



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



**UNIVERSITE DE BATNA 2 – MOSTEFA BEN BOULAIID -**  
**FACULTE/INSTITUT DE : SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS**  
**DEPARTEMENT DE : GEOGRAPHIE ET AMENAGEMENT DU TERRITOIRE**

## **THESE**

**Présentée pour l'obtention du titre de :**

**Docteur en Géographie et**  
**Aménagement du Territoire**

**Option : Géomatique pour la maîtrise des territoires**

**Sous le thème :**

**Elaboration d'une base de données SIG Géo- décisionnelle pour**  
**l'analyse et la gestion des situations épidémiologiques dans la**  
**région des Aurès.**

**Présentée par :**

**Douha Asma**

**Devant le jury composé de :**

<b>• Habibi Yahyaoui</b>	<b>MCA</b>	<b>Université de Batna 2</b>	<b>Président</b>
<b>• Kalla Mahdi</b>	<b>Professeur</b>	<b>Université de Batna 2</b>	<b>Rapporteur</b>
<b>• Boutiba Makhlouf</b>	<b>Professeur</b>	<b>USTHB Alger</b>	<b>Examineur</b>
<b>• Guettouche Med Said</b>	<b>Professeur</b>	<b>USTHB Alger</b>	<b>Examineur</b>
<b>• Belloula Moufida</b>	<b>MCA</b>	<b>Université de Batna 2</b>	<b>Examineur</b>

**Année universitaire : 2021/2022**

## Table des matières

Remerciements .....	I
Dédicace .....	II
Liste des tableaux.....	III
Liste des figures.....	V
Liste des cartes.....	VII
Liste des abréviations .....	VIII
Introduction générale.....	02
<i>Chapitre 1 : Le cadre physique et socio-économique de la wilaya de Batna</i>	
Introduction.....	08
1- Caractéristiques physiques.....	08
1-1- Situation géographique de la wilaya de Batna.....	08
1-2- Relief.....	11
1-2-1- Les hautes plaines telliennes.....	11
1-2-2- Les reliefs montagneux ou “ la jonction des deux atlas ”.....	11
1-2-3- Les Hautes Plaines Steppiques.....	12
1-2-3 -1- Les Glacis.....	13
1-2-3-2- La Plaine du Hodna.....	13
1-2-3-3- Le Chott El Hodna.....	13
1-3- Hydrologie de surface.....	14
1-4- Géologie.....	15
1-4-1- Les facies.....	15
1-4-2- La lithologie et perméabilité des terrains.....	16
1-5- Climatologie.....	17
1-5-1- La température.....	17
1-5-2- Les précipitations.....	18
1-5-2-1- Les variations annuelles.....	19
1-5-2-2- Les variations saisonnières.....	19
1-5-2-3- Les variations mensuelles.....	20
1-5-3 – Diagramme Ombro- thermique de Gaussen.....	21

1-5-4- Le quotient pluviométrique d'Emberger.....	22
1-5-5- Le Vent.....	23
1-5-6- L'Humidité.....	24
1-5-7- La neige.....	25
2- Les caractéristiques socio-économiques.....	25
2-1-Population.....	25
2-1-1- Constatations générales.....	25
2-1-2- Densités de population.....	26
2-1-3- Évolution de la population de la wilaya de Batna (1959-2019).....	28
2-2- Habitat.....	30
2-2-1- Evolution du parc de logements dans la wilaya de Batna.....	30
2-2-2- Nombre de logements.....	30
2-3- Emploi.....	32
2-3-1- Répartition de la population active et occupée.....	32
2-3-2- Nombre de personnes sans revenus.....	33
2-3-3- Le niveau d'investissement étatique.....	34
2-4- Equipements .....	34
2-4 -1- Education et formation.....	34
2-4-2- Infrastructures sanitaires.....	35
2-4-2-1- Répartition spatiale des entités médicales et les médecins....	36
2-5- Les réseaux.....	37
2-5-1- Réseau routier.....	37
2-5-2- Réseau ferroviaire.....	39
2-5-3- Réseau d'assainissement et l'alimentation en eau potable (AEP).....	40
Conclusion.....	42
 <i>Chapitre 2 : Généralités sur les maladies transmissibles : Cas de la Tuberculose</i>	
Introduction.....	44
1- Différents types des maladies épidémiologiques.....	44
1-1- Les maladies non transmissibles.....	44
1-2- Les maladies transmissibles.....	44

1-2-1- Mode de transmission.....	44
1-2-1-1-Transmission indirecte.....	45
1-2-1-2-Transmission directe.....	45
2- Cas de la Tuberculose.....	45
2-1- Histoire de la Tuberculose.....	45
2-2- Définition de la Tuberculose.....	47
2-3- Caractéristiques de l'agent causal.....	48
2-4- Transmission de la Tuberculose.....	49
2-4-1- La voie directe.....	49
2-4-2- La voie indirecte.....	50
2-5- Histoire naturelle de la Tuberculose.....	51
2-5-1- Etape de l'infection.....	51
2-5-2- Etape de la maladie (tuberculose active) .....	51
2-6- Les formes cliniques de la Tuberculose.....	52
2-6-1- La forme pulmonaire.....	52
2-6-2- La forme extra-pulmonaire.....	53
2-7- Diagnostic de la Tuberculose.....	54
2-8- Traitement de la Tuberculose.....	54
2-8-1- Traitement curatif.....	54
2-8-2- Traitement préventif.....	55
Conclusion.....	56
 <i>Chapitre 3 : Dynamique et épidémiologie de la Tuberculose</i>	
Introduction.....	58
1- L'épidémiologie.....	58
1-1-Définition.....	58
1-1-1- L'épidémiologie descriptive.....	58
1-1-2- L'épidémiologie analytique.....	58
1-1-3- L'épidémiologie évaluative.....	59
1-2- Formes épidémiologiques des maladies.....	59
2- Epidémiologie de la Tuberculose.....	60

2-1- Situation épidémiologique de la Tuberculose dans le monde.....	60
2-1-1- Évolution temporelle de la Tuberculose dans le monde.....	61
2-2- Epidémiologie de la Tuberculose en Afrique.....	36
2-3- Situation d'épidémie de la Tuberculose en Algérie.....	36
2-3-1- Programme National de Lutte contre la Tuberculose (PNLT).....	64
2-3-2- Tendances évolutives depuis l'indépendance du pays.....	64
2-4- Situation de la Tuberculose au niveau de la Wilaya de Batna.....	65
2-4-1- Répartition communale des cas de Tuberculose dans la Wilaya de Batna	65
2-4-2- Evolution temporelle des cas de Tuberculose à l'échelle de la Wilaya	66
3- Les Facteurs de risques généraux responsables de la Tuberculose.....	67
3-1- Facteurs de risques environnementaux.....	68
3-2- Facteurs de risque biologiques.....	68
3-3- Facteurs socio-économiques.....	69
3-4- Emergence de souches multi-résistantes.....	69
3-5- Des phénomènes épidémiologiques.....	70
3-5-1- L'expansion de l'épidémie du SIDA.....	70
3-5-2- Pandémie de COVID-19.....	70
Conclusion.....	71
 <i>Chapitre 4 : Conception et implémentation de la base de données SIG</i>	
Introduction.....	73
1- La géomatique.....	73
2- Système d'information géographique (SIG) .....	73
3- Géomatique et santé.....	74
4- L'utilisation de l'analyse spatiale dans le domaine de la santé.....	74
5- Avantages de la géomatique et SIG dans le domaine de l'épidémiologie.....	74
6- Méthodologie de travail.....	75
6-1- La collecte des données.....	75
6-2- Types de données.....	76
6-3- La conception.....	77
6-3-1- La modélisation.....	78

6-3-2- Le modèle conceptuel de données (MCD) .....	79
6-3-4- Concepts de base.....	79
6-3-4-1- Entité.....	79
6-3-4-2- Association.....	79
6-3-4-3- Cardinalité.....	79
6-4- La saisie des données.....	80
6-5- Choix de méthodes et logiciels pour l'analyse des données.....	82
6-6- Interrogation de la base de données.....	84
Conclusion.....	84
 <i>Chapitre 5 : Analyse et modélisation de la vulnérabilité à la TB dans la Wilaya de Batna</i>	
Introduction.....	86
1- Corrélation entre les différents paramètres de vulnérabilités et le nombre de cas déclarés de TB.....	89
1-1- Corrélation entre le nombre de cas déclarés de TB et le nombre de population.....	89
1-2- Les facteurs du risque de la TB dans l'espace territorial de la Wilaya de Batna .....	91
1-2-1- Aspects économiques.....	91
1-2-2- Aspects sociétaux.....	92
1-2-3- Aspects sanitaires.....	92
1-3- Corrélation entre les paramètres de vulnérabilités / nombre de cas de TB déclarés.....	92
2- Analyse multicritère hiérarchique (AHP) .....	96
2-1- Généralités sur l'AHP.....	96
2-2- Classification des paramètres selon leur poids (Pondération des éléments)	97
2-3- Comparaison binaire.....	98
2-4- Évaluation de la cohérence logique.....	98
2-5- Exécution de l'outil AHP dans ArcGIS.....	99
2-6- Analyse spatiale.....	100
3- Analyse en composante principale.....	102
3-1- Généralités sur l'ACP.....	102

3-2- Analyse statistique descriptive des résultats.....	103
3-3- Analyse factorielle.....	103
3-3-1- Corrélation inter-items.....	104
3-3-2- Mesure de l'adéquation de l'échantillonnage (KMO) .....	104
3-3-3- Test de sphéricité de Bartlett.....	105
3-3-4- Nombre de facteurs à retenir.....	106
3-3-5- Interprétation des facteurs.....	108
3-3-5-1- La rotation.....	109
3-3-5-2- Première composante principale.....	110
3-3-5-3- Deuxième composante principale.....	111
3-4- Analyse spatiale.....	114
4- Comparaison entre les résultats d'ACP et AHP.....	117
Conclusion.....	119
 <i>Chapitre 6 : L'aide à la décision et actions</i>	
Introduction.....	121
1- Le risque.....	121
2- L'aléa.....	121
3- La vulnérabilité.....	122
4- Le risque majeur.....	122
5- Qu'est-ce qu'une crise ? .....	122
6- L'aide à la décision.....	123
6-1- Définition.....	123
6-2- Méthodes d'aide à la décision.....	123
6-2-1- Les méthodes de décision multicritères.....	124
6-2-2- SIG.....	124
7- Le processus de gestion des risques en épidémiologie (Cas de la Tuberculose)	124
7-1- L'analyse de risque.....	125
7-1-1- Évaluation de l'amplitude des pertes.....	125
7-1-1-1- L'ampleur de l'aléa.....	125
7-1-1-2- Niveau de vulnérabilité de territoire.....	125

7-1-1-3- Dimension spatiale du risque.....	126
7-1-1-4- Apport de géomatique dans la gestion des risques.....	127
7-2- La prévention.....	127
7-3- La résilience.....	128
7-3-1- Les capacités de la résilience.....	128
7-4- Actions.....	129
7-5- Perspectives.....	130
Conclusion.....	131
Conclusion générale.....	133
BIBLIOGRAPHIE.....	136
RESUME	



## **Remerciements**

*Le grand merci au bon DIEU tout-puissant qui m'a donné le courage, la force et la patience pour finir ce travail.*

*Je tiens à présenter mes humbles et sincères remerciements, ainsi que ma profonde gratitude à mon directeur de thèse Monsieur le professeur KALLA MAHDI, le directeur du laboratoire de recherche « Risques Naturels et Aménagement du Territoire » LRNAT pour tous ses conseils judicieux et son soutien tout au long de la préparation de ce travail, ainsi que pour sa patience, son aide précieuse et sa disponibilité inconditionnelle, malgré ses innombrables préoccupations scientifiques.*

*Mes remerciements s'adressent également à Madame Docteur Messaadia Nawel (Epidémiologiste, direction de la santé de la wilaya de Batna), pour son aide dans la collecte combien difficile des données.*

*Je remercie particulièrement Dr Guellouh Sami, Dr Lahmar Belgacem, Dr Habibi Yahiaoui, et Dr Kalla Mohamed Issam, pour toutes leurs aides précieuses et majeures qu'ils m'ont apportés tout au long de la préparation de ce travail.*

*Je n'oublie pas de remercier vivement les membres de jury d'avoir accepté d'examiner ce travail malgré leurs nombreuses charges et préoccupations.*

*Enfin, je ne saurais trouver le moyen d'exprimer mes remerciements au Professeur Dridi Hadda et toute ma famille pour leur soutien sans limites tout le long de mon parcours.*

**Asma Douha**

## ***Dédicace***

*C'est avec grand plaisir que je dédie ce modeste travail :*

*A toute ma famille, source d'espoir et de motivation, qu'Allah les préserve.*

*A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin.*

*Aux personnes qui sont proches et chères à mon cœur.*

***Asma***

## Liste des tableaux

<b>Tableau N° 01:</b>	Répartition administrative des unités territoriales de la wilaya de Batna	<b>09</b>
<b>Tableau N° 02:</b>	Variation des températures moyennes mensuelles (en °C) à la station d'AinS'Khouna (2003-2014).	<b>18</b>
<b>Tableau N° 03:</b>	Répartition annuelle des précipitations à la station d'Ain Skhouna (1971-2012).	<b>19</b>
<b>Tableau N° 04:</b>	Répartition saisonnière des précipitations à Ain Skhouna (1988-2010).	<b>20</b>
<b>Tableau N° 05:</b>	Les pluies moyennes mensuelles à la station d'Ain Skhouna (1989-2011).	<b>20</b>
<b>Tableau N° 06:</b>	La relation entre les températures et les précipitations.	<b>21</b>
<b>Tableau N° 07:</b>	Moyenne mensuelle de la vitesse du vent à Ain S'khouna (2004-2014).	<b>23</b>
<b>Tableau N° 08:</b>	Répartition moyenne mensuelle de l'humidité relative à la station d'Ain S'Khouna (1971-2010)	<b>24</b>
<b>Tableau N° 09:</b>	La densité de population de la wilaya de Batna 2019 par commune	<b>26</b>
<b>Tableau N° 10:</b>	Évolution de la population de la wilaya de Batna (1959-2019).	<b>29</b>
<b>Tableau N° 11:</b>	Evolution du parc de logements dans la wilaya de Batna (1998-2019).	<b>30</b>
<b>Tableau N° 12:</b>	Répartition de la population active et occupée de la wilaya de Batna	<b>32</b>
<b>Tableau N° 13:</b>	Les routes nationales traversant la wilaya de Batna.	<b>38</b>
<b>Tableau N° 14:</b>	Objectifs mondiaux en matière de lutte contre la tuberculose jusqu'à 2030.	<b>61</b>
<b>Tableau N° 15:</b>	La description et la source de données utilisées	<b>76</b>
<b>Tableau N° 16:</b>	Méthodes et logiciels choisis.	<b>82</b>
<b>Tableau N° 17:</b>	La détermination de l'importance relative des facteurs par échelle de 1 à 9	<b>97</b>
<b>Tableau N° 18:</b>	Classification des facteurs selon leur poids	<b>98</b>
<b>Tableau N° 19:</b>	Matrice des jugements.	<b>98</b>

<b>Tableau N° 20:</b>	Détermination du poids de chaque critère.	<b>98</b>
<b>Tableau N° 21:</b>	La pondération pour les différentes classes d'un même critère.	<b>100</b>
<b>Tableau N° 22:</b>	Statistiques descriptives des variables	<b>103</b>
<b>Tableau N° 23:</b>	Matrice de corrélation entre les variables	<b>104</b>
<b>Tableau N° 24:</b>	Indice KMO et test de Bartlett	<b>106</b>
<b>Tableau N° 25:</b>	Valeurs propres et pourcentage de la variance expliquée par chaque axe factoriel.	<b>107</b>
<b>Tableau N° 26:</b>	La matrice des composantes sans rotation	<b>108</b>
<b>Tableau N° 27:</b>	La matrice des composantes après la rotation	<b>109</b>

## Liste des figures

<b>Figure N° 01:</b>	Températures moyennes, minimales et maximales à la station d'Ain S'Khouna (2003-2014).	<b>18</b>
<b>Figure N° 02:</b>	Répartition saisonnière des précipitations à Ain Skhouna (1988-2010)	<b>20</b>
<b>Figure N° 03:</b>	Répartition des pluies mensuelles à la station d'Ain S'Khouna (1989-2011).	<b>21</b>
<b>Figure N° 04:</b>	Diagramme Ombro-thermique de Gaussen	<b>22</b>
<b>Figure N° 05:</b>	Quotient bioclimatique méthode d'Emberger.	<b>23</b>
<b>Figure N° 06:</b>	Moyenne mensuelle de la vitesse de vent à la station d'Ain S'Khouna (2004-2014).	<b>24</b>
<b>Figure N° 07:</b>	Répartition moyenne mensuelle de l'humidité relative à la station d'Ain S'Khouna (1971-2010).	<b>24</b>
<b>Figure N° 08:</b>	Évolution de la population de la wilaya de Batna (1959-2019).	<b>29</b>
<b>Figure N° 09:</b>	Le médecin allemand Robert Koch.	<b>47</b>
<b>Figure N° 10:</b>	Le Bacille de Koch au microscope électronique.	<b>49</b>
<b>Figure N° 11:</b>	Transmission de la Tuberculose par voie directe.	<b>50</b>
<b>Figure N° 12:</b>	Les étapes de développement de la TB dans le corps humain.	<b>52</b>
<b>Figure N° 13:</b>	Les plus fréquentes localisations anatomiques de la Tuberculose.	<b>53</b>
<b>Figure N° 14:</b>	La Tuberculose.	<b>55</b>
<b>Figure N° 15:</b>	Evolution de la Tuberculose dans le monde (2002-2019).	<b>62</b>
<b>Figure N° 16:</b>	Incidences estimées de la Tuberculose par pays en 2016.	<b>63</b>
<b>Figure N° 17:</b>	Evolution de l'incidence de Tuberculose en Algérie (1963-2018)	<b>65</b>
<b>Figure N° 18:</b>	Evolution temporelle des cas de Tuberculose (2003-2018) dans la Wilaya de Batna.	<b>67</b>
<b>Figure N° 19:</b>	Les différents types de données utilisés.	<b>77</b>
<b>Figure N° 20:</b>	Processus de conception d'une base de données.	<b>78</b>
<b>Figure N° 21:</b>	Modèle Conceptuel de Données.	<b>80</b>

<b>Figure N° 22:</b>	Capture d'écran de la table attributaire après la saisie sur Arc GIS.	<b>81</b>
<b>Figure N° 23:</b>	Capture d'écran de la base de données sur SPSS	<b>81</b>
<b>Figure N° 24:</b>	Etape d'analyse des données sur Arc GIS.	<b>83</b>
<b>Figure N° 25:</b>	Extrait d'analyse factorielle sur SPSS.	<b>83</b>
<b>Figure N° 26:</b>	Extrait d'analyse par la requête SQL sur Arc GIS 10.2.	<b>84</b>
<b>Figure N° 27:</b>	Corrélation entre le nombre de cas déclarés de Tuberculose avec le nombre de population.	<b>90</b>
<b>Figure N° 28:</b>	Corrélation entre les différents facteurs intervenant dans l'analyse avec le nombre de cas déclarés de la Tuberculose	<b>92</b>
<b>Figure N° 29:</b>	L'analyse AHP sous Arc GIS.	<b>99</b>
<b>Figure N° 30:</b>	Graphique des valeurs propres.	<b>108</b>
<b>Figure N° 31:</b>	Représentation graphique de la projection des variables après rotation sur le plan factoriel	<b>110</b>
<b>Figure N° 32:</b>	Représentation graphique de la projection des individus sur le plan factoriel F1xF2- . Les communes de la Wilaya de Batna	<b>112</b>
<b>Figure N° 33:</b>	Représentation graphique de la projection des individus sur le plan factoriel F1xF2-.Nombre de personnes touchés par la Tuberculose	<b>112</b>
<b>Figure N° 34:</b>	Exécution les résultats de l'ACP sur Arc Gis	<b>115</b>
<b>Figure N° 35:</b>	Interrogation de la base de données sur Arc Gis	<b>118</b>

## Liste des cartes

<b>Carte N° 01 :</b>	La situation géographique de la zone d'étude	<b>09</b>
<b>Carte N° 02 :</b>	Organisation administrative des daïras de la wilaya de Batna	<b>10</b>
<b>Carte N° 03 :</b>	Carte du MNA de la wilaya de Batna. Carte hypsométrique	<b>12</b>
<b>Carte N° 04 :</b>	Carte des pentes de la wilaya de Batna	<b>13</b>
<b>Carte N° 05 :</b>	Réseau hydrographique dans la wilaya de Batna.	<b>15</b>
<b>Carte N° 06 :</b>	Carte géologique de la wilaya de Batna	<b>17</b>
<b>Carte N° 07 :</b>	Répartition spatiale de la densité de la population dans la wilaya de Batna par commune.	<b>28</b>
<b>Carte N° 08 :</b>	Nombre de logements à l'échelle de la wilaya de Batna.	<b>31</b>
<b>Carte N° 09 :</b>	Nombre de personnes sans revenu dans la wilaya de Batna	<b>33</b>
<b>Carte N° 10 :</b>	Le niveau d'investissement étatique des petites entreprises de la wilaya de Batna	<b>34</b>
<b>Carte N° 11 :</b>	Répartition spatiale des entités médicales dans la wilaya de Batna.	<b>36</b>
<b>Carte N° 12 :</b>	Répartition spatiale des médecins dans la wilaya de Batna.	<b>37</b>
<b>Carte N° 13 :</b>	Carte de classification du réseau routier de la wilaya de Batna	<b>39</b>
<b>Carte N° 14 :</b>	Carte de la classification des communes de la wilaya de Batna selon la dotation réelle en eau.	<b>41</b>
<b>Carte N° 15 :</b>	Carte de la classification des communes de la wilaya de Batna selon le taux de raccordement au réseau d'assainissement.	<b>41</b>
<b>Carte N° 16 :</b>	Répartition spatiale des cas de Tuberculose dans la wilaya de Batna (2003-2018).	<b>66</b>
<b>Carte N° 17 :</b>	Nombre de cas déclarés de la Tuberculose dans la wilaya de Batna par commune	<b>89</b>
<b>Carte N° 18 :</b>	Répartition de la population de la wilaya de Batna par commune	<b>90</b>
<b>Carte N° 19 :</b>	Cartes thématiques des facteurs intervenant dans l'analyse	<b>95</b>
<b>Carte N° 20 :</b>	La vulnérabilité à la Tuberculose dans la wilaya de Batna	<b>101</b>
<b>Carte N° 21 :</b>	Score standardisé de la première composante principale (facteurs Socio- économiques) sur la wilaya de Batna par commune à concurrence de 85,283%.	<b>115</b>
<b>Carte N° 22 :</b>	Score standardisé de la deuxième composante principale (entité médicale) sur la wilaya de Batna par commune à concurrence de 8,583 %.	<b>116</b>
<b>Carte N° 23 :</b>	Résultat de la requête simple: nombre de cas déclarés de la TB supérieur à 150 cas	<b>118</b>

## Liste des abréviations

- ACP** : Analyse en Composante Principale
- AEP** : Alimentation en Eau Potable
- AHP** : Analytic Hierarchy Process
- ANDI** : Agence Nationale de Développement des Investissements de la wilaya de Batna
- BCG** : vaccin Bilié de Calmette et Guérin
- BK** : Bacilles de Koch
- DPSB** : Direction de la Programmation et du Suivi Budgétaires
- INSP** : Institut National de Santé Publique
- KMO** : l'indice de Kaiser-Mayer-Olkin
- MCD** : Modèle Conceptuel de Données
- MDR-TB** : Tuberculose multi-résistante
- MLD** : Modèle Logique de Données
- MNA** : Modèle Numérique d'Altitude
- MNT** : Maladie Non Transmissible
- MPD** : Modèle Physique de Données
- ODD** : Objectif de Développement Durable
- OMS** : Organisation Mondiale de la Santé
- ONU** : Organisation des Nations Unies
- PAW** : Plan d'Aménagement de la Wilaya
- PNLT** : Programme National de Lutte Contre la Tuberculose
- RGPH** : Recensement Général de la Population et de l'Habitat
- SIDA** : Syndrome d'ImmunoDéficiency Acquis
- SIG** : Système d'Information Géographique
- SQL** : Selection Query Language
- STEP**: Station d'épuration
- TB** : Tuberculose
- TOL** : Taux d'Occupation de Logement
- UML** : Unified Modeling Language
- VII** : Virus d'Immunodéficience Humaine



# *Introduction générale*

### **Introduction générale**

Les sociétés humaines dans leurs organisations de l'espace aspirent à instaurer des conditions de vie adéquates et répondre aux aspirations sociétales durables.

La sectorisation des différentes fonctions essentielles du territoire, telle que la fonction habitat, transport, éducation, loisir, et santé, ne permet pas de mettre en relation ces différentes fonctions et leur articulation spatio-temporelle. Pourtant elles sont le plus souvent intimement liées par le principe même de causalité.

La santé occupe une place privilégiée dans les projets sociaux. Cependant la mise en place des conditions nécessaires à un système de santé cohérent diffère d'un pays à l'autre et d'une région à une autre en raison d'une grande disparité régionale, voir locale des moyens matériels et humains.

Les sociétés sont soumises aux poids et effets de nombreuses maladies. Certaines à caractère chronique et mortel. À ce titre, de nombreuses maladies épidémiologiques, en particulier celles ayant un caractère transmissible, occupent une place prépondérante dans les grands enjeux des sociétés et de la politique de santé publique, en raison de leur effet mortel et de leur vitesse de diffusion (Friedman et al., 2016; Manneville, 1995). Et malgré la surveillance permanente de la santé au cours des dernières années, et les énormes progrès réalisés dans le domaine de la prévention et traitements des maladies épidémiologiques et des soins de santé en général, mais le contrôle des épidémies reste un objectif difficile à atteindre, sans parler de leur éradication ou de leur élimination (Hoffner et al., 2018) ; en raison de divers facteurs tels que le climat, les microbes, les expositions, la culture, la race/ethnie, la distribution des soins de santé et la géographie, en particulier la géographie des maladies qui est une sous-discipline de la géographie qui étudie les modèles spatiaux de la santé et de la maladie et qui vise à comprendre la distribution des maladies d'un point de vue géographique et à répondre à la question "où" (Lahmar et al., 2021).

Certaines situations épidémiologiques par leur ampleur et leur dynamique de propagation peuvent dépasser et échapper au contrôle local voire national et prennent les dimensions d'une véritable pandémie, comme le Covid-19 dont l'impact souvent mortel n'a épargné aucun pays (Kabaka, 2020).

L'Algérie est l'un des pays en voie de développement, qui connaît des disparités de situations épidémiologiques importantes, certaines sont réapparues ces dernières années et pèsent lourdement sur la santé publique malgré les programmes nationaux longs et bien

administrés de lutte contre ces maladies transmissibles telles que : la peste, la rougeole, la tuberculose,...etc.

Le combat contre ces maladies appelle les acteurs d'une société à une collaboration étroite et une coordination des efforts, par ailleurs il interpelle les responsables à plus d'engagements et d'effort qui commencent d'abord par une connaissance précise de l'état de santé de leurs sociétés.

Notre travail dans le cadre de cette thèse de doctorat se focalise sur une analyse de ces maladies épidémiologiques à l'échelle de la région des Aurès qui connaît des disparités de situations épidémiologiques importantes telles que : tuberculose, hépatite (A, B, C), brucellose, Leishmaniose,... Cette analyse constitue un focus sur ces fléaux d'un point de vue de leurs répartitions spatiales à une échelle territoriale communale. Nous avons essentiellement essayé de mettre en relation ces maladies avec l'ensemble des facteurs de l'environnement physique et socio-économique dans la mesure de la disponibilité des données.

Mais compte tenu des difficultés relatives à l'accès aux données, et vue le temps imparti à la préparation de la thèse, nous avons limité notre travail à un type de maladie épidémiologique le plus impactant notamment la tuberculose, et restreindre la zone d'étude à la wilaya de Batna, car cette wilaya comme beaucoup d'autres régions de l'Algérie est profondément touchée par de nombreuses maladies transmissibles qui prennent souvent la forme d'épidémies. Ce fléau de la TB a enregistré ces dernières années un grand nombre de cas sur le territoire de la région de Batna, et donc la wilaya constitue l'espace territorial idéal pour appréhender cette grande problématique qui s'inscrit sous l'enseigne : Santé et Territoire.

La Tuberculose est une maladie infectieuse contagieuse (Mao et al., 2019; Yombi and Olinga, 2015) provoquée par une mycobactérie du complexe tuberculosis principalement le mycobacterium tuberculosis (Bruce et al., 2020; Mao et al., 2019). elle est définie comme l'une des priorités en termes de politique de santé publique (Van Vooren et al., 2010), Elle n'a cessé de peser sur la santé des populations mondiales, jusqu'à être considérée comme l'une des dix premières causes de décès selon les rapports mondiaux de la tuberculose publié par l'OMS (Adeleke et al., 2020; Chakaya et al., 2021).

La problématique essentielle dans le présent travail de recherche est de pouvoir expliquer les formes de répartition de cette maladie sur l'ensemble du territoire de la wilaya de Batna ; leur ampleur et de chercher les facteurs et les causes probables qui président à la recrudescence de cette maladie, à savoir l'état de l'environnement physique et socio-

économique du territoire, car comprendre les causes et les mécanismes qui conduisent à une flambée épidémiologique est la première étape de la prévention (Kalla, 2018).

L'objectif était de pouvoir d'abord de disposer d'un outil et d'une méthode qui nous permet une perception réaliste sur le lien de causalité entre la répartition spatiale de cette maladie contagieuse mortelle et l'ensemble des facteurs du milieu, et cela à travers l'analyse des vulnérabilités et de leur articulation spatio-temporelle. Ceci peut expliquer la dynamique de la recrudescence de cette maladie transmissible (Taglioni and Dehecq, 2009). Le second objectif vise à éclairer d'avantages les spécialistes de santé sur l'état de la TB dans la wilaya et sur ses articulations spatiales pour faciliter les choix et les priorités en matière d'actions anticipatives et préventives.

Notre démarche suivie dans ce travail de recherche n'est pas celle d'un médecin, elle s'intègre plutôt dans la démarche de géomatization qui se limitera à l'analyse spatiale du phénomène de manière interactive avec les différents facteurs qui y interfèrent. Elle s'appuie sur la mise en relation de la situation épidémiologique liée à la tuberculose dans les territoires de communes avec un certain nombre de facteurs de vulnérabilité couvrant les aspects économiques, sociétaux et sanitaires, qui constituent des indicateurs du niveau de vie dans chacune des 61 communes de la wilaya de Batna.

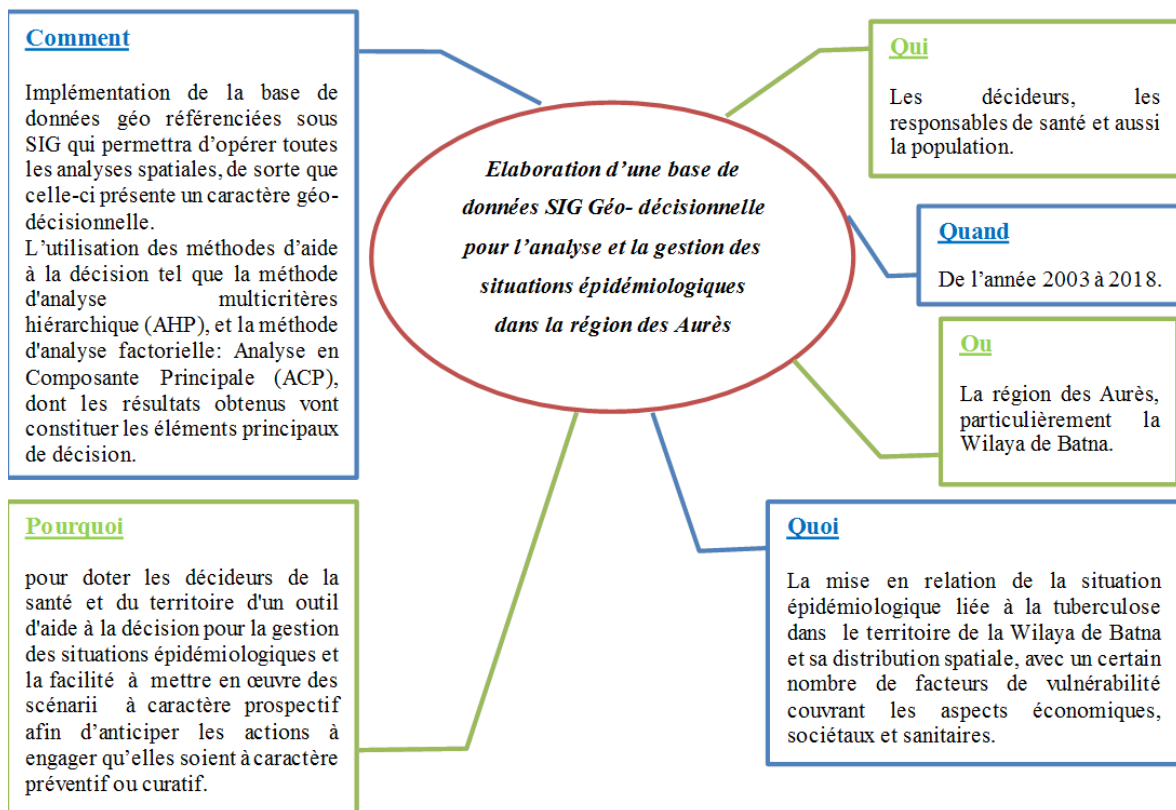
Pour comprendre l'interaction entre ces paramètres et leur impact sur la maladie et sa distribution spatiale, nous avons en premier lieu utilisé la méthode d'analyse multicritère hiérarchique (AHP) pour cartographier la vulnérabilité, dont les variables ont été implémentées dans une base de données SIG géodécisionnelle qui permet une analyse détaillée des entités du territoire et de leurs articulations spatio-temporelles. Ces entités définiront leurs tables attributaires qui doivent contenir les éléments du milieu ayant un impact ou une influence sur la situation épidémiologique de cette maladie (Beale et al., 2008). Le choix du logiciel est porté sur ArcGIS 10.2 qui présente actuellement les meilleures performances techniques, d'un point de vue d'analyse que de cartographie.

L'intérêt de l'utilisation des outils de la géomatique comme techniques de spatialisation pour l'analyse de la relation santé et territoire apparaît dans la possibilité d'obtenir une vision globale de la situation épidémiologique d'une maladie, et de doter les décideurs de la santé et du territoire d'un outil d'aide à la décision pour la gestion des situations épidémiologiques et la facilité à mettre en œuvre des scénarios à caractère prospectif afin d'anticiper les actions à engager qu'elles soient à caractère préventif ou curatif sur la base d'une connaissance précise du territoire dans sa composante physique et humaine.

## Introduction générale

Dans un deuxième temps, nous avons opté pour l'utilisation d'une technique statistique de réduction de la dimension (ACP : Analyse en composante principale), cette étape faisant cette fois appel à une validation du modèle d'analyse et des résultats qui en découlent. Elle a pour but de vérifier la pertinence du choix des paramètres d'analyse et le niveau de précision des résultats. Pour appréhender la répartition des effets des facteurs précédents sur chaque commune, nous nous sommes appuyés sur le logiciel statistique performant «IBM SPSS 25.0» (*Statistical Package for Social Science* version 25) qui nous a permis d'effectuer tous les tests statistiques et les analyses nécessaires pour la validation des hypothèses de la recherche.

La méthode QQQQCP : Qui, Quoi, Ou, Quand, Comment, Pourquoi ; illustre bien cette problématique :



Dans ce cadre méthodologique, le plan de travail dans cette thèse s'articule autour de six chapitres répartis comme suit :

**Le premier chapitre** est réservé à la présentation de la région d'étude dans sa composante physique, environnementale, et socio-économique.

**Le deuxième chapitre** est consacré au cadre théorique, il vient pour mettre en lumière les maladies transmissibles, notamment des généralités sur la tuberculose : son historique, sa transmission, ses différents formes,.....etc.

**Le troisième chapitre** est un focus sur la situation épidémiologique de la tuberculose et son évolution au cours de plusieurs années dans le monde, en Algérie, et au niveau de la wilaya de Batna. Il aborde aussi les divers facteurs de risques généraux (les facteurs de vulnérabilité) responsables de la tuberculose.

**Le quatrième chapitre** représente les matériels et une brève méthodologie de travail sur la mise en œuvre d'une base de données SIG qui avec son modèle conceptuel va définir les différentes entités géographiques. Celles-ci à leur tour définiront leurs tables attributaires qui doivent contenir les différents éléments de milieu ayant une relation ou une influence sur les maladies transmissibles.

**Le cinquième chapitre** est basé sur l'étude et à l'analyse des relations entre l'état de la TB et sa répartition spatiale et les différents facteurs de vulnérabilité à l'échelle du territoire de la wilaya de Batna. Ce chapitre détaille les matériels et les méthodes utilisés afin de réaliser cette étude et illustre les résultats obtenus et leur discussion.

**Le sixième chapitre** présente des concepts généraux sur le risque, aléa et vulnérabilité, les méthodes d'aide à la décision utilisées dans notre démarche, le processus de gestion des risques en épidémiologie (Cas de la Tuberculose). Il avance enfin des propositions pour quelques actions les plus adaptées pour gérer la situation de cette épidémie dans le territoire de la wilaya.

La thèse se termine par une conclusion générale qui illustre une synthèse sur les résultats des travaux engagés dans le cadre de cette recherche, et présente quelques perspectives de recherche à envisager pour des travaux futurs.

# *CHAPITRE 1*

## *Le cadre physique et socio-économique de la wilaya de Batna*

## **Introduction**

Dans ce chapitre nous allons aborder le contexte géographique et administratif ainsi que la situation socio-économique de la wilaya dont le but est de permettre une meilleure appréciation des problèmes posés par les maladies transmissibles dans leur contexte réel.

Chaque commune de la wilaya possède propres caractéristiques physiques et socio-économiques (nombre de population et logements ...) et chacune réagit d'une façon différente de l'autre en face d'un risque ou une épidémie.

Nous nous sommes appuyés sur les données recueillies auprès de : La station météorologique d' Ain S'khouna (Batna), les Monographies de la wilaya de Batna 2006, 2012, 2014, 2017 et 2019, des données recueillies auprès de la Direction de la Programmation et du Suivi Budgétaires (DPSB), du plan d'aménagement du territoire de la wilaya de Batna (PAW phase I), et des données émanant de Agence Nationale de Développement des Investissements de la wilaya de Batna (ANDI 2013).

## **1- Caractéristiques physiques**

### **1-1- Situation géographique de la wilaya de Batna**

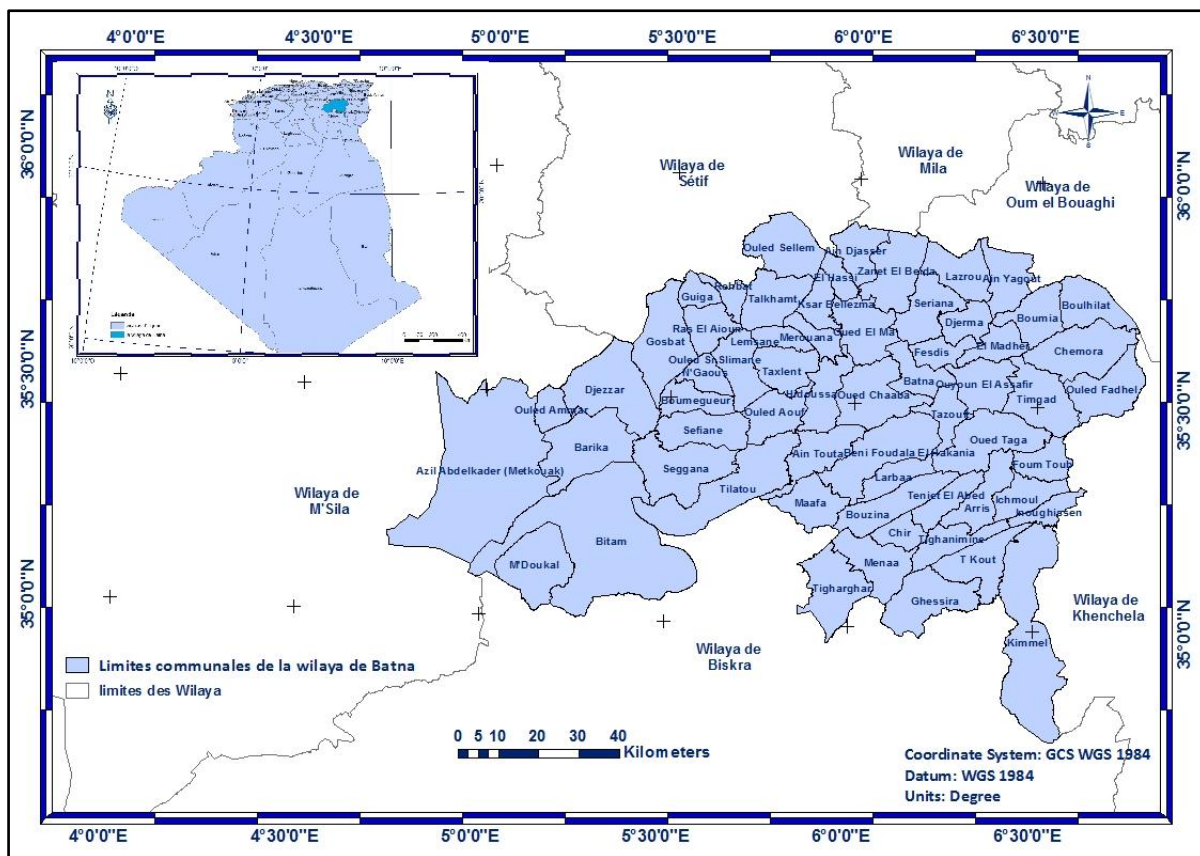
La wilaya de Batna est localisée dans la partie orientale de l'Algérie (Nord Est du pays) entre les " 4° et 7° " de longitude Est et les " 35° et 36° " de latitude Nord (Carte N°1).

D'une superficie de 12.038,76 km<sup>2</sup>, le territoire de la wilaya de Batna s'inscrit presque entièrement dans un ensemble physique constitué par la jonction de la chaîne de montagnes de l'Atlas Tellien au Nord et celle de l'Atlas Saharien au Sud, et c'est ce qui fait la particularité physique principale de la wilaya, et détermine de ce fait les caractères du climat, et les conditions de vie humaine.

Elle est limitée :

- ❖ au Nord : par les Wilayas d'Oum El Bouaghi, Mila et Sétif.
- ❖ à l'Est par la Wilaya de Khenchela.
- ❖ au Sud : par la Wilaya de Biskra.
- ❖ et à l'Ouest : par la Wilaya de M'Sila (Carte N°1).





Carte N° 1 : La situation géographique de la zone d'étude

La wilaya de Batna a une position géographique stratégique, située aux portes des villes du Sud du pays et non éloignée des villes métropoles du nord.

Sur le plan administratif, et après les découpages successifs de 1974, 1984, et 1990, la wilaya de Batna compte aujourd'hui 21 daïras et 61 communes (Tableau N°1 et Carte N°2).

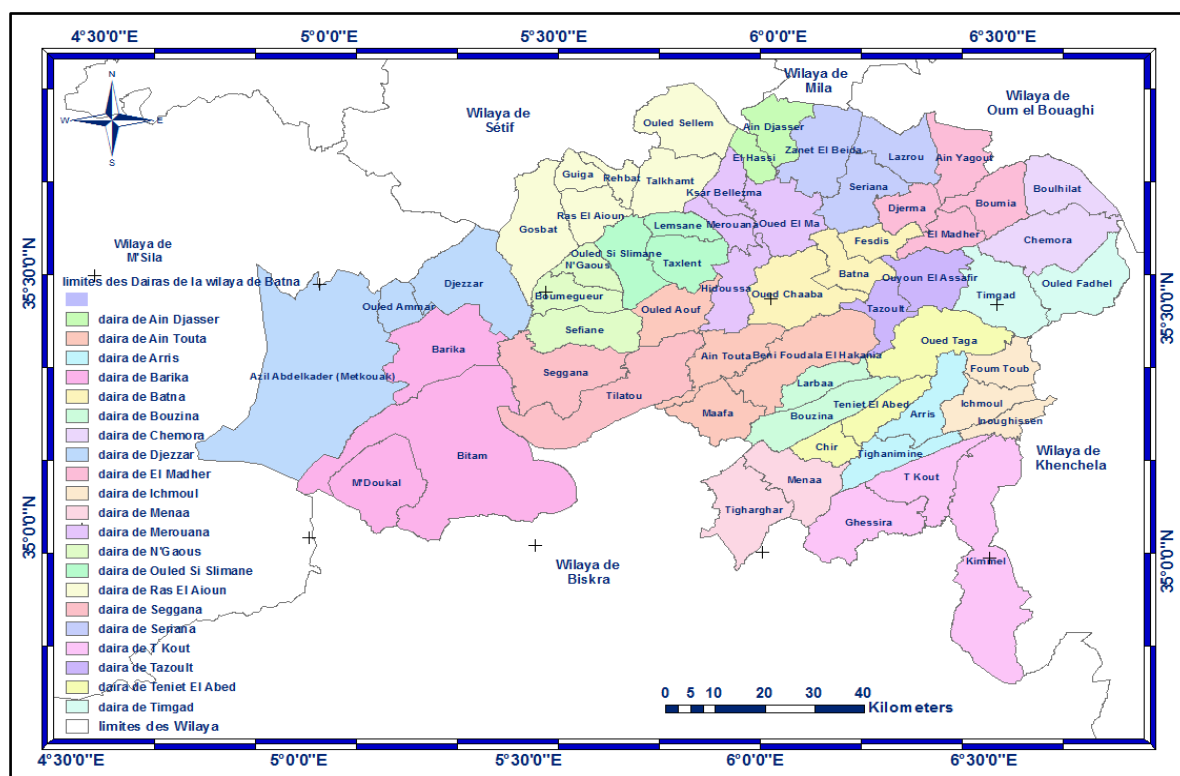
La démarche organisationnelle imposée ici par le découpage administratif, permet d'organiser et d'intégrer les données du territoire relatives à notre thématique santé et environnement sous forme d'informations géographiques.

Tableau N° 1 : Répartition administrative des unités territoriales de la wilaya de Batna

Daira	Nombre De Communes	Communes
Batna	3	Batna, Fesdis, Oued Chaaba
Ain Touta	4	Ain Touta, Beni Fedhala, OuledAouf, Maafa
Barika	3	Barika, Bitam, M'doukel
Tazoult	2	Tazoult, Ouyoun el assafir
El madher	4	El madher, Boumia, Djarma, Ain yagout
Arris	2	Arris, Tighanimine

<b>Thniet el Abed</b>	3	Thniet el abed, Chir, Ouedtaga
<b>Merouana</b>	4	Merouana, Oued el ma, Hidoussa, Ksarbellazma
<b>N'gouas</b>	3	N'gouas, Boumaguer, Sefiane
<b>Seriana</b>	3	Seriana, Lazrou, Zana El baida
<b>Ras el ayoune</b>	6	Ras el Ayoune, Gosbat, Guigba, Rahbat, telkhempt, OuledSellam
<b>T'kout</b>	3	T'kout, Ghassira, Kimmel
<b>Bouzina</b>	2	Bouzina, Larbaa
<b>Ichemoul</b>	3	Ichemoul, FoumToub, Inoughissene
<b>Mena</b>	2	Mena, Tigharghar
<b>Chemora</b>	2	Chemora, Boulhilet
<b>Ain Djasser</b>	2	Ain Djasser, El hassi
<b>Djezzar</b>	3	Djezzar, Ouledammar, Azil Abed Elkader
<b>O.S.Slimane</b>	3	O.S.Slimane, Taxlent, Lemcen
<b>Seggana</b>	2	Seggana, Tilatou
<b>Timgad</b>	2	Timgad, Ouled Fadhel

Source : (Monographies Batna 2012, 2014, 2017 et 2019)



Carte N° 2 : Organisation administrative territoriale à l'échelle des Daïras - wilaya de Batna

## **1-2- Relief**

L'étendue de la wilaya de Batna lui confère une certaine particularité et une large variété sur le plan de l'articulation des grandes unités horographiques et morphologiques. Ceci conditionne en même temps la répartition des différents milieux physiques qui se déclinent comme suit :

### **1-2-1- Les hautes plaines telliennes**

Au Nord, nous distinguons le domaine des hautes plaines telliennes qui matérialisent la limite Nord de la Wilaya, particulièrement avec la série des petits "chotts" tels que : Chott Beida, chott Taricht, Sebkhet Zemoul etc. Cette zone occupe une surface de (2934 km<sup>2</sup>) avec un taux de 24 %.

Dans cette partie de la Wilaya, les altitudes varient de 800 à 1000 M (Carte N° 3) et les pentes excèdent rarement 3 %.

Dans cet ensemble physique se localisent les communes suivantes :

Batna, Ain Djasser, Ras El Ayoun, Ouled Sellam, Chemora, Boumia, Ain Yagout, Djerma, Boulhilet, Ouled Fadhel, Tazoult, Ouyoun El Assafir, Timgad, Seriana, Zana El Beida, Merouana, El Hassi, Lazrou, Ksar Bellezma et Lemsane.

### **1-2-2- Les reliefs montagneux ou " la jonction des deux atlas "**

La jonction de l'Atlas Tellien par l'ensemble des monts du Hodna, du Bou Taleb, et les Monts de Belezma, et l'Atlas Saharien par les Aurès le Dj. Metlili et les Monts du Zab, forment " l'ossature physique " principale de la wilaya et de ce fait constituent l'ensemble physique le plus important du point de vue superficie. Elle représente un taux de 45 % et une surface de 5340 km<sup>2</sup>.

Les altitudes varient de 700 m (la plus basse altitude localisée dans cet ensemble est située au Dj. Rebaa sur le versant Nord des Monts du Zab) à 2 326 m au Dj. Chelia (considéré comme le plus haut point de la Wilaya et même de l'Algérie du Nord).

En effet, c'est de cette partie des massifs de l'Atlas Tellien et Saharien que prennent naissance les cours d'eau les plus importants de la Wilaya. (Oued Abdi, Oued El Hai ...etc.). La surface de parcours est évaluée à 151 896 Ha représentant 49 % de la superficie totale des parcours de la Wilaya.

Nous pouvons distinguer d'une manière générale deux zones de montagnes très différentes les unes des autres :

- 1) Les Montagnes de l'Atlas Tellien : (Le Bou Taleb, Dj. Foughal, Dj. Mestaoua, Dj. Guetiane et les Monts du Belezma).
- 2) Les Montagnes de l'Atlas Saharien où l'on peut distinguer trois sous zones différentes :

- Les Montagnes Subhumides (Dj. Chelia - Dj. Mahmel) ;
- Les Montagnes semi-arides et arides (le reste des Aurès, Dj. Metlili ...etc.) ;
- Les Montagnes Sahariennes (le versant Sud des Aurès et les Dj. du versant Nord des Monts du ZAB).

Il est bien entendu certain que ce zoning peut être menée plus finement. Les Communes faisant partie de l'ensemble physique montagneux (les deux Atlas) sont : Arris, Taxlent, Larbaa, Theniet El Abed, Nouader, Menaâ, Tigharghar, T'kout, Ghassira, Inoughissene, Ichemoul, FomToub, Tighanimine, Beni Fedhala, Maafa, Kimmel, Tilatou, Ain Touta, Oued Châaba, Hidoussa, Oued El Ma, OuledAouf, Guigba, El Madher et Oued Taga.

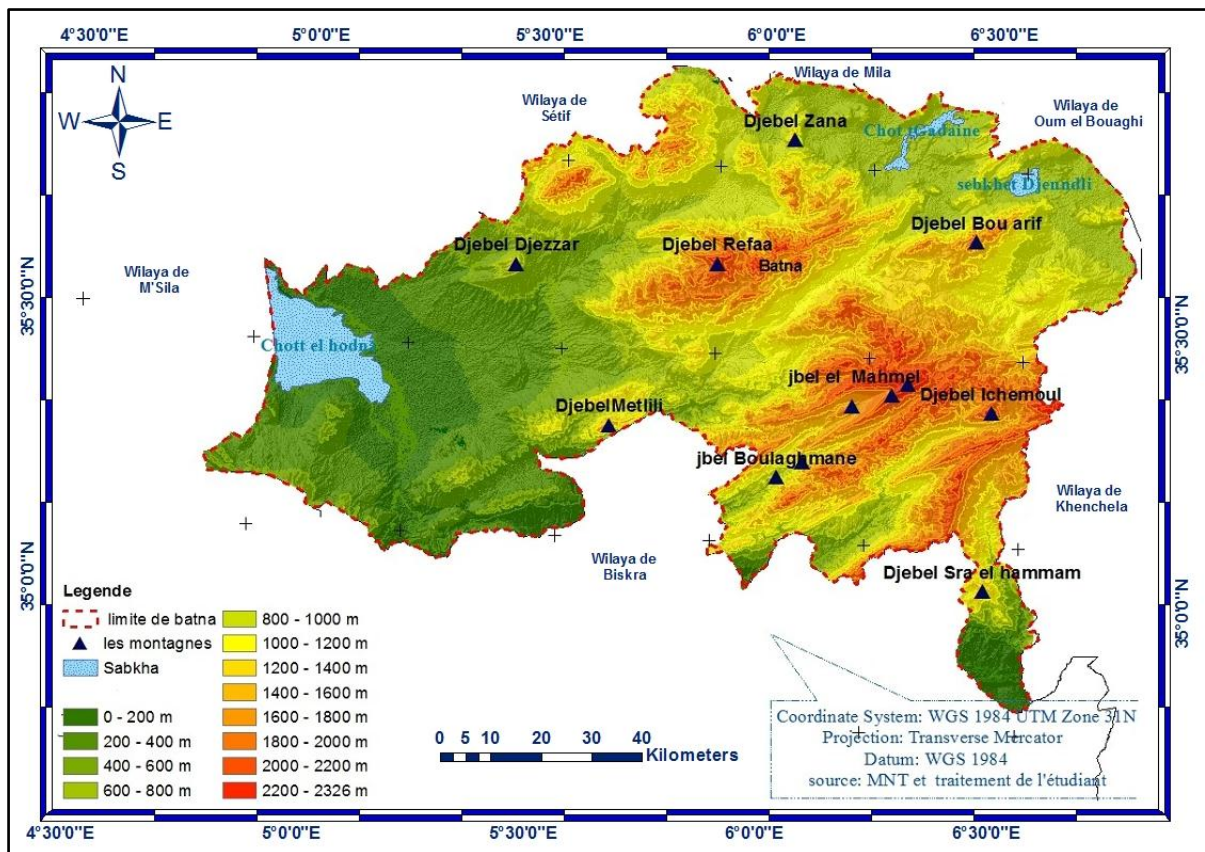
### 1-2-3- Les Hautes Plaines Steppiques

Situées dans la partie Ouest de la Wilaya de Batna, elles se trouvent encadrées au Nord par les Monts du Hodna, à l'Est par les Monts du Bellezma et le Dj. Metlili et au Sud par le versant Nord des Monts du ZAB constitué par les Djebels Ammar, Mekmizane et Bouzokma. Cette région peut être scindée en 3 zones :

La zone des glacis immédiatement en contrebas des reliefs montagneux.

La plaine du Hodna (délimitée grossièrement par la courbe de niveau 500 m).

La zone du chott (Carte N° 3).



**Carte N° 3 : Carte du MNA de la wilaya de Batna. Carte hypsométrique**

### 1-2-3 -1- Les Glacis

Ce sont des surfaces presque planes de pente assez faible. (Carte N° 4) reliant les Dj. Bou Taleb et Guetiane à la plaine du Hodna. Ce type de relief s'observe également le long de l'Oued Barika jusque dans la plaine de Merouana qui est-elle même un type de glacis ; et le long de " l'ouverture " intra montagneuse de l'Oued Mazouz et de Ain Touta jusqu'à la ville de Batna et même au-delà (zones de Ain Djasser, Timgad, Touffana ...etc.).

