



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة زيان عاشور-الجلفة
Université Ziane Achour –Djelfa
كلية علوم الطبيعة والحياة
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie



Mémoire de fin d'étude
EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER ACADEMIQUE EN
GEOGRAPHIE ET AMENAGEMENT DU TERRITOIRE
Option: Villes, Dynamique spatiale et gestion

:Thème

**Elaboration d'un Système d'information géographique pour la gestion de
la pandémie Covid-19 dans le secteur sanitaire de Djelfa**

Présenté par: Akhdari Aimen Mohamed

Devant le jury :

.Mr : DJADAOUI Farid.....Président
.....Mr : SEHL Boudjemaa Promoteur.
.Mr : BEN KHALIF Ammar.....Examineur

**Année universitaire
2021/2022**

Remerciements

Je remercie Dieu tout puissant de m'avoir donné l'audace pour finir ce modeste travail.

Mes remerciements vont particulièrement :

A mon Promoteur Monsieur **SEHL BOUDJEMAA**, qui m'a guidé tout au long du parcours de réalisation de ce travail et à ses connaissances exemplaires qui m'ont permis de mieux comprendre ce modeste travail.

A Monsieur **HACHI YAHIA** pour avoir eu le privilège de bénéficier de ses expériences.

Mes remerciements vont pour ceux et celles qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

Dédicaces

Je dédie ce mémoire:

A mes chers Parents qui ont sacrifié toute leur vie pour me voir réussir.

A ma sœur qui s'est assurée d'être là pour moi chaque fois que j'ai besoin d'elle.

A toute ma famille.

A tous mes professeurs.

A tous mes amis et collègues.

De tout mon cœur, merci.

Tableau des matières

INTRODUCTION GENERALE :	1
Chapitre 01 : Présentation de la zone d'étude	
1. CADRE PHYSIQUE	2
1.1. LE RELIEF.....	2
1.1.1. Les Hautes Plaines.....	2
1.1.2. L'Atlas saharien des Ouled Nail.....	3
1.1.3. La plate-forme saharienne.....	3
1.2. LA GÉOLOGIE.....	4
1.3. LA LITHOLOGIE.....	4
1.3.1. Les Hautes Plaines.....	5
1.3.2. L'atlas saharien.....	5
1.3.3. La plate forme saharienne.....	6
1.4. LE CLIMAT.....	7
1.4.1. La pluviométrie.....	7
1.4.2. La température.....	8
1.4.3. La gelée.....	8
1.4.4. Les vents.....	8
1.4.5. La neige.....	9
1.4.6. Synthèse climatique.....	9
2. LA POPULATION	10
2.1. LA SITUATION DÉMOGRAPHIQUE ACTUELLE (RGPH2008).....	10
2.2. EVOLUTION DE LA POPULATION ENTRE 1987 ET 2008.....	11
2.3. EVOLUTION DE LA POPULATION PAR DISPERSION.....	13
2.4. EVOLUTION TOTALE DE LA POPULATION PAR COMMUNE.....	13
2.5. EVOLUTION DE LA POPULATION NOMADE.....	15
2.6. RÉPARTITION DE LA POPULATION PAR ÂGE ET PAR SEXE.....	17
2.7. MIGRATIONS.....	19
2.7.1. Flux migratoires inter-wilayas.....	19
2.7.2. Migration interne.....	20
3. LES ÉQUIPEMENTS SANITAIRES	21
3.1. LES INFRASTRUCTURES SANITAIRES.....	22
3.1.1. Les Hôpitaux.....	22
3.1.2. Les Polycliniques.....	23
3.1.3. Les centres de Santé.....	23
3.1.4. Les salles de soins.....	24
3.2. L'ENCADREMENT MÉDICAL.....	25
3.2.1. Les Médecins.....	25
3.2.2. Les Dentistes.....	26
3.2.3. Le personnel paramédical.....	27

Chapitre 02 : Approche Théorique

1. LES CONCEPTS DE BASE.....	28
1.2. LES SYSTÈMES DE GESTION DE BASES DE DONNÉES (SGBD).....	28
1.3. LES SGBD RELATIONNELLES OU SGBD SQL.....	28
1.3.1. Contraintes d'intégrité des données:.....	29
1.3.2. CONTRAINTE DE NON-REDONDANCE DES DONNÉES:.....	29
1.4. LES TYPES D'ARCHITECTURE LOGICIELLE D'UN SIGWEB.....	30
1.5. LA DIFFUSION DE L'INFORMATION GÉOSPATIALE.....	31
1.6. LES FORMATS DE BASES DE DONNÉES EMBARQUÉES.....	34
1.7. LES SERVEURS CARTOGRAPHIQUES.....	35
1.8. LES INTERFACES CLIENT DES SIGWEB.....	37
1.9. L'EXTRACTION, LA TRANSFORMATION ET LE CHARGEMENT DES DONNÉES.....	39
2. COVID-19.....	40
2.1. TEST MOLÉCULAIRE ET TEST SÉROLOGIQUE.....	40
2.2. TRANSMISSION DU COVID-19.....	40
2.3. PRÉVALENCE DU COVID-19.....	41
2.4. ESSAI CLINIQUE SOLIDARITÉ DE TRAITEMENTS CONTRE LA COVID-19.....	43
2.5. LES PATIENTS DU COVID-19 SOIGNÉS À DOMICILE.....	43

Chapitre 03 : Elaboration du système d'information de suivi de la Covid-19

INTRODUCTION.....	45
1. DONNEES UTILISEES.....	46
2. DONNÉES ATTRIBUTAIRES.....	46
3. CREATION DE LA TABLE POSTGRESQL / POSTGIS DES CAS DE CORONAVIRUS.....	46
4. DONNEES SPATIALES :.....	47
5. DONNEES LOCALES :.....	47
7. DONNEES DU WEB :.....	48
8. HOMOGENEISATION DES DONNEES :.....	48
9. IMPORTATION DES DONNEES DANS POSTGRESQL (POSTGIS) :.....	48
10. IMPORT QUOTIDIEN DES DONNEES DU CORONAVIRUS DANS LA BASE DE DONNEES.....	48
11. IMPORTATION DES FICHIERS SPATIAUX EN MODE VECTEUR :.....	49
12. PUBLICATION DES DONNEES SUR MAPSTORE:.....	56
CONFIGURATIONS MATÉRIELLES ET LOGICIELLES :.....	56
ACCÈS VIA L'INTRANET OU L'EXTRANET.....	57
AJOUTER UNE COUCHE INDIVIDUELLE DANS MAPSTORE :.....	58
CONCLUSION GENERALE:.....	61

Références bibliographiques

Index

Introduction générale

Introduction générale :

L'avènement de la COVID-19 a mis en vedette l'une des disciplines existantes mais jadis mal connue "la géographie de la santé". Dédiée entre autres à la compréhension des endémies, épidémies et pandémies suivant leur dimension spatiale. Intimement liée aux domaines de la santé publique et de la médecine, la "Géographie de la Santé" concentre les concepts et les catégories sur les populations et les aspects démographiques concernant la santé publique. Elle analyse techniquement et spatialement le territoire tout en intégrant des approches structuralistes, telles que la culture, la sociologie, le bien-être social et une approche critique sur l'emplacement. De ce fait, les technologies SIG se posent comme un outil de prédilection incontournable pour les experts de la géographie de la santé.

L'utilisation du Système d'information géographique comme outil de recherche épidémiologique dans le champ santé environnementale lié aux maladies infectieuses est très peu connu en Algérie. Ce pays a été frappé par de nombreuses épidémies qui ont engendré une grande létalité des personnes. L'Algérie a connue certaines catastrophes naturelles et épidémies (la peste, le choléra, la famine...) qui ont eu des conséquences extrêmement sévères. Actuellement, la COVID-19 constitue un défi international pour la santé publique.

A l'instar des pays du monde cette pandémie est devenue un problème de santé majeur en Algérie. Dans ce cadre, plusieurs actions préventives et curatives ont été mises en place pour faire face à cette pandémie. La réalisation de ces actions nécessite une analyse spatio-temporelle qui permettra aux autorités compétentes et aux services de santé de mieux contrôler et d'atténuer la violence de cette pandémie et de prendre des décisions sur des bases éclairées.

la Wilaya de Djelfa avec sa population qui avoisine 1.600 000 habitants et son vaste territoire de 32 000 Km² est prise comme exemple dans ce présent travail qui vise à identifier les zones à risque et leur hiérarchisation en fonction du degré de risque potentiel dès le début de la propagation de la COVID-19 du 2 mars 2020 jusqu'au 31 décembre 2020 et à améliorer le système de surveillance épidémiologique spatial à l'aide d'un tableau de bord interactif qui cartographie et présente toutes les statistiques disponibles dans l'espace et dans le temps.

Chapitre

01

Présentation
de la zone
d'étude

1. Cadre physique

1.1. Le relief

Malgré les contrastes et les changements marquant la topographie de la wilaya de Djelfa, le relief de cette zone est en général peu accidenté, il sera perçu à travers l'étude des principales composantes morphologiques de cette wilaya, à savoir les Hautes Plaines au nord, l'Atlas saharien des Ouled Nail au centre et la plate-forme saharienne au sud. Chaque ensemble fera l'objet d'une étude détaillée sur la base des atouts et des contraintes que présente chaque secteur.

1.1.1. Les Hautes Plaines

Cette partie est d'une manière générale très monotone, elle se caractérise par des reliefs subhorizontaux se traduisant souvent par des plaines et des dépressions fermées dans lesquelles se sont développés des chotts ou des dayas. Malgré la platitude relative de cette entité, les altitudes sont, en général, élevées, elles varient de 650 à 900m, mais elles restent nettement en dessous des reliefs montagneux de l'Atlas saharien développés au sud de celle-ci.

Quant aux pentes de cette zone, elles restent insignifiantes (inférieures à 5%), mais s'inclinent en général vers les dépressions fermées. Seule la zone d'Aïn Oussera s'incline vers le Nord pour permettre à l'oued Chélif de se déverser en mer. La monotonie de cette zone n'est perturbée que localement, lorsque des reliefs isolés viennent couper cette plaine en plusieurs sous unités. A cet effet, il faut souligner que la présence de deux étroites lignes de reliefs parallèles, orientées E-W, qui sont :

- celle qui relie Ras Nokra(855m) à l'Ouest à Koudiat Seguia(771m) à l'Est en passant par Kef En Nesser (919m) et Koudiat, El Fia (772m),
- celle qui joint le Djebel Gharbi (1133m) à l'Ouest au Djebel Meketsi(1072) à l'Est en passant par Djebel Oukat Chergui (1191m), Djebel Adamia(1122m) et Djebel Fegnouna (1411m).

