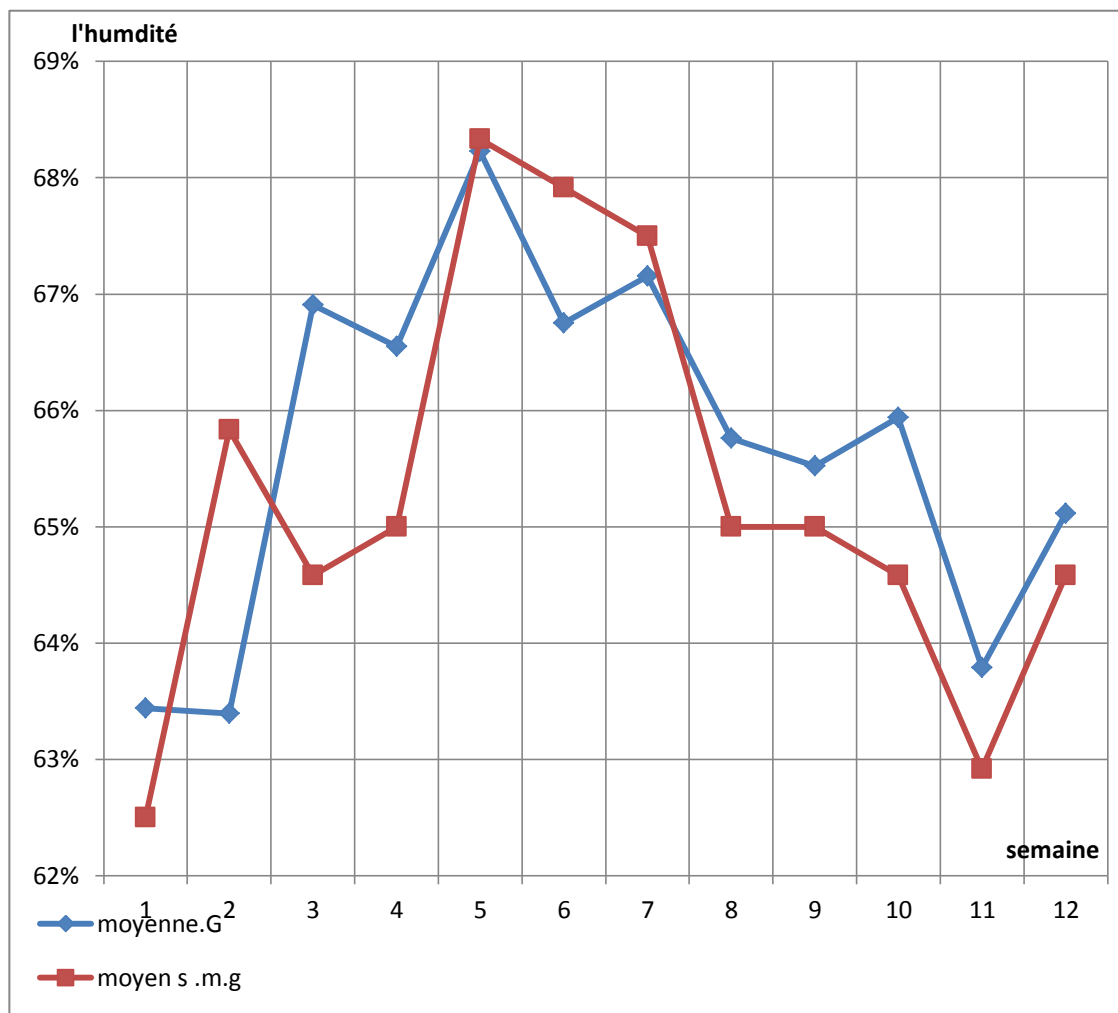


**Figure 32** : courbe représente les moyennes générales d'humidité du sol dans toutes les parcelles cultivées à fonction du temps(semaine).

### III-3- Les taux d'humidité du sol (sondage manuelle et sondage électrique)

A partir de figure 33 :

- ✓ On remarque que les taux d'humidité du sol obtenue manuellement et automatiquement sont très proches.
- ✓ Le maximum d'humidité du sol observé pendant la cinquième semaine à un taux de 70% soit manuelle ou automatique.
- ✓ Ces résultats confirment l'efficacité des normes de sondage manuelle et automatique.
- ✓ La disparité existante dans les taux d'humidité du sol il revient aux besoins des plantes des déférents quantités d'eau selon les étapes du développement. .( voir annexe 03 )