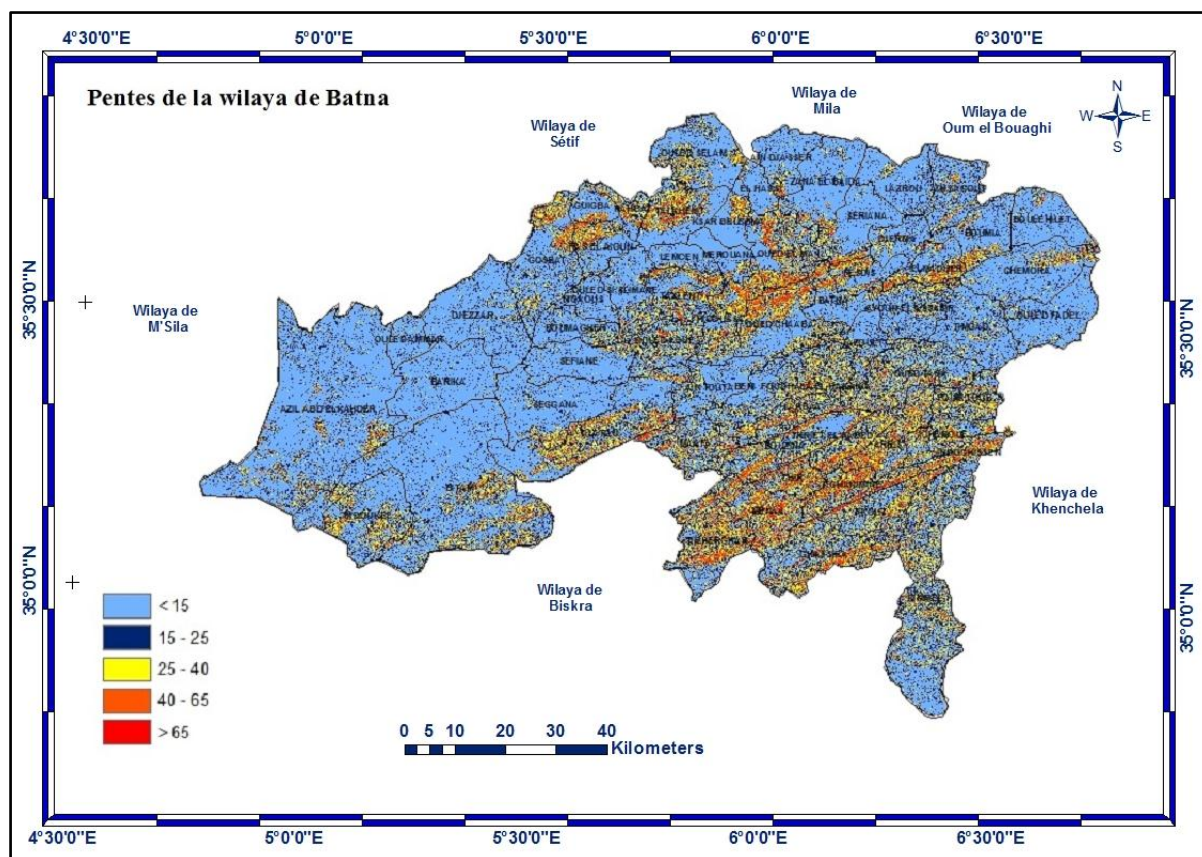
Les cours d'eau de cette zone sont intermittents et se jettent tous dans le Chott El Hodna. Ces glacis portent les Communes de N'gaous, Djezzar, Sefiane, Boumagueur et Gosbat.

### 1-2-3-2- La Plaine du Hodna

Elle se localise entre la zone des glacis et le chott du Hodna, l'altitude moyenne de cette plaine est inférieure à 500 m (carte N° 3). Elle localise au Sud immédiat du chott et au Nord-Est de l'agglomération de M'doukal une série de champs dunaires.

### 1-2-3-3- Le Chott El Hodna

C'est le niveau le plus bas de la région des hautes plaines steppiques voire même de toute la Wilaya de Batna. L'altitude est de 390 m en moyenne. (Monographie de Batna, 2019, 2017, 2014, 2006).



Carte N° 4 : Carte des Pentes de la wilaya de Batna

Source : (Kalla. M.I, 2018)

### **1-3- Hydrologie de surface**

L'ensemble de la Wilaya de Batna est réparti en trois grands bassins versants. Ce sont:

- ◆ **Le Bassin du Constantinois** situé au Nord et Nord Est, qui s'étend sur une superficie de 4037 km<sup>2</sup> dans le territoire de la Wilaya.
- ◆ **Le Bassin du Hodna** situé à l'Ouest, qui s'étend dans les limites de la Wilaya sur une surface de **4 394** km<sup>2</sup>.
- ◆ **Le Bassin des Aurès -Nememcha**, qui occupe la partie Sud et Sud Est de la Wilaya sur une superficie de **5 611** km<sup>2</sup>.

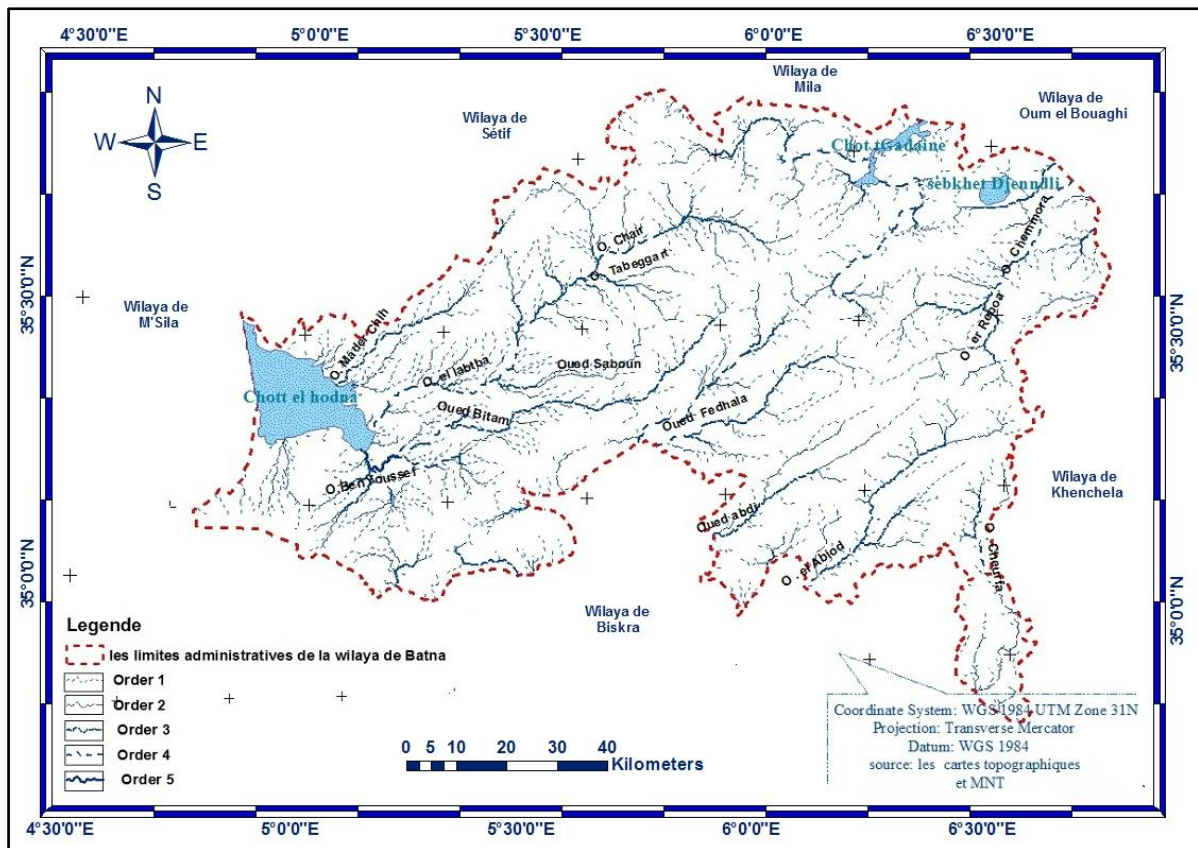
A cet effet, l'analyse des potentialités en eau de surface est donc effectuée selon ces 3 grandes régions hydrographiques de la Wilaya.

Pour la région Nord et Nord Est de la Wilaya, elle est caractérisée par la présence d'une série de SEBKHA, Garâat et Chotts qui marquent toute une série de cuvettes au passage vers les hauts plateaux Constantinois.

Les cours d'eau qui se dirigent vers le Nord sont d'Ouest et Est, l'Oued- Fesdis, O. Chemora, Boulfreis et O.Geiss, tous ces Oueds prennent leur origine dans les versants septentrionaux des massifs des Aurès et de Belezma.

La partie Ouest de la Wilaya est caractérisée par la présence du Chott El Hodna, point d'arrivée de certains Oueds qui se dirigent vers le Sud-Ouest, en particulier l'Oued de Barika et celui de Bitam.

Cependant, le réseau hydrographique qui intéresse les versants des régions du Chott El Hodna et des hauts plateaux Constantinois est presque, totalement comprises dans les limites de la Wilaya, et les eaux de surface drainées par le réseau hydrographique de ces deux bassins versants, ne peuvent être utilisées que dans la wilaya de Batna, ou le cas échéant se perdent dans les Chotts. Pour les autres cours d'eau qui s'écoulent en direction du Sud et toujours à partir du massif des Aurès, ils ont leurs exutoires dans le Chott Melrhir en dehors des limites de la wilaya. Ce sont notamment d'Ouest en Est ; Oued el Haï, Oued Labioud, Oued Abdi et Oued Arab (Carte N° 5).



Carte N° 5 : Réseau hydrographique dans la wilaya de Batna

Les écoulements qui se produisent dans cette partie, alimentent les zones productives en aval qui sont étroitement liées aux précipitations et aux effets d'une atmosphère à très fort pouvoir évaporant.

De tous ces Oueds, un seul semble être pérenne, l'Oued Chemora qui, sur la partie amont de son cours s'appelle Oued Taga ou Reboa. Cela est dû surtout à la pluviométrie qui est pratiquement la même que celle des autres bassins, qu'à la présence, à l'origine du cours d'eau d'un certain nombre de sources qui l'alimentent (Monographie de Batna, 2019, 2017, 2014, 2006 ; PAW phase I).

## 1-4- Géologie

### 1-4-1- Les facies

Le territoire de la wilaya de Batna (La Carte géologique au 1/500000 de l'Algérie du Nord) montre une gamme très variée de faciès (Carte N° 6), cependant, nous avons repéré à travers le territoire de la wilaya de Batna une grande variété de structures géologiques, allant du tertiaire inférieur jusqu'au quaternaire récent ce qui octroie au matériel rocheux des caractéristiques lithologiques très variables Les principales unités stratigraphiques présentes dans la région sont essentiellement :

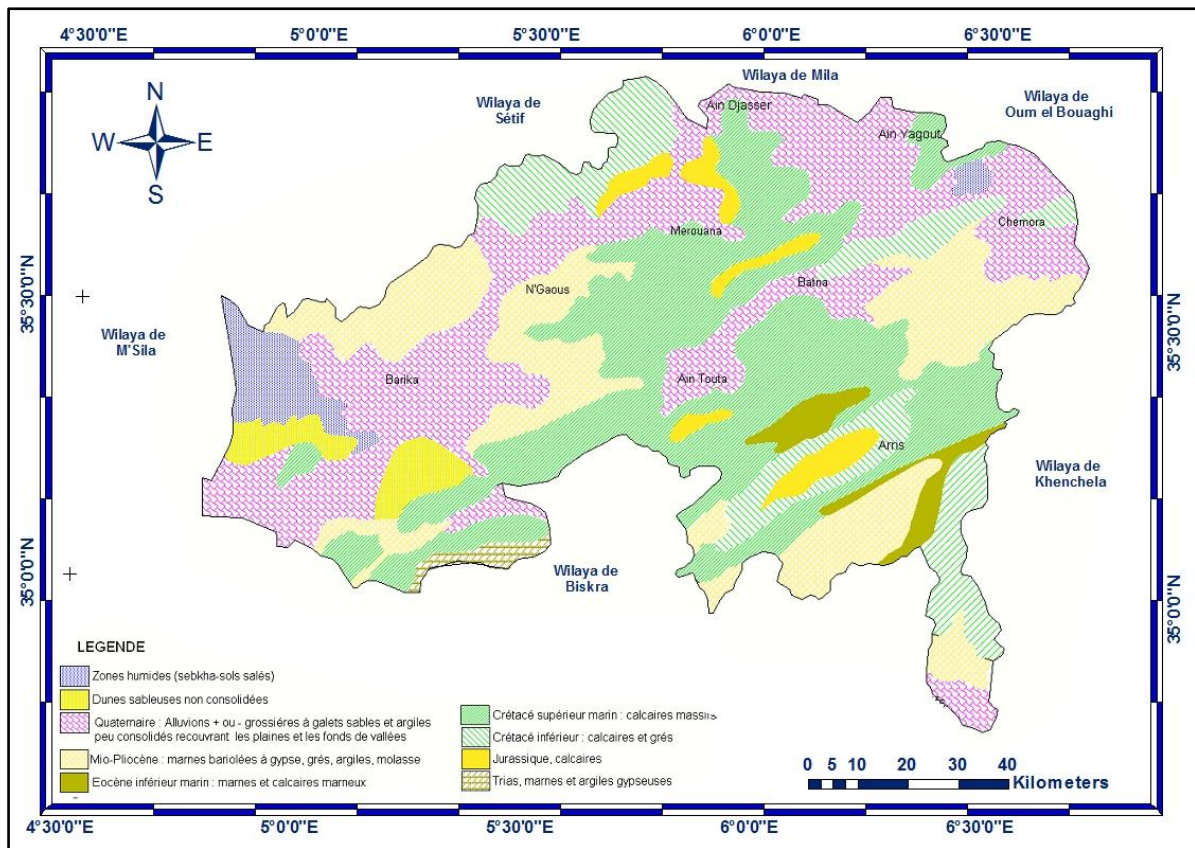
- ◆ Le trias
- ◆ Le jurassique
- ◆ Le crétacé
- ◆ L'éocène
- ◆ Le miocène inférieur.

#### **1-4-2- La lithologie et perméabilité des terrains**

Dans la wilaya de Batna, il s'agit d'unités physiques très diversifiées, formées aussi par des terrains très variés du point de vue faciès. Ces terrains sont en totalité ou partiellement carbonatés, à perméabilité très élevée par fissuration et une circulation hydrique moyennement importante selon l'importance des apports atmosphériques et en fonction desquels, les nappes subissent des fluctuations plus ou moins importantes. Associé à ces formations carbonatées perméables, des terrains alluvionnaires ou sédimentaires anciens peu ou pas perméables se localisent dans les vallées et les dépressions.

- ◆ **Les formations du trias** : sont essentiellement marneuses, contenant du gypse et des sels accompagnés par des argiles et marnes bariolées de couleur verdâtre, le trias est généralement diapérique et imperméable.
- ◆ **Les formations jurassiques** : représentées par une série de formations, des dolomies microcristallines, des calcaires dolomitiques, des calcaires, des calcaires graveleux, des calcaires cristallins, des calcaires argileux à Ammonites, calcaires massifs et des marnes. La perméabilité dans l'ensemble varié de moyenne à basse.
- ◆ **Le Crétacé (inférieur, moyen, supérieur)** : c'est la formation géologique la plus répandue des autres formations affleurantes, avec tous ses étages géologiques à savoir, l'inférieur, moyen et supérieur. Les séries développent des formations marno-gréseuses ou argilo-gréseux alternant avec des passées carbonatées.
- ◆ **Eo-Oligocène** : Les affleurements sont représentés par des formations marnes calcaires intercalées, avec une variation de faciès de bas en haut, (du marin au continental) épaisseur faible, et perméabilité moyennement basse.
- ◆ **Le miocène** : l'affleurement plus important est celui de Timgad avec une série prédominante argileuse à intercalations de bancs de calcaire à épaisseur parfois importantes. Ces formations sont considérées comme imperméables.
- ◆ **Le plio-Quaternaire** : Les formations plioquaternaires sont très variables, et pouvant atteindre des épaisseurs considérables. La perméabilité est donc très variable, (moyenne à nulle). (Monographie de Batna, 2019, 2017, 2014, 2006; PAW phase I).





Carte N° 6 : Carte géologique de la wilaya de Batna

Source: (PAW phase I)

## 1-5- Climatologie

La Wilaya de Batna se caractérise par une grande variabilité climatique qui influence fortement sur l'état général de l'environnement. Il est vrai que de manière générale le territoire est caractérisé par un climat semi-aride avec des variations saisonnières extrêmes des températures et d'humidité. Cependant la diversité morphologique et orographique introduit une grande différenciation dans les composantes du climat en particulier dans les températures et les précipitations (BAZIZ, 2018; Kalla, 2018; Kalla and Gettouche, 2017).

Les paramètres climatiques ont été recueillis auprès de la station météorologique de Ain S'khouna (Batna) dont les coordonnées géographiques latitude 35°45'N et longitude 06°19'E pour une altitude de 827m.

Le climat correspond aux conditions météorologiques moyennes (précipitations, températures, humidité de l'air, vitesse des vents, ensoleillement, etc.)

### 1-5-1- La température

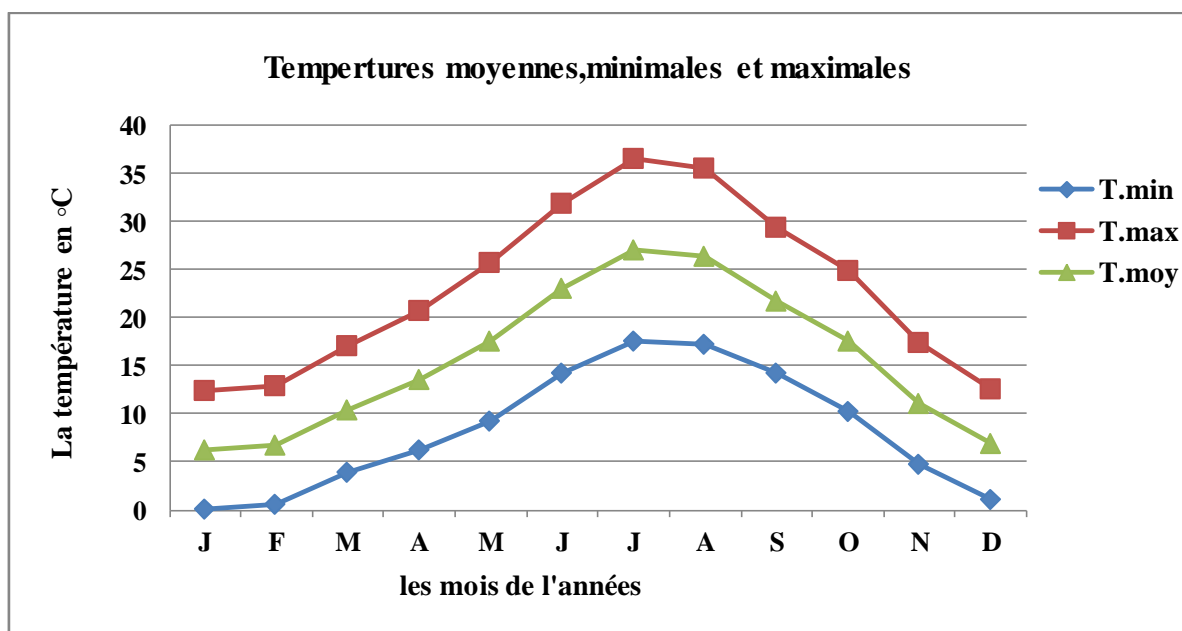
C'est un facteur important dans l'évapotranspiration ainsi elle détermine le climat de la région. La température élevée favorise la présence et la multiplication de germes pathogènes dans les milieux aquatiques (pollution).

Nous nous sommes basés dans cette étude, sur les températures moyennes mensuelles de la station d'Ain S'Khouna mesurées entre 2003 et 2014 qui sont résumées dans le tableau suivant :

**Tableau N° 2 :** Variation des températures moyennes mensuelles (en °C) à la station d'Ain S'Khouna (2003-2014)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<b>T.min</b>	0,05	0,64	3,86	6,31	9,23	14,18	17,63	17,27	14,19	10,28	4,77	1,16
<b>T.max</b>	12,34	12,94	17,03	20,72	25,78	31,95	36,56	35,59	29,46	24,83	17,4	12,63
<b>T.moy</b>	6,30	6,79	10,445	13,515	17,505	23,065	27,095	26,43	21,82	17,55	11,08	6,89

**Source :** station d'Ain Skhouna-Batna



**Figure N° 1 :** Températures moyennes, minimales et maximales à la station d'Ain S'Khouna (2003-2014)

La lecture de la Figure N° 1, montre l'existence d'un hiver froid et un été chaud, une température élevée pendant l'été et devienne faible en hiver.

### 1-5-2- Les précipitations

Le terme de « précipitations » englobe toutes les eaux qui tombent à la surface de la terre, tant sous forme liquide que sous forme solide « neige et grêle ».

La ressource en eau est liée aux précipitations, on la trouve sous la forme de ressource souterraine par l'infiltration, ressource superficielle par le ruissellement.

Les précipitations varient d'une station à une autre à cause de plusieurs paramètres, l'altitude, l'exposition, les vents dominants humides.

### **1-5-2-1- Les variations annuelles**

La série pluviométrique d'Ain Skhouna (1971- 2012), a montré une variation de précipitations d'une année à une autre, dont la moyenne ne dépasse pas les 600 mm (Tableau N° 3).

**Tableau N° 3:** Répartition annuelle des précipitations à la station d'Ain Skhouna (1971-2012)

<b>Années</b>	<b>1971</b>	<b>1972</b>	<b>1973</b>	<b>1974</b>	<b>1975</b>	<b>1976</b>	<b>1977</b>	<b>1978</b>	<b>1979</b>
P (mm)	302.5	521.6	330.3	229.1	296.3	480.6	298.7	193.1	242.9
<b>Années</b>	<b>1980</b>	<b>1981</b>	<b>1982</b>	<b>1983</b>	<b>1984</b>	<b>1985</b>	<b>1986</b>	<b>1987</b>	<b>1988</b>
P (mm)	411.4	199.2	467.5	155.3	359.7	462.9	355.3	327.8	169.9
<b>Années</b>	<b>1989</b>	<b>1990</b>	<b>1991</b>	<b>1992</b>	<b>1993</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>
P (mm)	234	437.3	300.3	445.1	188	215.5	283.4	393.2	379
<b>Années</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>
P (mm)	269.4	308.5	292.8	224.1	287	503	596.8	252	351.4
<b>Années</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>			
P (mm)	293.8	348.4	349.8	280.6	462	217.3			

Source : station météorologique d'Ain S' khouna-Batna

### **1-5-2-2- Les variations saisonnières**

On remarque d'après le diagramme de la répartition pluviométrique saisonnière (Figure N° 2) que :

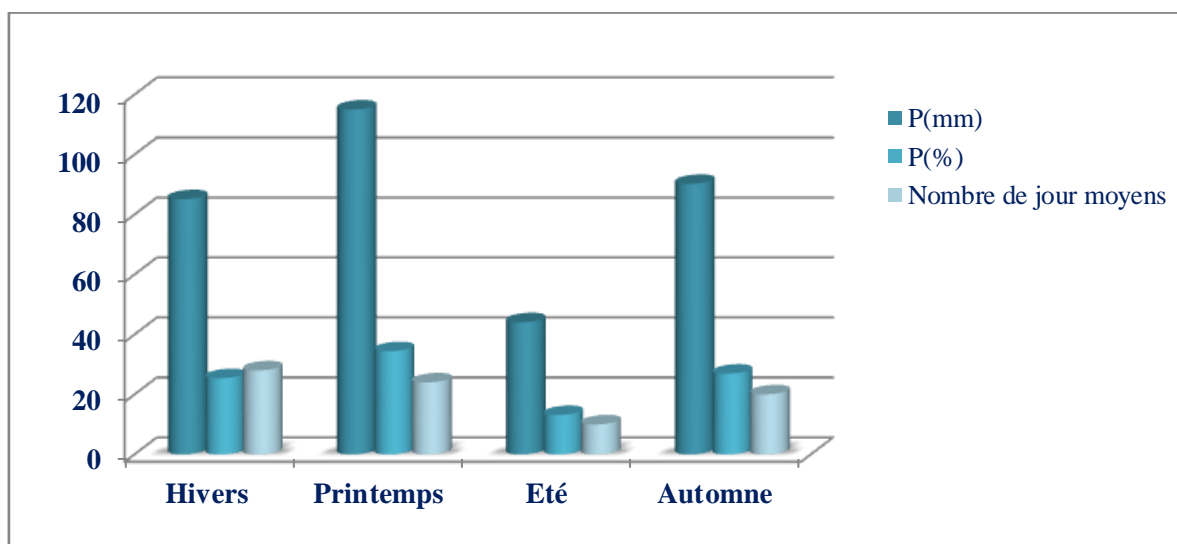
- La saison la plus pluvieuse est le printemps avec 115mm. Par contre, la saison sèche est l'été avec 44,06 mm.
- La répartition des précipitations pendant toutes les saisons n'est pas régulière et même le nombre de jours moyen varie de chaque saison à l'autre. Généralement dans les régions semi-arides, les précipitations tombent sous forme d'averses.

**Tableau N° 4 :** Répartition saisonnière des précipitations à Ain Skhouna (1988-2010)

Saison	Hivers	Printemps	Eté	Automne
P (mm)	85.1	115	44.06	90.19
P(%)	25.4	34.4	13.1	26.9
Nombre de jours moyens	28	24	10	20

Source : station météorologique d'Ain S' khouna-Batna

**P :** Précipitations



**Figure N° 2 :** Répartition saisonnière des précipitations à Ain Skhouna (1988-2010)

### 1-5-2-3- Les variations mensuelles

Les valeurs de précipitations moyennes et mensuelles sont présentées dans le tableau suivant :

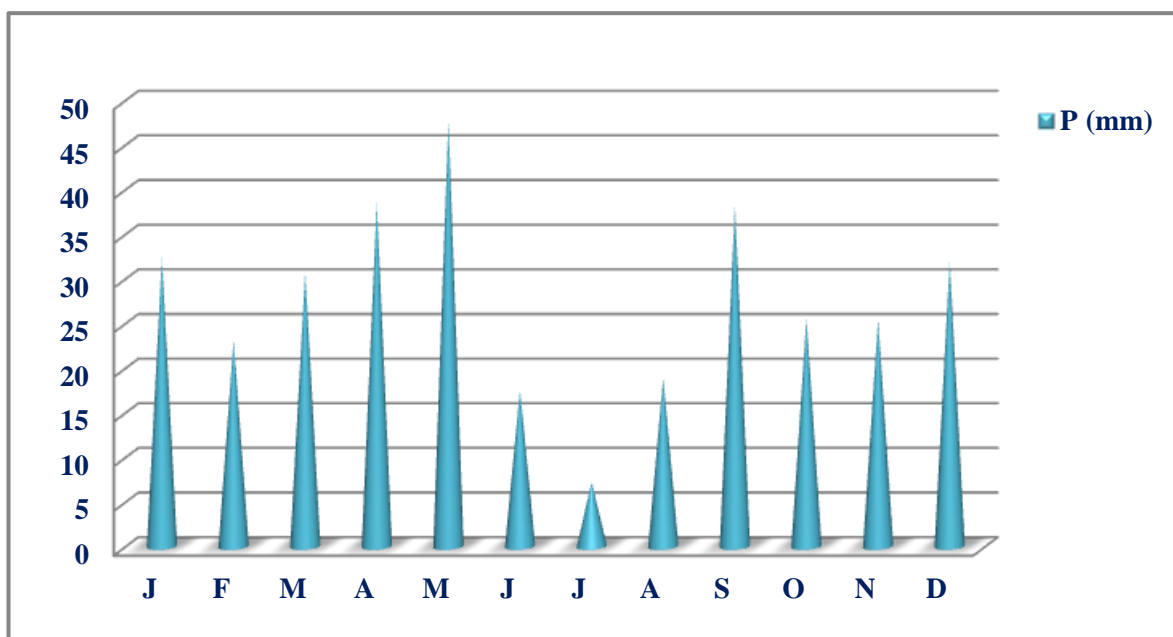
**Tableau N° 5 :** Les pluies moyennes mensuelles à la station d'Ain Skhouna (1989-2011)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
P(mm)	32,3	23,1	30,7	38,5	47,7	17,5	7,2	18,9	38,3	25,5	25,4	31,9

Source : station météorologique d'Ain S' khouna-Batna

La répartition des précipitations n'est pas régulière, elles connaissent de grandes fluctuations d'un mois à l'autre et d'une année à une autre.

Les périodes printanières et automnales sont les plus pluvieuses et présentent un maximum au mois de Mai avec 47,7mm de pluie. Tandis que le mois enregistrant le plus faible taux de précipitations est le mois de juillet.



**Figure N° 3:** Répartition des pluies mensuelles à la station d’Ain S’Khouna (1989-2011)

### 1-5-3- Diagramme Ombro- thermique de Gaussen

Le diagramme de Gaussen permet de fixer le début et la fin d’une période sèche et humide aux intersections des courbes de valeurs de précipitations et de température en utilisant la Formule suivante :  $P = 2 T$

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

**T :** Températures moyennes mensuelles (°C).

**Tableau N° 6 :** La relation entre les températures et les précipitations

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<b>P (mm)</b>	32,3	23,1	30,7	38,5	47,7	17,5	7,2	18,9	38,3	25,5	25,4	31,9
<b>2T.moy</b>	11,96	13,64	21,1	25,52	35,64	46,02	52,6	52,6	43,54	33,74	21,82	14,16

**Source :** station d’Ain Skhouna-Batna

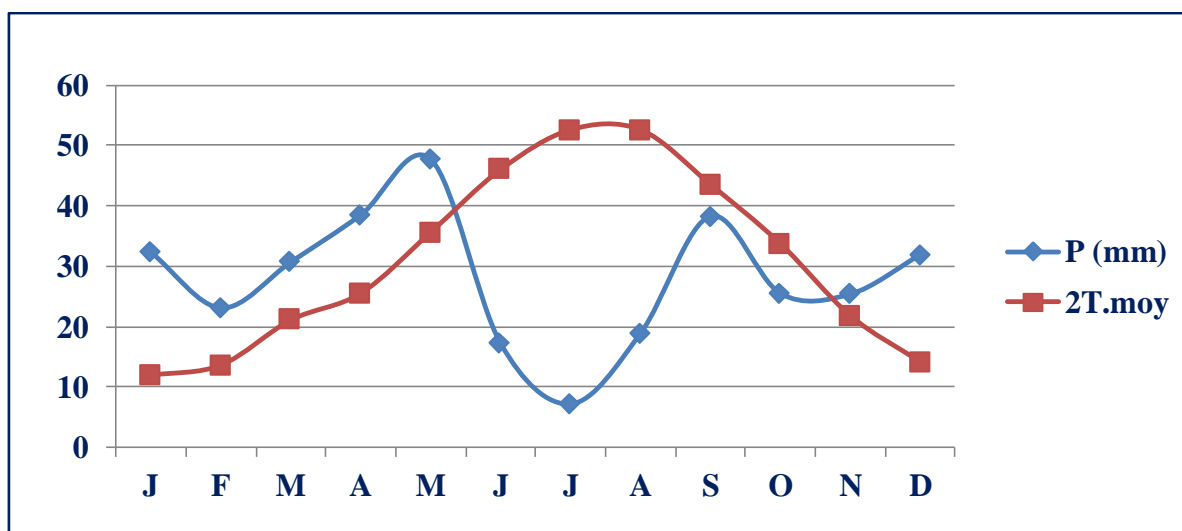


Figure N° 4 : Diagramme Ombro-thermique de Gausse Source : (Baziz. N, 2018)

D'après le diagramme d'Ombro-thermique obtenu pour la station de Batna en fonction de sa situation géographique, nous avons observé une période humide qui commence du mois de octobre jusqu'au mois de Mai et une période sèche qui commence de juin jusqu'au mois d'Août pendant cette période sèche les cours d'eau ne véhiculent en général que les eaux usées vers le milieu naturel, divers polluants contenus dans les eaux usées sont susceptibles de contaminer la ressource hydrique notamment les eaux de souterraines.

#### 1-5-4- Le quotient pluviométrique d'Emberger

Le quotient pluviométrique d'Emberger est un indice utile pour déterminer le type de climat de la région étudiée; il est défini par la relation :

$$Q = 1000 P / (M+m) / 2 (M-m)$$

**Q**: Désigne le quotient pluvio-thermique d'Emberger.

**P** : La précipitation moyenne annuelle.

**M** : Désigne la moyenne des températures maximales du mois le plus chaud en degré Kelvin absolu (°k).

**m** : Moyenne des températures minimales du mois le plus froid en (°k).

**M-m** : Amplitude thermique.

**(M+m)/2** : Température moyenne.

Pour une pluie moyenne annuelle de P = 329.69 mm :

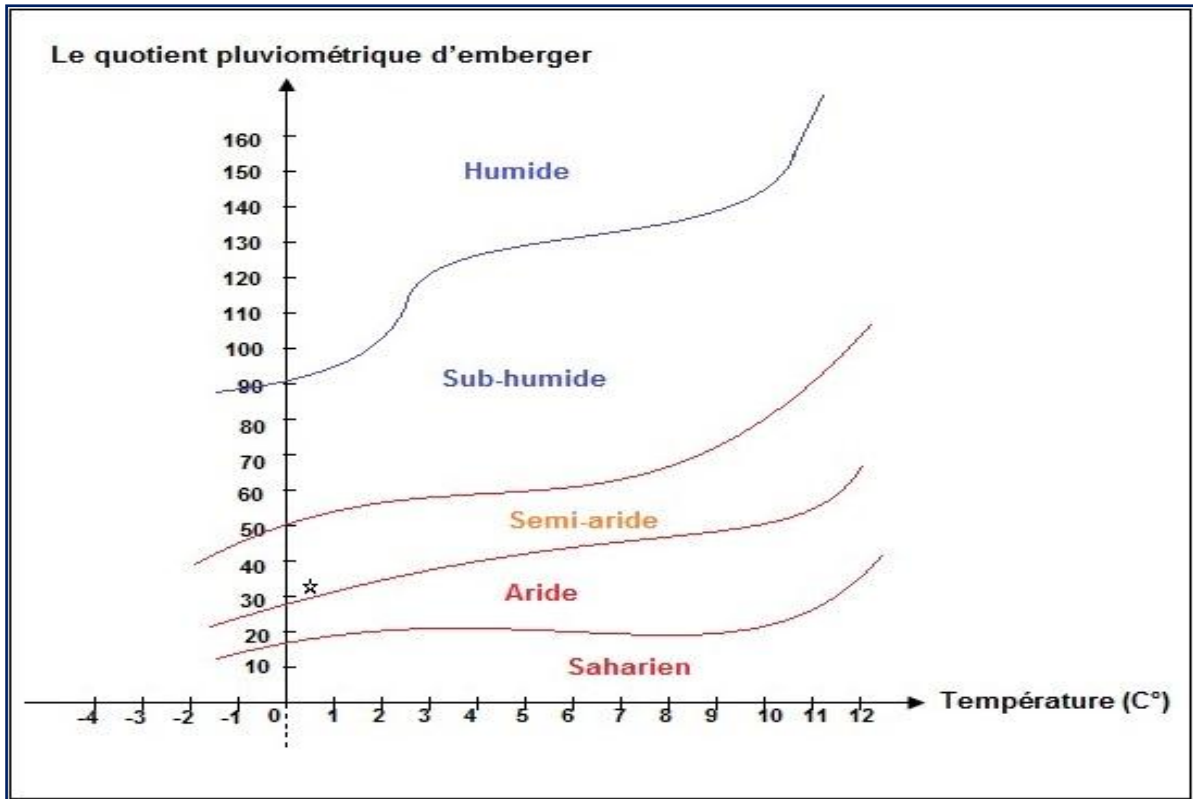
P = 329.69 mm.

$M = 36,56 \text{ } ^\circ\text{C} = 309,7 \text{ } \text{k}$ .

$m = 0,05 \text{ } ^\circ\text{C} = 273,25 \text{ } \text{k}$ .

$Q = 31,03$ .

Donc la station de Batna est classée dans l'étage bioclimatique semi-aride à hiver frais (Figure N° 5).



**Figure N° 5 :** Quotient bioclimatique méthode d'Emberger

### 1-5-5- Le Vent

Le vent souffle généralement en direction Nord-est et Sud-ouest à Batna. Le sirocco augmente et accélère l'évaporation. Il souffle du sud pendant la saison sèche, amenant avec lui du sable et la poussière.

**Tableau N° 7 :** Moyenne mensuelle de la vitesse du vent à Ain S'khouna (2004-2014).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Vitesse de vent m/s	3,27	3,88	3,86	3,94	3,66	3,93	4,13	3,87	3,46	3,27	3,5	3,2

**Source:** station d'Ain S' khouna-Batna

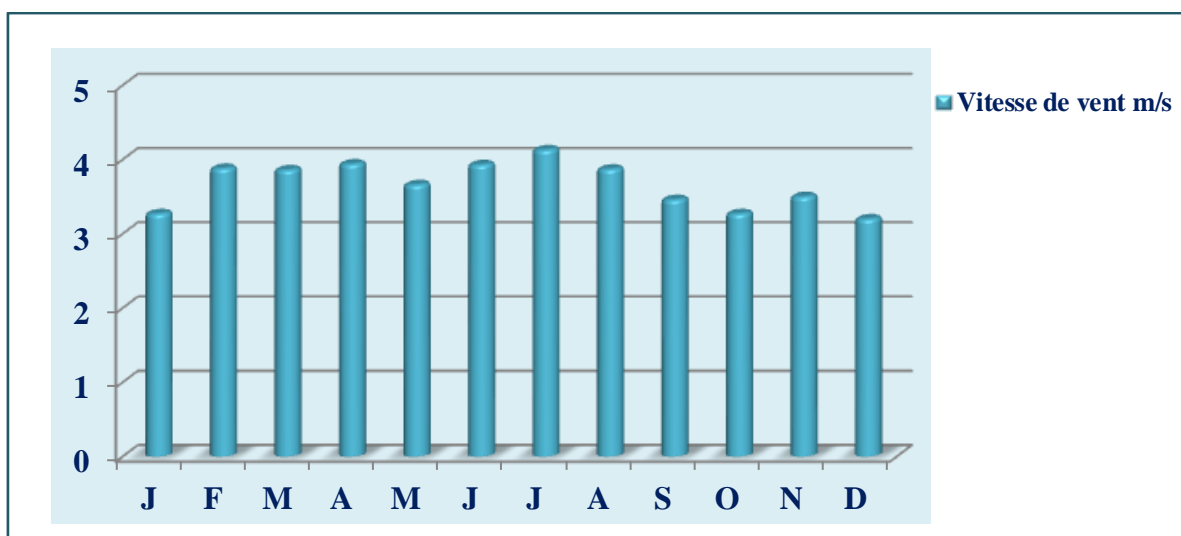


Figure N° 6 : Moyenne mensuelle de la vitesse de vent à la station d'Ain S'Khouna (2004-2014)

### 1-5-6- L'Humidité

Le tableau 8 montre que le taux le plus élevé s'enregistre en Hiver et une partie de l'Automne en raison d'une pluviométrie conséquente et pendant ces deux saisons il y a une réduction significative de l'évapotranspiration.

Tableau N° 8 : Répartition moyenne mensuelle de l'humidité relative à la station d'Ain S'Khouna (1971-2010)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Humidité relative en %	73.7	69.1	63.7	61.3	56.8	48.2	39.6	43.2	56.9	63.5	69	73.7

Source : station météorologique d'Ain S' khouna-Batna

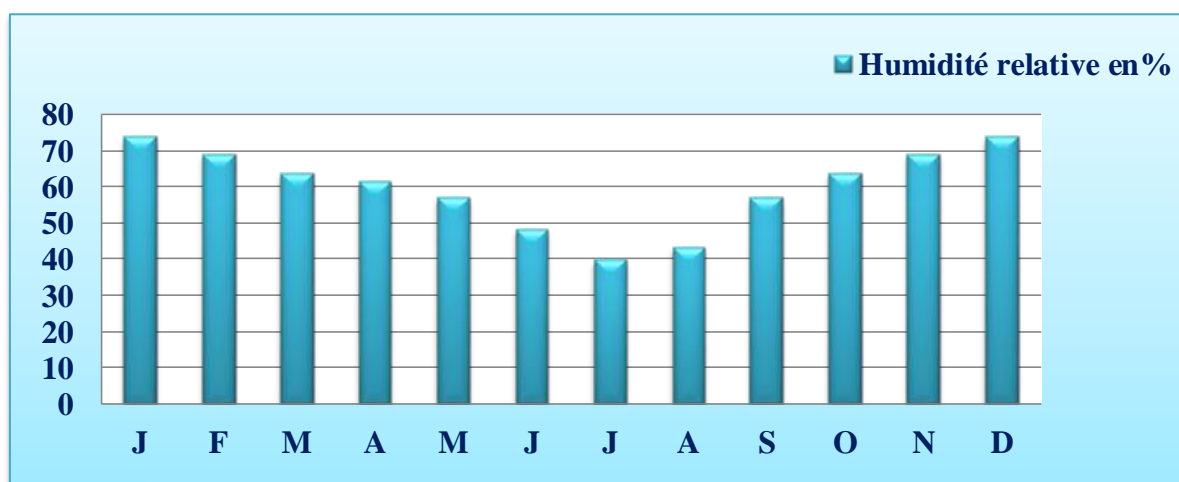


Figure N° 7 : Répartition moyenne mensuelle de l'humidité relative à la station d'Ain S'Khouna (1971-2010)



### **1-5-7- La neige**

Les zones des Aurès se caractérisent par la présence des neiges surtout dans les zones montagneuses, il y a une corrélation nette entre l'altitude et l'enneigement au même titre que la pluviométrie. En effet les périodes d'enneigement sont partagées notamment entre les mois les plus froids (décembre, janvier et février).

## **2- Les caractéristiques socio-économiques**

Pour une meilleure compréhension des problèmes et les besoins en habitat, emploi et équipements, la connaissance approfondie des données socio-économiques est indispensable. Les conditions socio-économiques des populations peuvent être perçues au travers d'un certain nombre de facteurs de bien-être qui sont entre autres une alimentation suffisante, de l'eau potable, un abri sûr, de bonnes conditions sociales et un milieu environnemental et social apte à maîtriser les maladies infectieuses (Yonkeu et al., 2003).

Les personnes ayant un faible statut socio-économique ont tendance à vivre dans des conditions de promiscuité qui sont propices à l'augmentation de la transmission de certaines maladies. Aussi, la pauvreté peut également constituer un obstacle à l'accès aux services de santé retardant le diagnostic tout en majorant la contagiosité par les agents pathogènes en cas d'existence des maladies transmissibles (AMoNA et al., 2016).

### **2-1- Population**

Sur le plan administratif, la wilaya de Batna compte aujourd'hui 21 daïras et 61 communes, elle est également considérée parmi les territoires les plus peuplés d'Algérie. Dans chaque étude, et en particulier dans celle liée directement à la société, l'étude de l'évolution de la population est indispensable (les données de base sur la population ont été recueillies à partir des résultats de base des recensements RGPH et traitées statistiquement).

#### **2-1-1- Constatations générales**

La population de la wilaya de Batna est estimée à fin 2019 à 1 377 000 habitants répartis à travers les 61 communes que compte son territoire (Tableau N° 9). Cette forte croissance montre que la population de la wilaya a plus que doublée en vingt ans, soit une croissance moyenne annuelle de 2,85 % pour toute la période, alors que celle observée depuis 1998, elle est de 2,12 %, mais reste quand même supérieure à la moyenne nationale (2,09 %) (PAW phase I).

La commune de Batna avec 350 000 habitants est de loin la plus peuplée, suivie de la commune de Barika qui compte 125 000 Hab. En 3ème et 4ème position viennent les communes d'Ain Touta avec 71 000 hab et Merouana avec 46 500 Hab.

En termes de répartition spatiale 68 % de la population réside dans les agglomérations chefs-Lieux, 14% en agglomérations secondaires et 18% en zone éparse, ces taux renseignent clairement sur la concentration de la population en milieu urbain où elle a un rapport avec les déséquilibres sur d'autres plans tels la répartition des activités, des logements, des équipements,... etc. (BAZIZ, 2018; Monographie de Batna, 2019).

### **2-1-2- Densités de population**

L'articulation des composantes du milieu physique conditionne l'installation des sociétés humaines sur les territoires. Cependant les espaces qui bénéficient de plus d'atouts sont ceux qui offrent plus d'attractivité aux populations. Le paramètre densité reste l'élément d'analyse spatio-démographique qui traduit le mieux le niveau de socialisation du milieu.

Dans la wilaya, la densité de la population est très inégalement répartie sur les 61 communes que compte le territoire de la wilaya (Tableau N° 9). La commune de Batna est la plus dense, suivie des Communes de Merouana, N'galous, Ain Touta, Barika, Tazoult, El madher, Ras el Ayoune Rehbat, et Arris. Ces communes ont une densité supérieure à la moyenne de la wilaya estimée à 114 hab /km<sup>2</sup>, par contre on distingue une faible densité dans certaines communes (Carte N° 7).

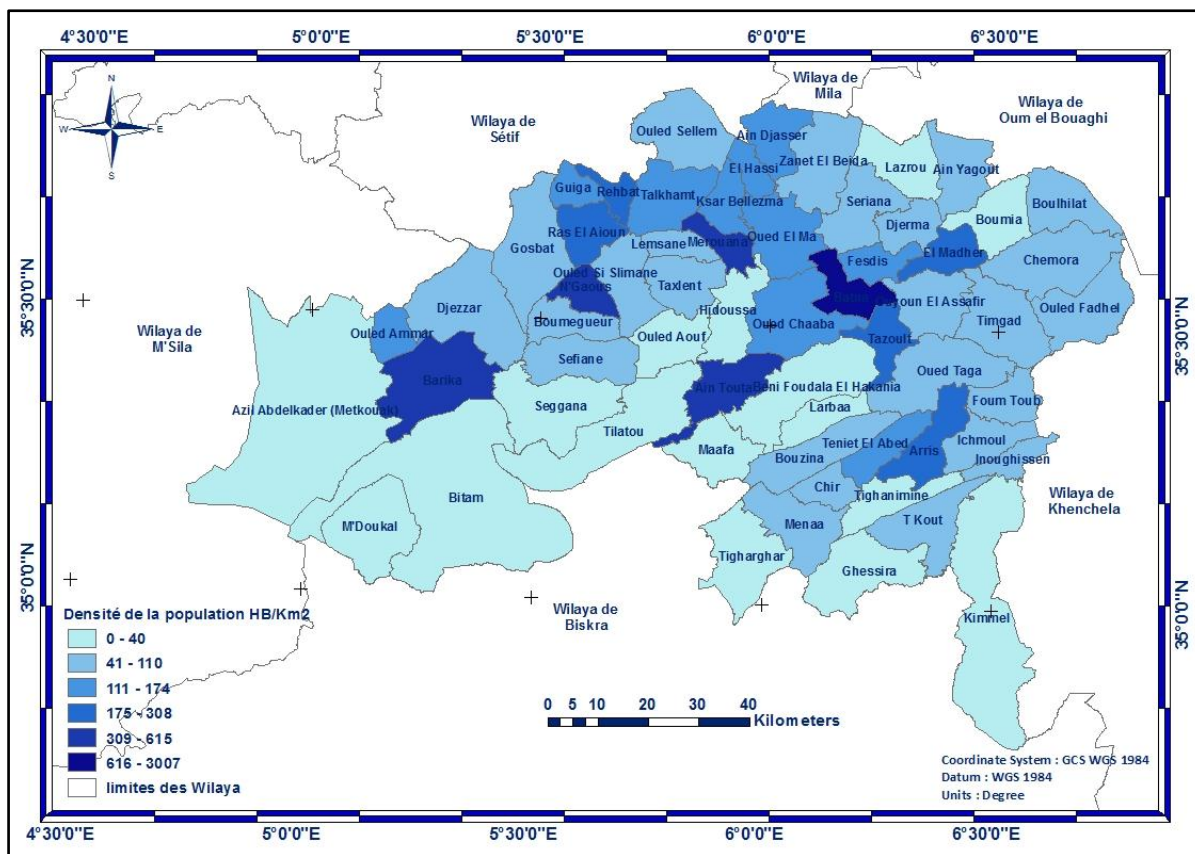
Cette disparité dans la répartition de la population est due aux facteurs physiques et socioéconomiques de la région, ce qui explique l'ampleur des problèmes et engendre surtout les conditions les plus favorables à la transmission des maladies.

**Tableau N° 9** : La densité de Population de la wilaya de Batna 2019 par commune

<b>Commune</b>	<b>Superficie Km<sup>2</sup></b>	<b>Population</b>	<b>Densité Hb/Km<sup>2</sup></b>
<b>Ain Djasser</b>	125,78	20020	159
<b>Ain Touta</b>	170,99	71000	415
<b>Ain yagout</b>	154,05	13300	86
<b>Arris</b>	151,78	37400	246
<b>Azil Abdelkader</b>	1 035,00	18100	17
<b>Barika</b>	305,43	125000	409
<b>Batna</b>	116,41	350000	3007
<b>Beni Foudala</b>	299,18	820	3
<b>Bitam</b>	917,54	14000	15
<b>Boulhilet</b>	160,86	8900	55
<b>Boumagueur</b>	111,69	9200	82
<b>Boumia</b>	153,27	1737	11
<b>Bouzina</b>	194,47	14500	75

<b>Chemora</b>	262,72	20090	76
<b>Chir</b>	78,28	7200	92
<b>Djerma</b>	99,66	5200	52
<b>Djezzar</b>	332,38	28690	86
<b>El hassi</b>	57,91	9400	162
<b>El madher</b>	99,96	22752	228
<b>Fesdis</b>	85,8	12000	140
<b>Foum Toub</b>	108,39	7400	68
<b>Ghassira</b>	234,53	8000	34
<b>Gosbat</b>	281,2	18900	67
<b>Guigba</b>	63,31	11000	174
<b>Hidoussa</b>	149,63	2600	17
<b>Ichemoul</b>	123,67	12030	97
<b>Inoughissene</b>	72,77	4200	58
<b>Kimmel</b>	556,58	3000	5
<b>Ksar bellazma</b>	88,51	10500	119
<b>Larbaa</b>	99,04	295	3
<b>Lazrou</b>	160,43	6000	37
<b>Lemcen</b>	67,45	6100	90
<b>M doukel</b>	252,14	10000	40
<b>Maafa</b>	154,26	3600	23
<b>Mena</b>	187,88	15900	85
<b>Merouana</b>	75,59	46500	615
<b>N'gaous</b>	80,95	33000	408
<b>Oued Chaaba</b>	245,67	35638	145
<b>Oued el ma</b>	196,14	25000	127
<b>Oued taga</b>	249,97	24100	96
<b>Ouled ammar</b>	75,14	11500	153
<b>Ouled aouf</b>	149,22	2200	15
<b>Ouled Fadhel</b>	206,22	13060	63
<b>Ouled Sellam</b>	220,46	23200	105
<b>Ouled Si Slimane</b>	156,66	15500	99
<b>Ouyoun el assafir</b>	160,06	15200	95
<b>Ras el Ayoune</b>	115,96	27078	234
<b>Rehbat</b>	55,07	14050	255
<b>Sefiane</b>	181,26	17850	98
<b>Seggana</b>	284,47	8100	28
<b>Seriana</b>	173,39	19000	110
<b>T kout</b>	185,37	14000	76
<b>Talkhempt</b>	176,48	23000	130
<b>Taxlent</b>	143,25	9900	69
<b>Tazoult</b>	112,52	34700	308
<b>Teniet el abed</b>	107,64	13000	121
<b>Tighanimine</b>	127,24	4990	39
<b>Tigharghar</b>	229,87	8100	35
<b>Tilatou</b>	381	3500	9
<b>Timgad</b>	222,26	13500	61
<b>Zana El Baida</b>	213,95	12500	58

Source : (Monographie Batna, 2019)



Carte N° 7 : Répartition spatiale de la densité de la population dans la wilaya de Batna par commune.

### 2-1-3- Évolution de la population de la wilaya de Batna (1959-2019)

La wilaya de Batna comme les autres wilayas d'Algérie, a enregistré une croissance démographique importante tout au long de la seconde moitié du XX<sup>ème</sup> siècle.

L'accroissement démographique accéléré des populations de la wilaya de Batna, jalonnée par un développement urbain sous forme d'étalement mal contrôlé générant une grande incohérence urbaine, constitue un facteur de déséquilibre en l'absence de croissance économique viable et une amélioration des conditions sociales notamment sur le volet santé. Eu égard à ces conditions, il n'est pas étonnant que la wilaya de Batna se distingue des autres régions d'Algérie par une situation épidémiologique particulière depuis quelques années (BAZIZ, 2018; Kalla and Gettouche, 2017).

Le tableau ci-dessous (Tableau N° 10, Figure N° 8) montre l'évolution de cette population de 1959 à 2019, elle est passée de 304055 habitants en 1959 à 962 401 habitants en 1998 pour atteindre 1 377 000 habitants en 2019.

Tableau N° 10 : Évolution de la population de la wilaya de Batna (1959-2019)

Années	Nombre d'habitant
1959	304 055
1966	373 086
1977	513 500
1987	750 723
1998	962 401
2006	1 162 856
2008	1 119 791
2010	1 168 153
2011	1 186 832
2012	1 205 900
2013	1 225 300
2014	1 245 030
2015	1 265 120
2016	1 285 240
2017	1 307 000
2018	1 327 940
2019	1 377 000

Source : ONS + Monographies Batna

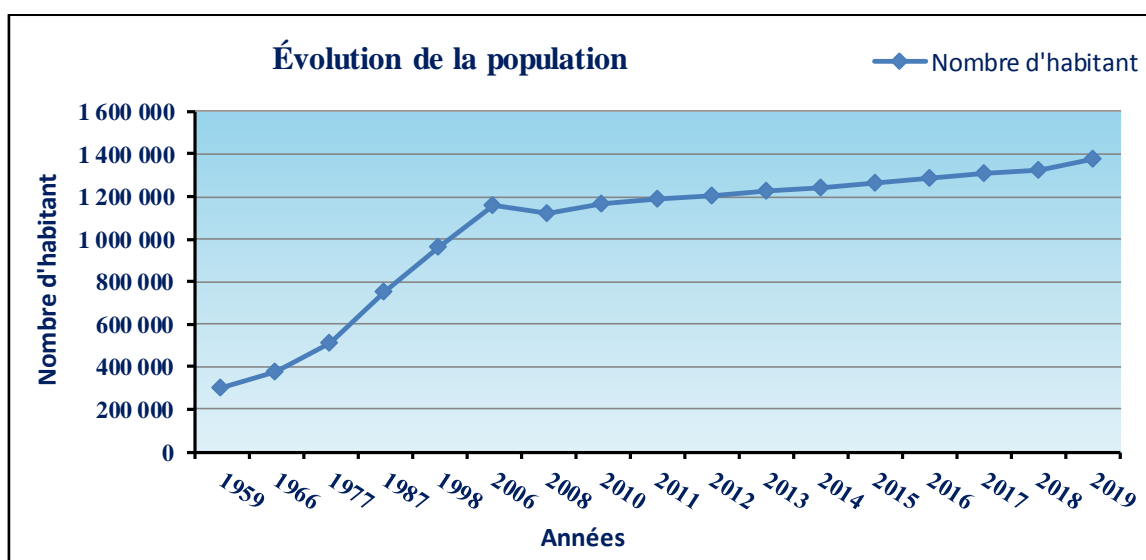


Figure N° 8 : Évolution de la population de la wilaya de Batna (1959-2019)

## **2-2- Habitat**

La crise de l'habitat dans la wilaya de Batna est amplifiée par la croissance démographique.

Le développement des quartiers insalubres et le non-respect des normes d'urbanisme ont généré de multiples problèmes d'alimentation en eau potable et d'assainissement ce qui influe sur la santé des populations (BAZIZ, 2018).

### **2-2-1- Evolution du parc de logements dans la wilaya de Batna**

Le tableau ci-dessous montre l'évolution du parc de logements dans la wilaya de Batna de 1998 à 2019, d'où le nombre de logements au recensement de 1998 était 180305 logements, puis le parc se compose de 316328 en 2019.

