

# Impact du changement climatique sur les ressources en eau dans la région sud oranaise d'El-Bayadh

Benaradj Abdelkrim<sup>(1)</sup>, Boucherit Hafidha<sup>(1)</sup>, Gougali Maamar<sup>(2)</sup> et Mihi Ali<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Centre Universitaire Salhi Ahmed de Naâma

<sup>(2)</sup> Université Kasdi Merbah d'Ouargla

<sup>(3)</sup> Université Larbi Tébessi de Tébessa

E-Mails: kbenaradj@yahoo.fr

**Résumé** — La région sud-oranaise d'El-Bayadh recèle d'importantes potentialités des ressources hydriques superficielles et souterraines concentrées essentiellement au niveau du chott Chergui, du synclinal d'El-Bayadh et des aquifères. Ces ressources en eau sont soumises par plusieurs contraintes et menaces, qui agissent sur le potentiel et la qualité des ressources en eau, parmi ces contraintes : la surexploitation des nappes du synclinal d'El-Bayadh, la salinité des eaux (Chott Chergui), le risque de pollution des eaux de surface et des nappes (ménagères ou industrielles), sécheresse, la désertification, les variations climatiques : déficit pluviométrique, vents violents (Sirocco), le fléau de l'ensablement, la surexploitation, les contraintes climatiques (irrégularité pluviométrique). Ces changements climatiques peuvent entraîner une diminution des précipitations, des inondations, une augmentation des températures et de la fréquence des vents violents, des événements pluvieux violents, de la sécheresse, de la désertification, de l'ensablement, des crues et d'autres catastrophes météorologiques et hydrologiques seraient plus fréquents. Ces changements conduisant d'impacts négatifs sur les écosystèmes écologiques, les secteurs socio-économiques et sur la santé humaine.

**Key-Words**— *El-Bayadh, ressources en eau, changement climatique, impact*

## I. INTRODUCTION

après le rapport du GIEC, organisme coparrainé par D'Office Mondial de Météorologie (OMM), expose les changements attendus, notamment une hausse de la fréquence et de l'intensité des crues, périodes de sécheresse, fortes tempêtes, vagues de chaleur et tempêtes de poussière, qui menacent la santé, l'hygiène, l'approvisionnement énergétique, les ressources en eau, la sécurité alimentaire etc. [1].

L'eau et le changement climatique sont régulièrement cités parmi les crises les plus graves que l'humanité aura à affronter pendant les prochaines décennies. En fait, les liens entre les deux enjeux sont si étroits que l'on devrait peut-être plutôt y voir un seul

et unique enjeu [2].

Les changements climatiques fait partie des questions environnementales qui préoccupent la communauté internationale. Depuis les années 90, la notion des changements climatiques met en débat les ressources en eau et les risques qui leurs sont liées en les situant au cœur même du problème [3].

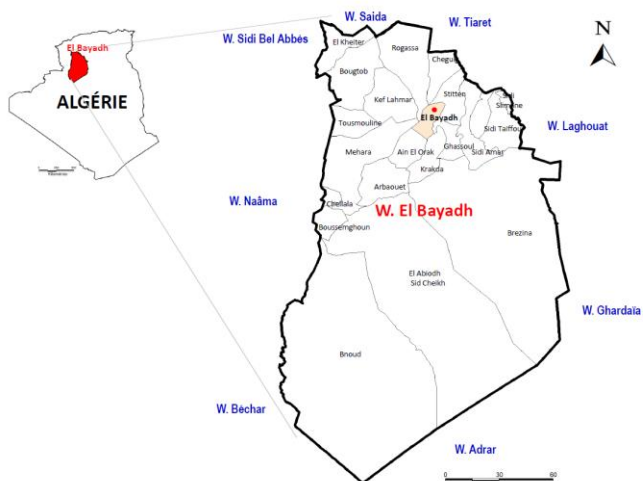
Les ressources hydriques sont vulnérables aux variations du climat. Selon le rapport du GIEC [1], d'ici 2020, 75 à 250 millions de personnes seront confrontés au stress hydrique sous l'effet des changements climatiques.