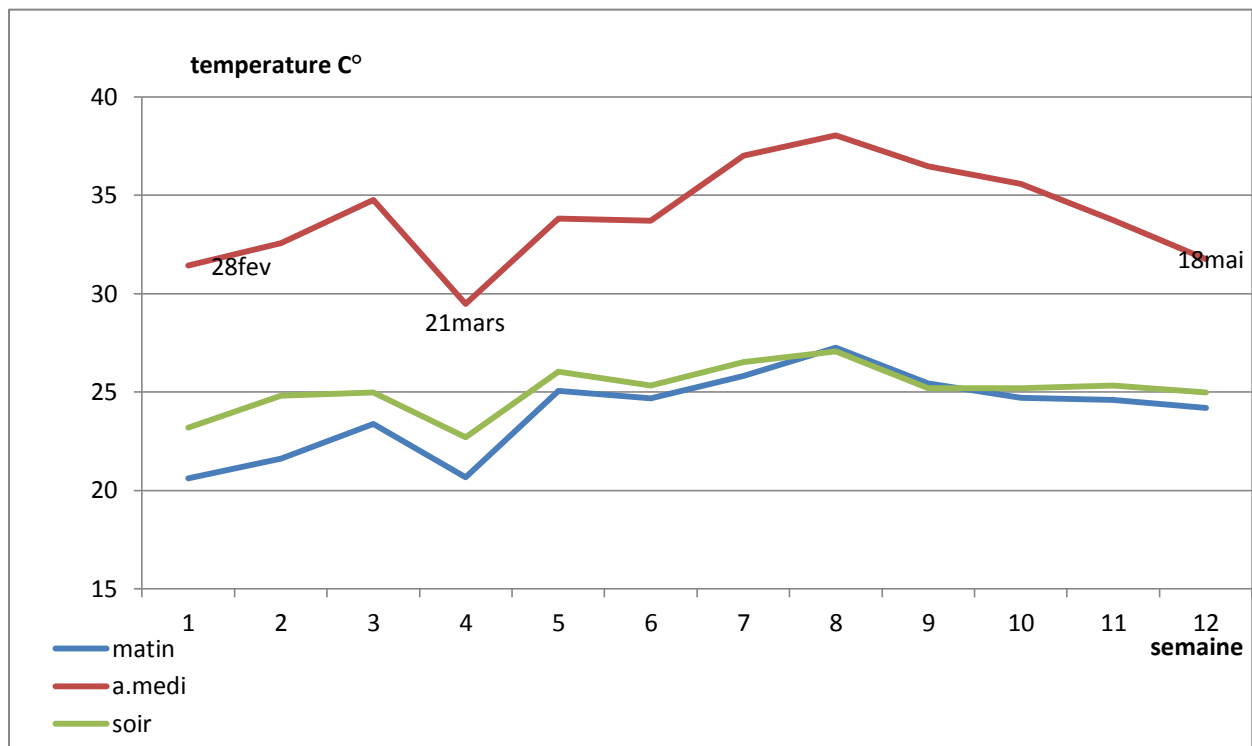


**Figure 33:** les Moyennes générales d'humidité du sol sondage automatique et manuelle pendant 12 semaine expérimentales .

### III-4-Les Moyennes générales de la température pendant la durée de matin après midi et le soir dans la zone cultivée

A partir de figure 34 en :

- ✓ On observe que dans la période d'expérience tous les mesures dans les normes.
- ✓ On voit que la température minimale est  $20.61^{\circ}$  pendant la période du matin . et la température maximale est  $38.06^{\circ}$  à l'après midi . .( voir annexe 04 )



**Figure 34 :** courbe représente la moyenne générale de température pendant la durée matin, après midi et le soir dans la zone cultivée à fonction de temps.

### III-5- La consommation d'eau au niveau des quatre parcelles d'expérimentation

A partir de figure 35 en :

Notre travail est fait afin de savoir quelle sont les effets de hydrogels dans les déférentes parcelles.

- ✓ On remarque que les quantités d'eau d'irrigation dans les déférentes parcelles régressent par rapport au doublement du dosage d'hydrogel. (Proportionnellement régressives)
- ✓ La consommation d'eau de P1 est moins que P0,  $P1=516 \text{ m}^3$ . La consommation de P1 a diminué par rapport à P0 on a utilisé une dose d'hydrogel de :  $D1=65\text{g}$ .
- ✓ Dans le parcelle P0(témoin) la consommation d'eau plus élevée :  $641\text{m}^3$ .

- ✓ La consommation d'eau la plus diminuée est celle de P3 en  $334 \text{ m}^3$ . On a multiplié le dosage d'hydrogel trois fois (\*3) que le P1.
- ✓ La consommation d'eau de P2 est moins que celle de P1,  $P2 = 437 \text{ m}^3$ . On doublé le dosage d'hydrogel (\*2) que la P1.