**Tableau N° 11** : Evolution du parc de logements dans la wilaya de Batna (1998-2019)

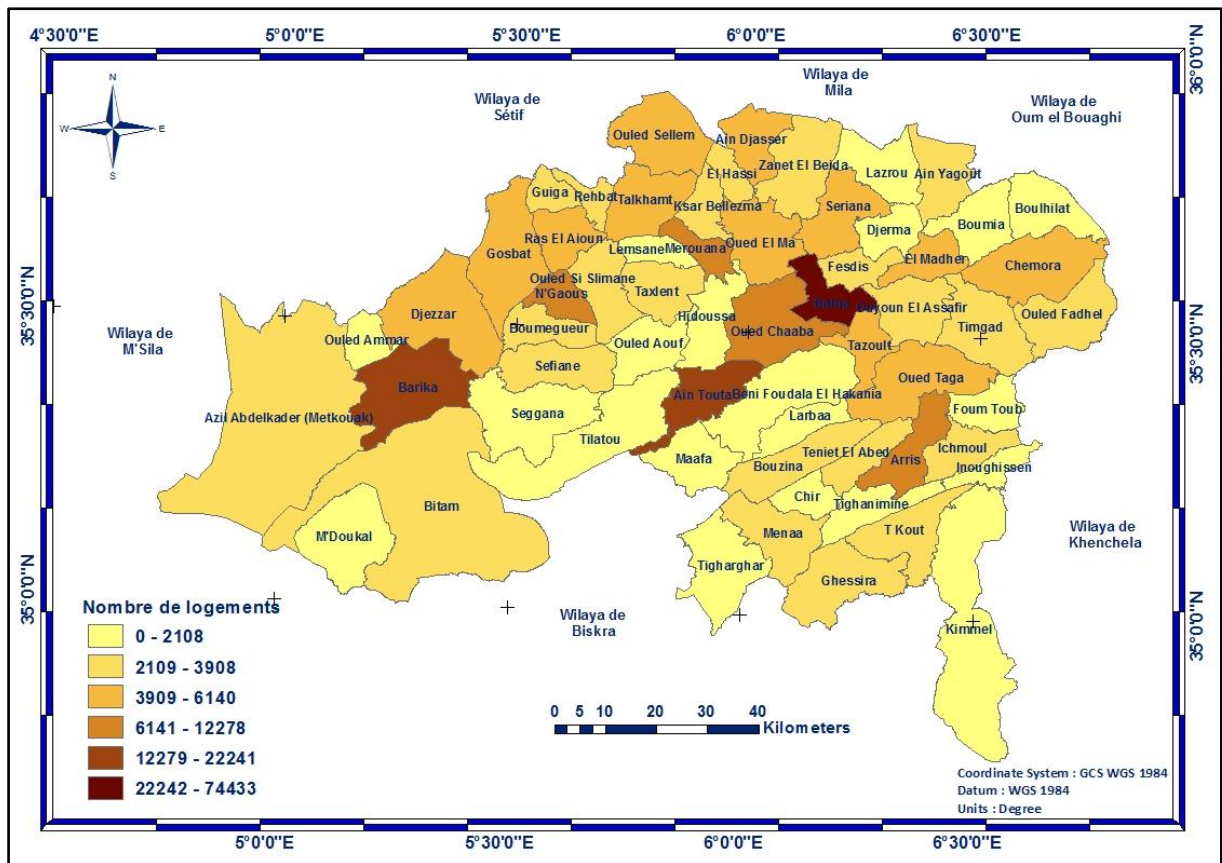
<b>Année</b>	<b>1998</b>	<b>2006</b>	<b>2008</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2014</b>	<b>2017</b>	<b>2019</b>
<b>Nombre de logements</b>	180305	186 763	224951	252 945	258 587	281226	306060	316328
<b>Taux moyen d'occupation des logements</b>	7,8	6,23	6,7	4,69	4,66	4,43	4,27	4,35

**Source** : Monographies de la wilaya de Batna

### **2-2-2- Nombre de logements**

Les conditions de logement précaires, dans des ménages mal ventilés, la mauvaise qualité des logements et le surpeuplement des ménages, peuvent favoriser la transmission de l'agent pathogène de certaines maladies transmissibles (de Castro et al., 2018).

La carte (Carte N°8) ci-dessous traduit le nombre de logements de chacune des 61 communes de la Wilaya de Batna de l'année 2019, dont la commune de Batna, vient ensuite Barika et Ain Touta puis Merouana, N'gaous et Arris sont les communes qui comptent un nombre de logements important par rapport aux autres communes mais ce nombre reste insuffisant pour toutes les communes de la Wilaya si l'on compare à la population.



Carte N° 8 : Nombre de logements à l'échelle de la Wilaya de Batna

En outre, le paramètre TOL (Taux d'occupation des logements) qui est en partie une conséquence des facteurs économiques car la pauvreté induit forcément une certaine précarité dans l'habitat, constitue un indicateur largement utilisé dans l'analyse spatiale en aménagement du territoire. Il traduit les situations de promiscuité souvent responsable des risques de transmission des bactéries et des virus pathogènes.

$TOL = \text{Nombre d'habitants} / \text{Nombre de logements}$ .

### 2-3- Emploi

L'emploi est un indicateur important dans l'appréciation économique de la région de l'étude, et permet d'évaluer la situation et le niveau de vie de la population.

La plupart des maladies qui frappent les pauvres sont insignifiantes dans les pays riches, parce que les conditions de vie sont meilleures (Organisation Mondiale de la Santé, 2013).

### **2-3-1- Répartition de la population active et occupée**

La population active de la wilaya de Batna est estimée à 510 534 personnes (Base de calcul RGPH 2019). Quant à la population occupée, elle est estimée à 464 321 personnes, et le taux de chômage est estimé à 9,1 % (Tableau N° 12).

**Tableau N° 12 : Répartition de la population active et occupée de la wilaya de Batna**

<b>Population Totale Wilaya</b>	1 377 000
<b>Population Active de Base</b>	510 534
<b>Population Occupée</b>	464 321
<b>Population sans travail</b>	46 213
<b>Taux des sans travail</b>	9.1 %

**Source :** Monographie Batna 2019

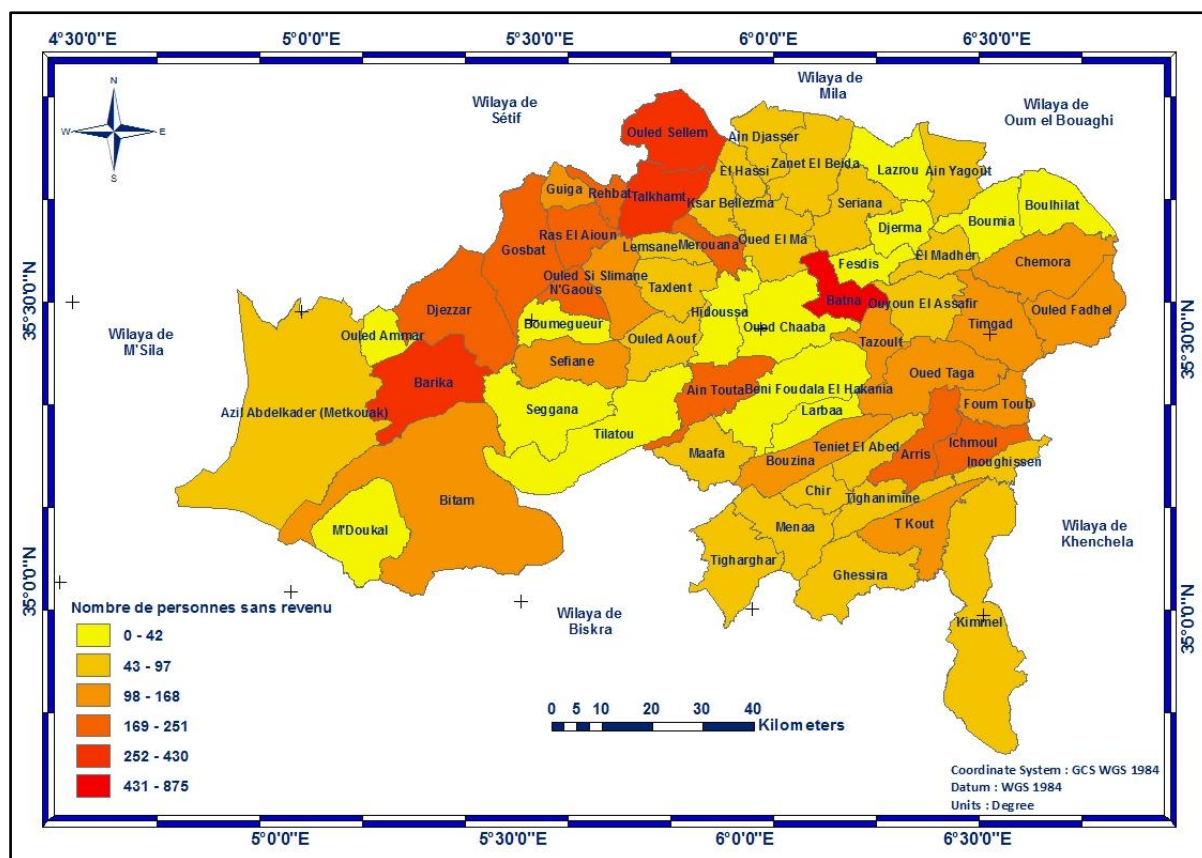
### **2-3-2- Nombre de personnes sans revenus**

La précarité sociale et économique regroupe des situations qui vont de la fragilisation de la relation d'emploi à l'exclusion en passant par le chômage. Toutes ces situations porteuses de « stress social » peuvent être à l'origine d'une détérioration de la santé et les travaux en sciences sociales de la santé (Buchillet, 2001; Organisation Mondiale de la Santé, 2018a; Pruvost and Rivalan, 2014).

La pauvreté, le chômage, peuvent également constituer des obstacles à l'accès aux services de santé retardant le diagnostic tout en majorant la contagiosité de certaines maladies (AMoNA et al., 2016), et cela à cause des coûts médicaux, coûts de déplacements,...qui sont également lourds compte tenu de la durée souvent prolongée de la recherche de soins et du traitement. (Organisation Mondiale de la Santé, 2018a; Pruvost and Rivalan, 2014).

Le nombre de personnes sans ressources, recevant uniquement quelques aides sociales de l'Etat, est un indicateur qui renseigne sur l'état de pauvreté des habitants de la Wilaya. Le nombre de personnes sans revenus de l'année 2019 de la wilaya de Batna a dépassé 11643 personnes répartis sur les 61 communes du territoire, comme le montre la Carte N°9.





Carte N° 9 : Nombre de personnes sans revenu dans la Wilaya de Batna

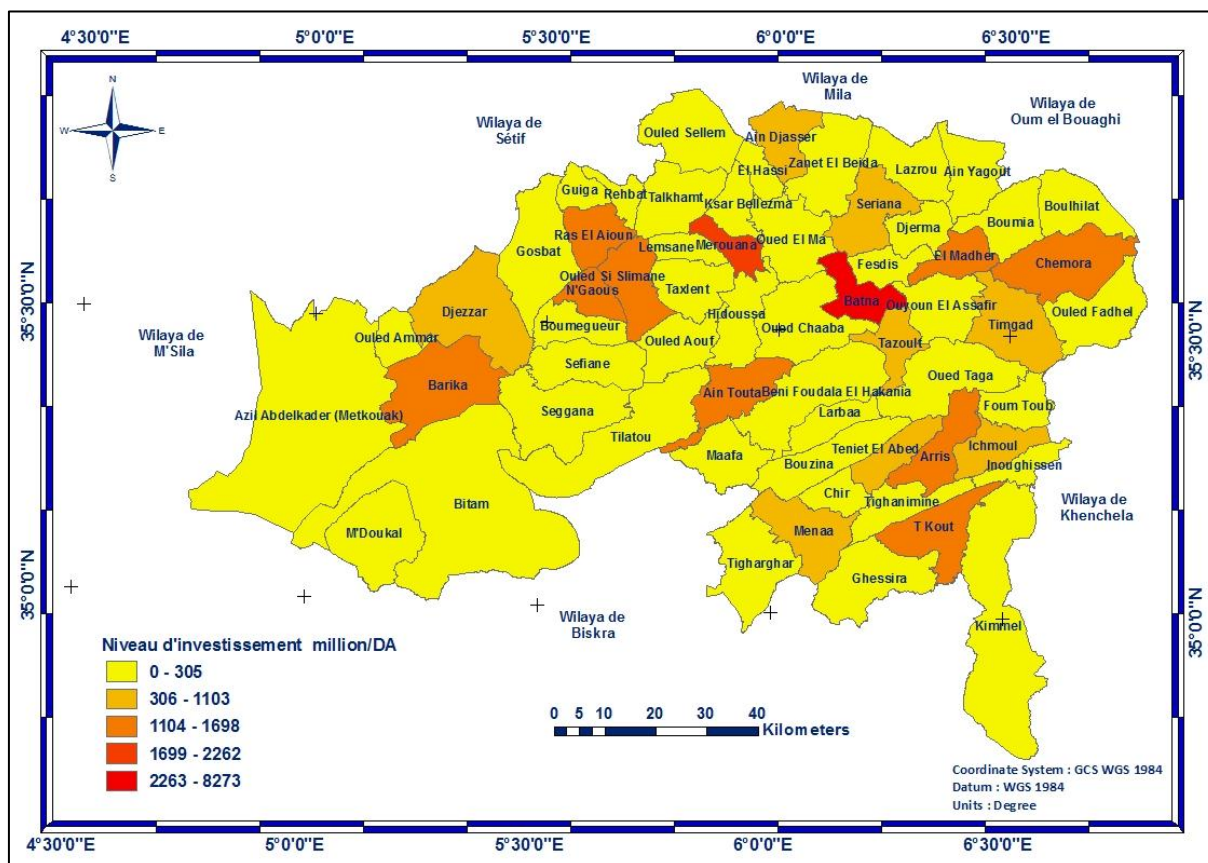
### 2-3-3- Le niveau d'investissement étatique

Le niveau d'investissement étatique à travers les micros, petites et moyennes entreprises est traduit par le volume de financement de l'état en termes de projets d'investissements (investissements de logements, investissements en santé,...), dans les petites entreprises en termes d'emploi et de création de richesse. C'est un indicateur couvrant l'aspect économique et qui renseigne sur le niveau de vie moyen du pays. Cet investissement est une clé de la création d'emplois et du recul du chômage (Villeroy de Galhau, 2015).

En effet, les petites entreprises sont souvent qualifiées comme pilier de l'économie d'un pays, car elles représentent un pourcentage important en termes de production, d'emplois et de revenus. Ils sont largement reconnus dans les économies modernes (Founanou and Ratsimalahelo, 2011; Villeroy de Galhau, 2015).

La Carte N° 10 montre que certaines communes de chef-lieu de Wilaya et de Daïra de la wilaya de Batna telles que Batna, Merouana, N'gaous, Arris, Ain Touta, Barika et autres qui sont plus équipées en logements, reçoivent plus d'investissements que d'autres, mais elles restent en déficit par rapport à la norme. Cette différenciation conduit à un déséquilibre sur le

niveau socio-économique des territoires qui va induire des situations de vulnérabilité variées et des niveaux de risques importants pour certaines communes.



Carte N° 10 : Le niveau d'investissement étatique des petites entreprises de la Wilaya de Batna

## 2-4- Equipements

Les équipements constituent un facteur important dans la structure de l'espace, ce sont des éléments de la composition urbaine.

La wilaya de Batna bénéficie d'une concentration d'équipements de nature diverse, fortement représenté par l'équipement éducatif, sanitaire, administratif. Parmi ces équipements on peut distinguer:

### 2-4-1- Education et Formation

Le secteur de l'éducation peut être considéré comme le plus important sur le plan des équipements sociaux. La localisation des infrastructures scolaires primaires correspond aux principales concentrations de population et semble répondre au besoin de proximité de ce type d'équipement. En 2019 la wilaya compte 655 établissements scolaires primaires totalisant 5321 salles de classe utilisées pour un effectif global de 159460 élèves.

Pour l'enseignement moyen, la wilaya dispose de 181 établissements. L'ensemble de ces établissements totalisent 2930 classes utilisées, les effectifs scolarisés sont de l'ordre de 106128 élèves. Et pour l'enseignement secondaire, la wilaya dispose de 90 établissements d'enseignement secondaire, l'effectif des élèves est de 48406 et qui totalise 1781 classes utilisées.

En ce qui concerne l'enseignement supérieur, l'université de Batna totalise un effectif global de 68 041 étudiants pour l'année 2018 encadrés par un effectif de 2237 enseignants. En matière de formation professionnelle, la wilaya de Batna possède de 24 centres avec une capacité de 6800 places, 05 centres de formation spécialisée et 20 établissements Privés avec une capacité de 1995 places (Monographie de Batna, 2019).

Même si le nombre d'établissements semble important, néanmoins la répartition spatiale n'est pas homogène (équitable), ce qui crée certaines disparités d'une commune à l'autre et d'un quartier à autre. Cette situation est expliquée par la surcharge des élèves dans les classes dans les quartiers marginalisés par rapport aux grands quartiers.

Le secteur éducatif est classé parmi les environnements surpeuplés, où il traduit les situations de promiscuité qui facilitent grandement la transmission des maladies transmissibles.

Aussi, ce secteur d'éducation a un rôle vital à jouer en soutenant les efforts communautaires de lutte contre plusieurs maladies. L'enseignement relatif à la santé doit par conséquent être inclus dans les programmes scolaires (Organisation Mondiale de la Santé, 2013). En outre, le niveau d'étude a un rôle très important car l'analphabétisme est un facteur important d'abandon du traitement alors qu'avoir fait des études secondaires ou supérieures contribue à un suivi régulier du traitement (M'boussa et al., 1999).

#### **2-4-2- Infrastructures sanitaires**

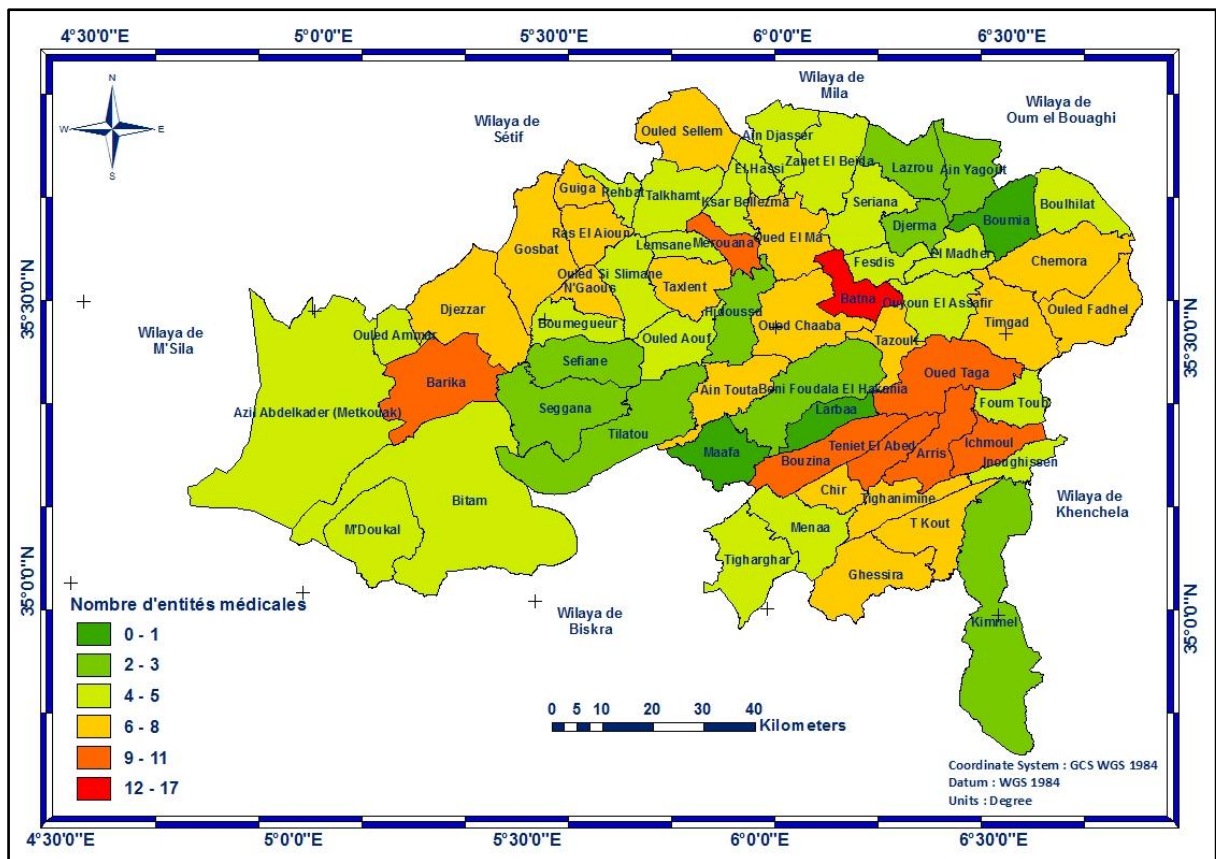
La précarité des services de soins dans certains territoires contribue au maintien des maladies, autrement dit, la plus grande majorité des personnes souffrant de certaines maladies et surtout transmissibles, disposent des services médicaux les plus pauvres. Il en résulte un mauvais suivi des traitements par les malades (Zehani, 2017).

La wilaya compte douze 12 hôpitaux d'une capacité totale de 2550 lits, dix établissements publics de santé de proximité couvrant l'ensemble des communes de la wilaya de Batna, 62 polycliniques et 269 salles de soins (Monographie de Batna, 2019).

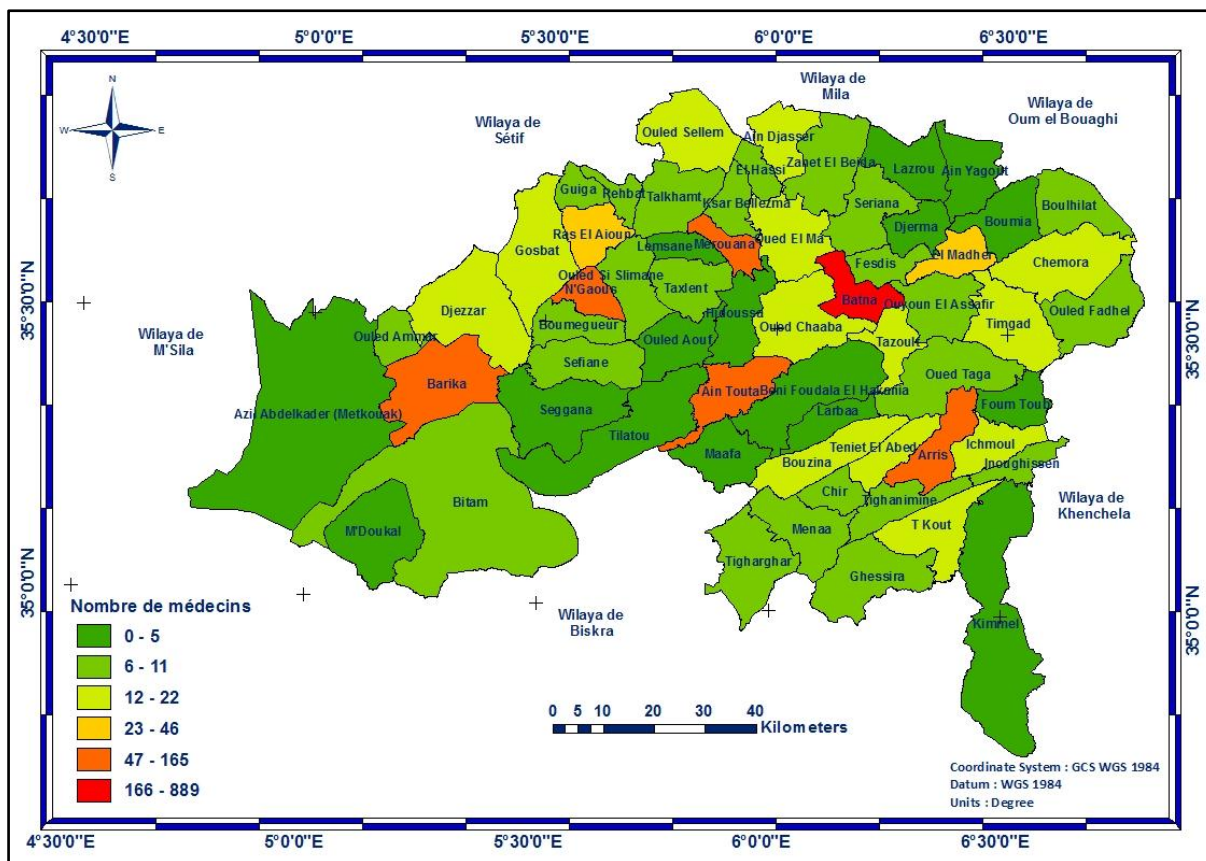
2-4-2-1- Répartition spatiale des entités médicales et les médecins

Le niveau de prise en charge sanitaire à travers les entités médicales de proximité dans chaque unité territoriale en l'occurrence la commune, et le nombre de médecins exerçant dans cette commune, jouent un rôle plus ou moins important dans le diagnostic précoce des maladies et dans la sensibilisation des habitants au risque de transmission aux précautions à prendre et à l'hygiène de vie.

La distribution des entités médicales et les médecins sur les 61 communes de la wilaya de Batna sont illustrés dans les cartes suivantes (Carte N° 11, 12).



Carte N° 11 : Répartition spatiale des entités médicales dans la Wilaya de Batna



Carte N° 12 : Répartition spatiale des médecins dans la Wilaya de Batna

• **Autres équipements sociaux**

La wilaya reste relativement bien dotée en équipements, répondants aux besoins de la population en matière de sport, loisirs, culture ... etc.

**2-5- Les réseaux**

**2-5-1- Réseau routier**

La wilaya de Batna est dotée d'un réseau routier conséquent d'une longueur totale de 4923.15 km. La part des routes nationales s'élève à 804,30 km, celle des chemins de wilaya à 650,4 km alors que les chemins communaux et les pistes font respectivement 2463,98 km et 1151,37 km.

Les routes nationales qui traversent la wilaya sont au nombre de Dix.

**Tableau N° 13 :** Les routes nationales traversant la wilaya de Batna

<b>Routes Nationales</b>	<b>Etat</b>	<b>Liaison</b>
<b>RN 03</b>	BON	Batna-Constantine au nord et Batna- Limite wilaya de Biskra au sud
<b>RN 28</b>	MOYEN	Limite wilaya de Sétif -Ain Touta par Barika
<b>RN 31</b>	MOYEN	Batna-Arris- Limite wilaya de Biskra
<b>RN 70</b>	MOYEN	Limite wilaya de M'Sila- M'doukel - Barika
<b>RN 75</b>	MOYEN	Limite wilaya de Sétif-RN03
<b>RN 77</b>	MOYEN	Limite wilaya de Sétif-Merouana-Batna
<b>RN 78</b>	MOYEN	Limite wilaya de Sétif au nord- Ras el Ayoun- N'gaous- Barika- Bitam- Limite wilaya de Biskra
<b>RN 86</b>	MOYEN	Djerma-Seriana-Merouana-Ras El-Ayoun
<b>RN 87</b>	MOYEN	Chemora-Timgad-Theniet El Abed- Limite wilaya de Biskra.
<b>RN 88</b>	BON	Tazoult-Timgad- Limite wilaya de Khenchela

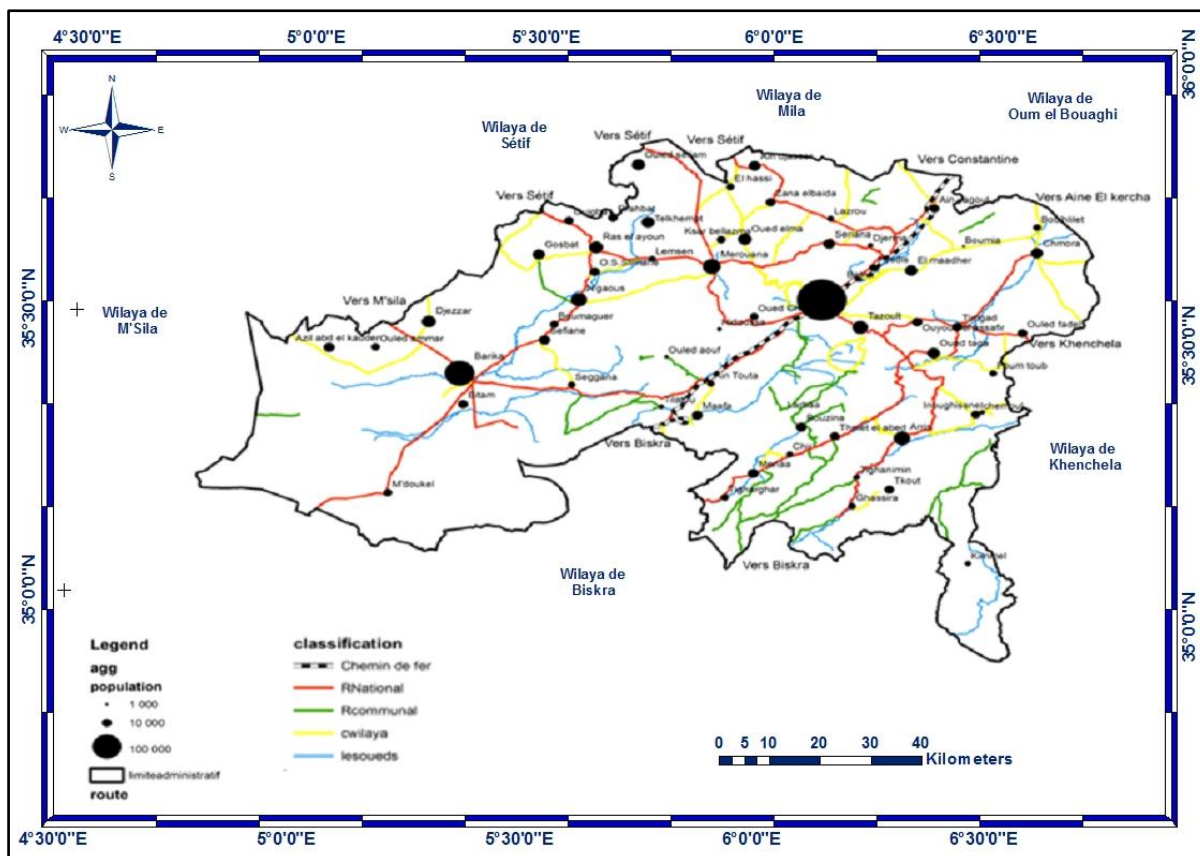
**Source :** Monographie Batna 2019

Pour ce qui est des routes secondaires, la wilaya de Batna compte 36 chemins de wilaya desservant une grande partie de communes. Totalement revêtu, ce réseau est par contre dégradé au niveau des liaisons Batna – Hamla, Seriana – El Hassi – Oued El Ma, Arris – Medina – Touffana etc. L'état général est estimé par les services techniques comme étant moyen.

Les pistes qui représentent le plus grand pourcentage du réseau total se répartissent sur l'ensemble du territoire wilaya et desservent diverses localités.

D'après l'analyse de l'ensemble du territoire wilaya, 60 communes sont pourvues de réseaux revêtus entre RN, CW, CC à des degrés différents dans chaque catégorie de routes, la commune de Larbaa a un réseau non revêtu dans sa presque totalité.

(Monographie de Batna, 2019).



Carte N° 13 : Carte de classification du réseau routier de la wilaya de Batna  
(Source : Kalla. M.I, 2018)

### 2-5-2- Réseau ferroviaire

Le réseau ferroviaire est constitué de deux voies principales sur un linéaire de 179.5 kms :

- La première voie traverse la wilaya de Batna du nord au sud sur une longueur de 99.7kms, avec quatre gares : Ain Yagout, Djerma, Batna et Ain Touta ; Elle relie Batna à Constantine aux deux ports de Skikda et Annaba au nord et Batna à Biskra et Touggourt au sud.

Cette voie ferrée joue un rôle important dans l’approvisionnement de la wilaya en biens d’équipements et assure le transport des marchandises.

- La seconde voie commence de Ain Touta et va jusqu’à Sidi Bel Abbes en passant par M’sila et Ain Oussera. Le tronçon interne à la wilaya de Batna s’élève à 79.8 km et dessert les centres suivants : Ain Touta, Seggana, Barika, Ouled Abdellah et Ouled Ammar (Monographie de Batna, 2019).

### **2-5-3- Réseau d'assainissement et l'alimentation en eau potable (AEP)**

Les programmes eau, assainissement et hygiène sont essentiels pour maintenir la santé et prévenir les maladies (Organisation Mondiale de la Santé, 2013).

L'assainissement de l'eau constitue l'ensemble des dispositions relatives à l'évacuation des déchets liquides d'une agglomération et à leur traitement, de manière à ce qu'ils ne puissent provoquer aucune nuisance pour l'hygiène publique (Bouziari, 2000).

D'une manière générale, les maladies à transmission hydrique résultent d'une mauvaise qualité de l'eau liée soit à l'infiltration des eaux usées dans les réseaux de l'eau potable, soit à l'absence de contrôle de la source d'approvisionnement.

L'approvisionnement en eau est discontinu avec une fréquence plus élevée dans certains quartiers. Les coupures d'eau peuvent avoir des conséquences dramatiques au plan social et sanitaire, car en absence d'eau une multitude de mode d'approvisionnement en eau apparaissent et autant de risque de contamination et donc de foyers épidémiques non maîtrisable (BAZIZ, 2018; Kalla, 2018).

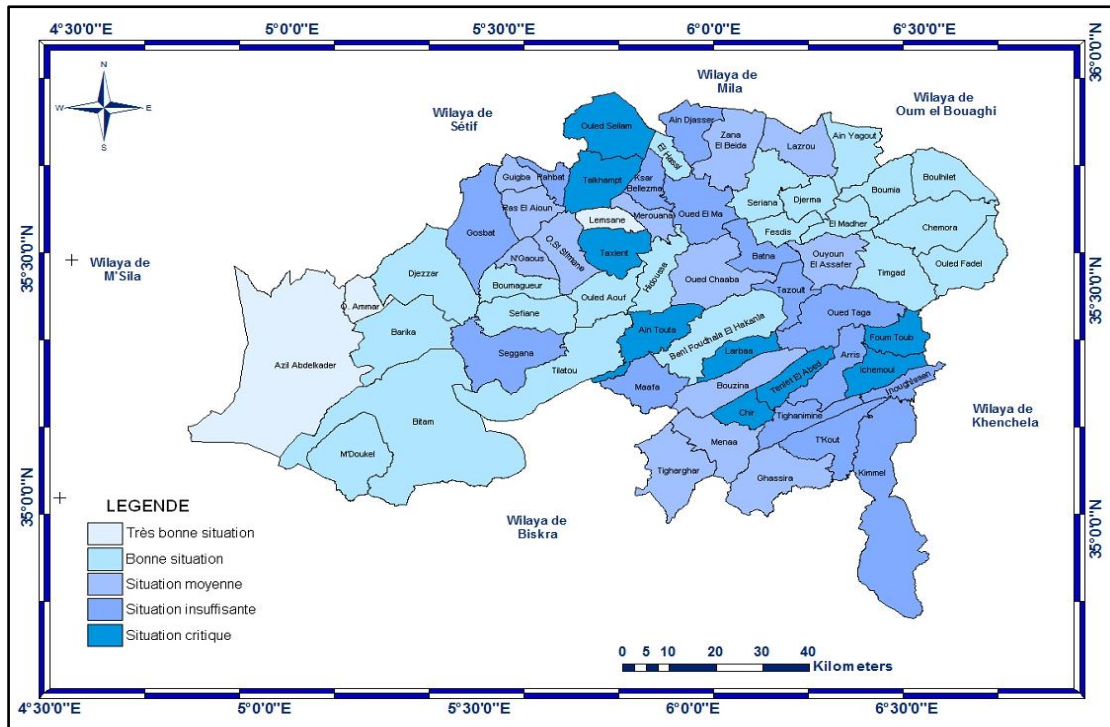
Ce problème a été résolu partiellement par la réalisation d'une Station d'épuration (STEP) à Batna, Tingad ainsi que vingt-deux bassins de décantation (22 en 2005), et une station de lagunage à Ksar- Bellazema et Cherf el Ain commune de Merouana), tandis que trois autres STEP sont en cours de réalisation (Fesdis, Arris et Barika) . Trois études sont déjà établies pour la réalisation des STEP a Ain Touta, Ras Aioun et N'Gaous.

Pour les zones rurales et les petites agglomérations (moins de 10000 habitants) ; la réflexion est engagée selon les recommandations du Plan d'Aménagement de la Wilaya ; pour l'utilisation des systèmes d'épuration par filtre planté ou «Phytoépuration».

En matière d'AEP, il ressort que 28 communes regroupant 63 % de la population, présentent un déficit par rapport à leurs besoins en eau potable.

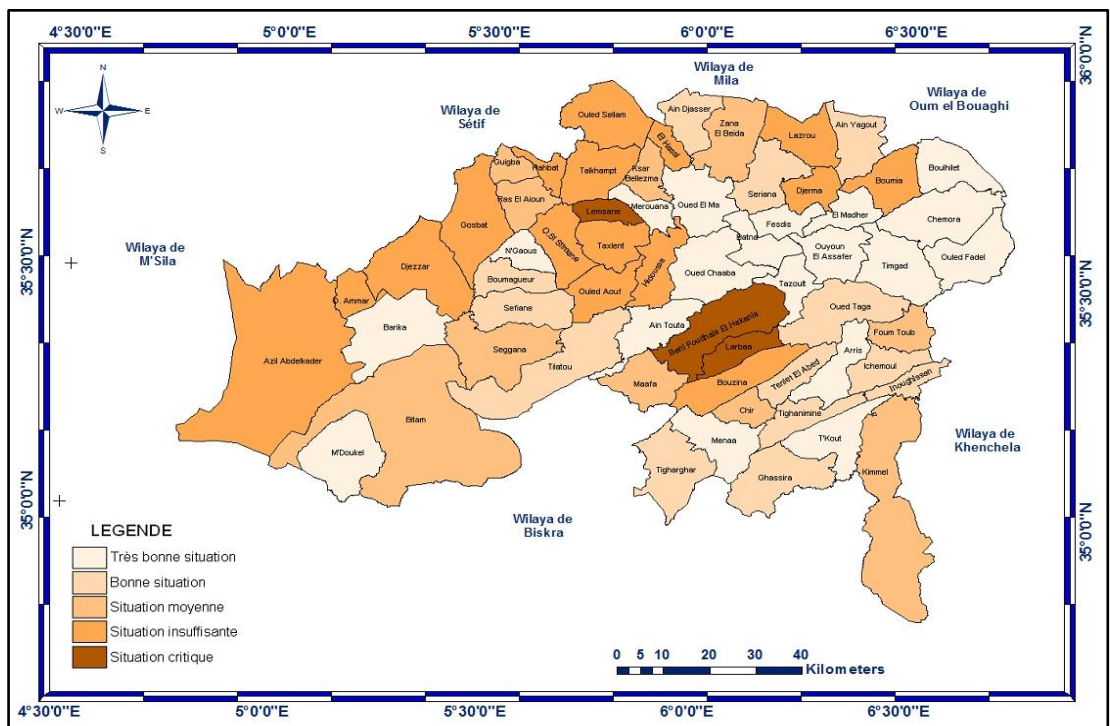
La classification des communes selon le taux de raccordement au réseau d'AEP, montre que sur les 61 communes de la wilaya, seules 38 présentent un taux de raccordement supérieur à 60%. Par ailleurs, la classification des communes selon la dotation réelle en eau potable, montre que sur les 61 communes de la wilaya de Batna, seules 36 soit 59%, présentent une dotation supérieure à 100 l/j/hab. la carte ci-dessous illustre mieux la répartition de la dotation réelle en eau potable par commune (Carte N° 14).





Carte N° 14 : Carte de la classification des communes de la wilaya de Batna selon la dotation réelle en eau. (Source: PAW phase N° I)

Le taux de raccordement au réseau d'assainissement est passé de 74% en 2005 à 89% en 2017 avec un linéaire de 2.525.335,5 ml de réalisation. La carte ci-après (Carte N° 15) présente le taux de raccordement par commune (Monographie de Batna, 2019).



Carte N° 15 : Carte de la classification des communes de la wilaya de Batna selon le taux de raccordement au réseau d'assainissement. (Source: PAW phase N° I)

## **Conclusion**

Le territoire de la wilaya de Batna s'inscrit presque entièrement dans un ensemble physique constitué par la jonction de la chaîne de montagnes de l'Atlas Tellien au Nord et celle de l'Atlas Saharien au Sud. Cette disposition donne une particularité physique à la wilaya, qui s'exprime une grande diversité topographique et morphologique et influence sensiblement les caractères du climat et les conditions de vie humaine.

Le territoire est caractérisé par un climat semi-aride avec des variations saisonnières extrêmes des températures et d'humidité.

A première vue, la wilaya possède de grands atouts pour son développement et présente néanmoins des lacunes dans divers domaines.

Ainsi, le territoire de la wilaya se caractérise par d'immenses atouts dans notamment les ressources minérales, le potentiel sol, les eaux de surface, des infrastructures et des équipements structurants assez développés, mais tout ce potentiel reste mal exploité.

Sur le plan démographique, la wilaya de Batna est également considérée parmi les territoires les plus peuplés d'Algérie. L'accroissement démographique accéléré des populations de la wilaya, jalonnée par un développement urbain sous forme d'étalement mal contrôlé générant une grande incohérence urbaine, constitue un facteur de déséquilibre en l'absence de croissance économique viable et une amélioration des conditions sociales notamment sur le volet santé de certaines communes telles que : la commune de Batna ; chef-lieu de la Wilaya avec toutes ses incohérences urbaines, ensuite la commune de Barika, Merouana, N'Gaous, Ain Touta et autres.

Eu égard à ces conditions, il n'est pas étonnant que la wilaya de Batna se distingue des autres régions d'Algérie par des situations épidémiologiques particulières depuis quelques années.

## **CHAPITRE 2**

### ***Généralités sur les Maladies Transmissibles : Cas de la Tuberculose***

### **Introduction**

Dans le domaine infectieux, l'approche épidémiologique va au-delà de l'évaluation de la distribution d'une maladie dans le temps, dans l'espace et dans une population. Elle comporte aussi la connaissance de l'agent infectieux, de sa transmission et de la réceptivité des individus (Baichi, 2019).

De nombreuses maladies épidémiologiques, en particulier celles de nature vectorielle et transmissible, occupent une place prépondérante dans les soucis majeurs des sociétés, en raison de leurs caractères mortels et grandissants.

La tuberculose (notre cas d'étude) est définie comme une des priorités en termes de santé publique (Van Vooren et al., 2010), C'est une maladie humaine ancestrale, et reste la maladie infectieuse la plus répandue dans le monde. Elle est en constante expansion et le nombre de nouveaux cas devrait continuer d'augmenter, malgré tous les efforts déployés pour son éradication et le traitement efficace existant.

### **1- Différents types des maladies épidémiologiques**

#### **1-1- Les maladies non transmissibles**

Une maladie non transmissible (en abrégé MNT) est une maladie non infectieuse et non transmissible entre personnes. Ces maladies sont aussi appelées maladies chroniques et parfois maladies émergentes parce qu'elles ont des indicateurs épidémiologiques (taux d'incidence) qui sont en très nette augmentation au cours d'un certain temps dans un espace géographique donné. Les MNT comprennent : maladies cardiovasculaires, cancers, diabète, obésité, anémie, l'asthme et autres. Elles ont un impact disproportionné dans les pays à revenu faible ou intermédiaire (Ly, 2012).

#### **1-2- Les maladies transmissibles**

Sont des maladies dont la cause est un agent infectieux, et qui ont une capacité à se transmettre à plusieurs individus et entre individus.

Pour cela il est nécessaire d'identifier : l'agent pathogène, les sources, période d'incubation et de transmission, problèmes de promiscuité ,....(Baichi, 2019; Bonita et al., 2010)

##### **1-2-1- Mode de transmission**

On distingue deux modes de transmission de ces maladies :

### **1-2-1-1-Transmission indirecte**

Le contact Homme-Homme est non nécessaire, et la transmission s'effectue par l'intermédiaire de :

- Eau : Cholera, Typhoïde ...
- Aliments : Trématodes, toxo.....
- Sol : Tétanos...
- Animaux : Rage, Trématodes.....
- Produits animaux : Brucellose.....
- Vecteurs : Leishmaniose, Dengue, Trypanosome ...

### **1-2-1-2-Transmission directe**

Le contact homme à homme est nécessaire, la transmission peut être par voies:

- Aérienne : Tuberculose, SARS, Grippe, ....
- Cutanée : Varicelle,.....
- Sexuelle : VIH, VHB, HPV,....
- Sanguine : VIH, VHB, VHC,...
- Materno-fetale: listeria, syphilis,....(Baichi, 2019; Bonita et al., 2010)

## **2- Cas de la Tuberculose**

### **2-1- Histoire de la Tuberculose**

La tuberculose : grande faucheuse, mal de Pott, écrouelles, scrofule, Peste blanche, consommation ou encore phtisie, autant de noms, resurgissant épisodiquement au cours de l'histoire (HASSANI and LAALOUANI, 2013; LAMRI, 2013).

Cette maladie infectieuse grave qui a frappé l'humanité dès le néolithique, était reconnue par les médecins grecques, chinoises, égyptiennes et indiennes (HASSANI and LAALOUANI, 2013; Traore, 2010).

Des traces de cette maladie ont été retrouvées sur des gisements osseux humains datant de la préhistoire et sur les momies égyptiennes, témoignant des ravages qu'elle causait déjà entre 5000 et 3000 ans avant J-C (Didier and Delphine, 2012; Dutta, 2019; LAMRI, 2013; Zink et al., 2003).

La tuberculose (TB) a une histoire de longue date, c'est une maladie qui a été reconnue depuis la haute antiquité, Hippocrate lui donna le nom de phtisie (sécher ou état de dépérissement) (Dutta, 2019; HASSANI and LAALOUANI, 2013; Khaldi et al., 2012; Loto and Awowole, 2012) et lui a décrit comme une maladie mortelle en particulier chez les jeunes

adultes, définissant avec précision ses symptômes et les lésions pulmonaires tuberculeuses caractéristiques (Barberis et al., 2017; Dutta, 2019).

A la fin du 18<sup>ème</sup> et au début du 19<sup>ème</sup> siècle, la tuberculose était une épidémie qui atteint son apogée en Europe et en Amérique du Nord, en particulier dans les classes les plus pauvres de la société, où la surpopulation urbaine et la dégradation des conditions d'hygiène, favorisent la contagion et donc la propagation de la maladie (Frith, 2014; HASSANI and LAALOUANI, 2013; LAMRI, 2013).

Au cours de la révolution industrielle, l'épidémie de la tuberculose a atteint son pic (Frith, 2014), et les scientifiques ont commencé à se concentrer davantage sur la pathogenèse de la tuberculose.

**1819** : Laennec isole la tuberculose des autres maladies pulmonaires.

**1831** : Gurlt a mis en évidence des similitudes entre la TB humaine et bovine.

**1839** : Schonlein a réuni en une description unifiée ses manifestations cliniques disparates, et lui a donné son nom définitif.

**1846** : Klencke a incriminé le lait des vaches comme source des adénites cervicales des enfants.

**1865**: Le médecin Jean Antoine Villemin prouve par la méthode expérimentale la transmission de la tuberculose et affirme en conséquence que cette maladie est due à un microbe invisible avec les moyens techniques de l'époque.

**1873** : Hansen découvre que la lèpre est causée par un fin bacille, qui a beaucoup de ressemblances avec celui qui sera découvert neuf ans plus tard par Robert Koch.

**1882** : Le médecin allemand Robert Kock, à la suite des travaux de Pasteur, découvre le bacille responsable de la tuberculose.

**1890** : Robert Kock et plusieurs auteurs mettent au point la tuberculine qui ne sera utilisée qu'en 1909 pour mettre en évidence l'allergie à la tuberculine (produit de l'autolyse spontanée des bacilles tuberculeux).

**1921** : Le médecin Albert Calmette et le vétérinaire Camille Guérin mettent au point le BCG, vaccin contre la souche bovine.

**1929** : Sous l'impulsion de la découverte de la pénicilline par Alexander Fleming, le milieu scientifique va se mobiliser et cela aboutira à la découverte de la Streptomycine antituberculeuse par Waksman.

**1940 – 1950** : Mise en place des premiers traitements efficaces entraînant la régression de la tuberculose.

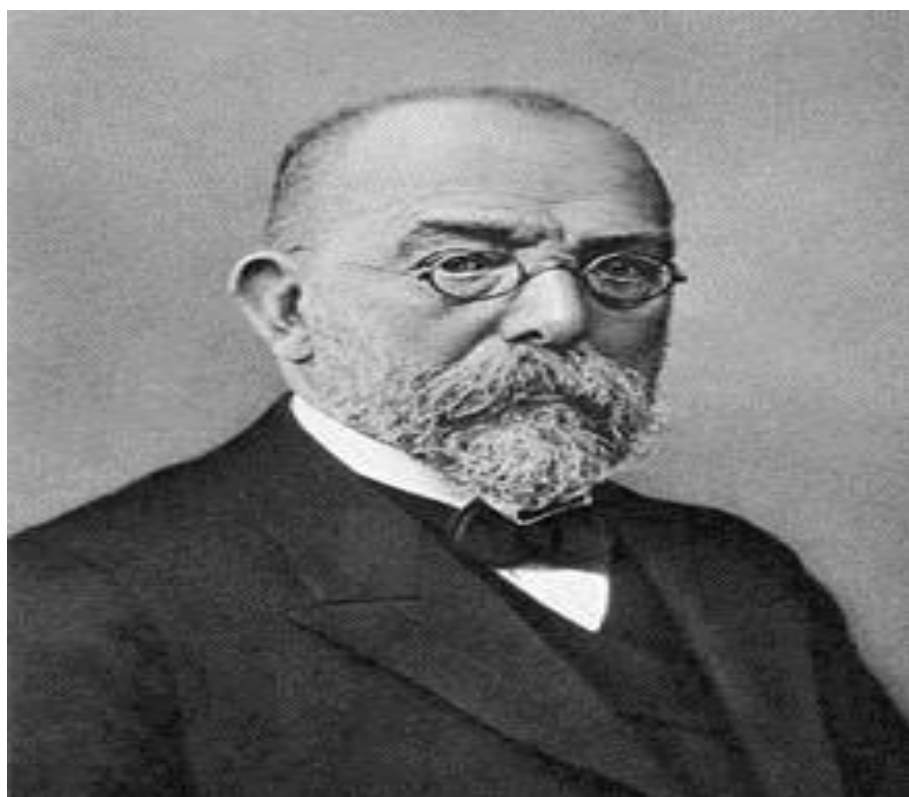
**1968** : Brunel et collaborateurs découvrent le *Mycobactérium africanum* agent responsable de la tuberculose.

**1984** : La société de Pneumologie de langue française recommande deux régimes thérapeutiques au choix l'un de six mois, l'autre de huit mois pour les cas de la tuberculose (Barberis et al., 2017; Dahmouni et al., 2017; Dutta, 2019; HASSANI and LAALOUANI, 2013; Khaldi et al., 2012; Labie, 2007; Lagrange et al., 2000; LAMRI, 2013; Lienhardt, 2011; Organisation Mondiale de la Santé, 2013; Randriantiana, 2014; Ratovonirina, 2017; Sidhom et al., 2011; World Health Organization, 2020).

**1993** : l'OMS déclare la tuberculose une urgence mondiale (Hassarangsee et al., 2015; Labie, 2007; Lagrange et al., 2000; Lienhardt, 2011; Randriantiana, 2014; Sidhom et al., 2011; Yazdani-Charati et al., 2017).

**1998** : le génome de *Mycobactérium tuberculosis* est identifié (Alito et al., 1999).

On compte aujourd'hui plus de 100 espèces de mycobactéries, la plupart non pathogènes.



**Figure N° 9:** Le médecin allemand Robert Kock

## **2-2- Définition de la Tuberculose**

La tuberculose est une maladie infectieuse contagieuse endémo-épidémique, transmissible principalement par voie aérienne (Aazri et al., 2020; Abacka et al., 2018; Yombi

and Olinga, 2015), Elle se transmet de l'homme à l'homme ou de l'animal à l'homme (Ait-Khaled et al., 1999; Hoffner et al., 2018). Cette infection est provoquée par une mycobactérie du complexe tuberculosis principalement le *mycobacterium tuberculosis* (Adeleke et al., 2020; World Health Organization, 2020; Yazdani-Charati et al., 2017) , plus connu sous le nom de bacille de Koch (Ratovonirina, 2017; Toujani et al., 2015).

### **2-3- Caractéristiques de l'agent causal**

L'agent causal ou l'agent pathogène : cause qui provoque ou peut provoquer directement ou indirectement une maladie.

La tuberculose peut être causée par différents germes :

- Le Mycobactérium tuberculoses (bacilles de Koch)
- Le Mycobactérium africanum.
- Le Mycobactérium bovis.

Le plus fréquent de ces Mycobactérium est le BK qui a été découvert par Koch en 1882 (Podeme Kimonde, 2008), il est le principal agent de la tuberculose humaine (Parasite strict de l'homme) (Meyssonnier, 2012).

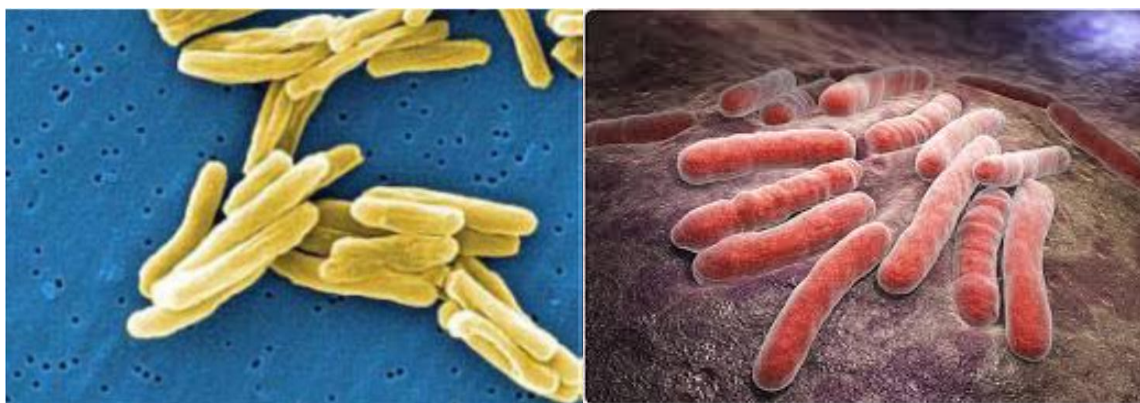
Cette mycobactérie, appartenant à la famille des mycobacteriaceae, ordre des Actinomycétales classe des Actinobacteria (BEHNAS and SALEM, 2018; Diallo et al., 2008; HASSANI and LAALOUANI, 2013; Meyssonnier, 2012).

En microscopie optique, Mycobactérium tuberculosis est un bacille fin, légèrement incurvé, de 2 à 5 microns de long sur 0,2 à 0,3 microns de large, immobiles, non sporulés, non capsulé (Le Minor and Veron, 1989; Meyssonnier, 2012; Ratovonirina, 2017).

Les mycobactéries sont des bacilles aérobies, qui se caractérisent par une paroi riches en lipides, très particulière au sein du monde bactérien qui leur confère, entre autres, des propriétés tinctoriales spécifiques, l'acido-alcool-résistance et une résistance à de nombreux antibiotiques (Harshey and Ramakrishnan, 1977; Meyssonnier, 2012; Ratovonirina, 2017).

Ces bacilles tuberculeux se multiplient lentement (20 heures en moyenne). Le poumon offre les conditions idéales de multiplication aux bacilles : température à 37°C, obscurité et richesse en oxygène. Dans le milieu extérieur ces bacilles sont rapidement détruits par les rayonnements ultraviolets (lumière solaire), colorés difficilement par les colorants usuels, leur visualisation au microscope optique n'est possible qu'en utilisant des colorations particulières, à l'auramine ou de Ziehl-Neelson, qui imprègnent la paroi du bacille riche en cires (Brisson, 2011; Khaldi et al., 2012).





**Figure N° 10 : Le bacille de Koch au microscope électronique (Jost et al., 2001)**

#### **2-4- Transmission de la Tuberculose**

La transmission de microbes de l'hôte à un autre est le paramètre clé de la persistance d'un parasite humain dans une communauté, donc des foyers épidémiologiques qui demeurent surtout dans les territoires touchés.

