

*République Algérienne Démocratique et Populaire*  
*Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique*  
Université A. MIRA - Béjaïa

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département des sciences biologiques de l'environnement  
Spécialité : Ecologie



Réf : .....

Mémoire de Fin de Cycle  
En vue de l'obtention du diplôme

**MASTER**

*Thème*

**Etude de la vulnérabilité des eaux  
souterraines à la pollution dans le bassin  
versant Oued Eddous par la méthode  
DRASTIC**

Présenté par :

**KHERFOUCHE Yasmina**  
**LADJOUZI Mouna**

Soutenu le :28 /06 /2022

Devant le jury composé de :

M.KHEMMOUDJ.K  
M.LAISSAOUI.M  
Melle. MESBAH.M

MAA  
MCA  
MAB

Président  
Encadreur  
Examinatrice

**Année universitaire : 2021 / 2022**

## *Remerciement*

*On remercie dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.*

*Tout d'abord ; ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de l'aide de Mr Khemoudj Kaddour; on le remercie pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant notre préparation de ce mémoire.*

*Nous remercions vivement, Monsieur LAJSSAOUI.M d'avoir fait l'honneur De présider le jury, qu'il trouve ici nos sincères impressions de gratitude et de Respect, également à Madame MESBAH.M. D'avoir accepté D'examiner notre travail.*

*Nos remerciements s'adresse également à tous nos professeurs pour leurs générosités et la grande patience dont ils ont su faire preuve malgré leurs charges académiques et professionnelles.*

## *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail de fin d'études à ma familles ,*

*A mon cher père :Qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir.*

*A ma mère :Qui n'a jamais cessée de m'encourager. A mon chère unique frère adorable Wassim que je le souhaite la réussite ou Bac.*

*A ma grand-mère qui m' accompagné par ses prières ,sa douceur, puisse Dieu lui prêter Longue vie .*

*Aucune dédicace ne pourrait exprimer tout l'amour que j'ai pour vous , votre joie et votre Gaïeté me comblent de bonheur ; puisse dieu vous garder.*

*A toutes mes cousins et cousines.*

*A Tous mes amies.*

*A mon binôme MOUNA et Toutes sa familles .*

*A tous mes collègues de ma promotion (2022).*

*Veillez trouver dans ce travail l'expression de mon respect le plus profond et mon affection La plus sincère.*

*YASMINA*

## *Dédicace*

*Je dédie ce mémoire*

*A mon père et ma mère pour leur amour inestimable, leurs sacrifices, leur confiance, leur soutien et toutes les valeurs qu'ils ont su m'inculquer.*

*A ma grand-mère chérie pour toute l'affection qu'elle m'a donnée et pour son précieux encouragement.*

*A mon frère Mounir pour sa tendresse, complicité et sa présence malgré la distance qui nous sépare.*

*A ma tante et son mari et mes oncles et leurs femmes pour leurs mots d'encouragement et leurs gentilleses.*

*A mon chéri Rafik le plus grand source de mon bonheur, ainsi qu'à la Famille Himmi.*

*A tous mes camarades de l'Université Abderrahmane Mira, de l'Université de Bejaia.*

*A mon binôme Yasmina et sa famille .*

*MOUNA*

## Sommaire

Remerciement	
Dédicace	
Sommaire	
Liste des figures	
Listes des tableaux	
Listes des Abréviation	
I. Introduction .....	1
<b>Chapitre I : Synthèse bibliographique</b>	
II .Généralité.....	2
II.1.Définition de l'eau.....	2
II.2.1.Les eaux de pluie.....	2
II.2.2.Les eaux de surface.....	2
II.2.3.Les eaux souterraines.....	3
II.2.4.Les eaux usées.....	3
II.3. Signification d'un bassin versant.....	3
II.3.1.Les cours d'eaux d'un bassin versant.....	3
II.4.Vulnérabilité.....	4
II.4.1.Notion de la vulnérabilité .....	4
II.4.2.Différentes types de vulnérabilité.....	5
II.4.2.1.La vulnérabilité intrinsèque.....	5
II.4.2.2.La vulnérabilité spécifique.....	5
II.4.3.Les méthodes d'évaluation de la vulnérabilité.....	5
II.4.3.1.Les méthodes de cartographique a index.....	5
II.4.3.2.Les modèles de simulation.....	6
II.4.3.3.Les méthodes statistiques.....	6
II.4.4.Les critères de vulnérabilité intrinsèque.....	8
II.5..La pollution des eaux.....	9
II.5.1.Les différentes types ou forme de pollution des eaux.....	9
II.5.2.Les sources des polluants des eaux .....	11

II.5.3.L'origine de la pollution.....	12
---------------------------------------	----

## **Chapitre II : Matériels et méthodes**

III.1.Présentation de la région.....	14
III.2.Les caractéristiques socio-économiques de la zone d'étude .....	15
III.2.1.La population.....	15
III.2.2.Analyse des caractéristiques démographiques.....	15
III.3.La biodiversité.....	15
III.4.La pédologie.....	16
III.5.La climatologie...../////.....	17
III.5.1.Précipitation.....	18
III.5.2.La température.....	19
III.5.3.Humidité.....	20
III.5.4.Le vent.....	21
III.5.5.Synthese climatique.....	22
III.5.6.Le diagramme pluviothermique.....	22
III.5.7.Le bilan hydrique.....	23
III.5.8.Évapotranspiration.....	23
III.5.9.1.Évapotranspiration potentielle (ETP).....	24
III.5.9.2.Évapotranspiration réelle (ETR).....	25
III.5.10.Ruissellement (R).....	26
III.5.11.Infiltration (I).....	27
II.6.L'hydrogéologie.....	27
III.7.La géologie.....	27
III.8.Méthode DRASTIC.....	29
III.8.1.Description de la méthode DRASTIC.....	31
III.8.2.Acquisition des données.....	33
III.9.Présentation du logiciel Surfer.....	37

## **Chapitre III : Résultats et discussion**

IV. Interprétations des paramètres et réalisation des cartes thématique .....	40
IV.1.1.Paramètre de profondeur de la nappe D.....	40

IV.1.2.Paramètre de la recharge nette R.....	40
IV.1.3.Paramètre de la nature des aquifères A.....	41
IV.1.4.Paramètre type du sol S.....	42
IV.1 .5.Paramètre topographique T.....	43
IV.1.6.paramètre de zone non saturée I.....	44
IV.1.7.paramètre de conductivité C.....	45
IV.2.Carte de vulnérabilité.....	46
IV.3.Carte de Risque.....	48
V. Conclusion.....	49

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

## Liste des tableaux

Numero	Titre de Tableau	Page
<b>I</b>	Les différentes méthodes d'évaluation de la vulnérabilité a la pollution des eaux souterraines (Mardhel, 2010).	<b>7</b>
<b>II</b>	la moyen mensuel des températures Bouira au cour des années 2008 à 2018.	<b>18</b>
<b>III</b>	variation de température mensuelle (2008-2018)	<b>19</b>
<b>IV</b>	Humidité moyen de l'air% de la région (2008 -2018)	<b>20</b>
<b>V</b>	le moyen mensuel des vitesses du vent (2008 - 2018).	<b>21</b>
<b>VI</b>	Les différents macroclimats selon De Martonne	<b>25</b>
<b>VII</b>	Résultats de l'évapotranspiration de la région de Oued Ed Dous (2008 – 2018) par la formule (C.W . Thorthwaite1948).	<b>26</b>
<b>VIII</b>	Résultats de l'évapotranspiration réelle par la formule « <b>Turc</b> » de de la station De Oued Ed Dous (2008_ 2018).	<b>26</b>
<b>IX</b>	Résultats du ruissellement par la formule de Tixeront-Berkaloff pour Oued Ed Dous (2008_2018).	<b>27</b>
<b>X</b>	Estimation de l'infiltration par la méthode de Thornthwaite pour la région de Oued Ed Dous (2008_2018).	<b>30</b>
<b>XI</b>	Des cotations accordées aux paramètres de la methode DRASTIC	<b>31</b>
<b>XII</b>	indice du degré de vulnérabilité	<b>31</b>
<b>XIII</b>	Indice de profondeur	<b>40</b>
<b>XIV</b>	Indice de la recharge nette	<b>41</b>
<b>XV</b>	Indice de la nature des aquifères.	<b>42</b>
<b>XVI</b>	Indice de topographie	<b>43</b>
<b>XVII</b>	Indice de zone non saturée	<b>44</b>
<b>XVIII</b>	Indice de conductivité	<b>45</b>
<b>XIX</b>	représente le pourcentage des zones vulnérabilité	<b>47</b>



## Liste des figures

Numero	Titre de la figure	page
<b>1</b>	Représentation schématique des différents types et de pollution.	<b>12</b>
<b>2</b>	Situation géographique de Oued Eddous.	<b>14</b>
<b>3</b>	Carte de sol de Oued Eddous.	<b>17</b>
<b>4</b>	Carte climatique de Oued Eddous.	<b>18</b>
<b>5</b>	distribution mensuelle interne des précipitations à Bouira durant l'année 2008 à 2018.	<b>19</b>
<b>6</b>	Variation de la température mensuelle de Oued Eddous.	<b>20</b>
<b>7</b>	Humidité moyenne de l'air % au cour de année (2008.2018)	<b>21</b>
<b>8</b>	La vitesse moyenne mensuelle de vent de la région (2008.2018)	<b>22</b>
<b>9</b>	Diagramme pluviothermique de la region( 2008 -2018).	<b>23</b>
<b>10</b>	Carte géologique de Oued Eddous.	<b>28</b>
<b>11</b>	Interface de logiciel surfer( version 11).	<b>34</b>
<b>12</b>	carte de l'indice de profondeur.	<b>40</b>
<b>13</b>	Carte du paramètre recharge nette.	<b>41</b>
<b>14</b>	Carte de l'indice d'aquifère.	<b>42</b>
<b>15</b>	Carte de paramètre de la nature du sol .	<b>43</b>
<b>16</b>	Carte de l'indice de la topographie.	<b>44</b>

<b>17</b>	Carte de l'indice de la zone non saturé .	<b>45</b>
<b>18</b>	Carte de l'indice de conductivité .	<b>46</b>
<b>19</b>	Carte de vulnérabilité .	<b>47</b>
<b>20</b>	Pourcentage de vulnérabilité à la pollution de Oued Ed Dous par la méthode DRASTIC.	<b>47</b>
<b>21</b>	Carte de Risque de la région de Oued Ed Dous.	<b>48</b>

## La liste des abréviations

**A:** Nature d'aquifère.

**C:** Conductivité hydraulique.

**D:** Profondeur de la nappe .

**ETP:** Evapotranspiration Potentielle.

**ETR:** Evapotranspiration Réel.

**H:** Humidité.

**I:** Impacte de la zone non saturée.

**ID:** Indice DRASTIC.

**M:** Mètre.

**Km:** Kilomètre.

**Mm:** Millimètre.

**P:** Précipitation

**R:** Recharge nette.

**S:** Type de sol.

**T:** Température.

**V:** Vent .

**BV:** Bassin versant.

**MDDEP:** Ministre Du Développement Durable de Environnement et de Parc.

L'eau est un élément vital pour l'être humain. Il est important de l'avoir en qualité et en quantité suffisante garantissant ainsi une vie saine et sans danger à long terme. La protection de l'environnement consiste à la sauvegarde des ressources en eau contre tout type de pollution **(Haddad & Ghoualem, 2014)**.

L'eau souterraine est fragile et souvent considérée comme une source d'alimentation en eau Potable. Elle est très vulnérable aux nombreuses sources de contamination. Sa vulnérabilité est une propriété intrinsèque des aquifères qui dépend de la sensibilité des eaux souterraines aux impacts naturels et anthropiques **(Ayad, 2017)**.

La cartographie de la vulnérabilité et des risques de pollution des eaux souterraines est une méthodologie qui est devenue nécessaire afin d'assurer la gestion qualitative des ressources en eau en relation avec les diverses activités humaines ,elle apparait donc nécessaire et incontournable car ce type de carte permet d'identifier très facilement les zones à risques de pollutions potentielles .Elle servira comme un outil d'aide à la décision aux gestionnaires des ressources en eau et permettra également d'orienter l'aménagement du territoire .

L'objectif de notre travail est de réaliser la cartographie de la vulnérabilité et le risque de pollution des eaux souterraines dans le cadre de mieux orienter le développement urbain et de préservation des ressources souterraines dans le bassin versant de Oued Eddous.

Dans le chapitre I, est consacrée à la synthèse bibliographique sur la vulnérabilité et la pollution, la deuxième partie matérielle et méthodes présente une description de la zone d'étude regroupant les différentes techniques utilisées dans notre travail. La troisième partie résultats et discussion dans laquelle nous avons interprétée et évaluée les résultats obtenues.

Nous avons terminé par une conclusion et des perspectives de recherche.

## **II. Généralité**

### **II.1. Définition de l'eau**

L'eau est un corps incolore, inodore, insipide, liquide à la température ordinaire et composé d'hydrogène et d'oxygène (H<sub>2</sub>O), elle constitue un élément indispensable à la vie, elle est le substrat fondamentale des activités biologiques et le constituant le plus important des êtres vivants. L'eau se rencontre dans l'écosphère sous trois états : solide, liquide et gazeuse ; dépendant des conditions particulières de température et de pression, l'eau a des propriétés physico-chimiques assez particulières par rapport aux autres liquides car elle est un excellent solvant, elle solubilise de nombreux gaz, corps minéraux et organiques, ionise les électrolytes et disperse les colloïdes électro chargés (**Micherd, 2002**).

### **II.2. Les types d'eaux**

Les réserves disponibles des eaux naturelles sont constituées des eaux souterraines (infiltration, nappes), des eaux de surface stagnantes (lacs, retenues de barrages) ou en écoulement (rivières) (**Degrémont, 2005**).

#### **II.2.1. Les eaux de pluie**

Atmosphérique, les eaux de pluie sont des eaux de bonne qualité pour l'alimentation humaine, elles sont saturées d'oxygène et d'azote et ne contiennent aucun sel dissous dans les régions industrialisées les eaux de pluie peuvent être contaminées par les poussières issues des rejets (**Rejsek, 2002**).

#### **II.2.2. Les eaux de surfaces**

L'eau de surface désigne l'eau qui s'écoule ou qui stagne à la surface de l'écorce terrestre. Désigne également les sources, puits et autres collecteurs directement influencés par l'eau de surface (**Valiron, 1994**). Elle se répartissent en eaux véhiculées par les cours d'eau, on en trouve dans les lacs, maintenues derrière les barrages réservoirs. Elles ont pour origine, soit les nappes profondes dont l'émergence constitue une source de ruisseaux, de rivières, soit les rassemblements des eaux de ruissellement. La composition chimique de l'eau de surface dépend de la nature des terrains traversés par l'eau durant son parcours dans l'ensemble des bassins versants. Au cours de son cheminement, généralement les eaux de surface sont très sensibles à la pollution minérale et organique (**MDDEP, 2012**).

Les eaux de surfaces englobe toutes les eaux circulants ou stokes a la surface, elles sont rarement potables (**Echenfelder, 1982**).

### **II.2 .3.Les eaux souterraines**

Ce sont les nappes phréatique qui correspondant à 22% des réserves d’eaux douces, leurs origines est représentée par l’accumulation des infiltration dans le sol qui varient en fonction de la positivité et de la structure géologique du sol, les eaux souterraines sont habituellement à l’abri des sources de pollution, elles sont donc excellente qualité physico-chimique et microbiologique par rapport aux eaux de surface (**Mebarki .A , 1982**). Et elles sont potable sans traitement leur contenu minérale est très variable selon la nature du sous sol et la profondeur de la nappe (Echenfelder, 1982). Elles restent jusqu’à présent les meilleures ressources en eau potable (**Margat, 1992**).

### **II.2.4.Les eaux usées**

Les eaux usées sont eaux impropres ou polluées qui doivent bénéficier d’un assainissement ou d’une dépollution avant de pouvoir être rejetées dans la nature ou d’être consommer par l’homme (**Rodier et al, 2009**).

## **II.3.Signification d’un bassin versant**

Le bassin versant est un territoire délimité par des lignes de crête, et où toutes les eaux superficielles et/ou souterraines s’écoulent en suivant la pente naturelle des versants vers un exutoire commun est une portion de territoire qui recueille toutes les précipitations et les entraîne vers un même endroit (**Marie-pierre, 2008**).

### **II.3.1.Les Cours d'eau du bassin versant**

Les cours d'eau sont des composantes naturelles du système hydrique terrestre. Ils concentrent les eaux de pluie et recueillent les eaux de sources (**Brunet, 1993**).

■**Oued**: terme d'origine arabe désignant un cours d'eau temporaire dans les régions arides ou semi-arides. Son écoulement dépend des précipitations et il peut rester à sec pendant de très longues périodes (**Brunet, 1993**).

■**Canal**: cours d'eau artificiel permettant l'écoulement de l'eau ou le lien entre des cours d'eau naturels ou des plans d'eau. Le canal est souvent une partie d'un cours d'eau naturel redressé et endigué (**CIT, 2004**).

■ **Ruisseau**: cours d'eau permanent ou intermittent, de petite dimension, qui recueille l'eau des sources et des fossés et l'achemine aux rivières (CIT, 2004) .

### **II.4.Vulnérabilité**

#### **II.4.1.notion de la vulnérabilité**

La vulnérabilité est le caractère de ce qui peut être attaqué, blessé ou endommagé. Le terme « vulnérabilité » traduit la fragilité ou la sensibilité d'un système face à une menace externe : pollution, évènements socio-économiques, aléas climatiques, etc. Ce terme vulnérabilité a été utilisé historiquement depuis les années 50 notamment dans les domaines des sciences humaines, de la protection sociale et de la médecine. En hydrogéologie, la notion de vulnérabilité a été introduite par Margat vers la fin des années 60 (Margat, 1968). Le concept de vulnérabilité repose sur l'idée que le système hydrogéologique procure une protection naturelle de la nappe d'eau souterraine contre les menaces de pollution. La toutefois, variété des conditions naturelles faite que les eaux souterraines sont inégalement protégées.

À partir des années 1980, ce concept a évolué en ajoutant aux caractéristiques du milieu physique naturel les sources et la nature des polluants susceptibles de migrer vers la nappe et détériorer la qualité de ces eaux (Margat, 1968 et al,2007). Ce concept a évolué ensuite à travers le monde et a donné lieu à de vulnérabilité des eaux souterraines. En 1970, Albinet et Margat, l'ont définie comme étant la possibilité de percolation et de diffusion de polluant depuis la surface du sol jusqu'à la nappe, dans des conditions naturelles, et par la suite plusieurs définitions ont été données. Certains auteurs ont proposé des définitions directes, d'autres ont seulement indiqué les paramètres qui doivent être pris en compte pour son évaluation.

En effet, la vulnérabilité d'une eau souterraine à la pollution est une notion relative sans dimension et non mesurable (Vrba et Zaporozec, 1994). Elle diffère d'un concepteur à l'autre selon la diversité du territoire et les particularités du milieu physique dans lequel elle a été conçue. Vernaux et al en 2007 ont également défini la vulnérabilité comme une notion indépendante du temps et que les conditions de protection des eaux souterraines, du sol et à la surface de la nappe sont invariables d'origine de la vulnérabilité des eaux souterraines D'après Cazaux (2007), le concept de vulnérabilité des eaux souterraines est basé sur un modèle « origine – écoulements – cible ». Ce modèle est repris et détaillé en particulier dans un projet européen traitant de la protection des aquifères, l'action COST620. (Zwahlen, 2003).

L'origine de la contamination surface du sol. Cette approche eaux usées: c'est le lieu d'infiltration du polluant au niveau de la nappe tient pas compte des pertes ou fuites de réseaux des écoulements : c'est le trajet du contaminant à travers le milieu naturel, c'est à dire sa composante verticale au sein de la zone non saturée. Si l'objet de la protection est le point de captage d'eau (puits, forage, exutoire), il faut également prendre en compte l'écoulement au sein de l'aquifère.

La cible : est l'eau souterraine faisant l'objet d'une protection. Il peut s'agir soit du toit de la nappe, soit du captage d'eau.

### **II.4.2.différents types de vulnérabilité**

#### **II.4.2.1.La vulnérabilité intrinsèque**

C'est le terme utilisé pour représenter les caractéristiques du milieu naturel qui déterminent la sensibilité des eaux souterraines à la pollution par les activités humaines. Elle ne tient compte que des facteurs physiques influençant le mouvement d'un polluant vers la nappe (**Landreau, 1996 in Cazaux, 2007 ; Schnebelen et al, 2002**).

#### **II.4.2.2.La vulnérabilité spécifique**

C'est le terme utilisé pour définir la vulnérabilité d'un eau souterraine à un polluant particulier ou à un groupe de polluants. Elle prend en compte les propriétés des polluants et leurs relations avec les divers composants de la vulnérabilité intrinsèque (**Schnebelen et al. 2002 in Bézègues et al., 2002**).

- Les méthodes d'évaluation de la vulnérabilité des eaux souterraine à la pollution des eaux souterraines :

Il existe trois grandes catégories de méthodes permettant de caractériser la vulnérabilité des eaux souterraines :

### **II.4.3.Les méthodes de cartographique a index**

Elles sont basées sur la combinaison de plusieurs cartes illustrant chacun paramètre (sols, géologie, hydrogéologie, ...). Le principe consiste a (**Wanko, 2016**):

#### **■ Sélectionner des critères**

- paramètres considérés représentatifs pour illustrer la vulnérabilité des eaux souterraines.
- subdiviser chaque critère en intervalles discrétises et hiérarchisés.



- attribuer une valeur a chaque intervalle, reflétant le degré de sensibilité relatif a une contamination.

### **II.4.3.1. Les modèles de simulation**

Ils consistent a trouver une solution numérique a des équations mathématiques représentant le processus de transfert de contaminants (**Schnebelen et al, 2002**).donnant une image de vulnérabilité spécifique de la nappe.

### **II.4.3.2. Les méthode statistiques**

Elles sont basées sur une variable qui dépend de la concentration en contaminant ou d'une probabilité de contamination. Ces méthodes intégrant des données sur la distribution des contaminants sur la zone d'étude et fouissent des caractéristique sur les probabilités de contamination sur la zone d'étude. Elles donnent une image de la vulnérabilité spécifique de la nappe (**Mardhel et Gravier, 2006**).

## SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

**Tableau I:** les différentes méthodes d'évaluation de la vulnérabilité à la pollution des eaux souterraines (Mardhel, 2010).

Méthodes	Auteurs	définitions	Critères
<b>DRASTIC</b>	Aller <i>et al.</i> , 1987	a été mise au point par l'EPA (Environmental Protection Agency) aux Etats-Unis en 1985 ; afin d'estimer le potentiel de pollution des eaux souterraines (Schnebelen <i>et al.</i> , 2002). Elle permet d'évaluer la vulnérabilité verticale en se basant sur sept critères.	<b>D</b> : distance à la nappe. <b>R</b> : Recharge <b>A</b> :nature de la zone saturée <b>S</b> : nature du sol <b>T</b> : topographie, pente en % <b>I</b> : nature de la zone non saturée <b>C</b> :permeabilite de l'aquifère
<b>SINTACS</b>	Civita., 1991	Elle est dérivée de la méthode DRASTIC, développée en Italie, au début des années 1990, de manière à s'adapter à la cartographie à plus grande échelle compte tenu de la grande diversité hydrogéologique de l'Italie (Petelet <i>et al.</i> , 2000)	<b>S</b> : profondeur de la nappe <b>I</b> : infiltration <b>N</b> : fonction de la zone non saturée <b>T</b> : type de sol <b>A</b> : type de l'aquifère <b>C</b> :conductivite hydraulique <b>S</b> : topographie
<b>EPIK</b>	Doerfliger <i>et al.</i> , 1996	C'est la première méthode dédiée spécifiquement aux aquifères karstiques sensu-stricto. La méthode est systématique puisqu'elle propose une analyse détaillée du bassin d'alimentation de la source karstique	<b>E</b> :Epikars <b>P</b> :couverture protectrice: sol <b>I</b> :conditions d'infiltration <b>K</b> :developpementdureseau karstique

		découpe en un maillage régulier.	
<b>RISKE</b>	Petelet G et <i>al.</i> , 2000	Cette méthode s'inspire de la méthode suisse EPIK en raison de sa spécificité karstique. Elle permet de calculer l'indice global de vulnérabilité (Ig) en chaque maille de la zone d'étude.	<b>R</b> : Roche aquifère <b>I</b> : Infiltration <b>S</b> : Sol <b>K</b> :Karstification, <b>E</b> : Epikarst
<b>GOD</b>	1987 Foster.,	Elle présente la vulnérabilité de l'aquifère face à la percolation verticale de polluants à travers la zone non saturée et ne traite pas de la migration latérale des polluants dans la zone saturée	<b>G</b> : Type de nappe <b>O</b> : Type d'aquifère en termes de facteurs lithologiques <b>D</b> :Profondeur de la nappe
<b>PI</b>	Goldsheider et <i>al.</i> , 2002	La méthode PI se base sur l'estimation de la fonction protectrice (P) des couches sous-jacentes à l'aquifère et les conditions d'infiltration (I) de l'eau dans le système.	<b>P</b> :couverture protectrice <b>I</b> :condition d'infiltration

### II.4.4. Critères de vulnérabilité intrinsèque

Les critères de la vulnérabilité intrinsèque, et ce selon l'état de la zone saturée ou non une fois soumise à la pollution, Indice de vulnérabilité selon la méthode DRASTIC.

Le modèle DRASTIC a été originalement développé aux États-Unis afin de permettre l'évaluation du potentiel de pollution des nappes d'eau souterraine (Aller et *al.*, 1987). Son indice numérique représente la somme pondérée des notes correspondant aux sept paramètres hydrogéologiques de la méthode. L'indice DRASTIC est calculé par la sommation pondérée du produit des notes et des poids pour chacun des paramètres en appliquant la relation suivante :

Indice DRASTIC =  $DnDp + RnRp + AnAp + SnSp + TnTp + InIp + CnCp$

Où :

**n** : notations accordées à chaque paramètre .

**p** : facteur de pondération accordé à chaque paramètre.

L'indice DRASTIC final obtenu permet de caractériser le degré de vulnérabilité d'un secteur donné de la nappe et il varie entre 23 et 226. La vulnérabilité est d'autant plus importante que l'indice [I DRASTIC] calculé est élevé.

### **II.5.la pollution des eaux**

La pollution des eaux dans son sens le plus large est défini comme « Tout changement défavorable des caractéristiques naturelles (biologiques ou physico-chimiques) dont les causes sont directement ou indirectement en relation avec les activités humaines (**Dictionnaire Larousse 2004**).

La pollution permanente est liée aux rejets industriels, aux eaux usées d'origine urbaine, à L'emploi dans l'agriculture des pesticides et des engrais; il s'y ajoute la pollution exceptionnelle liée aux déversements intempestifs ou aux accidents de transport. Pratiquement, plus la qualité de l'eau diminue, plus la nécessité de procéder à des contrôles fréquents et étendus ne devient impérieuse. La qualité de l'eau peut être altérée suite à des rejets polluants. Les milieux aquatiques sont susceptibles d'être affectés par un éventail très large de polluants qui peuvent être classés selon leur origine, leur nature et leur capacité à persister dans le milieu (**Rodier et al, 2009**).

#### **II.5.1.Les Différents types ou forme de pollution des eaux**

##### **A. La Pollution physique**

Une pollution de nature physique peut être mécanique, thermique ou radioactive. Elle est Liée aux facteurs influents sur l'état physique de l'eau. La pollution physique mécanique est due a une charge importante des eaux en éléments.La pollution thermique elle est causée par les rejets d'eaux chaudes (centrales électrique, Source thermique...etc.) (**Tuffery,1980**).

##### **B. La pollution chimique**

L'immense majorité des nuisances sont causées par l'entrée de ce type d'élément (ou plusieurs) indésirable dans la composition chimique de l'eau initialement destinée a un usage bien précis (**Tuffery, 1980**).

Parmi lesquels, on distingue selon la nature de la pollution Chimique :

- Les éléments chimiques minéraux: est le fait d'éléments tels les phosphores, les Nitrates, les nitrites, les sulfates, l'ammoniaque...etc.
- Les éléments chimiques organiques: ont des origines multiples. Les sources principales sont les rejets des eaux usées domestique, les industries agro-alimentaires (Laiteries, conserveries). Elle se traduit par plusieurs formes et d'origine différentes : matières organiques, les hydrocarbures, les huiles et graisses, les pesticides, les phénols, les détergents.
- Les éléments chimiques toxiques: substances qui sont généralement peu abondantes, mais avec le temps, elles s'accumulent à tout niveaux dans l'eau (flore, faune...). Les plus importants sont les métaux lourds (le plomb, mercure, cadmium, l'arsenic...) (**Bouziane, 2000**).

### **C. La pollution Biologique**

Un grand nombre de microorganismes peuvent proliférer dans les eaux, dans les aliments et dans les milieux naturels grâce aux conditions favorables que leur crée l'homme.

L'importance de la pollution de l'eau dépend également des conditions d'hygiène des populations, mais aussi des caractéristiques écologiques et épidémiologiques. Les principaux organismes pathogènes qui se multiplient ou qui sont transportés dans l'eau sont : les bactéries, les virus, les parasites, les champignons et les algues. On parle ainsi de pollution : bactérienne, virale, ou parasitaire. Les eaux polluées peuvent contenir de très nombreuses colonies des bactéries pathogènes qui transmettent plusieurs types d'affections dites maladies à transmission hydrique. La plupart de ces germes pathogènes ont une origine fécale et leur transmission est dite oro-fécale.

Parmi les germes pathogènes les plus répandus dans une eau polluée, on distingue :

Les germes banals les Bacilles coliformes, et les streptocoques responsables de Gastro-entérites. Les bacilles les shigella, les salmonelles, les vibrions cholera provoquent des foyers épidémiques surtout dans les localités ne disposant pas de réseau d'assainissement. Il y a aussi les mycobactéries responsables de plusieurs types d'infection comme la Tuberculeuses ...etc.

Parmi les virus responsables de maladies hydriques, on distingue : les virus des hépatites.

Parmi les parasites pathogènes les plus fréquents dans l'eau on distingue : l'amibe *Entamoeba histolytica* qui est responsable de la dysenterie, les helminthes sous forme de kyste il provoque de graves anémies (**Bouziane, 2000**).

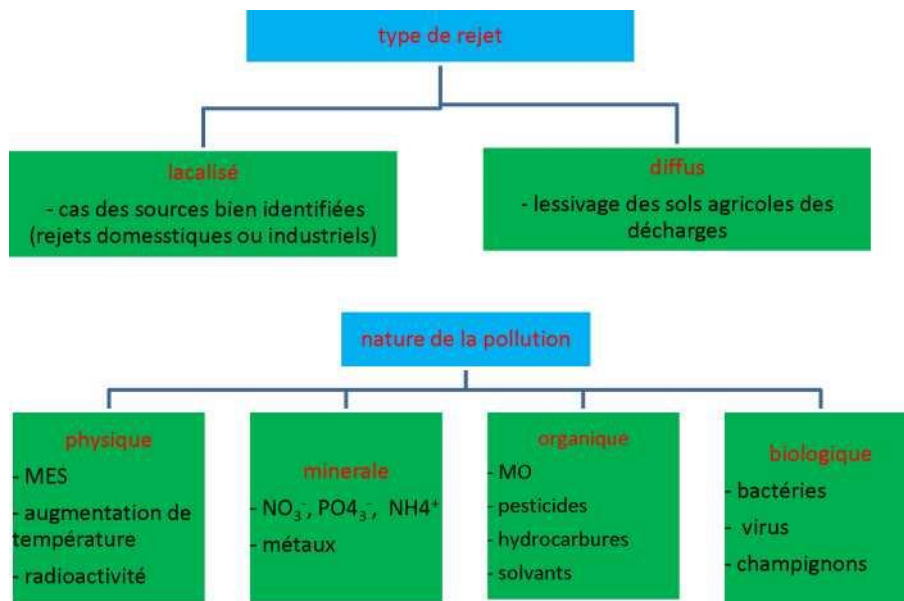
### **II.5.2.les sources des polluants des eaux**

La pollution des ressources en eau peut avoir de multiples origines. Il y a, bien sûr, toutes les formes de pollution consécutives aux activités humaines, qu'il s'agisse des pollutions domestiques, urbaines, industrielles, agricoles. Mais, il existe aussi des pollutions "naturelles" de l'eau (**Addad, 2007**).

Les polluants sont majoritairement apportés dans les réseaux hydrographiques par les engrais, les élevages, les stations d'épuration, l'assainissement, les ruissellements urbains à l'échelle de bassin versant (**Dorioz, et Aurousseau, 2007**). En Algérie, on peut définir deux principales sources des rejets :

- Les sources ponctuelles qui présentent l'avantage d'être quantifiables et qui concernent les effluents domestiques et industriels.
- Les sources diffuses difficilement estimables et concernent essentiellement les activités agricoles, les déchets solides...etc. (**Addad, 2007**).

Les rejets polluants présentent principalement trois origines distinctes : Domestique y compris urbaine, agricole et industrielle, avec ou sans traitement en station d'épuration avant rejet dans le milieu naturel. Du fait de ces différentes sources d'effluents polluants, les composés susceptibles de parvenir au milieu naturel sont très variés.



**Figure 1:** représentation schématique des différents types et de pollution (Chaguer 2013)

## II.5.3.1'Origine de la pollution

### A. La pollution domestique

Les eaux usées domestiques sont caractérisées par de fortes teneurs en matières organiques, en composés minéraux tels que  $\text{NH}_4^+$  et  $\text{PO}_4^{3-}$ , en détergents et en germes fécaux. En milieu urbain, les eaux pluviales qui ruissellent se chargent de matières minérales en suspension, d'hydrocarbures et de divers détritiques solides (Gaujous, 1995).

### B. La pollution industrielle

Est très diversifiée. Selon le type d'activité concerné, les rejets peuvent être composés de matières organiques, d'hydrocarbures, et de diverses substances chimiques. Les polluants toxiques affectent les organismes, alors que les polluants trophiques affectent le fonctionnement de l'écosystème (Chaguer, 2013).

### C. La pollution agricole:

Résulte des effluents d'élevage et de l'emploi de pesticides et d'engrais organiques ou minéraux pour la fertilisation des terres. Ces composés peuvent être lessivés lors des précipitations et entraînés vers les milieux aquatiques. Elle est la cause essentielle des pollutions diffuses, Les eaux agricoles comprennent :

- eaux de drainage.
- eaux des rejets des fermes (lavage des locaux et des étables).

Ces eaux sont issues de terres cultivées chargées d'engrais nitrates ou phosphates, sous une forme ionique ou en quantité telle, qu'ils ne seraient pas finalement retenus par le sol et assimilés par les plantes, conduisent par ruissellement à un enrichissement en matières azotées ou phosphatées des nappes les plus superficielles et des eaux des cours d'eau ou des retenues (**Eckenfeld, 1982**).

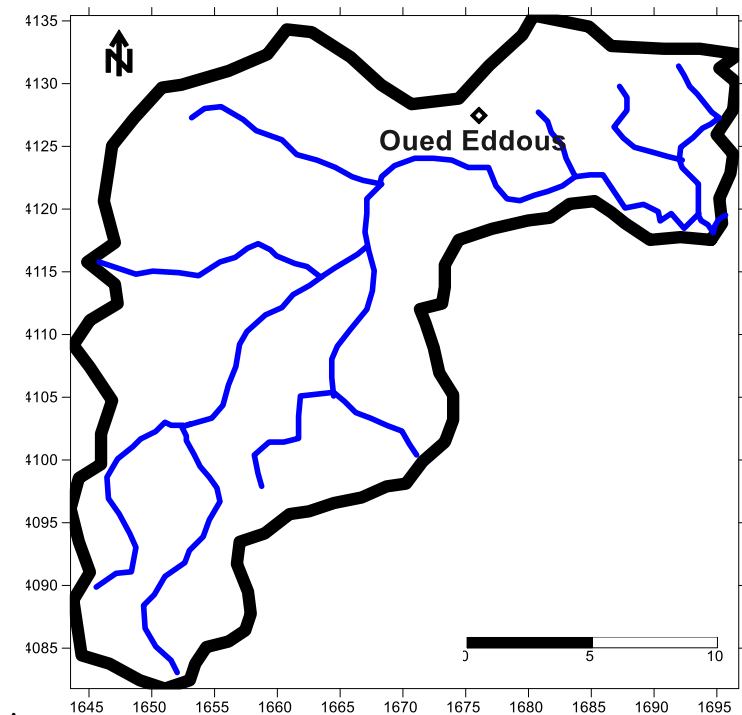
### **D. La pollution naturel**

Certains considèrent que divers phénomènes naturels sont aussi à l'origine de pollution par exemple : une éruption volcanique un épanchement sous marin d'hydrocarbures, le contact avec les filons géologiques (métaux, arsenic. une source thermo minérale) (**Nicolau, 2005**).



**III.1.Présentation de la région**

La wilaya de Bouira (en berbère : Tanebđit n Tuviret, en tifinagh : ⵜⴰⵏⴰⵃⴰⵢⵜ ⵏ ⵜⵓⵎⵎⴰⵎ), se situe dans la région Centre Nord du pays. Elle s'étend sur une superficie de 4456,26 km<sup>2</sup> représentant 0,19% du territoire national. Le chef-lieu de wilaya est situé à près de 120 km de la capitale d'Alger. La grande chaîne du Djurdjura d'une part et les monts de Dirah d'autre part, encadrent la Wilaya qui s'ouvre de l'Ouest vers l'Est sur la vallée de la Soummam. La wilaya de Bouira est délimitée : • Au nord par la wilaya de Tizi-Ouzou. • À l'est par la wilaya de Bordj Bou Arreridj. • Au sud par la wilaya de M'Sila. • À l'ouest par les wilayas de Médéa et de Blida. II-1-2. Situation géographique du bassin versant Le bassin versant de la Soummam situé dans le sud-est d'Alger, entre 3°40' à 5°45' N de longitude et 30° à 60° 45' E de latitude. Sa superficie est de 9125 km<sup>2</sup>, elle est subdivisée en dix sous BV, dont celui de l'oued Edous qui fait l'objet de notre étude, codé (15 01). Ce Bassin situé dans le sud-est d'Alger, entre 36.344476° à 36.362603° N de longitude et de 30° à 60°45' E de latitude



**Figure 2:**Situation géographique de Oued Eddous.

## III.2. Les caractéristiques socio-économiques de la zone d'étude

### III.2.1. La population

Étant en relation directe avec son milieu support, l'homme peut agir positivement ou négativement sur ce dernier, aussi l'analyse de l'élément humain dans la présente étude est d'une nécessité absolue. En effet, l'évaluation des besoins en eau potable et le volume des eaux usées, son évolution ainsi que la dynamique du milieu relève en grande partie de la répartition des hommes, de leur organisation et de leur activité (Fatih, 2009).

### III.2.2. Analyse des caractéristiques démographiques

Cette action combinée entre l'homme et son milieu se traduit par diverses actions de mise en valeurs. C'est-à-dire que l'homme bâtit des constructions, cultive la terre et défriche la forêt. En un mot les différentes affectations actuelles sont faites par l'homme. Ces changements et ces modifications peuvent être positifs ou négatifs sur le milieu naturel (Fatih, 2009).

#### a) L'activité socio-économique

La région d'étude du bassin versant de Oued Ed Dous est d'une vocation principalement agricole et d'élevage, mise à part quelques activités industrielles représentées par l'usine des détergents, la cimenterie de Sour El Ghozlan quelques petites unités industrielles.

#### b) L'activité agricole

Le Bassin versant de Oued Eddous caractérise par une agriculture mixte, traditionnelle (Irrigation gravitaire) et moderne (irrigation par canaux d'aspersion), tout dépend du type de culture. Les principales activités des périmètres irrigués sont essentiellement les cultures maraichères et l'arboriculture. Afin d'atteindre la production nécessaire, il était important de développer des techniques et des stratégies de culture et d'autoriser l'usage de certains produits chimiques et organiques tel que les engrais et les pesticides pour améliorer les rendements et lutter contre les parasites et Les maladies.

## III.3. La biodiversité

Le bassin versant est peuplé par une riche et diverses espèces faunistiques et floristiques abritées par les reliefs du bassin versant et surface humide mais aussi au niveau des cours d'eau.

### Le couvert végétal du bassin de Oued Eddous

La végétation est le résultat des facteurs : climat, relief, lithologie où s'ajoute le facteur humain (défrichement, reboisement). Elle est un facteur de restriction si elle est bien maintenue. La couverture végétale protège le sol contre l'érosion, améliore la capacité d'infiltration des

eaux dans le sol, diminue le ruissellement superficiel et apporte au sol des matières organiques (feuilles, branches).(Addad, 2007).

Le plateau de Bouira est considéré comme l'une des régions les plus fertiles, grâce à l'épaisseur des terres végétales, le relief moins accentué ainsi que les conditions climatiques favorables en font une excellente région agricole. La végétation dans le bassin de Oued Ed Dous reste étroitement liée à la pluviométrie, elle est dense par le pin d'alep, avec d'autre mosaïque de végétation comme le saule, les olives, le chêne liège, Eucalyptus ...etc.

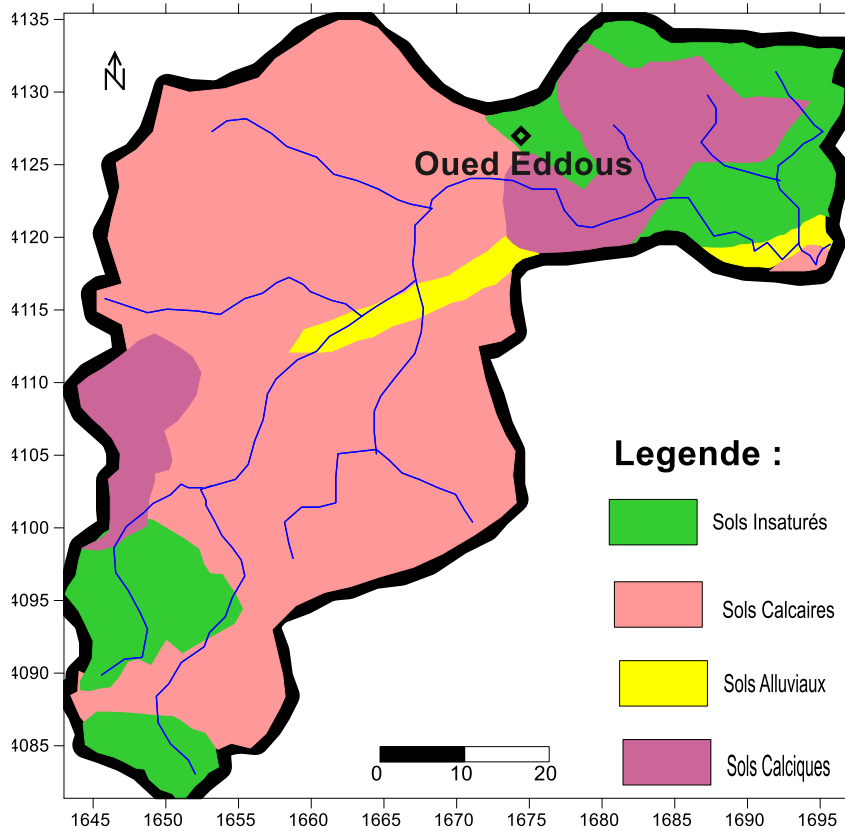
Pour le domaine agricole, il comporte tous les terrains à vocation agricole cultivées ou laissés en jachère, les terrains agricoles occupent la quasi-totalité de la surface du bassin versant, pour les cultures pratiquées on peut citer : la culture stratégique occupe une surface importante (la culture céréale, la pomme de terre), la culture maraîchères et élevage les animaux domestique.

### III.4.La pédologie

Le sol agit de différentes manières sur le régime d'une rivière. Sa nature et surtout sa couleur interviennent dans le bilan thermique. Par son influence sur le développement et la nature de la végétation, il agit indirectement sur l'évapotranspiration.