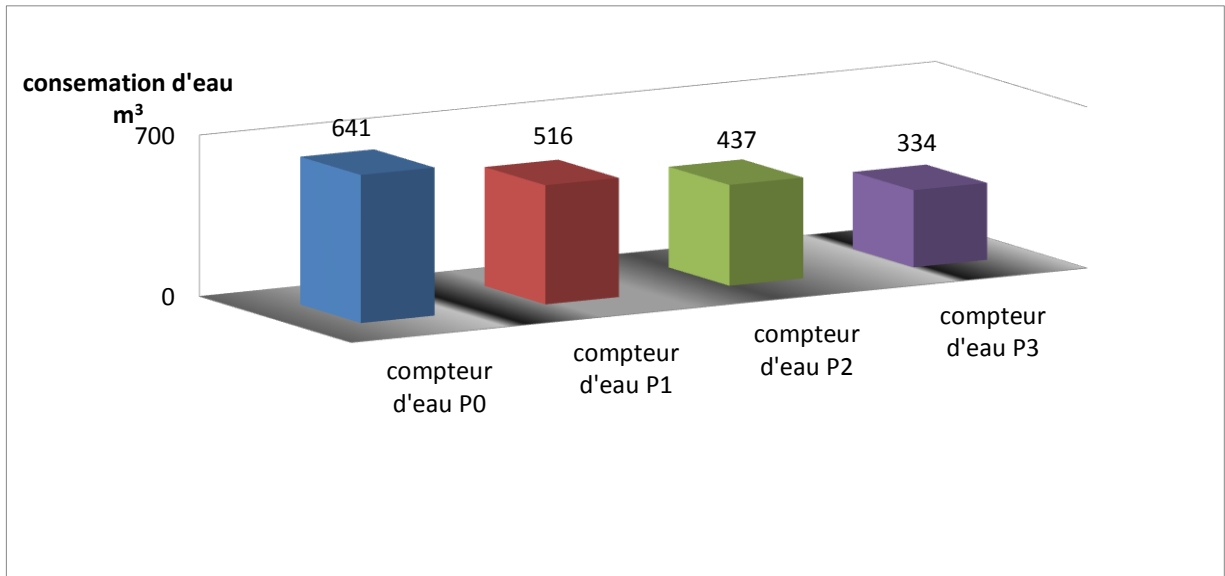


Figure 35: Histogramme représente la consommation d'eau dans les quatre parcelles.

### III-6-Partie aérienne :

mesure de la longueur des tiges des plantes.

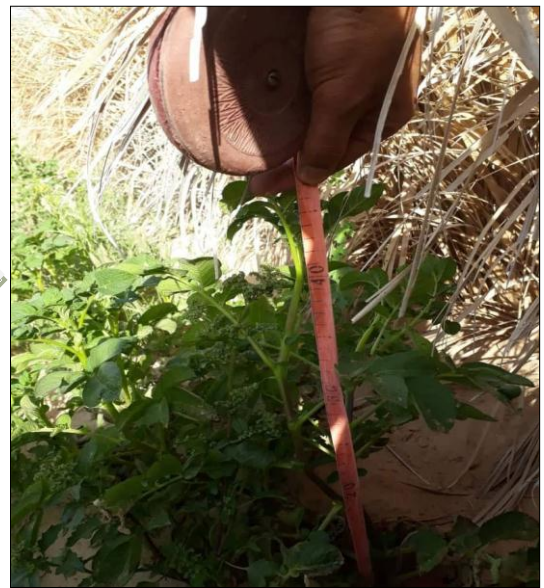


Figure 36: photo montrant la longueur de la partie aérienne Parcelle 0 (50 cm).



**Figure 37:** photo montrant la longueur de la partie aérienne Parcelle 01 (55 cm).



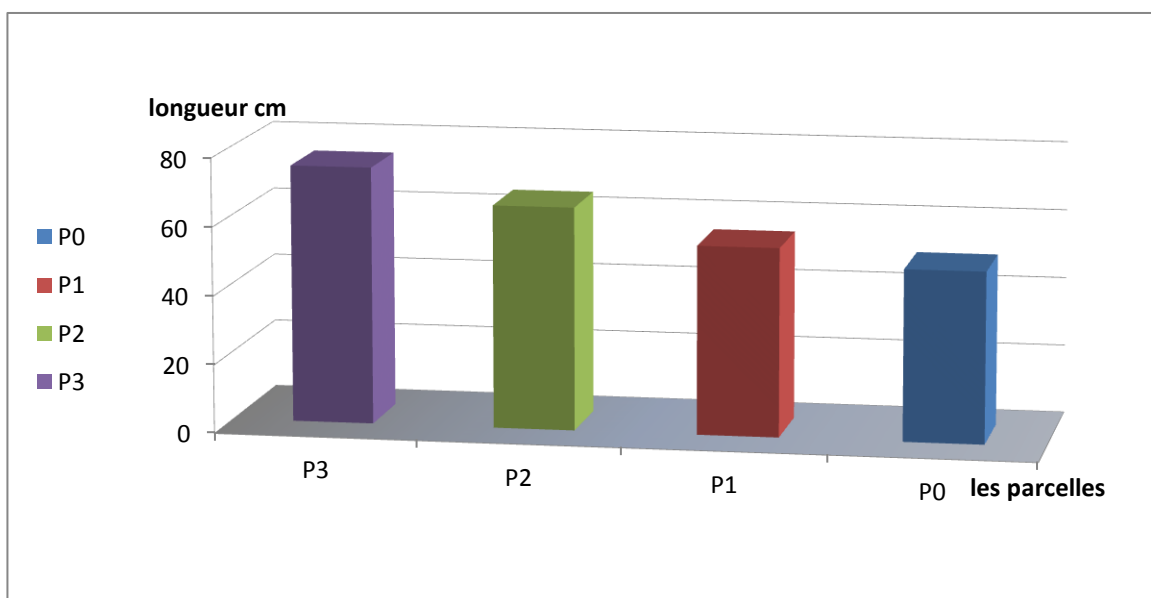
**Figure 38 :** photo montrant la longueur de la partie aérienne Parcelle 02 (65 cm).



**Figure 39:** photo montrant la longueur partie aérienne Parcelle 03 (75 cm).

D'après les mesures on voit que la biomasse est proportionnellement progressive par rapport à la quantité d'hydrogel dans les différentes parcelles.

De ce résultat, on confirme que la quantité d'hydrogel ajouté a un impact significatif sur le développement de la partie aérienne des pommes de terre.