Ces deux lignes fractionnent les Hautes Plaines de cette wilaya en trois sous bassins:

- celui de Boughzoul-Chahbounia au nord qui constitue la plaine la plus basse des Hautes Plaines (Altitudes variables de 650 à 750m). Ce sous bassin est donc encadré par les reliefs telliens (Ouarsenis-Titteri) du côté nord et par une ligne de reliefs allant de Ras Nokra à l'Ouest à Koudiat Seguia à l'Est où l'altitude varie de 770 à 900m du côté Sud,
- celui de l'oued Touil-Aïn Oussera au centre qui forme la plaine d'Aïn Oussera où l'altitude varie de 750 à 850m. Ce sous bassin est assez homogène et constitue l'essentiel de la plaine d'Aïn Oussera. Celui-ci est limité au nord par les reliefs se trouvant dans l'axe de Ras Nokra et du côté Sud par les reliefs allant de Djebel Gharbi à l'Ouest jusqu'au Djebel Meketsi à l'Est où l'altitude oscille entre 1100 et 1400m.

- celui de la dépression des Zahrez au Sud où l'altitude oscille toujours entre 750 et 850m. Cette dépression, malgré son homogénéité d'ensemble, se caractérise par la présence d'une légère ondulation qui le recoupe en deux sous bassins (Zahrez Chergui à l'Est et Zahrez El Gherbi à l'ouest). Ce sous bassin est cerné au Sud par l'atlas saharien et par les reliefs encadrant le Djebel Meketsi au nord.

1.1.2. L'Atlas saharien des Ouled Naïl

Le relief dans cette zone est le plus élevé de l'ensemble de la wilaya de Djelfa, les altitudes varient de 1000 à 1500m et dominant à la fois la plate-forme saharienne au sud (550m en moyenne) et les Hautes Plaines au Nord (700m en moyenne). Les reliefs dans ce domaine sont très contrastés, ils sont parfois très accidentés, marqués par des versants à forte pente allant de 15 à plus de 25°. Les exemples sont nombreux à travers cette entité montagnarde, comme c'est le cas de Djebel Senalba (1598m), Djebel Sahari (1273) et Djebel Zemra (1179m) au nord et le Djebel Bou Kahil (1404m) et Djebel Es Sbaa (1064m) au sud.

Dans quelques endroits le relief est très peu accidenté et peut même devenir insignifiant, c'est le cas des vallées et des couloirs intramontagneux où les pentes sont très faibles, souvent inférieures à 5°. Ceci montre bien que les contrastes sont nombreux dans cette zone entre les reliefs bien saillants dans les paysages et où l'altitude varie de 1200 à 1500m et les reliefs des couloirs intramontagneux où l'altitude varie de 900 à 1100m. Les couloirs dans cette unité correspondent souvent à des formes d'inversion de relief, avec des combes, formées aux dépens des anticlinaux évidés, et des synclinaux perchés mis en relief grâce au dégagement des anticlinaux. L'alternance des reliefs dans cette zone, entre les formes saillantes (corniches, crêtes, chevrons...) et les formes déprimées, a permis de rendre ce domaine accessible et le transit vers le sud très facile.

1.1.3. La plate-forme saharienne

Il faut souligner d'abord que le relief de cette zone est très monotone, il se caractérise par la platitude remarquable sur l'ensemble de l'étendue de cette entité sub-désertique faisant partie de la bordure sud de la wilaya. Il s'agit d'une zone qui fait partie de la plate-forme saharienne développée au sud de l'accident sud-atlasique où le relief ne présente aucune contrainte majeure à l'aménagement et au développement de ce secteur.

Les altitudes varient ici de 400m au Sud à 700m au Nord, mais peuvent descendre en dessous de 300m dans l'extrémité sud-est de la wilaya. Les pentes sont également insignifiantes et ne présentent aucune contrainte pour l'aménagement et la réalisation des infrastructures. Elles varient en général de 2 à 5° à l'exception des chenaux d'oueds où les talus ou les berges d'oueds, appelés par endroits "krebs", ont parfois une pente supérieure à 10°. Cette zone se caractérise aussi par son inclinaison générale du nord au sud et plus particulièrement du N-W vers le S-E ce qui explique l'orientation générale des principaux cours d'eau, notamment l'oued Djedi qui débouche dans la cuvette du Chott Righ à proximité de Touggourt.

Les cours d'eau de ce secteur se caractérisent par leur encaissement de 3 à 10m suivant les cas, et ce à travers les formations superficielles quaternaires et le Terminal continental et peuvent atteindre le substrat crétacé ou éocène dans un grand nombre de situation, particulièrement dans la zone septentrionale de cette plate-forme. Il est probable que la topographie de cette zone, l'organisation du réseau hydrographique, généralement peu hiérarchisé, et la faiblesse de l'encaissement des oueds soient liées à la tectonique subsidente de cette marge saharienne.

Il reste à souligner enfin que ce secteur est dominé par la présence d'un grand nombre de cuvettes dont le fond est légèrement encaissé dans cette plate-forme saharienne et la plupart sont occupées par des Dayas, par des Chotts ou des Sebkhas.

1.2. La géologie

La géologie de la wilaya de Djelfa s'intègre, dans sa totalité, dans la géologie globale du domaine atlasique et de la marge septentrionale de la plate forme saharienne.

Le passage de l'un à l'autre est souvent net, il est assuré par des reliefs modérés alignés le long de l'accident Sud atlasique appelés zone de piémont ou zone de relais entre l'atlas saharien et la plate forme saharienne. La présence d'un autre accident au Nord de l'atlas saharien partage celui-ci en deux sous ensembles : l'atlas saharien et le pré-atlas ou domaine des Hautes Plaines. Ainsi, sur le plan géologique, l'ensemble de cette wilaya est partagé entre deux grands domaines structuraux, tandis que sur le plan géomorphologique, elle est marquée par la présence de trois grands ensembles morphostructuraux :

- Les terrains relativement plats au nord, faisant partie des Hautes Plaines ou domaine pré-atlasique,
- Le domaine montagneux de type atlasique au centre,
- La plate forme saharienne au sud,

1.3. La lithologie

L'influence de la lithologie sur l'évolution géomorphologique et géodynamique des terrains est un élément fondamental, elle influe sur les formes d'érosion, la pédogenèse et les formes du relief en général. Il est donc nécessaire de faire le point sur les principaux affleurements de cette zone, en essayant de les examiner sur la base des unités physiques mentionnées ci-dessus :

1.3.1. Les Hautes Plaines

Les terrains de la wilaya de Djelfa, faisant partie des Hautes Plaines, occupent presque le tiers de la superficie de cette wilaya. A l'exception de quelques reliefs isolés, essentiellement jurassico-crétacés et présentant les mêmes caractères des reliefs atlasiques, la lithologie de la majeure partie de cette unité est marquée par l'abondance des terrains continentaux qui assurent le remplissage de cette zone déprimée dont les limites dépassent largement la frontière de la wilaya de Djelfa.

L'épaisseur de ces formations, essentiellement continentaux, est très importante, elle dépasse largement les 50m et peut atteindre par endroits plus de 100m. Les faciès présentent en gros les mêmes caractéristiques que ceux de la plate forme saharienne, les seules différences relèvent de la présence d'un plus grand nombre de sols typiques des régions arides (Chernozem, sol calcaire et sols halomorphes, etc....). Cette zone est également marquée par l'abondance de croûtes et d'encroûtements calcaires et gypseux et par la présence, par endroits, de champs de sable (Nebkas et cordons dunaires).

1.3.2. L'atlas saharien

Le domaine atlasique dans cette wilaya est marqué par la prédominance de terrains gréseux, grésocalcaires, calcaires et localement marno-argileux. Cependant, il faut bien souligner l'importance des dépôts superficiels essentiellement sablonneux sur la plupart des versants de relai, à l'intérieur des couloirs, très nombreux dans cette entité à caractère montagneux, et au niveau des oueds. Les principaux affleurements de cette unité débutent par le Trias, souvent dyapirique, suivi par des terrains jurassiques et crétacés et se terminent par des séries continentales néogènes et quaternaires.

Le Trias dans cette unité est souvent salifère, parfois il est constitué strictement par le sel gemme, cas du Rocher de sel au nord de Djelfa qui forme un dôme d'environ 1000m de diamètre et 100m de hauteur. Il arrive aussi de rencontrer des affleurements triasiques marno-argileuses bariolées, de gypses, de dolomies bréchiques et de roches vertes.

La série jurassique débute par des argiles silteuses du Dogger sur lesquelles reposent des séquences répétitives de l'Oxfordien et du Kimméridgien, représentées par les grès, les marno-calcaires à ammonites de Djebel Lazreg, les marnes et les argiles, les calcaires à polypiers et les grès-calcaires ou les grès conglomératiques.

Le Crétacé débute par une barre de calcaires du Portlandien-Berriasien sur laquelle repose une série de grès à dragées, de calcaires, d'argiles à gypse et de calcaire dolomitique.

Le Crétacé inférieur, formé essentiellement de calcaire tendre, affleure dans la plupart des reliefs atlasiques particulièrement dans la région de Maabed, Charef et Djebel Boukhif et aux alentours d'Aïn Oussera.

Le Crétacé supérieur est représenté par les terrains du cénomaniens, du turoniens et du sénoniens :

- Le Cénomanien est formé d'une alternance de marno-calcaires et de calcaires dures qui affleurent dans un grand nombre de situations à l'Est de la wilaya.
- Le Turonien affleure dans la région d'Aïn Oussera sous forme de roches tendres et dans les monts d'Ouled Naïl sous forme de calcaires compacts.
- Le Sénonien est représenté par les marnes et les marno-calcaires alternant avec les calcaires. Ce type de faciès affleure dans la plupart des zones centrales de l'Atlas des Ouled Naïl.

Le tertiaire est représenté dans cette wilaya par les terrains éocènes et néogènes :

- L'Eocène affleure dans cette zone par des faciès marins et continentaux formant l'essentiel du piémont sud de l'atlas saharien et de la marge nord de la plate-forme saharienne. Il s'agit de marno-calcaires de marnes gréseuses et de conglomérats.
- Le Tertiaire Continental présente en gros les mêmes caractères que ceux de la plate-forme saharienne et ne diffère de celle-ci que dans l'extension et la puissance.
- Le Quaternaire est représenté dans cette zone, comme pour le reste des zones faisant partie de la wilaya de Djelfa, par des alluvions variées fossilisées le plus souvent par les croûtes et les encroûtements calcaires. Comme il arrive de rencontrer des calcaires lacustres aux alentours des paléo-dayas et des dayas actuelles. Ceci en plus des cordons sableux et des faciès salifères correspondant aux anciennes sebkhas et chotts.