En particulier dans le secteur de l'eau, le changement climatique pourrait changer la disponibilité, l'accessibilité et la demande et par conséquent accentuer les problèmes de rareté existant déjà notamment au niveau du bassin méditerranéen [4].

L'objectif de l'étude est de montrer l'impact du changement climatique sur les ressources en eau dans la région d'El-Bayadh. Pour étudier les impacts de ces changements climatiques sur la ressource en eau différentes indices climatiques sont calculés afin de prévoir les futurs scénarios concernant l'évolution du climat sur les ressources en eau.

## II. MILIEU D'ETUDE

La wilaya d'El-Bayadh fait partie de la région des Haute Plaines steppiques du Sud Ouest algérien. Géographiquement, la wilaya est comprise entre les parallèles 30° 42' et 34° 28' de l'altitude Nord et entre les méridiens de longitude 0° 24' à l'Ouest fuseau 30 et 2° 16' à l'Est fuseau 31. Elle s'étend du Chott chergui à l'Erg Occidental sur une superficie de 71 697 km<sup>2</sup>, soit 3 % du territoire national.

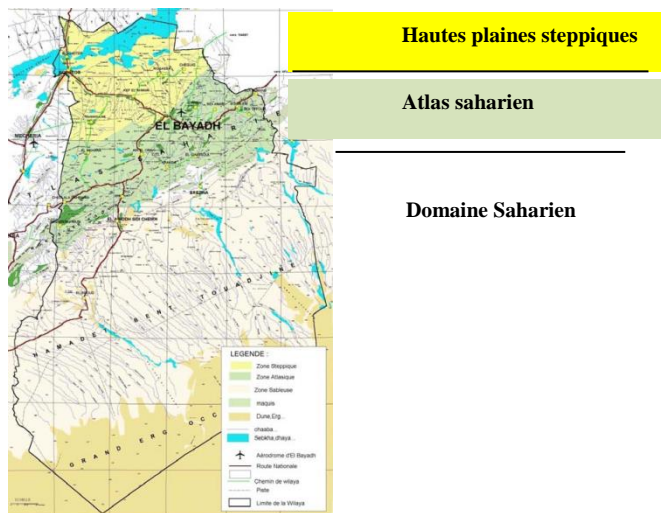


**Figure 1.** Ressources et infrastructures hydrauliques dans la wilaya d'El-Bayadh

-Sur le plan géographique : la wilaya d'El-Bayadh est répartie en trois grands ensembles géographiques sont celles :

Espaces	Superficie (km <sup>2</sup> )
Nord	Hautes Plaines Steppiques 8778
Centre	Atlas saharien 11846
Sud	Domaine saharien 51073
<b>Total</b>	<b>71697</b>

-Sur le plan biogéographique, la région d'étude appartient à la zone méditerranéenne, au secteur des hauts plateaux et au secteur de l'Atlas saharien selon les subdivisions de Quézel et Santa [5].



**Figure 2.** Ressources et infrastructures hydrauliques dans la wilaya d'El-Bayadh [7]

Sur le plan socioéconomique : La population de la wilaya d'El Bayadh a fortement évolué durant les différents recensements de la population effectués

depuis l'indépendance. C'est ainsi que la population qui était de l'ordre de 47 590 habitants au RGPH 1966, était passée à 305 600 habitants en année 2018, soit une évolution globale de 67 210 habitants, représentant un taux d'accroissement annuel moyen de 7,52%.

**Tableau 2.** Évolution de la population entre 1977 et 2018 dans la wilaya d'El Bayadh [6]

Année	El-Bayadh
RGPH 1966	47 590
RGPH 1977	114 800
RGPH 1987	151 757
RGPH 1998	226 845
RGPH 2008	261 286
Année 2018	305 600
Densité de la population (Hab/Km <sup>2</sup> )	4,26

RGPH\*: Recensement Général de la Population et de l'Habitat  
 -Sur le plan climatique: Le climat de la région d'El Bayadh est du type continental semi-aride à aride, variante fraîche à froide avec une pluviométrie annuelle moyenne variant de 250 à moins de 100 mm/an (Sud). Il est caractérisé par des températures excessivement froides en hiver, accompagnées de gelées fréquentes et de chutes de neige et des étés chauds et secs.