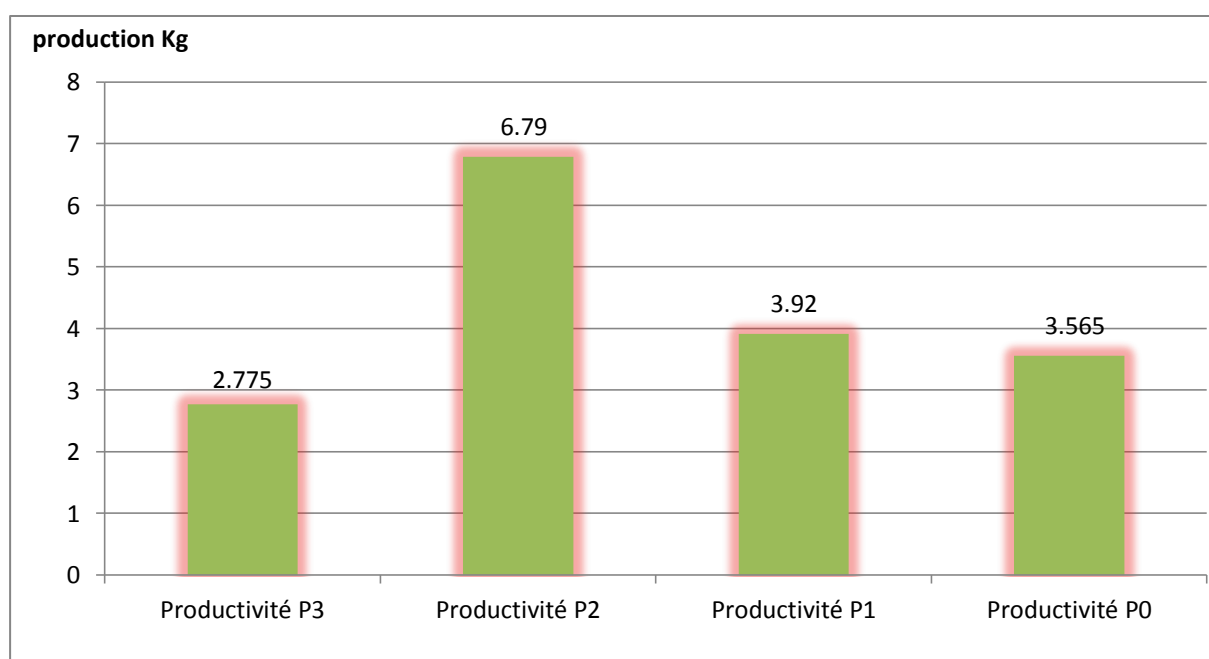
**Figure 40:** Histogramme représente les longueurs de la partie aérienne des plantes dans les quatre parcelles

### III-7- La production de pommes de terre dans les parcelles cultivées

A partir de figure 41 en :

- ✓ La production de la pomme de terre dans la parcelle P2 de 6.79 Kg plus élevée que la parcelle de P0 (témoins) 3.565kg
- ✓ La production de la pomme de terre dans la parcelle P1 3.92 Kg plus élevé que la parcelle de P0 (témoin).3.565kg
- ✓ La production de la pomme de terre dans la parcelle P2 de plus élevé que la parcelle de P1.

De ce résultat, on confirme que la quantité d'hydrogel ajouté a un impact significatif sur l'augmentation de la production des pommes de terre. .( voir annexe 01 )



**Figure 41 :** Histogramme représente la production de la pomme de terre dans les quatre parcelles.

## Conclusion

Oued Souf l'un des pôles agricoles dans les zones arides algériennes avec une grande productivité et participation économique, avec cette productivité dans des conditions extrêmes surtout climatiques et édaphiques l'environnement c'est le plus endommager.

Elle se caractérisé par un sol a forte perméabilité et faible retinton d'eau et sous l'influence des conditions climatique extrêmes ; faible précipitation et évaporation intense les eaux souterraines sont surexploitées.

Dans le cadre de durabilité d'agriculture, les ressources naturelles comme les eaux souterraines doivent bien conservées pour cette raison nous avons proposé l'utilisation de l'hydrogel comme un facteur de la rétention de l'eau au niveau du sol.

Les hydrogels forment des réseaux tridimensionnels composés de polymères à caractère hydrophile et potentiellement biocompatible.

L'expérimentation d'hydrogel dans notre étude basée sur l'utilisation des déférents doses à trois parcelles et un parcelle témoin. Le matériel végétale cultivée c'est la pomme de terre variété *spunta*

Il en ressort de cette étude que :

- ✓ L'hydrogel augmente la rétention d'eau d'un sol sableux .
- ✓ l'hydrogel économise la consommation d'eau d'irrigation.
- ✓ l'hydrogel favorise l'augmentation de la biomasse (partie aérienne, production) dans la culture des pommes de terre
- ✓ on travaille dans un système fermé d'irrigation avec les fertilisants, la consommation de ces derniers se réduit proportionnellement avec l'eau consommée.

Ce travail est nouveau, il motivera des travaux cohérents sur autres cultures, afin d'avoir des modèles précises pour chaque agriculture.