1.3.3. La plate forme saharienne

Malgré la présence de variations latérales et verticales de faciès, cette zone reste très monotone dans ses paysages géomorphologiques et morphodynamiques. Ceci est dû au fait que la plupart de ses terrains sont fossilisés par les croûtes calcaires et les calcaires lacustres. Les seuls phénomènes pouvant être signalés dans cette zone sont ceux relatifs aux chenaux des Chebkats et des Chaabets aboutissant dans des dépressions fermées : Dayas, Chotts et Sebkhas. Ce sont les seuls paysages qui modifient la platitude de cette entité de la plate forme saharienne et à l'intérieur desquels se développent quelques formes dunaires, surtout des Nebkas et des champs de sable, à l'abri des vents qui frappent fort sur le plateau encroûté et souvent couvert de Regs.

Les seuls affleurements importants qui méritent d'être signalés dans ce secteur sont ceux rencontrés dans les fonds d'oueds mais qui ne reflètent que l'ambiance continentale néogène essentiellement détritique (formations conglomératiques et argilo-sablo-conglomératiques) et salifère (dépôts d'anciennes sebkhas).

Le terme de «Tertiaire Continental »de cette région désigne des formations très diverses en faciès et en épaisseur, elles peuvent atteindre 400m de puissance. Les variations latérales de faciès sont très rapides et se caractérisent par l'absence de marqueurs chronologiques. Cette série débute* par des brèches de Microcodium suivies d'argiles brunes et de grès renfermant quelques rares passées de calcaires lacustres et de formations conglomératiques et se termine par des formations argilo-sableuses et des sables rouges.

Il est rare de rencontrer dans cette unité des affleurements plus anciens, seuls quelques pointements crétacés, développés au fond de certains oueds, peuvent être signalés.

1.4. Le climat

Pour l'analyse des facteurs climatiques, nous nous sommes basés sur les données climatiques des stations météorologiques d'Ain Oussera au Nord, de Djelfa au centre et celle de Laghouat au Sud.

En raison de son immensité territoriale, la wilaya de Djelfa chevauche sur trois étages bioclimatiques. Il est du type aride à sub-aride au Nord, aride à semi-aride inférieur sur la partie centrale et aride à sub-saharien au Sud. Les hivers sont froids et rigoureux et les étés chauds et secs.

1.4.1. La pluviométrie

En raison de ces altitudes élevées, la partie centrale de la wilaya est celle qui reçoit le plus de pluies avec 309,7 mm/an, alors qu'elle n'est que de 253 et de 170 mm/an au Nord et au Sud. A L'extrême Sud de la wilaya elle est au dessous de 150 mm/an.

D'une manière générale, la pluviométrie est marquée par une grande irrégularité d'une année à une autre. Les pluies sont souvent sous forme d'orages, accentuant, de ce fait, le phénomène d'érosion des sols et sont à l'origine des inondations. Sachant que la ressource en eau dans la wilaya est généralement souterraine, la faiblesse des précipitations constitue de ce fait une contrainte majeure quant à la réalimentation des nappes.

Tableau 1 : Pluviométries mensuelles moyennes U : mm

Station	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Juin	Juil	Août	Moy.
AinOussera	20,3	27	25	25	28	18,7	22,3	25,3	30,7	18,3	5,3	7,1	253
Djelfa	32,3	26,7	29,6	32,1	34,6	25,9	27,8	26	33,2	19,9	7,5	14 ,1	309,7
Laghouat	22,6	19,1	14,6	17,4	13,2	11,3	14,8	14,7	17,5	11,9	4,7	8,9	170,7

Source : schéma d'aménagement wilaya de Djelfa

*selon les auteurs : R. Aït Ouali & J.C. Carisey & G. Choppin & P.M. Fenouil & M. Herkat & A. Oudjida & F. Saadi & N. Zaouali & A. Saudax

1.4.2. La température

La période chaude s'étale d'Avril à Septembre, atteignant son maximum au mois de Juillet, elle dure quatre mois au centre et au Nord alors qu'elle s'étend sur cinq mois au Sud. Quant à la période froide, elle s'étale sur une durée moyenne de quatre mois pour la partie centrale de la wilaya, tandis qu'elle n'est que de trois et un mois respectivement pour le Nord et le Sud.

Les températures extrêmes (minimales et maximales) et les amplitudes thermiques constituent une contrainte importante pour la végétation, seuls les végétaux résistants et rustiques peuvent se maintenir.

Tableau 2 : Températures mensuelles moyennes U : °C

Station	Jan	Fév	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept	Oct	Nov	Dec	Moy.
Djelfa	4,2	5,5	8,2	11,4	15,6	20,3	24,3	23,9	19,8	13,6	8,6	4,8	13,3
Laghouat	7,4	9,3	12,4	16,1	19,7	24,9	28,6	27,8	17,8	11,4	8,0	17,2	17,2

Source : schéma d'aménagement wilaya de Djelfa

1.4.3. La gelée

Ce phénomène lié à la baisse extrême des températures, constitue le facteur climatique le plus contraignant de la région, notamment vis à vis de l'activité agricole. Durant les saisons d'hiver et de printemps des gelées blanches sont observées dont la fréquence varie entre 40 et 60 jours suivant les régions les plus exposées à ce phénomène. C'est dans les parties Nord et centre de la wilaya (où se trouvent les meilleures terres agricoles) que se manifeste fortement ce phénomène avec respectivement une moyenne de 66,2 et 31,2 jours/an, alors qu'au Sud celle-ci n'est seulement que de 3,2 jours/an.

1.4.4. Les vents

Les vents dominants proviennent essentiellement de l'Ouest et du Nord Ouest en hiver et du Sud Ouest en été. Ces derniers sont parfois violents, du fait de leur circulation sur des espaces ouverts sans aucuns obstacles physiques favorisant ainsi le phénomène de la désertification (l'avancée du désert). Ce fait est plus ressenti au niveau de la partie centrale de la wilaya (dépression des ZAHREZ) avec des accumulations sableuses plus importantes qu'en d'autres endroits. Les vents deviennent particulièrement gênants quand ils se chargent du sable.

D'autre part, la principale caractéristique des vents dominants est matérialisée par la fréquence du Sirocco d'origine désertique chaud et sec, dont la durée peut varier d'une zone à une autre de 20 à 30 jours par an. Il constitue également une contrainte climatique importante activant le processus de l'érosion éolienne et de l'évapotranspiration et se manifeste en moyenne sur 24 jours/an au centre, 12 jours/an au Nord et 6 jours/an au Sud.

1.4.5. La neige

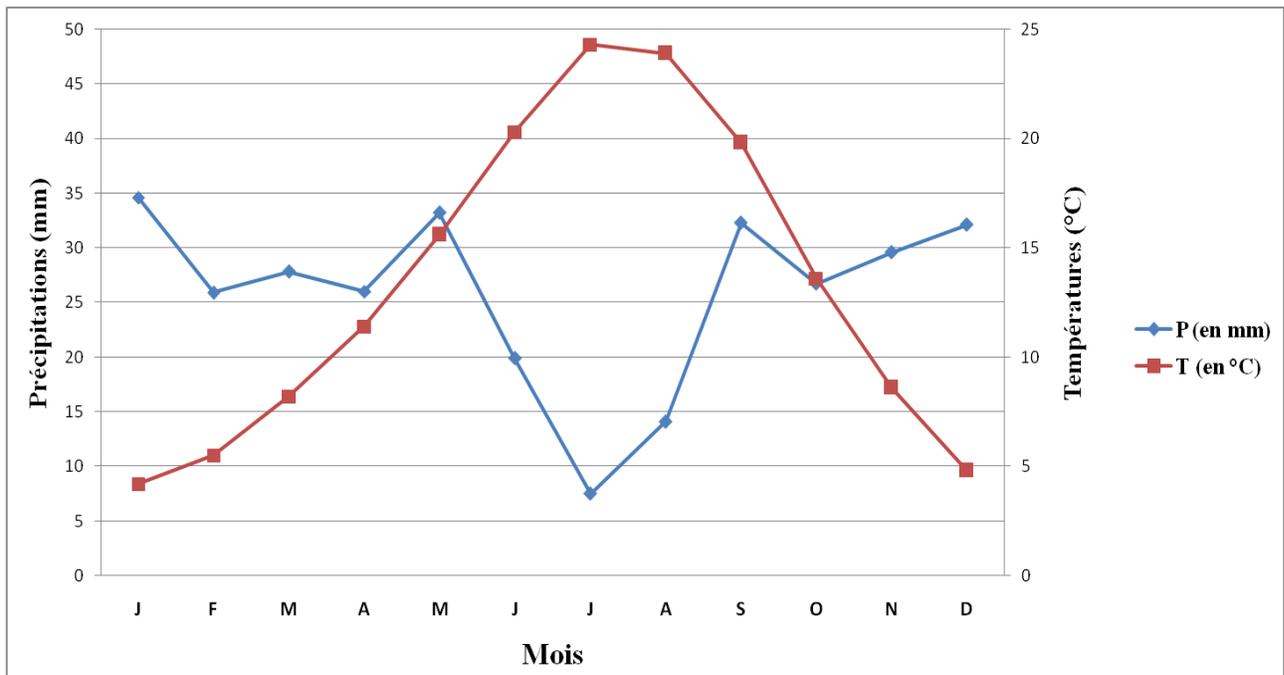
Les enneigements, saisonniers et variables, enregistrés au niveau de la wilaya varient en moyenne de 4 à 13 jours par an et tombent essentiellement sur la partie centrale de la wilaya.

1.4.6. Synthèse climatique

Pour exprimer la synthèse climatique, nous sommes basés sur le diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen.

L'indice xérothermique de Gaussen définit les mois secs comme ceux où le total mensuel des précipitations est inférieur au double de la température mensuelle, c'est-à-dire qu'un mois est sec si $P < 2 T$.

Figure 1 : Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de la Wilaya de Djelfa



2. La population

La maîtrise démographique représente à l'heure actuelle un des axes fondamentaux du développement et par conséquent une des préoccupations de la politique du pays. En effet, l'accroissement démographique très rapide aura certainement un impact négatif aux plans social et économique.

Cependant, si les efforts déployés dans le sens de la maîtrise démographique semblent porter leurs fruits dans les zones urbaines, particulièrement au Nord, Il n'en demeure pas moins que des faiblesses sont à relever dans les régions rurales en raison du faible niveau d'instruction, du manque de centres de PMI, etc.