-Sur le plan pédologique: les sols de la région sont le plus souvent peu profonds. Ils contiennent de faibles teneurs en matières organiques. Ils sont peu évolués, désignés par sols steppiques isohumiques et sierozem. Ces caractères sont l'expression d'une grande vulnérabilité vis-à-vis des changements naturels ou induits par l'homme ce qui explique les difficultés à réparer les dommages causés dans ces milieux [7,8,9].  
 -Sur le plan biologique : la zone d'étude correspond à des territoires marqués par la présence d'un couvert végétal à base des formations steppiques (alfa, sparte, Remth) tenu mais régulièrement dispersé dans l'espace et par un déséquilibre marqué entre la quantité d'eau disponible et le pouvoir évaporant du climat.

### III. POTENTIALITES EN RESSOURCES HYDRIQUES

La région d'étude recèle d'importantes potentialités hydriques superficielles et souterraines concentrées essentiellement au niveau des chotts, de synclinal d'El Bayadh et des aquifères.

**Tableau 1.** Ressources et mobilisation des eaux [6]

	Nombre	Capacité
Châteaux d'Eau	54	11380
Réservoirs	88	35 990
Barrages (Larouia Brezina)	01	123
Petits Barrages	4	-
Retenues Collinaires	6	-
<b>Ressources Mobilisées</b>		
	<b>Mobilisables</b>	<b>Mobilisées</b>
Eaux Superficielles (hm3)	123	11,50
Eaux Souterraines (hm3)	292,25	71,34
<b>Ressources exploitées (AEP &amp; Irrigation)</b>		
	<b>Nombre</b>	<b>Débits l/s</b>
Forages	83	1 047
Puits	34	44
Sources	09	29

Sur le plan hydrologique, la région est caractérisée par 3 parties:

- La partie Nord est drainée vers les chotts Chergui qui constituent l'exutoire de tout le bassin versant des hautes plaines oranaises.

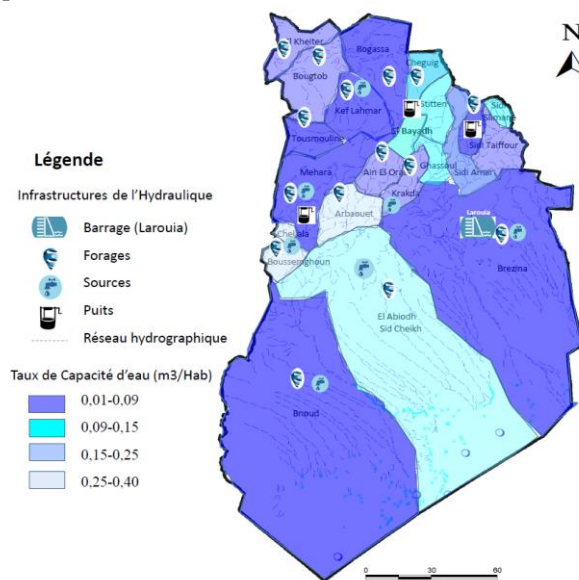
- La partie de l'Atlas saharien, composée du massif de l'Atlas renferme d'importants aquifères dans les formations synclinales, exploitées par forages profonds à débits canalisés.

- Les piémonts de la plateforme saharienne (formations aquifères du Complexe Terminal), qui par l'intermédiaire des grands oueds sahariens, réalimentent une partie du Grand Erg Occidental.

Sur le plan hydrographique, un réseau assez important draine la zone des hautes plaines steppiques et de l'Atlas saharien. Il est peu développé et ses écoulements temporaires dus aux averses sont conditionnés par le relief. Les oueds qui prennent naissance dans les sommets et versants des reliefs montagneux traversent les vallées et dépressions, bifurquent vers le Nord ou le Sud et franchissent les plis en cluse pour se perdre, soit dans le bassin fermé (Chott Chergui), soit dans le Sahara. Dans les hautes plaines steppiques, le réseau hydrographique est diffus à écoulement intermittent, où les oueds à caractère endoréique se déversent dans des dépressions fermées de Chott Chergui. Dans la partie de l'Atlas saharien et le domaine présaharien, le réseau hydrographique est plus important, plus dense et plus hiérarchisé que celui de la zone nord, et ses écoulements empruntent des itinéraires déterminés par la structure et l'orientation du relief. Le relief a favorisé la formation d'un système de bassins versants siège d'un important réseau hydrographique qui alimente de nombreuses

zones humides naturelles et artificielles: les oasis de Boussemghoun et Brézina; le barrage de Larouia (Brézina).