*Référence*

*bibliographique*

## Références bibliographiques

1. **Abd EI-Rehirn HA, Hegazy ESA, Abd EI-Mohdy HL.** Radiation synthesis of hydrogels to enhance sandy soils water retention and increase performance. *J Appl Polym Sci.* 2004.93(3):1360–1371.
2. **ANONYME., 1982 :** Guide pratique du plante de PDT – Institue Technique de pomme de terre , 1982
3. **ANONYME., 1998 :** Maladies de la pomme de terre . Edition .I.T.C.F.Paris.48p
4. **Anseth, K. S., Bowman, C. N., and Brannon-Peppas, L. (1996).** Mechanical properties of hydrogels and their experimental de termination.Biomaterials, 17(17) :1647–1657.
5. **Augst, A. D., Kong, H. J., and Mooney, D. J. (2006).** Alginate hydrogels as biomaterials.Macromolecular Bioscience, 6(8) :623–633.
6. **Bakass M, Mokhlisse A, and Lallemand M.** Absorption and desorption of liquid water by a superabsorbent polymer: effect of polymer in the drying of the soil and the quality of certain plants. *Journal of Applied Polymer Science.* 2002;83(2):234–243.
7. **Bamouh,h 1999.** Technique de production la culture de pomme de terre, bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA.N 58.PP1-15
8. **Bauhofer, W. & Kovacs, J. Z. A :** review and analysis of electrical percolation in carbon nanotube polymer composites. *Compos. Sci. Technol.*69,1486–1498 (2009).
9. **Belen-Hinojosa M, Carreira JA, Garcia-Ruiz R, et al.** Soil moisture pretreatment effects on enzyme activities as indicators of heavy metal-contaminated and reclaimed soils. *Soil Biology and Biochemistry.* 2004;36(10):559–1568.
10. **Berrah s** Contribution à l'étude spatiale de la remontée de la nappe phréatique : problèmes posés et conséquences sur l système agricole “ Ghout” à Oued Souf. 24-25P
11. **Bouchahm Nora et Achour Samia, 2008 :**Hydrochimie des eaux souterraines de la région orientale du Sahara septentrional algérien-Identification d'un risque de fluorose endémique; LA HOUILLE BLANCHE/N° 02-2008; 76-82

12. **C D S R.2001.**le semis direct ; potential et limites pour une agriculture durable en afrique du nord commission économique pour l'afrique .Nations unis décembre 2001.
13. **Cornet N., (1980)** -Observations sur la capacité de rétention, ses relations avec les valeurs de potentiel et la texture des sols sableux du Nord Sénégal. ORSTOM. Paris. Sér. Biol. N°:42. 53-59.
14. **D.S.Ad'El-Oued, 2013.-** la production de la pomme de terre dans la wilaya D'El-Oued.Fiche technique, Organismes.
15. **DAOUD Y., AMOR H.,1994.** Institut national agronomique
16. **DFRV :** Direction de la formation de la recherche et de la vulgarisation, du Ministère algérien de l'Agriculture et du développement Rural
17. **Duchaufour P., (2001)**-Introduction à la science du sol. Sol, végétation,environnement. 6émeédition. Dunod, Paris, 331p.
18. **Durand D; Bertrand C; Clark AH; Lips A.** Calcium-induced gelation of low methoxy pectin solutions-thermodynamic and rheological considerations. *Int J Biol Macromol.*, 12 :14–8, 1990.
19. **Ekebafé, L. O., Ogbeifun, D. E. and Okieimen, F. E.,** Polymerapplications in agriculture. *Biokemistri*, 2011, **23**(2), 81–89.
20. **El-Asmar J, Jaafar H, Bashour I, et al.** Hydrogel banding improves plant growth, survival, and water use efficiency in two calcareous soils. *CLEAN Soil Air Water*. 2017;47(7):1700251.
21. **Farris S; Schaich KM; Liu LS; Piergiovanni L; Yam KL.** Development of polyioncomplex hydrogels as an alternative approach for the production of bio-based polymers for food packaging applications : a review. *Trends in Food Science & Technology*, 20 :316–32, 2009.
22. **Flory PJ.** Principles of polymer chemistry. *Cornell University Press*, 1953.
23. **Gehrke et Lee.** Specialized drug delivery systems : manufacturing and production technology. 1990.
24. **Ghazali D. et Zaid A., 2013:**Etude De La Qualité Physico-chimique Et Bactériologique Des Eaux De La Source Ain Salama-Jerri (Région De Meknes –Maroc);Larhyss Journal, 12 (2013), 25-36.\*toute foie...\*