Ce phénomène (accroissement naturel élevé) a contraint la population à l'exode vers des régions plus favorables. Actuellement, la politique du développement s'étend aux zones défavorables et vise le maintien de la population sur place grâce à une meilleure dynamique en matière d'emploi.

Dans ce contexte, notre approche démographique s'inscrit dans le cadre d'une meilleure compréhension des mécanismes régissant cet espace en vue de rationaliser l'occupation spatiale.

2.1. La situation démographique actuelle (RGPH2008)

La wilaya de Djelfa comptait 797.707 habitants en 2008, soit une densité moyenne de 26,93 habitants au km². La population de la wilaya représente 2,74% de la population totale du pays et 41% de la population de la région des Hauts Plateaux Centre*.

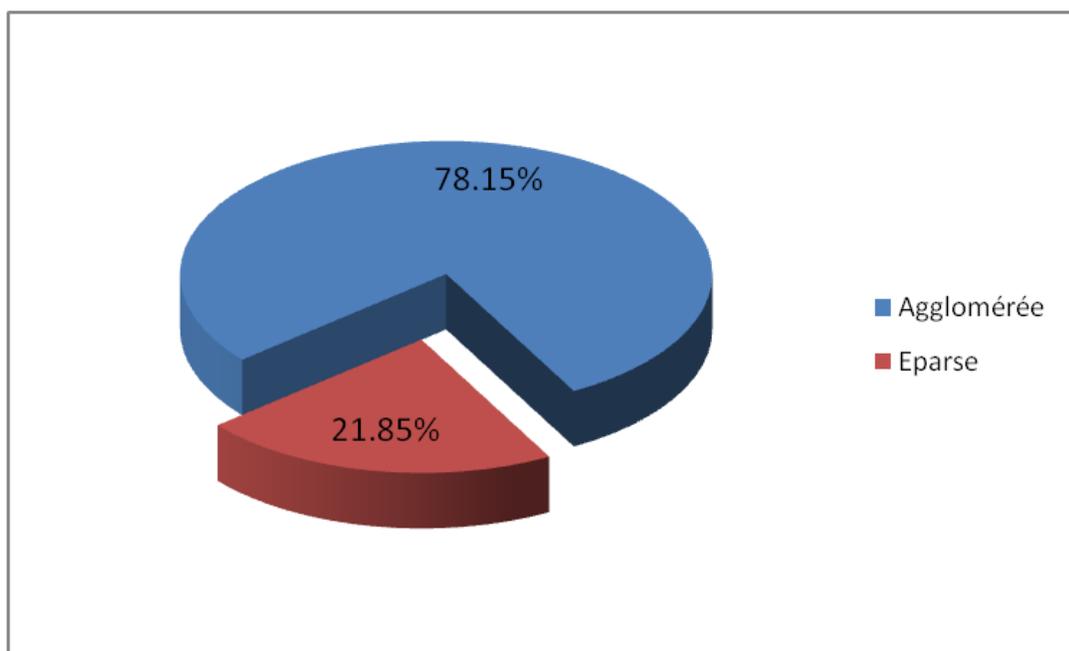
La population se caractérise par une forte tendance à l'agglomération (résidente au niveau des ACL et des AS), comptabilisant 78,15% de la totale de la wilaya, soit 623.398 habitants dont la majeure partie (60%) est concentrée principalement au niveau de quatre centres urbains : Djelfa (25,82%), Ain Oussera (13,02%), Messaad (12,28%) et Hassi Bahbah (9,42%). Tandis que la population éparsée n'est que de 174.309 personnes dont 61.216 nomades.

* La région «Hauts Plateaux Centre» regroupe les wilayas de Djelfa, M'sila et Laghouat

Tableau 3 : Répartition de la population par dispersion

Dispersion	Agglomérée		Eparse		Total	
	population	%	population	%	population	%
Djelfa	623.398	78,15%	174.309	21,85%	797.707	100
Région H.P.C ⁺ *	1.449.922	75,50%	470.427	24,49%	19.200.349	100
National	23.681.338	81,38%	5.419.529	18,62%	29.100.867	100

Figure 2 : Répartition de la population par dispersion de la wilaya de Djelfa



2.2. Evolution de la population entre 1987 et 2008

La population totale de la wilaya est passée de 332.500 habitants en 1987 à 494.494 en 1998, pour atteindre 797.707 habitants au dernier R.G.P.H 2008.

A cet effet, la wilaya de Djelfa a enregistré un taux d'accroissement global largement supérieur à la moyenne nationale durant les deux dernières décennies. Il est passé respectivement

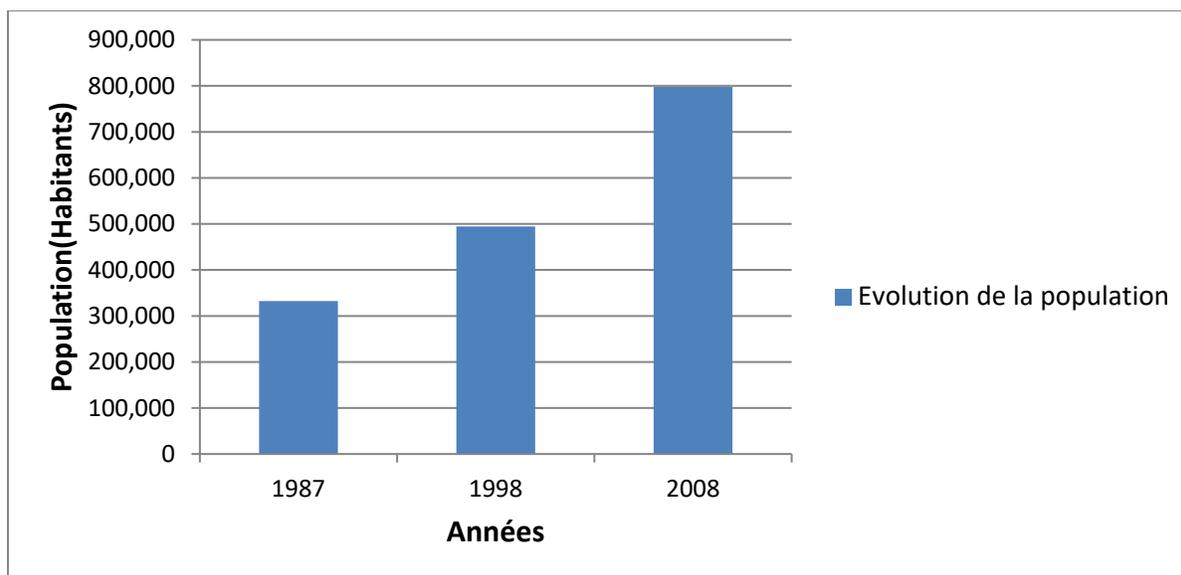
pour les deux périodes 1987-1998 et 1998-2008 de 4,01% à 4,34%, alors que le taux national pour les mêmes périodes est passé de 3,08% à 2,10%. Ce fort taux d'accroissement relève beaucoup plus d'une forte fécondité (indice synthétique de fécondité élevé, soit 4,49 enfants par femme) que de l'attractivité de la wilaya. Cela pourrait s'expliquer par la forte nuptialité avec 93% des chefs de ménage*, le niveau d'instruction très faible 78% des chefs de ménage et le fort taux de natalité (27,8%).

Tableau 4 : Evolution de la population

	POPULATION			Taux d'accroissement.		Indicateurs de	
	1987	1998	2008	87/87	87/98	I.S.F	T.B.N
DJELFA	332.500	494.494	797.707	4,01	4,34	4,49	27,82
R.H.P.C	897.676	1.311.575	1 920 349	3,12	3,83	-	-
National	16.948.000	23.038.942	29.100. 867	3,12	2,10	2,67	19,62

Source: O.N.S

Figure 3 : Evolution de la population de la Wilaya de Djelfa (1987-2008)



Cependant, il est à signaler que la wilaya de Djelfa a enregistré durant la dernière décennie un solde migratoire relativement positif, concernant spécialement les agglomérations urbaines de Djelfa (1415), Ain Oussera (6402), Hassi Bahbah (1743) et Birine (1145). Cet attrait résulte de plusieurs facteurs favorables : statut administratif, importance des établissements structurants, situation sur un axe favorable et une infrastructure de liaison hiérarchisée.

*Les personnes qui doivent subvenir aux besoins de leurs familles

2.3. Evolution de la population par dispersion

Par dispersion, la population agglomérée de la wilaya de Djelfa a connu une évolution importante durant les deux dernières décennies. Celle-ci représentait 43% de la population totale en 1987, elle est passée à 78,15% en 2008, soit une progression de 35%. Ce résultat est le fait de la promotion de 24 agglomérations, soit 66% du total ACL, en chefs lieux et de l'offre de service induite.

Toutefois, la population éparsa a enregistré une nette régression entre 1987 et 2008, passant de 57% à 21,58%, soit un taux d'accroissement faible (- 0,02), résultat d'un exode rural massif plutôt que d'une maîtrise démographique.

Tableau 5 : Evolution de la population par dispersion 87/98/2008

	Taux d'accroissement		Indicateurs de fécondité			
	V. Absolue	%	V. Absolue	%	Aggl	Eparsa
Djelfa	142 962	43,00%	189 538	57,00%	8,30	- 0,81
R.H.P.C	319 835	64,,68%	174 659	35,32%		
National	623 398	78,15%	174 309	21,85%	6,11	- 0,02

Source : ONS

2.4. Evolution totale de la population par commune

L'observation de l'évolution de la population par commune fait ressortir d'importants écarts, allant d'un taux d'accroissement annuel de -0,56 pour la commune de Taadmit à 6,47 pour celle d'El Khemis, excepte les communes de Selmana et Douis qui ont enregistré respectivement un taux de 9 et 10,94%.

Pour mieux cerner l'évolution et les mécanismes régissant cet espace, il a été jugé nécessaire de procéder au croisement des taux d'accroissement avec les soldes migratoires par commune.

De ce fait, il ressort que l'importance des taux d'accroissement observés au niveau de certaines communes (supérieur à 5), témoigne beaucoup plus d'une forte fécondité que d'une attractivité. Il s'agit des communes de : Faïd El Botna, Aïn El ibel, Mliliha, Hassi el Euch.

Parcontre, les communes de Aïn Oussera, Djelfa, El Khemis, Guernini, Douis, Selmana ont enregistré les mêmes taux d'accroissement (supérieur à 5) avec un solde migratoire positif. Cette caractéristique (attractivité) est le résultat des facteurs favorables : une infrastructure de liaison bien hiérarchisée, dotation en équipements structurants, statut administratif de certaines communes, proximité des agglomérations importantes comme c'est le cas de Selmana et El khemis.