Sur le plan hydrogéologique, la région d'étude comprendra deux entités différentes, représentées par l'atlas saharien occidental dont lesquels on retrouve l'aquifère du Continental Intercalaire [10,11].



**Figure 2.** Ressources et infrastructures hydrauliques dans la wilaya d'El-Bayadh

#### IV. CALCUL DES DIFFERENTS PARAMETRES CLIMATIQUES

Cette étude du climat et bioclimat se base sur le traitement automatisé de plusieurs matrices de données relatives des données climatiques durant les périodes de 25 ans (ancienne : 1918-1938 et récente : 1993 à 2017).

Le calcul d'autres indicateurs climatiques, on utilise les données climatiques (Précipitations et Températures) des stations météorologiques qui se trouvent dans le territoire d'El Bayadh.

**Tableau 2.** Principales stations météorologiques de référence de la région d'étude.

Stations	Latitude	Longitu de	Altitude
El Bayadh	33° 40' N	01° 00' E	1341 m
El Kheither	34° 09' N	00° 04' E	1000 m
El Abiodh Sidi Cheikh	32° 53' N	00° 32' E	903 m

Les indicateurs à calculer sont comme suit :

<b>Indice d'aridité de Martonne</b>	$I = P/T + 10$ . Où P : Pluviosité moyenne annuelle (mm), T= Température moyenne annuelle (°C).
<b>Continentalité thermique (CT)</b> [12]	<b>M-m</b> M-m < 15 °C Climat insulaire 15 °C < M-m < 25 °C Climat littoral 25 °C < M-m < 35 °C Climat semi-continentale M-m > 35 °C Climat continental Plus l'indice est faible plus le climat est aride, et plus grand plus le climat est humide
<b>Régime saisonnier RS</b>	Le régime saisonnier présente la variation saisonnière : la somme de la pluviométrie saisonnière d'Hiver, printemps, Eté & Automne
<b>Quotient pluviothermique (Q<sub>2</sub>)</b> [13,14]	$Q_2 = [2000P / M^2 - m^2]$ Où : Q <sub>2</sub> : le quotient pluviothermique, P : Pluviosité moyenne annuelle en (mm), M : la moyenne des maxima thermiques du mois le plus chaud en Kelvin, m : la moyenne des maxima thermiques du mois le plus froid en Kelvin,
<b>Ecart Thermique</b>	$ET = T^{\circ}(\text{période récente}) - T^{\circ}(\text{Période ancienne})$

RS	AHPE	PAHE	AHPE
CT : M – m (°C)	35,3	34,22	38,1
Climat	semi-continentale	semi-continentale	continentale
I climat	13,8	9,33	4,65
Q <sub>2</sub>	32	20,9	11,6
climat	Semi-Aride Supérieur à Hiver Froid	Aride moyen à Hiver Frais	Saharien Supérieur à Hiver Frais
<b>P2 (1990-2014)</b>			
P (mm)	283,86	243,68	138
m °C	-0,35	0,39	2,3
M °C	34,88	37,08	38,6
T° moy	15,48	16,56	17,74
Ecart Thermique	1,38	1,79	1,2
RS	APHE	AHPE	APHE
CT : M – m (°C)	35,23	36,69	35,1
Climat	continentale	continentale	continentale
I climat	11,1	9,17	4,97
Q <sub>2</sub>	27,8	22,8	13,4
Climat	Aride Supérieur à Hiver Froid	Aride Inférieur à Hiver Frais	Saharien Supérieur à Hiver Frais

## V. RESULTATS ET DISCUSSION

Les ressources en eau mobilisé au niveau de la région d'El-Bayadh sont estimées à 349.63 Hm<sup>3</sup>/an (eaux de surfaces et eaux souterraines) destinées aux secteurs d'alimentation en eau potable, hydraulique agricole d'une part et 114200 hectares la superficie des périmètres irrigués proposée d'autre part. ces données mettent la wilaya d'El Bayadh en position d'être une région à vocation agricole, dans toutes ses zones : nord (Kheiter, sidi Amar, Boualem) et sud (zone présaharienne et saharienne (Brezina, EL Abiodh sidi cheikh et Bnoud, Boussemgoun , Chelala et Mehara, Arbaouet) et pastorale dans les autres régions [15].