Ce sont surtout les propriétés mécaniques du sol qui intéressent les hydrologues. Dans notre zone d'étude la majorité des sols sont des sols calcaires qui ont généralement une texture légère et sont donc perméables. Au nord du bassin, on rencontre des sols insaturés qui ne contiennent pas de calcaire dont l'argile peut être plus abondante en surface qu'en profondeur.

Leurs roches mères sont généralement imperméables ou donnent des produits de décomposition imperméables. Le long des oueds, les sols existants sont des dépôts alluviaux appelés sols alluviaux. En outre on rencontre, en petites quantités des sols calciques et des sols en équilibre peu épais, plus ou moins riches en calcaire et très pauvres en sels soluble (CHARIFI, 2006) .



**Figure 3:** Carte de sol de la région.

### **III.5. La climatologie**

L'objectif de la caractérisation du climat est de fournir un aperçu sur le contexte Climatique dans lequel les ouvrages sont s'inscrits (fig4).

Dans la zone qui nous intéresse, on relève particulièrement les données à partir de la station de Bouira. Qui nous semble la plus représentative. Les principaux paramètres climatiques qui nous permettent de caractériser le climat de la région sont : les précipitations, la température, l'humidité et le vent.

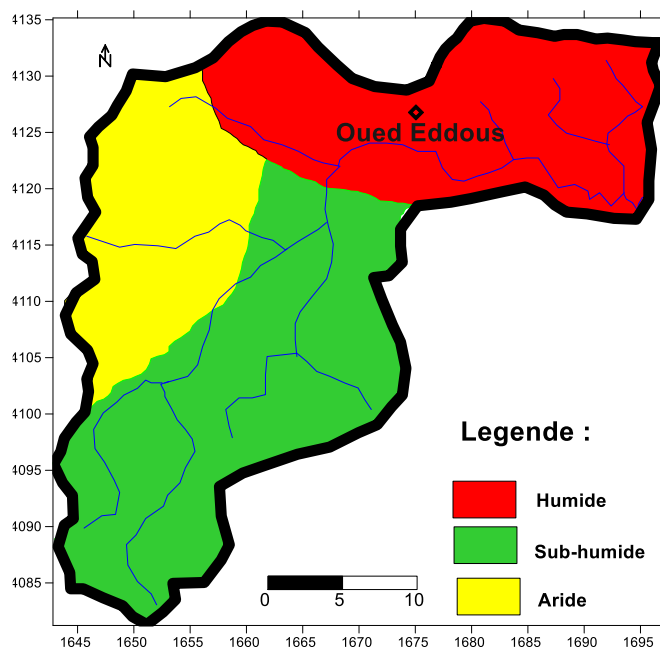


Figure 4 : Carte climatique de Oued Eddous.

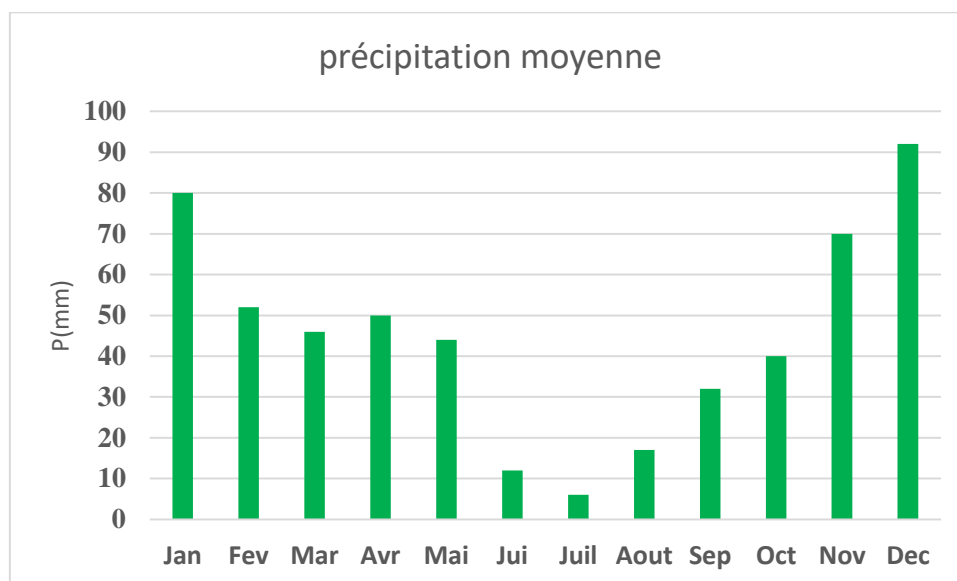
### III.5.1.Précipitation

La précipitation est le facteur primordiale dans le comportement hydrologique de la région, la quantité d'eau dont dispose la végétation dépend des pluies, de la neige, de la grêle, de la rosée, de la gelée , des brouillards et des brumes, mais aussi de l'évaporation et la porosité du sol (Faurie,1998).

- précipitations moyennes mensuelles

Tableau III:la moyenne mensuel des précipitations de Bouira au cour des années( 2008 - 2018).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
P(mm)	80	52	46	50	44	12	6	17	32	40	70	92



**Figure 5:** distribution mensuelle interannuelle des précipitations à Bouira durant l’année 2008 à 2018.

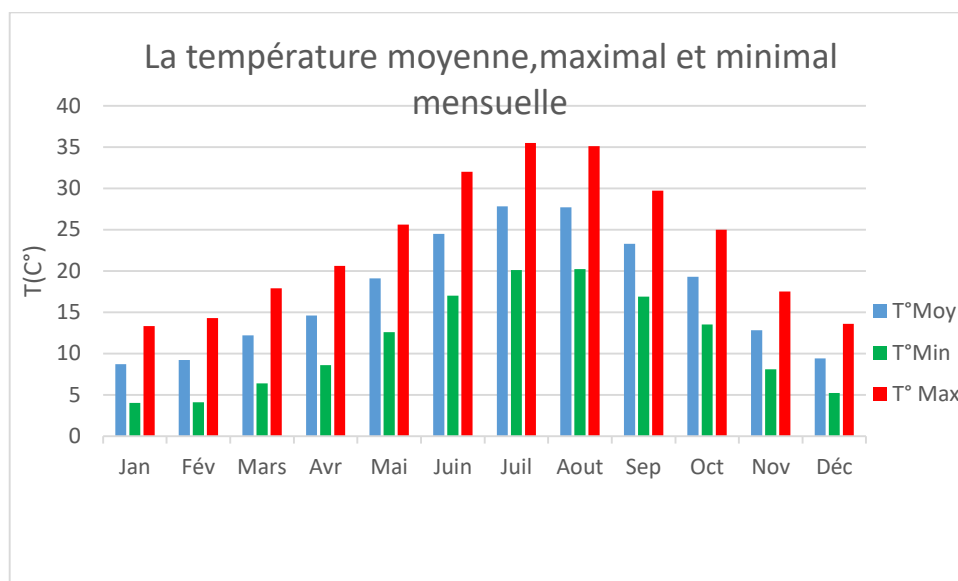
Selon les données, nous avons établi la courbe de variation moyenne mensuelle interannuelle des précipitations ; tableau (IV) et figure (5). On constate que : le mois de décembre est le plus arrosé avec 92 mm, et le mois de juillet est le moins arrosé avec 6mm.S La moyenne annuelle de précipitations est 541 mm

### III.5.2.La température

A la surface de la terre, l’importance de la température de l’air n’est plus à démontrer: elle Conditionne l’évaporation physique et physiologique (évapotranspiration) et intervient ainsi largement dans le régime des cours d’eaux, tout en fixant aux êtres vivants des limites plus ou moins strictes de répartition (**Estienne, et Godard, 1998**).

**Tableau IV:** variation de température mensuelle (2008-2018)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
T°Moy	8,7	9,2	12,2	14,6	19,1	24,5	27,8	27,7	23,3	19,3	12,8	9,4
T°Min	4	4,1	6,4	8,6	12,6	17	20,1	20,2	16,9	13,5	8,1	5,2
T° Max	13,3	14,3	17,9	20,6	25,6	32	35,5	35,1	29,7	25	17,5	13,6



**Figure 6:** Variation de la température mensuelle de Oued Eddous.

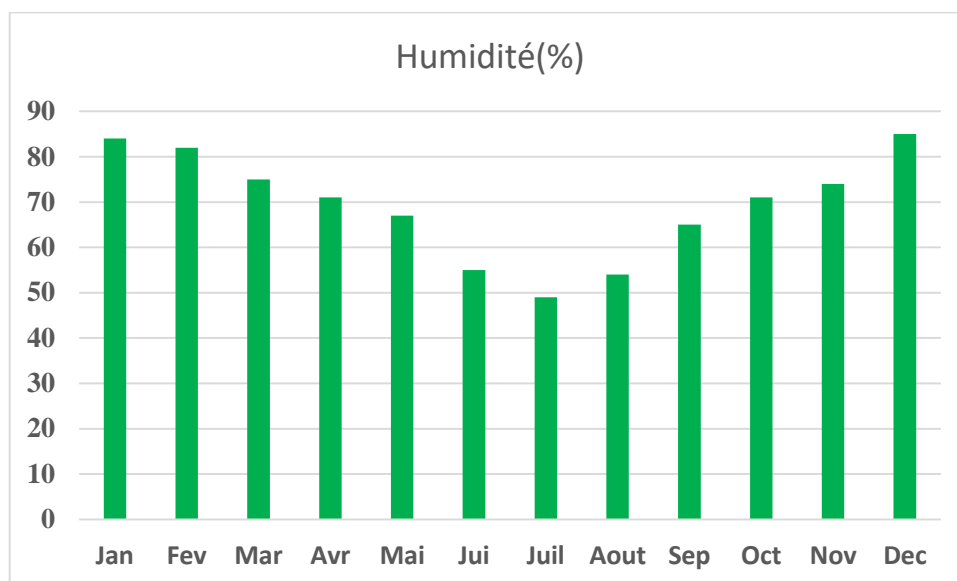
Selon les courbes des températures moyennes, minima et maxima (figure 6) on observe que les mois les plus chauds sont Juillet et Août avec des moyennes des températures mensuelles : 27.8 °C et 27.7 °C, cependant les mois les plus froid sont Janvier et février avec un moyenne de température mensuelle égale à 8.7°C et 9.2 sur la période d’observation (2008-2018). Du point de vue de ces valeurs en peut dire que ce climat est caractérisé par un hiver froid et une saison d’été chaude.

### III.5.3.Humidité

Les êtres vivants renferment en moyenne 70 % d’eau nécessaire à leur fonctionnement. La disponibilité en eau du milieu et l’hygrométrie atmosphérique jouent donc un rôle essentiel Dans l’écologie des organismes, en conjonction avec la température dont dépendent les pertes En eau des organismes (**Barbault, 2003**).

**Tableau V :** La moyenne mensuel de Humidité de Bouira (2008 - 2018).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
<b>Humidité moyen (%)</b>	84	82	75	71	67	55	49	54	65	71	74	85



**Figure 7:** humidité moyenne de l'air % au cours de l'année (2008-2018)

D'après les données des moyennes mensuelles interannuelles d'humidité représentées dans le Tableau V et la ( fig7).

La moyenne la plus forte pour la période d'étude est le mois de décembre d'une valeur 85%, et la plus faible valeur est au mois de juillet d'une valeur de 49 %.

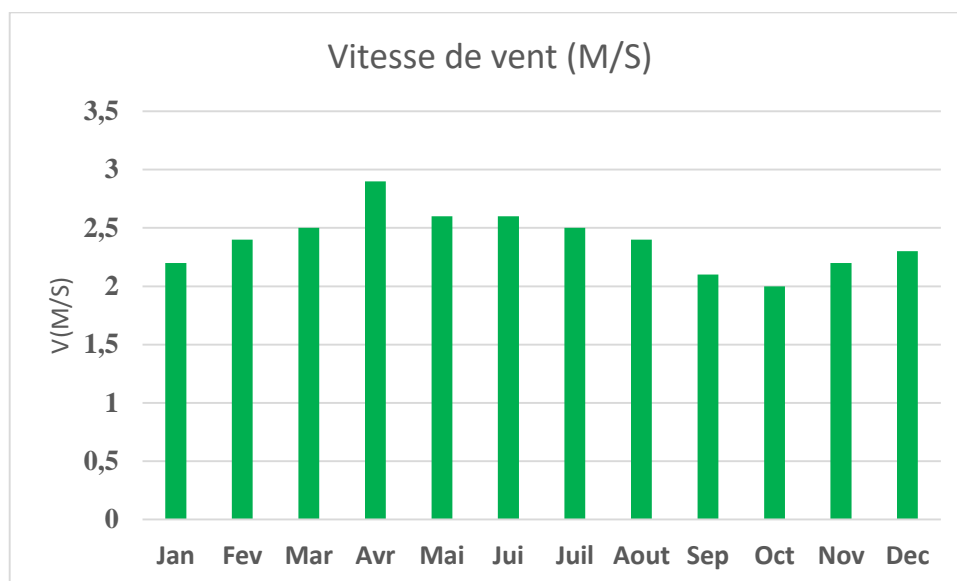
### III.5.4.Le vent

Il constitue dans certaines conditions, un facteur écologique limitant par sa fréquence, sa Température et son degré hygrométrique, le vent exerce sur la végétation en place une Influence considérable (**Detneche T, 2002**).

**Tableau VI:** La moyenne mensuel des vitesses du vent de Bouira au cours des années 2008 à 2018.

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
Vitesse de vent (M/S)	2,2	2,4	2.5	2.9	2.6	2.6	2.5	2.4	2.1	2	2.2	2.3





**Figure 8:** la vitesse moyenne mensuelle de vent au cours de l'année (2008.2018).

Synthèse climatique les températures et les précipitations constituent les deux principaux paramètres du climat, Divers types de diagrammes sont destinés à donner une représentation graphique des paramètres majeures du climat propre à une région donnée pluviométrique Le diagramme pluviométrique (Gausson et Baganoul) La définition du climat moyen d'une station ne peut s'effectuer qu'à partir des relevés climatiques couvrant une trentaine d'années .

### III.5.5.Synthese climatique

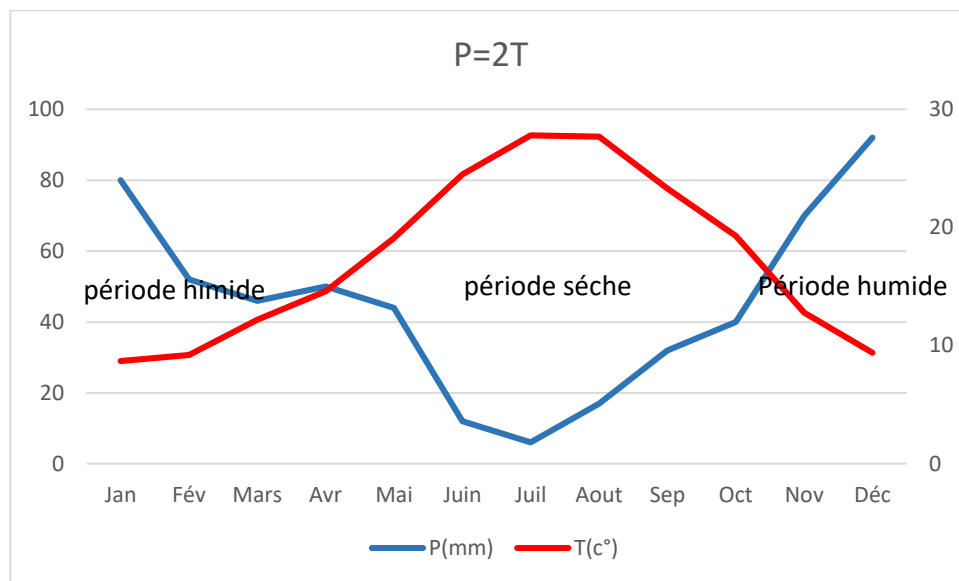
Les températures et les précipitations constituent les deux principaux paramètres du climat, divers types de diagrammes sont destinés a donner une représentation graphique des paramètres majeures du climat propre a une région donnée pluviométrique.

### III.5.6.Le diagramme pluviométrique (Gausson et Baganoul)

La définition du climat moyen d'une station ne peut s'effectuer qu'a partir des relevés climatiques couvrant une période de dix ans (2008-2018).La représentation la plus judicieuse du climat est donnée par le diagramme mis au point par le botaniste/cartographe **Henri Gausson**:il comporte une abscisse avec les mois de l'année et deux ordonnées: une pour les températures, une pour les précipitations en mm dont le trace s'effectue .

on a la loi  $P = 2T$

Si l'échelle ( $P= 2T$ ), les courbes pluviométrique déterminent deux périodes, l'une humide et l'autre sèche.



**Figure 9:** Diagramme pluviothermique de la région Bouira au l'année 2008 à 2018.

### III.5.8. Le bilan hydrique :

La détermination des paramètres climatiques tels que les précipitations, les températures, L'évapotranspiration potentielle ou réelle est nécessaire pour déterminer le bilan hydrique qui permet l'estimation de la lame d'eau écoulee ou infiltrée, expliquant ainsi les mécanismes d'alimentation et de circulation des eaux superficielles et souterraines.

L'estimation du bilan hydrique peut se faire par l'application de la formule suivante

(Castany, 1 982) :

$$P = ETR + R + I \text{ Où :}$$

**P** : Précipitation moyenne annuelle en (mm),

**R** : Ruissellement en (mm),

**I** : Infiltration moyenne en (mm),

**ETR** : Evapotranspiration réelle.

### III.5.9. Évapotranspiration

L'évapotranspiration (ET) est une combinaison de deux processus : l'évaporation et la transpiration. L'évaporation (E), est générée par tout type de surface aquatique. La transpiration (T), est d'origine végétale.

L'évapotranspiration peut être définie comme la perte d'eau par le sol et la surface des plantes, exprimée généralement en mm/jour(**Castany, 1 982**)

On distingue l'évapotranspiration potentielle et l'évapotranspiration réelle; la première est l'eau susceptible d'être perdue dans les mêmes conditions quand elle n'est plus facteur limitant alors que la seconde est l'eau réellement dissipée dans l'atmosphère sous forme de vapeur (**Bouchet, 1963**)

L'évaporation potentielle et réelle varient considérablement selon les écosystèmes et parfois selon les saisons, dont en : Milieu tempéré ; Milieu aride ; Milieu urbain ; Milieu cultivé (éventuellement irrigué et/ou drainé...)

### **III.5.9.1.Évapotranspiration potentielle (ETP)**

Valeur maximale d'ET pour un climat donné, en fonction des caractéristiques énergétiques et dynamiques de l'atmosphère (suffisamment d'eau pour satisfaire la demande évaporatoire).

La formule de calcul de l'évapotranspiration potentiel selon **GW.Thorntwaite (1944)** tient compte de l'indice thermique et de la température moyenne mensuelle.

$ETP=16 (10t / I)^a \cdot K$
------------------------------

Où :

**ETP** : Evapotranspirations potentielle mensuelle en (mm).

**a** : indice lié à la température.

**t** : Température moyenne mensuelle en (°C).

**I** : La somme des indices mensuels de l'année.

**K** : Facteur correctif intégrant la durée d'insolation et la température.

Avec :

$a = 0.016I + 0.5$	$I=(t/5)^{1.514}$	$I = \sum i$
--------------------	-------------------	--------------

**Tableau VIII** ; Résultats de l'évapotranspiration de la région de Oued Ed Dous (2008 – 2018) par la formule (C.W . Thorthwaite1948).

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout	Total
<b>T°moy</b>	23,3	19,3	12,8	9,4	8,7	9,2	12,2	17,6	19,1	24,5	27,8	27,7	208,6
<b>I</b>	10,27	7,72	4,15	2,6	2,31	2,51	3,85	6,72	7,60	11,09	13,42	13,35	86
<b>K</b>	1,03	0,97	0,86	0,84	0,87	0,85	1,03	1,1	1,21	1,22	1,24	1,26	12,84
<b>ETP</b>	103,17	72,54	44,53	18,89	16,34	18,15	30,76	61,5	71,14	113,33	133,78	142,57	826,25
<b>ETPc</b>	106,26	70,36	38,29	15,86	14,21	15,42	31,68	67,15	86,7	138,26	165,88	179,63	767,07
<b>P</b>	32	40	70	92	80	52	46	50	44	12	6	17	541
<b>ETR</b>	32	40	38,29	15,86	14,21	15,42	31,68	50	86,07	12	6	17	358,53

Le pouvoir évaporant de l'atmosphère atteint des valeurs maximales pendant la période sèche En mois de juin (113,33mm) et aout (142,57mm) .En période froide l'ETP décroît Progressivement et atteint des valeurs faibles en mois janvier (16,34mm) et février (18,15 mm).

### III.5.9.2.Évapotranspiration réelle (ETR)

Par définition, on appelle évapotranspiration réelle effective actuelle ou encore déficit D'écoulement (ETR) la somme de l'évaporation et de la transpiration réelle pour une surface Donnée et une période définie.

Calcul de l'ETR par la formule de Turc

$$ETR = P / (0.9 + P^2/L^2)^{1/2}$$

Où :

**ETR** : Evapotranspiration réelle en (mm).

**P** : précipitation moyenne annuelle en (mm).

**T** : température le moyenne annuelle en °C.

**L** : pouvoir évaporant.

$$L = 0.05T^3 + 25T + 300$$

**Tableau IX:** Résultats de l'évapotranspiration réelle par la formule « **Turc** » de de la station De Oued Eddous (2008\_ 2018).

Facteur	P(mm)	T°C	L	ETR (mm)
Oued Eddous	541	17.38	997.70	227

Dans le cas de la formule de Turc la valeur de l'ETR est supérieure à la valeur de l'ETP donc La valeur de l'infiltration est négative. Et c'est pour cela Nous suivons la formule de **C.W.Thornthwaite**, où on distingue deux principaux cas :

**1<sup>er</sup> cas :** Si  $P - ETP > 0$ , ( $P > ETP$ )  $\Rightarrow$  dans ce cas  $ETR = ETP$ .

**2<sup>ème</sup> cas :** Si  $P - ETP < 0$ , ( $P < ETP$ ), ce cas est encore subdivisé en deux cas :

- Si :  $P + RFU > ETP \Rightarrow ETR = ETP$ .
- Si :  $P + RFU < ETP \Rightarrow ETR = P + RFU$ .