25. **Griesbach, J.C.** 1993. The present state of soil resources in the Mediterranean countries. In. Cahiers Options Mediterraneans, Vol. 1. Etat de l'agriculture en Méditerranée. pp. 9-22.
26. **Han YG, Yang PL, Luo YP, et al.** Porosity change model for watered super absorbent polymer-treated soil. *Environmental Earth Sciences*. 2010;61(6):1197–1205.
27. **Hayat R, Ali S.** Water Absorption by synthetic polymer (Aquasorb) and its effect on soil properties and tomato yield. *Int. J. Agri. Biol.* 2004;6(6):998–1002.
28. **Hedrick RM.** Mowry DT. Effect of synthetic polyelectrolytes on aggregation, aeration and water relationships of soil. *Soil Science*. 1952;73(6):427–441.
29. **Hennink WE;** van Nostrum CF. Novel crosslinking methods to design hydrogels.
30. **HILLISSE, 2007:**Encyclopédie des plantes de la région d'Oued Souf Ed. El-Walide; El-Oued; 302p.
31. **Hoare, T. R. & Kohane, D. S.** Hydrogels in drug delivery: Progress and challenges. *Polymer (Guildf)*.49,1993–2007 (2008).
32. **Hoffman, A. S. (2002).** Hydrogels for biomedical applications. *Advanced Drug Delivery Reviews*, 54(1) :3–12.
33. **Hoffman, A. S.** Hydrogels for biomedical applications. *Adv. Drug Deliv. Rev.*64,18–23 (2012).
34. <https://www.socochem.com/super-absorbent-polymer-for-agriculture.html>.
35. **Huttermann A, Zommodi M, Reise K.** Addition of hydrogels to soil for prolonging the survival of *Pinus halepensis* seedlings subjected to drought. *Soil and Tillage Research*. 1999;50(3-4):295–304.
36. **Identification importance** .thèse ingénieur .science agronomique 1-19p
37. Jen, A. C., Wake, M. C., and Mikos, A. G. (1996). Review : Hydrogels for cell immobilization. *Biotechnology and bioengineering*, 50(4) :357–64
38. **Kamath, K. R. & Park, K.** Biodegradable hydrogels in drug delivery. *Adv. Drug Deliv. Rev.*11,59–84 (1993).
39. **Khadem SA, Galavi M, Ramrodi M, et al.** Effect of animal manure and super absorbent polymer on corn leaf relative water content, cell membrane

- stability and leaf chlorophyll content under dry condition. *Australian J of Crop Sci.* 2010;4(8):642–647.
40. **KHENNETH S., 1966** : Plants de pomme de terre, sources d'approvisionnement traitement edit.I.C.N.P.D.T la haye
41. **Koupai AJ, Eslamian SS, Asadkazemi J.** Enhancing the available water content in unsaturated soil zone using hydrogel, to improve plant growth indices. *Ecohydrology and Hydrobiology.* 2008;8(1):67–75.
42. **Li K; Guidice GJ; Tamai K; Do HC; Sawamura D; Diaz LA; Uitto J.** Cloning of partial cDNA for mouse 180-kDa bullous pemphigoid antigen (BPAG2), a highly conserved collagenous protein of the cutaneous basement membrane zone. *J Invest Dermatol,* 99 :258–63, 1992.
43. **Malafaya PB; Silva GA; Reis RL.** Natural-origin polymers as carriers and scalds for biomolecules and cell delivery in tissue engineering applications. *Adv Drug Deliv Rev.,* 59 :207–33, 2007.
44. **Miatékéla. J., 2004.** L'agriculture et le Développement Durable à la Martinique.Conférence-débat du 09 juillet 2004.<http://www.croix-rivail.educagri.fr/info/groloDD.htm>. 14p
45. **Milani P, França D, Balieiro AG,** et al. Polymers and its applications in agriculture. *Polímeros.* 2017;27(3):256–266.
46. **Montesano FF, Parente A, Santamaria P, et al.** Biodegradable superabsorbent hydrogel increases water retention properties of growing media and plant growth. *Agriculture and Agricultural Science Procedia.* 2015;4:451– 458.
47. **Morales, M. E., Gallardo, V., Clarés, B., García, M. B., and Ruiz, M. A.** (2009). Study and description of hydrogels and organogels as vehicles for cosmetic active ingredients. *Journal of cosmetic science,*60(6) :627–36
48. **MRABET R .1993** : Revue bibliographique sur les système de labour de conservation de l'eau et leurs effet sur les système sol-plante AL Awamia 80:3-38.
49. **Ni B, Liu M, and Lü S.** Multifunctional slow-release urea fertilizer from ethylcellulose and superabsorbent coated formulations. *Chem Eng J.* 2009;155(3):892–898.

50. **Patel, A. and Mequanint, K. (2011).** Hydrogels Biomaterials. In Reza Fazel, P., editor, Biomedical Engineering - Frontiers and Challenges, chapter 14. Intech edition.
51. **Peppas NA; Bures P; Leobandung W; Ichikawa H.** Hydrogels in pharmaceutical formulations. *Eur J Pharm Biopharm.*, 50 :27–46, 2000.
52. **Peppas NA; Huang Y; Torres-Lugo M; Ward JH; Zhang J.** Physicochemical foundations and structural design of hydrogels in medicine and biology. *Annu Rev Biomed Eng.*, 2 :9–29, 2000.
53. **Peppas, N. A., Huang, Y., Torres-Lugo, M., Ward, J. H., and Zhang, J.** (2000). Physicochemical foundations and structural design of hydrogels in medicine and biology. Annual review of biomedical engineering, 2 :9–29.
54. **Perennec P., Madec P.,** 1980. Age physiologique du plant de pomme de terre .Incidence sur la germination et répercussions sur le comportement des plantes . Potato Res., **23**, 183-199
55. **Rahman MS, Sarker AM, Islam MS, et al.** Effect of soil moisture on grain yield of wheat (*Triticum aestivum* L) cultivars. *Environment and Ecology.* 2001;19(2):304–308.
56. **ROUSSELLE, P., Robert, Y. et Grosnier, J.C. (1996).** La pomme de terre production, amélioration, ennemis, maladie et utilisation. **INRA**, Paris, 607P.
57. **Saibi H. (2003) -:** Analyse qualitative des ressources en eau de la vallée du Souf et impact sur l'environnement, région arides à semi arides d'El-Oued. Mémoire magister université de Houari Boumediene. 160p.
58. **Shi, Z., Gao, X., Ullah, M. W., Li, S., Wang, Q., & Yang, G.** Electroconductive natural polymer-based hydrogels. *Biomaterials* 111, 40–54 (2016).
59. **T.M. Neethu et al .,** Prospects and Applications of Hydrogel Technology in Agriculture ., 2018
60. **TABET S , 2008 :** le changement climatique en Algérie orientale et ses conséquences sur la végétation forestière. Mémoire de Magistère en Ecologie végétale 69P.
61. **Temenoff, J. S. and Mikos, A. G. (2000).** Injectable biodegradable materials for orthopedic tissue engineering. *Biomaterials*, 21(23) :2405–2412..