### V.1. Paramètres climatiques

Une simple comparaison des résultats obtenus à travers les différents indices climatiques sur les deux périodes (1913- 1938 et 1983-2008).

L'utilisation des indices climatiques, mis en évidence par des critères statistiques, a permis de caractériser les différents phénomènes climatiques et de mieux apprécier leur évolution dans le temps et dans l'espace

**Tableau 3.** Comparaison des données et indices climatique entre les deux périodes d'étude dans les stations

Périodes	P1 (1913-1938)		
	El Bayadh	El Kheither	A S Cheikh
P (mm)	326	258	149
m °C	-1,8	0,77	0,5
M °C	33,5	34,99	37,4
T° moy	13,7	12,29	17,75
ET	1,45	-0,38	1,8

L'analyse des différents résultats (Tab.3) des stations comparées entre les deux périodes (1913-1938 et 1990-2014) dans la région de d'El-Bayadh nous permet de confirmer le changement climatique:

- En général la pluviométrie demeure faible, irrégulière de fortes variations inter annuelles, elle est hétérogène dans le temps et dans l'espace, cette irrégularité des fréquences confirme l'apparition des périodes sèches qui ont sévit dans la région durant les années 1992, 1995, 1998, 1999, 2001, 2002, 2004 et 2013.

- La comparaison entre les séries pluviométriques (1913-1938 et 1990-2014) met en relief le caractère de la diminution ou de l'augmentation des pluies notables qui est un phénomène de l'évolution climatique quasi général et qui a touché l'ensemble de la région d'étude ou du territoire national tant au nord qu'au sud du pays. Ce qui manifeste par une variabilité interannuelle de la pluviosité moyenne annuelle importante, et une diminution de pluviométrie de 17 à 27% et une augmentation de la saison sèche de 2 mois en un siècle [16].

- Une nette augmentation de l'aridité. Cela provient de la sécheresse induite par l'abaissement des précipitations et l'augmentation des températures minimales et maximales. Ce qui traduit par prolongement les durées périodes de sécheresse dans l'ensemble des stations [17].

- Tous les indicateurs convergents vers une sécheresse persistante, même si des épisodes pluviométriques importants se produisent ils n'arrivent pas à combler le déficit pour inverser la tendance.

- En revanche dans la période récente (1990-2014), le plus remarquable enfin est le passage vers un régime de type APHE pour les la majorité des stations d'étude. Ce passage aux pluies dominantes d'automne est significatif d'une accentuation du caractère océanique du climat. Ce qui indique que la pluviosité s'est donc accrue pendant la saison froide, et l'été tend à devenir la période sèche: par conséquent, les régimes saisonniers actuelle (P2) sont nettement changé ce qui explique par leur « degré de continentalité ».

L'étude de la variabilité saisonnière est indispensable, pour voir si la baisse ou la hausse de la pluviométrie est spécifique à une saison particulière ou à plusieurs saisons, cela permet de mieux visualiser la chronologie des totaux de pluies saisonnières dans le temps.

- une augmentation significative des températures maximales entre les deux périodes; donc la série des maximas connaît une franche augmentation qui touche l'ensemble des mois de l'année, cette situation est répercutée au niveau mensuel où le relèvement des températures fluctue entre 0,3°C à 1,5°C induisant à l'échelle annuel une augmentation moyenne de 0,5°C. Ce qui indique par un réchauffement climatique plus marquée de la région d'étude. Cette modification des températures se manifeste par des conséquences sur le métabolisme et le développement de la faune et la flore, la croissance, la respiration, la composition des tissus végétaux et les mécanismes de photosynthèse.

-L'amplitude constatée et prévue du changement climatique est considérable, mais plus que

celle-ci, c'est son extrême rapidité qui nous place dans grande incertitude et nous inquiète. Il serait par conséquent irresponsable de ne pas réagir face aux menaces pesant sur les espèces végétales et l'homme. [8].