La circulation de cette affection a deux voies :

##### **2-4-1- La voie directe**

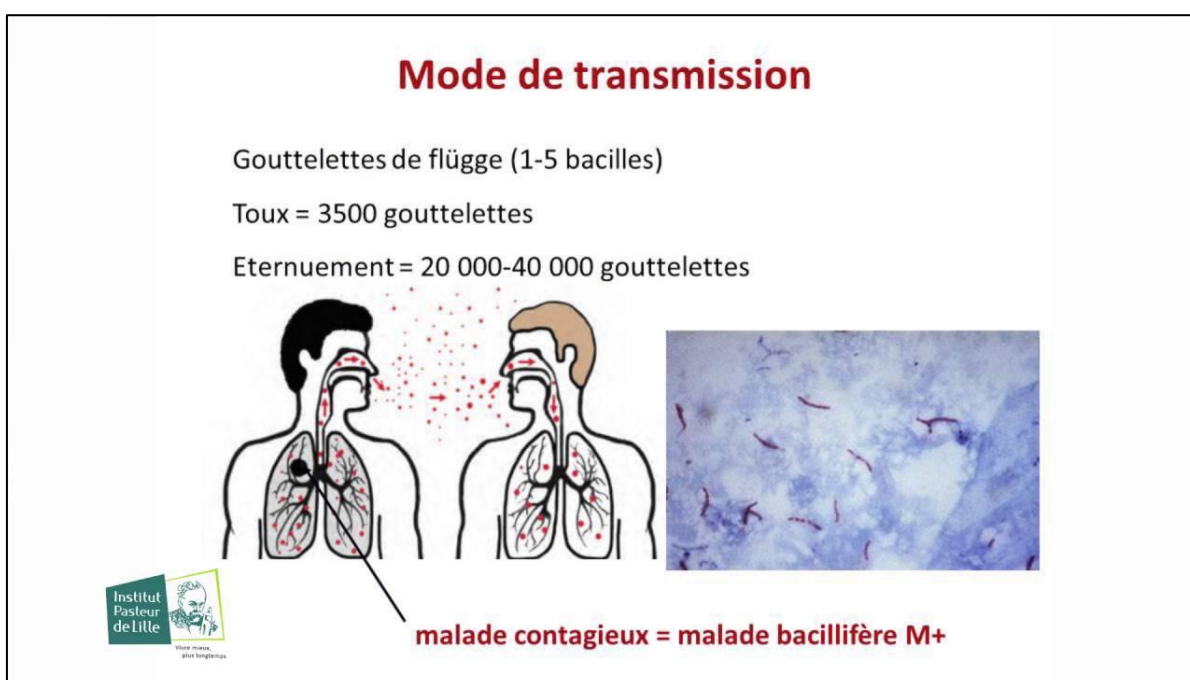
La transmission est essentiellement interhumaine (Aubry and Gaüzère, 2018; Ratovonirina, 2017; Toujani et al., 2015). Elle se transmet d'une personne malade à un individu sain, lors de l'expectoration de gouttelettes de sécrétions salivaires par des personnes atteintes éliminées dans l'air en parlant, en toussant ou en éternuant (Aubry and Gaüzère, 2018; Buchillet, 2001; Organisation Mondiale de la Santé, 2021; Yombi and Olinga, 2015).

Ils dispersent environ 3500 à un million de gouttelettes de salive appelées également gouttelettes de Flügge. Ces particules infectantes véhiculent de un à cinq bacilles par gouttelette. Elles sèchent rapidement dans l'air, mais peuvent rester en suspension dans l'air plusieurs heures et peuvent donc être inhalées par tout sujet dans cet environnement (Ait-Khaled et al., 2010; Diallo et al., 2008; Organisation Mondiale de la Santé, 2021; Sidhom et al., 2011).

Les gouttelettes contaminées contenant des bactéries peuvent atteindre les alvéoles pulmonaires des personnes exposées, et se multiplier en engendrant une autre infection surtout chez les personnes immunodéprimés (Ait-Khaled et al., 1999; Sidhom et al., 2011; Toujani et al., 2015).

La transmission se produit en général dans des lieux fermés, car la ventilation permet de débarrasser l'air de ces gouttelettes et la lumière directe du soleil tue rapidement *Mycobacterium tuberculosis* (Organisation Mondiale de la Santé, 2021; Sidhom et al., 2011; Toujani et al., 2015).

Le risque de transmission va dépendre à la densité de bacilles dans l'air inspiré, à la fréquence, à la durée et à l'intensité des contacts avec un individu contagieux mais surtout à la proximité qui est une parmi les facteurs principaux qui augmentent la propagation de cette infection. (Aït-Khaled et al., 2010; Buchillet, 2001; González-Martín et al., 2010; HASSAINE, 2014; Toujani et al., 2015).



**Figure N° 11 :** Transmission de la tuberculose par voie directe (Lemaitre, 2016)

### 2-4-2- La voie indirecte

Le risque de dessèchement des particules infectantes n'exclut jamais l'infection par le bacille qui résiste dans l'environnement plusieurs heures. Ces particules qui se déposent partout autour de l'homme peuvent être ingérées par l'intermédiaire de l'alimentation (viande ou lait contaminés), l'eau, les locaux et les véhicules (BEHNAS and SALEM, 2018; Montil et al., 1992).

La transmission de la maladie se fait aussi par la consommation de lait non stérile de vache malade, contaminé, ou par contact proche avec des animaux infectés, la *Mycobacterium bovis* est également pathogène pour l'homme dans le cas de transmission de l'animal à l'homme (Acha and Szyfres, 2005; Ait-Khaled et al., 1999; Müller et al., 2013).

### **2-5- Histoire naturelle de la Tuberculose**

Le développement de la tuberculose dans le corps humain se fait en deux étapes : infection tuberculeuse et tuberculose maladie.

Contrairement à la majorité des maladies infectieuses, l'infection et la maladie, dans le cas de la tuberculose, ne sont pas des processus simultanés (Buchillet, 2001).

#### **2-5-1- Etape de l'infection**

La primo-infection tuberculeuse (PIT) traduit le premier contact de l'organisme avec le Bacille de Koch (Sidhom et al., 2011; Toujani et al., 2015). Elle est consécutive à l'inhalation du BK et à son implantation dans les alvéoles pulmonaires.

L'infection peut persister toute la vie sous forme latente (bacilles dormants) et les personnes contaminés n'ont aucun symptôme et ne sont pas contagieux c'est la Primo-infection latente (dormante) (Buchillet, 2001; LAMRI, 2013; Ratovonirina, 2017; Toujani et al., 2015).

Il semblerait qu'environ un quart jusqu'au le tiers de la population mondiale est infecté par le bacille de la tuberculose sans le savoir la plupart du temps (Hamzaoui et al., 2014; Organisation Mondiale de la Santé, 2019, 2013; World Health Organization, 2020).

Dans 90 % des cas, les défenses immunitaires de l'individu sont suffisantes pour empêcher la multiplication et la dispersion des BK dans son corps dans les six mois (Brisson, 2011; Buchillet, 2001; Yombi and Olinga, 2015; Zehani, 2017).

#### **2-5-2- Etape de la maladie (tuberculose active)**

Dans 10 % des cas, l'infection devient patente et symptomatique. C'est la tuberculose-maladie ou tuberculose primaire: on considère généralement que 5 % des personnes infectées développeront la maladie dans les deux ans qui suivent l'infection, les 5 % restants à n'importe quel moment de leur vie (Buchillet, 2001; Pascaline, 2012a; Ratovonirina, 2017). Cette forme de tuberculose est souvent beaucoup plus contagieuse que la primo-infection tuberculeuse (Sidhom et al., 2011; Toujani et al., 2015).

La tuberculose-maladie peut se développer par trois mécanismes:

- **Progression de l'infection en maladie.**
- **Réactivation endogène :** la maladie résulte de la réactivation d'une infection latente, lorsque le sujet est soumis à des conditions défavorables, ou des facteurs de risque favorisant cette transition (Ratovonirina, 2017; Shaweno et al., 2018; Sidhom et al., 2011; Yombi and Olinga, 2015).

- **Réinfection exogène** : les bacilles à l'origine de cette tuberculose proviennent d'une nouvelle contamination (Buchillet, 2001; Shaweno et al., 2018).

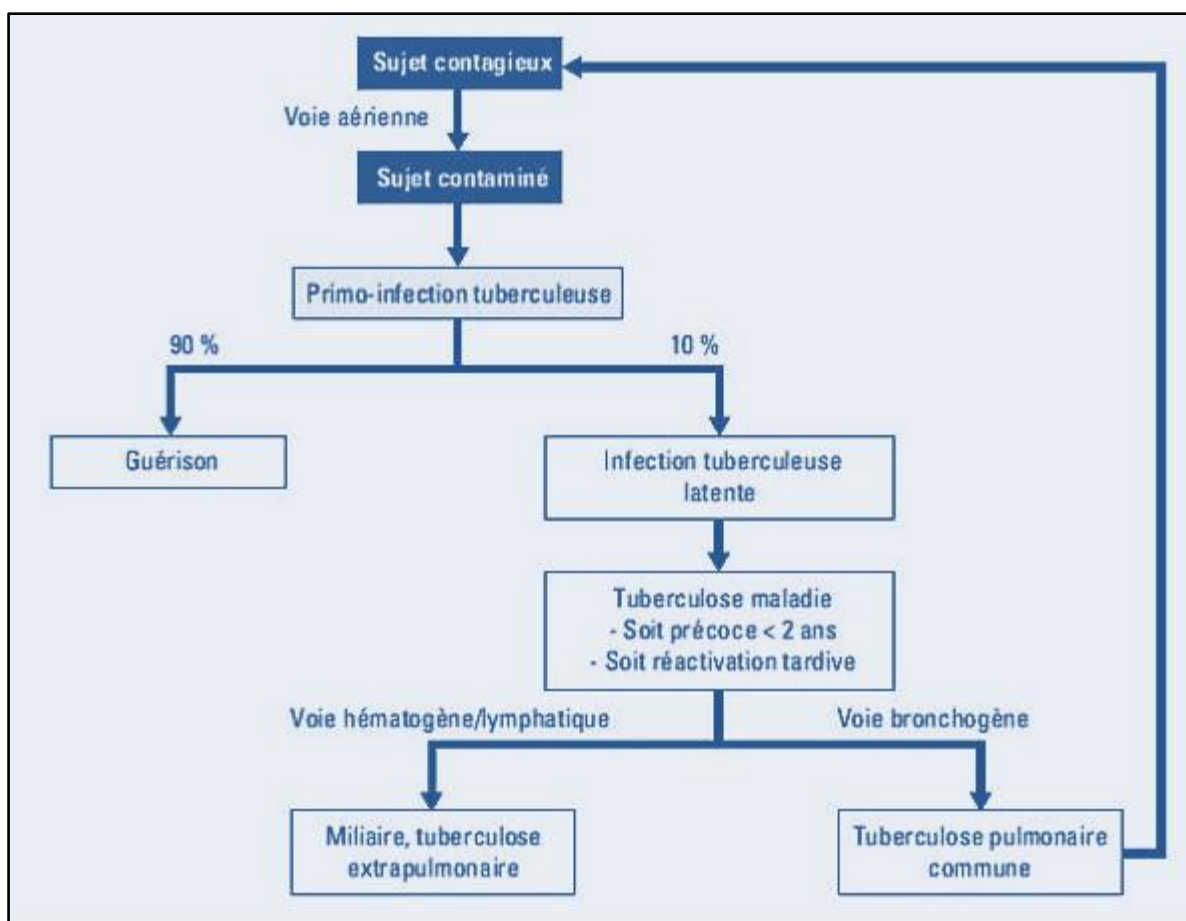


Figure N° 12 : Les étapes de développement de la TB dans le corps humain

(Demangeat et al., 2013)

## 2-6- Les formes cliniques de la Tuberculose

La tuberculose peut revêtir différentes formes selon la localisation du foyer infectieux (Buchillet, 2001).

### 2-6-1- La forme pulmonaire

L'atteinte pulmonaire est la plus fréquente des localisations et représente la source habituelle de transmission, c'est la forme la plus contagieuse. La maladie reste localisée dans les poumons on parle donc de la tuberculose pulmonaire (Abacka et al., 2018; Bruce et al., 2020; Hoffner et al., 2018; World Health Organization, 2020).

Les examens bactériologiques permettent de distinguer deux groupes :

- ◆ Cas de frottis positifs, où les bacilles sont nombreux qu'on peut les voir au microscope, sont les cas les plus contagieux.
- ◆ Cas de frottis négatifs où les bacilles ne sont pas suffisamment nombreux pour être vus au microscope, sont les cas beaucoup moins contagieux (Aït-Khaled et al., 2010; Toujani et al., 2015; Yombi and Olinga, 2015).

### 2-6-2- La forme extra-pulmonaire

Cependant, le bacille peut atteindre d'autres sites dans le corps, tels que: le cerveau, les reins, la plèvre, les ganglions lymphatiques, la colonne vertébrale, les os et les articulations, les voies génito-urinaire, le système nerveux, l'abdomen,... provoquant ainsi la tuberculose extra-pulmonaire (Abacka et al., 2018; Bruce et al., 2020; Hoffner et al., 2018; World Health Organization, 2020).

Ces différents types sont :

La tuberculose rénale, la tuberculose osseuse, la péricardite tuberculeuse, la tuberculose génitale, la tuberculose ganglionnaire, la tuberculose du système nerveux central... (Abacka et al., 2018; Sidhom et al., 2011; Zehani, 2017), c'est l'infection non contagieuse et la plus difficile à diagnostiquer (Aït-Khaled et al., 2010).

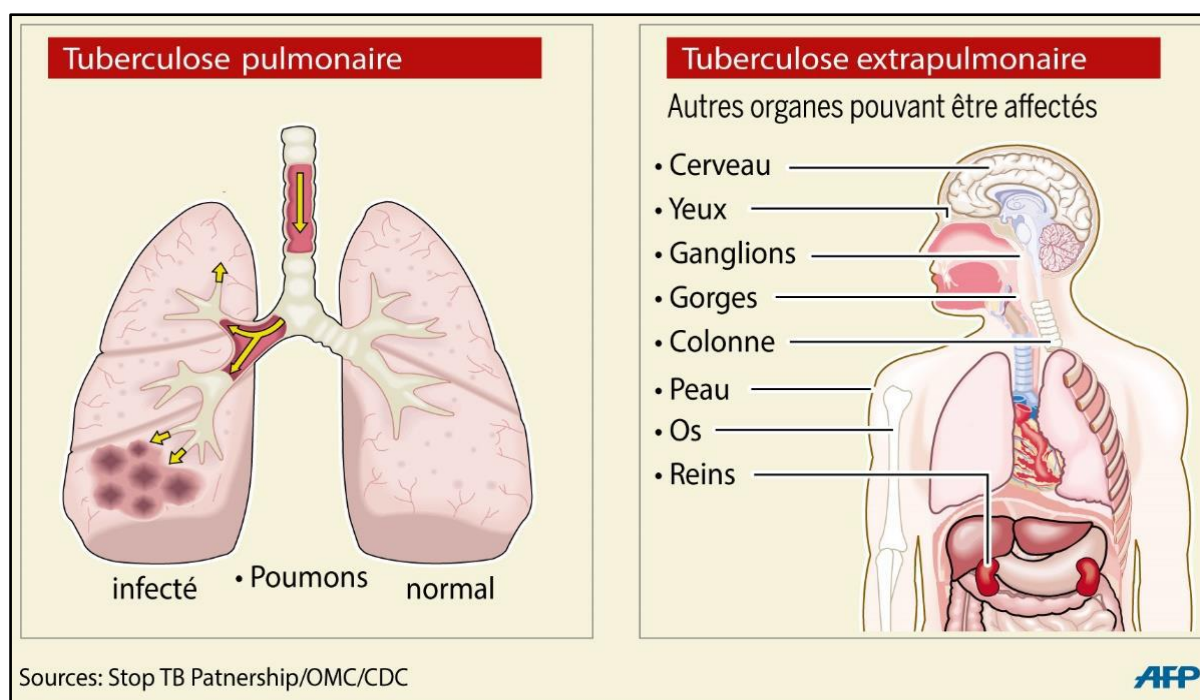


Figure N° 13 : Les plus fréquentes localisations anatomiques de la tuberculose

(Santécool, 2017)

### **2-7- Diagnostic de la Tuberculose**

La tuberculose est une pathologie encore fréquente dans le monde, dont les moyens diagnostiques diffèrent selon le siège de l'atteinte (Laouini et al., 2018).

Le diagnostic est suspecté devant les symptômes, associant des signes généraux (fièvre, sueurs nocturnes, amaigrissement, une perte d'appétit, et une fatigabilité facile) et des signes respiratoires (toux prolongée de plus de trois semaines, parfois provoquée par des expectorations tachées de sang avec douleur thoracique, transpiration nocturne tremblements) (Bi et al., 2019; González-Martín et al., 2010; LAMRI, 2013; López Ávalos and Prado Montes de Oca, 2012; Organisation Mondiale de la Santé, 2019).

La radiographie thoracique est une étape clé du diagnostic mais la confirmation reste bactériologique (Toujani et al., 2015) par l'examen des frottis d'expectoration où la bactérie peut être observée directement au microscope (Organisation Mondiale de la Santé, 2019). Si besoin, d'autres examens peuvent être réalisés pour compléter le diagnostic tels qu'un scanner ou un bilan sanguin, les prélèvements laryngés, Tests diagnostiques immunologiques : IDR (Diallo et al., 2008; LAMRI, 2013; Meyssonier, 2012).

Le retard diagnostic de la tuberculose pulmonaire contribue au maintien de l'endémicité de la tuberculose et leur transmission. Ce retard pourrait être expliqué d'une part, par la faible suspicion diagnostique dans les pays de faible endémicité, et d'autre part, par la défaillance du système de santé dans certains pays à faible revenu où les ressources sont limitées (Toujani et al., 2015).

### **2-8- Traitement de la Tuberculose**

#### **2-8-1- Traitement curatif**

Sans traitement, le taux de mortalité est très élevé, mais la combinaison des médicaments antituberculeux depuis les années 1950 a permis de diminuer radicalement les taux de mortalité de la tuberculose. Pour éviter l'émergence de bacilles résistants au sein d'une population, et obtenir une guérison définitive d'un malade, il est nécessaire d'associer plusieurs antibiotiques actifs de façon simultanée.

Les principaux médicaments utilisés pour traiter la tuberculose sont : l'isoniazide (INH), le pyrazinamide (PZA), la rifampicine (RIF), l'éthambutol (EMB), la streptomycine (SM), puisque aucun de ces médicaments, pris isolément, ne peut détruire tous les bacilles de la tuberculose active.

La durée de traitement de six mois est le minimum de temps nécessaire pour éradiquer les formes dites « dormantes » de la bactérie (Acar et al., 2018; Aït-Khaled et al., 2010;

HASSANI and LAALOUANI, 2013; Locht, 2016; Meyssonier, 2012; Organisation Mondiale de la Santé, 2003).

### 2-8-2- Traitement préventif

Le traitement préventif de la tuberculose est la principale intervention sanitaire disponible pour réduire le risque qu'une infection tuberculeuse latente évolue vers une tuberculose active (World Health Organization, 2020).

La vaccination au BCG (bacille Calmette-Guérin) qui est pratiquée à la naissance, avec un rappel à 6 ans peut également conférer une protection (World Health Organization, 2020). C'est le seul vaccin licencié actuellement pour vacciner contre la tuberculose.

La prévention passe aussi par les mesures d'hygiène préventives. Le diagnostic précoce et l'isolement des cas contagieux contribuent également à en limiter la transmission (Locht, 2016; Meyssonier, 2012; Organisation Mondiale de la Santé, 2019; Toujani et al., 2015).

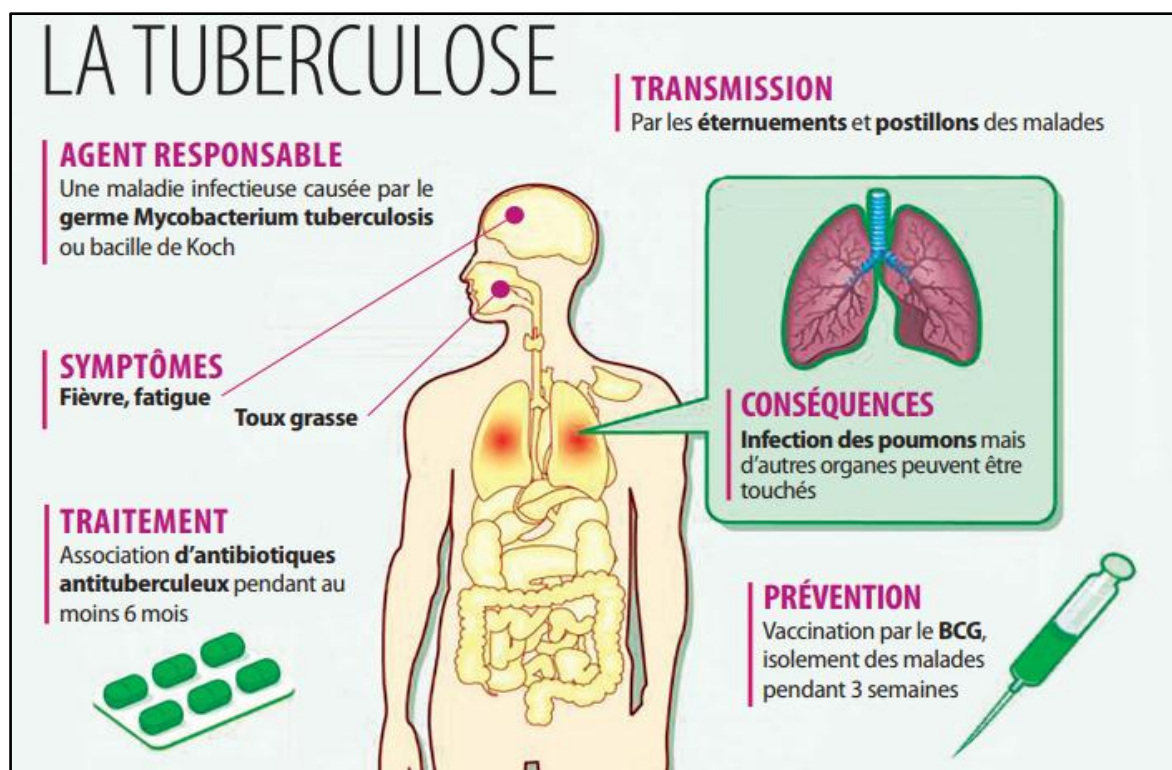


Figure N° 14 : La tuberculose (Institut Pasteur de Lille 2016)

## **Conclusion**

Ce chapitre a été consacré au cadre théorique, nous avons mis en lumière les maladies transmissibles, notamment la Tuberculose : son historique, le mode de transmission, étapes de développement, les différentes formes, diagnostic et traitement.

Cette maladie contagieuse est causée par *Mycobacterium tuberculosis*, elle est considérée comme une urgence sanitaire au niveau planétaire selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et elle est l'une des 10 premières causes de mortalité dans le monde, elle a touché tous les pays du monde et comprend notre pays l'Algérie.



## **CHAPITRE 3**

# ***Dynamique et épidémiologie de la Tuberculose***

## Introduction

La tuberculose fut un des grands fléaux que connut l'humanité avec la peste, le choléra, la variole et le sida (HASSANI and LAALOUANI, 2013), et malgré les avancées antérieures dans le domaine de la prévention et le traitement, des maladies épidémiologiques et toutes les tentatives pour éradiquer cette maladie potentiellement mortelle dans l'ère moderne, elle subsiste encore (Hoffner et al., 2018; Khaldi et al., 2012), et n'a cessé de peser lourdement sur la santé des populations (Adeleke et al., 2020; Che and Antoine, 2012; Organisation Mondiale de la Santé, 2019). Leur maîtrise demeure un objectif difficile à atteindre car la géographie de certaines maladies épidémiologiques est largement corrélée à celle du sous-développement (Furtado, 2018; Organisation Mondiale de la Santé, 2019; Younsi, 2016).

Cette maladie endémo-épidémique est définie comme une des priorités en termes de santé publique (Hoffner et al., 2018; Mathieu et al., 2019; Van Vooren et al., 2010). A cet effet, elle a été déclarée « Urgence mondiale » par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) en 1993 (Lagrange et al., 2000; Lienhardt, 2011; World Health Organization, 2020; Yazdani-Charati et al., 2017).

## 1- L'épidémiologie

### 1-1- Définition

Selon Daniel Schwartz en 1950, L'EPIDEMIOLOGIE est la discipline qui étudie la dynamique des phénomènes de santé dans la population, qu'elle soit animale, végétale, ou humaine dans le but de mettre en évidence les facteurs de risque, et les mesures de correction appropriées.

Pour l'OMS, le terme "épidémie" désigne l'augmentation rapide de l'incidence d'une pathologie en un lieu et à un moment donné, et l'épidémiologie est l'étude de la distribution des maladies dans les populations humaines, ainsi que les influences qui déterminent cette distribution.

L'observation épidémiologique comporte trois volets :

**1-1-1- L'épidémiologie descriptive** : s'intéressera à la fréquence de répartition de la maladie dans le temps, dans l'espace et en fonction des caractéristiques de la population (Baichi, 2019; Bordé et al., 2021; Vaughan et al., 1991).

**1-1-2- L'épidémiologie analytique** : L'objet de l'épidémiologie analytique est d'identifier les facteurs de risque des maladies à partir d'observations faites sur des populations, et de quantifier leur importance. Cette identification est une condition nécessaire

à la recherche de méthodes de prévention. Le chercheur épidémiologiste recherche également si les relations entre facteurs de risque et maladies sont causales. Une difficulté, qui a conduit au développement d'outils et méthodes complexes, vient de ce que, les maladies étant en général plurifactorielles, il faut être capable d'identifier les facteurs « réellement » causaux et ceux qui sont des facteurs de risque, c'est-à-dire des facteurs dont la corrélation avec une maladie s'explique en réalité par leur corrélation aux « vrais » facteurs causaux (Bordé et al., 2021; Vaughan et al., 1991).

**1-1-3- L'épidémiologie évaluative :** Evaluer l'impact et les résultats des actions de prévention pour la lutte contre la maladie (Bordé et al., 2021; Vaughan et al., 1991).

De nombreuses antennes au début du 19<sup>ème</sup> siècle ont permis de développer les théories sur la contagiosité des agents pathogènes, la transmission et la propagation de ces affections et sur la réceptivité à des maladies très meurtrières à l'époque comme le choléra, la peste et d'autres.

- J. Henlé : (1840) ; a analysé les processus étiologiques des maladies infectieuses.
- R. Koch : qui a formé les premiers postulats sur l'infection.
- L. Panum : (1846) ; étudia la dynamique de la rougeole aux îles Féroé, identifia le mode de transmission direct de personne à personne.
- John. Snow : (1848 – 1854) ; mena une étude épidémiologique lors de l'épidémie de choléra à Londres, il conclut qu'il y avait un agent transmissible à l'origine du choléra et que celui-ci était véhiculé par l'eau (Bordé et al., 2021).

## 1-2- Formes épidémiologiques des maladies

Dans la littérature d'épidémiologie, il existe trois formes épidémiologiques des maladies:

- **Endémie** : est la présence habituelle d'une maladie dans une région.
- **Epidémie** : développement ou propagation rapide d'une maladie infectieuse, le plus souvent par contagion, touchant simultanément un grand nombre de personnes. Ce nombre est supérieur au nombre de cas habituellement attendu.
- **Pandémie** : on parle d'une pandémie (flambée ou bouffée épidémique) dans le cas où une vaste part de la population mondiale est touchée par un virus contre lequel il n'existe pas encore de réaction immunitaire appropriée.

## 2- Epidémiologie de la Tuberculose

### 2-1- Situation épidémiologique de la Tuberculose dans le monde

À l'échelle mondiale, la tuberculose est l'une des 10 principales causes de décès et la principale cause de décès dû à un agent infectieux unique (devant le VIH/sida). Chaque année, des millions de personnes contractent encore la tuberculose (Organisation Mondiale de la Santé, 2018b; World Health Organization, 2020) malgré la veille sanitaire permanente et continue ces dernières années (Hoffner et al., 2018).

Son incidence varie considérablement d'un pays à l'autre et d'un groupe de population à l'autre (de Castro et al., 2018). Tous les pays sont touchés, mais la plupart des cas touchent les pays en voie de développement les plus peuplés où le niveau de vie est réduit parfois à sa plus simple expression tels que l'Inde, l'Indonésie, la Chine, les Philippines, le Pakistan, le Nigeria, le Bangladesh, et l'Afrique du Sud, qui représentent environ les deux tiers du total mondial (Aït Khaled et al., 1997; Che and Antoine, 2012; de Castro et al., 2018; Mathieu et al., 2019; Organisation Mondiale de la Santé, 2018b; Ratovonirina, 2017; World Health Organization, 2020) (Figure N° 16).

Cette maladie endémique révèle des chiffres toujours aussi alarmants, à l'échelle mondiale. A titre indicatif, son incidence annuelle est passée de 7,3 millions en 1996 à 8,8 millions de cas en 2002 (Boulaïbal and Chaulet, 2004). Une décennie après la tuberculose continue à frapper les sociétés vulnérables malgré les nombreux programmes onusiens et les élans de solidarité internationale (Mathieu et al., 2019). En effet l'année 2012, a enregistré 8,6 millions, 9 millions en 2013 (Yombi and Olinga, 2015), et en 2016 le triste record des 10 millions a été dépassé 10,4 millions de nouveaux cas à travers le monde, dont 5,9 millions (56 %) chez les hommes, 3,5 millions (34 %) chez les femmes et 1 million (10 %) chez les enfants. Les personnes vivant avec le VIH représentaient 1,2 million (11 %) sur l'ensemble des nouveaux cas de tuberculose, le nombre de décès dus à la tuberculose a été estimé en 2016 à 1,3 million chez les personnes négatives pour le VIH (Mao et al., 2019; Organisation Mondiale de la Santé, 2018b, 2016; Vachon et al., 2018).

Selon Les données de l'OMS l'incidence de la maladie s'est stabilisée de 2017 à 2019 à environ 10,00 millions de cas à travers le monde (Chakaya et al., 2021; MacNeil et al., 2020; Mathieu et al., 2019; Reyes et al., 2020; World Health Organization, 2020), nombre qui a diminué très lentement au cours des dernières années, mais pas assez rapidement pour atteindre les objectifs fixés dans la Stratégie de l'OMS pour mettre fin à la tuberculose (The End Tuberculosis Strategy) et les Objectifs de Développement Durable (ODD) de

l'Organisation des Nations Unies (Tableau N° 14), qui est une réduction de 20 % de taux d'incidence et 35 % le nombre annuel de décès entre 2015 et 2020 (MacNeil et al., 2020; World Health Organization, 2020).

**Tableau N° 14 : Objectifs mondiaux en matière de lutte contre la tuberculose jusqu'à 2030**

<b>Objectifs mondiaux en matière de lutte contre la tuberculose jusqu'à 2030, fixés dans les ODD, dans la Stratégie pour mettre fin à la tuberculose</b>	
<b>Cible 3.3 des ODD</b>	D'ici à 2030, mettre fin à l'épidémie de sida, à la tuberculose, au paludisme et aux maladies tropicales négligées et combattre l'hépatite, les maladies transmises par l'eau et autres maladies transmissibles.
<b>Stratégie pour mettre fin à la tuberculose</b>	D'ici à 2030, réduire de 80 % le taux d'incidence de la tuberculose (nouveaux cas et rechutes pour 100 000 habitants, par an), par rapport à 2015. Cible intermédiaire pour 2020 : réduction de 20 %. Cible intermédiaire pour 2025 : réduction de 50 %.
	D'ici à 2030, réduire de 90 % le nombre annuel de décès dus à la tuberculose, par rapport à 2015. Cible intermédiaire pour 2020 : réduction de 35 %. Cible intermédiaire pour 2025 : réduction de 75 %.
	Aucun ménage touché par la tuberculose confronté à des dépenses catastrophiques en 2020.

**Source** : World Health Organization, 2020

La baisse cumulée estimée entre 2015 et 2019 était de 9 % le taux d'incidence, dont une réduction de 2,3 % entre 2018 et 2019, et une baisse de 14 % le nombre annuel de décès dus à la tuberculose. L'incidence a diminué en moyenne de 1,6% par an depuis 2000 (MacNeil et al., 2020; World Health Organization, 2020). Mais selon le rapport de l'OMS 2020, la pandémie de COVID-19 menace d'inverser les progrès obtenus récemment dans la réduction de la charge de morbidité due à la tuberculose (World Health Organization, 2020).

En 2020 et 2021, le rapport mondial sur la tuberculose de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) comprenait des estimations provisoires sur le nombre de cas de la tuberculose dans le monde en 2020 et au-delà, à cause des perturbations des services de santé causées par la pandémie de COVID-19, qui a eu d'énormes impacts sanitaires, sociaux et économiques. Cela inclut des impacts sur la fourniture et l'accès aux services essentiels de lutte contre la tuberculose (TB) (World Health Organization, 2021).

### **2-1-1- Évolution temporelle de la Tuberculose dans le monde**

En examinant cette maladie dans son évolution temporelle depuis deux décennies, à travers le monde, on s'aperçoit que celle-ci a évolué de façon grandissante et au rythme des

tourmentes de l'histoire et des misères des peuples qui en découlent (Figure N° 15), et le nombre de personnes atteintes de tuberculose est resté le plus élevé dans les régions OMS de l'Asie du Sud-Est et de l'Afrique (Figure N° 16).

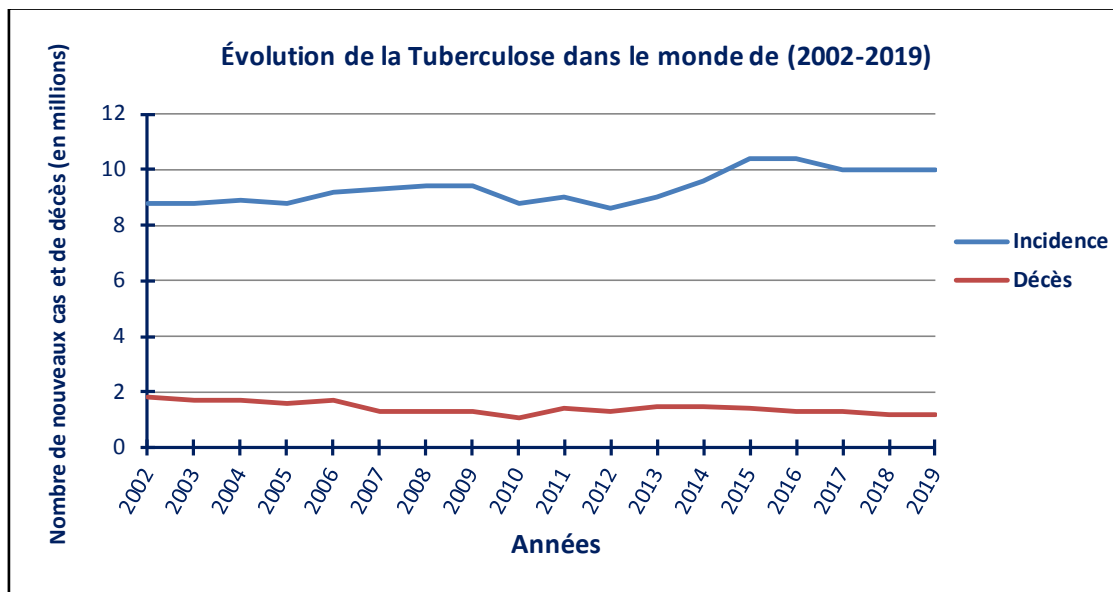
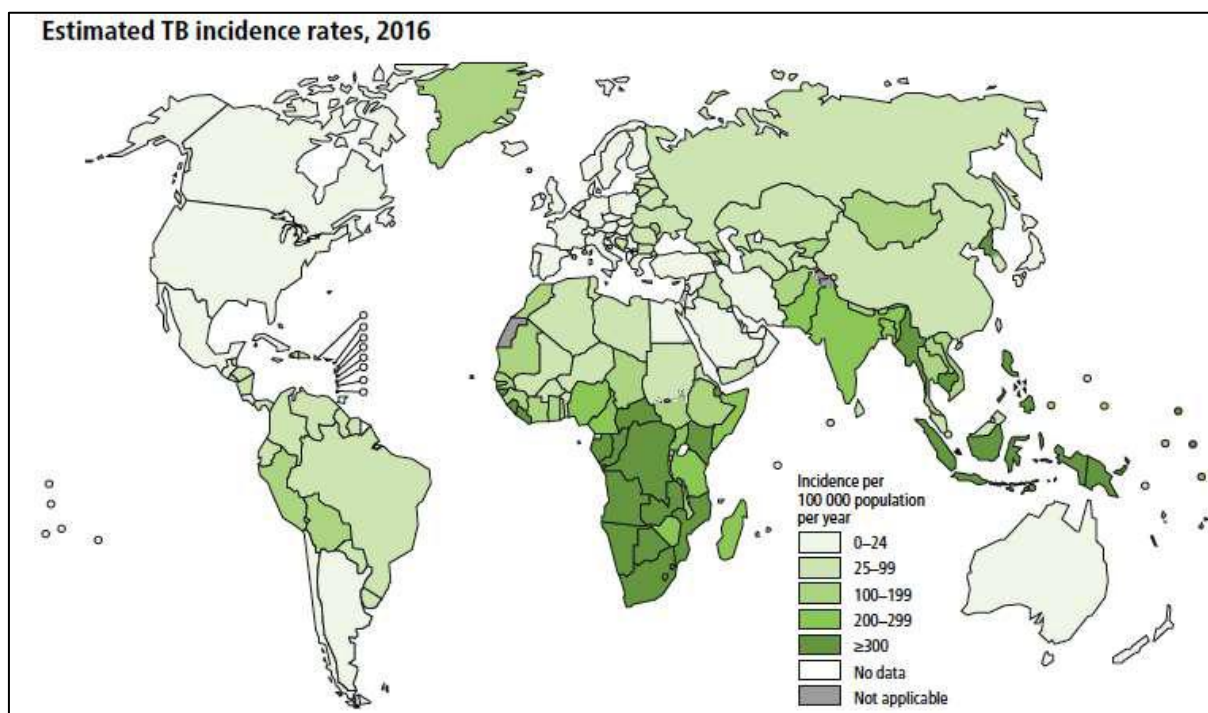


Figure N° 15 : Evolution de la tuberculose dans le monde (2002-2019)

En revanche, nous assistons à une éradication presque totale de la tuberculose entre 2015 et 2019 dans la majorité des pays développés d'où les baisses étaient en bonne voie dans la région européenne de l'OMS avec une réduction de 19 % du taux d'incidence, et une réduction de 31% du nombre de décès (MacNeil et al., 2020; World Health Organization, 2020).

Traditionnellement, il était d'usage d'envisager la tuberculose dans le monde sous deux angles distincts, celui des riches et celui des pauvres. Dans les pays riches (à hauts revenus), la tuberculose était considérée comme étant sous contrôle et l'incidence en était stable ou en diminution. Au contraire, dans les pays pauvres (à bas revenus), la tuberculose était florissante et surtout, son incidence était en augmentation. Il était classique de dire que 95 % de tous les cas de tuberculose dans le monde étaient relevés dans les pays pauvres, où survenaient 90 % des décès liés à la tuberculose (Antoine and Che, 2008; Zehani, 2017)



**Figure N° 16 :** Incidences estimées de la tuberculose par pays en 2016

(Source : Organisation Mondiale de la Santé, 2018)

## 2-2- Epidémiologie de la Tuberculose en Afrique

Selon l'Organisation mondiale de la Santé (OMS), la tuberculose est en Afrique la deuxième cause de mortalité infectieuse après l'infection par le Virus de l'immunodéficience humaine (VIH), où elle produit la plus lourde charge (Assao Neino et al., 2018; Boulahbal and Chaulet, 2004), avec 149 pour 100 000 habitants en 2002 (Boulahbal and Chaulet, 2004; Randriatsarafara et al., 2014) 256/100 000 habitants en 2010 (PNLT, 2011), et plus de 285 cas pour 100 000 habitants en 2014 (Zehani, 2017). La dégradation de la situation épidémiologique de la tuberculose et d'autres maladies a évolué depuis longtemps avec un rythme hautement alarmant. Il faut savoir qu'en 2018 la charge est passée à 567 cas par 100 000 habitants (Paradis, 2019), avec 231 cas pour 100 000 habitants chez les personnes négatives pour le VIH (MacNeil et al., 2020).

## 2-3- Situation d'épidémie de la Tuberculose en Algérie

L'Algérie est l'un des pays en voie de développement, qui connaît des disparités de situations épidémiologiques importantes, certaines sont réapparues ces dernières années et pèsent lourdement sur la santé publique. Malgré les programmes nationaux longs et bien administrés de lutte contre ces maladies transmissibles tel que : la peste, la rougeole, la tuberculose...., elle demeure classée par l'organisation mondiale de la santé parmi le groupe

des pays à prévalence modérée de la tuberculose, avec une incidence annuelle comprise entre 20 et 99 cas pour 100 000 personnes (BEHNAS and SALEM, 2018; Ifticene et al., 2015; Makhloufi et al., 2017; PNLT, 2011).

### **2-3-1- Programme National de Lutte contre la Tuberculose (PNLT)**

Depuis 1964, le Programme national de lutte contre la tuberculose en Algérie, qui a servi de modèle à l'Organisation Mondiale de la Santé, a évolué en plusieurs étapes, suivant le développement des services de santé dans le pays et l'évolution des conceptions mondiales de la lutte contre la tuberculose. Leurs objectifs visent donc principalement à traiter les malades, réduisant de la sorte la transmission de l'infection tuberculeuse, et à prévenir le développement d'une forme de tuberculose résistante aux antibiotiques. Les moyens de contrôle sont ainsi essentiellement le dépistage, le diagnostic précoce et le traitement efficace des individus contagieux.... (Buchillet, 2001; PNLT, 2011)

Au début des années 1980, l'Algérie a rejoint le groupe des pays où la prévalence de la tuberculose est modérée, sous l'effet conjugué des mesures techniques appliquées dans tous les services de santé et du développement socio-économique du pays.

À partir de l'année 2000-2005, la relance des activités du Programme national de lutte contre la tuberculose a permis de constater une régression de l'incidence des cas de tuberculose qui décline au-dessous du seuil de 44,2 cas pour 100 000 habitants en 2004 (Alihalassa, 2018; Houti and Chougrani, 2009; INSP, 2000-2017; PNLT, 2011).

### **2-3-2- Tendances évolutives depuis l'indépendance du pays**

Avant l'année 1962, date de l'indépendance de l'Algérie, l'incidence de la tuberculose se situait autour de 300 cas pour 100 000 habitants, juste Après l'indépendance et jusqu'à la fin des années 80 il y a eu une réduction considérable du risque annuel de l'infection (de 150/100 000 entre 1964 et 1966 ; 100/100 000 entre 1970 et 1981 et 49/100 000 entre 1982 et 1990), jusqu'au début des années 90 (47,3/100.000 entre 1991 et 1995). Cette tendance qui était décroissante depuis plusieurs années avait amorcé un début de tendance à la hausse de 54,1 cas pour 100.000 habitants en 1996 pour atteindre 60,7/100.000 en 2000, 61/100.000 en 2010 et 59/100.000 en 2015. Ensuite la courbe de l'évolution connaît une stabilisation de l'incidence sous forme de plateau à partir de 2016 jusqu'à 2018 avec une valeur moyenne d'environ 54,5/100.000 habitants (Alihalassa, 2018; BEHNAS and SALEM, 2018; HASSANI and LAALOUANI, 2013; Houti and Chougrani, 2009; INSP, 2000; Mouhoub, 2020; Snouber, 2014).



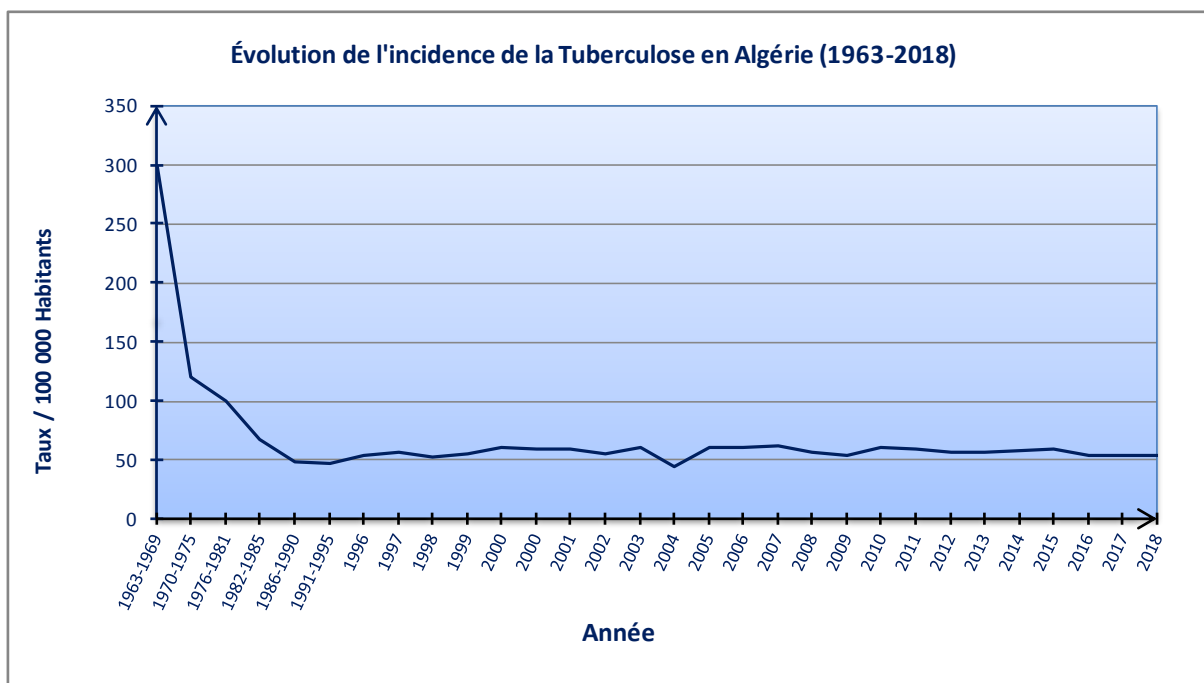


Figure N° 17 : Evolution l'incidence de tuberculose en Algérie (1963-2018)

La réalité socio-économique et environnementale et les situations épidémiologiques qu'elles entraînent montrent des différenciations importantes d'une région à l'autre du territoire national en raison sans doute des différents facteurs de vulnérabilité qui sont responsables de la recrudescence de cette maladie transmissible.

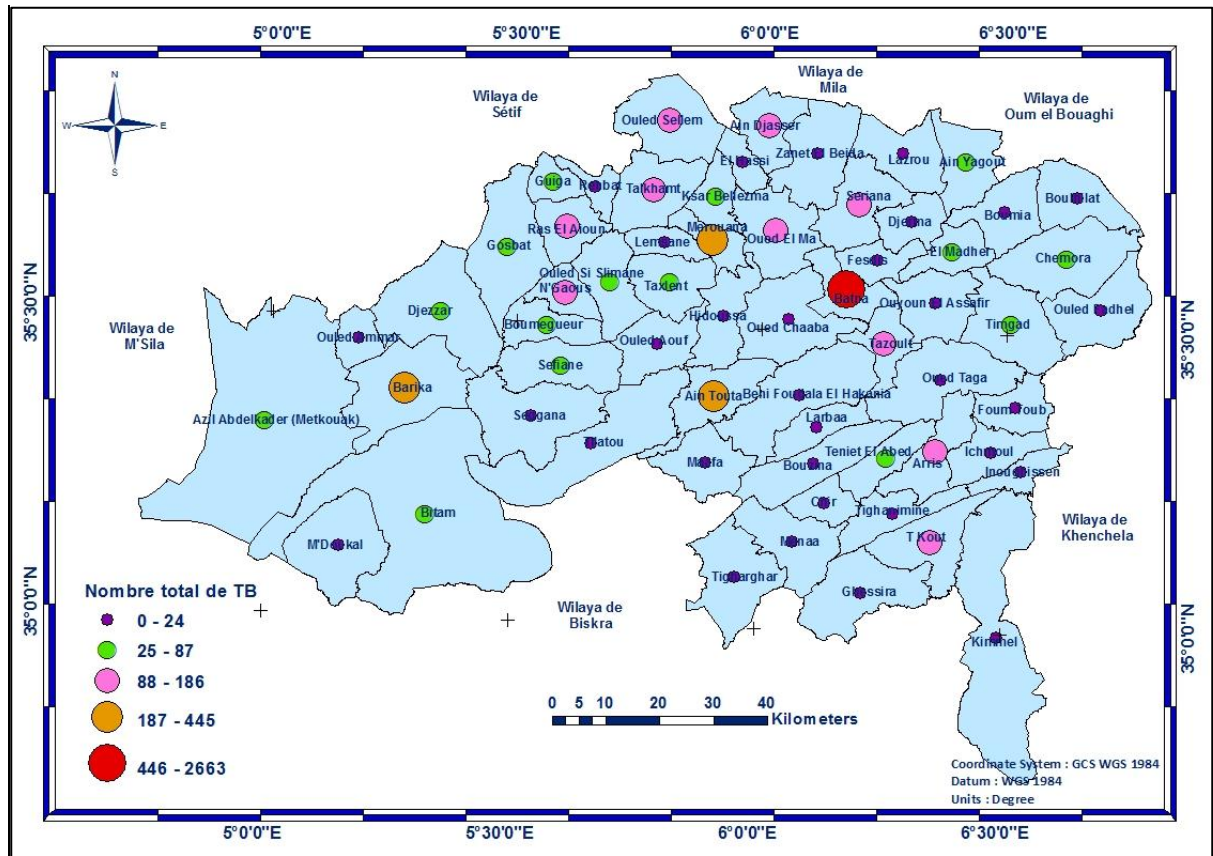
## 2-4- Situation de la Tuberculose au niveau de la wilaya de Batna

### 2-4-1- Répartition communale des cas de Tuberculose dans la wilaya de Batna

La cartographie des cas d'une maladie est une méthode basique pour étudier la distribution d'une maladie dans une zone donnée, mais elle reste descriptive.

Le présent travail se focalise sur une analyse spatiale de cette maladie transmissible à l'échelle de la wilaya de Batna, qui compte parmi les wilayas les plus touchées en Algérie par de nombreuses maladies épidémiologiques (Kalla and Gettouche, 2017; NAFISSA and HADDA, 2015), notamment la Tuberculose.

La carte suivante (Carte N° 16) traduit la répartition spatiale des cas de cette épidémie dans la wilaya de Batna, selon les données recueillies de la Direction de la santé publique de la wilaya, la commune de Batna ; chef –lieu de la Wilaya, ensuite la commune de Barika, N'Gaous, Merouana, Ain Touta. Arris, Ras el Aioun, Tkout, Seriana, Ain djasser ....., situées dans le territoire de la wilaya, étaient les municipalités les plus touchées par cette maladie transmissible.

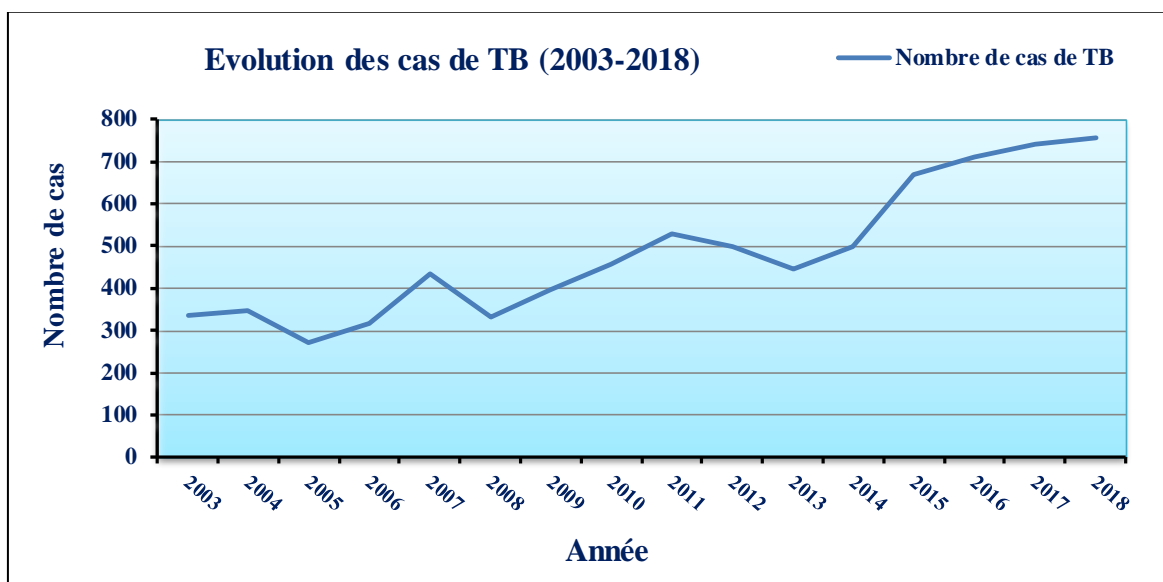


Carte N° 16 : Répartition spatiale des cas de Tuberculose dans la wilaya de Batna (2003-2018)

### 2-4-2- Evolution temporelle des cas de Tuberculose à l'échelle de la Wilaya

La situation épidémiologique de cette maladie a montré que la wilaya de Batna a été un foyer endémique. De plus, selon la direction de la santé publique de la wilaya de Batna, le rythme d'évolution de la maladie se décline comme suit :

Le nombre de cas est passé d'environ 336 cas en 2003 à 437 cas en 2007, 529 cas en 2011 et 500 cas en 2014. La Wilaya a enregistré un 1<sup>er</sup> pic en 2015 de 669 cas à 713 cas en 2016 et 759 cas de tuberculose signalés en 2018 (Figure N° 18) dans lesquels Batna ville (311 cas en 2016).



**Figure N° 18 :** Evolution temporelle des cas de Tuberculose (2003-2018) dans la Wilaya de Batna

Ce changement de tendance qui prend manifestement la forme d'une recrudescence de la tuberculose, doit être mis en parallèle avec une dégradation des conditions de vie des populations dans le pays qui prélude à évolution sans précédent de la tuberculose et des autres maladies épidémiologiques (Alihalassa, 2018).

Cette partie du territoire fortement touchée par la tuberculose, soulève des questions sur les liens éventuels de causalité entre cette maladie contagieuse et souvent mortelle et la réalité environnementale et socio-économique de ce territoire, et cela à travers l'analyse des vulnérabilités (NAFISSA and HADDA, 2015; Taglioni and Dehecq, 2009).

### 3- Les facteurs de risques généraux responsables de la Tuberculose

À l'échelle mondiale, la tuberculose est l'une des 10 principales causes de décès et la principale cause d'un seul agent infectieux (avant le VIH/sida) (Adeleke et al., 2020; MacNeil et al., 2020; World Health Organization, 2020). L'existence des facteurs de vulnérabilité contribue indéniablement à son développement (Aazri et al., 2020) et ils sont responsables de la recrudescence de cette maladie transmissible.

Les risques de survenue et la persistance de la tuberculose après la pénétration du bacille dans l'organisme est attribuable principalement à plusieurs facteurs qu'il convient d'analyser dans une dimension globale, à savoir : caractéristiques et la dynamique de la maladie, la structure sociale des individus, les facteurs : socio-économique, Biologique et environnementale (Lönnroth et al., 2009; Mjid et al., 2015; Younsi, 2016).

### 3-1- Facteurs de risques environnementaux

Déterminent l'intensité, la fréquence et la durée de l'exposition d'un individu à d'autres personnes atteintes de tuberculose infectieuse. Parmi les membres de ce groupe, on compte la résidence dans les prisons, les refuges pour sans abri et les hôpitaux (Buchillet, 2001; HASSANI and LAALOUANI, 2013; Pelissari and Diaz-Quijano, 2017; Toujani et al., 2015), les variables climatiques sont aussi des facteurs de risques environnementaux.

### 3-2- Facteurs de risque biologiques

La dépendance à l'alcool, l'utilisation de drogues par voie intraveineuse et l'infection par le virus de l'immunodéficience humaine (VIH), le diabète, la corticothérapie, la gastrectomie, l'insuffisance rénale terminale, la silicose et la malnutrition sont des facteurs biologiques qui majorent le risque de développer la maladie (Aazri et al., 2020; HASSANI and LAALOUANI, 2013; Laouini et al., 2018; Lönnroth et al., 2009; Mjid et al., 2015; Organisation Mondiale de la Santé, 2019; Yombi and Olinga, 2015).

#### a- Facteurs liés aux BK

La virulence et la densité de bacilles dans l'air inspiré (HASSANI and LAALOUANI, 2013; Toujani et al., 2015; Yombi and Olinga, 2015).

#### b- Facteurs liés au malade

\* le Sexe et L'âge (Adeleke et al., 2020; BEHNAS and SALEM, 2018; HASSANI and LAALOUANI, 2013).

\* la qualité des moyens de défense de l'organisme (HASSANI and LAALOUANI, 2013) notamment les enfants, les personnes âgées qui représentent un groupe à risque vulnérable à toute infection, en particulier la tuberculose (Aazri et al., 2020; Bouytse et al., 2020; Mjid et al., 2015). Les gens puissent avoir une immunité plus faible en raison d'une mauvaise alimentation et d'autres maladies comme le VIH, le diabète...

\*les habitudes de vie telles que : le tabagisme, l'alcoolisme, et la toxicomanie (Aazri et al., 2020; Laouini et al., 2018; Mjid et al., 2015).