### III.5.10. Ruissellement (R):

Le ruissellement correspondant à la part des précipitations qui s'écoule directement sur le sol Lors des précipitations.il ne peut être déterminé avec précision car il dépend de la nature du Sol, de la pente et aussi de la végétation. Cependant, Il peut donc être connu d'une façon générale par des méthodes empiriques qui donnent une valeur approchée. Elle est calculée à partir de la formule de Tixeront-Berkaloff (d'après Romant Chink).

$$R = P^3 / 3(ETP)^2$$

Où :

**R :** Ruissellement (mm)

**P :** Précipitations moyennes annuelles (mm).

**ETP :** Evapotranspiration potentielle (mm/an).

**Tableau X :**Résultats du ruissellement par la formule de Tixeront-Berkaloff pour Oued edous (2008\_2018).

Paramètre	P(mm)	R(mm)
Oued Eddous	541	77

## III.5.11. Infiltration (I) :

L'infiltration représente la quantité d'eau absorbée par le sol et le sous-sol pour constituer les Eaux souterraines et les écoulements souterrains, elle est calculée à partir de la formule du Bilan hydrologique :

$$P = ETR + R + I$$

$$\rightarrow I = P - ETR - R$$

Avec :

**P** : Précipitation annuelle moyenne en (mm)

**I** : Infiltration en (mm)

**R** : Ruissellement en (mm)

**ETR** : Evapotranspiration réelle de Thornthwaite en (mm)

**Tableau XI** : Estimation de l'infiltration par la méthode de Thornthwaite pour la région de Oued Ed Dous (2008\_2018).

Paramètres	P(mm)	R(mm)	ETR	I(mm)
Oued Eddous	541	77	227	105.16

Les données de notre étude nous ont permis de dresser le bilan hydrologique par la méthode de thornthwaite (1948) qui fait ressortir les quatre paramètres que sont l'évapotranspiration réelle et potentiel ; l'excédent et le déficit agricole.

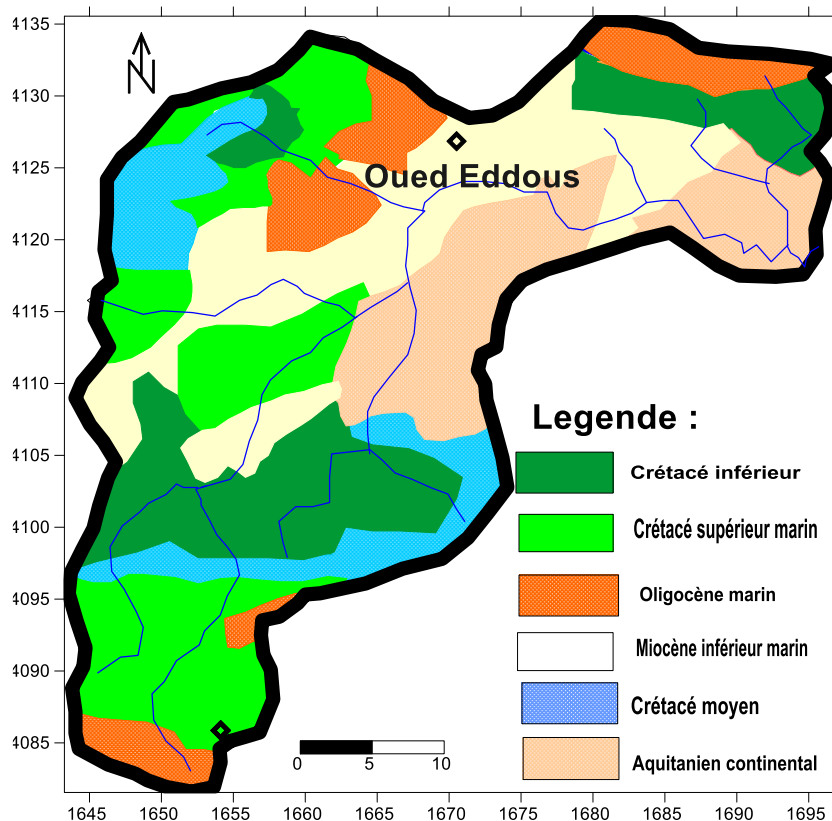
## III.6. L'hydrogéologie

Le bassin versant d'ouedest composé par un réseau hydrographique moyennement dense et qui s'inscrit dans une topographie collinaire et une morphologie en lanière ; l'oued principal appelé Edous doit son importance à la surface importante du bassin versant drainée

## III.7. La géologie

On distingue au niveau du bassin versant de l'Oued Eddous différentes formations géologiques (fig 10).

- a) **Le Quaternaire** : il s'agit des alluvions le long des Oued.
- b) **Le Pliocène Continental** : Caractériser par la présence des graviers siliceux et fluviaux avec des conglomérats et cailloux.
- c) **Le Miocène** : il s'agit essentiellement du Miocène inférieur post nappe.
- d) **L'Oligocène** : il est généralement argilo-gréseux.
- e) **L'Eocène** : il est complètement marneux, parfois calcaro-marneux. On le trouve surtout au niveau des hautes plaines.
- f) **Le Crétacé** : se présente, en général, sous forme de flysch. Il est étendu, continue depuis la chaîne des Bibans jusqu'aux montagnes de la petite Kabylie.
- g) **Le Jurassique** : il affleure surtout au niveau de la chaîne calcaire et le long de sa continuité vers l'Est. Il est principalement calcaro-dolomitique.
- h) **Le trias** : il est de faciès gypso-salin et apparaît le long de contacts anormaux (contact des Nappes de charriage) dans le tell méridional présenté par des conglomérats et des grés rougeâtres dans le tell septentrional (JACOB, 1991).



**Figure 10:** Carte géologique de Oued Eddous

### III.8.Méthode DRASTIC

C'est une méthode d'évaluation et de cartographie de la vulnérabilité des eaux souterraines, qui prend en compte la majeure partie des facteurs hydrogéologiques qui influencent et contrôlent l'écoulement des eaux souterraines indépendamment du type de polluant (Mohamed, 2005).

La méthode DRASTIC est une approche empirique qui repose sur les hypothèses suivantes : le territoire d'application couvre plus de 0,4 km<sup>2</sup>, le contaminant se propage dans le milieu à partir de la surface du sol par infiltration des précipitations et le type de contaminant n'intervient pas sur le degré de vulnérabilité. La méthode est basée sur l'évaluation de sept paramètres :

- Depth of water (D)**: profondeur du plan d'eau.
- Net Recharge (R)**: recharge efficace de l'aquifère.
- Aquifer media (A)**: lithologie de l'aquifère.
- Soil media (S)**: type de sol.
- Topography (T)**: pente topographique du terrain.
- Impact of Vadose Zone (I)**: impact de la zone vadose (zone non saturée).
- Hydraulic Conductivity of the aquifer (C)**: conductivité hydraulique de l'aquifère.

Pour chaque paramètre, la plage de valeurs possibles est subdivisée en différents intervalles et Une cote est attribuée à chacun d'eux.

Un indice de vulnérabilité (IDRASTIC) est alors calculé en additionnant la contribution des Sept paramètres, pondérée selon l'importance de chacun de ces paramètres dans l'évaluation de la vulnérabilité, à l'aide de l'équation :

$$ID = DpDc + RpRc + ApAc + SpSc + TpTc + IpIc + CpCc$$

Avec :

D, R, A, S, T, I, et C les sept paramètres de la méthode DRASTIC, **p** étant le poids du paramètre et **c** la cote associée.



## MATERIELS ET METHODES

Les valeurs de l'indice DRASTIC obtenues représentent la mesure de la vulnérabilité hydrogéologique de l'aquifère, Les valeurs obtenues sont regroupées, selon Aller et al.(1987), en cinq classes dont chacune correspond à un degré de vulnérabilité.

**Tableau XII:** Des cotations accordées aux paramètres de la méthode DRASTIC.

D :Profondeur de la nappe (m)		R :Recharge ( pluie efficace)	
Valeur en mètre	Cotation	Valeur en mm	Cotation
0-1,5	10	25,5	9
1,5-4,5	9	17,5-25,5	8
4,5-9	7	10-17,5	6
9-15	5	5-10	3
15-22	3	0-5	1
22,5-30	2		
30	1		

A : Nature de la zone saturée		S :Nature de sol	
Calcaire Karstique	10	Peu épais ou absent	10
Basalte	9	Gravier	10
Sable et gravier	8	Sable	9
Calcaire massifs	6	Argiles, agrégats	7
Grès massif	6	Limon sableux	6
Métamorphique altérée	4	Limon	5
Métamorphique	3	Limon siliceux	4
Shale massif	2	Limon argileux	3
		Argile non agrégée	1

T : Topographie, Pente		I :Nature de la zone non saturée	
Valeurs en % de la pente	Cotation	Calcaire Karstique	10

## MATERIELS ET METHODES

0-2	10	Sable et gravier	9
2-6	9	Sable et gravier avec silt et argile	8
6-12	5	Grés	6
12-18	3	Calcaire	6
18	1	Silt /argile	1

C : Conductivité	
9,4 m/s	10
4,7-9,4 m/s	8
32,9-4,7 m/s	6
14,7 -32,9 m/s	4
4,7 – 14,7 m/s	2
4,7 – 4,7 m/s	1

**Tableau XIII** : indice du degré de vulnérabilité.

L'indice DRASTIC	Degree de vulnerabilite
23-83	Trés faible
84-113	Faible
114-144	Moyen
145-174	Élevé
175-226	Trés élevé

### III.8.1. Description de la méthode DRASTIC

La méthode DRASTIC a été mise au point dans les années 1980 par la National Water Well Association dont l'objectif est d'évaluer les risques de pollution des eaux souterraines (Suais et Durbar, 1993) ; (Vrba et Zaporozec, 1995). Cette méthode permet l'établissement De cartes de vulnérabilité qui constituent la synthèse des connaissances lithologiques, Pédologiques et hydrogéologiques d'une région.

L'acronyme DRASTIC correspond aux initiales de sept facteurs déterminant la valeur de

#### L'indice de vulnérabilité (Bézégues et al. 2002) :

**D** : Epaisseur de la zone non saturée.

**R** : la recharge efficace.

**A** : les matériaux de l'aquifère.

**S** : le type de sol.

**T** : la topographie ou la pente.

**I** : l'impact de la zone vadose ou zone non saturée.

**C**: la perméabilité ou la conductivité hydraulique de l'aquifère.

À chacun de ces paramètres correspond un poids (valeur prédéterminée) compris entre 1 et 5, qui traduisent l'importance du paramètre dans les processus de transport et 'atténuation Des contaminants. Un paramètre prépondérant est affecté d'un poids égal à 5 alors qu'un Paramètre ayant moins d'impact sur le devenir d'un contaminant se voit assigner un poids de 1.

### Matériaux géologiques

Les matériaux géologiques constituent les dépôts stratifiés et non stratifiés et Incluent le sol. Deux propriétés des matériaux géologiques sont essentielles pour L'évaluation de l'eau affectée et le mouvement des composés : la quantité de matière Organique présente, et la conductivité hydraulique. Beaucoup de méthodes de mesure De la conductivité de matériaux géologiques contenant des macropores fournissent Une mesure combinée de la porosité de la matrice et des macroporosités ce qui Surestime le mouvement vertical de l'eau et des composés à travers le matériau. Des Mesures récentes ont montré que l'eau et les composés voyagent mieux à travers des Pores et des plantes qu'à travers des pores et des éléments de sol.

### Le bilan hydrologique

Le bilan hydrologique permet de connaître le flux d'eau qui reste dans le milieu. En règles générales les méthodes spécifiques nécessitent l'utilisation de Caractéristiques chimiques. Pour les modèles de vulnérabilité intrinsèque, les Propriétés chimiques sont prises en compte en assumant que le contaminant a les Caractéristiques de l'eau.

#### Remarque:

Les propriétés physico-chimiques sont utiles dans le cas où l'estimation de La vulnérabilité se fait sur un contaminant en particulier. D'après **Fetter (1993)** l'étude Des propriétés physico-chimiques ainsi que celle de la dynamique de propagation des Contaminants non solubles est

préalable à l'élaboration d'hypothèses concernant L'éventuel impact des processus d'atténuation dans les aquifères pour un contaminant Particulier.

▪ **Drainage :**

Le drainage artificiel de l'eau est une composante importante du bilan Hydrologique pour de nombreux sols agricoles. Le drainage agricole vise Généralement à rabattre la nappe d'eau souterraine sous la zone racinaire afin d'allouer Une aération suffisante pour les plantes. Le calcul du drainage doit représenter le Rabattement de la nappe et permettre l'évaluation des flux d'eau. TI doit aussi tenir Compte de l'écoulement vers la nappe profonde d'une partie de l'eau d'infiltration(AGEOS et INRS-Eau, 1997).. **Taille de l'aquifère :**

La taille de l'aquifère est une caractéristique peu utilisée, pourtant un aquifère Épais de grande étendue favorisera l'atténuation des contaminants solubles grâce au Processus de dilution (Vrba et Zaporozec, 1994; Fagnan, 1998).

**III.8.2.Acquisition des données**

Pour appliquer la méthode DRASTIC, il est indispensable de recueillir le maximum d'information .Sur la zone à cartographier. Les informations et documents utilisés sont résumés dans le tableau suivant :

<b>Paramètres</b>	<b>Principales sources d'information</b>
<b>Profondeur des nappes&lt;&lt;D&gt;&gt;</b>	Etudes hydrogéologiques, ANRH, USTHB, Univ Blida, INA,... •Mesurée sur le terrain sur 40 points d'eau
<b>Paramètres de l'infiltration&lt;&lt;R&gt;&gt;</b>	Calculer par la méthode du bilan hydrique.
<b>Paramètres de zone saturée&lt;&lt;A&gt;&gt;</b>	Carte géologique 1/50000e, El Asnam, n°89 • Etudes géophysiques document (ANRH).
<b>Paramètres de la texture de sol &lt;&lt;S&gt;&gt;</b>	Carte pédologique Algérie.
<b>Paramètres de la topographie &lt;&lt;T&gt;&gt;</b>	Cartes Topographiques (INCT). Feuilles (1/50 000) – Tazmalt,,M'Chedallah Bouira
<b>Paramètres de type d'aquifère &lt;&lt;I&gt;&gt;</b>	Carte géologique 1/50000e, n°89, El Asnam (ANRH).

<b>Paramètres de conductivité hydrique</b> <<C>>	Etudes hydrogéologiques du plateau d'El Asnam (ANRH, ). • Essais de pompage (DHW, Bouira).
---	---

### Les différentes méthodes de la vulnérabilité à la pollution

Différentes méthodes de vulnérabilité développées et normalisées sont présentées. Toutes ces méthodes sont basées sur des systèmes paramétriques : le principe commun de ces systèmes consiste à sélectionner préalablement les paramètres sur les quels se base l'évaluation de la vulnérabilité. (Mimoun D et Grailot D.2010) .Les différentes méthodes sont comme suite:

### La méthode DRASTIC

La méthode la plus utilisée actuellement dans le monde est la méthode DRASTIC. C'est une méthode qui a été élaborée par (Aller et al en 1987) et fait partie du groupe des méthodes d'évaluation (de la vulnérabilité des aquifères)

pondérées, basées sur l'attribution d'une notation aux différents paramètres utilisés

(variant généralement entre 1 et 10).( Hamza H et al 2008, Cheng Yu et al .2012).

La méthode DRASTIC est basée sur l'estimation de 7 paramètres relatifs à la recharge, au sol, à la zone non saturée et à la zone saturée de l'aquifère. (SinanM.et al, 2003)

[D]: Profondeur de la surface de la nappe (ou Depth).

[R]:Recharge nette.

[A]:Nature lithologique de l'Aquifère.

[S]:Sol (granulométrie et faciès).

[T]:Topographie des terrains.

[I]: Impact de la zone non saturée (lithologie et épaisseur).

[C]:Conductivité hydraulique (perméabilité).Une fois les différentes classes définies et leurs notes attribuées, la méthode détermine l'indice DRASTIC (ID) qui permet de caractériser le degré de Vulnérabilité d'un secteur donné, de la nappe. La vulnérabilité est d'autant plus

Importante que l'indice (ID) calculé est élevé. L'ID a été calculé en faisant la Somme des produits des cotes par les poids des paramètres correspondants selon la Relation suivante:

$$ID = (Dc \times Dp) + (Rc \times Rp) + (Ac \times Ap) + (Sc \times Sp) + (Tc \times Tp) + (Ic \times Ip) + (Cc \times Cp).$$

Avec:

“P” étant le poids du paramètre c'est un facteur de pondération allant de 1 à 5.

“C” la cote associée. **.(Cheng Yu et al .2012)**

Méthode DARASTIC l'estimation 7 paramètres à pour chacun paramètre spécial Poids

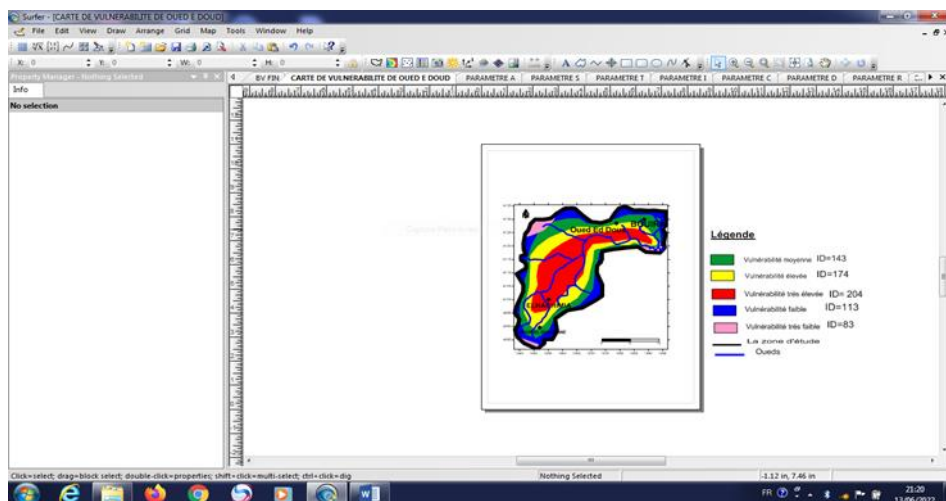
ID	Paramètres	Propriété	Poids
D	Profondeur de la surface de la nappe	Profondeur de la l'aquifère est facteur important dans l'étude de la vulnérabilité, car toute atténuation du polluant s'opère en relation avec la profondeur. Plus cette profondeur est élevée, plus le contaminant met beaucoup temps pour atteindre la surface piézométrique	5
R	Recharge nette	défini la quantité d'eau est importante, plus la possibilité de contaminer la nappe est élevée.et c'est facteur important de la vulnérabilité. Généralement plus la quantité d'eau est importante, plus la possibilité de contaminer la nappe est élevée. plus la granulométrie est fine, plus le piégeage est grand	4
A	Nature lithologique de l'aquifère	Le facteur milieu aquifère met en relation la capacité des matériaux aquifères à stocker et à transporter les polluants dans les souterraines pendant l'infiltration dans les couches. caractérisé par la granulométrie des terrains saturés,.	3
S	Type du sol	Le sol est une propriété hydraulique qui contrôle la recharge lors du processus d'infiltration des eaux. Plus le sol est riche en argile, plus l'absorption des métaux lourds est important, et la protection des eaux souterraines est grande du sol qui a un effet sur l'atténuation contaminants. Plus la pente de la terre est grande, plus le ruissellement d'eau est grand et la pollution des eaux souterraines est très faible	2

T	Topographique (pente du terrain)	La topographie influence le développement.	1
I	Impact de la zone non saturée	les zones d'infiltration préférentielles représentation le facteur impact. Son effet est déterminé à partir de la texturées terrains qui la constituent(graviers, sable, grossier....)	5
C	Conductivité (perméabilité)	Le transport et le destin des polluants dans le système des eaux souterraines dépendent des possibilités du système de transfert de masses.la distribution spatiales de conductivité hydraulique est un paramètre clé de l'estimation du temps de transport du polluant	3

### III.9.Présentation du logiciel Surfer

Le logiciel surfer conçu par Golden Software, permet de réaliser des cartes à partir d'un modèle numérique de terrain (MNT) en coordonnées Lambert le logiciel permet de créer des grilles qui vont interpoler les données irrégulières des points x, y, et z, afin de les ordonner(**Alami, 2011**).

Ces grilles peuvent être importées depuis plusieurs sources pour produire différents types de cartes, incluant des contours, des vecteurs, des images ainsi que des cartes superficielles. Surfer contient plusieurs options cartographiques qui permettent de produire une carte représentant le mieux possible les données utilisées. La carte peut être améliorée en affichant les points de données, en combinant plusieurs cartes ou en ajoutant des dessins ou des annotations.La variété de méthodes d'interpolation disponibles permet différentes interprétations des données et de choisir la méthode la plus appropriée aux besoins de l'utilisateur. Les fichiers de grilles eux-mêmes peuvent être édités, combinés, **filtrés**, coupés et transformés mathématiquement (**Baali et al., 2012**).



**Figure 10:** Interface de logiciel surfer( version 11 ).

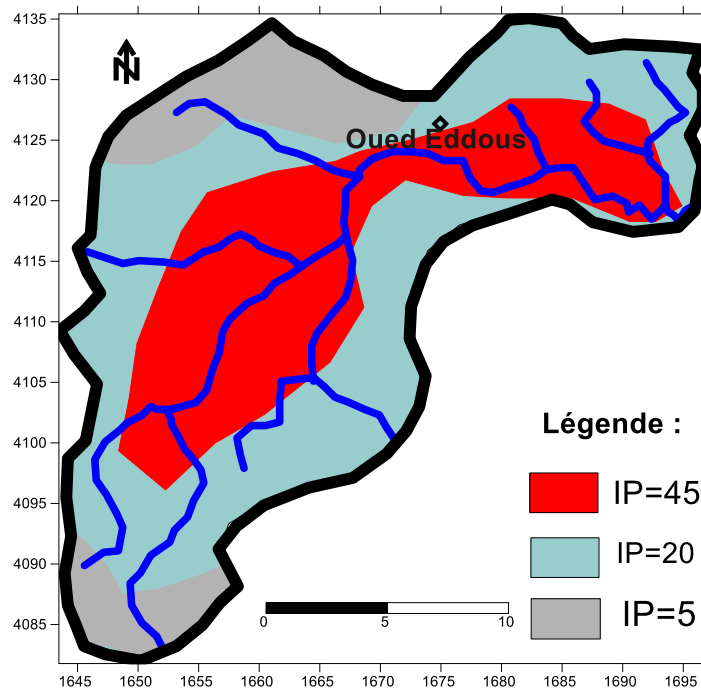


**IV. Interprétations des paramètres et réalisation des cartes thématique****IV.1.1.Paramètre de profondeur de la nappe D:**

l'évaluation de ce paramètre a été faite à partir des valeurs relever directement au niveau des coupes des puits. Ces valeurs ont été calcer selon les fourchettes établies dans les tables des systèmes de cotation DRASTIC.Les données sont représentées dans la fig 12.