- La région d'étude est fortement marquée par l'aridité croissante qui s'accroît du Nord au Sud. Cela provient de la sécheresse induite par l'abaissement des précipitations et l'augmentation des températures minimales et maximales (cas de l'année 2001, pluviométrie est de 100mm à El Bayadh,

- Changement (Déplacement et variation) des étages

bioclimatique des stations de la région. Ce type de changement climatique provoque sans doute aussi un changement de formation végétale. La modification du taux du Q<sub>2</sub> par rapport à l'ancienne période ce qui a pour conséquent le décalage de l'étage bioclimatique du Saharien supérieur inférieur vers le Saharien moyen (cas d'El Abiodh Sidi Cheikh). La station d'El Bayadh est déplacée de l'étage semi-aride moyen froid en période ancienne vers l'étage aride supérieur à hiver froid en période récente.

## V.2. Impacts directs et indirects du changement climatique sur les ressources en eau

Les changements climatiques remarquables risquent d'avoir des incidences sensibles sur l'environnement de la région. Si les changements sont importants, donc le risque est grand. D'après Nassopoulos [4], les impacts du changement climatique sur les ressources hydriques et l'agriculture en Méditerranée sont néanmoins préoccupants, notamment parce que les conséquences sur la disponibilité en eau, l'agriculture et la sécurité alimentaire peuvent avoir des effets catastrophiques sur le bien-être des populations.

Les principales conséquences du changement climatique sur les ressources en eau sont:

-D'après la comparaison de différents indices climatique on constate une augmentation de la température; une diminution des précipitations; un déplacement des isohyètes bioclimatique et une accentuation des extrêmes (sécheresse inondations);

-la baisse des niveaux statiques des nappes phréatiques et alluviales,

- l'insuffisance, le tarissement et l'ensablement des points d'eau,

- Accentuation de ces phénomènes météorologiques, qui seront de plus en plus violents et dangereux

-une baisse constante des réserves d'eau souterraine des principales nappes aquifères ;

- la perte des terres cultivables et la diminution de la production agricole et le déficit fourrager,

- la réduction des superficies des terres de parcours, agricoles et pastorales

- importants dégâts subis des infrastructures par la détérioration de la route (routes, chemin de fer)

- salinisation et dessèchement par le phénomène d'évaporation des eaux de surface, cas des zones humides et des points d'eaux (daya, oued, ..) a conduit

à la disparition de la biodiversité (flore & faune) ;

- Une sécheresse hydrologique, qui est caractérisée par une baisse du débit des cours d'eau, du niveau de remplissage des barrages, de la recharge des nappes phréatiques, ainsi que du taux d'humidité du sol, qui pris ensemble constituent les différents facteurs de la sécheresse [2].

- Une sécheresse plus prononcée au niveau des steppes occidentales au cours des dernières décennies

- Les risques d'inondations des pluies torrentielles et des orages comme ceux qui ont ravagé la région d'El-Bayadh en 2009.

- Déclin de la biodiversité par l'effet de la sécheresse sur une baisse de la biodiversité végétale et animal

- une aridité croissante dans les régions sèches provoquant la dégradation du couvert végétal et entraînant par là même un processus de désertification [16].

- La Vulnérabilité édaphique par l'érosion hydrique et éolienne qui diminue le couvert végétal. Donc la dénudation des sols entraîne une baisse de la fertilité des sols, et une perte de capacité à stocker l'eau et à recharger les nappes phréatiques

- Accentuation d'un phénomène de la désertification et de l'ensablement sur la dégradation des parcours steppiques et la réduction de la capacité de production des systèmes de cultures et d'élevage ovin dans les zones arides.

## VI. CONCLUSION

Les conséquences du changement climatique sont « alarmantes » sur la dégradation des ressources naturelles (eau, sol, biodiversité). Ces dégâts climatiques perturbent la faune et la flore, dont la répartition géographique tend à se déplacer vers le nord. Ces changements ont un impact sur l'agriculture, la santé, l'économie, l'environnement ...