Les facteurs précédents identifient les facteurs de risque au niveau individuel, et ne prend pas en compte le contexte socio-économique de la population, qui est un déterminant majeur de l'incidence de la tuberculose (Pelissari and Diaz-Quijano, 2017; Zehani, 2017).

**3-3- Facteurs socio-économiques**

L'association entre les variables socio-économiques et l'incidence de la tuberculose, décrite dans plusieurs études : (Aazri et al., 2020; Boulahbal and Chaulet, 2004; Dangisso et al., 2015; Diallo et al., 2008; Harling and Castro, 2014; Lévesque et al., 2018; Lönnroth et al., 2009; Mjid et al., 2015; Pascaline, 2012b; Pelissari and Diaz-Quijano, 2017; Pereira et al., 2015; Van Vooren et al., 2010).

C'est une maladie contagieuse (Adeleke et al., 2020; Organisation Mondiale de la Santé, 2013), qui prospère en milieux socialement défavorisés avec tout ce que comportent ces situations sociétales comme facteurs de pauvreté et d'exclusion (Adeleke et al., 2020; AMoNA et al., 2016; Barrier, 1994; Bruce et al., 2020; Manneville, 1995; Organisation Mondiale de la Santé, 2013; Pruvost and Rivalan, 2014; Van Vooren et al., 2010).

La dégradation des conditions socio-économiques, la concentration urbaine avec tous les problèmes de pauvreté, de promiscuité et l'encombrement des ménages, le taux de chômage, l'inégalité des revenus, le vieillissement de la population, la forte densité de population, les phénomènes migratoires, le manque d'accès aux programmes de soins, sont reconnus comme des déterminants majeurs pour la tuberculose (Aazri et al., 2020; Boulahbal and Chaulet, 2004; Dangisso et al., 2015; Diallo et al., 2008; Harling and Castro, 2014; Mjid et al., 2015; Pelissari and Diaz-Quijano, 2017; Pereira et al., 2015; Van Vooren et al., 2010).

Plus récemment, il a été démontré que l'émergence de souches multi résistantes de *M. tuberculosis* (MDR-TB) (LAMRI, 2013; MacNeil et al., 2020; World Health Organization, 2020) et le tabagisme étaient aussi des facteurs de risque majeur de maladie et semble être responsable d'une augmentation du risque d'infection tuberculeuse et de progression vers la maladie (Aazri et al., 2020; BEHNAS and SALEM, 2018; Fezai et al., 2018; LAMRI, 2013; Mjid et al., 2015).

**3-4- Emergence de souches multi-résistantes**

L'une des causes majeures de la nouvelle avancée de l'épidémie de la tuberculose est l'émergence de souches multi-résistantes de *Mycobacterium tuberculosis*. Cette forme de la maladie est beaucoup plus difficile à traiter et les taux de guérison sont considérablement moins élevés, et elle demeure une menace pour la santé publique (Dahmouni et al., 2017; LAMRI, 2013; World Health Organization, 2020; Zehani, 2017).

### **3-5- Des phénomènes épidémiologiques**

#### **3-5-1- L'expansion de l'épidémie du SIDA**

La coinfection avec le VIH est le facteur le plus influent de l'épidémie de tuberculose. La suppression du système immunitaire causée par le VIH augmente le risque de réactivation d'une infection tuberculeuse latente et favorise la progression rapide vers une tuberculose active (LAMRI, 2013). D'après l'OMS, le risque de développer une tuberculose est 27 à 30 fois plus élevé chez les personnes infectées par le VIH (World Health Organization, 2011). La tuberculose associée au VIH (TB/VIH) est commune au sein de diverses populations, notamment en Afrique subsaharienne (Organisation Mondiale de la Santé, 2019).

#### **3-5-2- Pandémie de COVID-19**

Selon le rapport de l'OMS 2020, la pandémie de COVID-19 menace d'inverser les progrès obtenus récemment dans la réduction de la charge de morbidité due à la tuberculose (World Health Organization, 2020).

Plusieurs études de modélisation ont permis d'estimer l'impact de la COVID-19 sur la mortalité par TB. Le facteur principal en était le retard du diagnostic et du traitement des nouveaux cas de TB, lié à la diminution de l'accès aux soins antituberculeux en raison des mesures de lutte contre la COVID-19 (Underner et al., 2020).

En outre, l'impact sur les moyens de subsistance résultant de la baisse de revenus ou de la perte d'emploi pourrait aussi se répercuter sur le pourcentage des personnes atteintes de tuberculose et leur famille qui seront confrontés à des coûts catastrophiques (World Health Organization, 2020).

Les effets socio-économiques à long terme de la pandémie de COVID-19 aggraveront la pauvreté, la malnutrition et les mauvaises conditions de vie, qui sont des facteurs de risque associés à la prévalence de la tuberculose (Chakaya et al., 2021).

**Conclusion**

L'épidémie de la tuberculose reste un fléau qui révèle des chiffres alarmants à l'échelle mondiale, même si la majorité des pays développés assistent à une réduction du taux d'incidence et les baisses étaient en bonne voie (World Health Organization, 2020). Elle reste une maladie étroitement liée à la pauvreté et est nettement plus marquée dans les pays à faible revenu ou régions où les programmes de lutte antituberculeuse sont absents ou fonctionnent mal (Lagrange et al., 2000).

Cette maladie contagieuse demeure une préoccupation majeure pour la santé publique dans les pays en voie de développement, l'Algérie est l'un des pays, en raison de sa nature, de son ampleur et de sa propagation spatiale croissante.

La wilaya de Batna, objet de la présente étude, considérée comme une zone à haut risque puisqu'elle enregistre un nombre de cas d'atteintes des maladies transmissibles surtout un nombre élevé de cas de la TB.

Plusieurs facteurs favorisent l'apparition et le développement de cette épidémie tel que : les phénomènes épidémiologiques, les facteurs environnementale, biologique et surtout socio-économique, et certains sont responsables de la recrudescence de cette maladie transmissible. A ce titre, l'analyse de la situation épidémiologique de ce risque et leur interaction avec des facteurs de vulnérabilité, nécessite l'utilisation des méthodes et des outils puissants tels que système d'information géographique (SIG) qui permet d'intégrer toutes les variables et les éléments du milieu ayant une influence sur la situation épidémiologique de cette maladie au sein de bases de données.

---

## ***CHAPITRE 4***

### ***Conception et implémentation de la base de données SIG***



**Introduction**

L'analyse de la répartition et de la dynamique spatiale de données sur une maladie est connue par : l'épidémiologie spatiale (SOURIS, 2016), elle est de plus en plus utilisée pour évaluer des risques sanitaires. Pour cela, elle doit combiner des méthodes de l'épidémiologie, des statistiques, les techniques des systèmes d'information géographique et les systèmes de gestion de bases de données (Goria et al., 2011).

**1- La géomatique**

Depuis les années 1980, la géomatique est née de la convergence de la géographie « géo » et de l'informatique « matique ». C'est un regroupement de méthodes et outils informatiques visant à l'acquisition, la mesure, l'organisation, le stockage, le traitement, la gestion et la diffusion des données à référence spatiale en permettant leur représentation, leur localisation, leur modélisation et leur analyse. Les systèmes d'information géographique sont désignés comme les principaux outils et logiciels de la géomatique. Leur objectif est de fournir un environnement informatique global permettant d'intégrer l'information géographique au sein de bases de données (Paegelow, 2004; QUESNEL-BARBET et al., 2016; Vanara et al., 2014), afin de traduire la complexité d'une problématique territoriale et de restituer de manière simple des résultats qualitatifs et quantitatifs utiles à la prise de décision (Vanara et al., 2014).

**2- Système d'information géographique (SIG)**

Au vu de plusieurs définitions et de leurs évolutions sur le temps, le SIG peut qualifier comme un ensemble de matériels et de logiciels, de données et de personnel qualifié (Guis et al., 2010; Paegelow, 2004), capable de collecter, de saisir, de stocker, de mettre à jour, d'intégrer, d'analyser, de modéliser, de visualiser et de représenter des données numériques géoréférencées. Il permet de manipuler et de traiter des données spatialisées multidimensionnelles de nature et de sources différentes afin de résoudre des problèmes complexes d'aménagement, de gestion et de permettre aux décideurs de guider leurs stratégies d'intervention en cas de crises (Abdelwahhab, 2018; BOUTRID, 2017; Paegelow, 2004; Younsi, 2016).

La géomatique avec son approche systémique et ses puissantes méthodes d'analyse spatiale et temporelle et à l'aide de ces outils: télédétection, cartographie, SIG, modélisation,

joue de plus en plus un rôle clé d'interface entre l'environnement, la santé publique et l'épidémiologie (Kalla, 2018).

### **3- Géomatique et santé**

La géomatique en Santé est importante en termes d'aide à la décision. Elle contribue à alimenter, en méthodes et outils, les créations innovantes pour l'information géographique, et répond aux problématiques de Santé publique abordées dans les domaines appliqués : gestion hospitalière, géo-épidémiologie et télésanté (QUESNEL-BARBET et al., 2016).

L'utilisation de la géomatique et SIG en santé par les chercheurs sont plus rapides et permettent de prendre des décisions plus rapidement, ils sont utilisés pour identifier les endroits nécessitant une planification des soins de santé primaire et rédiger un guide pour une meilleure distribution géographique des médecins, les centres et services de soins. Ainsi ils pourraient facilement standardiser le temps et les accès à tous ces services de soins (Kalla, 2018).

### **4- L'utilisation de l'analyse spatiale dans le domaine de la santé**

L'utilisation de l'analyse spatiale dans le domaine de la santé s'est fortement accrue ces dernières années avec le développement de la géomatique et des systèmes d'information géographique (SIG). En plus de son utilisation pour des études en épidémiologie ou en géographie, elle intervient également au niveau des politiques publiques, avec le développement de nouvelles applications en santé publique : systèmes d'alerte, systèmes de gestion de crises, systèmes de prévention et d'analyse de risques, préparation de campagne de vaccination (SOURIS, 2016).

### **5- Avantages de la géomatique et SIG dans le domaine de l'épidémiologie**

La technologie de géomatique constitue un excellent moyen de visualiser et d'analyser les données épidémiologiques, elle permet de faire ressortir les corrélations et les interrelations entre environnement et santé (Kalla, 2018).

Les SIG sont utilisés dans de très nombreux domaines, Ils sont de plus en plus utilisés dans le domaine de l'épidémiologie et en géographie de la santé. En effet, l'épidémiologie vise à étudier les phénomènes de santé d'une population dans l'espace et dans le temps et les SIG facilitent la représentation, l'analyse et la caractérisation de la composante spatiale (ou spatio-temporelle) des phénomènes de santé. Ils permettent par exemple de cartographier une maladie (en termes d'incidence ou de prévalence), les zones où le risque (produit de l'aléa et de la vulnérabilité) est le plus élevé (Guis et al., 2010).

Une nouvelle géo-épidémiologie nommée « healthgeomatic » regroupe l'épidémiologie, la statistique, la géographie, la géomatique, elle travaille sur la localisation des maladies dans l'espace, leur organisation spatiale, leur diffusion et la recherche des facteurs de risques environnementaux ou plus généralement les relations entre environnement et santé (BAZIZ, 2018).

L'application du SIG ne se limite pas à l'utilisation des données épidémiologiques, l'évaluation et l'analyse des zones et des facteurs à risque épidémique. Il trouve aussi son intérêt dans son couplage avec des modèles statistiques et mathématiques d'épidémie (Younsi, 2016).

## **6- Méthodologie de travail**

### **6-1- La collecte des données**

Si l'on considère que la collecte des données a pour but de construire une base de données pour réaliser des études, la base de données est une structure de données permettant de recevoir, stocker et de fournir à la demande des données à de multiples utilisateurs (BOUTRID, 2017). Il est clair alors que les données sont l'élément essentiel de cette démarche. Leur collecte est une étape importante mais souvent soumise à de grandes difficultés dans l'acquisition et la validation. De ce fait elle devient source de retard important dans la réalisation de la thèse dans le cas de notre étude.

Mais grâce aux différentes données recueillies auprès de différentes sources. Nous avons pu mettre en œuvre notre base de données et toutes ses tables attributaires concernant les données communales de la population et sa structure.

Le tableau suivant Tableau N° 15 représente les données, la description et la source des données.

Tableau N° 15 : La description et la source de données utilisées

données	Description	source
le nombre de logements	L'association entre les deux paramètres logement/population, exprime un taux moyen d'occupation du logement. ce qui traduit les situations de promiscuité souvent responsable de risques de contamination	La direction des planifications de la wilaya
le nombre de la population		
Le nombre de personnes sans revenu	Le nombre de personnes sans ressources, recevant uniquement quelques aides sociales de l'état. C'est un indicateur qui renseigne sur l'état de pauvreté des habitants de la Wilaya.	Direction des finances et budget de la wilaya
le niveau de prise en charge sociale	L'action sociale a pour but de sensibiliser et d'accompagner certaines classes sociales à mieux percevoir le risque épidémiologique et à y faire face.	Direction de l'action sociale et de solidarité de la wilaya
le niveau d'investissement étatique à travers les petites entreprises	C'est le volume de financement de l'état en termes de projets d'investissements dans les petites entreprises, en termes d'emploi et de création de richesse. C'est un indicateur qui renseigne sur le niveau de vie moyen de chaque commune.	Direction des finances et budget de la wilaya
le nombre d'entités médicales	le niveau de prise en charge sanitaire à travers les entités médicales de proximité dans chaque unité territoriale en l'occurrence la commune, joue un rôle plus ou moins important dans le diagnostic précoce de la maladie et dans la sensibilisation des habitants au risque de transmission.	Direction de la santé de la wilaya de Batna
le nombre de médecins	le nombre de médecins exerçants dans chaque commune.	Direction de la santé de la wilaya de Batna
le nombre de cas déclarés de la TB	le nombre de cas déclarés de la Tuberculose pour chacune des 61 communes des Wilaya de Batna.	Registre des maladies à déclaration obligatoire (MDO) tenu par la Direction de la santé de la wilaya de Batna
le document cartographique	C'est un document cartographique utilisées telle que : carte administrative par commune de la wilaya de Batna, géo référencié. La zone d'étude est située dans le fuseau 31 (Northern Hémisphère) du système de projection UTM (Universel Transverse Mercator), ellipsoïde WGS84.	Base de données nationale

## 6-2- Types de données

Pour ce travail deux types de données sont présents : Données attributaires, Données spatiales.

Si l'on fait une catégorisation des données attributaires selon la richesse informative, on distingue

- L'échelle de variation **nominale** : situe chaque observation dans une catégorie qualitative d'un classement.
- L'échelle de variation **ordinaire** : place chaque observation en ordre, en rang selon un critère spécifié.
- L'échelle de variation **cardinale** : consiste à spécifier les catégories quantitatives.

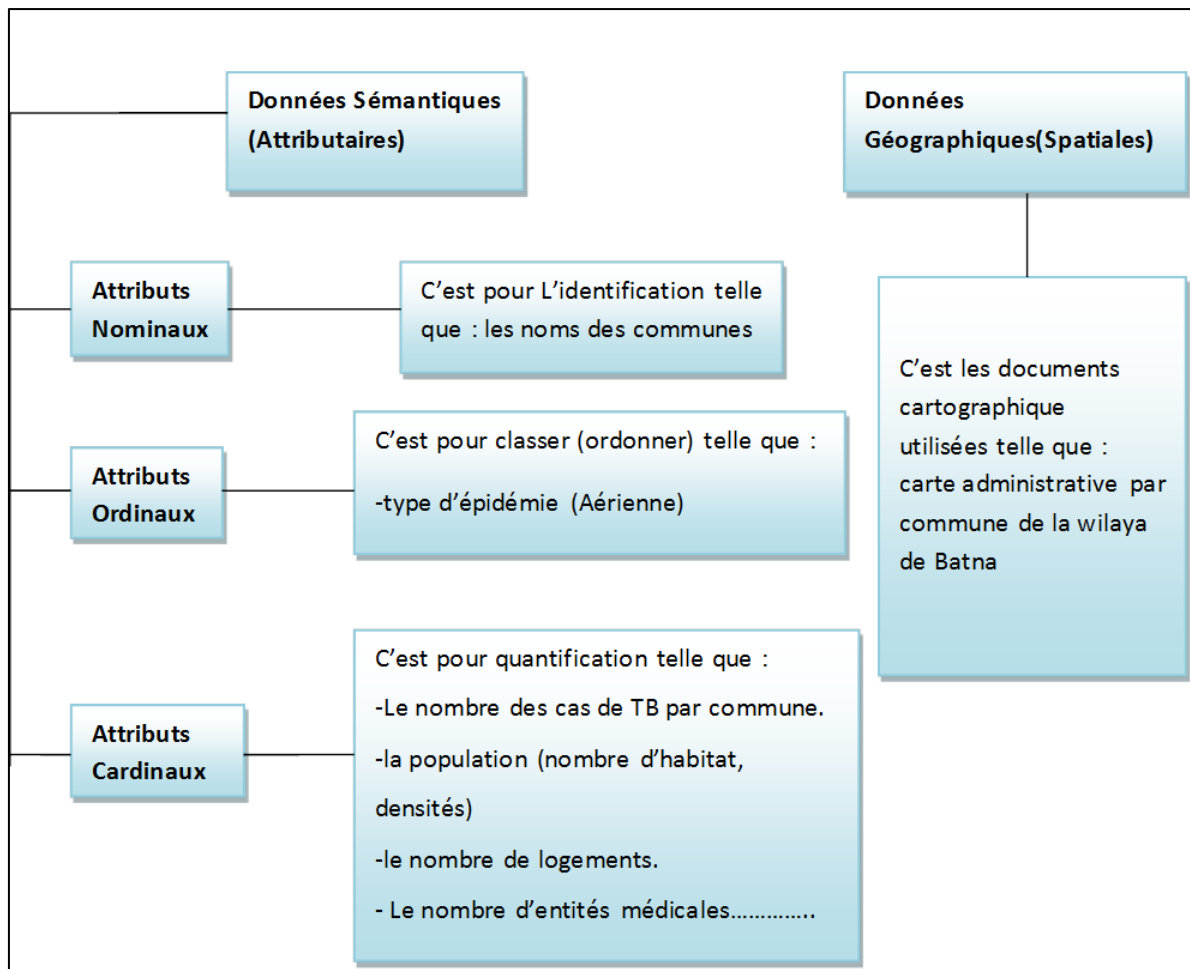


Figure N° 19 : Les différents types de données utilisés

### 6-3- La conception

La conception c'est l'étape qui a pour objectif de concevoir les objets géographiques intervenant dans le phénomène étudié. A cette étape, l'utilisateur doit avoir les compétences nécessaires pour garantir l'élaboration d'un schéma conceptuel répondant aux besoins espérés (Abdelwahhab, 2018).

Les étapes de la conception d'une base de données sont comme suit

- ▶ Analyse de la situation existante et des besoins.
- ▶ Création d'une série de modèles conceptuels pour représenter tous les aspects importants du problème.
- ▶ Traduction des modèles conceptuels en modèle logique.
- ▶ Implémentation d'une base de données dans un SGBD à partir du modèle logique.

Toutes ces étapes sont illustrées dans la figure suivante : (Abdelwahhab, 2018; Mostefaoui, 2017)

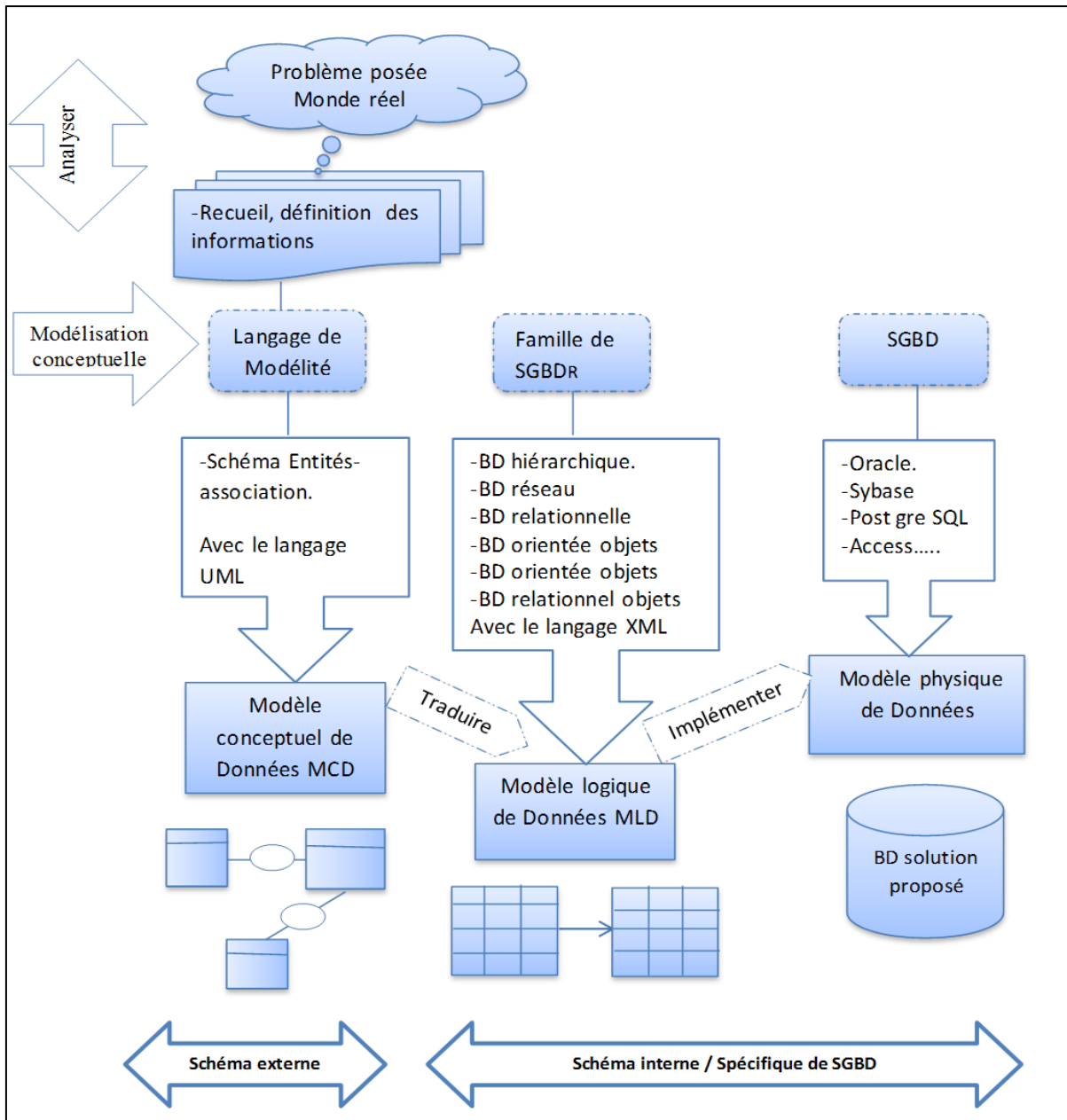


Figure N° 20 : Processus de conception d’une base de données.

### 6-3-1- La modélisation

Est un processus dynamique par laquelle on convertit un problème concret, issu du monde réel, en termes de nature mathématique. C’est transformer un besoin, plus ou moins bien exprimé, en équations, en essayant de rendre compte de toutes les contraintes.

Le 30 avril 1760, dans un mémoire de l’Académie des Sciences de Paris, la première intervention des mathématiques dans un problème épidémiologique par Daniel Bernoulli qui propose une modélisation d’une épidémie de variole pour tenter de savoir si l’inoculation de

la maladie présente plus d'avantages que de risques pour la population sujette à cette épidémie (LEROY and LIBOUREL, 2006).

La définition des informations à modéliser a été faite à partir de l'analyse des données produites et recueillies auprès des différents services.

### **6-3-2- Le modèle conceptuel de données (MCD)**

La modélisation conceptuelle des données est une phase très importante, a pour but de représenter de façon structurée les données qui seront utilisées par le système d'information. Le modèle conceptuel de données (MCD) est indépendant de toute structure logiciel, il décrit la sémantique c'est à dire définit également les relations entre ces différentes données participant au phénomène étudié (Abdelwahhab, 2018; Kalla, 2018; Zoghلامي, 2013).

### **6-3-4- Concepts de base**

Les concepts de base du modèle conceptuel de données (encore appelé modèle entité/association) sont définis ci-dessous:

#### **6-3-4-1- Entité**

Une entité est un objet concret ou abstrait du monde réel à propos duquel on veut enregistrer des informations (Zoghلامي, 2013).

#### **6-3-4-2- Association**

Une association (ou une relation) est un lien entre une ou plusieurs entités. On doit lui donner un nom, souvent un verbe, qui caractérise le type de relation entre les entités. Une association possède parfois des propriétés.

Une propriété est une caractéristique que l'on perçoit sur une entité ou sur une association entre entités dans le réel (Zoghلامي, 2013).

#### **6-3-4-3- Cardinalité**

La cardinalité: est un couple de valeurs (cardinalité minimale, cardinalité maximale) que l'on trouve entre chaque entité et ses associations liées. Les cardinalités sont des expressions qui permettent d'indiquer combien de fois au minimum et au maximum une occurrence de l'entité peut intervenir dans une association. Cardinalité 1-1, 0-1, 0-N, 1-N (Zoghلامي, 2013).

La création de notre MCD représentées sur la figure (Figure N° 21) a suivi les étapes conventionnelles, c'est-à-dire la création des entités avec leurs attributs et les liens entre ces entités (Kalla, 2018).

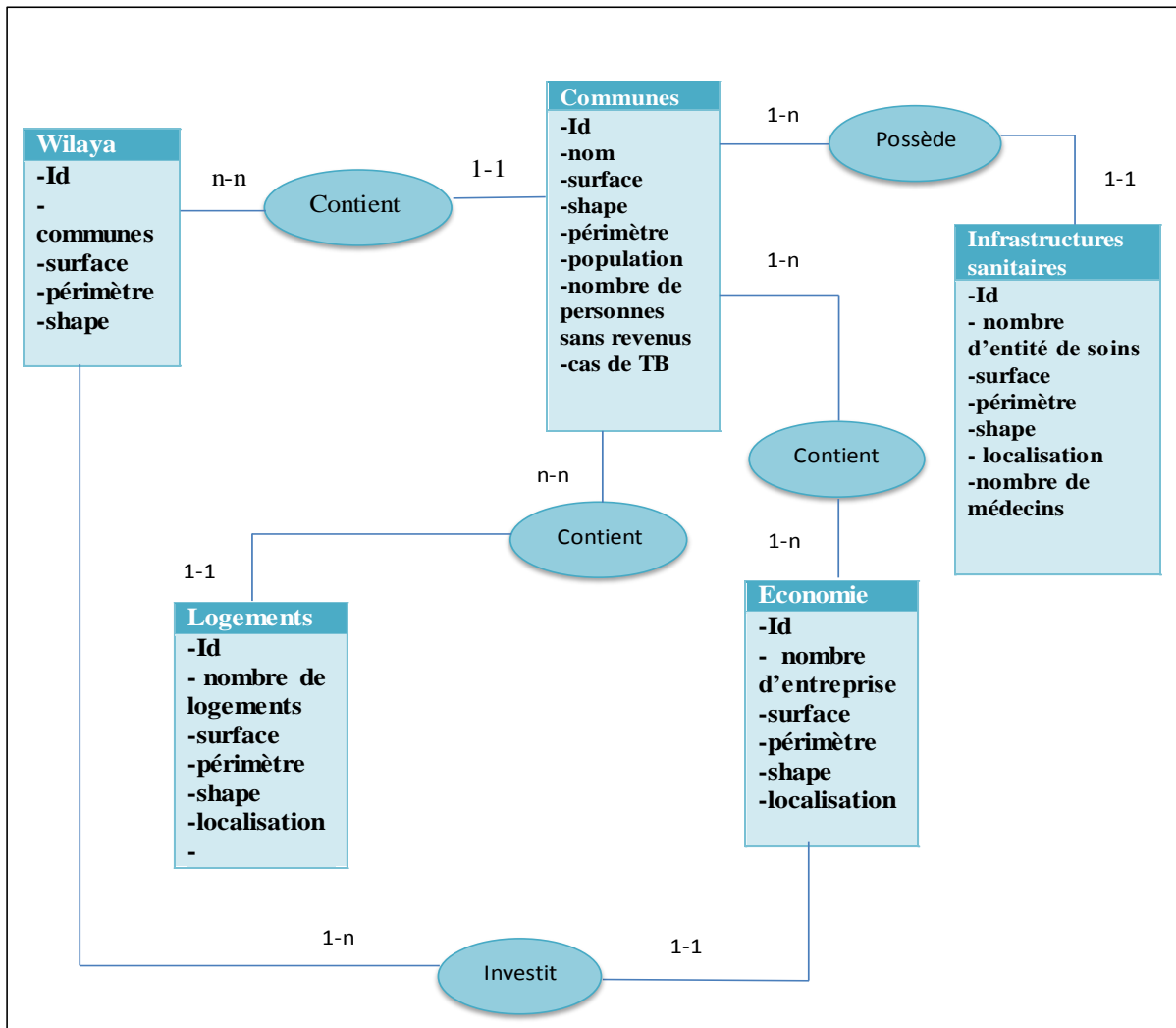


Figure N° 21 : Modèle Conceptuel de Données

#### 6-4- La saisie des données

L'intégration et la saisie des données conformément au modèle conceptuel précédemment réalisé, consistent à introduire les données dans la table attributaire liée à chaque entité, demandent un matériel et logiciel suffisamment puissant pour le traitement et l'analyse (Figure N° 22). La variété des attributs dépend surtout de la thématique étudiée, ainsi que la disponibilité des données.



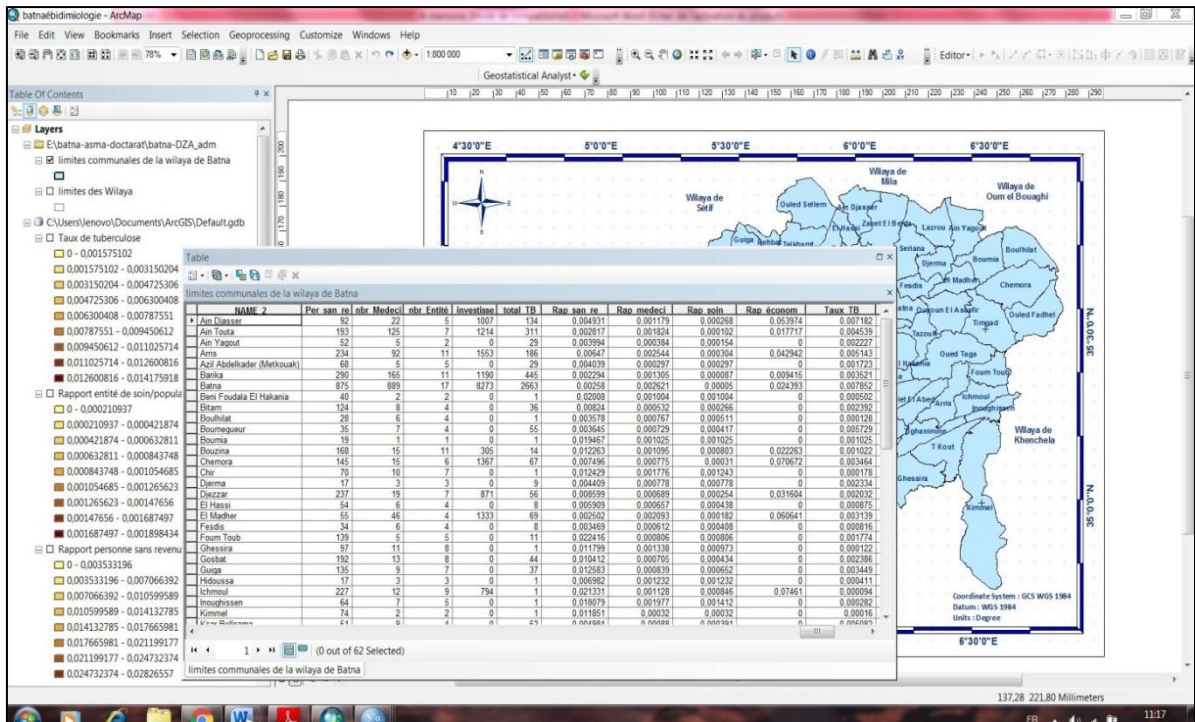


Figure N° 22 : Capture d'écran de la table attributaire après la saisie sur Arc GIS

De plus, nous avons exporté ces données attributaires vers le logiciel Excel pour gérer les données puis vers SPSS pour effectuer les analyses statistiques nécessaires (Figure N° 23).

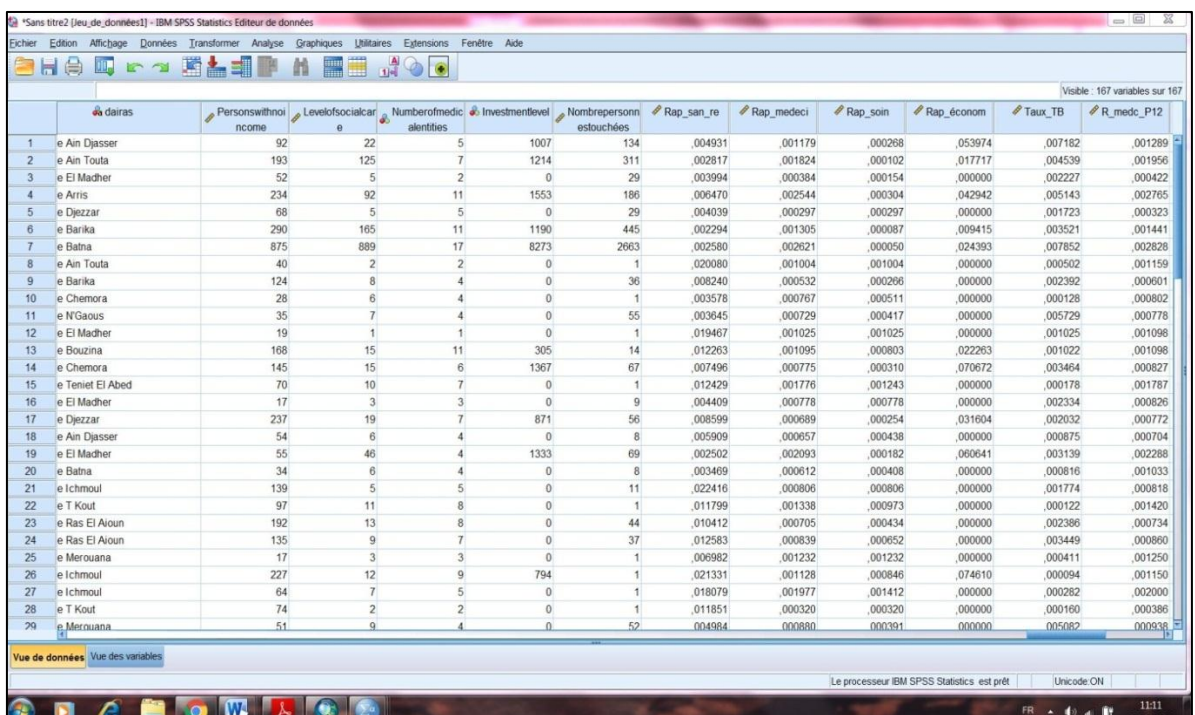


Figure N° 23 : Capture écran de la base de données sur SPSS

**6-5- Choix de méthodes et logiciels pour l’analyse des données**

Pour la préparation et l’analyse des données recueillies, certains logiciels et méthodes nous ont été utiles pour accéder à une analyse spatiale multicritère et statistique de cette maladie épidémiologique pour l’évaluation de la vulnérabilité à la TB (Tableau N° 16), nous avons opté pour l’utilisation des techniques de spatialisation par les outils de la géomatique en l’occurrence la mise en œuvre d’une base de données numériques sous SIG qui permet une analyse détaillée des entités du territoire et de leurs articulations spatio-temporelles. Ces entités définiront leurs tables attributaires qui doivent contenir les éléments du milieu ayant un impact ou une influence sur la situation épidémiologique de la tuberculose.

**Tableau N° 16 : méthodes et logiciels choisis**

Méthode	Description	Logiciel
<b>AHP:</b> Analytic Hierachy Process	Une méthode d’analyse multicritère hiérarchique d’aide à la décision.	Arc GIS 10.2
<b>PCA:</b> Analyse en Composante Principale	Une technique statistique de réduction de la dimension (ACP), qui fait partie du groupe des méthodes statistiques descriptives multidimensionnelles appelées analyses factorielles.	IBM SPSS 25.0
<b>SIG:</b> analyse spatial	Techniques de spatialisation par les outils de la géomatique en l’occurrence la mise en œuvre d’une base de données numérique sous SIG. L’analyse spatiale et l’analyse thématique effectuées ont permis de dresser des cartes illustrant la situation des différents facteurs sur le territoire de la Wilaya qui aide à la décision.	Arc GIS 10.2

Les cartes suivantes, montrent des captures d’écran de l’étape d’analyse des données sur les logiciels utilisés.

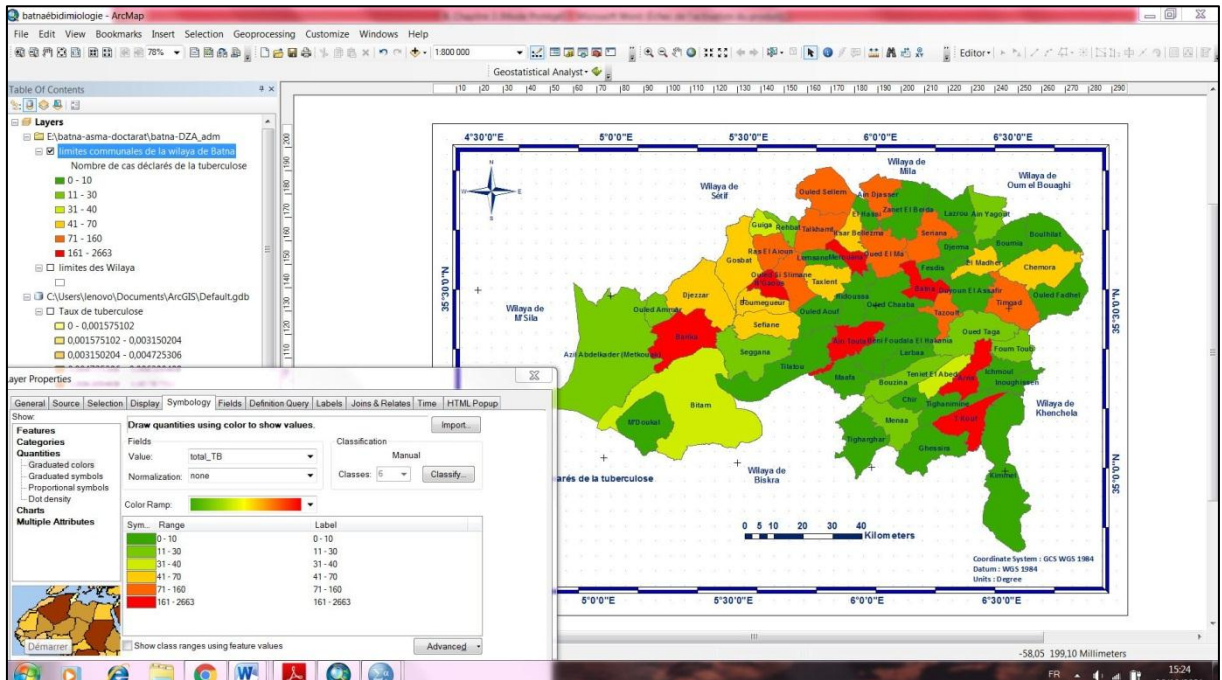


Figure N° 24 : Etape d'analyse des données sur Arc GIS

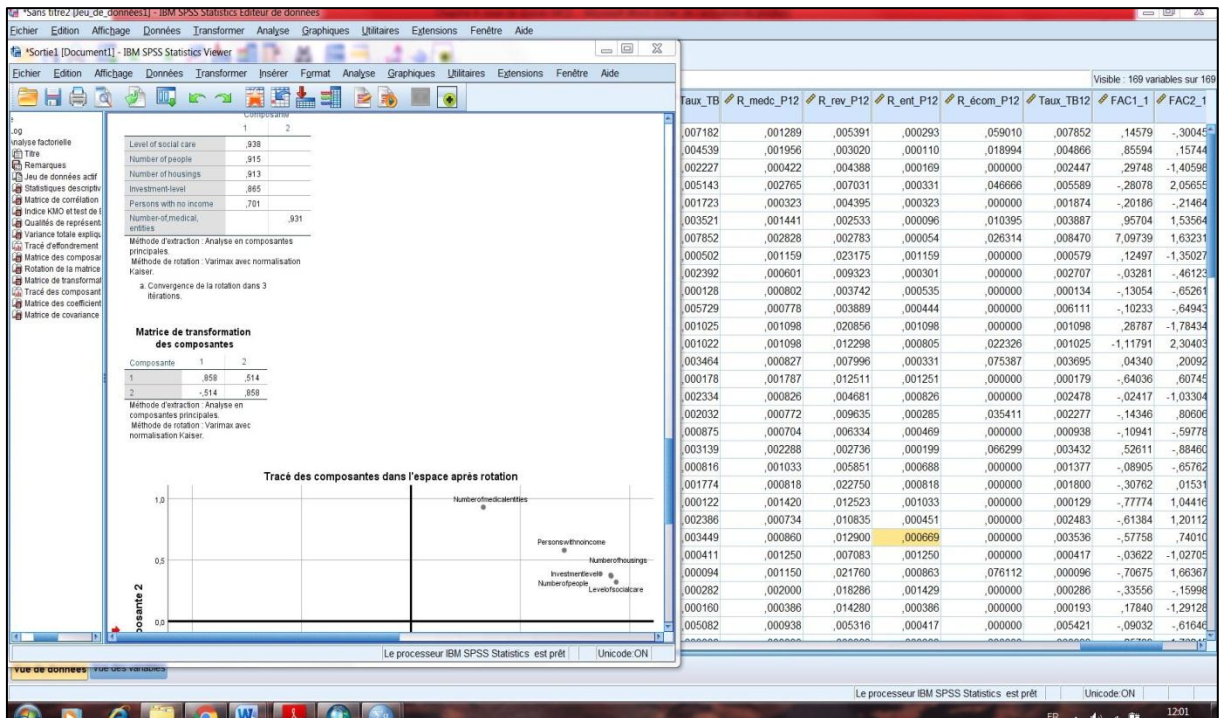


Figure N° 25 : Extrait d'analyse factorielle sur SPSS

### 6-6- Interrogation de la base de données

Parmi les outils d'analyse que nous avons utilisés lors de la conception du SIG : la requête.

Les questions adressées reposent sur la construction d'une phrase logique ou simple requête SQL (structural query language), qui sélectionne tous les objets graphiques répondant aux critères définis dans cette expression, le résultat visualisable graphiquement est dans la table associée (Figure N° 26).

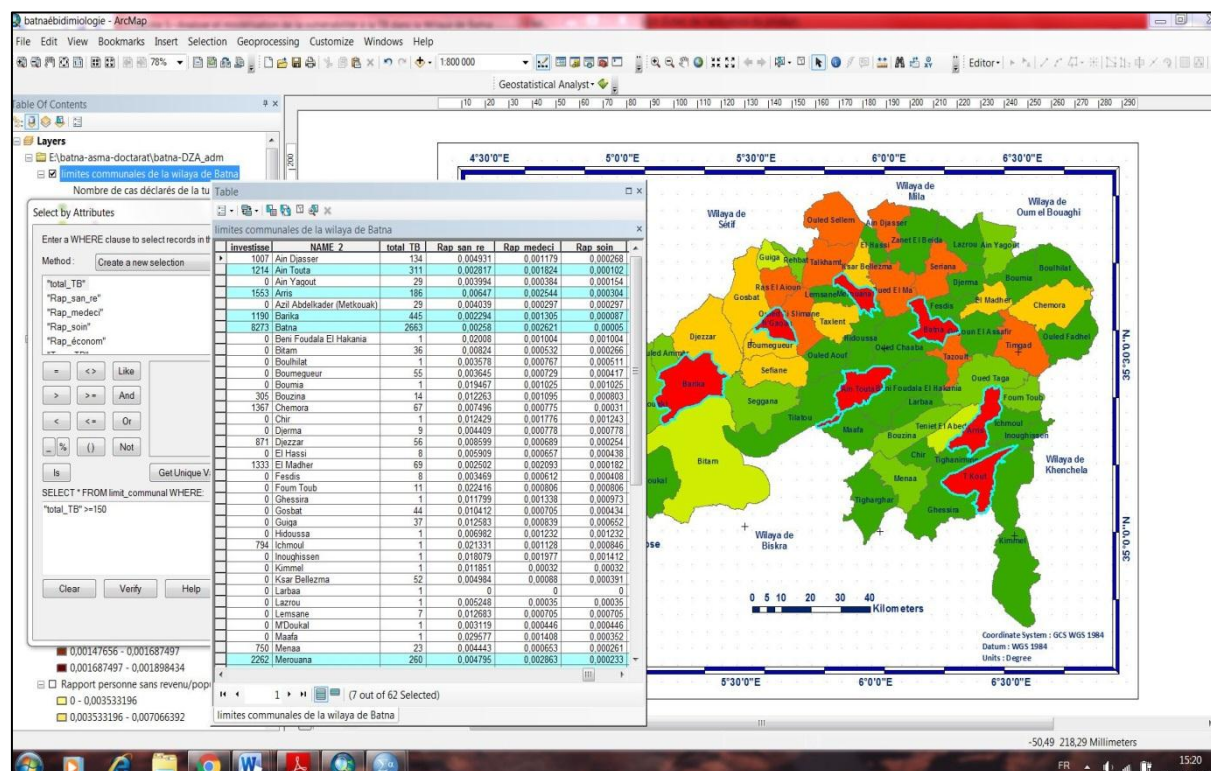


Figure N° 26 : Extrait d'analyse par la requête SQL sur Arc GIS 10.2

### Conclusion

Les systèmes d'informations géographiques (SIG) sont aujourd'hui indispensables aux acteurs des territoires et de la santé, ils offrent aux décideurs les supports cartographiques nécessaires à la gestion, à la décision face à des problèmes de santé et d'épidémiologie de plus en plus complexes.

La mise en œuvre de la base de données et sa richesse nous permettent d'étudier la distribution spatiale des maladies et phénomènes de santé, d'analyser les facteurs de risques, déterminer les zones prioritaires d'intervention, d'effectuer des analyses spatiales. Tous ces résultats constituent l'objectif prévu du travail.

## **CHAPITRE 5**

### ***Analyse et modélisation de la vulnérabilité à la Tuberculose dans la Wilaya de Batna***

## Introduction

Certaines situations épidémiologiques de par leur ampleur et leur dynamique de propagation peuvent échapper au contrôle local ou national car elles prennent la forme de véritable pandémie, à ce titre la planète est encore sous le poids mortel du Covid-19 (Kabaka, 2020).

La wilaya de Batna compte parmi les plus touchées en Algérie par de nombreuses maladies épidémiologiques notamment la Tuberculose, ce qui soulève des questions sur les liens éventuels de causalité entre cette maladie contagieuse et souvent mortelle et la réalité environnementale et socio-économique de ce territoire.

Pour comprendre l'interaction entre les paramètres de vulnérabilité et leur impact sur la maladie et sa distribution spatiale, plusieurs études au niveau mondial ont été publiées sur la distribution et les déterminants de cette maladie transmissible, en se concentrant sur différentes approches.

Ces dernières années, les systèmes d'information géographique (SIG) et l'analyse spatiale ont été fréquemment utilisés pour décrire le schéma de la tuberculose. En Inde, au Japon, à Madagascar, et au Portugal. En Afrique du Sud, le SIG et l'analyse spatiale ont été utilisés pour étudier les schémas de transmission de la TB dans une zone à forte incidence (Wang et al., 2012). En Iran, **Hoffner et al en 2018**, ont cherché à explorer les schémas géographiques de la tuberculose à l'aide du SIG pour caractériser l'épidémiologie de la tuberculose (TB).

Ainsi, le but de **Mao et al en 2019** était d'étudier les variations spatio-temporelles de la TBP à frottis positif. Une analyse descriptive purement spatio-temporelle a été utilisée pour caractériser les schémas de distribution de la TBP à frottis positif. Les statistiques globales d'auto-corrélation spatiale (Moran's  $I$ ) et les indicateurs locaux d'association spatiale (LISA) ont été réalisés pour identifier l'auto-corrélation spatiale et les zones à haut risque des cas de TBP à frottis positif. De plus, la statistique de balayage spatio-temporel a été adoptée pour détecter les clusters spatio-temporels à différentes périodes.

D'autres chercheurs s'accordent aujourd'hui à considérer que la réalité socio-économique pèse de tout son poids sur les causes, la nature et l'ampleur des situations épidémiologiques (Younsi, 2016). L'association entre les variables socio-économiques et l'incidence de la tuberculose, décrite dans plusieurs études.

**Souza et al en 2000** ont cherché à identifier les zones à risque de tuberculose à Olinda (une ville du nord-est du Brésil) en évaluant les facteurs socio-économiques, ils ont appliqué deux méthodes différentes : un « indice de privation sociale » et « analyse en composantes principales » suivie d'une analyse en grappes, et ils ont trouvé que les taux d'incidence les plus élevés associés à un niveau intermédiaire de privation sociale.

Selon **Boulahbal et Chaulet en 2004**, la tuberculose est une maladie de la pauvreté, la persistance de cette maladie est attribuable principalement à la pauvreté, à la croissance démographique naturelle aggravée par les phénomènes migratoires et à l'augmentation importante des cas de tuberculose dans les zones d'endémie VIH, spécialement en Afrique subsaharienne.

Les résultats de **Guy Harling en 2008** avec l'analyse à plusieurs niveaux, fournissent de nouvelles informations sur les déterminants socio-économiques de la tuberculose dans les pays en développement (Harling et al., 2008).

Selon **G Alvarez-Hernández et al en 2010**, Le SIG, l'analyse spatiale et les techniques univariées et bivariées qui ont été utilisées, sont des outils utiles pour détecter les zones à haut risque de tuberculose dans la ville d'Hermsillo, Mexique. Ces zones peuvent être vulnérables en raison de leur faible statut socio-économique (Álvarez-Hernández et al., 2010).

Une étude de **Wang et al en 2012**, qui ont utilisé le lissage spatial empirique de Bayes, l'autocorrélation spatiale et la statistique de balayage spatio-temporel, a montré que le risque de tuberculose dans la ville de Linyi, Chine, est fréquemment lié à des facteurs socio-économiques tels que le faible niveau d'instruction, le chômage, le surpeuplement et la mauvaise qualité des logements.

En **2014, Harling et Castro** ont étudié la distribution spatiale et les corrélats sociaux et économiques de la tuberculose au Brésil en utilisant les analyses de régression, ils ont révélé des taux plus élevés associés à l'urbanité, à la densité de population, aux mauvaises conditions économiques, au surpeuplement des ménages.

L'analyse de la distribution spatiale du risque de tuberculose et ses déterminants socio-économiques dans la ville de Rio de Janeiro, Brésil par **Pereira et al en 2015**, a identifié une corrélation statistiquement significative entre l'incidence de la tuberculose et des variables liées au revenu, à la densité de personnes par chambre et par ménage. Ils ont appliqué un lissage par la méthode empirique de Bayésienne, L'autocorrélation spatiale par l'indice de Moran, et aussi des modèles de régression linéaire multiple.

Une étude spatiale, sociale et environnementale de la tuberculose en Chine à l'aide de la technologie statistique : une analyse factorielle exploratoire (EFA), la modélisation des moindres carrés partiels (PLS-PM), un modèle de régression géographiquement pondéré (GWR) et SIG par **Soleil de Sun et al en 2015**, a montré que le climat, l'altitude, la longitude, l'emploi dans l'industrie primaire, la densité de population, le fardeau de l'éducation et le niveau économique avaient un impact sur la prévalence de la tuberculose à des degrés divers (Sun et al., 2015).

**Pelissari et Diaz-Qujano, en 2017** ont trouvé une association positive entre l'incidence de la tuberculose et les variables socio-économiques, et leurs résultats suggèrent l'inégalité des revenus et la pauvreté, en tant que déterminants de l'incidence de la tuberculose, et peuvent être médiées par le surpeuplement des ménages. Les associations ont été évaluées dans une analyse à plusieurs niveaux avec l'utilisation d'une régression binomiale négative.

**Jamshid Yazdani-Charati et al en 2017**, ont visé à identifier les zones à faible et à haut risque dans la province du Lorestan, à l'ouest de l'Iran à l'aide d'un modèle à plusieurs niveaux. La zone à risque de la maladie le plus élevé est associée à la mauvaise structure socio-économique (l'urbanisation et les changements de mode de vie).

Les résultats de **Alves et al en 2019** sur l'évaluation de l'ampleur des déterminants sociaux dans les zones à risque de décès par tuberculose dans une ville à forte incidence de cette maladie, et cela par l'application de la statistique de balayage, une analyse en composantes principales, et une régression logistique multiple, confirment que le risque de décès par tuberculose est un problème associé à des déterminants sociaux : faible niveau scolaire et pauvreté.

Notre présent travail de recherche porte essentiellement sur la relation et le rapport épidémie-environnement dans la wilaya de Batna. Il s'agit de la mise en relation d'une épidémie déclarée en l'occurrence la tuberculose avec les causes probables liées à l'état de l'environnement physique et socio-économique du territoire, dont l'interaction engendre des situations complexes nécessitant une démarche multicritère.

Pour estimer et spatialiser le niveau de risque et pour mettre en évidence les causes réelles de vulnérabilité au risque de la tuberculose dans la wilaya de Batna, nous avons choisi le volet de l'épidémiologie analytique, nous avons effectué une analyse multicritère, statistique et spatiale pour la recherche des facteurs de risques.

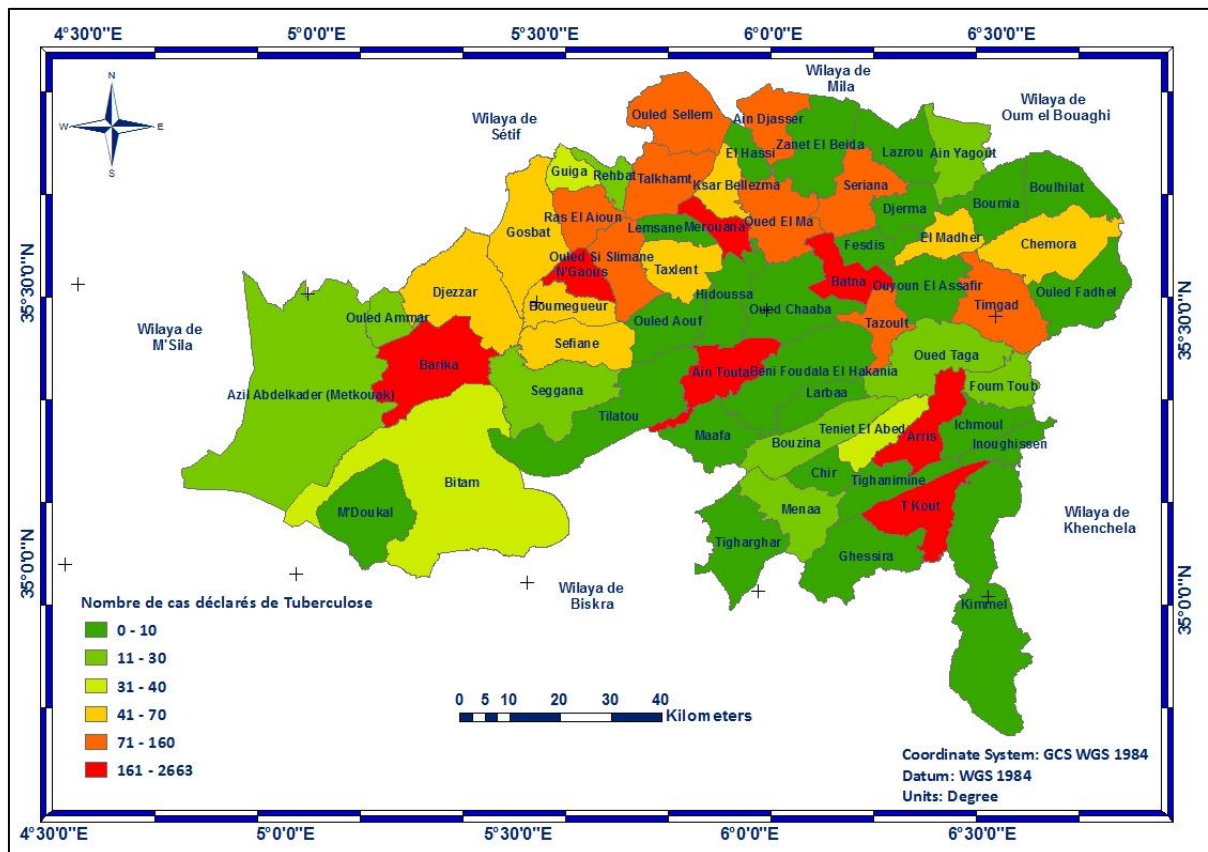


En premiers temps, nous avons effectué une corrélation systématique entre chaque paramètre et la population touchées par la tuberculose. Les paramètres dont l'indice de corrélations est significatif ont été intégrés dans le modèle d'analyse.