**Tableau XII: Indice de profondeur.**

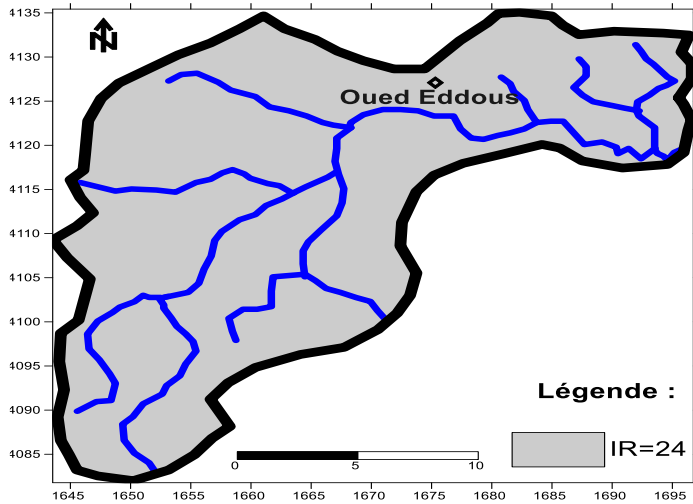
Profondeur de la nappe "D"				
Zone	Gamme	Cotes	Poids	Indice
1	10-20m	9	5	45
2	20-50m	4		20
3	>50m	1		5

**Figure 12:carte de l'indice de profondeur.****IV.1.2.Paramètre de la recharge nette R :**

L'évaluation de ce paramètre a été faite à partie des résultats de bilans hydrique établis par plusieurs auteurs (Thorthwaite et Turc....). La carte du paramètre "Recharge nette", ainsi. Obtenue dans la figure 13.

**Tableau XIII:**Indice de la recharge nette.

Recharge nette R				
zone	Gammes	Cotes	Poids	Indice
1	17,5-25,5	8	4	24



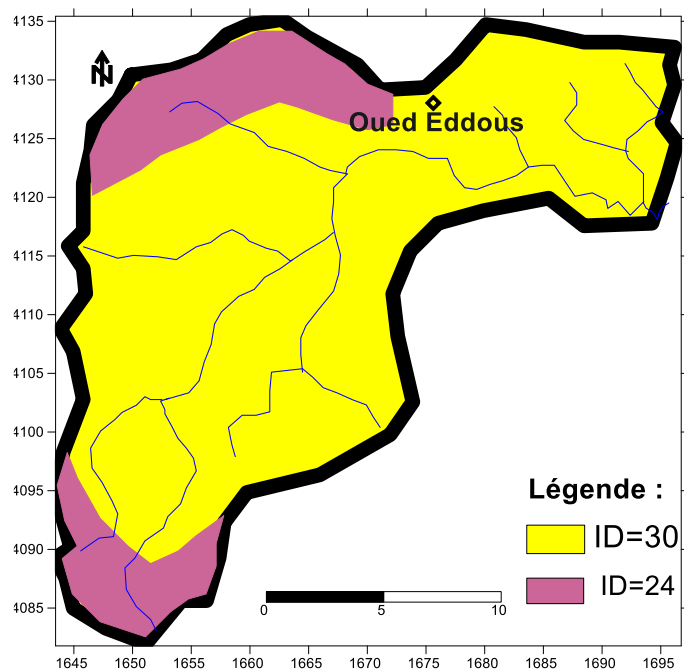
**Figure 13 :** Carte du paramètre recharge nette .

#### IV.1.3.Paramètre de la nature de aquifères A :

L'indice partiel de ce paramètre a fait sortir deux zones importantes. Les données sont représentées sur l'ensemble de la région, la figure 14.

**Tableau XIV:**Indice de la nature des aquifères.

Nature de L'aquifère A			
Zone	Cote	Poids	Indice
Sable et gravier	8	3	24
Calcaire Karstique	10		30



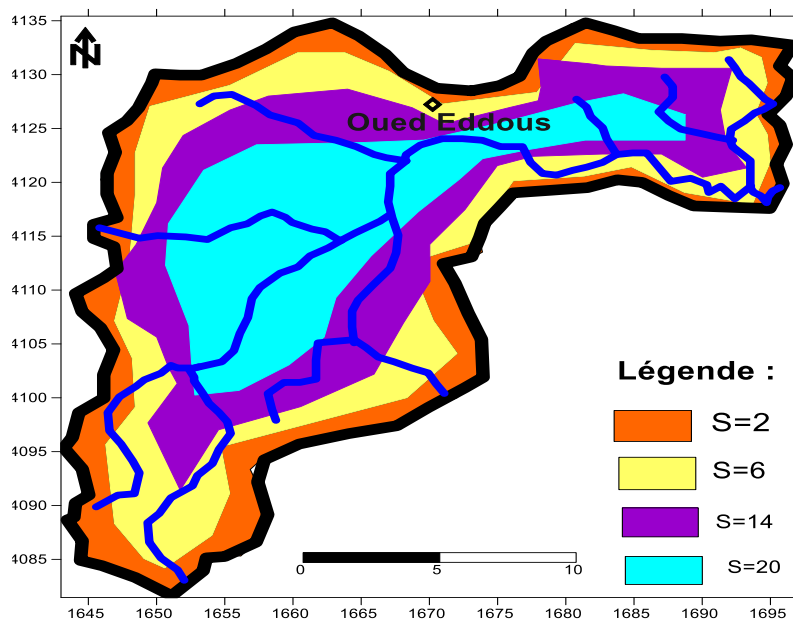
**Figure 14:** Carte de l'indice d'aquifère.

**IV.1.4. Paramètre type du sol S :**

L'étude pédologique de la région nous donne quatre indices partiels. Donnée la figure 15.

**Tableau XV:** Indice de type de sol.

Type de Sol "S"			
Zone	Cotes	Poids	Indice
Argiles non agrégée	1	2	2
Argiles, agrégats	7		14
Gravier	10		20
Limon argileux	3		6



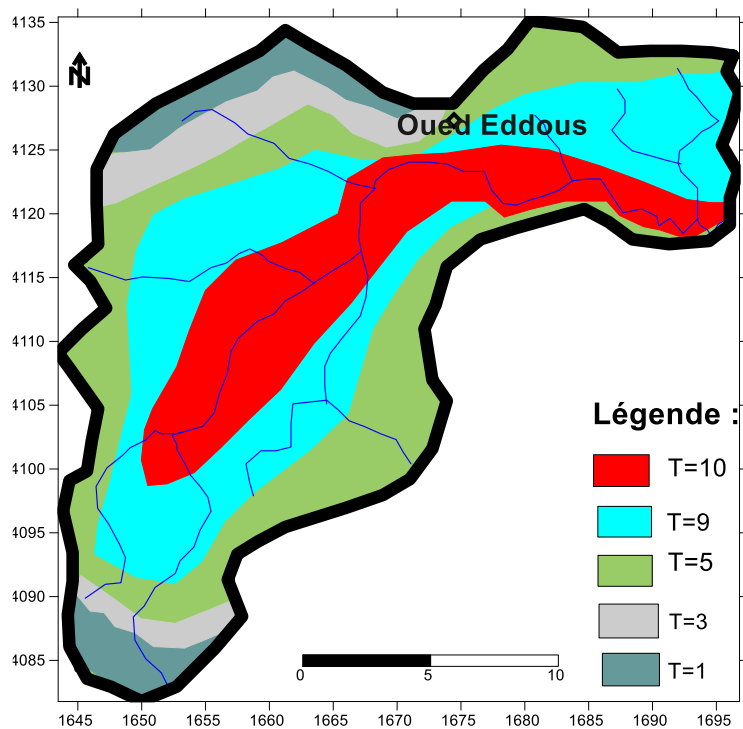
**Figure 15:** carte de paramètre de la nature du sol .

#### **IV.1.5.Paramètre topographique T :**

D'après la carte topographique nous avons pu ressortir Cinque plages de pente .

**TableauXVI:**Indice de topographie.

<b>Topographie "T"</b>				
Zone	Gramme	Cotes	Poids	Indice
1	0-2%	10	1	10
2	2-6%	9		9
3	6-12%	5		5
4	12-18%	3		3
5	>18%	1		1



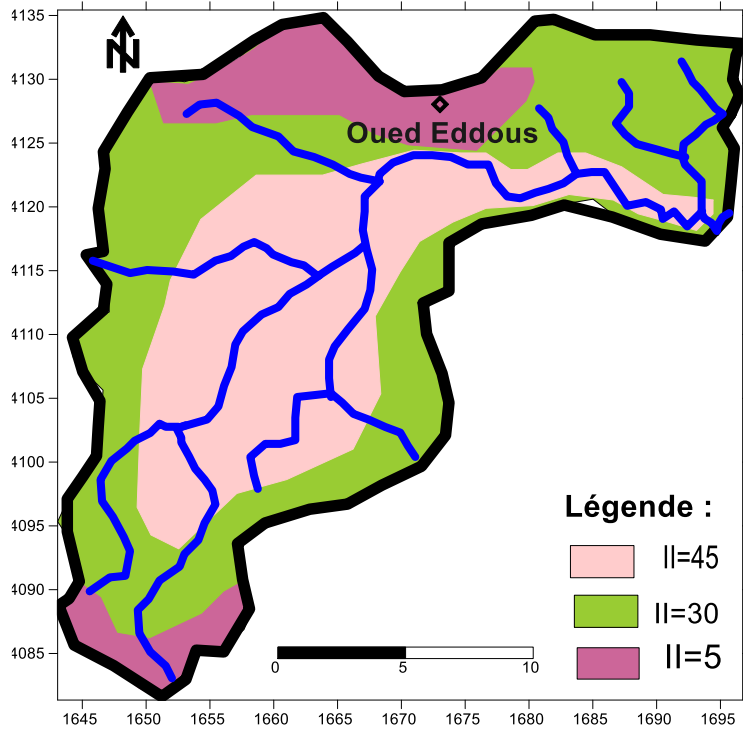
**Figure 16:** Carte de l'indice de la topographie .

**IV.1.6.Paramètre de zone non saturée I :**

On rencontre trois classes .

**Tableau XVII:** Indice de zone non saturée.

<b>Paramètre de la zone non saturée ( Impacte de la zone vadose)</b>			
<b>Zone</b>	<b>Cotes</b>	<b>Poids</b>	<b>Indice</b>
1	9	5	45
2	30		30
3	1		5



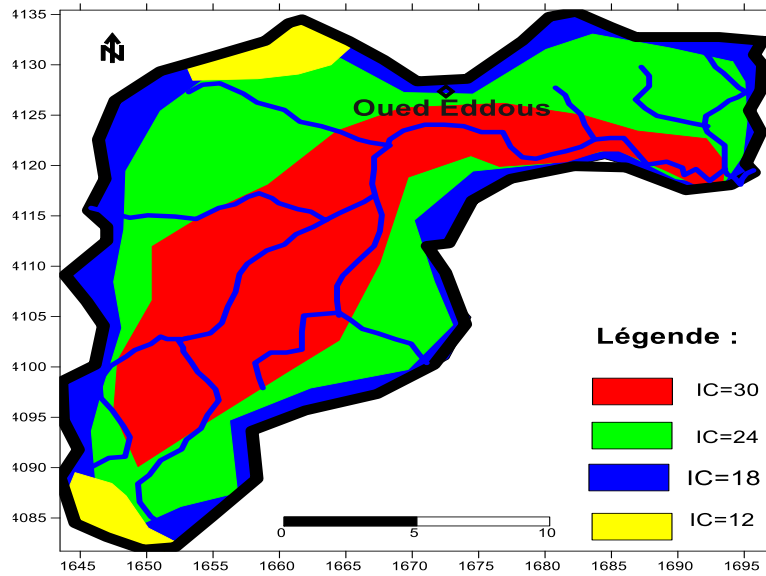
**Figure 17:** Carte de l'indice de la zone non saturée .

#### **IV.1.6.Paramètre de conductivité C :**

La variation de la conductivité hydraulique de la nappe permet de distinguer quatre classes qui sont représentées Tab XVIII, fig (18).

**Tableau XVIII:** Indice de conductivité.

<b>Paramètre de conductivité "C"</b>			
<b>Zone</b>	<b>Cotes</b>	<b>Poids</b>	<b>Indice</b>
1	4	3	12
2	6		18
3	8		24
4	10		30

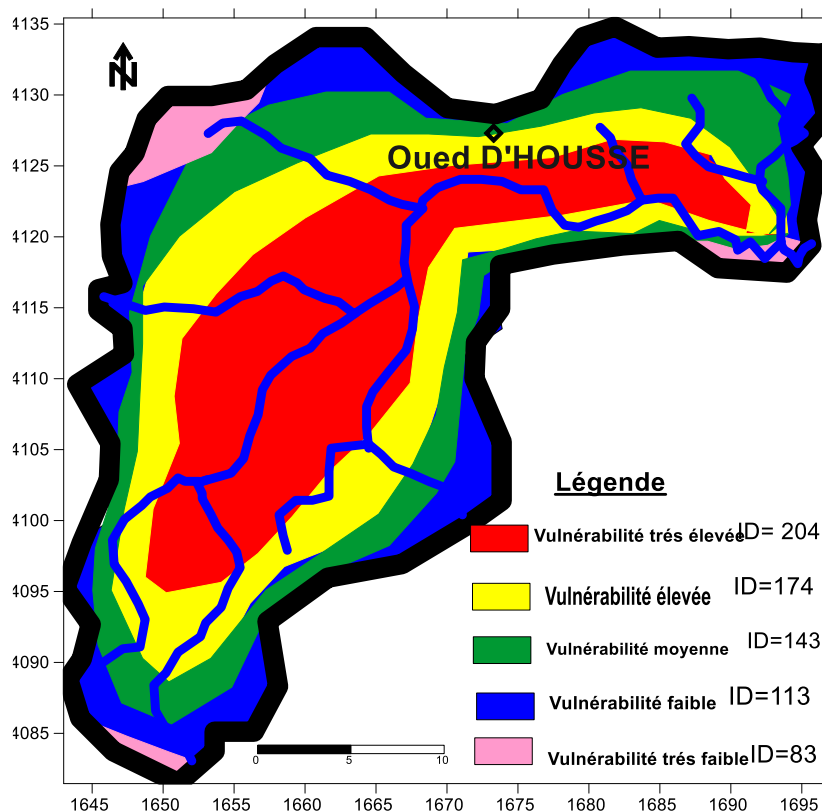


**Figure 18 :** Carte de l'indice de conductivité .

#### **IV.2. Carte de vulnérabilité:**

Le calcul et cartographie de la vulnérabilité à la pollution des eaux souterraines de Oued Eddous ont été réalisés par la méthode DRASTIC et à l'aide de logiciel Surfer version 11. La superposition des sept carte thématiques établies et l'application de l'équation de l'indice DRASTIC générale nous permis de tracer la carte finale de la vulnérabilité .

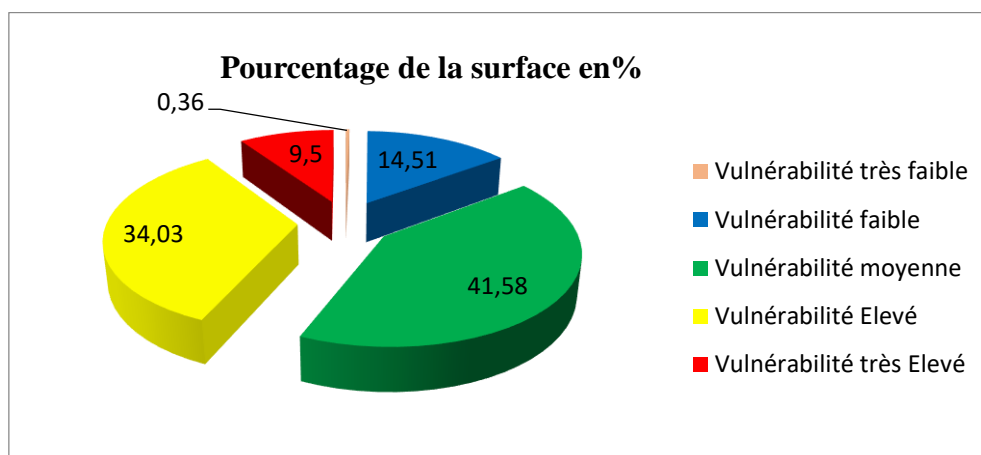
Dans le contexte le tableau représente le pourcentage de la surface de chaque zone de vulnérabilité (fig 19).



**Figure 19:** Carte de vulnérabilité .

**Tableau XIX :** représente le pourcentage des zones vulnérabilité.

Type de vulnérabilité	Vulnérabilité très faible	Vulnérabilité faible	Vulnérabilité moyenne	Vulnérabilité Elevé	Vulnérabilité très Elevé
Pourcentage %	0,36	14,51	41,58	34,03	9,5



**Figure 20 :** Pourcentage de vulnérabilité à la pollution de Oued Eddous par la méthode DRASTIC.



## IV.3. Carte de Risque

La projection des sources de pollution sur la carte de vulnérabilité nous donne une carte du Risque selon la formule suivante .Fig21

$$\text{Risque} = \text{Vulnérabilité} \times \text{Aléa}$$

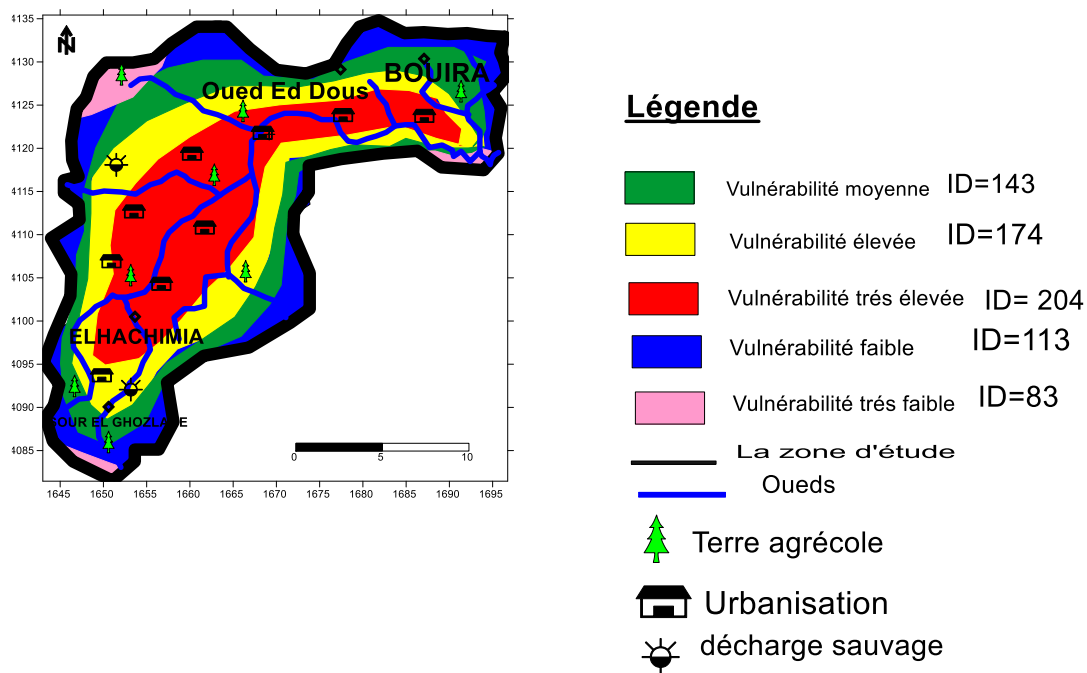


Figure 21: Carte de Risque de la région de Oued Eddous.

**V. Conclusion :**

**A**u cours de cette recherche, nous avons premièrement présenté la zone d'étude, les caractéristiques géomorphologiques et climatiques de la région de Oued Eddous.

Sur le plant climatique : la région de Oued Eddous a un climat Semi-arides la période sèche En mois de juin et aout .En période froide l'ETP décroît Progressivement et atteint des valeurs faibles en mois janvier et février.

Sur le plant géologique nous avons huit formations: Le Quaternaire ; le Pliocène Continental ; le Miocène ; L'Oligocène ; l'Eocène ; Crétacé ; jurassique ; le trias .

Sur les plants hydrogéologiques nous avons quatre aquifères :Les aquifères de Sable et gravier ; calcaire et karstique.

A partir des résultats obtenus par l'application de la méthode DRASTIC dans la région de Oued Eddous, nous avons fournie une carte de vulnérabilité qui définit Le degré de contamination, pour chaque indice DRASTIC calculé.

On a définie Cinq zones de vulnérabilité de degré très élevée, élevée, moyenne, et faible très faible qu'elles sont citées ci-dessous :

- Les zones à vulnérabilité très élevées qui sont définies par les sables (ID =204).
- Les zones à vulnérabilité élevées (ID =174).
- Les zones à vulnérabilité moyenne (ID = 143).
- En fin, les zones à vulnérabilité faible (ID=113) et
- la zone très faible(ID=83) .

Les méthodes d'évaluation de la vulnérabilité aident dans l'aménagement et la gestion du territoire . Il serait donc préférable de faire les études d'évolution de la vulnérabilité avant toute prise de décision d'aménagement afin d'éviter l'occupation anarchique des territoires.