Les communes de Hassi Fedoul, Birine, HadSahary, Moudjebara, Zaccar, Ain Maabed, Zaafrane, Benyagoub, El Guedid et Taadmit ont enregistré des taux d'accroissement faibles résultant de plusieurs facteurs défavorables : population totale trop dispersée, dotation faible en équipement et proximité des agglomérations attractives.

Par dispersion, l'observation des taux d'accroissement de la population agglomérée montre que presque toutes les agglomérations sont caractérisées par un dynamisme puisqu'elles enregistrent des taux d'accroissement positif supérieur à 5. Inversement, les populations éparses ont enregistré un taux d'accroissement négatif.

Ce constat dénote une forte tendance à l'aggloméré qu'a connu la wilaya de Djelfa durant cette dernière décennie.

Cette tendance permettra le maintien de la population dans le futur avec une meilleure prise en charge des besoins socio-économiques de la population locale.

Tableau 6 : Evolution de la population par commune et par dispersion

Commune	Population									Taux D'accroissement					
	Agglomération			Eparse			Total			Agglomération			Total		
	87	98	2008	87	98	2008	87	98	2008						
Ain Oussera	17173	44270	81145	10327	2340	1452	27500	46610	82597	9,83	5,53	-13,67	-4,15	5,36	5,21
Benhar	0	1220	3881	8200	9109	6499	8200	10329	10380		10,82	1,05	-2,95	2,31	0,04
Birine	7317	13387	23094	6983	6051	3523	14300	19438	26617	6,16	4,96	-1,41	-4,69	3,09	2,83
Sidi Laadjal	1157	3126	6396	5143	4541	5381	6300	7667	11877	10,34	6,56	-1,23	1,52	1,96	3,89
El Khemis	0	0	494	1600	2345	4275	1600	2345	4769			3,86	5,48	3,86	6,51
Hassi Fedoul	0	947	1717	6900	8009	10503	6900	8956	12220		5,43	1,49	2,44	2,62	2,80
Guernnini	0	491	875	1900	1681	3263	1900	2172	4038		4,14	-1,21	6,07	1,33	5,66
HadSahary	3688	8606	18356	6112	6830	3921	9800	15436	22287	8,75	6,96	1,11	-4,81	4,60	3,31
Ain Fekka	971	4964	14308	5829	5284	2534	6800	10248	16842	17,53	9,86	-0,97	-6,32	4,14	4,51
BouiretLahdab	429	956	3814	5071	5001	5083	5500	5957	8897	8,26	13,08	-0,14	0,14	0,79	3,63
Hassi El Ech	1258	2814	6389	3242	3408	4445	4500	6222	10834	8,30	7,55	0,50	2,39	3,26	5,05
Hassi Bahbah	12322	34176	58718	10978	4468	3072	23300	38644	61790	10,63	4,92	-8,52	-3,27	5,14	4,26
Zaafrane	1273	3627	6205	6127	6401	6660	7400	10028	12865	10,92	4,88	0,43	0,35	3,05	2,24
Sidi Baizid	0	0	1659	6500	8710	9701	6500	8710	11360			1,70	2,06	1,70	3,50
El Gueddid	1594	4255	6252	6706	5856	4807	8300	10111	11059	10,21	3,48	-1,33	-1,74	1,97	0,80
Ain Maabed	1891	5447	10930	4609	4813	2253	6500	10260	13183	11,04	6,38	0,43	-6,52	4,62	2,25
Djelfa	47435	84207	160949	5365	5825	3187	52800	90032	164126	5,85	5,92	0,82	-5,24	5,43	5,48
Charef	4054	7387	15729	4846	5818	3644	8900	13195	19373	6,11	6,96	1,83	-4,07	3,98	3,47
El Idrissia	5945	10563	16923	3655	2167	4356	9600	12730	21279	5,86	4,27	-5,04	6,40	2,83	4,67
Ain chouhada	0	274	5132	4800	6306	3205	4800	6580	8337		29,72	2,74	-5,83	3,17	2,12
Douis	783	1352	4286	1017	1864	6070	1800	3216	10356	5,56	10,79	6,18	11,05	5,91	10,94
Ben Yagoub	617	1529	1985	4283	4015	4471	4900	5544	6456	9,40	2,35	-0,64	0,96	1,23	1,36
Taadmit	481	1233	3989	6019	5343	2183	6500	6576	6172	9,87	10,99	-1,17	-7,64	0,12	-0,56
Ain El Ibel	2676	6571	16671	2324	4654	3765	5000	11225	20436	9,30	8,62	7,12	-1,86	8,34	5,47
Zaccar	485	970	2143	1215	1251	999	1700	2221	3142	7,10	7,29	0,29	-1,98	2,68	3,13
Moudjebara	1299	2451	4622	4901	4724	5743	6200	7175	10365	6,49	5,80	-0,36	1,75	1,46	3,32
Faid El Botma	3149	6334	15712	4651	4374	4952	7800	10708	20664	7,16	8,40	-0,61	1,11	3,19	6,01
Dar Chioukh	5739	12461	24434	5461	3217	436	11200	15678	24870	7,98	6,16	-5,10	-16,26	3,39	4,18
M'liliha	1341	2787	7203	5059	4449	5952	6400	7236	13155	7,51	8,80	-1,26	2,62	1,22	5,45
Messaad	19885	47460	76576	8515	2855	1178	28400	50315	87754	8,99	4,34	-10,25	-7,56	5,83	3,94
Selmana	0	726	4005	4200	4582	10003	4200	5308	14008		16,38	0,87	7,18	2,35	9,00
Deldoul	0	1816	5195	6800	6663	7976	6800	8479	13171		9,78	-0,20	1,61	2,21	3,99
Amourah	0	1729	5117	3300	1871	762	3300	3600	5879		10,12	-5,46	-7,67	0,87	4,45
Sed Rahal	0	1005	3017	4400	5700	8795	4400	6705	11812		10,26	2,60	3,93	4,26	5,16
Oum Laadam	0	0	1252	6400	8369	12444	6400	8369	13696			2,69	3,59	2,69	4,47
Guettara	0	704	4325	6100	6765	6826	6100	7469	11151		17,49	1,03	0,08	2,02	3,62
Total	142962	319835	623398	189538	174659	174309	332500	494494	798707	8,30	6,11	-0,81	-0,02	4,01	4,34

2.5. Evolution de la population nomade.

L'analyse rétrospective de la population nomade durant les deux dernières décennies fait ressortir que cette catégorie de population a connu une diminution sensible. Elle est passée de 86.837 personnes en 1987 à 56 346 personnes en 1998 et à 61.216 personnes en 2008, soit respectivement 20,70% et 10,22% de la population totale de la wilaya.

Par ailleurs, les mouvements migratoires interne qu'a connu la wilaya a été fortement affectés par la sédentarisation des nomades ce qui explique les forts taux d'accroissement observés durant la période 87/98 et 98/2008.

Ce phénomène (sédentarisation), dû à plusieurs facteurs défavorables qu'ont connu les zones éparses (problème sécuritaire et difficultés d'approvisionnement du bétail), s'est traduit par des taux d'accroissement positifs au niveau de 07 communes (Aïn Oussera, Douis, Aïn El ibel, Faid El Botma, Slamna, Deldoul et Guettara), d'où la nécessité de préserver le caractère spécifique de la région et le maintien de la population nomade à travers la création d'unités pastorales, qui constitueraient des cellules de base au développement intégré (parcours, agriculture, élevage).

Tableau 7 : Evolution de la population nomade

Commune	POPULATION			TAUX D'ACCROISSEMENT	
	1987	1998	2008	87/98	98/2008
Ain Oussera	1738	209	632	-18,92	10,33
Benhar	3920	226	188	-24,61	-1,62
Birine	2610	1214	583	-7,30	-6,31
Sidi Laadjal	00	159	00		
El Khemis	00	684	476		-3,17
Hassi Fedoul	117	107	00	-0,88	
Guernnini	2080	1016	94	-6,85	-19,05
HadSahary	156	405	00	9,91	
Ain Fekka	51	316	00	19,79	
BouiretLahdab	114	1371	826	27,92	-4,40
Hassi El Euch	682	24	00	-28,21	
Hassi Bahbah	712	00	115		
Zaafrane	1264	00	00		
Sidi Bayzid	1710	154	00	-21,21	
El Gueddid	6845	4697	2568	-3,66	-5,22
Hautes Plaines	21999	10582	5482	-6,99	-5,67
Ain Maabed	633	646	00	0,20	
Dielfa	284	00	00		
Charef	3455	00	685		
El Idrissia	2256	1208	1139	-6,00	-0,52
Ain Chouhada	2104	5806	4721	10,57	-1,82
Douis	2400	1836	2396	-2,62	2,39
Ben Yagoub	1792	2196	1551	2,03	-3,04
Taadmit	3645	3083	2428	-1,64	-2,10
Ain El Ibel	3876	2519	3221	-4,18	2,21
Zaccar	1314	1251	697	-0,49	-5,06
Moudiebara	2096	1067	959	-6,47	-0,94
Faid El Botma	6307	2666	9266	-8,17	11,70
Dar Chioukh	510	00	00		
M'liliha	3525	00	2181		
Messaad	179	1546	1380	23,80	-1,00
Selmana	1515	801	5183	-6,12	18,04
Deldoul	599	4181	6191	21,21	3,55
Amorah	10125	1289	894	-18,46	-3,20
Atlas Saharien	46615	30095	42892	-4,24	3,20
Sed Rahal	4457	5332	720	1,79	-16,29
Oum Laadam	6423	6740	2371	0,48	-8,86
Guettara	7343	3597	9751	-6,82	9,26
Plateau Saharien	18223	15669	12842	-1,48	-1,75
Total Wilaya	86837	56346	61216	-4,19	0,74

2.6. Répartition de la population par âge et par sexe

La répartition de la de la wilaya de Djelfa fait ressortir une légère prédominance masculine (51,72%) contre (42,28%). L'analyse de la structure par âge montre que le poids de la jeunesse est très important au niveau de la wilaya de Djelfa. En effet, la tranche d'âge (0 – 19 ans) représente plus de la moitié de la population totale 56,9%, alors que celle du pays est de 48,24%.

La tranche d'âge (0 – 14 ans) est de 45,49% contre 36,2% pour le national. Cette caractéristique est le reflet d'une natalité élevée, comme nous l'avons souligné.