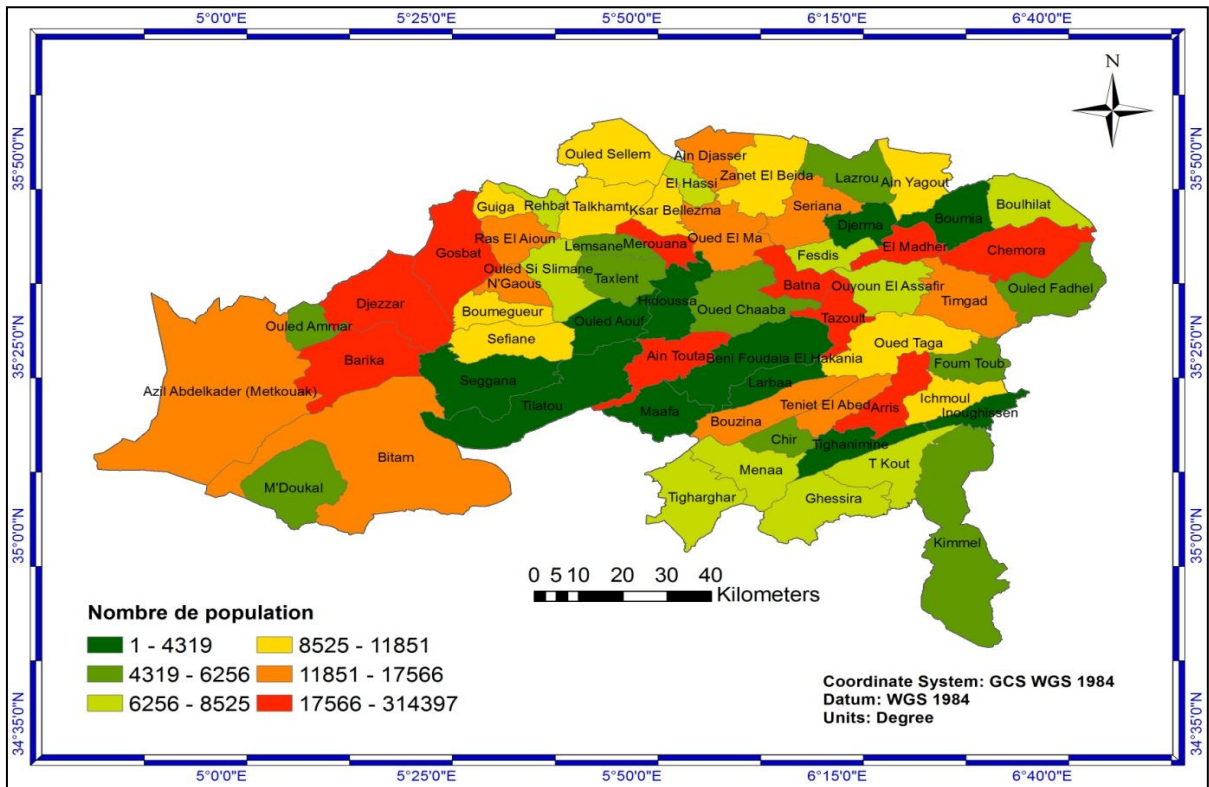
**1- Corrélation entre les différents paramètres de vulnérabilités et le nombre de cas déclarés de TB**

**1-1- Corrélation entre le nombre de cas déclarés de TB et le nombre de population**

En premier temps, en examinant la répartition géographique des cas déclarés de la maladie et celle de la population générale (Carte N° 17, 18) nous constatons que les communes les plus peuplées sont celles qui localisent le plus de personnes touchées par la tuberculose. Existe-il une relation de dépendance significative en termes de corrélation statistique entre ces deux séries de variables ?



Carte N° 17: Nombre de cas déclarés de la tuberculose dans la wilaya de Batna par commune



Carte N° 18 : Répartition de la population de la wilaya de Batna par commune

La réponse est donnée par les résultats de la corrélation (Figure N° 27) qui montre qu'il existe près de 70% de variance non explicitée traduisant l'absence de relation fonctionnelle significative.

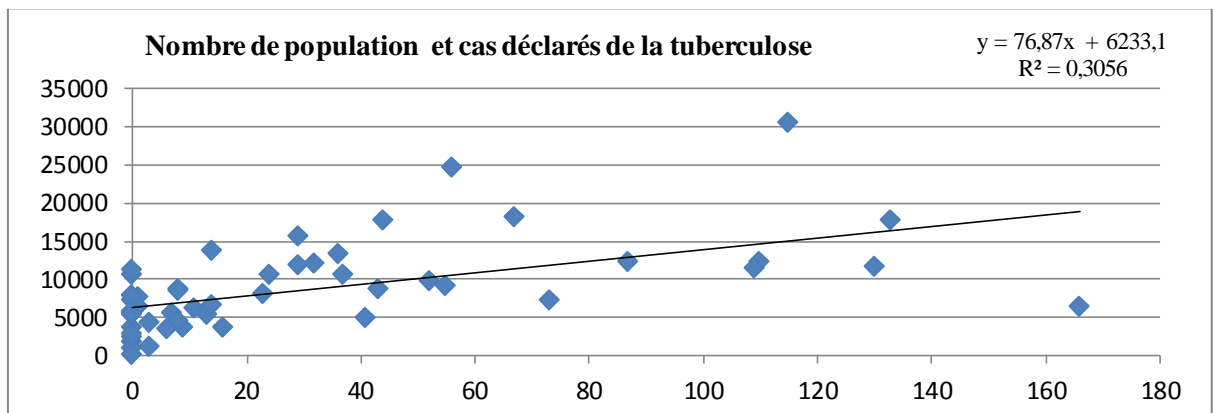


Figure N° 27 : Corrélation entre le nombre de cas déclarés de tuberculose avec le nombre de population

Alors si le nombre de personnes malades n'est pas lié à l'importance de la population, il est logique de chercher d'autres éléments du territoire dont la nature et l'importance peuvent expliquer l'ampleur et la répartition spatiale territoriale de la maladie.

## **1-2- Les facteurs du risque de la TB dans l'espace territorial de la Wilaya de Batna**

Partant du postulat que la tuberculose est une maladie qui prospère en milieux socialement défavorisés avec tout ce que comportent ces situations sociétales comme facteurs de pauvreté et d'exclusion (Adeleke et al., 2020; Bruce et al., 2020; Harling and Castro, 2014; Manneville, 1995; Organisation Mondiale de la Santé, 2013; Pruvost and Rivalan, 2014; Van Vooren et al., 2010), nous nous sommes appuyés sur un certain nombre de facteurs qui traduisent le caractère modeste du niveau de vie de chacune des 61 communes de la wilaya de Batna.

Les facteurs socio-économiques liés à la pauvreté et à la précarité du niveau de vie qui en découlent sont nombreux. Dans notre démarche de modélisation du niveau de vulnérabilité territoriale à cette maladie, notre choix s'est fixé prioritairement d'une part sur les facteurs que nous avons estimé hautement influents sur l'apparition de cette maladie et son développement et d'autre part sur le caractère quantifiable de ces derniers.

Il faut rappeler que les modèles les plus efficaces sont ceux qui intègrent un minimum de paramètres et qui restituent au mieux la réalité du terrain, car un excès de paramètres engendre souvent des contradictions systémiques au sein du modèle. Comme il est difficile d'évaluer de manière exhaustive le niveau de vie des ménages de l'ensemble des 61 communes de la wilaya de Batna, nous avons opté pour trois types de paramètres couvrants les aspects économiques, sociétaux et sanitaires.

### **1-2-1- Aspects économiques**

La réalité économique des différentes communes a été évaluée sur la base de données officielles relatives aux « personnes sans revenu » d'une part et du « niveau d'investissement étatique dans les petites entreprises » d'autre part et leur rapport avec les personnes malades sur le même territoire. Ce sont deux indicateurs qui renseignent sur le niveau de vie moyen de chaque commune (Buchillet, 2001).

### 1-2-2- Aspects sociétaux

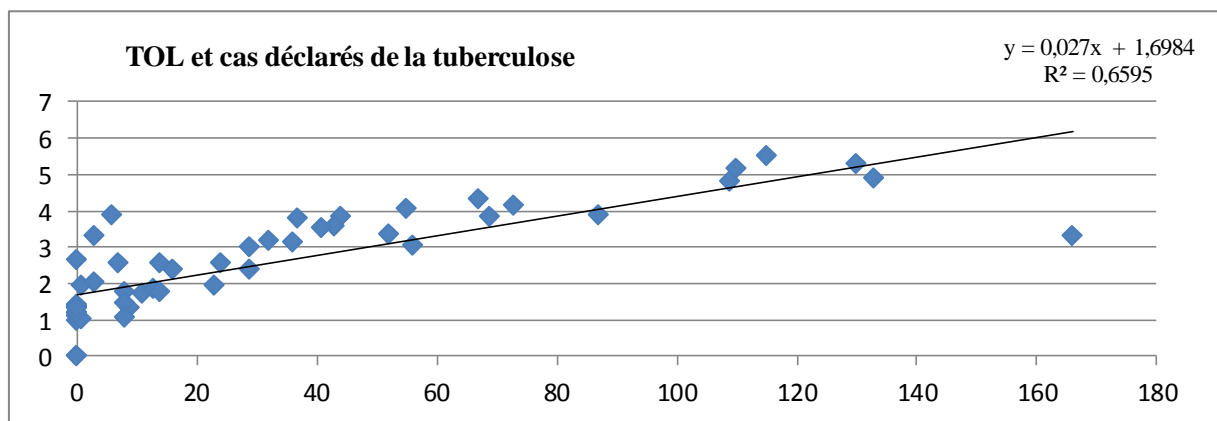
Par ailleurs la tuberculose étant une maladie contagieuse (Mao et al., 2019; World Health Organization, 2020), le cloisonnement et la promiscuité de manière générale engendrent les conditions les plus favorables à la transmission des bactéries et des virus pathogènes. De ce fait nous avons sélectionné le paramètre traduisant le taux moyen d'occupation du logement (TOL) qui constitue un indicateur largement utilisé dans l'analyse spatiale en aménagement du territoire.

### 1-2-3- Aspects sanitaires

Enfin nous avons estimé que le niveau de prise en charge sanitaire et médicale à travers les entités médicales de proximité dans chaque unité territoriale en l'occurrence la commune, joue un rôle plus ou moins important dans le diagnostic précoce de la maladie et dans la sensibilisation des habitants au risque de transmission (Barrier, 1994), aux précautions à prendre et à l'hygiène de vie. Pour cela nous avons tenu compte du rapport entre nombre de personnes touchées et le nombre d'entités médicales implantées dans la commune et du rapport entre ces même personnes touchées et le nombre de médecins exerçant dans cette commune.

### 1-3- Corrélation entre les paramètres de vulnérabilités / nombre de cas de TB déclarés

Pour garantir l'objectivité dans le choix de ces facteurs et les intégrer comme paramètre du modèle d'analyse, nous avons effectué une corrélation systématique entre chaque paramètre et la population touchées par la tuberculose (Figure N° 28). Les paramètres dont l'indice de corrélations est significatif ont été intégrés dans le modèle d'analyse.



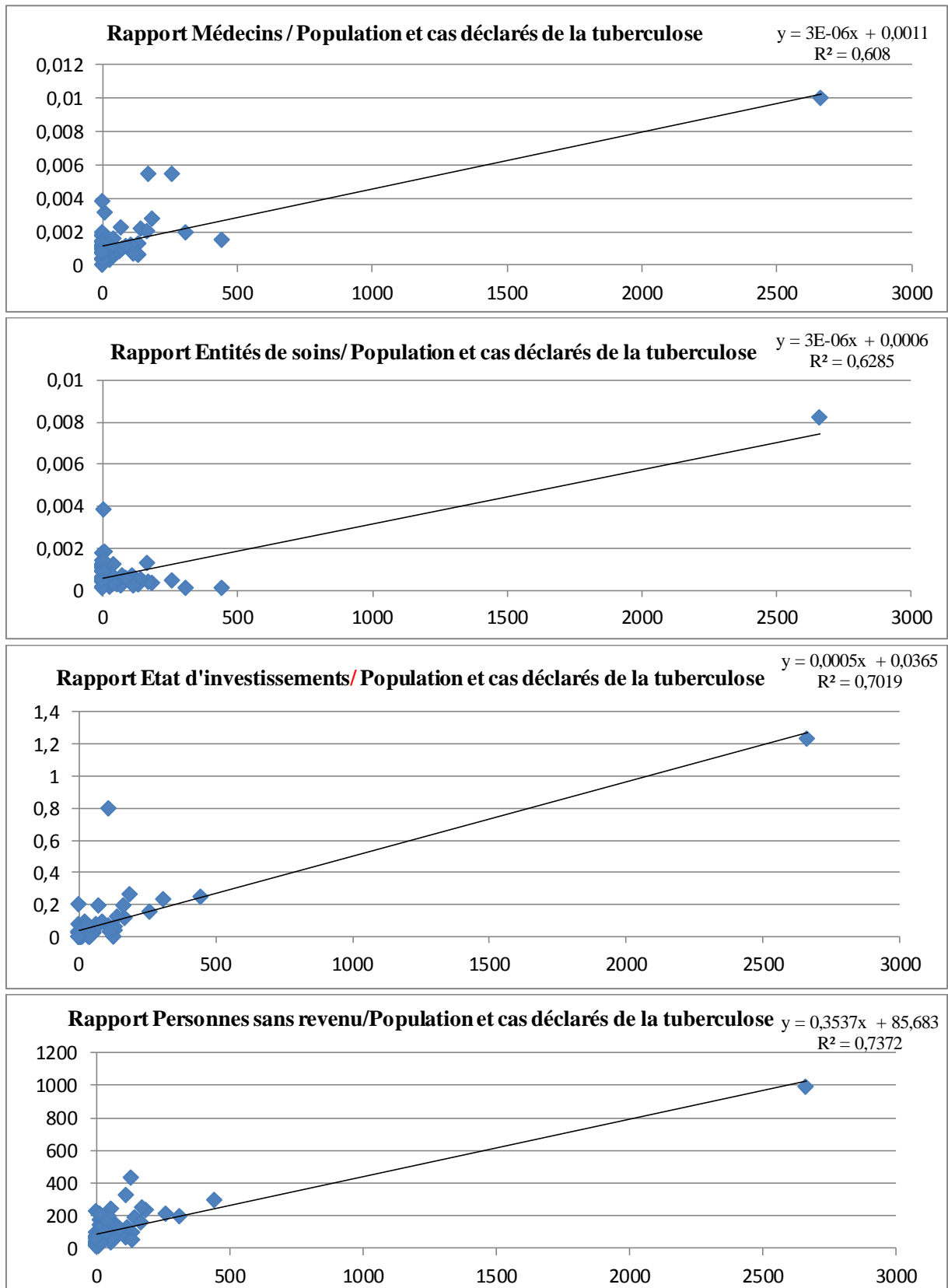
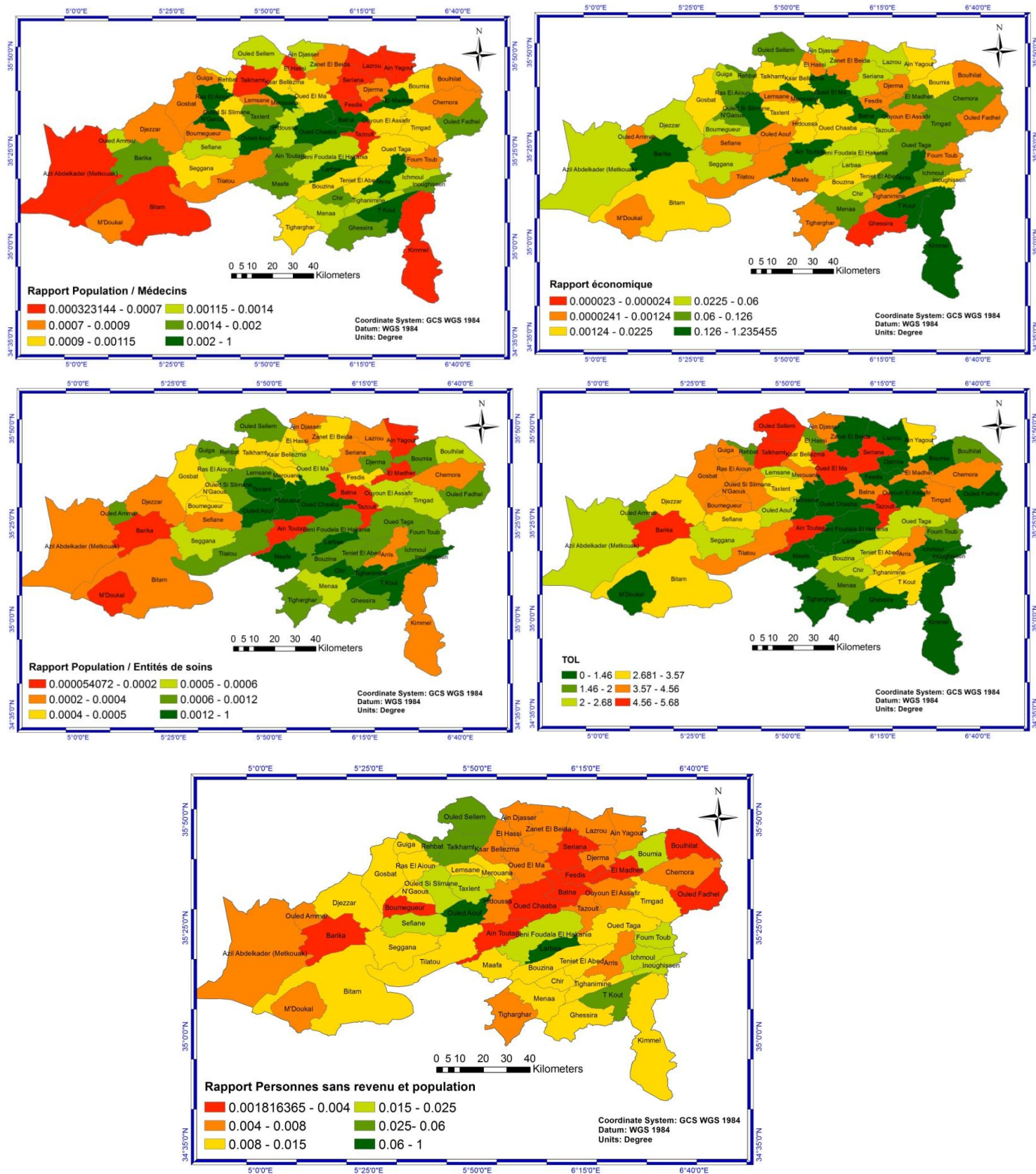


Figure N° 28 : Corrélation entre les différents facteurs intervenant dans l'analyse avec le nombre de cas déclarés de la tuberculose

En effet les facteurs économiques à savoir d'une part le rapport entre la population de la commune et les personnes sans ressources recevant uniquement quelques aides sociales de l'état et d'autre part le rapport entre la de population par commune et le volume de financement de l'état en termes de projets d'investissements dans les petites entreprises, représentent près de 70 % d'influence sur la vulnérabilité. Vient ensuite le facteur TOL qui traduit les situations de promiscuité souvent responsable de risque de contamination. Il faut noter cependant que le TOL est en partie une conséquence des facteurs économiques car la pauvreté induit forcément une certaine précarité dans l'habitat (AMoNA et al., 2016). Les facteurs liés au niveau de couverture sanitaire montrent, un degré d'influence plutôt modeste par rapport aux critères économiques.

Les différents paramètres de vulnérabilité selon leur valeur ont été implémentés dans la base de données SIG. L'analyse spatiale effectuée a permis de dresser des cartes illustrant la situation des différents facteurs sur le territoire de la Wilaya (Carte N° 19).



Carte N° 19 : Cartes thématiques des facteurs intervenant dans l'analyse

Il ressort de cette analyse que le territoire de la Wilaya connaît une grande disparité sur le plan économique et sociétal. En effet certaines communes de chef-lieu de Wilaya et de Daïra sont plus équipées en unités de soins et en logements et reçoivent plus d'investissements que d'autres. Cette différenciation conduit à un déséquilibre sur le niveau socio-économique des territoires qui va induire des situations de vulnérabilité variées et des niveaux de risques importants pour certaines communes.

Toutes de ces données paramétriques et toutes celles liées aux entités géographiques de l'ensemble des communes, ont généré un nombre considérable de variables dont le traitement, l'analyse et la cartographie exigent l'utilisation des outils numériques d'analyse spatiale. Nous avons pour cela mis en œuvre une base de données SIG sous Arc Gis 10. 2. dont le but de fournir aux décideurs de la santé et du territoire un outil d'aide à la décision, pour la gestion des situations épidémiologiques.

La mise en relation de l'état épidémiologique de la tuberculose dans ces communes avec ces indicateurs, a montré des corrélations significatives et confirme ainsi la fiabilité dans le choix des paramètres de vulnérabilité à la tuberculose. Pour appréhender leurs interactions et leurs impacts sur la maladie et sa répartition spatiale, nous avons utilisé la méthode d'analyse multicritère hiérarchique (AHP) pour cartographier la vulnérabilité (Saaty, 2008), dont les résultats ont été implémentés dans une base de données SIG.

## **2- Analyse multicritère hiérarchique (AHP)**

### **2-1- Généralités sur l'AHP**

La méthode d'analyse adoptée est celle d'AHP (Analytic Hierarchy Process), Analyse multicritère hiérarchique. Cette méthode est initiée par le mathématicien Thomas Saaty (1987), est une méthode d'analyse multicritère d'aide à la décision, qui peut être utilisée dans la quantification des caractéristiques qualitatives, par le biais de sa pondération. Cela permet de classer selon leur poids, les paramètres choisis pour leur influence sur un phénomène donné. (MOKHTARI and BRAHIM, 2017; Ramos et al., 2014). Cette méthode d'analyse multicritère hiérarchique a présenté une fiabilité dans la délimitation du risque et ses composantes selon plusieurs auteurs (Elsheikh et al., 2015; Habibi et al., 2020; MOKHTARI and BRAHIM, 2017; Ramos et al., 2014; Rimba et al., 2017; Siddayao et al., 2014).

Elle fournit une méthode souple permettant d'établir des priorités et de les restituer aux différents niveaux de la hiérarchie et autorise une évaluation de la cohérence logique des avis



utilisés pour déterminer les priorités. Cette méthode est basée sur la comparaison des différentes caractéristiques, deux par deux. À partir de la construction d'une matrice carrée, on évalue l'importance relative d'une caractéristique par rapport à une autre, en utilisant pour cela, une échelle adéquate (Ramos et al., 2014; Saaty, 1987, 2008). (Tableau N° 17). Les résultats issus d'AHP correspondent à des scores dont la somme est égale à 1.

Le tableau N° 18 explique l'intensité de l'importance et la classification des paramètres dans une analyse AHP (Saaty, 1987, 2008):

**Tableau N° 17 :** La détermination de l'importance relative des facteurs par échelle de 1 à 9

Degré d'importance de chaque caractéristique	Définition	Explication
1	Importance égale	Deux caractéristiques contribuent de la même façon à l'objectif.
3	Faible importance d'une caractéristique par rapport à une autre	L'expérience et l'appréciation personnelles favorisent légèrement une caractéristique par rapport à une autre.
5	Importance forte ou déterminante	L'expérience et l'appréciation favorisent fortement une caractéristique par rapport à une autre.
7	Importance très forte ou attestée	Une caractéristique est fortement favorisée et sa dominance est attestée dans la pratique.
9	Importance absolue	Les preuves favorisant une caractéristique par rapport à une autre, sont aussi convaincantes que possible.
2, 4, 6 et 8	Valeurs associées à des jugements intermédiaires	Lorsqu'un compromis est nécessaire.

## 2-2- Classification des paramètres selon leur poids (Pondération des éléments)

Les facteurs de vulnérabilité sont ensuite classés selon leurs niveaux de corrélations avec le nombre de cas déclarés de la tuberculose (Tableau N° 18).

La détermination de l'importance relative des facteurs par échelle de 1 à 9

**Tableau N° 18 :** Classification des facteurs selon leur poids

Facteurs	Poids
Rapport Personnes sans revenu / population	C1
Rapport économique / population	C2
TOL	C3
Rapport Entités de soins/ population	C4
Rapport Médecins/ population	C5

### 2-3- Comparaison binaire

**Tableau N° 19 :** Matrice des jugements.

	C1	C2	C3	C4	C5
C1	1	2	4	5	7
C2	½	1	3	5	6
C3	¼	1/3	1	3	4
C4	1/5	1/5	1/3	1	3
C5	1/7	1/6	¼	1/3	1
Total	<b>2.09</b>	<b>3.7</b>	<b>8.58</b>	<b>14.33</b>	<b>21</b>

La démarche consiste à diviser chaque élément de la matrice par le total de la colonne et à calculer ensuite la moyenne des éléments de chaque ligne (Tableau N° 20).

**Tableau N° 20 :** Détermination du poids de chaque critère.

	C1	C2	C3	C4	C5	Le poids
C1	0.47	0.54	0.46	0.35	0.33	<b>0.437</b>
C2	0.24	0.27	0.34	0.35	0.28	<b>0.302</b>
C3	0.12	0.09	0.11	0.20	0.19	<b>0.142</b>
C4	0.095	0.054	0.038	0.07	0.14	<b>0.075</b>
C5	0.068	0.045	0.029	0.023	0.047	<b>0.041</b>
Total	1	1	1	1	1	<b>1</b>

### 2-4- Évaluation de la cohérence logique

Après le calcul de l'importance relative et la détermination du poids de chaque facteur de la hiérarchie, L'indice de vulnérabilité à la tuberculose est calculé selon la formule suivante :

*I.V.Tuberculose = 0.437 Rapp personnes sans revenu / population + 0.302 Rapp économique / population + 0.142 TOL + 0.075 Rapp entités de soins / population + 0.041 Rapp médecins/ population.*

Dans un problème de décision, il est important de connaître la cohérence des jugements. Saaty a considéré comme admissible un ratio de cohérence (RC) inférieur à 0.10, un ratio supérieur de la valeur 0,10 indique un niveau supérieur d'incohérence (Fenniche, 2018; MOKHTARI and BRAHIM, 2017; Piton et al., 2018; Ramos et al., 2014).

Dans le cas de notre étude, le RC= 0.048 et par conséquent le degré de cohérence des jugements est acceptable.

### 2-5- Exécution de l'outil AHP dans ArcGIS

La Figure N° 29 représente l'outil AHP avec les facteurs de vulnérabilité à la TB et leurs poids dans la matrice AHP :

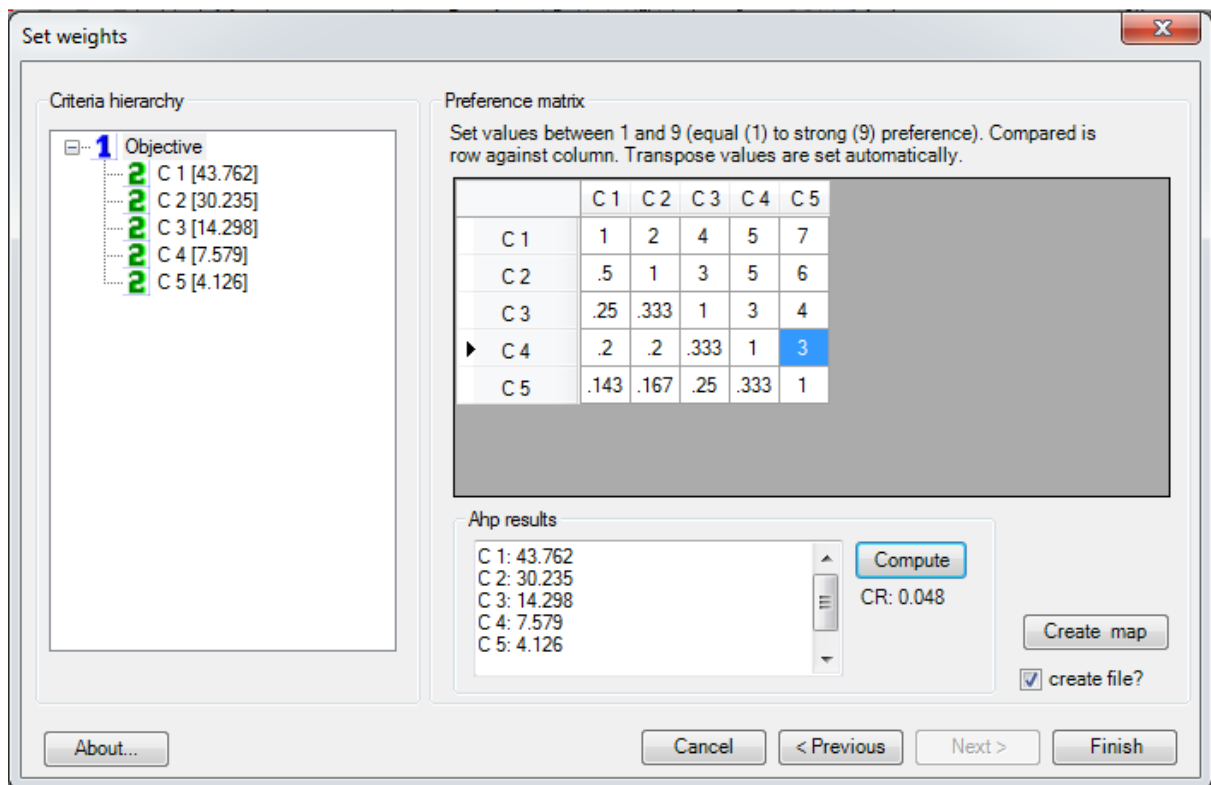


Figure N° 29 : L'analyse AHP sous ArcGIS

A noter que selon le principe suivant, la pondération pour les différentes classes d'un même critère est construite:

**Tableau N° 21 :** La pondération pour les différentes classes d'un même critère

Paramètres Classes	C1	C2	C3	C4	C5
Classe 1	Poids C1 X 1	Poids C2 X 1	Poids C3 X 1	Poids C4 X 1	Poids C5 X 1
Classe2	Poids C1 X ½	Poids C2 X ½	Poids C3 X 1/2	Poids C4 X 1/2	Poids C5 X 1/2
Classe 3	Poids C1 X 1/3	Poids C2 X 1/3	Poids C3 X 1/3	Poids C4 X 1/3	Poids C5 X 1/3
Classe 4	Poids C1 X ¼	Poids C2 X ¼	Poids C3 X 1/4	Poids C4 X 1/4	Poids C5 X 1/4

L'indice du paramètre = Le poids du paramètre X La classe

Exemple: le paramètre C1

0.437 X 1= 0.437 pour la première classe

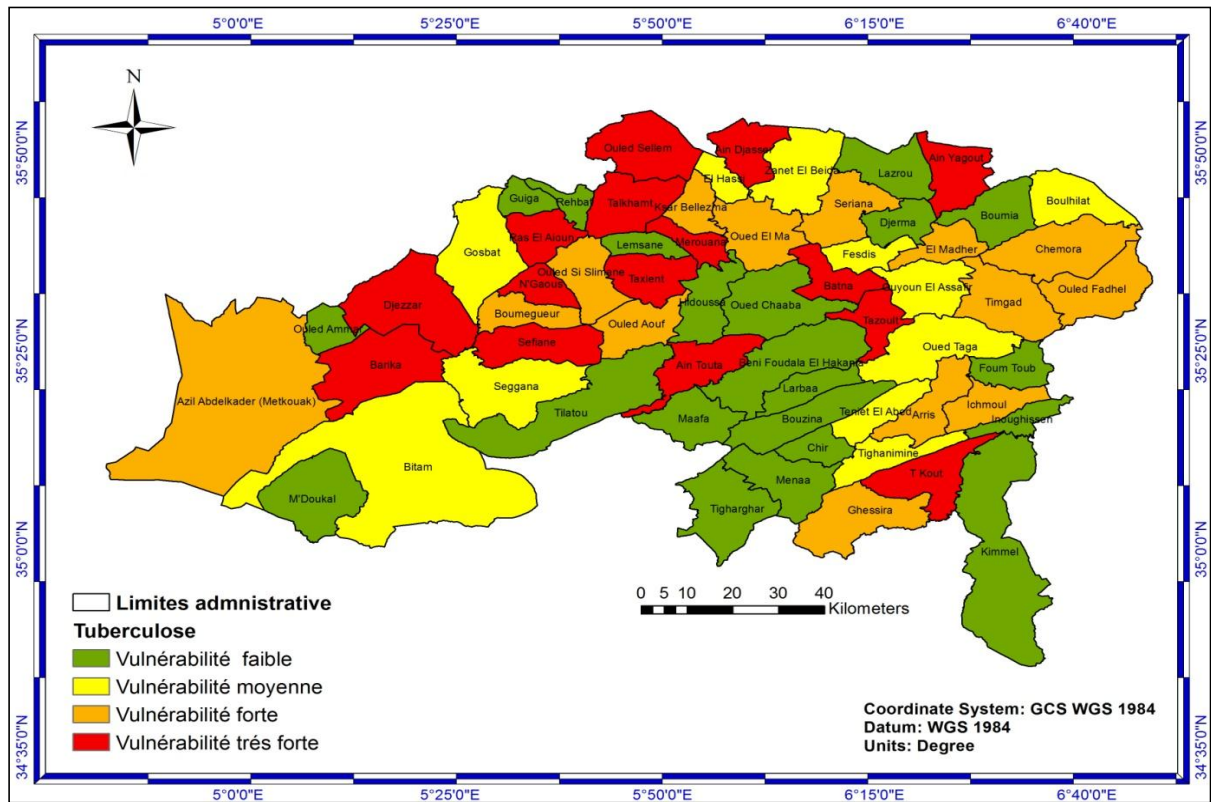
0. 437 X 1/2 = 0.218 pour la deuxième classe

0. 437 X 1/3= 0.145 pour la troisième classe

0. 437 X 1/4= 0.109 pour la quatrième classe

## 2-6- Analyse spatiale

L'analyse multicritère que nous avons adopté, nous a permis d'élaborer une carte synthétique du niveau de vulnérabilité sur l'ensemble du territoire de la Wilaya (Carte N° 20). Ce résultat de la vulnérabilité est une donnée raster, donc une matrice qui enregistre la valeur de vulnérabilité en pixels, la carte de vulnérabilité sera la suivante :



Carte N° 20 : La vulnérabilité à la tuberculose dans la wilaya de Batna

Celle-ci montre des communes hautement vulnérables telles que la commune de Batna ; chef –lieu de la Wilaya avec toutes ses incohérences urbaines, la commune de Ain Touda et Tkout, avec tout un chapelet de communes situées au Nord et à L'Ouest de la Wilaya dont la situation socio- économique est encore précaire. Le reste des communes affichent une vulnérabilité moyenne notamment à L'Est de la Wilaya. Il y a lieu de noter en particulier que les communes localisées dans le bloc montagneux du massif des Aurès sont les moins vulnérables en raison probablement de la qualité de l'air et de l'environnement en général dans la haute montagne.

Reste à vérifier la pertinence du choix des paramètres d'analyse et le niveau de précision des résultats. A ce titre, la comparaison de la carte de vulnérabilité à la tuberculose avec la carte des cas déclarés de la maladie montre une grande similitude entre les communes jugées vulnérables selon nos critères d'analyse et les communes localisant le plus grand nombre de cas de tuberculose.

### **3- Analyse en composante principale**

La deuxième méthode utilisée dans cette recherche c'était la méthode ACP : Analyse en composante principale, cette étape faisant cette fois appel à une validation du modèle d'analyse et des résultats qui en découlent. Elle a pour but de vérifier la pertinence du choix des paramètres d'analyse et le niveau de précision des résultats. Aussi la répartition des effets des facteurs précédents sur chaque commune.

#### **3-1- Généralités sur l'ACP**

L'origine de cette méthode remonte au moins à Karl Pearson (1901), elle est ensuite intégrée à la statistique mathématique par Harold Hotelling en 1933, et développée en France dans les années 60, en particulier par Jean-Paul Benzécri. Sa pratique n'est devenue courante que depuis l'ère informatique (Anderson and others, 1963; Chavent et al., 2007; Duby and Robin, 2006; Le Roux, 2014; Lebart et al., 1995; Pearson, 1901).

C'est une méthode d'analyse qui fait partie du groupe des méthodes statistiques descriptives multidimensionnelles appelées analyses factorielles (Cazes, 1997; Duby and Robin, 2006; Guerrien, 2003; Jean, 2017; Koudou et al., 2015; Lebart et al., 1995; Saporta and Niang, 2003).

Son principe général est de réduire la dimension des données initiales (variables quantitatives), en un petit nombre de nouvelles variables appelées facteurs ou composantes tout en conservant un maximum d'informations (Dauxois et al., 1982; Josse et al., 2009; Koudou et al., 2015; Lebart et al., 1995; Pituch and Stevens, 2015; Tabachnick and Fidell, 2013). Elle a présenté une fiabilité dans l'analyse des données selon plusieurs auteurs. (Alves et al., 2019; Dos Santos et al., 2020; Guerrien, 2003; Jean, 2017; Koudou et al., 2015; MEZENE et al., 2019; Mouissi and Alayat, 2016; Muca et al., 2013; Njanbou et al., 2020; Souza et al., 2000).

Notre choix dans cette démarche s'est fixé prioritairement sur presque les mêmes facteurs que nous avons déjà estimé hautement influents sur l'apparition de cette maladie et son développement dans la méthode d'analyse AHP.

Nous avons opté pour certains paramètres : le nombre de personnes sans revenu, le niveau de prise en charge sociale, le niveau d'investissement étatique à travers les petites entreprises, le nombre d'entités médicales, et enfin le nombre de logements et le nombre de la population qui y habitent. Ces deux derniers traduisent le taux moyen d'occupation du

logement (TOL) qui constitue un indicateur largement utilisé dans l'analyse spatiale en aménagement du territoire.

Initialement, nous avons effectué une brève analyse statistique descriptive des variables quantitatives, puis nous sommes passés à l'analyse factorielle nécessaire pour aboutir à des interprétations convenables des résultats. Pour cela nous avons été assistés par le logiciel statistique performant «IBM SPSS 25.0» (*Statistical Package for Social Science* version 25) qui nous a permis d'effectuer tous les tests statistiques et les analyses nécessaires pour la validation des hypothèses de la recherche

### 3-2- Analyse statistique descriptive des résultats

Il a été nécessaire, en premier lieu, d'effectuer une analyse statistique descriptive des différents indicateurs de la tuberculose. Les valeurs moyennes : comme paramètre de position, écart-type : comme paramètre de dispersion ; et le nombre d'observations, ont été calculées pour chacune des variables quantitatives. Les résultats sont récapitulés dans le tableau suivant : (Tableau N° 22)

**Tableau N° 22** : Statistiques descriptives des variables

Statistiques descriptives			
	Moyenne	Ecart type	Analyse N
Niveau d'investissement	497,82	1169,636	61
Population	21426,23	45252,977	61
Prise en charge sociale	32,98	116,008	61
Personnes sans revenu	121,52	129,624	61
Nombre de logements	5017,38	9710,957	61
Nombre d'entités médicales	5,59	2,906	61

Mais au préalable, il fallait satisfaire les conditions d'utilisation de l'ACP (corrélation inter-items, mesure de l'adéquation de l'échantillonnage (KMO) et test de sphéricité de Bartlett), avant d'aborder l'interprétation des résultats.

### 3-3- Analyse factorielle

Avant de commencer cette analyse factorielle notamment l'ACP, il a fallu d'abord s'assurer que les données sont factorisables.

**3-3-1- Corrélation inter-items**

Nous nous sommes dans un premier temps, assurés que la majorité des variables concernant les paramètres de vulnérabilité de la tuberculose à l'échelle de la wilaya de Batna sont corrélés entre eux et leurs coefficients de corrélation de Pearson (qui permet de mesurer la force de la relation linéaire entre les variables quantitatives) seront supérieurs à 0,5 (BESWICK et al., 2013; Dorhmi and El Haraoui, 2020; Guerrien, 2003; Muca et al., 2013; Njanbou et al., 2020; Rajotte, 2019). Pour ce faire, nous avons observé et analysé la matrice de corrélation.

Dans le cadre de notre analyse, toutes les variables quantitatives sont corrélées entre elles et leurs coefficients de corrélation sont positifs et supérieurs à 0.5, ce qui signifie que tous les paramètres de vulnérabilités à la tuberculose varient, en moyenne, dans le même sens. Dans l'ensemble les corrélations effectuées sont hautement significatives. Celles-ci varient entre (0.989, 0.838 et 0.795).

Les résultats sont illustrés dans le tableau suivant : (Tableau N° 23)

**Tableau N° 23** : Matrice de corrélation entre les variables

Matrice de corrélation							
		Niveau d'investissement	Population	Prise en charge sociale	Personnes sans revenu	Nombre de logements	Nombre d'entités médicales
Corrélation	Niveau d'investissement	1,000	,901	,926	,795	,908	,654
	Population	,901	1,000	,978	,838	,989	,654
	Prise en charge sociale	,926	,978	1,000	,816	,983	,620
	Personnes sans revenu	,795	,838	,816	1,000	,826	,706
	Nombre de logements	,908	,989	,983	,826	1,000	,665
	Nombre d'entités médicales	,654	,654	,620	,706	,665	1,000

**3-3-2- Mesure de l'adéquation de l'échantillonnage (KMO)**

Dans un second temps, nous nous sommes prononcés sur l'adéquation d'échantillonnage en calculant la valeur de l'indice KMO de Kaiser-Mayer-Olkin. Cette mesure donne un aperçu global de la qualité des corrélations inter-items (rapport de la somme des corrélations au carré par la somme des corrélations partielles au carré). Elle devra être acceptable et avoir une valeur supérieure à 0.50



Pour juger de l'indice de KMO, on peut utiliser l'échelle suivante :

- 0,50 et moins est misérable
- entre 0,60 et 0,70, c'est médiocre
- entre 0,70 et 0,80 c'est moyen
- entre 0,80 et 0,90 c'est méritoire
- et plus 0,9 c'est merveilleux

(Dorhmi and El Haraoui, 2020; Duby and Robin, 2006, 2006; Kaiser, 1970, 1958; Muca et al., 2013).

La formule du test KMO est:

$$KMO_j = \frac{\sum_{i \neq j} r_{ij}^2}{\sum_{i \neq j} r_{ij}^2 + \sum_{i \neq j} u_{ij}}$$

Où:

$R = [r_{ij}]$  est la matrice de corrélation et  $U = [u_{ij}]$  est la matrice de covariance partielle.

Ce test n'est généralement pas calculé à la main, en raison de sa complexité (Kaiser, 1970, 1958).

La valeur de l'indice KMO de l'échelle trouvée est de 0,870, il peut être qualifié d'excellent ou de méritoire, ce qui garantit que les corrélations partielles de nos variables ne sont pas trop importantes par rapport aux corrélations simples, et nous indique que les corrélations entre les items sont de bonne qualité (Tableau N° 24).

### 3-3-3- Test de sphéricité de Bartlett

Enfin, nous avons effectué le test de sphéricité de Bartlett qui consiste à comparer la matrice des corrélations avec la matrice identité (pas de corrélation entre les variables) en utilisant un test de Khi-Deux ( $\chi^2$ ). Une valeur élevée avec une signification proche de 0 (probabilité statistique au seuil de 5%) permet de rejeter l'hypothèse nulle

Si la signification (Sig.) tend vers 0.000, c'est très significatif,

Inférieur à 0.05, significatif,

Entre 0.05 et 0.10, acceptable

Au-dessus de 0.10, on rejette.

(Ajar, 1982; Bartlett, 1941; BESWICK et al., 2013; Bhuiyan et al., 2015; Dorhmi and El Haraoui, 2020; Tabachnick and Fidell, 2013).

Le résultat du test de sphéricité de Bartlett donne un Khi-carré  $\div^2$  élevé, avec une P-value très significative ( $p = 0,000$ ). Nous pouvons donc rejeter l'hypothèse nulle d'absence de relation entre les variables. Les corrélations ne sont donc pas égales à zéro, ce qui prouve que nos variables sont suffisamment corrélées entre elles pour permettre une réduction significative de la dimension (Tableau N° 24).

**Tableau N° 24 : Indice KMO et test de Bartlett**

Indice KMO et test de Bartlett		
Indice de Kaiser-Meyer-Olkin pour la mesure de la qualité d'échantillonnage.		,870
Test de sphéricité de Bartlett	Khi-carré approx.	648,711
	ddl	15
	Signification	,000

La compatibilité des résultats de ces trois conditions, nous assure que les données de cette échelle sont factorisables. Nous pouvons donc poursuivre l'analyse.

### 3-3-4- Nombre de facteurs à retenir

Après cette analyse préliminaire, Nous nous sommes fixés sur le nombre de facteurs à retenir pour l'interprétation. Il existe différentes règles pour sélectionner le nombre approprié de ces facteurs

- **1 ère règle:** selon la règle de Kaiser seules les composantes aux valeurs propres (Eigenvalue) supérieures à 1 sont retenues. Plus la valeur propre initiale est élevée, plus le facteur explique une portion significative de la variance totale (Kaiser, 1970).
- **2 ème règle:** le nombre de composantes (appelées aussi axes) est choisi en fonction de la restitution minimale d'information désirée.

Pour ces deux premières règles, on examine le tableau « Total Variance Explained ».

- **3 ème règle :** le critère de Cattell, il est basé sur le graphique scree plot (signalée par le logiciel SPSS) qui représente en abscisse les composantes et en ordonnée les valeurs propres

- Test du coude (Scree-test). On observe le graphique des valeurs propres et on ne retient que les composantes qui se trouvent à gauche du point d'inflexion (Cattell, 1966; Furnham et al., 2015; Muca et al., 2013; Pituch and Stevens, 2015).

À cet égard, nous avons analysé le tableau de la variance totale expliquée, et pour être certains du choix du bon nombre de facteurs à extraire, Nous avons appliqué le Test du coude (Scree-test), et vérifié le graphique des valeurs propres (Scree Plot).

Nous analysons le tableau de « Variance totale expliquée », nous constatons que seulement deux facteurs ont été choisi en fonction de la restitution minimale d'information désirée, La première composante explique à lui seul 85,283 % de la variance totale des variables de l'analyse et 8,583 % est apporté retenu par la deuxième composante. Mis en communs, les deux facteurs permettent d'expliquer 93,866 % de l'ensemble de l'information, et comme les facteurs 3, 4, 5,6 n'expliquent pas suffisamment de variance, ils ne sont pas retenus.

Nous désirons toutefois être certains de bien choisir le bon nombre de facteurs à extraire. Nous regardons donc le graphique des valeurs propres (Figure N° 30) et examinons où se situe la rupture du coude de Cattell. Nous voyons un changement après le deuxième facteur. Nous ne retenons donc que deux facteurs pour l'analyse. Pour cela que les 1er et 2ème axes sont ceux qui restituent le maximum d'informations.

**Tableau N° 25 : Valeurs propres et pourcentage de la variance expliquée par chaque axe factoriel**

Variance totale expliquée									
Composante	Valeurs propres initiales			Sommes extraites du carré des chargements			Sommes de rotation du carré des chargements		
	Total	% de la variance	% cumulé	Total	% de la variance	% cumulé	Total	% de la variance	% cumulé
1	5,117	85,283	85,283	5,117	85,283	85,283	3,902	65,028	65,028
2	,515	8,583	93,866	,515	8,583	93,866	1,730	28,838	93,866
3	,217	3,619	97,486						
4	,124	2,063	99,549						
5	,018	,294	99,843						
6	,009	,157	100,000						
Méthode d'extraction : Analyse en composantes principales.									

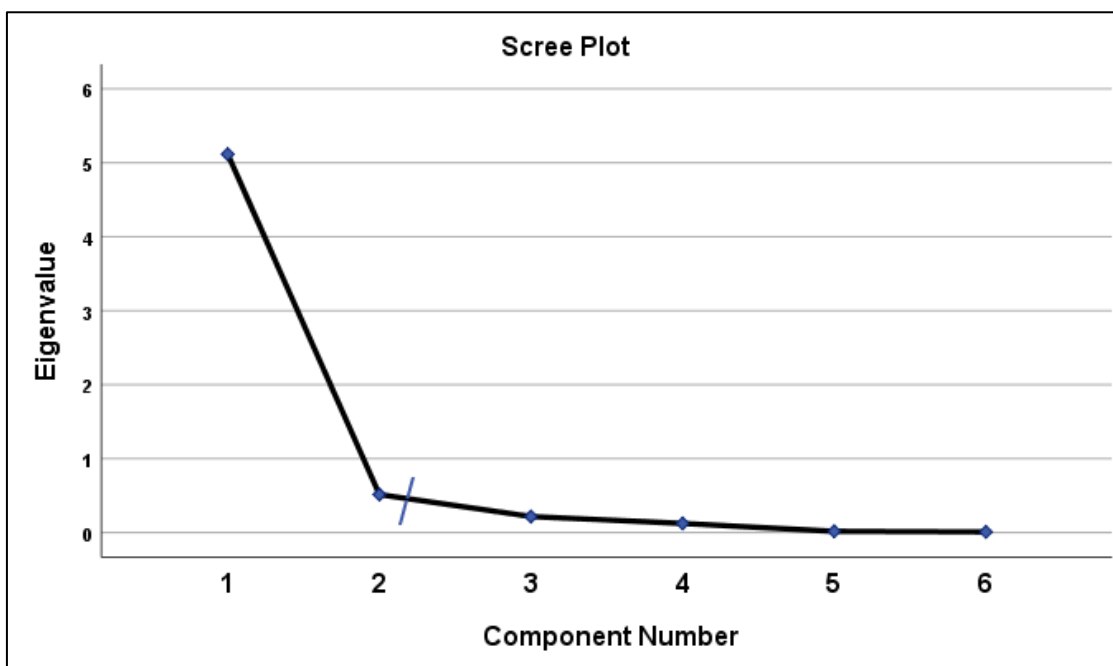


Figure N° 30 : Graphique des valeurs propres

### 3-3-5- Interprétation des facteurs

Nous venons ensuite à l'interprétation des résultats de cette ACP, c'est la phase la plus délicate de l'analyse, elle est basée sur la recherche de la combinaison de variables qui sont les plus fortement corrélées avec chaque composante. De ce fait, nous analysons la matrice des corrélations entre les variables et les facteurs retenus (Tableau N° 26).

Tableau N° 26 : La matrice des composantes sans rotation

Matrice des composantes <sup>a</sup>		
	Composante	
	1	2
Nombre de logements	,976	
Population	,975	
Prise en charge sociale	,969	
Niveau d'investissement	,941	
Personnes sans revenu	,899	
Nombre d'entités médicales	,762	,628
Méthode d'extraction : Analyse en composantes principales.		
a. 2 composantes extraites.		

Et comme cette matrice des composantes montre que la première composante est corrélée à toutes les variables de cette recherche, aussi il existe une variable qui ne se

positionne pas de façon adéquate sur un seul facteur, elle est corrélée à plus qu'un axe, le logiciel statistique SPSS nous permet de faire une rotation des axes ce qui permet de répartir les items entre les composantes d'une façon qui assure le perfectionnement de leur interprétation.

**3-3-5-1- La rotation**

le choix de la rotation s'est fixé sur la rotation Varimax, qui permet de préserver l'orthogonalité (l'indépendance) entre les facteurs, et d'éliminer les cas où un ou plusieurs items forment plusieurs facteurs dans les mêmes proportions. Cette rotation consiste à associer chacune des variables à un nombre réduit de facteurs et à représenter chaque facteur par un nombre limité de variables. Ceci nous permettra de considérer la dimensionnalité de chaque variable (Jean, 2017; Kaiser, 1958; Pituch and Stevens, 2015; Tabachnick and Fidell, 2013).

La matrice des composantes après la rotation des axes se présente comme suit (Tableau N° 27).

**Tableau N° 27 : La matrice des composantes après la rotation**

Rotation de la matrice des composantes <sup>a</sup>		
	Composante	
	1	2
Prise en charge sociale	,938	
Population	,915	
Nombre de logements	,913	
Niveau d'investissement	,865	
Personnes sans revenu	,701	
Nombre d'entités médicales		,931
Méthode d'extraction : Analyse en composantes principales. Méthode de rotation : Varimax avec normalisation Kaiser.		
a. Convergence de la rotation dans 3 itérations.		

Nous notons cette fois que les variables sont beaucoup mieux réparties sur les deux facteurs, cinq variables sont bien représentées sur le premier axe où elles expliquent 85,283 % de la variance totale, tandis que le deuxième axe est associé avec un seul item, et apporte 8,583 % de la variance totale. Il ne reste donc que 6,134 % de la variance totale n'est pas explicité.

Les résultats de cette analyse nous ont conduit à obtenir une carte factorielle (Figure N° 31) qui traduit la projection des variables sur les deux axes extraits (différents paramètres de vulnérabilités de la tuberculose) et des graphiques des scores (coordonnées) factorielles qui traduisent la dispersion et la visualisation des individus (nom des communes et le nombre de cas touchés par la tuberculose à l'échelle de la wilaya de Batna) sur les facteurs 1 et 2 (Figure N° 32, 33).

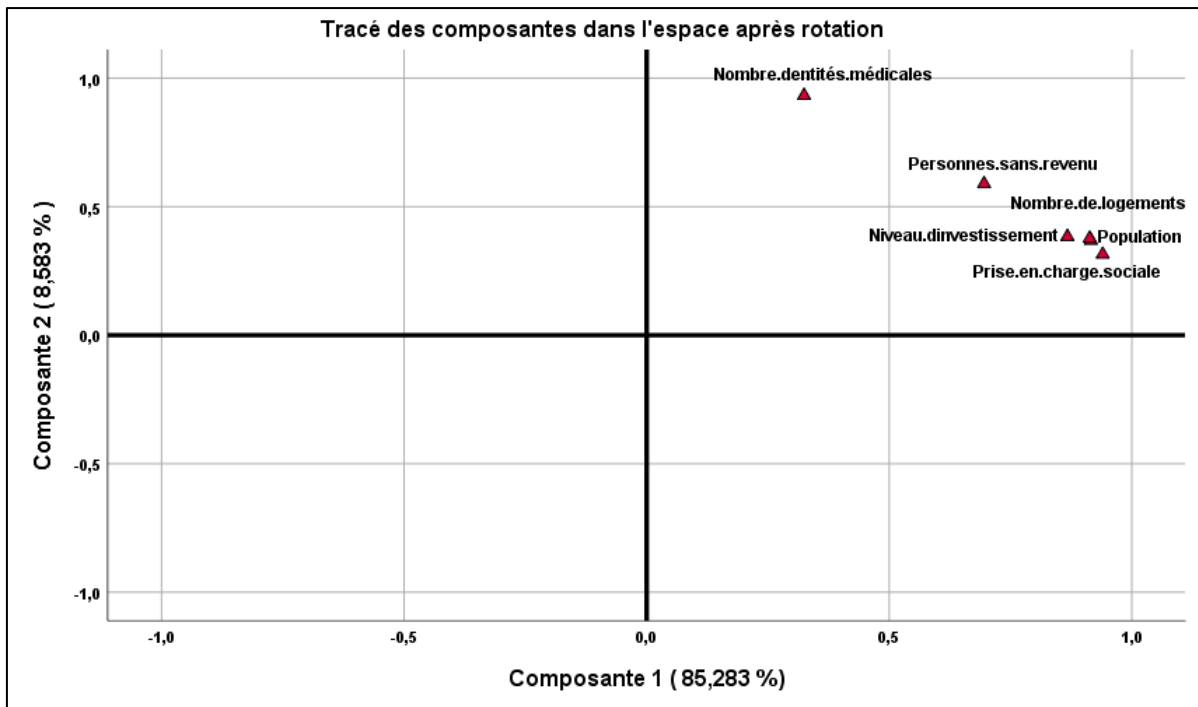


Figure N° 31 : Représentation graphique de la projection des variables après rotation sur le plan factoriel

Nous analysons aussi le tracé des composantes après rotation (Figure N° 31).