**Recommandation :**

Dans le but de gestion et de protection de la qualité des eaux souterraines, on peut énoncer quelques recommandations qu'il faut prendre en considération :

- ♣ Développement et application des méthodes pour contrôler l'évolution de la pollution.
- ♣ Mettre à niveau la collecte et le traitement le long du cours d'eau.

- ♣ La pratique des agricultures biologique qui respecte les systèmes et les cycles naturel, maintenir et améliorer l'état des eaux.
- ♣ Protéger les eaux souterraines contre l'éventuelle infiltration de la pollution.
- ♣ Création des stations dépurations des eaux usées .
- ♣ Aménagement des dépotoirs vers les zones à vulnérabilité faible.
- ♣ Contrôle la pollution de l'air.
- ♣ Faire un suivre hydro chimique des eaux de surfaces et souterraines

## REFERANCES BIBIOGRAPHIQUES

### A

**Addad, D. (2007).** Qualité d'eau du barrage de Foum El Khanga sur Oued Cherrf et Sources de la pollution. Mémoire de magister. Centre universitaire L'arbi Ben m'Hidi, Oum El Bouaghi, 60 p.

**Ayad, W. (2017).** Evaluation de la qualité physico-chimiques et microbiologique des eaux Souterraines : cas des puits de la région (D'el harrouch) (Wilaya de Skikda). Faculté des Sciences. Université Badji Mokhtar – Annaba. Thèse doctorat. 156p.

**Aller L., Bennett T. Lehr J H., Petty., Hackett G.(1987).** DRASTIC : a standardized system for evaluating groundwater pollution potentiel using hydrogeologiecal settings.

U.S .Environnemental Protection Agency (EPA), Fr. juin 2008

### B

**Barbault, R. (2003).** Écologie général-structure et fonctionnement de la biosphère-5<sup>E</sup>

**Bouziანი, M. (2000).** L'eau de la pénurie aux maladies. Edition Ibn-khaldoun. Oran, 247 p. dition. Dunod- France.

**Benhammouda S . (2002).** Gestion des eaux souterraines en Aquitaine année 5. opération Sectorielle. Protection de la nappe BRGM/RP-51178-FR.

**Baali . ( 2012) .** Cartographie sous le logiciel surfer de la pluviométrie de la région Provence Alpes côte d'Azur entre 1967 et 1997 et de la température du département des Alpes maritimes entre 1971 et 1990 .Projet d'ingénierie. Ecole polytechnique de l'Université De Nice –Sophia Antipolis. 21p.

**Bouchet R J .(1963) .** Evapotranspiration réelle, et évapotranspiration potentielle et production agricole .AM. Agro., 1963, 5, p. 743-824

### C

**Chaguer, M. (2013).** Analyse et Spéciation des Métaux dans un Oued en zone Minière, Cas de l'Oued Essouk. Thèse doctorat science en chimie, Université Constantine I, 130 p.

## **REFERANCES BIBIOGRAPHIQUES**

**Castany, G. (1982).** Principes et méthode de l'hydrogéologie, Dunod-édit., Paris 236p.

**CHARIFI, S. (2006).** Application du modèle hydrologique GR2M sur les bassins versants. Mémoire de Magister, ENP, Alger. 143 pages

**Conservation les Forets de Bouira (CFB). (2015)**

### **D**

**Degremont, G. (2005).** Mémento technique de l'eau. Tome 1. 10<sup>ème</sup> Ed. Degremont S, 880 p

**Dorioz, J M., Arousseau, P., et Bourrié, G. (2007).** Le phosphore dans L'environnement : bilan des connaissances sur les impacts, les transferts et la gestion Environnementale. Institut Océanographique, Vol 33, No 1-2, 332 p.

**Djebaili, S. (1984).** Steppe Algérienne, phytosociologie et écologie. Thèse Doct. .Univ. Sc. Tech. De Languedoc Montpellier, OPU, Alger. 177 p.

**Dajoz, R. (1985).** Précis d'écologie. 5<sup>e</sup> édition. Bordas,France.

**Detneche, T. (2002).** Evolution de la qualité des eaux (salinité, azote et métaux lourds) Sous l'effet de la pollution agricole et industrielle, thèse de doctorat en hydrologie de L'environnement, université de Franche-Comté, France ,312p.

### **E**

**Eckenfelder. (1982).** Gestion des eaux usées urbaines et industrielles. Edition Lavoisier. Paris, 503 p.

**Estienne, P., Godard, A. (1998).** Climatologie. Armand colin. France, 38-81p.

### **F**

**Faurie,C.(1998).**Ecologie approche scientifique et pratique .4<sup>e</sup> édition technique et documentation –France.

**Fatih,B .(2009).**Cartographie par les différentes méthodes de vulnérabilité a la pollution d'une nappe côtière cas de la plaine alluviale de l'oued djendjen (Jijel, nord- est algérien ),mémoire de magister université Badji Mokhtar- Annaba.

## **REFERANCES BIBIOGRAPHIQUES**

**Fort, M., et al. (2015).** Géomorphologie dynamique et environnement. Edition Armand Colin. France, 329 p. (ISBN 978-2- 200 - 24623 -5).

### **G**

**Gaujous, D. (1995).** La pollution des milieux aquatique « aide mémoire ». 2éme Ed, Edition : Technique & Documentation, Lavoisier. Paris, 271 p.

### **H**

**Haddad, H., Ghoualem, H. (2014).** Caractérisation physico-chimique des eaux du Bassin hydrographique côtier Algérois. N° 18, 155-167 p. (ISSN1112-3680).

**Hamza M.,Added A., Frances Ba ., Rodriguez R.(2008).** Validity of the vulnerability methods DRASTIC,SINTACS and SI applied (Northeastern Tunisia); Geosciences de surface (hydrologie - hydrogéologie);volume 339.

**Haddad, H., Ghoualem, H. (2014).** Caractérisation physico-chimique des eaux du bassin hydrographique côtier Algérois. n° 18, 155-167 p. (ISSN1112-3680).

### **L**

**Lebourgeois, F. et Piedallu, C. (2005).** Appréhender le niveau de sécheresse dans le cadre Des études stationnelles et de la gestion forestière à partir d'indices bioclimatiques. Rev. For. Fr. LVII – 4 : 331-356

**Landreau A. (1996).** Contribution à une normalisation des critères d'établissement des Cartes de vulnérabilité aux pollutions des eaux souterraines .Rapport BRGMR38846.

### **M**

**Micherd, G. (2002).** Chimie des eaux naturelles. Principes de giochimie des eaux. Edition publisud. 565 p.

## **REFERANCES BIBIOGRAPHIQUES**

**Margat, J. (1992).** L'eau dans le bassin méditerranéen. Situation et perspective. Edition economica. Paris, 321p

Ministère de Développement Durable, environnement et parcs (MDDEP). (2012). Critères de qualité de l'eau de surface. Quebec, Canada, 230 p

**Mebarki, A. (1982).** Le bassin de Kebir Rhumel, ressources en eaux et aménagement en Algérie, thèse doctorat 3<sup>ème</sup> cycle, Université de Nancy II, 303p.

**Micherd, G. (2002).** Chimie des eaux naturelles. Principes de géochimie des eaux. Edition publisud. 565 p.

**Margat J. (1968).** Vulnérabilité des nappes d'eau souterraine a la pollution. Base de la cartographie, Doc. BRGM, 68 SGL 198 HYD. Orléans, France.

**Mardhel, V. Pinson, S et Gravier, A. (2005).** Cartographie de la vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines en région Nord-Pas-de-Calais. Etude réalisée dans le cadre des opérations de service public du BRGM/RP – 54238

**Mohamed A., Hiyama T., Kato K. (2005).** A GiS based DRASTIC model for assessing aquifer vulnerability in Kakamigahara Heights, Gifu Prefecture, central Japan, Science of the Total Environment 345 (2005).pp 127-140.

### **S**

**Schnebelen N., Patel JP ., Lenindre Y., Baudry D., hoarau A., Dufour P., Benhamouda S. (2002).** Gestion des eaux souterraines en aquitaine année 5. Operation sectorielle . Protection de la nappe BRGM/RP-51178-FR.

### **R**

**Rejsek. (2002).** Analyse des eaux : aspects réglementaires et techniques. Edition SCEREM, 360p.

**Rodier, J., Legube, B, Merlet, N Et Collaborations. (2009).** L'analyse de l'eau, 8<sup>é</sup> Edition, DUNOD : Paris. (ISBN 978-2-10-054179-9).

### **T**

## **REFERANCES BIBIOGRAPHIQUES**

**Tuffery, G. (1980).** Éléments de gestion écosanitaire des étangs. La pisciculture en Etang : actes du congrès sur la pisciculture en Étang. Abonne-la-forêt, France, 373p.

### **V**

**Verba, J & Civita, M. (1994).** The assessment of groundwater vulnerability.

**Vrba J. et Zaporozec A (Ed),** Guidbook on mapping groundwater . International contributions to hydrogéology, pp. 31

### **W**

**Wanko,A.(2016).**Gestion des eaux souterraines-définition et concepts.

### **Z**

**Zwahlen, F. (2003).** Vulnerability and Risk mapping for the protection of carbonate (Karst) aquifers (Final report). European comission COST acion 620- directorate général science, and développemet.

**Zwahlen, F. (2003).** Vulnerability and risk mapping for the protection of carbonate (Karst) Aquifers (Final report). European comission COST acion 620- directorate général science, and development.



## Indice des degrés de vulnérabilité

$$ID = DpDc + RpRc + ApAc + SpSc + TpTc + IpIc + CpCc$$

ID	IR	IA	IS	IT	II	IC	INDICE
45	24	24	2	10	45	12	162
45	24	30	2	10	45	12	168
45	24	24	14	10	45	12	174
45	24	30	14	10	45	12	180
45	24	24	20	10	45	12	180
45	24	30	20	10	45	12	186
45	24	24	6	10	45	12	166
45	24	30	6	10	45	12	172
45	24	24	2	9	45	12	161
45	24	30	2	9	45	12	167
45	24	24	14	9	45	12	173
45	24	30	14	9	45	12	179
45	24	24	20	9	45	12	179
45	24	30	20	9	45	12	185
45	24	24	6	9	45	12	165
45	24	30	6	9	45	12	171
45	24	24	2	5	45	12	157
45	24	30	2	5	45	12	163
45	24	24	14	5	45	12	169
45	24	30	14	5	45	12	175
45	24	24	20	5	45	12	175
45	24	30	20	5	45	12	181
45	24	24	6	5	45	12	161
45	24	30	6	5	45	12	167
45	24	24	2	3	45	12	155
45	24	30	2	3	45	12	161
45	24	24	14	3	45	12	167
45	24	30	14	3	45	12	173
45	24	24	20	3	45	12	173
45	24	30	20	3	45	12	179

## ANNEXES

45	24	24	6	3	45	12	159
45	24	30	6	3	45	12	165
45	24	24	2	1	45	12	153
45	24	30	2	1	45	12	159
45	24	24	14	1	45	12	165
45	24	30	14	1	45	12	171
45	24	24	20	1	45	12	171
45	24	30	20	1	45	12	177
45	24	24	6	1	45	12	157
45	24	30	6	1	45	12	163
45	24	24	2	10	45	12	162
45	24	30	2	10	30	12	153
45	24	24	14	10	30	12	159
45	24	30	14	10	30	12	165
45	24	24	20	10	30	12	165
45	24	30	20	10	30	12	171
45	24	24	6	10	30	12	151
45	24	30	6	10	30	12	157
45	24	24	2	9	30	12	146
45	24	30	2	9	30	12	152
45	24	24	14	9	30	12	158
45	24	30	14	9	30	12	164
45	24	24	20	9	30	12	164
45	24	30	20	9	30	12	170
45	24	24	6	9	30	12	150
45	24	30	6	9	30	12	156
45	24	24	2	5	30	12	142
45	24	30	2	5	30	12	148
45	24	24	14	5	30	12	154
45	24	30	14	5	30	12	160
45	24	24	20	5	30	12	160
45	24	30	20	5	30	12	166
45	24	24	6	5	30	12	146
45	24	30	6	5	30	12	152
45	24	24	2	3	30	12	140

## ANNEXES

45	24	30	2	3	30	12	146
45	24	24	14	3	30	12	152
45	24	30	14	3	30	12	158
45	24	24	20	3	30	12	158
45	24	30	20	3	30	12	164
45	24	24	6	3	30	12	144
45	24	30	6	3	30	12	150
45	24	24	2	1	30	12	138
45	24	30	2	1	30	12	144
45	24	24	14	1	30	12	150
45	24	30	14	1	30	12	156
45	24	24	20	1	30	12	156
45	24	30	20	1	30	12	162
45	24	24	6	1	30	12	142
45	24	30	6	1	30	12	148
45	24	24	2	10	5	12	122
45	24	30	2	10	5	12	128
45	24	24	14	10	5	12	134
45	24	30	14	10	5	12	140
45	24	24	20	10	5	12	140
45	24	30	20	10	5	12	146
45	24	24	6	10	5	12	126
45	24	30	6	10	5	12	132
45	24	24	2	10	45	18	168
45	24	30	2	10	45	18	174
45	24	24	14	10	45	18	180
45	24	30	14	10	45	18	186
45	24	24	20	10	45	18	186
45	24	30	20	10	45	18	192
45	24	24	6	10	45	18	172
45	24	30	6	10	45	18	178
45	24	24	2	10	30	18	153
45	24	30	2	10	30	18	159
45	24	24	14	10	30	18	165
45	24	30	14	10	30	18	171

## ANNEXES

45	24	24	20	10	30	18	171
45	24	30	20	10	30	18	177
45	24	24	6	10	30	18	157
45	24	30	6	10	30	18	163
45	24	24	2	10	5	18	128
45	24	30	2	10	5	18	134
45	24	24	14	10	5	18	140
45	24	30	14	10	5	18	146
45	24	24	20	10	5	18	146
45	24	30	20	10	5	18	152
45	24	24	6	10	5	18	132
45	24	30	6	10	5	18	138
45	24	24	2	9	45	18	167
45	24	30	2	9	45	18	173
45	24	24	14	9	45	18	179
45	24	30	14	9	45	18	185
45	24	24	20	9	45	18	185
45	24	30	20	9	45	18	191
45	24	24	6	9	45	18	171
45	24	30	6	9	45	18	177
45	24	24	2	5	45	18	163
45	24	30	2	5	45	18	169
45	24	24	14	5	45	18	175
45	24	30	14	5	45	18	181
45	24	24	20	5	45	18	181
45	24	30	20	5	45	18	187
45	24	24	6	5	45	18	167
45	24	30	6	5	45	18	173
45	24	24	2	3	45	18	161
45	24	30	2	3	45	18	167
45	24	24	14	3	45	18	173
45	24	30	14	3	45	18	179
45	24	24	20	3	45	18	179
45	24	30	20	3	45	18	185
45	24	25	6	3	45	18	166

## ANNEXES

45	24	30	6	3	45	18	171
45	24	24	2	1	45	18	159
45	24	30	2	1	45	18	165
45	24	24	14	1	45	18	171
45	24	30	14	1	45	18	177
45	24	24	20	1	45	18	177
45	24	30	20	1	45	18	183
45	24	24	6	1	45	18	163
45	24	30	6	1	45	18	169
45	24	24	2	1	45	18	159
45	24	30	2	1	45	18	165
45	24	24	14	1	45	18	171
45	24	30	14	1	45	18	177
45	24	24	20	1	45	18	177
45	24	30	20	1	45	18	183
45	24	24	6	9	30	18	156
45	24	30	6	9	30	18	162
45	24	24	2	9	30	18	152
45	24	30	2	9	30	18	158
45	24	24	14	9	30	18	164
45	24	30	14	9	30	18	170
45	24	24	20	9	30	18	170
45	24	30	20	9	30	18	176
45	24	24	6	5	30	18	152
45	24	30	6	5	30	18	158
45	24	24	2	5	30	18	148
45	24	30	2	5	30	18	154
45	24	24	14	5	30	18	160
45	24	30	14	5	30	18	166
45	24	24	20	5	30	18	166
45	24	30	20	5	30	18	172
45	24	24	6	3	30	18	150
45	24	30	6	3	30	18	156
45	24	24	2	3	30	18	146
45	24	30	2	3	30	18	152

## ANNEXES

45	24	24	14	3	30	18	158
45	24	30	14	3	30	18	164
45	24	24	20	3	30	18	164
45	24	30	20	3	30	18	170
45	24	24	6	1	30	18	148
45	24	30	6	1	30	18	154
45	24	24	2	1	30	18	144
45	24	30	2	1	30	18	150
45	24	24	14	1	30	18	156
45	24	30	14	1	30	18	162
45	24	24	20	1	30	18	162
45	24	30	20	1	30	18	168
45	24	24	6	10	5	18	132
45	24	30	6	10	5	18	138
45	24	24	2	10	5	18	128
45	24	30	2	10	5	18	134
45	24	24	14	10	5	18	140
45	24	30	14	10	5	18	146
45	24	24	20	10	5	18	146
45	24	30	20	10	5	18	152
45	24	24	6	9	5	18	131
45	24	30	6	9	5	18	137
45	24	24	2	9	5	18	127
45	24	30	2	9	5	18	133
45	24	24	14	9	5	18	139
45	24	30	14	9	5	18	145
45	24	24	20	9	5	18	145
45	24	30	20	9	5	18	151
45	24	24	6	5	5	18	127
45	24	30	6	5	5	18	133
45	24	24	2	5	5	18	123
45	24	30	2	5	5	18	129
45	24	24	14	5	5	18	135
45	24	30	14	5	5	18	141
45	24	24	20	5	5	18	141

## ANNEXES

45	24	30	20	5	5	18	147
45	24	24	6	3	5	18	125
45	24	30	6	3	5	18	131
45	24	24	2	3	5	18	121
45	24	30	2	3	5	18	127
45	24	24	14	3	5	18	133
45	24	30	14	3	5	18	139
45	24	24	20	3	5	18	139
45	24	30	20	3	5	18	145
45	24	24	6	1	5	18	123
45	24	30	6	1	5	18	129
45	24	24	2	1	5	18	119
45	24	30	2	1	5	18	125
45	24	24	14	1	5	18	131
45	24	30	14	1	5	18	137
45	24	24	20	1	5	18	137
45	24	30	20	1	5	18	143
45	24	24	6	10	45	24	178
45	24	30	6	10	45	24	184
45	24	24	2	10	45	24	174
45	24	30	2	10	45	24	180
45	24	24	14	10	45	24	186
45	24	30	14	10	45	24	192
45	24	24	20	10	45	24	192
45	24	30	20	10	45	24	198
45	24	24	6	9	45	24	177
45	24	30	6	9	45	24	183
45	24	24	2	9	45	24	173
45	24	30	2	9	45	24	179
45	24	24	14	9	45	24	185
45	24	30	14	9	45	24	191
45	24	24	20	9	45	24	191
45	24	30	20	9	45	24	197
45	24	24	6	5	45	24	173
45	24	30	6	5	45	24	179

## ANNEXES

45	24	24	2	5	45	24	169
45	24	30	2	5	45	24	175
45	24	24	14	5	45	24	181
45	24	30	14	5	45	24	187
45	24	24	20	5	45	24	187
45	24	30	20	5	45	24	193
45	24	24	6	3	45	24	171
45	24	30	6	3	45	24	177
45	24	24	2	3	45	24	167
45	24	30	2	3	45	24	173
45	24	24	14	3	45	24	179
45	24	30	14	3	45	24	185
45	24	24	20	3	45	24	185
45	24	30	20	3	45	24	191
45	24	24	6	1	45	24	169
45	24	30	6	1	45	24	175
45	24	24	2	1	45	24	165
45	24	30	2	1	45	24	171
45	24	24	14	1	45	24	177
45	24	30	14	1	45	24	183
45	24	24	20	1	45	24	183
45	24	30	20	1	45	24	189
45	24	24	6	10	30	24	163
45	24	30	6	10	30	24	169
45	24	24	2	10	30	24	159
45	24	30	2	10	30	24	165
45	24	24	14	10	30	24	171
45	24	30	14	10	30	24	177
45	24	24	20	10	30	24	177
45	24	30	20	10	30	24	183
45	24	24	6	9	30	24	162
45	24	30	6	9	30	24	168
45	24	24	2	9	30	24	158
45	24	30	2	9	30	24	164
45	24	24	14	9	30	24	170



## ANNEXES

45	24	30	14	9	30	24	176
45	24	24	20	9	30	24	176
45	24	30	20	9	30	24	182
45	24	24	6	5	30	24	158
45	24	30	6	5	30	24	164
45	24	24	2	5	30	24	154
45	24	30	2	5	30	24	160
45	24	24	14	5	30	24	166
45	24	30	14	5	30	24	172
45	24	24	20	5	30	24	172
45	24	30	20	5	30	24	178
45	24	24	6	3	30	24	156
45	24	30	6	3	30	24	162
45	24	24	2	3	30	24	152
45	24	30	2	3	30	24	158
45	24	24	14	3	30	24	164
45	24	30	14	3	30	24	170
45	24	24	20	3	30	24	170
45	24	30	20	3	30	24	176
45	24	24	6	1	30	24	154
45	24	30	6	1	30	24	160
45	24	24	2	1	30	24	150
45	24	30	2	1	30	24	156
45	24	24	14	1	30	24	162
45	24	30	14	1	30	24	168
45	24	24	20	1	30	24	168
45	24	30	20	1	30	24	174
45	24	24	6	10	5	24	138
45	24	30	6	10	5	24	144
45	24	24	2	10	5	24	134
45	24	30	2	10	5	24	140
45	24	24	14	10	5	24	146
45	24	30	14	10	5	24	152
45	24	24	20	10	5	24	152
45	24	30	20	10	5	24	158