62. **Veihmeyer R.J. Et Hendrickson A.H., (1949)** -Methods of measuring field capacity and wilting percentages of soils-soil sci-68, 75-94.
63. **Vorley. B; Londres. I, Feret.S., 2001.** L'agriculture et le développement durable Contribution à un cahier de proposition pour le 21ème siècle Document provisoire. Réseau agriculture durable, Rennes. France Mai 2001,43p.
64. **Wang X, Lu S, Gao C, et al.** Biomass-based multifunctional fertilizer system featuring controlled-release nutrient, water-retention and amelioration of soil. *RSC Advances*. 2014;4(35):18382–18390.
65. **Web :** [www.googleearth.com](http://www.googleearth.com) ( date 21/05/2019 . 09:30 )
66. **Web:**<https://www.socochem.com/super-absorbent-polymer-fagriculture.html>.( date 21/04/2019 : 11:30 pm )
67. **ZINE.s** Etude de l'effet du paillage plastique noir sur la culture de la pomme de terre *Solanum tuberosum L., var. Spunta* conduite sous système d'irrigation goutte à goutte dans la région de Oued-Souf.(2009)

*Annexes*

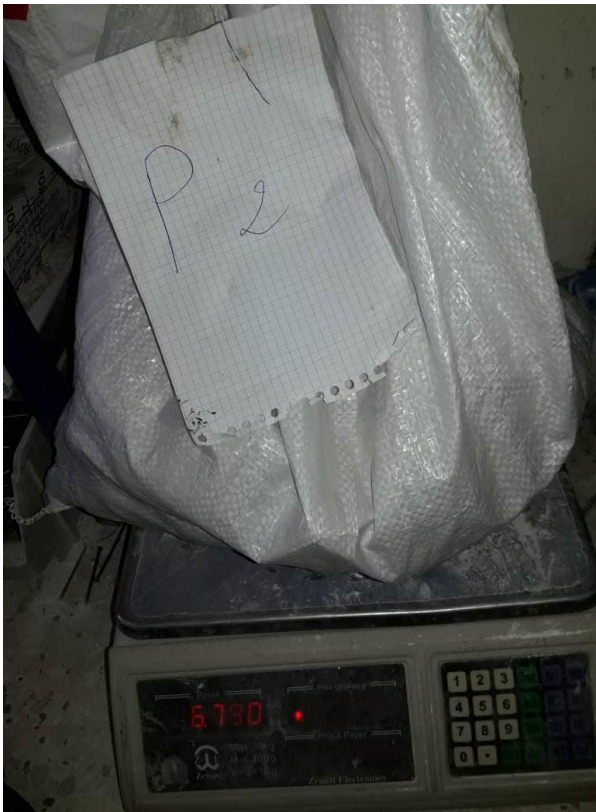


Figure01 :la production des pommes de terre de quatre parcelles

2/



Figure 02: les poids des pommes de terre de quetere parcelle



### 3/Exemple de la collection des cordonnées à l' humidité des sols dans les quatre parcelles

#### Sondage électrique

période		Matin			
Parcelles		P0	P1	P2	P3
Les jours					
Jeudi	28/02/2019	55%	50%	57%	59%
Vendredi	01/03/2019	81%	53%	63%	66%
Samdi	02/03/2019	72%	65%	65%	63%
Dimanche	03/03/2019	71%	60%	55%	71%
Lundi	04/03/2019	71%	60%	60%	71%
Mardi	05/03/2019	72.00%	64%	64%	72%
Mercredi	06/03/2019	68%	65%	66%	68%
Les moyennes		70.00%	59.57%	61.43%	67.14%

Période		A.medi			
Parcelle		P0	P1	P2	P3
Les jours					
Jeudi	28/02/2019	56%	45%	51%	58%
Vendredi	01/03/2019	55%	44%	68%	57%
Samdi	02/03/2019	71%	48%	52%	56%
Dimanche	03/03/2019	76%	61%	56%	75%
Lundi	04/03/2019	75%	72%	60%	75%
Mardi	05/03/2019	65%	63%	64%	64%
Mercredi	06/03/2019	68%	62%	61%	73%
Les moyennes		66.57%	56.43%	58.86%	65.43%

période		Soir			
Parcelle		P0	P1	P2	P3
Les jours					
Jeudi	28/02/2019	59%	47%	54%	59%
Vendredi	01/03/2019	79%	52%	58%	61%
Samdi	02/03/2019	68%	60%	55%	55%
Dimanche	03/03/2019	72%	63%	63%	72%
Lundi	04/03/2019	76%	62%	62%	77%
Mardi	05/03/2019	70%	68%	66%	69%
Mercredi	06/03/2019	69%	64%	62%	69%
Les moyennes		70.43%	59.43%	60.00%	66.00%