### 3-3-5-2- Première composante principale

Il apparaît sans aucune ambiguïté que la première composante principale est fortement corrélée avec la plupart des variables, le niveau de prise en charge sociale (0.938), nombre de population (0.915), nombre de logements (0.913), niveau d'investissement étatique dans les petites entreprises (0,865), Personnes sans revenu (0,701), leurs coordonnées (coefficient de corrélation) sont proches de 1 sur le premier axe factoriel, donc ces variables évoluent dans le même sens et varient ensemble. Les coordonnées de ces caractéristiques sur les axes sont les coefficients de corrélations entre les variables et les composantes principales.

Notons que la majorité de ces variables du premier axe représentent l'aspect économique et sociétal de la wilaya, d'où : le niveau d'investissement étatique dans les petites entreprises, les personnes sans revenu: sont deux paramètres couvrants l'aspect économique et qui renseignent sur le niveau de vie moyen de chaque commune de la Wilaya de Batna. Et le nombre de population et le nombre de logements, sont deux paramètres couvrants l'aspect sociétal et traduisent le taux moyen d'occupation du logement (TOL) qui est en partie une conséquence des facteurs économiques car la pauvreté induit forcément une certaine précarité dans l'habitat. Nous pourrions donc nommer cette première composante principale « facteurs socio-économiques ».

Nous constatons aussi que la première composante est révélatrice des liens très forts entre toutes ces variables : le niveau de prise en charge sociale, nombre de population, nombre de logements, niveau d'investissement étatique dans les petites entreprises, personnes sans revenu, et elles forment un nuage de points associés positivement, la matrice des corrélations entre les variables (Tableau N° 23) confirme cette association forte.

### **3-3-5-3- Deuxième composante principale**

La deuxième composante principale est associée avec un seul item : nombre d'entités médicales, avec une corrélation hautement significative (0,931) et apporte 8,583 % de la variance totale. Elle est relative à la dimension «entités médicales».

Pour illustrer les résultats de cette ACP, nous effectuons une projection des individus sur les deux axes extraits, à savoir les noms des communes et le nombre de personnes touchées par la tuberculose, sur l'ensemble du territoire de la Wilaya de Batna. Les résultats sont représentés sur les graphiques suivants (Figure N° 32, 33):

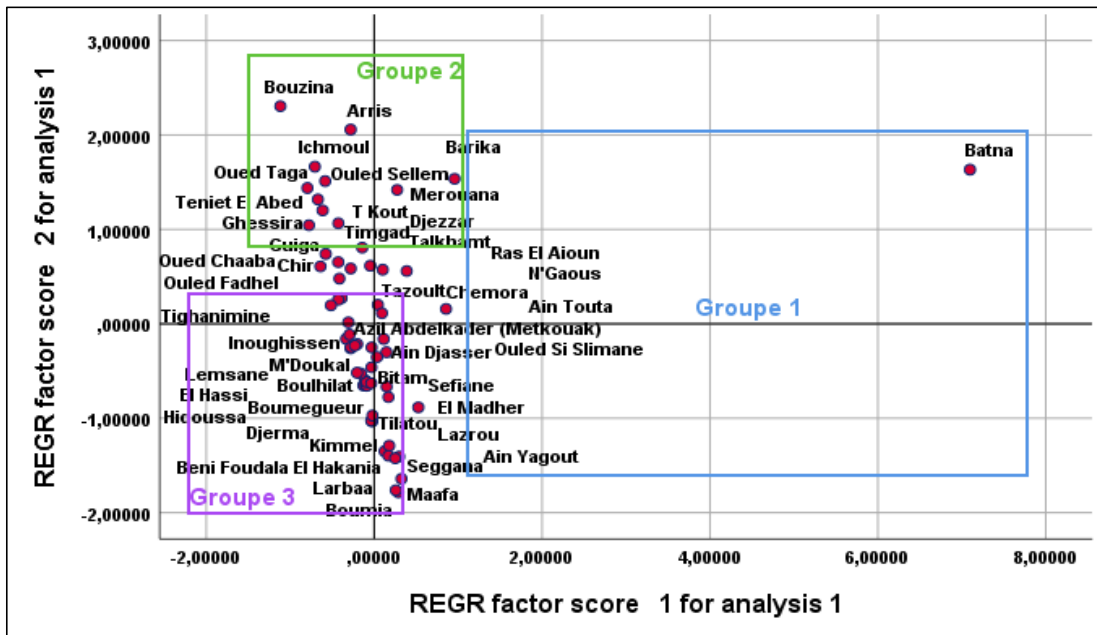


Figure N° 32 : Représentation graphique de la projection des individus sur le plan factoriel F1xF2-. Les communes de la Wilaya de Batna.

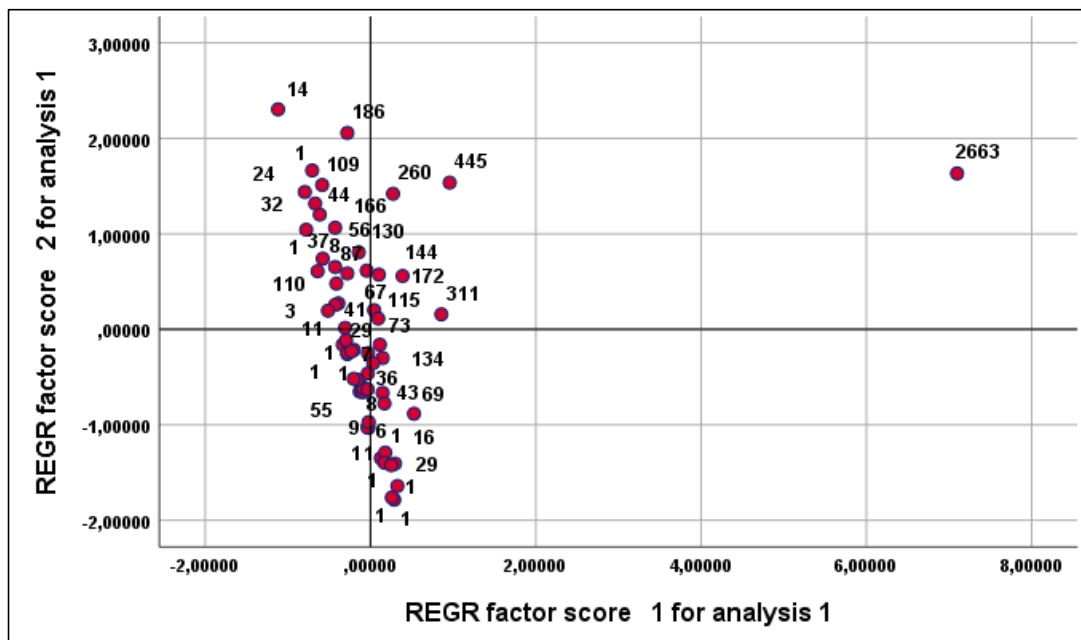


Figure N° 33 : Représentation graphique de la projection des individus sur le plan factoriel F1xF2-. Nombre de personnes touchées par la tuberculose.

Les projections des individus sur le graphique-plan F1x F2 : s'obtiennent à partir des coordonnées factorielles (scores factoriels).



En examinant les graphiques des individus, nous constatons que les communes qui se rapprochent du premier axe sur le graphique de la Figure N° 32 (les communes du Groupe 1) ont tendance à être influencé par les facteurs socio-économiques de tracé des composantes dans l'espace après rotation (Figure N° 31), tandis que celle qui sont proches de l'axe2 (les communes du Groupe 2) sont plutôt sensible au facteur (entité médicale).

Ceci est confirmé par l'extension de la comparaison au graphique de Figure N° 33, qui conforte nos résultats ont indiquant que les communes citées précédemment (influencées par les facteurs socio-économiques) sont celles qui cumule le plus de personnes touchées par la Tuberculose. C'est le cas notamment de la commune de Batna, vient ensuite Barika, Ain Touta, N'Gaous, Merouana, El Madher, Ain Yagout, et d'autres communes.

Par ailleurs, les communes influencées par l'entité médicale comptabilisent plutôt un nombre de cas moins élevé par rapport au premier facteur. C'est le groupe de communes formés par: la commune de Arris, Ouled sellem, Barika, Gosbat, T'Kout, Ichemoul, Bouzina, Oued Taga, Ghessira, Teniet El Abed, et autres.

Le reste des communes, celle du Groupe 3, ne sont pas influencés par les paramètres choisis dans notre démarche, et sont faiblement touchés par cette maladie transmissible.

Les facteurs de vulnérabilité soumis à l'analyse multidimensionnelle (ACP) semblent observer une certaine logique dans leur classement par rapport à leur corrélation et leur niveau d'influences sur l'ampleur de la maladie.

De ce fait, le paramètre TOL qui traduit les situations de promiscuité souvent responsable de risques de transmission des bactéries et des virus pathogènes car la tuberculose étant une maladie contagieuse, le volume de financement de l'état en termes de projets d'investissements dans les petites entreprises, les personnes le sans ressources recevant uniquement quelques aides sociales de l'état ; sont des facteurs socio-économiques liés à la pauvreté et à la précarité du niveau de vie. En effet, certaines communes de chef-lieu de Wilaya et de Daïra sont plus équipées en logements et reçoivent plus d'investissements que d'autres. Cette différenciation conduit à un déséquilibre sur le niveau socio-économique des territoires qui va induire des situations de vulnérabilité variées et des niveaux de risques importants pour certaines communes. Aussi, le niveau de prise en charge sanitaire à travers les entités médicales de proximité dans chaque unité territoriale en l'occurrence la commune,

joue un rôle plus ou moins important dans le diagnostic précoce de la maladie et dans la sensibilisation des habitants au risque de transmission.

A l'issue de cette analyse en composantes principales, on se rend compte que les variables qui forment la première composante principale à savoir le niveau de prise en charge sociale, nombre de population, nombre de logements, niveau d'investissement étatique dans les petites entreprises, Personnes sans revenu, représentent près de 85,283 % d'impact ou d'influence sur la vulnérabilité de la tuberculose dans la Wilaya de Batna. Tandis que la deuxième composante principale relative à la dimension d'entités médicales, montre un degré d'influence sur la situation épidémiologique de cette maladie plutôt modeste (8,583 %) par rapport aux critères économiques et sociétaux.

Ces résultats sont largement confortés par de nombreuses recherches menées sur la tuberculose à travers le monde : (Alves et al., 2019; de Castro et al., 2018; Dos Santos et al., 2020; Harling and Castro, 2014; Pelissari and Diaz-Quijano, 2017; Pereira et al., 2015; Souza et al., 2000) et qui s'accordent à considérer les facteurs socio-économiques comme déterminants majeurs sur l'incidence de cette maladie.

Selon le rapport de l'OMS sur la tuberculose dans le monde (2020), apparait la nécessité d'une action multisectorielle pour s'attaquer aux déterminants de la tuberculose, notamment le PIB par habitant, la pauvreté et la protection sociale. Cette appréhension onusienne est plus importante et cela dans le contexte de la pandémie de COVID-19 où les économies des pays pauvres se trouvent profondément affectées. De ce fait les pertes d'emploi et la réduction des moyens de subsistance qui en découlent renforcent la recrudescence de cette maladie (Chakaya et al., 2021; World Health Organization, 2020).

### **3-4- Analyse spatiale**

Reste à vérifier la pertinence du choix des paramètres d'analyse et le niveau de précision des résultats. A ce titre, les résultats de l'analyse multidimensionnelle que nous avons adoptés ont été implémentés dans la base de données SIG sous Arc Gis 10. 2 (Figure N° 34), et qui nous ont permis d'élaborer des cartes des coordonnées factorielles (score factoriel) de la première et la deuxième composante principale sur l'ensemble du territoire de la Wilaya de Batna (Carte N° 21, 22).

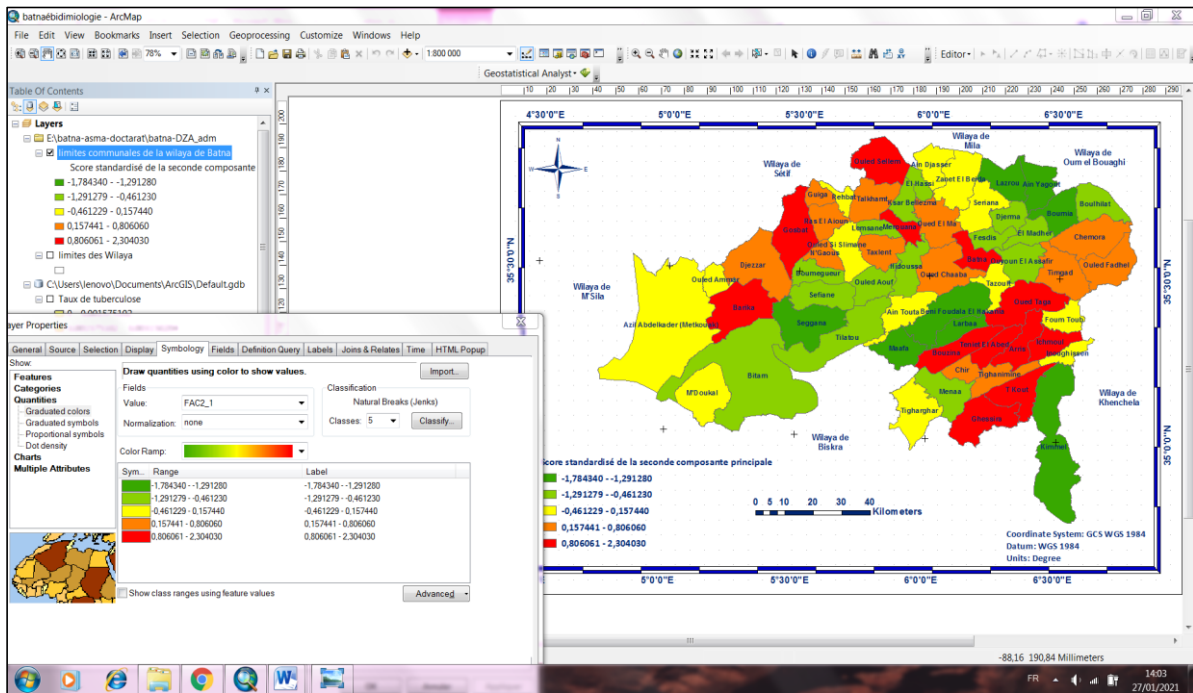
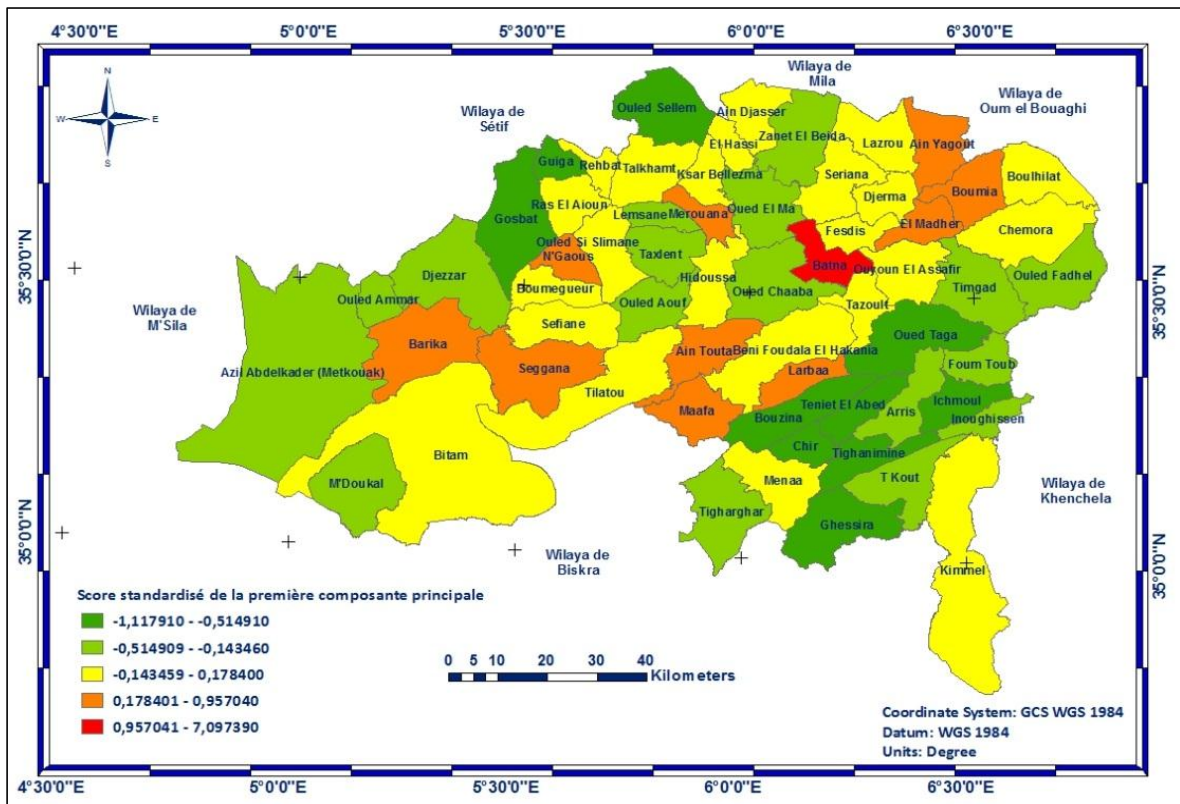
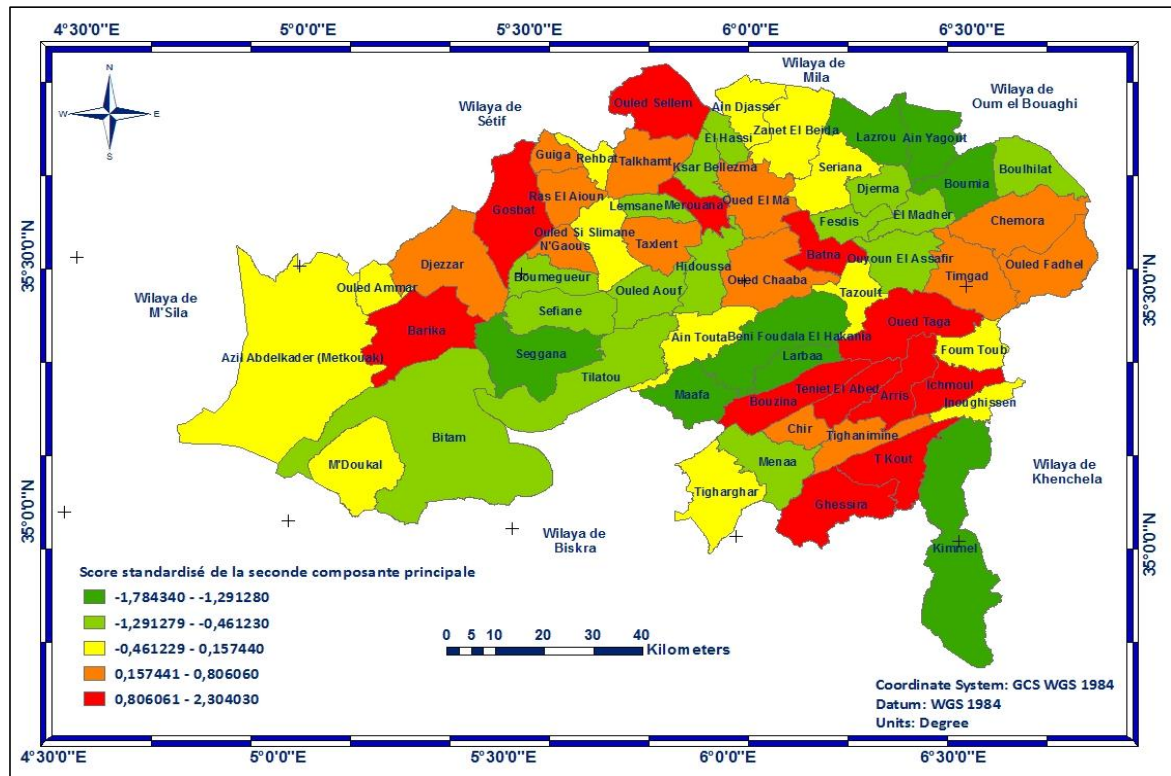


Figure N° 34 : Exécution les résultats de l'ACP sur Arc Gis



Carte N° 21 : Score standardisé de la première composante principale (facteurs Socio-économiques) sur la wilaya de Batna par commune à concurrence de 85,283 %.



Carte N° 22 : Score standardisé de la deuxième composante principale (entité médicale) sur la wilaya de Batna par commune à concurrence de 8,583 %.

La comparaison de celles-ci avec la carte des cas déclarés de la tuberculose (Carte N° 17) sur le même territoire de la wilaya de Batna, montre que les communes qui affichent un score d'influence par les facteurs socio-économiques élevé (Carte N° 21) correspondent aux communes hautement touchées par cette maladie (Carte N° 17), tel que la commune de Batna ; chef-lieu de la Wilaya avec toutes ses incohérences urbaines, ensuite la commune de Barika, N'Gaous, Merouana, et Ain Touta.

Par ailleurs, les communes qui affichent un score factoriel élevé d'influence par le facteur entité de soin (Carte N° 22) montrent une certaine similitude avec les communes fortement touchées par la tuberculose telle que : Arris, Batna, Merouana, Barika, et T'Kout, le reste des communes affichent un nombre de cas moyen.

Certaines communes font cependant exception, les deux communes d'Arris et Tkout sont hautement touchées avec un score factoriel d'influence par les facteurs socio-économiques très faible. Cette situation particulière s'explique par le métier exclusif de

tailleurs de pierre des habitants de cette région dont nombreux ceux qui sont touchés par la maladie de silicose.

En outre, la commune de Batna, Merouana, Barika, sont les communes les plus touchées par la tuberculose, et montrent des scores factoriels d'influence élevés par les deux facteurs. Cette situation est liée au changement des conditions de vie de ces communes et à la surpopulation due aux problèmes d'exode rural ce qui engendre les conditions les plus favorables à la transmission des maladies.

#### **4- Comparaison entre résultats ACP et AHP**

La comparaison des cartes de coordonnées factorielles avec la carte de vulnérabilité à la tuberculose sur le même territoire de la wilaya de Batna, montre que les communes qui affichent un score d'influence par les facteurs socio-économiques élevé (Carte N° 21) correspondent aux communes jugées hautement vulnérables sur la Carte N° 20, tel que la commune de Batna ; chef –lieu de la Wilaya avec toutes ses incohérences urbaines , ensuite la commune de Barika, N'Gaous, Merouana, El Madher, Ain Yagout, et Ain Touta.

Par ailleurs, les communes qui affichent un score factoriel d'influence par le facteur entité de soin élevé (Carte N° 22) montrent une certaine similitude avec les communes jugées vulnérables telles que : Arris, Ouled sellem, Batna, Merouana, Barika, Ghessira et T'Kout, le reste des communes affichent une vulnérabilité moyenne.

Cette similitude entre les cartes finales constitue à notre avis une validation du modèle d'analyse et des résultats qui en découlent ce qui confirme ainsi la fiabilité du choix des paramètres retenus comme facteurs de vulnérabilité à la tuberculose.

Pour synthétiser nous avons interrogé la base de données par une simple requête SQL, qui nous a conduit à confirmer que la commune de Batna ensuite la commune de Barika, N'Gaous, Merouana, El Madher, Ain Yagout, et Ain Touta sont les zones les plus vulnérables à ce risque et qui présentent un nombre de personnes touché par la TB supérieur à 150 cas.

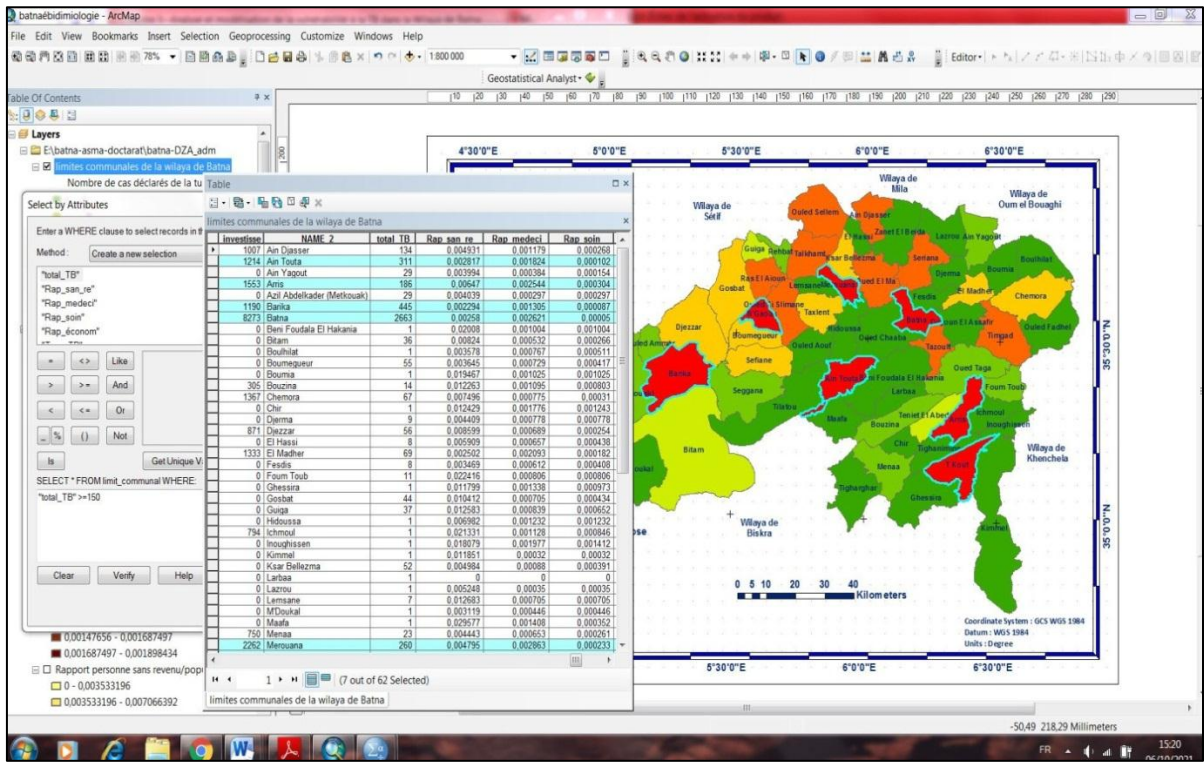
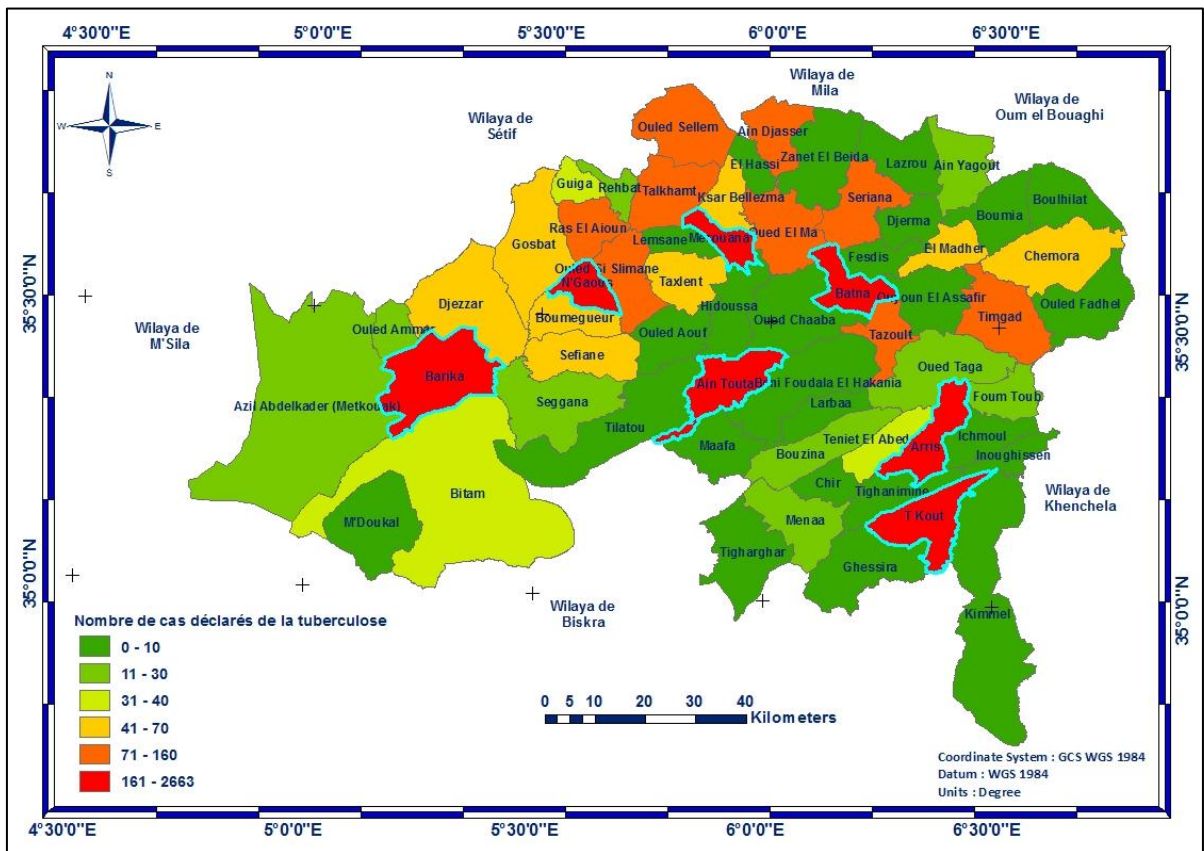


Figure N° 35 : Interrogation de la base de données sur Arc Gis



Carte N° 23 : Résultat de la requête simple: nombre de cas déclarés de la TB supérieur à 150 cas

**Conclusion**

L'étude qui a porté spécifiquement sur le cas de la tuberculose qui est réapparue dans la wilaya de Batna après son éradication depuis des années est en bonne corrélation avec la situation socio-économique de chaque commune du territoire et confirment que ce fléau de la tuberculose est intimement lié à la dégradation des conditions de vie des habitants. Ceci confirme la fiabilité du choix des paramètres retenus comme facteurs de vulnérabilité à la tuberculose, et consolide son attribut de « Maladie de la pauvreté ».

L'analyse multicritère (AHP) que nous avons adopté, et dont les résultats ont été implémentés dans la base de données SIG nous a permis d'élaborer une carte synthétique du niveau de vulnérabilité sur l'ensemble du territoire de la Wilaya, la comparaison de celle-ci avec la carte des cas déclarés de la maladie montre une grande similitude entre les communes jugées vulnérables selon nos critères d'analyse et les communes localisant le plus grand nombre de cas de tuberculose.

Aussi, les résultats de l'analyse factorielle multidimensionnelle ont été implémentés dans la base de données SIG, nous a permis d'élaborer deux cartes synthétiques : cartes des coordonnées factorielles (score factoriel) de la première et la deuxième composante principale sur l'ensemble du territoire de la wilaya de Batna. La comparaison de celles-ci avec la carte des cas déclarés de la tuberculose sur le même territoire de la wilaya de Batna, montre une similitude entre les communes hautement touchées et les communes localisant des scores d'influence par les composantes élevés selon nos critères d'analyse.

Les paramètres que nous avons adoptés pour cette analyse en composantes principales restituent objectivement la réalité du terrain. En effet les facteurs socio-économiques représentent près de 85,283 % d'influence sur la vulnérabilité de la tuberculose dans la wilaya de Batna, tandis que les facteurs liés à la réalité de l'environnement médical, montrent un degré d'influence plutôt modeste de 8,583 %.

À ce titre, la situation épidémiologique de la TB dans cette wilaya et leur variabilité temporelle deviennent alarmantes, interpelle les décideurs à prendre en charge la situation, en initiant des démarches et des actions à caractère curatif et préventif, selon une vision prospective des problèmes de la santé notamment ce type de risque.

# CHAPITRE 6

## *L'aide à la décision et Actions*



## Introduction

Les décideurs sont de plus en plus confrontés à des problèmes complexes qui touchent des millions de personnes. Ils souhaitent faire face à ces problèmes avec le maximum d'éléments objectifs qui doivent leur permettre de choisir la meilleure solution et prendre leur décision en tenant compte des intérêts de toutes les parties prenantes (Béranger et al., 2006). Par ailleurs la recrudescence de certaines maladies épidémiologiques constitue encore une crise de santé publique et un risque pour la sécurité sanitaire de la population dans notre pays. A ce titre, la nécessaire approche anticipative dans la gestion des situations épidémiologiques permettant d'assurer la gestion préventive de ces maladies transmissibles est l'étape préalable à la mise en œuvre du processus de décision, elle impose l'utilisation de différentes méthodes et outils d'aide à la décision afin de mettre en place ses actions (Dautun, 2007; Kalla, 2018).

### 1- Le risque

Le risque est la rencontre entre un aléa (phénomène dangereux) dont l'intensité et la probabilité d'occurrence sont évaluées, et une vulnérabilité (enjeux humains, économiques ou environnementaux) répartis sur un territoire, il est donc la probabilité pour les communautés et les populations d'être exposé aux aléas et de la gravité de ses conséquences sur les éléments vulnérables, de subir des dommages humains, économiques, sociales et culturels, et des destructions de leurs biens et de leur environnement (Abdelwahhab, 2018; Dautun, 2007; Gettouche, 2017a; LAHMAR, 2021).

Donc le risque peut être exprimé avec l'équation suivante :

$$\mathbf{R} = \mathbf{A} \times \mathbf{V}$$

D'où : R est le risque, A l'aléa et V la vulnérabilité

Des nouvelles dimensions (une dimension temporelle, une dimension spatiale) ont été rajoutées par certains auteurs

Donc, l'équation prendrait deux nouveaux facteurs :

$$\mathbf{R} = (\mathbf{A}(t, s) \times \mathbf{V}(t, s))$$

Avec R c'est le risque, A : l'aléa, V : la vulnérabilité, t : le temps et s : l'espace (Abdelwahhab, 2018; LAHMAR, 2021).

### 2- L'aléa

L'aléa (menace): phénomène ou événement, naturel ou humain, potentiellement dommageable en terme de perte en vies humaine et matérielle, de santé, susceptibles d'interrompre les activités économiques et socio-culturelles et de détruire l'environnement et

les biens (Gettouche, 2017a). Ces conséquences dépendent d'une probabilité d'occurrence et de l'intensité (Abdelwahhab, 2018; Beck, 2006).

Ces dernières années, de nouvelles menaces se sont profilées telles que les nouvelles formes d'épidémie de grande ampleur comme le SRAS2 ou l'épizootie aviaire (Dautun, 2007).

### **3- La vulnérabilité**

La vulnérabilité exprime la probabilité ou la propension des enjeux à subir des dommages, et la capacité des communautés, des populations et de l'environnement à retrouver une situation d'équilibre (résilience) contre la menace (Abdelwahhab, 2018; Gettouche, 2017a; Vanina, 2006).

### **4- Le risque majeur**

Le risque sera qualifié de majeur lorsque le scénario est caractérisé par une probabilité d'occurrence faible et une intensité élevée, capable de générer des conséquences graves sur le plan social et économique c'est-à-dire des victimes importantes et un impact sur les biens et l'environnement (Dautun, 2007).

### **5- Qu'est-ce qu'une crise ?**

La crise a été employée et évoluée depuis longtemps par différents auteurs. En effet, certains

auteurs expliquent qu'il est difficile de donner une définition générale de la crise, car cela dépend du « domaine d'étude et du courant de pensée adopté » (Forgues, 1993).

(Rosenthal et al. 1989), parlent de crise pour montrer le caractère urgent d'une situation, compte tenu de la soudaineté de l'événement et de la rapidité de réponse dont il faut faire preuve (LAHMAR, 2021).

Quelle que soit environnementale, économique, sociale, sanitaire, ou encore humanitaire, une crise est un phénomène complexe, qui nécessite une stratégie de gestion spécifique à chaque cas de figure, elle fait suite à un événement déclencheur brutal et inattendu, et se caractérise par des changements rapides qui nécessitent une coopération optimale entre les différents acteurs, confrontés à une situation stressante c'est-à-dire la mise en œuvre d'un ensemble d'actions qui visent à réduire les impacts sur les enjeux socio-économiques et environnementaux. La façon dont est gérée la crise impacte son déroulement jusqu'au moment où la situation ne peut plus empirer (Sauvagnargues, 2019).

Une crise humanitaire est « toute situation où il y a une menace exceptionnelle et de grande ampleur pour la vie, la santé ou la subsistance de base des individus et d'une communauté ».

Pour preuve, le monde est en train de vivre aujourd'hui une de propagation transfrontalière incontrôlable du corona virus (Covid- 19) (Kabaka, 2020).

Ce contexte oblige les décideurs à trouver les moyens et les méthodes permettant de définir des priorités et à cibler des actions pour élaborer des solutions adaptées.

## **6- L'aide à la décision**

### **6-1- Définition**

D'après (ROY, 1985) L'aide à la décision est l'activité de celui qui, en prenant appui sur des modèles, aide à obtenir des éléments de réponse aux questions que se pose un intervenant dans un processus de décision, éléments concourant à éclairer la décision et à recommander un comportement de nature à accroître la cohérence entre l'évolution du processus et les objectifs de cet intervenant » (Mohamed et al., 2017).

Aujourd'hui l'aide à la décision et à la résolution de problèmes s'appuie sur l'utilisation de modèles informatiques. Les décideurs prennent leurs décisions après avoir analysé les données générées (Urbani, 2006).

Quels que soient leurs domaines d'activité, les décideurs sont à la recherche d'outils et des méthodes d'aide à la décision. Ces outils leur permettent de mieux choisir les solutions et les actions optimaux et les plus adaptées et à un moment donné (Urbani, 2006).

### **6-2- Méthodes d'aide à la décision**

Les méthodes d'aide à la décision sont multiples, telles que l'analyse pondérée, l'analyse SWOT qui est purement qualitative et est appliquée au niveau stratégique et du management, les méthodes d'aide à la décision multicritère, les SIG,...etc (Gettouche, 2017b)

Dans le cadre de cette étude, les méthodes de décision multicritères combinée à un système d'information géographique (SIG) ont été utilisés pour offrir à l'évidence plusieurs avantages au niveau de la prise de décision et la gestion de ce risque épidémiologique dans la zone d'étude et cela à l'aide de logiciels performants «IBM SPSS 25.0 » et ArcGis10.2.

### 6-2-1- Les méthodes de décision multicritères

Les méthodes d'aide à la décision de type multicritères organisent et synthétisent les informations détenues par les décideurs. Elles ont également l'avantage de permettre de résoudre des problèmes décisionnels complexes en organisant et en hiérarchisant les informations et les appréciations, afin de choisir la solution idéale et d'apporter une justification des choix des décideurs, et de mettre en place des actions (Dautun, 2007).

**AHP:** (Analytic Hierarchy Process), Analyse multicritère hiérarchique est une des méthodes multicritères d'aide à la décision les plus utilisées (Dautun, 2007).

La sélection de cette méthode AHP est due principalement à sa simplicité, sa facilité de compréhension pour résoudre un large éventail de problèmes non structurés, et faciliter la prise de décision en situation complexe à l'aide d'une approche structurée, ainsi que sa flexibilité et sa capacité à rapprocher les critères quantitatifs et qualitatifs dans le même cadre décisionnel (Mohamed et al., 2017).

**ACP :** Analyse en Composante Principale, C'est une méthode d'analyse qui fait partie du groupe des méthodes statistiques descriptives multidimensionnelles appelées analyses factorielles qui sont considérées comme des méthodes d'analyse multicritères (Bernard and Besson, 1971).

### 6-2-2- SIG

Les Systèmes d'Information Géographiques (SIG) sont beaucoup développés depuis les années 1970, ils sont très répandus dans le monde scientifique, et sont reconnus comme des outils valables dans toutes les disciplines qui s'intéressent à la surface de la terre et à ses populations, avec l'avantage de présenter visuellement et de manière cartographique certains éléments d'aide à la décision (Urbani, 2006; Younsi, 2016).

L'application du SIG ne se limite pas à l'utilisation des données épidémiologiques, l'évaluation et l'analyse des zones et des facteurs à risque épidémique. Il trouve aussi son intérêt dans son couplage avec des modèles statistiques et mathématiques d'épidémie (Younsi, 2016).

## 7- Le processus de gestion des risques en épidémiologie (Cas de la Tuberculose)

La tuberculose est une maladie infectieuse préoccupée de plus en plus les autorités et les responsables de la santé publique. En effet, face au risque de la propagation de cette épidémie, la gestion, la surveillance et la prévention de la transmission de la maladie devient, particulièrement, importante et indispensable (Younsi, 2016).

Le processus de gestion de risque tuberculeux, qui est un risque naturel majeur, passe par plusieurs étapes :

### **7-1- L'analyse de risque**

Les objectifs en matière de gestion des risques, établis sur la base de l'analyse des risques, donc la meilleure stratégie de prévention consiste à dresser méthodiquement l'inventaire des risques en les classant selon leur importance.

Elle doit être adaptée afin d'identifier et analyser tous les facteurs de risques qui peuvent favoriser la propagation et la contamination par le BK. Sur cette base, nous pouvons mettre en place les mesures de prévention les plus adéquates, soit en supprimant ou en limitant le danger, où l'exposition collective et individuelle au danger.  
<https://www.cesi.be/fr/prevention/prevention-et-gestion-de-vos-risques>

#### **7-1-1- Évaluation de l'amplitude des pertes**

L'évaluation de l'amplitude des pertes humaines, matérielles et financières, endommagement,... etc: et cela par l'évaluation de risque. Seule la présence simultanée de deux conditions (aléa, vulnérabilité) crée le risque. Autrement dit; s'il existe certaines zones géographiques où résident des populations vulnérables, et que la probabilité d'occurrence ou de rencontrer un cas de tuberculose pouvant transmettre la maladie dans cette région (aléa) est forte, le risque tuberculeux est également fort.

##### **7-1-1-1- l'Ampleur de l'aléa**

L'aléa est défini par la probabilité d'occurrence d'un cas de tuberculose et de l'intensité dans l'environnement, en un point donné. Cependant, la bactérie responsable de la tuberculose humaine est capable de survivre à l'état latent dans l'organisme hôte et peut être activée plusieurs années plus tard si l'individu devient vulnérable (Vanina, 2006).

Dans le cas présent, l'Ampleur peut être évaluée par la répartition géographique des cas de maladie déclarés sur le territoire de la wilaya de Batna. La carte des cas déclarés (Carte N° 17) montre l'ampleur et l'impact de la TB sur chaque commune de la Wilaya dès l'apparition de l'épidémie, et permet de qualifier le risque de la TB comme étant élevé, moyen ou faible.

##### **7-1-1-2- Niveau de vulnérabilité de territoire**

La tuberculose est une maladie à transmission directe, c'est une maladie « sociale », liée à des facteurs socioéconomiques, donc lorsque l'on parle de vulnérabilité, il s'agit d'une

vulnérabilité sociale, déterminée par des facteurs tels que les problèmes de pauvreté, de promiscuité, le taux de chômage la surpopulation, la malnutrition, ou la qualité de

l'habitat... (Aazri et al., 2020; Dangisso et al., 2015; Mjid et al., 2015; Pelissari and Diaz-Quijano, 2017).

Les facteurs corrélés à la présence de tuberculose ne sont pas forcément les mêmes d'un pays à l'autre. Dans le présent travail, les facteurs de vulnérabilité déterminés sur le territoire de la wilaya de Batna sont : le nombre de logements, le nombre de personnes sans revenu, le niveau de prise en charge sociale , le niveau d'investissement étatique à travers les petites entreprises, le nombre d'entités médicales et médecins,et enfin et le nombre de la population qui y habitent. L'influence de chacun de ces facteurs est différente d'une commune à autres, car chaque commune de la wilaya à ces propres caractéristiques.

La carte synthétique de vulnérabilité sur l'ensemble du territoire de la Wilaya (Carte N° 20) montre le niveau de vulnérabilité à la TB à l'échelle communale de la Wilaya, et permet de classer les communes comme étant hautement vulnérables, moyen ou faible.

### **Remarque**

Dans certains cas, la vulnérabilité sociale associée au risque tuberculeux est difficile à mesurer quantitativement, donc il est plus pertinent de chercher à définir un indice de vulnérabilité, qui construit par combinaison de plusieurs variables, représentatives du paramètre que l'on cherche à quantifier (Vanina, 2006)

### **7-1-1-3- Dimension spatiale du risque**

Le risque est potentiel et invisible: sa représentation cartographique permet de le formaliser, de le rendre visible (Abdelwahhab, 2018; Beck, 2006). D'après l'analyse de risque tuberculeux, et d'après nos résultats cités dans chapitre président (chapitre 5), la carte synthétique de vulnérabilité issue de l'analyse AHP et la carte des cas déclarés de TB (Carte N° 20, 17) permettent d'en apprécier l'étendue et les limites de cette maladie sur le territoire de la wilaya, nous constatons donc que la commune de Batna ; chef –lieu de la Wilaya, ensuite la commune de Barika, Merouana, N'Gaous, Ain Yagout, et Tkout, Ain Touta, sont les communes les plus touchées par la Tuberculose, et sont hautement vulnérables.

On outre, les cartes issues de l'analyse ACP (Carte N° 21, 22) montrent que presque les mêmes communes affichent un score d'influence par les facteurs socio-économiques élevé et cela selon nos critères d'analyse.

#### 7-1-1-4- Apport de géomatique dans la gestion des risques

- ❖ La géomatique ouvre des perspectives en termes de formation et de nouveaux métiers dans le développement, le traitement et l'analyse des données. Cela a permis l'éclosion de solutions géomatiques géo-décisionnelles performantes centrées sur le monde de la Santé (QUESNEL-BARBET et al., 2016).
- ❖ Elle intervient également au niveau des politiques publiques, avec le développement de nouvelles applications en santé publique : systèmes d'alerte, systèmes de gestion de risques et crises, systèmes de prévention et d'analyse de risques, préparation de campagne de vaccination (SOURIS, 2016).
- ❖ Les systèmes d'information géographique SIG sont reconnus en tant qu'outils d'aide à l'analyse, ils rendent plus aisées la prise des décisions éclairées par les utilisateurs et les fournisseurs de services et produits de santé (Abdelwahhab, 2018; BOUTRID, 2017; Kalla, 2018).
- ❖ Analyser différents scénarios décisionnels à partir des informations obtenues en tirant profit des méthodes mathématiques d'optimisation (analyse multi-variée, ...) (Kalla, 2018).
- ❖ Les SIG présentent un caractère géo- décisionnelle dans le processus de gestion des risques, ils facilitent la représentation, l'analyse des phénomènes de santé et permettent par exemple de cartographier une maladie et les zones à risque, prévision des épidémies; suivi diachronique des maladies et les interventions (Guis et al., 2010).

Les moyens et les mesures de contrôle, gestion et d'évaluation de la politique de prévention augmentent la résistance de certaines populations dans ces zones à risque pour limiter la contagiosité.

#### 7-2- La prévention

La prévention sert à réduire le risque en termes d'aléa et de vulnérabilité, elle permet de définir et de mettre en œuvre des procédures et de règles visant à limiter la vulnérabilité des populations et des biens aux aléas. (Abdelwahhab, 2018).

Tant que la TB demeurera une menace et que la population sera à risque, de multiples niveaux de prévention et de contrôle, y compris les pratiques de protection individuelle et les mesures de santé publique, seront nécessaires pour assurer un contrôle constant de ce risque majeur et réduire les perturbations sur la société et l'économie.

la prévention et l'atténuation vise à réduire essentiellement la probabilité d'occurrence des cas de tuberculose et l'évolution d'une infection tuberculeuse latente vers une tuberculose active et aussi limiter la transmission et la propagation de la maladie, et cela par l'intervention sanitaire : la vaccination des enfants par le BCG (bacille Calmette-Guérin) et aussi par les mesures d'hygiène préventive, le diagnostic précoce, et l'isolement des cas contagieux et éviter la promiscuité...ect (Locht, 2016; Meyssonier, 2012; Organisation Mondiale de la Santé, 2013; Toujani et al., 2015).

### 7-3- La résilience

La résilience apparait comme un concept qui contribue à mettre en exergue les problématiques liées à la gestion du risque (Barroca et al., 2013), elle y est vue comme l'aptitude et la capacité d'un système potentiellement exposée à des aléas à absorber le changement, s'y adapter, à persister au-delà d'une perturbation et retourner à un état de fonctionnement acceptable ou l'état initial (Beraud, 2013; Lhome et al., 2010; Provitolo, 2009; Quenault, 2013).

#### 7-3-1- Les capacités de la résilience

Cette capacité est peut être définie comme:

- ◆ **La capacité à anticiper** l'occurrence de l'aléa (connaître, prévoir, alerter), autrement dit, la prédiction de la survenue de risque d'une crise épidémiologique ou d'un flambé très fort de cas de TB comme la situation actuel du COVID-19.
- ◆ **Capacité de résistance** à l'aléa pour protéger les enjeux et la capacité à faire face aux impacts (à réagir pendant la perturbation) (Beraud, 2013; Lhome et al., 2010; Provitolo, 2009; Quenault, 2013) surtout en cas de nouvelles crises de la tuberculose.
- ◆ **La capacité à s'adapter** à l'existence de cet aléa (mesures de réduction de l'aléa ou de protection et cela par les mesures de prévention et autres/réduction de l'exposition.....) (Beraud, 2013; Lhome et al., 2010; Provitolo, 2009; Quenault, 2013), parce que la TB est une maladie endémo- épidémique qui persiste depuis très longtemps et pèse lourdement sur la santé.
- ◆ **Le niveau d'acceptation** et le comportement des individus, groupes, institutions ou sociétés face à ce risque persistant (capacité d'adaptation/réactivité...) (Beraud, 2013; Lhome et al., 2010; Provitolo, 2009; Quenault, 2013).
- ◆ **Capacité de récupération** c'est la capacité à se remettre d'une situation et à retourner à l'état initial et d'équilibre, et la capacité à anticiper et à effectuer la réorganisation, de



renouvellement, une amélioration de cette situation dans les meilleurs délais pour limiter les dommages et atténuant les vulnérabilités en cas de nouvelles crises (Beraud, 2013; Lhome et al., 2010; Provitolo, 2009; Quenault, 2013).

Chaque commune de la wilaya a des aptitudes différentes à réagir face à une situation épidémiologique en raison de la charge démographique, logements, capacités économiques....etc.

En outre, chaque paramètre de vulnérabilité impliqué dans cette démarche impacte le système d'une façon différente dans chaque commune de la wilaya, et influe sur l'apparition et la transmission de la TB. Il ressort que les facteurs socioéconomiques s'imposent d'une manière significative, d'où la nécessaire intervention des décideurs pour élaborer des solutions adaptées à chaque municipalité, particulièrement les zones prioritaires et vulnérables en matière de tuberculose. Il s'agit des régions qui nécessitent des efforts soutenus et des dispositifs d'appui plus performants, en l'occurrence les communes qui possèdent des conditions socioéconomiques précaires.

#### **7-4- Actions**

Les décideurs peinent à définir des priorités, à cibler des actions, ils doivent proposer et mener quelques actions, des mesures de prévention efficace et des recommandations les plus adaptées, pour mettre des limites en face ce risque dans la zone de présent travail (Wilaya de Batna), et interrompre la chaîne de transmission de la maladie, et cela à travers les vulnérabilités et selon l'influence ou l'impact de chaque facteur sur chacune de communes de la wilaya.

Nos conclusions soulignent l'importance de prendre en compte, non seulement mais également les paramètres socio-économiques, dans la formulation des plans d'action de contrôle de la tuberculose afin de les rendre plus efficaces, équitables tels que :

- Augmenter la connaissance sur les maladies transmissibles notamment la tuberculose.
- Voir tous les aspects de la maladie (médicaux, sociaux, psychologiques,.....), non seulement pour comprendre la situation de l'épidémie mais aussi l'évolution des réactions de la population et à s'y adapter.
- Améliorer les conditions socio-économiques de chaque commune de la wilaya dans le but de réduire certains problèmes tel que : le niveau de pauvreté, le chômage, l'inégalité des revenus.

- Améliorer la qualité des logements de chaque commune afin d'éliminer la promiscuité qui favorise la transmission de la TB.
- Faire des salles de soins pour chaque commune pour le diagnostic précoce de la maladie.
- prise en charge de groupe de populations vulnérables (enfants, personnes âgées, les personnes sans revenu, les personnes touchées par le surpeuplement et l'extrême pauvreté, Les personnes souffrant des maladies chroniques comme le diabète,...).
- Lors de flambées mondiales comme celle de la COVID-19, il est indispensable de continuer à agir face aux problèmes de santé qui perdurent, dont la tuberculose.
- La fourniture d'une protection sociale et financière adéquate, et d'un soutien psychologique surtout aux personnes atteints de la tuberculose(Chakaya et al., 2021).
- Essayer d'intégrer la tuberculose dans l'éducation, et information des populations sur la vulnérabilité a ce risque (Organisation Mondiale de la Santé, 2013).
- Organiser la gestion des données concernant la maladie; les intégrer dans le SIG et les exploiter afin d'apporter aux décideurs un outil d'aide à la décision efficace et garantir l'efficacité de la riposte (Younsi, 2016).

### **7-5- Perspectives**

- Tirer des leçons des flambés des épidémies passées, et ne pas chercher une maîtrise du court terme mais une dynamique résiliente sur le long terme.
- Rédaction d'un bulletin épidémiologique exhaustif qui présente une synthèse des maladies à déclaration obligatoire notamment la TB, et établissement d'un plan d'action annuelle qui contient les résultats de l'analyse de ce risque, les mesures de prévention à mettre en place, et les actions prévues pour y parvenir, et améliorer aussi la qualité des programmes PNLT.
- L'utilisation de la géomatique et SIG en santé par les décideurs afin de prendre des décisions plus rapidement, par exemple : rédiger un guide pour une meilleure distribution géographique des médecins, les centres et services de soins pour standardiser le temps et les accès à tous ces services de soins facilement (Kalla, 2018).
- renforcer les systèmes de santé et augmenter l'investissement, le financement et le soutien de l'Etat pour la prévention, le diagnostic, et faciliter l'accès au traitement et les soins des personnes atteintes de TB (Chakaya et al., 2021), et permettre de réduire la pauvreté.

- Utilisation de nouvelles méthodes technologiques pour le développement de nouveaux vaccins plus efficace que le BCG et qui protégerait mieux contre la maladie de TB comme le cas du COVID-19, la coordination mondiale et la volonté politique avec d'énormes investissements financiers ont conduit au développement de vaccins efficaces contre l'infection par le SRAS-CoV2 (Chakaya et al., 2021). Des chercheurs de l'Institut Pasteur et leurs partenaires du consortium international TBVAC 2020 viennent de mettre au point un candidat vaccin contre la tuberculose dérivé du BCG conventionnel. Celui-ci présente une efficacité accrue. Ces résultats encourageants ont été publiés dans le journal *Cell Reports* du 14 mars 2017. (<https://www.pasteur.fr/fr/espace-presse/documents-presse/nouveau-concept-ameliorer-bcg>).

## Conclusion

La gestion d'un risque est assimilée à un problème de décision. En effet, les acteurs, dont l'objectif est de gérer les risques de grande ampleur et de limiter les dommages, désirent trouver des solutions optimales afin de mettre en place leur action.

Certes, le SIG combiné à la méthode d'analyse multicritère l'AHP constitue l'un des meilleurs outils de décision, il vise à gérer des bases de données à référence spatiale et à produire des documents cartographiques et des analyses statistiques qui permettent l'élaboration des plans de gestion pour les décideurs pour arriver à une gestion globale fine et efficace des situations épidémiologiques et permet d'assurer la gestion préventive de ces maladies transmissibles, ils répondent donc à des questions que se posent des acteurs engagés dans un processus de décision.

## *Conclusion générale*

### Conclusion générale

Même si la majorité des pays développés assistent à une éradication presque totale de la tuberculose, cette épidémie reste un fléau qui révèle des chiffres toujours aussi alarmants à l'échelle mondiale, et reste une maladie endémo-épidémique qui constitue une préoccupation majeure pour la santé publique dans les pays en voie de développement en raison de sa nature, de son ampleur et de sa propagation spatiale croissante. L'Algérie n'échappe pas à cette règle, on y observe une recrudescence de ce fléau, qui a pris une dimension alarmante dans ce pays, et comprit la wilaya de Batna, objet de la présente étude.

Il est évident que les facteurs de vulnérabilité soient nombreux. Cependant nous n'avons pris en considération que les facteurs les plus importants et surtout les plus quantifiables. Nous nous sommes appuyés sur un certain nombre de facteurs qui traduisent un niveau d'impact significatif au niveau de chacune des 61 communes de la wilaya de Batna.