## ANNEXES

45	24	24	6	9	5	24	137
45	24	30	6	9	5	24	143
45	24	24	2	9	5	24	133
45	24	30	2	9	5	24	139
45	24	24	14	9	5	24	145
45	24	30	14	9	5	24	151
45	24	24	20	9	5	24	151
45	24	30	20	9	5	24	157
45	24	24	6	5	5	24	133
45	24	30	6	5	5	24	139
45	24	24	2	5	5	24	129
45	24	30	2	5	5	24	135
45	24	24	14	5	5	24	141
45	24	30	14	5	5	24	147
45	24	24	20	5	5	24	147
45	24	30	20	5	5	24	153
45	24	24	6	3	5	24	131
45	24	30	6	3	5	24	137
45	24	24	2	3	5	24	127
45	24	30	2	3	5	24	133
45	24	24	14	3	5	24	139
45	24	30	14	3	5	24	145
45	24	24	20	3	5	24	145
45	24	30	20	3	5	24	151
45	24	24	6	1	5	24	129
45	24	30	6	1	5	24	135
45	24	24	2	1	5	24	125
45	24	30	2	1	5	24	131
45	24	24	14	1	5	24	137
45	24	30	14	1	5	24	143
45	24	24	20	1	5	24	143
45	24	30	20	1	5	30	155
45	24	24	6	10	45	30	184
45	24	30	6	10	45	30	190
45	24	24	2	10	45	30	180

## ANNEXES

45	24	30	2	10	45	30	186
45	24	24	14	10	45	30	192
45	24	30	14	10	45	30	198
45	24	24	20	10	45	30	198
45	24	30	20	10	45	30	204
45	24	24	6	9	45	30	183
45	24	30	6	9	45	30	189
45	24	24	2	9	45	30	179
45	24	30	2	9	45	30	185
45	24	24	14	9	45	30	191
45	24	30	14	9	45	30	197
45	24	24	20	9	45	30	197
45	24	30	20	9	45	30	203
45	24	24	6	5	45	30	179
45	24	30	6	5	45	30	185
45	24	24	2	5	45	30	175
45	24	30	2	5	45	30	181
45	24	24	14	5	45	30	187
45	24	30	14	5	45	30	193
45	24	24	20	5	45	30	193
45	24	30	20	5	45	30	199
45	24	24	6	3	45	30	177
45	24	30	6	3	45	30	183
45	24	24	2	3	45	30	173
45	24	30	2	3	45	30	179
45	24	24	14	3	45	30	185
45	24	30	14	3	45	30	191
45	24	24	20	3	45	30	191
45	24	30	20	3	45	30	197
45	24	24	6	1	45	30	175
45	24	30	6	1	45	30	181
45	24	24	2	1	45	30	171
45	24	30	2	1	45	30	177
45	24	24	14	1	45	30	183
45	24	30	14	1	45	30	189

## ANNEXES

45	24	24	20	1	45	30	189
45	24	30	20	1	45	30	195
45	24	24	6	10	30	30	169
45	24	30	6	10	30	30	175
45	24	24	2	10	30	30	165
45	24	30	2	10	30	30	171
45	24	24	14	10	30	30	177
45	24	30	14	10	30	30	183
45	24	24	20	10	30	30	183
45	24	30	20	10	30	30	189
45	24	24	6	9	30	30	168
45	24	30	6	9	30	30	174
45	45	24	2	9	30	30	185
45	24	30	2	9	30	30	170
45	24	24	14	9	30	30	176
45	24	30	14	9	30	30	182
45	24	24	20	9	30	30	182
45	24	30	20	9	30	30	188
45	24	24	6	5	30	30	164
45	24	30	6	5	30	30	170
45	24	24	2	5	30	30	160
45	24	30	2	5	30	30	166
45	24	24	14	5	30	30	172
45	24	30	14	5	30	30	178
45	24	24	20	5	30	30	178
45	24	30	20	5	30	30	184
45	24	24	6	3	30	30	162
45	24	30	6	3	30	30	168
45	24	24	2	3	30	30	158
45	24	30	2	3	30	30	164
45	24	24	14	3	30	30	170
45	24	30	14	3	30	30	176
45	24	24	20	3	30	30	176
45	24	30	20	3	30	30	182
45	24	24	6	1	30	30	160

## ANNEXES

45	24	30	6	1	30	30	166
45	24	24	2	1	30	30	156
45	24	30	2	1	30	30	162
45	24	24	14	1	30	30	168
45	24	30	14	1	30	30	174
45	24	24	20	1	30	30	174
45	24	30	20	1	30	30	180
45	24	24	6	10	5	30	144
45	24	30	6	10	5	30	150
45	24	24	2	10	5	30	140
45	24	30	2	10	5	30	146
45	24	24	14	10	5	30	152
45	24	30	14	10	5	30	158
45	24	24	20	10	5	30	158
45	24	30	20	10	5	30	164
45	24	24	6	9	5	30	143
45	24	30	6	9	5	30	149
45	24	24	2	9	5	30	139
45	24	30	2	9	5	30	145
45	24	24	14	9	5	30	151
45	24	30	14	9	5	30	157
45	24	24	20	9	5	30	157
45	24	30	20	9	5	30	163
45	24	24	6	5	5	30	139
45	24	30	6	5	5	30	145
45	24	24	2	5	5	30	135
45	24	30	2	5	5	30	141
45	24	24	14	5	5	30	147
45	24	30	14	5	5	30	153
45	24	24	20	5	5	30	153
45	24	30	20	5	5	30	159
45	24	24	6	3	5	30	137
45	24	30	6	3	5	30	143
45	24	24	2	3	5	30	133
45	24	30	2	3	5	30	139

## ANNEXES

45	24	24	14	3	5	30	145
45	24	30	14	3	5	30	151
45	24	24	20	3	5	30	151
45	24	30	20	3	5	30	157
45	24	24	6	1	5	30	135
45	24	30	6	1	5	30	141
45	24	24	2	1	5	30	131
45	24	30	2	1	5	30	137
45	24	24	14	1	5	30	143
45	24	30	14	1	5	30	149
45	24	24	20	1	5	30	149
20	24	24	6	10	45	12	141
20	24	30	6	10	45	12	147
20	24	24	2	10	45	12	137
20	24	30	2	10	45	12	143
20	24	24	14	10	45	12	149
20	24	30	14	10	45	12	155
20	24	24	20	10	45	12	155
20	24	30	20	10	45	12	161
20	24	24	6	9	45	12	140
20	24	30	6	9	45	12	146
20	24	24	2	9	45	12	136
20	24	30	2	9	45	12	142
20	24	24	14	9	45	12	148
20	24	30	14	9	45	12	154
20	24	24	20	9	45	12	154
20	24	30	20	9	45	12	160
20	24	24	6	5	45	12	136
20	24	30	6	5	45	12	142
20	24	24	2	5	45	12	132
20	24	30	2	5	45	12	138
20	24	24	14	5	45	12	144
20	24	30	14	5	45	12	150
20	24	30	14	5	45	12	150
20	24	24	20	5	45	12	150

## ANNEXES

20	24	30	20	5	45	12	156
20	24	24	6	3	45	12	134
20	24	30	6	3	45	12	140
20	24	24	2	3	45	12	130
20	24	30	2	3	45	12	136
20	24	24	14	3	45	12	142
20	24	30	14	3	45	12	148
20	24	24	20	3	45	12	148
20	24	30	20	3	45	12	154
20	24	24	6	1	45	12	132
20	24	30	6	1	45	12	138
20	24	24	2	1	45	12	128
20	24	30	2	1	45	12	134
20	24	24	14	1	45	12	140
20	24	30	14	1	45	12	146
20	24	24	20	1	45	12	146
20	24	30	20	1	45	12	152
20	24	24	6	10	45	12	141
20	24	30	6	10	30	12	132
20	24	24	2	10	30	12	122
20	24	30	2	10	30	12	128
20	24	24	14	10	30	12	134
20	24	30	20	10	30	12	146
20	24	24	20	10	30	12	140
20	24	30	6	9	30	12	131
20	24	24	6	9	30	12	125
20	24	30	2	9	30	12	127
20	24	24	2	9	30	12	121
20	24	30	14	9	30	12	139
20	24	24	14	9	30	12	133
20	24	30	20	9	30	12	145
20	24	30	20	9	30	12	145
20	24	24	6	5	30	12	121
20	24	30	6	5	30	12	127
20	24	24	2	5	30	12	117

## ANNEXES

20	24	30	2	5	30	12	123
20	24	24	14	5	30	12	129
20	24	30	14	5	30	12	135
20	24	24	20	5	30	12	135
20	24	30	20	5	30	12	141
20	24	24	6	3	30	12	119
20	24	30	6	3	30	12	125
20	24	24	2	3	30	12	115
20	24	30	2	3	30	12	121
20	24	24	14	3	30	12	127
20	24	30	14	3	30	12	133
20	24	24	20	3	30	12	133
20	24	30	20	3	30	12	139
20	24	24	6	1	30	12	117
20	24	30	6	1	30	12	123
20	24	24	2	1	30	12	113
20	24	30	2	1	30	12	119
20	24	24	14	1	30	12	125
20	24	30	14	1	30	12	131
20	24	24	20	1	30	12	131
20	24	30	20	1	30	12	137
20	24	24	6	10	5	12	101
20	24	30	6	10	5	12	107
20	24	24	2	10	5	12	97
20	24	30	2	10	5	12	103
20	24	24	14	10	5	12	109
20	24	30	14	10	5	12	115
20	24	24	20	10	5	12	115
20	24	30	20	10	5	12	121
20	24	24	6	10	5	12	101
20	24	30	6	10	5	12	107
20	24	24	2	10	45	18	143
20	24	30	2	10	45	18	149
20	24	24	14	10	45	18	155
20	24	30	14	10	45	18	161



## ANNEXES

20	24	24	20	10	45	18	161
20	24	30	20	10	45	18	167
20	24	24	6	10	45	18	147
20	24	30	6	10	45	18	153
20	24	24	2	10	30	18	128
20	24	30	2	10	30	18	134
20	24	24	14	10	30	18	140
20	24	30	14	10	30	18	146
20	24	24	20	10	30	18	146
20	24	30	20	10	30	18	152
20	24	24	6	10	30	18	132
20	24	30	6	10	30	18	138
20	24	24	2	10	5	18	103
20	24	30	2	10	5	18	109
20	24	24	14	10	5	18	115
20	24	30	14	10	5	18	121
20	24	24	20	10	5	18	121
20	24	30	20	10	5	18	127
20	24	24	6	10	5	18	107
20	24	30	6	10	5	18	113
20	24	24	2	9	45	18	142
20	24	30	2	9	45	18	148
20	24	24	14	9	45	18	154
20	24	30	14	9	45	18	160
20	24	24	20	9	45	18	160
20	24	30	20	9	45	18	166
20	24	24	6	9	45	18	146
20	24	30	6	9	45	18	152
20	24	24	2	9	45	18	142
20	24	30	2	5	45	18	144
20	24	24	14	5	45	18	150
20	24	30	14	5	45	18	156
20	24	24	20	5	45	18	156
20	24	30	20	5	45	18	162
20	24	24	6	5	45	18	142

## ANNEXES

20	24	30	6	5	45	18	148
20	24	24	2	3	45	18	136
20	24	30	2	3	45	18	142
20	24	24	14	3	45	18	148
20	24	30	14	3	45	18	154
20	24	24	20	3	45	18	154
20	24	30	20	3	45	18	160
20	24	24	6	3	45	18	140
20	24	30	6	3	45	18	146
20	24	24	2	1	45	18	134
20	24	30	2	1	45	18	140
20	24	24	14	1	45	18	146
20	24	30	14	1	45	18	152
20	24	24	20	1	45	18	152
20	24	30	20	1	45	18	158
20	24	24	6	1	45	18	138
20	24	30	6	1	45	18	144
20	24	24	2	1	45	18	134
20	24	30	2	1	45	18	140
20	24	24	14	1	45	18	146
20	24	30	14	1	45	18	152
20	24	24	20	1	45	18	152
20	24	30	20	1	45	18	158
20	24	24	6	9	30	18	131
20	24	30	6	9	30	18	137
20	24	24	2	9	30	18	127
20	24	30	2	9	30	18	133
20	24	24	14	9	30	18	139
20	24	30	14	9	30	18	145
20	24	24	20	9	30	18	145
20	24	30	20	9	30	18	151
20	24	24	6	5	30	18	127
20	24	30	6	5	30	18	133
20	24	24	2	5	30	18	123
20	24	30	2	5	30	18	129

## ANNEXES

20	24	24	14	5	30	18	135
20	24	30	14	5	30	18	141
20	24	24	20	5	30	18	141
20	24	30	20	5	30	18	147
20	24	24	6	3	30	18	125
20	24	30	6	3	30	18	131
20	24	24	2	3	30	18	121
20	24	30	2	3	30	18	127
20	24	24	14	3	30	18	133
20	24	30	14	3	30	18	139
20	24	24	20	3	30	18	139
20	24	30	20	3	30	18	145
20	24	24	6	1	30	18	123
20	24	30	6	1	30	18	129
20	24	24	2	1	30	18	119
20	24	30	2	1	30	18	125
20	24	24	14	1	30	18	131
20	24	30	14	1	30	18	137
20	24	24	20	1	30	18	137
20	24	30	20	1	30	18	143
20	24	24	6	10	30	18	132
20	24	30	6	10	30	18	138
20	24	24	2	10	30	18	128
20	24	30	2	10	30	18	134
20	24	24	14	10	30	18	140
20	24	30	14	10	30	18	146
20	24	24	20	10	30	18	146
20	24	30	20	10	30	18	152
20	24	24	6	9	30	18	131
20	24	30	6	9	30	18	137
20	24	24	2	9	30	18	127
20	24	30	2	9	30	18	133
20	24	24	14	9	5	18	114
20	24	30	14	9	5	18	120
20	24	24	20	9	5	18	120

## ANNEXES

20	24	30	20	9	5	18	126
20	24	24	6	5	5	18	102
20	24	30	6	5	5	18	108
20	24	24	2	5	5	18	98
20	24	30	2	5	5	18	104
20	24	24	14	5	5	18	110
20	24	30	14	5	5	18	116
20	24	24	20	5	5	18	116
20	24	30	20	5	5	18	122
20	24	24	6	3	5	18	100
20	24	30	6	3	5	18	106
20	24	24	2	3	5	18	96
20	24	30	2	3	5	18	102
20	24	24	14	3	5	18	108
20	24	30	14	3	5	18	114
20	24	24	20	3	5	18	114
20	24	30	20	3	5	18	120
20	24	24	6	1	5	18	98
20	24	30	6	1	5	18	104
20	24	24	2	1	5	18	94
20	24	30	2	1	5	18	100
20	24	24	14	1	5	18	106
20	24	30	14	1	5	18	112
20	24	24	20	1	5	18	112
20	24	30	20	1	5	18	118
20	24	24	6	10	45	24	153
20	24	30	6	10	45	24	159
20	24	24	2	10	45	24	149
20	24	30	2	10	45	24	155
20	24	24	14	10	45	24	161
20	24	30	14	10	45	24	167
20	24	24	20	10	45	24	167
20	24	30	20	10	45	24	173
20	24	24	6	9	45	24	152
20	24	30	6	9	45	24	158

## ANNEXES

20	24	24	2	9	4	24	107
20	24	30	2	9	45	24	154
20	24	24	14	9	45	24	160
20	24	30	14	9	45	24	166
20	24	24	20	9	45	24	166
20	24	30	20	9	45	24	172
20	24	24	6	5	45	24	148
20	24	30	6	5	45	24	154
20	24	24	2	5	45	24	144
20	24	30	2	5	45	24	150
20	24	24	14	5	45	24	156
20	24	30	14	5	45	24	162
20	24	24	20	5	45	24	162
20	24	30	20	5	45	24	168
20	24	24	6	3	45	24	146
20	24	30	6	3	45	24	152
20	24	24	2	3	45	24	142
20	24	30	2	3	45	24	148
20	24	24	14	3	45	24	154
20	24	30	14	3	45	24	160
20	24	24	20	3	45	24	160
20	24	30	20	3	45	24	166
20	24	24	6	1	45	24	144
20	24	30	6	1	45	24	150
20	24	24	2	1	45	24	140
20	24	30	2	1	45	24	146
20	24	24	14	1	45	24	152
20	24	30	14	1	45	24	158
20	24	24	20	1	45	24	158
20	24	30	20	1	45	24	164
20	24	24	6	10	30	24	138
20	24	30	6	10	30	24	144
20	24	24	2	10	30	24	134
20	24	30	2	10	30	24	140
20	24	24	14	10	30	24	146

## ANNEXES

20	24	30	14	10	30	24	152
20	24	24	20	10	30	24	152
20	24	30	20	10	30	24	158
20	24	24	6	9	30	24	137
20	24	30	6	9	30	24	143
20	24	24	2	9	30	24	133
20	24	30	2	9	30	24	139
20	24	24	14	9	30	24	145
20	24	30	14	9	30	24	151
20	24	24	20	9	30	24	151
20	24	30	20	9	30	24	157
20	24	24	6	5	30	24	133
20	24	30	6	5	30	24	139
20	24	24	2	5	30	24	129
20	24	30	2	5	30	24	135
20	24	24	14	5	30	24	141
20	24	30	14	5	30	24	147
20	24	24	20	5	30	24	147
20	24	30	20	5	30	24	153
20	24	24	6	3	30	24	131
20	24	30	6	3	30	24	137
20	24	24	2	3	30	24	127
20	24	30	2	3	30	24	133
20	24	24	14	3	30	24	139
20	24	30	14	3	30	24	145
20	24	24	20	3	30	24	145
20	24	30	20	3	30	24	151
20	24	24	6	1	30	24	129
20	24	30	6	1	30	24	135
20	24	24	2	1	30	24	125
20	24	30	2	1	30	24	131
20	24	24	14	1	30	24	137
20	24	30	14	1	30	24	143
20	24	24	20	1	30	24	143
20	24	30	20	1	30	24	149

## ANNEXES

20	24	24	6	10	5	24	113
20	24	30	6	10	5	24	119
20	24	24	2	10	5	24	109
20	24	30	2	10	5	24	115
20	24	24	14	10	5	24	121
20	24	30	14	10	5	24	127
20	24	24	20	10	5	24	127
20	24	30	20	10	5	24	133
20	24	24	6	9	5	24	112
20	24	30	6	9	5	24	118
20	24	24	2	9	5	24	108
20	24	30	2	9	5	24	114
20	24	24	14	9	5	24	120
20	24	30	14	9	5	24	126
20	24	24	20	9	5	24	126
20	24	30	20	9	5	24	132
20	24	24	6	5	5	24	108
20	24	30	6	5	5	24	114
20	24	24	2	5	5	24	104
20	24	30	2	5	5	24	110
20	24	24	14	5	5	24	116
20	24	30	14	5	5	24	122
20	24	24	20	5	5	24	122
20	24	30	20	5	5	24	128
20	24	24	6	3	5	24	106
20	24	30	6	3	5	24	112
20	24	24	2	3	5	24	102
20	24	30	2	3	5	24	108
20	24	24	14	3	5	24	114
20	24	30	14	3	5	24	120
20	24	24	20	3	5	24	120
20	24	30	20	3	5	24	126
20	24	24	6	1	5	24	104
20	24	30	6	1	5	24	110
20	24	24	2	1	5	24	100

## ANNEXES

20	24	30	2	1	5	24	106
20	24	24	14	1	5	24	112
20	24	30	14	1	5	24	118
20	24	24	20	1	5	24	118
20	24	30	20	1	5	30	130
20	24	24	6	10	45	30	159
20	24	30	6	10	45	30	165
20	24	24	2	10	45	30	155
20	24	30	2	10	45	30	161
20	24	24	14	10	45	30	167
20	24	30	14	10	45	30	173
20	24	24	20	10	45	30	173
20	24	30	20	10	45	30	179
20	24	24	6	9	45	30	158
20	24	30	6	9	45	30	164
20	24	24	2	9	45	30	154
20	24	30	2	9	45	30	160
20	24	24	14	9	45	30	166
20	24	30	14	9	45	30	172
20	24	24	20	9	45	30	172
20	24	30	20	9	45	30	178
20	24	24	6	5	45	30	154
20	24	30	6	5	45	30	160
20	24	24	2	5	45	30	150
20	24	30	2	5	45	30	156
20	24	24	14	5	45	30	162
20	24	30	14	5	45	30	168
20	24	24	20	5	45	30	168
20	24	30	20	5	45	30	174
20	24	24	6	3	45	30	152
20	24	30	6	3	45	30	158
20	24	24	2	3	45	30	148
20	24	30	2	3	45	30	154
20	24	24	14	3	45	30	160
20	24	30	14	3	45	30	166



## ANNEXES

20	24	24	20	3	45	30	166
20	24	30	20	3	45	30	172
20	24	24	6	1	45	30	150
20	24	30	6	1	45	30	156
20	24	24	2	1	45	30	146
20	24	30	2	1	45	30	152
20	24	24	14	1	45	30	158
20	24	30	14	1	45	30	164
20	24	24	20	1	45	30	164
20	24	30	20	1	45	30	170
20	24	24	6	10	30	30	144
20	24	30	6	10	30	30	150
20	24	24	2	10	30	30	140
20	24	30	2	10	30	30	146
20	24	24	14	10	30	30	152
20	24	30	14	10	30	30	158
20	24	24	20	10	30	30	158
20	24	30	20	10	30	30	164
20	24	24	6	9	30	30	143
20	24	30	6	9	30	30	149
20	24	24	2	9	30	30	139
20	24	30	2	9	30	30	145
20	24	24	14	9	30	30	151
20	24	30	14	9	30	30	157
20	24	24	20	9	30	30	157
20	24	30	20	9	30	30	163
20	24	24	6	5	30	30	139
20	24	30	6	5	30	30	145
20	24	24	2	5	30	30	135
20	24	30	2	5	30	30	141
20	24	24	14	5	30	30	147
20	24	30	14	5	30	30	153
20	24	24	20	5	30	30	153
20	24	30	20	5	30	30	159
20	24	24	6	3	30	30	137