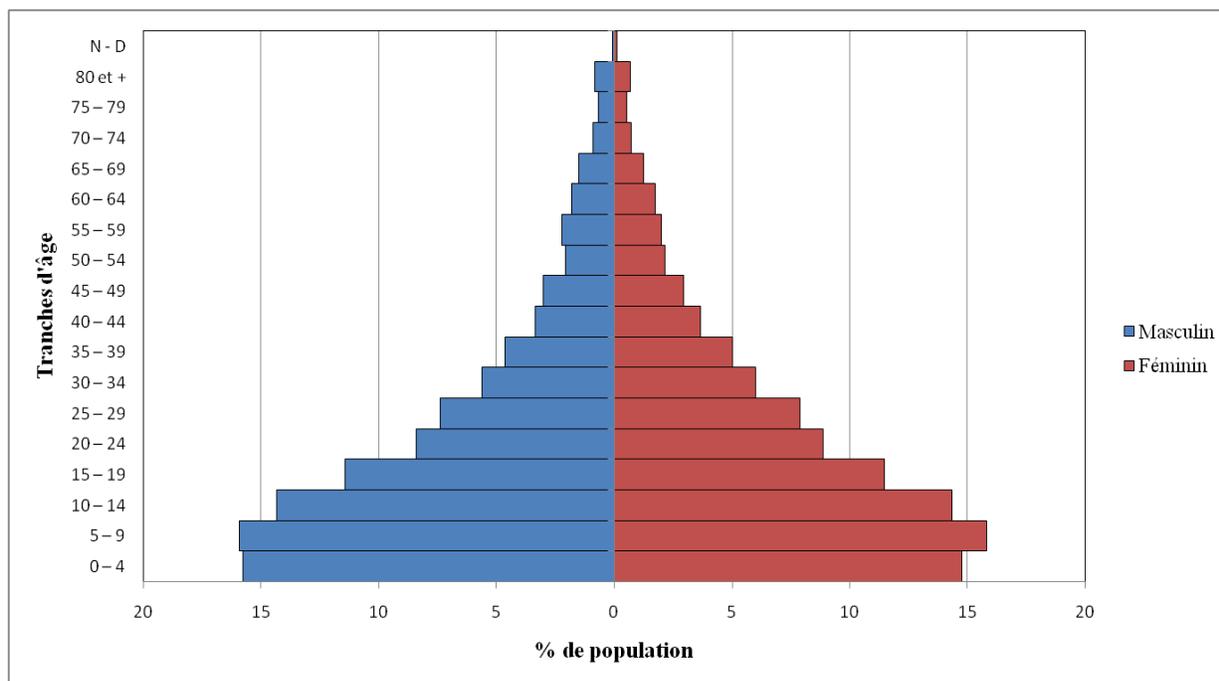
La tranche d'âge (15 – 64 ans) est de 50,8% pour la wilaya de Djelfa et 59% pour le national. Quand à la tranche d'âge 64 ans et plus, elle est de 3,66% pour la wilaya contre 4,5% pour le national.

Tableau 8 : Répartition de la population par groupe d'âge et par sexe de la wilaya de Djelfa

Tranche d'âge	Sexe		Total
	M	F	
0 – 4	65 038	56 813	121 851
5 - 9	65 754	60 925	126 679
10 – 14	59 152	55 238	114 390
15 – 19	47 155	44 147	91 302
20 – 24	34 754	34 199	68 953
25 – 29	30 475	30 305	60 780
30 – 34	23 266	23 073	46 339
35 – 39	19 213	19 387	38 600
40 – 44	13 853	14 151	28 004
45 – 49	12 443	11 387	23 820
50 – 54	8 504	8 327	16 831
55 – 59	9 155	7 721	16 876
60 – 64	7 451	6 630	14 081
65 – 69	6 159	4 834	10 993
70 – 74	3 706	2 811	6 517
75 – 79	2 868	2 087	4 975
80 et +	3 424	2 551	5 975
N - D	266	503	749
Total	412 636	385 069	797 705

Source: O.N.S

Figure 4 : Pyramide des âges de la population de la wilaya de Djelfa



2.7. Migrations

2.7.1. Flux migratoires inter-wilayas

La wilaya de Djelfa a connu un solde migratoire positif de 11.781 personnes durant la dernière décennie : 26.441 entrées et 14.660 sorties.

L'apport concerne 25 communes, mais c'est principalement au niveau des agglomérations importantes (situées le long de la RN 1, RN 40, CW 145) qu'ils aboutissent.

Ain Oussera, avec 6.402 personnes (41,74% du solde positif), Hassi Bahbah (1.743 personnes : 11,36%), Djelfa (1.451 personnes : 8,46%), Birine (1.136 personnes : 7,40%), Benhar (803 personnes : 5,23%), Dar Chioukh (482 personnes : 3,11%), Sidi Laadjel (495 personnes : 3,19 %) et Douis (415 personnes : 2,70%). Ces agglomérations représentent à elles seules plus de 90% de l'apport positif.

Les personnes venant s'installer dans la wilaya de Djelfa proviennent des Wilayas de : Médéa, Alger, M'sila, Tiaret, Tizi Ouzou, Blida, Ouargla et Adrar.

Les communes ayant enregistré un solde négatif au profit des autres Wilayas du pays sont : Faïd El Botma (- 1.199 personnes : 61,13% du solde négatif), HadSahary (- 319 personnes : 9,75%), Messaad (-256 personnes : 7,82%), El idrissia (-191 personnes : 5,84%) et Sed Rahal (-189 personnes : 5,87%). Ces communes représentent plus 90,31% du solde négatif.

Les personnes ayant quitté la wilaya immigreront principalement vers les wilayas de Laghouat, Ouargla et Tiaret.

2.7.2. Migration interne

Durant la dernière décennie, 96.504 personnes ont migré vers d'autres communes, soit 12,09% de la population totale. Ces déplacements ont concerné toutes les communes, cependant 19 d'entre elles ont enregistré un solde migratoire positif. Il s'agit essentiellement de :

- Djelfa : 7.693 personnes proviennent essentiellement des communes de Messaad, Hassi Bahbah, Charef et Faid el Botma,

- Ain Maabed : 1.879 personnes proviennent des communes de Hassi Bahbah et Djelfa,

- Ain Oussera : 1.260 personnes proviennent des communes de Djelfa, el Idrissia et Ain el Ibel,

- Douis : 1.201 personnes proviennent de Djelfa, Charef, Ain El Ibel et Taadmit,

- O. Laadam : 1.088 personnes proviennent de Faid El Botma et Messaad,

Par contre, les principales communes ayant enregistré un solde migratoire négatif sont : Charef (- 2.637 personnes), HadSahary (-2.318), Faid El Botma (-2.203), Messaad (-3. 564), Hassi Bahbah (-1.143) et Ain El Ibel (-1 048).

3. Les équipements sanitaires

Le diagnostic de la situation sanitaire de la wilaya de Djelfa a été établi sur la base des données recueillies auprès de la direction de la santé, des secteurs sanitaires de la wilaya et de l'exploitation des données statistiques du ministère de la santé (2020).

La wilaya de Djelfa est subdivisée sur le plan sanitaire en quatre secteurs : Ain Oussera, Hassi Bahbah, Djelfa et Messaad.

- Secteur sanitaire d'Ain Oussera couvrant 10 communes, Ain Oussera, El Khemis, Guernini, Hassi Fedoul, Sidi Laadjel, Ain Fekka, Ben har, Birine, BouiretLahdeb et HadShary, soit un volume de population 218.712 personnes.
- Secteur sanitaire de Hassi Bahbah couvrant 07 communes, Hassi Bahbah, Ain Maabed, Dar Chioukh, Hassi El Euch, M'liliha, Sidi Baïzid et Zaafrane, soit un volume de population de 160.074 personnes.
- Secteur sanitaire de Djelfa couvrant 07 communes, Djelfa, El Idrissia, Ain Chouhada, Ben Yagoub, Charef, Douis et El Guedid, soit un volume de population de 267.925 personnes.
- Secteur sanitaire de Messaad couvre toute la partie Sud de la wilaya (au nombre de 12 communes) desservant un volume de population de 224.856 personnes.

Si à priori, ce découpage est basé sur la répartition équilibrée des populations autours des hôpitaux (nombre de personnes par lit d'hôpital), il s'avère qu'il constitue une contrainte majeure pour certaines communes particulièrement celles du Sud de la wilaya situées à de grandes distances des hôpitaux

D'autre part, les quatre hôpitaux de la wilaya subissent un flux massif des patients des autres wilayas limitrophes. En effet, l'hôpital de Ain Oussera reçoit des patients des communes de K'sarChellala (W.Tiaret), Chahbounia et Boughzoul (W. Médéa) et l'hôpital de Hassi Bahbah, de par la réputation de son encadrement médical, rayonne à l'échelle régionale.

3.1. Les infrastructures sanitaires

3.1.1. Les Hôpitaux

Les quatre hôpitaux, correspondant à chacun des secteurs sanitaires, localisés au niveau des principales agglomérations, offrent une capacité d'accueil global de 930 lits, repartis comme suit :

- Hôpital de Djelfa 320 lits.
- Hôpital Mixte de Djelfa 240 lits
- Hôpital de Hassi Bahbah 240 lits.
- Hôpital de Messaad 240 lits.
- Hôpital d'Ain Oussera 130 lits.

Comparativement aux ratios de la région hauts plateaux centre (2,23 lits pour 1000 habitants*) et national (2,35), la wilaya de Djelfa apparaît sous équipée avec un ratio de 1,07 lit pour 1000 habitants. Même, au vu des disparités au sein de la wilaya, le secteur sanitaire de Hassi Bahbah qui enregistre le ratio le plus élevé, avec 1,49 lits pour 1000 habitants, demeure bien en deçà des moyennes régionale et nationale, alors que le secteur sanitaire de Ain Oussera (0,59 lits pour 1000 habitants) constitue le cas le plus défavorable.

Tableau 9 : Ratio des Lit/1000 habitants dans le secteur sanitaire de la wilaya de Djelfa

Secteur sanitaire	Ratio lit/1000 habitants
Ain Oussera	0,59
Hassi Bahbah	1,49
Djelfa	1,19
Messaad	1,07
Moyenne wilaya	1,07
Wilaya de M'sila	2,48
Wilaya de Laghouat	3,14
Moyenne nationale 1999	2,35

* Statistiques sanitaires 1999 ministère de la santé.

3.1.2. Les Polycliniques

La situation en matière de polycliniques est jugé critique. Avec 8 polycliniques, la wilaya de Djelfa enregistre un faible ratio de 0,44 polyclinique pour 48000 habitants inférieur à la moyenne nationale estimée à 0,79 poly/48000 hab, et loin de répondre à norme sectorielle d'une polyclinique pour 48000 habitants. Ce déficit est plus accru au niveau du secteur sanitaire d'Ain Oussera avec un ratio de 0,22.