D'après Nassopoulos [4], l'existence d'un risque de changement climatique demande dès lors de réviser les stratégies de gestion des ressources afin de s'adapter au risque et limiter l'ampleur de ses impacts. Ce risque doit ainsi être intégré dès à présent dans les diverses décisions d'investissement, et notamment, dans la conception des infrastructures hydrauliques afin d'assurer leur fiabilité à long terme.

## REFERENCES

- [1] GIEC (2007). Bilan 2007 des changements climatiques. Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [Équipe de rédaction principale, Pachauri, R.K. et Reisinger, A. (publié sous la direction de~)]. GIEC, Genève, Suisse, 103p.
- [2] Petitjean O. (2008). Les conséquences du changement climatique sur les ressources en eau Un panorama général. Rapport technique du GIEC/IPCC sur le changement climatique et l'eau.
- [3] Nichane M et Khelil M.A. (2015). Changements climatiques et ressources en eau en Algérie : vulnérabilité, impact et stratégie d'adaptation. Larhys Journal, ISN 112-3680, n°21, pp. 15-23
- [4] Nassopoulos H. (2012). Les impacts du changement climatique sur les ressources en eaux en Méditerranée. Thèse de doctorat de l'Université Paris-Est. Ecole Doctorale Ville, Transports et Territoires. 309p.
- [5] Quézel P. et Santa S. (1962-1963). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Paris : Ed. C.N.R.S. 2 Vol, 1170p.
- [6] D.P.S.B (Direction de la Programmation et du Suivi Budgétaires de la wilaya) d'El Bayadh (2014). Monographie de la wilaya d'El Bayadh. 42p.
- [7] Regagba Z. (2012). Dynamique des populations végétales halophytes dans la région Sud-Est de Tlemcen. Aspects phytoécologiques et cartographiques. Thèse de doctorat en biologie. Université Abou-Bekr Belkaid de Tlemcen, 161p.
- [8] Oulbachir K. (2010). Ecologie microbienne des sols sous différents compartiments granulométriques et différents étages bioclimatiques. Mémoire
- [9] Benaradj A. (2017). Étude phyto-écologique des groupements à *Pistacia atlantica* Desf. le sud Oranais (Sud-Ouest algérien). Thèse Doctorat en Foresterie. Département des Ressources Forestières. Faculté des Sciences de la nature de la vie et sciences de la terre et de l'univers. Université Abou Bakr Belkaid Tlemcen. 269p.
- [10] Ouali S., Khellaf A. & Baddari K. (2007). Etude des ressources géothermiques du sud algérien. Revue des Energies Renouvelables Vol. 10 N°3 407 – 414
- [11] Hamidi M. (2014). Hydrogéologie du continental intercalaire et du complexe terminal en domaine aride (Atlas saharien occidental). Edi Livre, 348p
- [12] Debrach J. 1953. Notes sur les climats du Maroc occidental. Maroc méridional ; 32 : 1122-34
- [13] Bagnouls F. & Gaussen H. (1957). Les climats biologiques et leurs classifications. Ann. Geog., 335 : 193-220.
- [14] Emberger L. (1955). Une Classification Biogéographique des Climats. Rev. Trav. Lab. Bot. Geol. Zool. Fac. Sc. Montpellier, série bot., n° 7 . pp 3-43.
- [15] Djellouli F. (2016). Les Ressources En Eau Dans La Wilaya d'El-Bayadh : realite, innovation et développement. Rev Alinsan Wa Elmadjal: Revue Scientifique Internationale Académique. Institut S.H.S-Cu-Nour Bachir El-Bayadh (Algerie). N°3 SPECIAL,155-174.
- [16] Nedjraoui D., Boughani A. et Hirche A . (2009). Interaction changements climatiques désertification en Algérie : Vulnérabilité des écosystèmes à la sécheresse et principes d'adaptation Université des Sciences et de la Technologie, Algér. Niamey 26-29.
- [17] Benaradj A., Boucherit H., Baghdadi D. & Aibout F. (2013). Impacts du changement climatique sur les ressources en eau dans la wilaya de Nâama. Acte du Proceeding du Séminaire International sur l'Hydrogéologie et l'Environnement SIHE 2013, Ouargla le 09 et 10 Décembre 2015, 372- 375.