## ANNEXES

20	24	30	6	3	30	30	143
20	24	24	2	3	30	30	133
20	24	30	2	3	30	30	139
20	24	24	14	3	30	30	145
20	24	30	14	3	30	30	151
20	24	24	20	3	30	30	151
20	24	30	20	3	30	30	157
20	24	24	6	1	30	30	135
20	24	30	6	1	30	30	141
20	24	24	2	1	30	30	131
20	24	30	2	1	30	30	137
20	24	24	14	1	30	30	143
20	24	30	14	1	30	30	149
20	24	24	20	1	30	30	149
20	24	30	20	1	30	30	155
20	24	24	6	10	5	30	119
20	24	30	6	10	5	30	125
20	24	24	2	10	5	30	115
20	24	30	2	10	5	30	121
20	24	24	14	10	5	30	127
20	24	30	14	10	5	30	133
20	24	24	20	10	5	30	133
20	24	30	20	10	5	30	139
20	24	24	6	9	5	30	118
20	24	30	6	9	5	30	124
20	24	24	2	9	5	30	114
20	24	30	2	9	5	30	120
20	24	24	14	9	5	30	126
20	24	30	14	9	5	30	132
20	24	24	20	9	5	30	132
20	24	30	20	9	5	30	138
20	24	24	6	5	5	30	114
20	24	30	6	5	5	30	120
20	24	24	2	5	5	30	110
20	24	30	2	5	5	30	116

## ANNEXES

20	24	24	14	5	5	30	122
20	24	30	14	5	5	30	128
20	24	24	20	5	5	30	128
20	24	30	20	5	5	30	134
20	24	24	6	3	5	30	112
20	24	30	6	3	5	30	118
20	24	24	2	3	5	30	108
20	24	30	2	3	5	30	114
20	24	24	14	3	5	30	120
20	24	30	14	3	5	30	126
20	24	24	20	3	5	30	126
20	24	30	20	3	5	30	132
20	24	24	6	1	5	30	110
20	24	30	6	1	5	30	116
20	24	24	2	1	5	30	106
20	24	30	2	1	5	30	112
20	24	24	14	1	5	30	118
20	24	30	14	1	5	30	124
20	24	24	20	1	5	30	124
20	24	30	20	1	5	30	130
5	24	24	6	10	45	12	126
5	24	30	6	10	45	12	132
5	24	24	2	10	45	12	122
5	24	30	2	10	45	12	128
5	24	24	14	10	45	12	134
5	24	30	14	10	45	12	140
5	24	24	20	10	45	12	140
5	24	30	20	10	45	12	146
5	24	24	6	9	45	12	125
5	24	30	6	9	45	12	131
5	24	24	2	9	45	12	121
5	24	30	2	9	45	12	127
5	24	24	14	9	45	12	133
5	24	30	14	9	45	12	139
5	24	24	20	9	45	12	139

## ANNEXES

5	24	30	20	9	45	12	145
5	24	24	6	5	45	12	121
5	24	30	6	5	45	12	127
5	24	24	2	5	45	12	117
5	24	30	2	5	45	12	123
5	24	24	14	5	45	12	129
5	24	30	14	5	45	12	135
5	24	24	20	5	45	12	135
5	24	30	20	5	45	12	141
5	24	24	6	3	45	12	119
5	24	30	6	3	45	12	125
5	24	24	2	3	45	12	115
5	24	30	2	3	45	12	121
5	24	24	14	3	45	12	127
5	24	30	14	3	45	12	133
5	24	24	20	3	45	12	133
5	24	30	20	3	45	12	139
5	24	24	6	1	45	12	117
5	24	30	6	1	45	12	123
5	24	24	2	1	45	12	113
5	24	30	2	1	45	12	119
5	24	24	14	1	45	12	125
5	24	30	14	1	45	12	131
5	24	24	20	1	45	12	131
5	24	30	20	1	45	12	137
5	24	24	6	10	45	12	126
5	24	30	6	10	30	12	117
5	24	24	2	10	30	12	107
5	24	30	2	10	30	12	113
5	24	24	14	10	30	12	119
5	24	30	14	10	30	12	125
5	24	24	20	10	30	12	125
5	24	30	20	10	30	12	131
5	24	24	6	9	30	12	110
5	24	30	6	9	30	12	116

## ANNEXES

5	24	24	2	9	30	12	106
5	24	30	2	9	30	12	112
5	24	24	14	9	30	12	118
5	24	30	14	9	30	12	124
5	24	24	20	9	30	12	124
5	24	30	20	9	30	12	130
5	24	24	6	5	30	12	106
5	24	30	6	5	30	12	112
5	24	24	2	5	30	12	102
5	24	30	2	5	30	12	108
5	24	24	14	5	30	12	114
5	24	30	14	5	30	12	120
5	24	24	20	5	30	12	120
5	24	30	20	5	30	12	126
5	24	24	6	3	30	12	104
5	24	30	6	3	30	12	110
5	24	24	2	3	30	12	100
5	24	30	2	3	30	12	106
5	24	24	14	3	30	12	112
5	24	30	14	3	30	12	118
5	24	24	20	3	30	12	118
5	24	30	20	3	30	12	124
5	24	24	6	1	30	12	102
5	24	30	6	1	30	12	108
5	24	24	2	1	30	12	98
5	24	30	2	1	30	12	104
5	24	24	14	1	30	12	110
5	24	30	14	1	30	12	116
5	24	24	20	1	30	12	116
5	24	30	20	1	30	12	122
5	24	24	6	10	5	12	86
5	24	30	6	10	5	12	92
5	24	24	2	10	5	12	82
5	24	30	2	10	5	12	88
5	24	24	14	10	5	12	94

## ANNEXES

5	24	30	14	10	5	12	100
5	24	24	20	10	5	12	100
5	24	30	20	10	5	12	106
5	24	24	6	10	5	12	86
5	24	30	6	10	5	12	92
5	24	24	2	10	45	18	128
5	24	30	2	10	45	18	134
5	24	24	14	10	45	18	140
5	24	30	14	10	45	18	146
5	24	24	20	10	45	18	146
5	24	30	20	10	45	18	152
5	24	24	6	10	45	18	132
5	24	30	6	10	45	18	138
5	24	24	2	10	30	18	113
5	24	30	2	10	30	18	119
5	24	24	14	10	30	18	125
5	24	30	14	10	30	18	131
5	24	24	20	10	30	18	131
5	24	30	20	10	30	18	137
5	24	24	6	10	30	18	117
5	24	30	6	10	30	18	123
5	24	24	2	10	5	18	88
5	24	30	2	10	5	18	94
5	24	24	14	10	5	18	100
5	24	30	14	10	5	18	106
5	24	24	20	10	5	18	106
5	24	30	20	10	5	18	112
5	24	24	6	10	5	18	92
5	24	30	6	10	5	18	98
5	24	24	2	9	45	18	127
5	24	30	2	9	45	18	133
5	24	24	14	9	45	18	139
5	24	30	14	9	45	18	145
5	24	24	20	9	45	18	145
5	24	30	20	9	45	18	151

## ANNEXES

5	24	24	6	9	45	18	131
5	24	30	6	5	45	18	133
5	24	24	2	5	45	18	123
5	24	30	2	5	45	19	130
5	24	24	14	5	45	18	135
5	24	30	14	5	45	18	141
5	24	24	20	5	45	18	141
5	24	30	20	5	45	18	147
5	24	24	6	5	45	18	127
5	24	30	6	5	45	18	133
5	24	24	2	3	45	18	121
5	24	30	2	3	45	18	127
5	24	24	14	3	45	18	133
5	24	30	14	3	45	18	139
5	24	24	20	3	45	18	139
5	24	30	20	3	45	18	145
5	24	24	6	3	45	18	125
5	24	30	6	3	45	18	131
5	24	24	2	1	45	18	119
5	24	30	2	1	45	18	125
5	24	24	14	1	45	18	131
5	24	30	14	1	45	18	137
5	24	24	20	1	45	18	137
5	24	30	20	1	45	18	143
5	24	24	6	1	45	18	123
5	24	30	6	1	45	18	129
5	24	24	2	1	45	18	119
5	24	30	2	1	45	18	125
5	24	24	14	1	45	18	131
5	24	30	14	1	45	18	137
5	24	24	20	1	45	18	137
5	24	30	20	1	45	18	143
5	24	24	6	9	30	18	116
5	24	30	6	9	30	18	122
5	24	24	2	9	30	18	112

## ANNEXES

5	24	30	2	9	30	18	118
5	24	24	14	9	30	18	124
5	24	30	14	9	30	18	130
5	24	24	20	9	30	18	130
5	24	30	20	9	30	18	136
5	24	24	6	5	30	18	112
5	24	30	6	5	30	18	118
5	24	24	2	5	30	18	108
5	24	30	2	5	30	18	114
5	24	24	14	5	30	18	120
5	24	30	14	5	30	18	126
5	24	24	20	5	30	18	126
5	24	30	20	5	30	18	132
5	24	24	6	3	30	18	110
5	24	30	6	3	30	18	116
5	24	24	2	3	30	18	106
5	24	30	2	3	30	18	112
5	24	24	14	3	30	18	118
5	24	30	14	3	30	18	124
5	24	24	20	3	30	18	124
5	24	30	20	3	30	18	130
5	24	24	6	1	30	18	108
5	24	30	6	1	30	18	114
5	24	24	2	1	30	18	104
5	24	30	2	1	30	18	110
5	24	24	14	1	30	18	116
5	24	30	14	1	30	18	122
5	24	24	20	1	30	18	122
5	24	30	20	1	30	18	128
5	24	24	6	10	5	18	92
5	24	30	6	10	5	18	98
5	24	24	2	10	5	18	88
5	24	30	2	10	5	18	94
5	24	24	14	10	5	18	100
5	24	30	14	10	5	18	106



## ANNEXES

5	24	24	20	10	5	18	106
5	24	30	20	10	5	18	112
5	24	24	6	9	5	18	91
5	24	30	6	9	5	18	97
5	24	24	2	9	5	18	87
5	24	30	2	9	5	18	93
5	24	24	14	9	5	18	99
5	24	30	14	9	5	18	105
5	24	24	20	9	5	18	105
5	24	30	20	9	5	18	111
5	24	24	6	5	5	18	87
5	24	30	6	5	5	18	93
5	24	24	2	5	5	18	83
5	24	30	2	5	5	18	89
5	24	24	14	5	5	18	95
5	24	30	14	5	5	18	101
5	24	24	20	5	5	18	101
5	24	30	20	5	5	17	106
5	24	24	6	3	5	18	85
5	24	30	6	3	5	18	91
5	24	24	2	3	5	18	81
5	24	30	2	3	5	18	87
5	24	24	14	3	5	18	93
5	24	30	14	3	5	18	99
5	24	24	20	3	5	18	99
5	24	30	20	3	5	18	105
5	24	24	6	1	5	18	83
5	24	30	6	1	5	18	89
5	24	24	2	1	5	18	79
5	24	30	2	1	5	18	85
5	24	24	14	1	5	18	91
5	24	30	14	1	5	18	97
5	24	24	20	1	5	18	97
5	24	30	20	1	5	18	103
5	24	24	6	10	45	24	138

## ANNEXES

5	24	30	6	10	45	24	144
5	24	24	2	10	45	24	134
5	24	30	2	10	45	24	140
5	24	24	14	10	45	24	146
5	24	30	14	10	45	24	152
5	24	24	20	10	45	24	152
5	24	30	20	10	45	24	158
5	24	24	6	9	45	24	137
5	24	30	6	9	45	24	143
5	24	24	2	9	45	24	133
5	24	30	2	9	45	24	139
5	24	24	14	9	45	24	145
5	24	30	14	9	45	24	151
5	24	24	20	9	45	24	151
5	24	30	20	9	45	24	157
5	24	24	2	9	30	24	118
5	24	30	2	9	30	24	124
5	24	24	14	9	30	24	130
5	24	30	14	9	30	24	136
5	24	24	20	9	30	24	136
5	24	30	20	9	30	24	142
5	24	24	6	5	30	24	118
5	24	30	6	5	30	24	124
5	24	24	2	5	30	24	114
5	24	30	2	5	30	24	120
5	24	24	14	5	30	24	126
5	24	30	14	5	30	24	132
5	24	24	20	5	30	42	150
5	24	30	20	5	30	24	138
5	24	24	6	3	30	24	116
5	24	30	6	3	30	24	122
5	24	24	2	3	30	24	112
5	24	30	2	3	30	24	118
5	24	24	14	3	30	24	124
5	24	30	14	3	30	24	130

## ANNEXES

5	24	24	20	3	30	24	130
5	24	30	20	3	3	24	109
5	24	24	6	1	30	24	114
5	24	30	6	1	30	24	120
5	24	24	2	1	30	24	110
5	24	30	2	1	30	24	116
5	24	24	14	1	30	24	122
5	24	30	14	1	30	24	128
5	24	24	20	1	30	24	128
5	24	30	20	1	30	24	134
5	24	24	6	10	5	24	98
5	24	30	6	10	5	24	104
5	24	24	2	10	5	24	94
5	24	30	2	10	5	24	100
5	24	24	14	10	5	24	106
5	24	30	14	10	5	24	112
5	24	24	20	10	5	24	112
5	24	30	20	10	5	24	118
5	24	24	6	9	5	24	97
5	24	30	6	9	5	24	103
5	24	24	2	9	5	24	93
5	24	30	2	9	5	24	99
5	24	24	14	9	5	24	105
5	24	30	14	9	5	24	111
5	24	24	20	9	5	24	111
5	24	30	20	9	5	24	117
5	24	24	6	5	5	24	93
5	24	30	6	5	5	24	99
5	24	24	2	5	5	24	89
5	24	30	2	5	5	24	95
5	24	24	14	5	5	24	101
5	24	30	14	5	5	24	107
5	24	24	20	5	5	24	107
5	24	30	20	5	5	24	113
5	24	24	6	3	5	24	91

## ANNEXES

5	24	30	6	3	5	24	97
5	24	24	2	3	5	24	87
5	24	30	2	3	5	24	93
5	24	24	14	3	5	24	99
5	24	30	14	3	5	24	105
5	24	24	20	3	5	24	105
5	24	30	20	3	5	24	111
5	24	24	6	1	5	24	89
5	24	30	6	1	5	24	95
5	24	24	2	1	5	24	85
5	24	30	2	1	5	24	91
5	24	24	14	1	5	24	97
5	24	30	14	1	5	24	103
5	24	24	20	1	5	24	103
5	24	30	20	1	5	24	109
5	24	24	6	10	45	24	138
5	24	30	6	10	45	30	150
5	24	24	2	10	45	30	140
5	24	30	2	10	45	30	146
5	24	24	14	10	45	30	152
5	24	30	14	10	45	30	158
5	24	24	20	10	45	30	158
5	24	30	20	10	45	30	164
5	24	24	6	9	45	30	143
5	24	30	6	9	45	30	149
5	24	24	2	9	45	30	139
5	24	30	2	9	45	30	145
5	24	24	14	9	45	30	151
5	24	30	14	9	45	30	157
5	24	24	20	9	45	30	157
5	24	30	20	9	45	30	163
5	24	24	6	5	45	30	139
5	24	30	6	5	45	30	145
5	24	24	2	5	45	30	135
5	24	30	2	5	45	30	141

## ANNEXES

5	24	24	14	5	45	30	147
5	24	30	14	5	45	30	153
5	24	24	20	5	45	30	153
5	24	30	20	5	45	30	159
5	24	24	6	3	45	30	137
5	24	30	6	3	45	30	143
5	24	24	2	3	45	30	133
5	24	30	2	3	45	30	139
5	24	24	14	3	45	30	145
5	24	30	14	3	45	30	151
5	24	24	20	3	45	30	151
5	24	30	20	3	45	30	157
5	24	24	6	1	45	30	135
5	24	30	6	1	45	30	141
5	24	24	2	1	45	30	131
5	24	30	2	1	45	30	137
5	24	24	14	1	45	30	143
5	24	30	14	1	45	30	149
5	24	24	20	1	45	30	149
5	24	30	20	1	30	30	140
5	24	24	6	10	30	30	129
5	24	30	6	10	30	30	135
5	24	24	2	10	30	30	125
5	24	30	2	10	30	30	131
5	24	24	14	10	30	30	137
5	24	30	15	10	30	30	144
5	24	24	20	10	30	30	143
5	24	30	20	10	30	30	149
5	24	24	6	9	30	30	128
5	24	30	6	9	30	30	134
5	24	24	2	9	30	30	124
5	24	30	2	9	30	30	130
5	24	24	14	9	30	30	136
5	24	30	14	9	30	30	142
5	24	24	20	9	30	30	142

## ANNEXES

5	24	30	20	9	30	30	148
5	24	24	6	5	30	30	124
5	24	30	6	5	30	30	130
5	24	24	2	5	30	30	120
5	24	30	2	5	30	30	126
5	24	24	14	5	30	30	132
5	24	30	14	5	30	30	138
5	24	24	20	5	30	30	138
5	24	30	20	5	30	30	144
5	24	24	6	3	30	30	122
5	24	30	6	3	30	30	128
5	24	24	2	3	30	30	118
5	24	30	2	3	30	30	124
5	24	24	14	3	30	30	130
5	24	30	14	3	30	30	136
5	24	24	20	3	30	30	136
5	24	30	20	3	30	30	142
5	24	24	6	1	30	30	120
5	24	30	6	1	30	30	126
5	24	24	2	1	30	30	116
5	24	30	2	1	30	30	122
5	24	24	14	1	30	30	128
5	24	30	14	1	30	30	134
5	24	24	20	1	30	30	134
5	24	30	20	1	30	30	140
5	24	24	6	10	5	30	104
5	24	30	6	10	5	30	110
5	24	24	2	10	5	30	100
5	24	30	2	10	5	30	106
5	24	24	14	10	5	30	112
5	24	30	14	10	5	30	118
5	24	24	20	10	5	30	118
5	24	30	20	10	5	30	124
5	24	24	6	1	45	30	135
5	24	30	6	1	45	30	141

## ANNEXES

5	24	24	2	1	45	30	131
5	24	30	2	1	45	30	137
5	24	24	14	1	45	30	143
5	24	30	14	1	45	30	149
5	24	24	20	1	45	30	149
5	24	30	20	10	30	30	149
5	24	24	6	10	30	30	129
5	24	30	6	10	30	30	135
5	24	24	2	10	30	30	125
5	24	30	2	10	30	30	131
5	24	24	14	10	30	30	137
5	24	30	14	10	30	30	143
5	24	24	20	10	30	30	143
5	24	30	20	9	30	30	148
5	24	24	6	9	30	30	128
5	24	30	6	9	30	30	134
5	24	24	2	9	30	30	124
5	24	30	2	9	30	30	130
5	24	24	14	9	30	30	136
5	24	30	14	9	30	30	142
5	24	24	20	9	30	30	142
5	24	30	20	5	30	30	144
5	24	24	6	5	30	30	124
5	24	30	6	5	30	30	130
5	24	24	2	5	30	30	120
5	24	30	2	5	30	30	126
5	24	24	14	9	30	30	136
5	24	30	14	9	30	30	142
5	24	24	20	9	30	30	142
5	24	30	20	9	5	30	123
5	24	24	6	9	5	30	103
5	24	30	6	9	5	30	109
5	24	24	2	9	5	30	99
5	24	30	2	9	5	30	105
5	24	24	14	5	5	30	107





## Résumé

Ce mémoire de recherche prend en charge la question de vulnérabilité à la pollution des eaux souterraines de la région de Oued Eddous. L'étude de cette vulnérabilité à la pollution a été déterminée on se basant sur la méthode DRASTIC par l'application de ces sept paramètres : la profondeur de la nappe (**D**), la Recharge nette (**R**), la Nature de la zone saturé (**A**), le Type du Sol (**S**), la Topographie (**T**) , L'impact de zone non saturée (**I**), la conductivité hydraulique (**C**). La cartographie de ces différents paramètres permet, après leur superposition, l'établissement de la carte de vulnérabilité. Cette méthode fait sortir quatre zones à vulnérabilité différentes : une zone à très faible vulnérabilité (**83**), une zone a vulnérabilité faible (**113**), une zone a vulnérabilité moyen (**143**), une zone de vulnérabilité Élevé (**174**) et une zone a vulnérabilité très élevé (**204**). L'exploitation de la carte de vulnérabilité contribuée à la protection durable des ressources naturelles. La projection des sources de pollution sur la carte de vulnérabilité nous a donné la carte de risque.

**Mots clé** : Vulnérabilité, DRASTIC, Carte de risque, Pollution, Zone de Oued Eddous .

## Abstract

This research paper addresses the issue of vulnerability to groundwater pollution in the Oued Eddous région. The study of this vulnerability to pollution was determined based on the DRASTIC method by the application of these Seven parameters: the Depth of the water (**D**), the recharge of the aquifer (**R**), the aquifer media (**A**), the soil media (**S**), the topography (**T**), the impact of the vadose zone (**I**), and the conductivity of the aquifer (**C**).

The mapping of these different parameters allows, after their superposition, the establishment of the vulnerability map. This method brings out four

zones with different vulnerabilities: a zone with very low vulnerability (**83**), a zone with low vulnerability (**113**), a zone with medium vulnerability (**143**), a zone with high vulnerability

(**174**), and a zone with very high vulnerability (**204**). Exploitation of the vulnerability map contributed to the sustainable protection of natural resources. The projection of pollution sources on the vulnerability map gave us the risk map.

**Keywords**: Vulnerability, DRASTIC, Risk Map, Pollution, Oued Eddous Zon

## ملخص

إن دراسة ضعف المياه الجوفية للتلوث باستخدام طريقة جذرية DRASTIC لديها ميزة الجمع بين المعلمات السبع التالية : عمق طبقات المياه (**D**), التغذية الفعال لطبقة المياه الجوفية (**R**), الخصائص الصخرية لطبقة المياه الجوفية (**A**), نوع التربة (**S**), التضاريس (**T**), وتأثير المنطقة الغير مشبعة (**I**) , الموصلية (**c**) , إن رسم خرائط لهذه المعلمات المختلفة تسمح بعد التركيب، إلى رسم خريطة الضعف، لقد تم تطبيق هذه الطريقة علي المياه الجوفية لمنطقة Oued Ed Dous، باستنتاج أربعة مناطق ضعف: منطقة ذات ضعف منخفض جدا (**83**)، منطقة ذات ضعف منخفض (**113**) منطقة ذات ضعف متوسط (**143**)، منطقة ذات ضعف شديد (**174**)، منطقة ذات ضعف شديد جدا (**204**) إن استغلال خريطة الضعف يساهم في الحماية المستدامة للموارد الطبيعية. إن اسقاط مصادر التلوث على خريطة الضعف يعطينا خريطة الخ

**كلمات البحث**: الضعف، المياه الجوفية، Oued Eddous، ، DRASTIC خريطة الخطر.