Tableau 10 : Nombres des polycliniques et leur ratio dans la wilaya de Djelfa

Secteur sanitaire	Nombre de polyclinique	Ratio polyclinique pour 48000 habitants
Ain Oussera	01	0,22
Hassi Bahbah	02	0,60
Djelfa	03	0,54
Messaad	02	0,43
Moyenne wilaya	08	0,44
Wilaya de M'sila	12	0,71
Wilaya de Laghouat	05	0,75
Moyenne nationale	-	0,79

3.1.3. Les centres de Santé

Avec 28 centres de santé et un ratio de 0,38 centre de santé pour 12000 habitants, la wilaya de Djelfa est loin de se conformer à la norme nationale (un centre de santé pour 12000 habitants), malgré sa proximité relative comparativement aux moyennes nationale et régionale (0,48 et 0,43). C'est le cas, particulièrement, des secteurs de Hassi Bahbah et de Djelfa, alors que le déficit le plus marqué est au niveau des secteurs sanitaires de Messaad et d'Ain Oussera avec respectivement 0,33 et 0,38 centre de santé pour 12000 habitants.

Tableau 11 : Nombres des centres de santé et leur ratio dans la wilaya de Djelfa

Secteur sanitaire	Nombre de centre de santé	Ratio centre de santé pour 12000 habitants
Ain Oussera	07	0,38
Hassi Bahbah	06	0,45
Djelfa	09	0,40
Messaad	06	0,32
Moyenne wilaya	28	0,38
Wilaya de M'sila	29	0,43
Wilaya de Laghouat	21	0,79
Moyenne nationale	1185	0,48

3.1.4. Les salles de soins

Bien que destinées aux populations rurales et éparses, la répartition spatiale des 61 salles de soins relève que 09 communes à caractère rural sont dépourvues de salles de soins. Il s'agit des communes de Douis, Ben Yagoub, HadShary, Ain Fekkah, Hassi El Euch, Zaafrane, Ain Maabed, M'liliha et Feïd El Botma.

D'autre part, les salles de soins de la wilaya qui devrait soutenir et alléger la pression exercée sur les autres infrastructures sanitaires, sont sous équipés et sans un encadrement sanitaire adéquat. Plusieurs salles de soins, particulièrement celles situées au niveau des zones éparses sont fermées et utilisées par d'autres organismes, à l'exemple de la salle de soins d'El Mosrane.

Rapporté à la population éparses de la wilaya, le ratio de 2,06 salles de soins pour 8000 habitants est jugé relativement bon par rapport au ratio de la région (1,95) et relativement faible par rapport à la moyenne nationale (2,53).

Tableau 12 : Nombres des salles de soins et leur ratio dans la wilaya de Djelfa

Secteur sanitaire	Nombre de salles de soins	Ratio salles de soins pour 8000 habitants
Ain Oussera	12	1,79
Hassi Bahbah	10	2,02
Djelfa	12	2,24
Messaad	27	2,13
Wilaya de Djelfa	61	2,06
Wilaya de M'sila	107	2,18
Wilaya de Laghouat	29	1,61
Moyenne nationale	3851	2,53

3.2. L'encadrement médical

3.2.1. Les Médecins

Actuellement, la wilaya de Djelfa compte 286 médecins dont 159 médecins privés, rapportés à la population, le ratio calculé (1 médecin pour 3047 personnes) est considéré comme faible comparativement à la moyenne nationale (1 médecin pour 2000 habitants), cependant, une grande disparité caractérise la répartition spatiale des médecins, du fait que, quatre principales agglomérations concentrent environ 70% de l'effectif global des médecins de la wilaya, alors que 10 communes (Ain Chouhada, Ben har, El Khemis, Hhassi El Euch, Hassi Bahbah, Sidi Baïzid, Deldoul, Selmana, Sed Rahal, Amourah et Zeccar) ne disposent pas de médecin.

Tableau 13 : Nombres des médecins et leur ratio dans la wilaya de Djelfa

Secteur sanitaire	Nombre de Médecins	Ratio 1 Médecin pour x habitant
Ain Oussera	67	3264
Hassi Bahbah	44	3638
Djelfa	133	2014
Messaad	42	5354
Total wilaya	286	3047

3.2.2. Les Dentistes

Malgré le dynamisme susceptible du secteur privé, la wilaya de Djelfa accuse un grand déficit en chirurgien dentiste avec une moyenne en deçà de la norme nationale, soit un dentiste pour 11174 personnes contre un dentiste pour 5000 personnes.

Sur les 78 dentistes (dont 32 privés) en activité dans 15 communes, environ 40% sont localisés au niveau du secteur sanitaire de Djelfa.

Tableau 14 : Nombres des dentistes et leur ratio dans la wilaya de Djelfa

Secteur sanitaire	Nombre de dentiste	Ratio 1 dentiste pour x habitant
Ain Oussera	28	7811
Hassi Bahbah	10	16007
Djelfa	31	8643
Messaad	09	24984
Total wilaya	78	11174

3.2.3. Le personnel paramédical

comparée à la norme national qui est d'un (01) agent paramédical pour 350 habitants, la wilaya de Djelfa enregistre un grand manque de ce type de personnel avec une moyenne d'un (01) paramédical pour 721 habitants.

Tableau 15 : Nombres d'agents paramédicaux et leur ratio dans la wilaya de Djelfa

Secteur sanitaire	Nombre d'agent paramédical	Ratio 1 Médecin pour x habitant
Ain Oussera	247	885
Hassi Bahbah	219	731
Djelfa	450	596
Messaad	273	824
Total wilaya	1209	721

Chapitre

02

Approche
Théorique

1. Les concepts de base

Pour mettre en place un SIG pour la gestion et l'analyse des données géospatiales du projet, il est important de sélectionner les composantes principales du système : le SGBD, et l'interface client pour visualiser et analyser les données. De plus, il faut définir les différents outils d'interaction entre les composantes du SIG.

Nous allons parcourir dans cette section les différentes solutions proposées dans la littérature afin de nous aider à faire un choix du SGBD, et des différentes composantes d'un SIG web pour la mise en place d'une interface client.

1.2. Les systèmes de gestion de bases de données (SGBD)

Il existe deux grandes familles de systèmes qui sont dits « relationnels » ou « non relationnels » pour la gestion des données. Le choix d'une méthode de gestion va déterminer la liste des logiciels nécessaires pour créer, gérer et interroger la base de données ainsi que la manière d'alimenter le système et de générer les résultats.

Pour faire un choix entre les SGBD non relationnelles, aussi connues sous le nom SGBD NoSQL (Not Only SQL), et les SGBD relationnelles qui, par analogie, sont fréquemment dénommées SGBD SQL (Tannir, 2015), il faut comprendre qu'il n'existe pas une solution meilleure qu'une autre. Le choix découle de la nature des données, de leur volume et de la façon selon laquelle elles seront exploitées. Autrement dit, les SGBD non relationnelles sont des solutions pour les besoins spécifiques de gestion de données, et ne sont pas des solutions de remplacement des SGBD relationnelles (Crozat, s.d.).

1.3. Les SGBD relationnelles ou SGBD SQL

Les SGBD relationnelles sont dénommés SGBD SQL, car le SQL (Structured Query Language) est le langage de requêtes normalisé pour ce type de SGBD. Dans les SGBD relationnelles, le langage SQL permet d'effectuer différentes séquences de requêtes/opérations (transactions) sur l'information contenue dans différentes tables. Ces tables, aussi appelées relations, sont conçues conformément à des normes très strictes. Ces normes, dénommées « Formes Normales », sont les règles qui garantissent la cohérence de l'information contenue dans les différentes tables ainsi que les types d'associations qu'il est possible d'établir entre ces tables (Cornuéjols, 2009; Elmasri&Navathe, 2016).

Dans les BD relationnelles, l'information est répartie sur plusieurs tables. Si une BD était définie dans une seule table, le résultat aurait été une très grande quantité de données répétées (redondance de données). Cette hypothétique BD impliquerait de lentes recherches mêmes pour obtenir des résultats de quelques lignes. Cette situation aussi signifierait de longues et coûteuses mises à jour et de potentielles pertes d'informations. La gestion de cette BD serait très difficile, voire impossible. Pour éviter ces types de problèmes, la distribution de l'information sur plusieurs tables s'impose. La méthode à suivre pour créer les différentes

tables d'une BD est l'application des formes normales (Elmasri&Navathe, 2016;Teoreyetal., 2011). Ces normes définissent les tables et ses attributs (colonne) et, par conséquent, le schéma de relation qui est l'ensemble des attributs et de leurs domaines (type de données) des différentes tables d'une BD relationnelle. La création d'une BD en accord aux formes normales est connue comme la normalisation (Cornuéjols, 2009; Coronel et al, 2020; Elmasri&Navathe, 2016; Teorey et al, 2011)

Les objectifs de la normalisation sont :

- éviter la redondance des données dans la BD;
- garantir que chaque table contient uniquement les attributs associés à l'entité représentée.

Tout processus de normalisation d'une BD implique l'application préliminaire des contraintes:

1.3.1. Contraintes d'intégrité des données:

- Contrainte d'unicité : chaque ligne d'une table doit avoir un identifiant ou clé primaire unique et cette dernière ne doit pas être *NULL* (vide).
- Contrainte d'intégrité référentielle : dans les cas où il y a un lien entre deux tables, il doit y avoir dans l'une des deux tables une clé étrangère qui indique quelle ligne d'une table est liée à quelle(s) ligne(s) d'une autre table.
- Contrainte de domaine : la valeur d'un attribut dans une table doit appartenir à un domaine de valeurs prédéfinies (*datatype*).

1.3.2. Contrainte de non-redondance des données:

- Redondance directe : une donnée ne peut se trouver qu'une fois dans la même table.
- Redondance indirecte : dans une table, il ne peut pas y avoir de données qui peuvent être calculées à partir d'autres données dans la même table.

Malgré les avantages que les règles de normalisation confèrent aux BD relationnelles, ces BD font face à un défi lié au volume de données souvent caractéristiques des données géographiques. Sachant que le fonctionnement optimal des BD relationnelles oblige la mise en place d'un serveur unique, des systèmes informatiques très performants ainsi que des opérateurs experts sont nécessaires pour maintenir l'optimisation du système (Coronel et al., 2011, 2020;Gaetan, 2017). Chaque année des dizaines de milliards de dollars sont investis pour optimiser la gestion des données dans un SGBD SQL (Bédard, 2010). Cependant, l'évolution des technologies de l'information a donné lieu à l'augmentation exponentielle de la demande d'espace de stockage de données depuis la fin des années 90 avec l'apparition du concept de Mégadonnées ou (*Big data*) (Coronel et al, 2020;Cukier& Mayer-Schoenberger, 2013).