La mise en relation de l'état épidémiologique de la tuberculose dans les communes avec ces indicateurs, a montré des corrélations significatives. Et par l'utilisation de la méthode d'analyse multicritères (AHP) et l'analyse statistique (ACP), et dont les résultats ont été implémentés dans la base de données SIG, nous avons remarqué une certaine similitude entre les communes jugés hautement vulnérables sur la carte synthétique du niveau de vulnérabilité et les communes qui affichent un score d'influence par les facteurs socio-économiques élevé sur les cartes des coordonnées factorielles telles que la commune de Batna ; chef-lieu de la Wilaya avec toutes ses incohérences urbaines, à laquelle succède la commune de Barika, N'Gaous, Merouana, El Madher, et Ain Touta et qui correspondent toutes à des chefs lieu de Daïra.

Cette similitude entre les cartes finales constitue à notre avis une validation du modèle d'analyse et des résultats qui en découlent ce qui confirme ainsi la fiabilité du choix des paramètres retenus comme facteurs de vulnérabilité à la tuberculose sur l'ensemble du territoire de la wilaya de Batna.

A l'issue de cette analyse il ne reste nul doute que ce fléau de la tuberculose qui est réapparue dans la wilaya de Batna après son éradication depuis des années est intimement lié aux conditions économiques et sociales des personnes. Par conséquent, nous adhérons à l'axiome affirmant que la tuberculose est la maladie de la pauvreté.

Ces résultats sont largement confortés par de nombreuses recherches menées sur la tuberculose à travers le monde, et qui s'accordent à considérer les facteurs socio-économiques comme déterminants majeurs sur l'incidence de cette maladie.

## Conclusion générale

---

La gravité de la situation épidémiologique dans cette wilaya inhérente aux conditions socio-économiques en dégradation continue, interpelle fortement et urgemment les autorités, les scientifiques et les professionnels de la santé à prendre en charge la situation. A ce titre la mise en lumière des différents facteurs qui semblent effectivement impliqués dans le niveau de vulnérabilité à la tuberculose, leur interaction et leur articulation sur des échelles spatio-temporelles, nous offre une grande visibilité et un outil géo-décisionnel pour orienter les actions territoriales à caractère préventif ou curatif. En effet les différents facteurs de causalité identifiés et évalués de manière quantitative et indicielle, permettront aux décideurs de choisir la nature et l'importance des actions à engager et en définir surtout les priorités.

Enfin, nos résultats sont peut-être modestes à ce stade de la recherche, parce que nous sommes limités dans cette étude sur des paramètres et des méthodes précis. Cependant nous estimons que cette contribution ouvre de nouvelles pistes de recherche.

Chaque recherche doit admettre ses limites. C'est le cas de ce travail qui aspirait et ambitionnait à réaliser une base de données plus élaborée, intégrant les différents paramètres possédant des interfaces avec cette maladie. Cette ambition demeurera un objectif d'avenir, Nous essayerons de:

- Elargir ce travail de recherche par l'application d'autres méthodes telle que : des modèles de régression spatiale bayésienne, modèle de régression linéaire et les spatio-modèles.

Intégrer d'autres paramètres qui nous semblent intéressants et corrélables avec l'apparition, la transmission et l'aggravation de la maladie telle que : association Tuberculose-Climat, association de la tuberculose avec d'autres maladies comme Tuberculose-Covid-19. La COVID-19 montre combien les personnes qui ont une maladie pulmonaire et un système immunitaire affaibli peuvent être vulnérables (Organisation Mondiale de la Santé, 2021; Underner et al., 2020).

- Nous essayerons de passer à autres maladies épidémiologiques transmissibles qui ont aussi des impacts sur la wilaya de Batna et qui méritent d'être soulignée tel que la Brucellose, la COVID-19 qui a évolué en vecteurs transfrontaliers et transcontinentaux prenant la forme d'une pandémie mondiale hautement mortelle. Pour cela il conviendra de s'investir davantage dans l'accès aux données territoriales nécessaires.

# ***BIBLIOGRAPHIE***

### BIBLIOGRAPHIE

- Aazri, L., Aitbatahar, S., Amro, L., 2020. Facteurs de risques et diagnostic de la tuberculose. *Revue des Maladies Respiratoires Actualités* 12, 264. <https://doi.org/10.1016/j.rmra.2019.11.598>
- Abacka, K.O., Koné, A., Ekoya, O.A., Bopaka, R., Siri, H.L., Horo, K., 2018. Tuberculose extrapulmonaire versus tuberculose pulmonaire: aspects épidémiologiques, diagnostiques et évolutifs. *Revue de Pneumologie clinique* 74, 452–457. <https://doi.org/10.1016/j.pneumo.2018.09.008>.
- Abdelwahhab, F., 2018. Contribution à la gestion des urgences et des situations de crises dues aux accidents majeurs en milieu urbain (PhD Thesis). Université Mustapha Ben Boulaid Batna 2, Département de science de la terre ..., Algérie.
- Acar, E., Somer, A., Erköse, G., Şatana, D., Bayramoğlu, Z., Çalışkan, E., Kılıçaslan, Z., others, 2018. Management and treatment difficulties of multi-drug resistant pulmonary tuberculosis in a pediatric case. *Mikrobiyoloji bulteni* 52, 89–95. <https://doi.org/10.5578/mb.61937>
- Acha, P., Szyfres, B., 2005. Tuberculose zoonotique In : Zoonoses et maladies transmissibles communes à l'homme et aux animaux 261–278.
- Adeleke, O.A., Fisher, L., Moore, I.N., Nardone, G.A., Sher, A., 2020. A Long-Acting Thermoresponsive Injectable Formulation of Tin Protoporphyrin Sustains Antitubercular Efficacy in a Murine Infection Model. *ACS Pharmacology & Translational Science* 4, 276–287. <https://doi.org/10.1021/acsptsci.0c00185>
- Aït Khaled, N., Enarson, D., Billo, N., 1997. [The epidemiology of tuberculosis and of the resistance to antitubercular agents]. *Rev Mal Respir* 14 Suppl 5, S8-18.
- Aït-Khaled, N., Alarcón, E., Armengol, R., Bissell, K., Boillot, F., Caminero, J., Chiang, C., Clevenbergh, P., Dlodlo, R., Enarson, D., others, 2010. Prise en charge de la tuberculose. Guide des éléments essentiels pour une bonne pratique. Sixième éd'n Paris: Union Internationale Contre la Tuberculose et les Maladies Respiratoires P64.
- Ait-Khaled, N., Enarson, D.A., Initiative, S.T., others, 1999. Tuberculose: manuel pour les étudiants en médecine. Genève: Organisation mondiale de la Santé, WHO/CDS/TB/99.272.
- Ajar, D., 1982. Le problème de la détermination du nombre de facteurs en analyse factorielle. *Revue des sciences de l'éducation* 8, 45–62. <https://doi.org/10.7202/900356ar>
- Alihalassa, S., 2018. Comprendre l'épidémiologie de la tuberculose en Algérie. *Revue des Maladies Respiratoires* 35, A234–A235. <https://doi.org/10.1016/j.rmr.2017.10.545>



## BIBLIOGRAPHIE

---

- Alito, A., Morcillo, N., Scipioni, S., Dolmann, A., Romano, M.I., Cataldi, A., van Soolingen, D., 1999. The IS 6110 restriction fragment length polymorphism in particular multidrug-resistant *Mycobacterium tuberculosis* strains may evolve too fast for reliable use in outbreak investigation. *Journal of Clinical Microbiology* 37, 788–791. <https://doi.org/10.1128/JCM.37.3.788-791.1999>
- Álvarez-Hernández, G., Lara-Valencia, F., Reyes-Castro, P., Rascón-Pacheco, R., 2010. An analysis of spatial and socio-economic determinants of tuberculosis in Hermosillo, Mexico, 2000–2006. *The International Journal of Tuberculosis and Lung Disease* 14, 708–713.
- Alves, J.D., Arroyo, L.H., Arcoverde, M., Cartagena-Ramos, D., AC, V.R., Fuentealba-Torres, M., Simionato de Assis, I., Fiorati, R., Nunes, C., Arcêncio, R., others, 2019. Magnitude of social determinants in the risk of death from tuberculosis in Central-West Brazil. *Gaceta sanitaria* 34, 171–178. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2019.01.004>
- AMoNA, M., KoKoLo, B., LouMouAMou, M., MBITA, A., IBATA, P., 2016. Impact de la supplémentation alimentaire sur l'évolution de la tuberculose pulmonaire de découverte récente à Brazzaville au Congo. *Médecine d'Afrique Noire* 63, 458.
- Anderson, T.W., others, 1963. Asymptotic theory for principal component analysis. *Annals of Mathematical Statistics* 34, 122–148. <https://doi.org/DOI: 10.1214/aoms/1177704248>
- Antoine, D., Che, D., 2008. Les cas de tuberculose maladie déclarés en France en 2006. *Bulletin épidémiologique hebdomadaire* 10, 69–72.
- Assao Neino, M.M., Gagara Issoufou, M.A., Mamane, D.S., Bako, M., Atahirou, I., Almou, F., Maizoumbou, D.A., 2018. Tuberculose pulmonaire à microscopie positive : aspects radiographiques à l'hôpital Lamordé. *Revue de Pneumologie Tropicale* 29, 46–49.
- Aubry, P., Gaüzère, B.-A., 2018. Tuberculose. Institut de Médecine Tropicale , Bordeaux (France).
- Baichi, F., 2019. EPIDEMIOLOGIE DES MALADIES TRANSMISSIBLES.
- Barberis, I., Bragazzi, N., Galluzzo, L., Martini, M., 2017. The history of tuberculosis: from the first historical records to the isolation of Koch's bacillus. *Journal of preventive medicine and hygiene* 58, E9.
- Barrier, G., 1994. La prise en charge effective des urgences médicales, Rapport au Premier ministre sur la prise en charge préhospitalière des urgences, septembre 1994. (dossier en santé publique No. 12).
- Barroca, B., DiNardo, M., Mboumoua, I., 2013. De la vulnérabilité à la résilience: mutation ou bouleversement? *EchoGéo*.
- Bartlett, M.S., 1941. The statistical significance of canonical correlations. *Biometrika* 32, 29–37. <https://doi.org/10.2307/2332247>

## BIBLIOGRAPHIE

---

- BAZIZ, N., 2018. Contribution à la caractérisation et modélisation du cycle de l'eau potable et les risques associés dans la Wilaya de Batna (Approche par SIG) (PhD Thesis). Université de Batna 2, Algérie.
- Beale, L., Abellan, J.J., Hodgson, S., Jarup, L., 2008. Methodologic issues and approaches to spatial epidemiology. *Environmental health perspectives* 116, 1105–1110. <https://doi.org/10.1289/ehp.10816>
- Beck, E., 2006. Approche multi-risques en milieu urbain: Le cas des risques sismiques et technologiques dans l'agglomération de Mulhouse (Haut-Rhin) (PhD Thesis). Université Louis Pasteur (Strasbourg)(1971-2008).
- BEHNAS, H., SALEM, A., 2018. La tuberculose pulmonaire et extra-pulmonaire à l'unité de BK laboratoire de microbiologie (H.M.R.U.Constantine). Étude rétrospective de trois ans. Université Frères Mentouri Constantine, Algérie.
- Béranger, S., Blanchard, F., Archambault, A., Allier, D., 2006. Utilisation des Outils d'Aide à la Décision dans la Gestion des Mégasites. BRGM, France.
- Beraud, H., 2013. Initier la résilience du service de gestion des déchets aux catastrophes naturelles: le cas des territoires urbains et de l'inondation (PhD Thesis). Université Paris-Est.
- Bernard, G., Besson, M.-L., 1971. Douze méthodes d'analyse multicritère. *Revue française d'informatique et de recherche opérationnelle. Série verte* 5, 19–64.
- BESWICK, G., CHALARD, G., JAGGI, C., KÖNIG, M., 2013. Echelle d'analyse, méthodes d'évaluation et prospective: Diagnostic et analyse en composantes principales du comté de Los Angeles. UNIL.
- Bhuiyan, F., Gani, M.O., others, 2015. Usage of Human Resource Information System and Its Application in Business: A Study on Banking Industry in Bangladesh. *iBusiness* 7, 111. <http://dx.doi.org/10.4236/ib.2015.73013>
- Bi, I.D., Anon, J., Yeo, L., Meliane, N., Achi, V., 2019. Connaissances de l'entourage des patients atteints de tuberculose pulmonaire confirmée bactériologiquement vus à Bouaké. *Revue des Maladies Respiratoires* 36, A259. <https://doi.org/doi:10.1016/j.rmr.2018.10.601>
- Bonita, R., Beaglehole, R., Kjellström, T., Organization, W.H., others, 2010. *Éléments d'épidémiologie*. Genève: Organisation mondiale de la santé.
- Bordé, C., Bach, J.-F., Bony, J.-M., 2021. CHAPITRE 1 Définition, historique et champs de l'épidémiologie humaine, in: *L'épidémiologie Humaine*. EDP Sciences, pp. 1–36.
- Boulahbal, F., Chaulet, P., 2004. La tuberculose en Afrique: Epidémiologie et mesures de lutte. *Med Trop* 64, 224–8.

## BIBLIOGRAPHIE

---

- BOUTRID, M.L., 2017. Analyse spatio-temporelle de la mobilité motorisée dans la ville de Batna et les problèmes de sécurité routière associés—approche par scénarios (PhD Thesis). Université de Batna 2, Algérie.
- Bouytse, K., Zagaouch, D., Bourkadi, J., Soualhi, M., Marc, K., Zahraoui, R., Banamor, J., 2020. Profil cliniques et radiologiques et évolutive de la tuberculose pulmonaire du sujet âgé: à propos de 61 cas. *Revue des Maladies Respiratoires Actualités* 12, 264.
- Bouziani, M., 2000. l'eau de la pénurie aux maladies. édition IBN-KHALDOUN. Alger. p93-96.
- Brisson, J., 2011. Portrait épidémiologique de la tuberculose au Saguenay-Lac-St-Jean. 30p.
- Bruce, A.T.I., Berra, T.Z., Dos Santos, F.L., Alves, Y.M., Souza, L.L.L., Ramos, A.C.V., Arroyo, L.H., de Almeida Crispim, J., Pinto, I.C., Palha, P.F., others, 2020. Temporal trends in areas at risk for concomitant tuberculosis in a hyperendemic municipality in the Amazon region of Brazil. *Infectious Diseases of Poverty* 9, 1–14. <https://doi.org/10.1186/s40249-020-00732-0>
- Buchillet, D., 2001. Tuberculose et santé publique: les multiples facteurs impliqués dans l'adhésion au traitement. *Autrepart* 19, 71–90.
- Cattell, R.B., 1966. The scree test for the number of factors. *Multivariate behavioral research* 1, 245–276. [https://doi.org/10.1207/s15327906mbr0102\\_10](https://doi.org/10.1207/s15327906mbr0102_10)
- Cazes, Y., P., Chouakria, A., Diday, E., Schektman, 1997. Extension de l'analyse en composantes principales à des données de type intervalle. *Revue de Statistique Appliquée* 45, 5–24.
- Chakaya, J., Khan, M., Ntoumi, F., Aklillu, E., Fatima, R., Mwaba, P., Kapata, N., Mfinanga, S., Hasnain, S.E., Katoto, P.D., others, 2021. Global Tuberculosis Report 2020—Reflections on the Global TB burden, treatment and prevention efforts. *International Journal of Infectious Diseases*. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2021.02.107>
- Chavent, M., Kuentz, V., Saracco, J., 2007. Analyse en Facteurs : présentation et comparaison des logiciels SAS, SPAD et SPSS. *La revue MODULAD* 1–30.
- Che, D., Antoine, D., 2012. Epidémiologie de la tuberculose. *La Revue du praticien* 62, 473–478.
- Dahmouni, K., Djoudi, F.E., Ali-Salem, S., 2017. Caractérisation épidémiologique de la tuberculose au niveau de l'EPSP de Bouira et de Bejaia. (Mémoire de Master). Université Abderrahmane Mira, Bejaia, Algérie.
- Dangisso, M.H., Datiko, D.G., Lindtjørn, B., 2015. Spatio-temporal analysis of smear-positive tuberculosis in the Sidama Zone, southern Ethiopia. *PloS one* 10, e0126369. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0126369>

## BIBLIOGRAPHIE

---

- Dautun, C., 2007. Contribution à l'étude des crises de grande ampleur: connaissance et aide à la décision pour la sécurité civile (PhD Thesis). Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne.
- Dauxois, J., Pousse, A., Romain, Y., 1982. Asymptotic theory for the principal component analysis of a vector random function: some applications to statistical inference. *Journal of multivariate analysis* 12, 136–154. [https://doi.org/10.1016/0047-259X\(82\)90088-4](https://doi.org/10.1016/0047-259X(82)90088-4)
- de Castro, D.B., de Seixas Maciel, E.M.G., Sadahiro, M., Pinto, R.C., de Albuquerque, B.C., Braga, J.U., 2018. Tuberculosis incidence inequalities and its social determinants in Manaus from 2007 to 2016. *International journal for equity in health* 17, 1–10. <https://doi.org/10.1186/s12939-018-0900-3>
- Demangeat, C., Fontaine, M., Medda, F., 2013. La tuberculose du XIX ème au XXI ème siècle.
- Diallo, S., Dao, S., Dembele, J., Toloba, Y., Kassambara, H., Berthe, M., Bougoudogo, F., others, 2008. Aspects épidémiologiques de la tuberculose pulmonaire à bacilloscopie positive au Mali pendant la décennie 1995-2004. Université de BAMAKO, MALI.
- Didier, C., Delphine, A., 2012. Épidémiologie de la tuberculose. *La Revue Du Praticien* 62, 473–478.
- Dorhmi, N., El Haraoui, I., 2020. Analysis of the impact of the behavior of front-office employee, trust and satisfaction on the customer loyalty of bank customers. *International Journal of Accounting, Finance, Auditing, Management and Economics* 1, 496–510. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4029683>
- Dos Santos, D.T., Alves, L.S., Arcoverde, M.A.M., Arroyo, L.H., Berra, T.Z., Ramos, A.C.V., Dos Santos, F.L., Arcêncio, R.A., Nunes, C., 2020. Social risk and its association with tuberculosis mortality in a context of high inequality in South Brazil: A geo-epidemiology analysis. *Journal of infection and public health* 13, 1148–1155. <https://doi.org/10.1016/j.jiph.2020.03.010>
- Duby, C., Robin, S., 2006. Analyse en composantes principales. Institut National Agronomique, Paris-Grignon. 80. <https://doi.org/10.1080/14786440109462720>
- Dutta, S.S., 2019. Histoire de la tuberculose.
- Elsheikh, R.F.A., Ouerghi, S., Elhag, A.R., others, 2015. Flood risk map based on GIS, and multi criteria techniques (case study Terengganu Malaysia). *Journal of Geographic Information System* 7, 348.
- Fenniche, K., 2018. Application du Processus Hiérarchique Analytique (AHP) a l'évaluation de la performance des banques commerciales. *les cahiers du cread* 34, 39–51.

## BIBLIOGRAPHIE

---

- Fezai, N., Mohamed, S.C., Saad, A.B., Fehem, N., Khmekhem, R., Joobar, S., Marwa, M., Trigui, G., Kaddoussi, R., 2018. Particularité du tabagisme dans la tuberculose pulmonaire. *Revue des Maladies Respiratoires* 35, A170. <https://doi.org/doi:10.1016/j.rmr.2017.10.383>
- Forgues, B., 1993. *Processus de décision en situation de crise* (PhD Thesis). ANRT Université Pierre Mendès France Grenoble 2.
- Fouanou, M., Ratsimalahelo, Z., 2011. Financement des petites et moyennes entreprises en Afrique subsaharienne. *La Revue des Sciences de Gestion* 105–112.
- Friedman, D.S., Whitmore, L., Ali, A., Dare, J., Etches, V., MacLean, B., Oickle, P., Pim, C., Thibault, M.-C., 2016. *Épidémiologie des maladies à déclaration obligatoire à Ottawa*. Santé publique Ottawa, Ottawa (Ontario).
- Frith, J., 2014. History of tuberculosis. Part 1-phthisis, consumption and the white plague. *Journal of Military and Veterans Health* 22, 29–35.
- Furnham, A., Swami, V., others, 2015. An investigation of attitudes toward surveillance at work and its correlates. *Psychology* 6, 1668. <http://dx.doi.org/10.4236/psych.2015.613163>
- Furtado, A., 2018. La surveillance du paludisme à Saint-Louis (Sénégal): comprendre les écarts entre morbidité réelle et “morbidité compilée.” *Espace populations sociétés*. Space populations societies. <https://doi.org/10.4000/eps.7607>
- Gettouche, M.S., 2017a. *Le risque: définition, typologie et prévention*.
- Gettouche, M.S., 2017b. *Cartographie Décisionnelle Multicritère: Formalisation et implémentation informatique*.
- González-Martín, J., García-García, J.M., Anibarro, L., Vidal, R., Esteban, J., Blanquer, R., Moreno, S., Ruiz-Manzano, J., 2010. Documento de consenso sobre diagnóstico, tratamiento y prevención de la tuberculosis. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica* 28, 297-e1. <https://doi.org/10.1016/j.eimc.2010.02.006>
- Goria, S., Stempflet, M., de Crouy-Chanel, P., 2011. *Introduction aux méthodes statistiques et aux systèmes d'information géographique en santé environnement–Application aux études écologiques*. Saint-Maurice: Institut de veille sanitaire 35.
- Guerrien, M., 2003. L'intérêt de l'analyse en composantes principales (ACP) pour la recherche en sciences sociales. Présentation à partir d'une étude sur le Mexique. *Cahiers des Amériques latines* 181–192. <https://doi.org/10.4000/cal.7364>
- Guis, H., Gély, M., Moiroux, N., Tran, A., 2010. Utilisation des systèmes d'information géographique en épidémiologie:[Annexe (n° 2 en doc attaché)].
- Habibi, Y., Guellouh, S., Filali, A., Berchiche, R., 2020. Analysis of social resilience to the novel coronavirus (covid-19) in algeria. *Geomatics, Landmanagement and Landscape* 19–29.

## BIBLIOGRAPHIE

---

- Hamzaoui, G., Amro, L., Sajjai, H., Serhane, H., Moumen, N., Ennezari, A., Yazidi, A.A., 2014. Lymph node tuberculosis: epidemiology, diagnostic and therapeutic aspects, about 357 cases. *The Pan African Medical Journal* 19, 157–157. <https://doi.org/10.11604/pamj.2014.19.157.4916>
- Harling, G., Castro, M.C., 2014. A spatial analysis of social and economic determinants of tuberculosis in Brazil. *Health & place* 25, 56–67. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2013.10.008>
- Harling, G., Ehrlich, R., Myer, L., 2008. The social epidemiology of tuberculosis in South Africa: a multilevel analysis. *Social science & medicine* 66, 492–505. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2007.08.026>
- Harshey, R., Ramakrishnan, T., 1977. Rate of ribonucleic acid chain growth in *Mycobacterium tuberculosis* H37Rv. *Journal of bacteriology* 129, 616–622.
- HASSAINE, M., 2014. État des lieux et prévalence de la tuberculose extrapulmonaire à la ville d'Oujda entre 2003 et 2010 (Thèse de doctorat en pharmacie). Rabat.
- HASSANI, D., LAALOUANI, I., 2013. TUBERCULOSE PULMONAIRE DE L'ADULTE dans la ville de Béjaia (Thèse de doctorat en médecine). Université Bejaia, Algérie.
- Hassarangsee, S., Tripathi, N.K., Souris, M., 2015. Spatial pattern detection of tuberculosis: a case study of Si Sa Ket Province, Thailand. *International journal of environmental research and public health* 12, 16005–16018. <https://doi.org/10.3390/ijerph121215040>
- Hoffner, S., Hadadi, M., Rajaei, E., Farnia, P., Ahmadi, M., Jaberansari, Z., Velayati, A.A., others, 2018. Geographic characterization of the tuberculosis epidemiology in iran using a geographical information system. *Biomedical and Biotechnology Research Journal (BBRJ)* 2, 213. [https://doi.org/10.4103/bbrj.bbrj\\_72\\_18](https://doi.org/10.4103/bbrj.bbrj_72_18)
- Houti, L., Chougrani, S., 2009. La transition épidémiologique en Algérie. *Les cahiers du CRASC* 19, 73–93.
- Ifficene, M., Kaïdi, S., Khechiba, M.-M., Yala, D., Boulahbal, F., 2015. Genetic diversity of *Mycobacterium tuberculosis* strains isolated in Algeria: Results of spoligotyping. *International journal of mycobacteriology* 4, 290–295. <https://doi.org/10.1016/j.ijmyco.2015.06.004>
- INSP, 2000. situation épidémiologique de l'année (2000-2017) sur la base des cas déclarés à L'I.N.S.P. Algérie: Relevés Epidémiologiques Mensuels Algérie REM, Vol XI - XXVIII, annuel 2000-2017. Institution national de santé, Algérie.
- Jean, É., 2017. L'analyse factorielle et son utilisation dans l'examen des phénomènes sociocomportementaux: quelques clarifications méthodologiques. *Revue Organisations & territoires* 26, 145–149. <https://doi.org/10.1522/revueot.v26i1-2.204>

## BIBLIOGRAPHIE

---

- Josse, J., Husson, F., others, 2009. Gestion des données manquantes en analyse en composantes principales. *Journal de la société française de statistique* 150, 28–51.
- Jost, M., Rüegger, M., Zellweger, J., Shang, H., Cartier, B., Gutzwiller, A., 2001. Tuberculose dans le cadre professionnel-Risques et prévention. *SuvaPro*, 82 p.
- Kabaka, P.I., 2020. La gestion internationale de l'épidémie du coronavirus COVID 19 en 2020. Analyse des conséquences socio-économiques et juridiques d'une atteinte à la santé publique mondiale.
- Kaiser, H.F., 1970. A second generation little jiffy. *Psychometrika* 35, 401–415. <https://doi.org/10.1007/BF02291817>
- Kaiser, H.F., 1958. The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis. *Psychometrika* 23, 187–200. <https://doi.org/10.1007/BF02289233>
- Kalla, M.I., 2018. Géomatique et modélisation du risque géo épidémiologique (PhD Thesis). Université des sciences et de la technologie Houari Boumediène., Alger, Algérie.
- Kalla, M.I., Gettouche, M.S., 2017. Using geomatics for assessing vulnerability to cutaneous leishmaniasis. Application to the Wilaya of Batna (Algeria). *International Journal of GEOMATE* 13, 9–15. <https://doi.org/10.21660/2017.40.25868>
- Khalidi, N., Atmani, S., Azibi, F.P., 2012. ENQUETE EPIDEMIOLOGIQUE SUR LA TUBERCULOSE DANS LA REGION DE KHERRATA (Mémoire de Master). Université Abderrahmane Mira, Bejaia, Algérie.
- Koudou, A., Kouamé, K.A., Niamké, K.H., Kouamé, K.F., Saley, M.B., Adja, M.G., 2015. Contribution de l'Analyse en Composantes Principales à la régionalisation des pluies du bassin versant du N'zi, Centre de la Côte D'Ivoire. *Rev. Ivoir. Sci. Technol* 26, 156–172.
- Labie, D., 2007. Résistances de *Mycobacterium tuberculosis*. *médecine/sciences* 23, 205–209. <https://doi.org/10.1051/medsci/2007232205>
- Lagrange, P.H., Wargnier, A., Herrmann, J.-L., 2000. Ré-émergence de la tuberculose et multirésistance du bacille de Koch. *Médecine/Sciences* 16, 900–904.
- LAHMAR, B., 2021. Analyse de la fonction sanitaire dans la ville de Batna dans une perspective de gestion de crise majeure. Approche par SIG (PhD Thesis). Université de Batna 2, Algérie.
- Lahmar, B., Dridi, H., Akakba, A., 2021. Territorial health approach outputs of geo-governance of health facilities: case study of Batna, Algeria. *GeoJournal* 86, 2305–2319.
- LAMRI, Y. salaheddine, 2013. Etude épidémiologique de La tuberculose pulmonaire (Thèse de doctorat en médecine). Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen, Algérie.

## BIBLIOGRAPHIE

---

- Laouini, I., Mejri, I., Naceur, I., Loukil, M., Bouzaidi, K., Ghrairi, H., 2018. Facteurs de risque et diagnostic de la tuberculose: étude prospective sur 130 cas. *Revue des Maladies Respiratoires* 35, A170.
- Le Minor, L., Veron, M., 1989. Bactériologie médicale. Les entérobactéries: Salmonella. Flammarion. Médecine. Sciences Edition, Paris, 2ème Edition. p: 411 427.
- Le Roux, B., 2014. Chapitre 6. Analyse en composantes principales. *Psycho Sup* 143–178.
- Lebart, L., Morineau, A., Piron, M., 1995. Statistique exploratoire multidimensionnelle. Dunod, Paris.
- Lemaitre, N., 2016. Le Retour De La Tuberculose.
- LEROY, A., LIBOUREL, F., 2006. Les premiers pas de la vaccination ... Présentation des travaux de D. Bernoulli sur l'épidémie de la petite vérole. Académie Orléans Tours, Université d'été de Saint-Flour.
- Lévesque, C., Radu, I., Tran, N., 2018. REVUE DE LITTÉRATURE SANTÉ Thème: la tuberculose Aperçu de la situation au Nunavik. Institut national de la recherche scientifique, Centre Urbanisation Culture Société.
- Lhome, S., Serre, D., Diaby, Y., Laganier, R., 2010. Résilience urbaine et réseaux techniques: une approche par l'analyse spatiale pour une évaluation possible de la résilience urbaine. Séminaire «Résilience urbaine».
- Lienhardt, C., 2011. La tuberculose dans le monde aujourd'hui: enjeux, recherche et perspectives. *Santé internationale: Les enjeux de santé au Sud*. Paris: Presses de Sciences Po 59–74. <https://doi.org/10.3917/scpo.kerou.2011.01.059>
- Locht, C., 2016. La tuberculose, une histoire toujours d'actualité. *médecine/sciences* 32, 535–6. <https://doi.org/10.1051/medsci/20163206001>
- Lönnroth, K., Holtz, T., Cobelens, F., Chua, J., van Leth, F., Tupasi, T., Williams, B., 2009. Inclusion des informations sur les facteurs de risque, le statut socio-économique et le recours aux soins dans une enquête de prévalence de la tuberculose. *INT J TUBERC LUNG DIS* 13, 171–176.
- López Ávalos, G.G., Prado Montes de Oca, E., 2012. Classic and new diagnostic approaches to childhood tuberculosis. *Journal of Tropical Medicine* 2012, 12p. <https://doi.org/10.1155/2012/818219>
- Loto, O.M., Awowole, I., 2012. Tuberculosis in pregnancy: a review. *Journal of pregnancy* 2012. <https://doi.org/doi:10.1155/2012/379271>.
- Ly, A., 2012. Cancers et autres maladies non transmissibles: vers une approche intégrée de santé publique. *Journal Africain du Cancer/African Journal of Cancer* 4, 137–139.



## BIBLIOGRAPHIE

---

- MacNeil, A., Glaziou, P., Sismanidis, C., Date, A., Maloney, S., Floyd, K., 2020. Global epidemiology of tuberculosis and progress toward meeting global targets—worldwide, 2018. *Morbidity and Mortality Weekly Report* 69, 281–285. <http://dx.doi.org/10.15585/mmwr.mm6911a2>
- Makhloufi, M., Laouar, L., Larbani, B., 2017. Évolution de la situation épidémiologique de la tuberculose dans un secteur sanitaire d'Alger. *Revue des Maladies Respiratoires* 34, A18–A19. <https://doi.org/10.1016/j.rmr.2016.10.040>
- Manneville, P., 1995. La tuberculose en France et au Havre. *Études Normandes* 44, 79–83.
- Mao, Q., Zeng, C., Zheng, D., Yang, Y., 2019. Analysis on spatial-temporal distribution characteristics of smear positive pulmonary tuberculosis in China, 2004–2015. *International Journal of Infectious Diseases* 80, S36–S44. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2019.02.038>
- Mathieu, P., Njoya, I.M., Calba, C., Lepoutre, A., Marc, E., 2019. Épidémiologie de la tuberculose en Île-de-France: une augmentation des cas déclarés en 2016 et en 2017. *Revue de Biologie Médicale/N* 351, 73–79.
- M'boussa, J., Martins, H., ADICOLLE, M.J., Loubaki, F., 1999. L'influence des facteurs socio-culturels sur les abandons du traitement de la tuberculose pulmonaire. *Médecine d'Afrique Noire* 46.
- Meyssonnier, V., 2012. Epidémiologie de la tuberculose et de la résistance aux antituberculeux (PhD Thesis). Université Pierre et Marie Curie-Paris VI.
- MEZENE, M., EL KAMLI, M., EL OURDIRHI, S., 2019. Étude analytique sur la contribution de l'adoption du mode de management par projet dans l'évolution du niveau de la gouvernance du système éducatif Marocain. *International Journal of Management Sciences* 2, 820–836.
- Mjid, M., Cherif, J., Salah, N.B., Toujani, S., Ouahchi, Y., Zakhama, H., Louzir, B., Rhouma, N.M.-B., Beji, M., 2015. Épidémiologie de la tuberculose. *Revue de pneumologie clinique* 71, 67–72. <https://doi.org/10.1016/j.pneumo.2014.04.002>
- Mohamed, S., Rouchdi, M., Bouziani, M., El Idrissi, A., 2017. INTEGRATION DU SIG ET DE L'ANALYSE HIERARCHIQUE MULTICRITERE POUR L'AIDE DANS LA PLANIFICATION URBAINE: ETUDE DE CAS DE LA PROVINCE DE KHEMISSET, MAROC. *Papeles de Geografía* 71–90. <https://doi.org/DOI:10.6018/geografia/2017/280211>
- MOKHTARI, S., BRAHIM, Y.A., 2017. Application de la méthode d'analyse multicritère hiérarchique pour la quantification de perte en sol dans un sous-bassin montagnard-haute vallée de Tifnoute (Haut Atlas marocain). *Geo-Eco-Trop* 41, 493–502.
- Monographie de Batna, 2019. Monographie de la Wilaya de Batna. Direction de la Programmation Et du Suivi Budgétaires (DPSB) 2019.

## BIBLIOGRAPHIE

---

Monographie de Batna, 2017. Monographie de la Wilaya de Batna. Direction de la Programmation Et du Suivi Budgétaires (DPSB) 2017.

Monographie de Batna, 2014. Monographie de la Wilaya de Batna. Direction de la Programmation Et du Suivi Budgétaires (DPSB) 2014.

Monographie de Batna, 2006. Monographie de la Wilaya de Batna.

Montil, H., Avril, L., Dabernat, H., Denis, F., 1992. Bactériologie clinique 2 ème édition. Ellipes, Paris.

Mostefaoui, A., 2017. Conception d'une base de données décisionnelle (PhD Thesis). UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF M'SILA: FACULTE DES MATHEMATIQUES ET DE L ... , Algérie.

Mouhoub, W.A., 2020. Profil épidémiologique de la tuberculose dans une wilaya de l'est d'Algérie. *Revue des Maladies Respiratoires Actualités* 12, 268. <https://doi.org/10.1016/j.rmra.2019.11.609>

Mouissi, S., Alayat, H., 2016. Utilisation de l'analyse en composantes principales (ACP) pour la caractérisation physico-chimique des eaux d'un écosystème aquatique: Cas du Lac Oubéira (Extrême NE Algérien)[Use of the principal component analysis (PCA) for physico-chemical characterization of an aquatic ecosystem waters: Case of Oubeira Lake (Extreme Northeastern Algeria)]. *Journal of Materials and Environmental Science* 7, 2214–2220.

Muca, M., Puka, L., Bani, K., Shahu, E., 2013. Principal components and the maximum likelihood methods as tools to analyze large data with a psychological testing example. *European Scientific Journal* 9, 176–184.

Müller, B., Dürr, S., Alonso, S., Hattendorf, J., Laisse, C.J., Parsons, S.D., Van Helden, P.D., Zinsstag, J., 2013. Zoonotic Mycobacterium bovis-induced tuberculosis in humans. *Emerging infectious diseases* 19, 899–908. <https://doi.org/doi: 10.3201/eid1906.120543>

NAFISSA, B., HADDA, D., 2015. ANALYSE ET MODÉLISATION DE LA VULNÉRABILITÉ AUX MALADIES À TRANSMISSION HYDRIQUE DANS L'ESPACE URBAIN DE LA VILLE DE BATNA–NORD-EST ALGERIEN. *Rev. Roum. Géogr* 59, 41–53.

Njanbou, J.R.T., Mayegle, S., Njocke, M., 2020. Les déterminants du risque fiscal: Une étude exploratoire en contexte camerounais. *International Journal of Accounting, Finance, Auditing, Management and Economics* 1, 20–37. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4244217>

Organisation Mondiale de la Santé, 2021. Note d'information de l'OMS: COVID-19: considérations relatives à la prise en charge de la tuberculose, 5 mai 2021.

Organisation Mondiale de la Santé, 2019. Rapport sur la tuberculose dans le monde, 2019.

## BIBLIOGRAPHIE

---

- Organisation Mondiale de la Santé, 2018a. Manuel d'enquête sur les coûts de la tuberculose pour les malades. Genève.
- Organisation Mondiale de la Santé, 2018b. Rapport sur la lutte contre la tuberculose dans le monde, 2018. New York.
- Organisation Mondiale de la Santé, 2016. Rapport sur la lutte contre la tuberculose dans le monde, 2016.
- Organisation Mondiale de la Santé, 2003. Le traitement de la tuberculose : principes à l'intention des programmes nationaux. Genève: Troisième édition. WHO/CDS/TB/2003.313.
- Organisation Mondiale de la Santé, (OMS), 2013. Engage-TB : intégrer les activités communautaires de lutte contre la tuberculose dans le travail des organisations non gouvernementales et des autres organisations de la société civile : manuel de mise en oeuvre. WHO/HTM/TB/2013.10,2013.
- Paegelow, M., 2004. Géomatique et géographie de l'environnement. De l'analyse spatiale à la modélisation prospective (PhD Thesis). Université Toulouse le Mirail-Toulouse II.
- Paradis, A., 2019. Outil pour l'enquête épidémiologique d'un cas de tuberculose. Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Capitale ..., Québec.
- Pascaline, B.V., 2012a. PLACE DE L'EXAMEN DES CRACHATS DANS LE DIAGNOSTIC DE LA TUBERCULOSE PULMONAIRE AU CSB II EKAR IMADY (Thèse de doctorat en médecine). Université d'Antananarivo.
- Pascaline, B.V., 2012b. PLACE DE L'EXAMEN DES CRACHATS DANS LE DIAGNOSTIC DE LA TUBERCULOSE PULMONAIRE AU CSB II EKAR IMADY (Thèse de doctorat en médecine). Université d'Antananarivo.
- PAW phase I, n.d. plan d'aménagement du territoire de la wilaya de Batna (PAW phase I).
- Pearson, K., 1901. LIII. On lines and planes of closest fit to systems of points in space 559–572. <https://doi.org/10.1080/14786440109462720>
- Pelissari, D.M., Diaz-Quijano, F.A., 2017. Household crowding as a potential mediator of socioeconomic determinants of tuberculosis incidence in Brazil. PLoS One 12, e0176116. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0176116>
- Pereira, A.G.L., Medronho, R. de A., Escosteguy, C.C., Valencia, L.I.O., Magalhães, M. de A.F.M., 2015. Spatial distribution and socioeconomic context of tuberculosis in Rio de Janeiro, Brazil. Revista de saude publica 49, 48. <https://doi.org/10.1590/S0034-8910.2015049005470>
- Piton, G., Philippe, F., Tacnet, J.-M., Gourhand, A., 2018. Aide à la décision par l'application de la méthode AHP (Analytic Hierarchy Process) à l'analyse multicritère des stratégies

## BIBLIOGRAPHIE

---

d'aménagement du Grand Büech à la Faurie. *Sciences Eaux Territoires* 54–57. <https://doi.org/10.3917/set.026.0054>

Pituch, K.A., Stevens, J.P., 2015. *Applied multivariate statistics for the social sciences: Analyses with SAS and IBM's SPSS*, Sixth edition. ed. Routledge, NEW YORK and LONDON.

PNLT, 2011. *Manuel de la lutte antituberculeuse à l'usage des personnels médicaux*. Edition 2011, Le Ministère de la Santé, de la Population et de la Réforme Hospitalière-Direction de la Prévention, Algérie.

Podeme Kimonde, N., 2008. Niveau de connaissance de la population du quartier Ngombe-Kinkusa sur les mesures préventives de la Tuberculose. Université Pedagogique Nationale., CONGO.

Provitolo, D., 2009. Vulnérabilité et résilience: géométrie variable des deux concepts. séminaire résilience de l'ENS.

Pruvost, P., Rivalan, B., 2014. Du risque transfrontalier vers une nécessaire réponse sanitaire et sociale communautaire: l'exemple de la tuberculose multi-résistante. *Humanitaire. Enjeux, pratiques, débats* 52–59.

Quenault, B., 2013. Du double affrontement ontologique/axiologique autour de la résilience aux risques de catastrophe: les spécificités de l'approche française. *VertigO-la revue électronique en sciences de l'environnement* 13. <https://doi.org/10.4000/vertigo.14510>

QUESNEL-BARBET, A., DUFOSSEZ, F., SOURIS, M., DELERUE, D., HANSSKE, A., 2016. Géomatique en santé et applications dans le nord de la France. *Techniques de l'ingénieur Technologies biomédicales*. <https://doi.org/10.51257/a-v1-med4000>

Rajotte, T., 2019. Les méthodes d'analyse en recherche quantitative: une introduction aux principaux outils disponibles pour le chercheur. *Revue Francophone de Recherche en Ergothérapie* 5, 103–110. <https://doi.org/10.13096/rfre.v5n1.132>

Ramos, A., Cunha, L., Cunha, P.P., 2014. Application de la Méthode de l'Analyse Multicritère Hiérarchique à l'étude des glissements de terrain dans la région littorale du centre du Portugal: Figueira da Foz–Nazaré. *Geo-Eco-Trop* 38, 33–44.

Randriantiana, M., 2014. *Analyse épidémiologique de la tuberculose pulmonaire à bacilloscopie positive au TPLA 67Ha et suivi de traitement (Thèse de Médecine.)*. Université d'ANTANANARIVO.

Randriatsarafara, F.M., Vololonarivelo, B.E.E., Rabemananjara, N.N.G., Randrianasolo, J.B.O., Rakotomanga, J. de D.M., Randrianarimanana, V.D., 2014. Facteurs associés à la tuberculose chez l'enfant au Centre Hospitalier Universitaire Mère-Enfant de Tsaralalàna, Antananarivo: une étude cas-témoins. *The Pan African Medical Journal* 19.

## BIBLIOGRAPHIE

---

- Ratovonirina, N.H., 2017. Etudes descriptive, épidémiologique, moléculaire et spatiale des souches *Mycobacterium tuberculosis* circulant à Antananarivo, Madagascar (PhD Thesis). Université Paris-Saclay; Université d'Antananarivo; Institut Pasteur (Tananarive).
- Reyes, A., Hernández, M., Delpiano, L., Izquierdo, G., Cofré, F., Aravena, M., Labraña, Y., Sandoval, A., others, 2020. Tuberculosis: a challenge in newborn care and how to deal with it. Update document. *Revista Chilena de Infectología: Organo Oficial de la Sociedad Chilena de Infectología* 37, 51–63. <https://dx.doi.org/10.4067/s0716-10182020000100051>
- Rimba, A.B., Setiawati, M.D., Sambah, A.B., Miura, F., 2017. Physical flood vulnerability mapping applying geospatial techniques in Okazaki City, Aichi Prefecture, Japan. *Urban Science* 1, 7.
- Saaty, R.W., 1987. The analytic hierarchy process—what it is and how it is used. *Mathematical modelling* 9, 161–176. [https://doi.org/10.1016/0270-0255\(87\)90473-8](https://doi.org/10.1016/0270-0255(87)90473-8)
- Saaty, T.L., 2008. Decision making with the analytic hierarchy process. *Int. J. Services Sciences* 1, 83.
- Santécool, 2017. Tuberculose et antibiorésistance : des chercheurs lillois inventent un nouveau prototype de médicament.
- Saporta, G., Niang, N., 2003. Analyse en composantes principales, in: Govaert, G. (Ed.), *Analyse Des Données*. Hermes, Paris, pp. 19–42.
- Sauvagnargues, S., 2019. Prise de décision en situation de crise: recherche et innovations pour une formation optimale. ISTE Group.
- Shaweno, D., Karmakar, M., Alene, K.A., Ragonnet, R., Clements, A.C., Trauer, J.M., Denholm, J.T., McBryde, E.S., 2018. Methods used in the spatial analysis of tuberculosis epidemiology: a systematic review. *BMC medicine* 16, 1–18. <https://doi.org/doi: 10.1186 / s12916-018-1178-4>
- Siddayao, G.P., Valdez, S.E., Fernandez, P.L., 2014. Analytic hierarchy process (AHP) in spatial modeling for floodplain risk assessment. *International Journal of Machine Learning and Computing* 4, 450. <https://doi.org/DOI: 10.7763/IJMLC.2014.V4.453>
- Sidhom, M., Gamara, D., Ben Kheder, A., Beji, M., Bouacha, H., Haltiti, R., Hamzaoui, A., Tritar, F., Slim, L., Zarrouk, M., Hili, K., Fourati, R., Chouchene, R., Blanco, I., Ben Mansour, S., Mejti, A., 2011. Guide De Prise En Charge De La Tuberculose PNLT 2011, Programme National de Lutte contre la Tuberculose en Tunisie, 2011. Tunisie.
- Snouber, A., 2014. Programme National de Lutte Contre la Tuberculose. Le Ministère de la Santé, de la Population et de la Réforme Hospitalière-Direction de la Prévention-Algérie.
- SOURIS, M., 2016. Analyse spatiale pour l'épidémiologie et la géographie de la santé. Techniques de l'ingénieur Électronique, robotique et TIC pour la santé. <https://doi.org/10.51257/a-v1-med4001>

## BIBLIOGRAPHIE

---

- Souza, W., Ximenes, R., Albuquerque, M., Lapa, T., Portugal, J., Lima, M., Martelli, C., 2000. The Use of Socioeconomic Factors in Mapping Tuberculosis Risk Areas in a City of Northeastern Brazil. *Revista panamericana de salud publica= Pan American journal of public health* 8, 403–410. <https://dx.doi.org/10.1590/s1020-49892000001100005>
- Sun, W., Gong, J., Zhou, J., Zhao, Y., Tan, J., Ibrahim, A.N., Zhou, Y., 2015. A spatial, social and environmental study of tuberculosis in China using statistical and GIS technology. *International journal of environmental research and public health* 12, 1425–1448. <https://doi.org/10.3390/ijerph120201425>
- Tabachnick, B.G., Fidell, L. s, 2013. Using Multivariate Statistics (Sixth edition), in: Using Multivariate Statistics (Sixth Edition). Boston, MA, p. Chapter (13), 612-680.
- Taglioni, F., Dehecq, J.-S., 2009. L'environnement socio-spatial comme facteur d'émergence des maladies infectieuses. Le chikungunya dans l'océan Indien. *EchoGéo*. <https://doi.org/10.4000/echogeo.11168>
- Toujani, S., Salah, N.B., Cherif, J., Mjid, M., Ouahchy, Y., Zakhama, H., Daghfous, J., Beji, M., Rhouma, N.M.-B., Louzir, B., 2015. La primo-infection et la tuberculose pulmonaire. *Revue de Pneumologie clinique* 71, 73–82. <https://doi.org/10.1016/j.pneumo.2015.02.001>
- Traore, M., 2010. Evaluation de la prise en charge de la Tuberculose dans le district Sanitaire de segou (Thèse de Médecine.). Université de BAMAKO, Mali.
- Underner, M., Perriot, J., Peiffer, G., Jaafari, N., 2020. COVID-19, tuberculosis and induced mortality. *Revue des Maladies Respiratoires* 37, 836–838. <https://doi.org/DOI:10.1016/j.rmr.2020.09.006>
- Urbani, D., 2006. Elaboration d'une approche hybride SMA-SIG pour la définition d'un système d'aide à la décision; application à la gestion de l'eau (PhD Thesis). Université Pascal Paoli.
- Vachon, J., Gallant, V., Siu, W., 2018. Can we eliminate tuberculosis?: Tuberculosis in Canada, 2016. *Canada Communicable Disease Report* 44, 75. <https://doi.org/10.14745/ccdr.v44i34a01>
- Van Vooren, J.-P., Schepers, K., Wanlin, M., 2010. La tuberculose pulmonaire. *Revue médicale de Bruxelles* 31, 260–266.
- Vanara, N., Huet, C., Payet, N., Pech, P., Goeldner-Gianella, L., 2014. Environnement et géomatique: des métiers en mutation. *EchoGéo*. <https://doi.org/10.4000/echogeo.13790>
- Vanina, G., 2006. Combiner analyse spatiale et épidémiologie pour l'aide à la décision dans la lutte contre la tuberculose en Guyane française (Thèse de doctorat.). Citeseer, Institut Pasteur, Paris.
- Vaughan, J.P., Morrow, R.H., Organization, W.H., others, 1991. Manuel d'épidémiologie pour la gestion de la santé au niveau du district. Genève: Organisation mondiale de la Santé.

## BIBLIOGRAPHIE

---

- Villeroy de Galhau, F., 2015. Le financement de l'investissement des entreprises. Rapport au Premier Ministre.
- Wang, T., Xue, F., Chen, Y., Ma, Y., Liu, Y., 2012. The spatial epidemiology of tuberculosis in Linyi City, China, 2005–2010. *BMC public health* 12, 1–8. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-12-885>
- World Health Organization, 2021. Rapport mondial sur la tuberculose 2021. Geneva.
- World Health Organization, 2020. Global tuberculosis report 2020. World Health Organization, Geneva.
- World Health Organization, 2011. Global tuberculosis control: WHO report 2011.
- Yazdani-Charati, J., Mahaki, B., Ahmadi-Basiri, E., 2017. Identification of High and Low-Risk Areas of Tuberculosis in Lorestan Province, West of Iran. *Tanaffos* 16, 270.
- Yombi, J.C., Olinga, U., 2015. La tuberculose: épidémiologie, aspect clinique et traitement. *Louvain med* 134, 549–559.
- Yonkeu, S., Maïga, A., Wethé, J., Mampouya, M., Maga, G., 2003. Conditions socio-économiques des populations et risques de maladies: Le bassin versant du barrage de Yitenga au Burkina Faso. *Vertigo-la revue électronique en sciences de l'environnement* 4.
- Younsi, F.Z., 2016. Mise en place d'un Système d'Information Décisionnel pour le Suivi et la Prévention des Epidémies (PhD Thesis). Université Lumière Lyon 2, FRANCE.
- Zehani, D., 2017. LA RECRUESCENCE DE LA TUBERCULOSE DANS LE MONDE. DIAGNOSTIC DE LA MALADIE PAR L'EXAMEN MICROSCOPIQUE DES CRACHATS A L'AIDE DE LA COLORATION DE ZIEHL NEELSEN. Université Frères Mentouri Constantine, Algérie.
- Zink, A.R., Sola, C., Reischl, U., Grabner, W., Rastogi, N., Wolf, H., Nerlich, A.G., 2003. Characterization of Mycobacterium tuberculosis complex DNAs from Egyptian mummies by spoligotyping. *Journal of clinical microbiology* 41, 359–367. <https://doi.org/DOI:10.1128/JCM.41.1.359-367.2003>
- Zoghliami, A., 2013. Modélisation et conception de systèmes d'information géographique gérant l'imprécision (PhD Thesis). Paris 8, FRANCE.

**RESUME :** De nombreuses maladies épidémiologiques, en particulier celles ayant un caractère transmissible, occupent une place prépondérante dans les grands enjeux des sociétés, en raison de leur effet mortel et de leur vitesse de diffusion. La Wilaya de Batna compte parmi les plus touchées en Algérie par de nombreuses maladies épidémiologiques notamment la Tuberculose, ce qui soulève des questions sur les liens éventuels de causalité entre cette maladie contagieuse et souvent mortelle et la réalité environnementale et socio-économique de ce territoire. Nous nous sommes appuyés sur un certain nombre de facteurs, couvrants les aspects économiques, sociétaux et sanitaires, qui constituent des indicateurs sur le niveau de vie de chacune des 61 communes de la Wilaya de Batna. La mise en relation de l'état épidémiologique de la tuberculose dans ces communes avec ces indicateurs, a montré des corrélations significatives et confirme ainsi la fiabilité dans le choix des paramètres de vulnérabilité à la tuberculose. Pour appréhender leur interaction et leur impact sur la maladie et sa répartition spatiale, nous avons utilisé la méthode d'analyse multicritère hiérarchique (AHP) puis la méthode d'analyse statistique (ACP) dont les résultats ont été implémentés dans une base de données SIG. Le but était de fournir aux décideurs de la santé et du territoire un outil d'aide à la décision. Les résultats montrent que la répartition spatiale des cas de la tuberculose qui est réapparue dans la wilaya de Batna après son éradication depuis des années est en bonne corrélation avec la situation socio-économique de chaque commune du territoire et confirment que ce fléau de la tuberculose est intimement lié à la dégradation des conditions de vie des habitants, et consolide son attribut de « Maladie de la pauvreté ».

**Mots-clés :** Batna, Tuberculose, SIG, Vulnérabilité, AHP, ACP, Composante principale, socio-économique Environnement, Pauvreté.

**ABSTRACT:** Many epidemiological diseases, particularly those of a transmissible nature, occupy a prominent place in the major issues of societies, because of their lethal effect and their speed of spread. The Wilaya of Batna is among the most affected in Algeria by many epidemiological diseases, particularly tuberculosis, which raises questions about the possible causal links between this contagious and often fatal disease and the environmental and socio-economic reality of this territory. We based our study on a number of factors, covering economic, societal and health aspects, which constitute indicators of the standard of living in each of the 61 communes of the Wilaya of Batna. The relationship between the epidemiological state of tuberculosis in these communes and these indicators showed significant correlations and thus confirmed the reliability of the choice of tuberculosis vulnerability parameters. To understand their interaction and impact on the disease and its spatial distribution, we used the hierarchical multi-criteria analysis (MCA) method and then the statistical analysis method (PCA), the results of which were implemented in a GIS database. The aim was to provide health and territorial decision-makers with a decision-making tool. The results show that the spatial distribution of tuberculosis cases, which reappeared in the wilaya of Batna after its eradication years ago, is well correlated with the socio-economic situation of each commune of the territory and confirms that this scourge of tuberculosis is closely linked to the degradation of the living conditions of the inhabitants, and consolidates its attribute of "Disease of poverty".

**Keywords:** Batna, Tuberculosis, GIS, Vulnerability, AHP, PCA, Principal component, socio-economic, Environment, Poverty.

**المخلص :** تحتل العديد من الأمراض الوبائية ، ولا سيما تلك التي لها طابع قابل للانتقال ، مكانة مهيمنة في الرهانات الكبيرة للشركات ، بسبب تأثيرها المميت وسرعة انتشارها. ولاية باتنة هي واحدة من أكثر المناطق تضررا في الجزائر من العديد من الأمراض الوبائية ، ولا سيما مرض السل ، مما يثير تساؤلات حول الروابط السببية المحتملة بين هذا المرض المعدي والقاتل في كثير من الأحيان والواقع البيئي والاجتماعي والاقتصادي لهذه المنطقة. اعتمدنا على عدد من العوامل التي تغطي الجوانب الاقتصادية والاجتماعية والصحية ، والتي تشكل مؤشرات لمستوى المعيشة لكل من 61 بلدية في ولاية باتنة. وقد أظهر ربط الحالة الوبائية لمرض السل في هذه البلديات بهذه المؤشرات ارتباطات ذات دلالة إحصائية ، وبالتالي تأكيد الموثوقية في اختيار معايير التعرض لمرض السل. لفهم تفاعلهم وتأثيرهم على المرض وتوزيعه المكاني، استخدمنا طريقة التحليل الهرمي متعدد المعايير ثم طريقة تحليل المكونات الرئيسية، والتي تم تنفيذ نتائجها في قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية. والهدف من ذلك هو تزويد صانعي القرار الصحيين والإقليميين بأداة لصنع القرار. أظهرت النتائج أن التوزيع المكاني لحالات السل التي عاودت الظهور في ولاية باتنة بعد استئصالها لسنوات ، يرتبط ارتباطاً وثيقاً بالوضع الاجتماعي والاقتصادي لكل بلدية في الإقليم ، وتؤكد أن أفة السل مرتبطة ارتباطاً وثيقاً إلى تدهور الأحوال المعيشية للسكان ، وترسيخ صفة مرض الفقر

**الكلمات المفتاحية:** باتنة ، السل ، نظام المعلومات الجغرافية ، الضعف ، التحليل الهرمي متعدد المعايير ، تحليل المكون الرئيسي ، المكون الرئيسي، البيئة الاجتماعية والاقتصادية ، الفقر.