### Sondage manuelle

période		P0	P1	P2	P3
Parcelle					
Les jours		60%	55%	65%	60%
Jeudi	28/02/2019				
Vendredi	01/03/2019	65%	60%	60%	60%
Samdi	02/03/2019				
Dimanche	03/03/2019				
Lundi	04/03/2019				
Mardi	05/03/2019	70%	65%	60%	65%
Mercredi	06/03/2019				
Les moyennes		65.00%	60.00%	61.67%	61.67%

#### 4/Exemple de la collection des cordonnées à l' température des sols dans les quatre parcelles

Le jour Periode	Matin		A.medi		Soir	
	Temperatureur	H.de l'air	Temperatureur	H.de l'air	Temperatureur	H.de l'air
Jeudi 07/03/2019	23.9	38.60%	34.8	34.80%	27.3	28.50%
Vendredi 08/03/2019	24.8	27.40%	31.6	24.50%	25.3	26.00%
Samdi 09/03/2019	25.6	39.50%	32.1	23.40%	26.3	35.80%
Dimanche 10/03/2019	22.5	40.10%	30.4	21.20%	24	34.60%
Lundi 11/03/2019	21.4	37.10%	32.4	24.00%	22.5	31.20%
Mardi 12/03/2019	20.6	36.10%	31.2	24.50%	22.5	34.10%
Mercredi 13/03/2019	12.6	42.80%	35.6	26.80%	25.9	28.40%
	21.63	37.37%	32.59	25.60%	24.83	31.23%

## Résumé

Pour l'amélioration du sol agricole saharien surtout concernant la capacité de rétention d'eau et la forte perméabilité, dans le but de préserver les eaux souterraines.

On propose l'addition d'hydrogel comme une solution pour diminuer la perméabilité du sol dans une expérimentation dans la région de Oued Souf ; au niveau de la commune de Kounine sur la culture de la pomme de terre :

L'addition d'hydrogel est l'un des solutions efficaces pour une irrigation raisonnée, les résultats obtenus sont étonnants :

L'eau d'irrigation est économisée dans les surfaces cultivées à l'addition d'hydrogel par rapport à l'irrigation traditionnelle. C'est montre l'efficacité de l'hydrogel la rétention de l'eau dans un sol agricole saharien.

La production de biomasse est augmentée dans les surfaces cultivées à l'addition d'hydrogel par rapport l'agriculture traditionnelle. L'hydrogel a une influence sur l'augmentation de production du sol agricole saharien (diminuer le stress hydrique des plants par la disponibilité d'eau permanent qui fournit par l'hydrogel)

**Mots-clés :** Hydrogel – Rétention d'eau – oued souf – Humidité – Agriculture durable .

## المخلص

الهدف من هذه الدراسة هو تحسين التربة الزراعية الصحراوية تثبيت قدرة الاحتفاظ بالماء و النفاذية العالية لهذه التربة ، لغرض الحفاظ على المياه الجوفية

يُقترح إضافة هيدروجيل كحل لتقليل من نفاذية التربة في تجربة في وادي سوف ( كوينين ) في محصول بطاطس :

تعد إضافة هيدروجيل كأحد الحلول الفعالة للري المقنن ، فالنتائج التي تم الحصول عليها كانت كالتالي:

حفظ مياه الري في القطع المزروعة بإضافة هيدروجيل مقارنة بالري التقليدي. يوضح فعاليته في اقتصاد استهلاك المياه في التربة الزراعية

الصحراوية

زيادة إنتاج الكتلة الحيوية في القطع المزروعة بإضافة هيدروجيل مقارنة بالزراعة التقليدية. للهيدروجيل تأثير على زيادة إنتاج التربة

الزراعية الصحراوية (تقليل الضغط المائي للنباتات من خلال توفر المياه الدائم لها بواسطة الهيدروجيل)

**الكلمات المفتاحية :** الهيدروجال – الاحتفاظ بالماء- وادي سوف – الرطوبة – الزراعة المستدامة .

## Abstract

For the improvement of agricultural Saharian soil specially the capacity of water retention and the high permeability of this soil, for the purpose of preserving the groundwater .

Hydrogel addition is proposed as a solution for decreasing the permeability of soil in an experiment in Oued Souf under city of Kwinine in a potato crop:

The addition of hydrogel is one of the effective solutions for a reasoned irrigation, the results obtained are astonishing:

Irrigated water is saved in cultivated areas through the addition of hydrogel compared to traditional irrigation. it shows the effectiveness of the addition on the consumption of water in a Saharian agricultural soil the production of biomass is increased in areas cultivated with the addition of hydrogel compared to traditional agriculture. the hydrogel has an influence on the increase of production of Saharian agricultural soil (decrease the water stress of the plants by the availability of water or plants which is supplied by the hydrogel).

**key words:** hydrogel- Water retention-Oued souf-Humidity- Sustainable agriculture