Les mégadonnées sont, par définition, un « ensemble d'une très grande quantité de données, structurées ou non, se présentant sous différents formats et en provenance de sources multiples, qui sont collectées, stockées, traitées et analysées dans de courts délais, et qui sont impossibles à gérer avec des outils classiques de gestion de bases de données ou de gestion de l'information. » (Office québécois de la langue française, 2020). « Lorsqu'il est question de mégadonnées, il y a souvent une référence au principe des « trois V »: volume (généralement massif), variété (sources et formats divers) et vitesse (rapidité de traitement). Certains spécialistes ajoutent également la véracité (données crédibles et réelles)» (Office québécois de la langue française, 2020)

Les mégadonnées ont suscité la naissance de nouvelles techniques pour gérer l'information qui est limitée dans les SGBD relationnelles (Behmo& Travers, 2019a). Ces limites soulignent principalement que les grands volumes de données (Big data) nécessitent une autre vision de la gestion de l'information pour que l'augmentation de la taille d'une base de données n'affecte pas sa fonctionnalité et sa performance (mise à l'échelle ou Scalability) (Tannir, 2015).

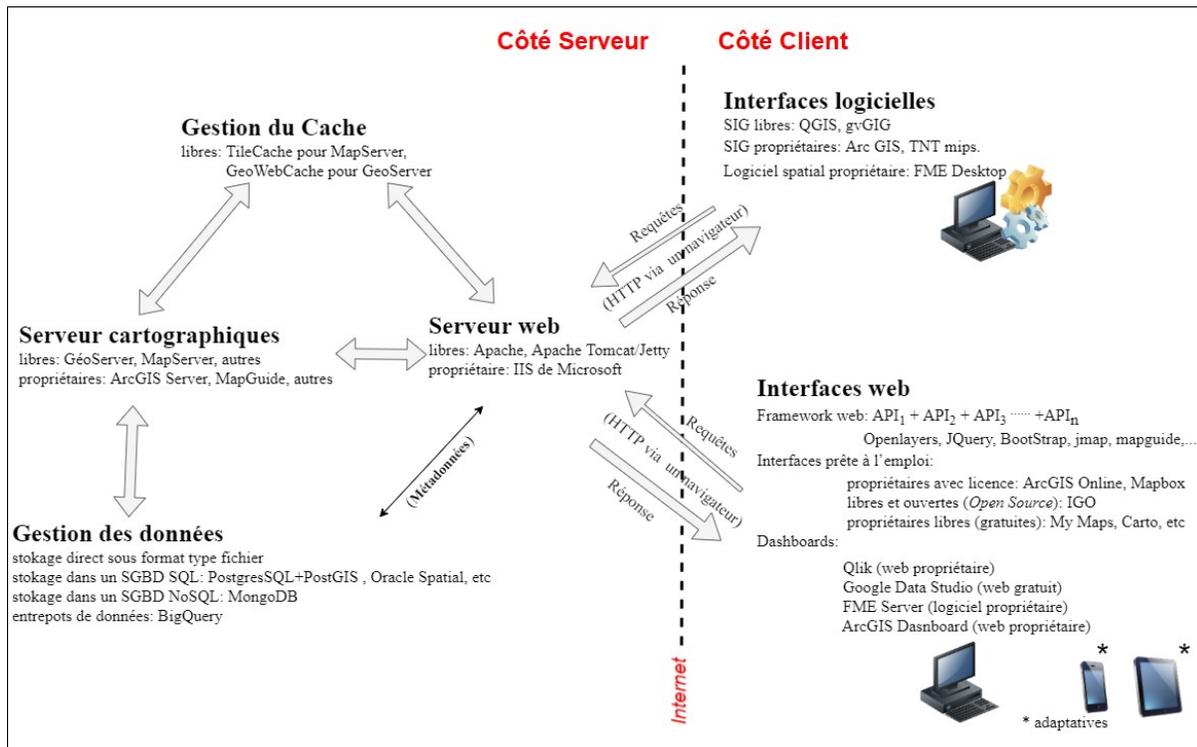
Comme il a été déjà mentionné, le SQL est un langage de haut niveau qui s'appuie sur une structure des données normalisée. Toutefois, pour résoudre le problème de la distribution des données massives, d'autres solutions ont été proposées qui ne reposent pas sur le paradigme relationnel pour stocker et pour interroger les données. Ces solutions sont appelées les SGBD non-relationnelles ou SGBDNoSQL. Les composantes logicielles d'un SIGweb.

Les composantes logicielles nécessaires pour le stockage et la diffusion interactive de l'information géospatiale vers une plateforme cartographique web sont les bases de l'architecture logicielle du SIG web. En ajoutant des outils d'analyse spatiale, le système fait ressortir les relations, les modèles et les associations qui sont souvent cachés par la complexité des données (Pratt, 2020; Serre, 2016; Thierion, 2010). Cette section vise à présenter les différents éléments d'un SIG web afin de mieux définir la partie visible et importante pour l'utilisateur - parfois non expert en géomatique - : l'interface client.

1.4. Les types d'architecture logicielle d'un SIGweb

La sélection de logiciels à utiliser dans l'architecture d'un SIG web est déterminée, entre autres, par la limitation des licences, l'accès à un SGBD, et leur utilisation finale. La figure 5 modifiée de (Germain, 2020) présente les grandes lignes de l'architecture logicielle d'un SIGweb.

Figure 5 : Schéma simplifié de l'architecture d'un SIG web (Modifié de Germain 2020)



1.5. La diffusion de l'information géospatiale

Bien qu'il soit possible d'échanger de l'information sur l'Internet avec un protocole adapté comme le FTP (*File Transfer Protocol*), les formats de données géographiques ne sont pas tous adaptés à un échange simplifié pour une optimisation optimale au sein d'un SIG web. Certains formats requièrent des logiciels spécifiques pour leur création et leur lecture. D'autres formats sont composés d'un ensemble de fichiers avec des sous-extensions qui rendent leur manipulation difficile (Ramsey & Leslie, 2012).

Afin de faciliter les échanges entre les systèmes, ce qu'on appelle l'interopérabilité des systèmes, l'OGC (*Open Geospatial Consortium*) a défini plusieurs formats et services ouverts. Ces normes couvrent non seulement l'ensemble des exigences essentielles pour gérer, manipuler et visualiser les données géospatiales avec les interfaces logicielles, mais aussi avec des interfaces web (Lelong, 2016; Ramsey&Leslie,2012; Thierion,2010). Ces normes comprennent, notamment, des formats de stockage et de gestion de données tels que: GeoRSS, GeoJSON, GML, KML ainsi que des services pour transporter des informations géospatiales avec le protocole HTTP (*HyperText Transfer Protocol*). Ces services permettent de contourner les limitations des formats de données géospatiales qui ne peuvent pas être accessibles sur les navigateurs web (*WebGraphics,s.d.;web Map Service | OGC, s. d.*). Les deux services les plus connus sont le WMS (Web Map Service) et le WFS (Web Feature Service).

Le service WMS permet la diffusion de l'information géospatiale sous la forme d'une image à travers le protocole HTTP. Une demande WMS définit principalement la ou les couches géographiques à afficher, et de la zone géographique à traiter. La réponse à la demande est une image renvoyée dans un des formats d'image web (JPEG, PNG, GIF). De plus, le service prend en charge la possibilité de spécifier le style des images avec les formats SLD (*Styled Layer Descriptor*) (*Web Map Service* | OGC, s. d.).

Les données disponibles à travers un service WMS sont accessibles à l'ensemble des personnes qui désirent les utiliser sans l'apprentissage d'un logiciel SIG (convivialité). Cependant, les géomaticiens peuvent interagir avec les données avec n'importe quel logiciel SIG (interopérabilité).

Le service WFS permet la diffusion de l'information géospatiale sous la forme vectorielle (format GML par défaut) à travers le protocole HTTP. Un tel service a l'avantage d'accéder directement et précisément aux informations géographiques : les attributs spatiaux et descriptifs. Cela permet d'effectuer des opérations de requêtes et d'analyses, et de stocker les informations en interne (*Web Feature Service* | OGC, s. d.). Une des caractéristiques intéressantes des services WFS est qu'il permet (sous autorisation) les opérations de transaction. C'est-à-dire, si le mode transactionnel est autorisé, le service WFS-T permet de créer, de modifier, de remplacer et de supprimer les informations gérées par le serveur du service WFS (*Web Feature Service* | OGC, s.d.).

Le tableau illustre les principales normes des services web de l'OGC (services ouverts) :

Tableau 16 : Les normes principales de l'OGC

Norme internationale	Objectif	Formats	Requêtes principales Commande
Service WMS web Map Service	Transporter de données matricielles	JPEG PNG GIF	GetCapabilities : retourne les métadonnées du serveur GetMap : retourne une ou plusieurs images cartographiques géoréférencées renvoyées dans un format d'image
Service WFS Web Feature Service	Transporter de données vectorielles	GML	GetCapabilities : retourne les métadonnées du serveur WFS DescribeFeatureType : retourne la liste des attributs GetFeature : retourne les valeurs des attributs et de la composante géométrique en format GML GetGMLObject : retourne l'information GML par un identifiant
SLD* Styled Layer Descriptor	Définir le style (symbologie) d'une couche WMS	XML (Requête)	Requête SLD au serveur avec une requête de service WMS GetMap
*norms avancées			

Bien que les services de l'OGC garantissent l'accès à la dernière actualisation des données géospatiales, dans certains cas, il est plus facile d'utiliser des formats de données géospatiales dits « Web » sans se soucier des échanges client-serveur. La liste des formats web est vaste, et chacun a des avantages et des défauts. Dans ce contexte, la sélection d'un format dépendra des besoins spécifiques de chaque projet.

Pour utiliser les données géographiques sur le web, des formats adaptés aux applications web ont été développés.

Parmi les principaux formats web, il est possible de citer les références suivantes :

- **GeoJSON:** format *open source* mais non géré par l'OGC. C'est un format international d'échange de données géospatiales basé sur la notation d'objets JavaScript et qui permet une écriture compacte de l'information. Il définit directement les géométries et la façon dont elles sont combinées pour représenter des données

géographiques, leurs propriétés et leur étendue spatiale. À moins que ce ne soit paramétré différemment, GeoJSON utilise le système de référence de coordonnées géographiques, *World Geodetic System 1984 (WGS84)* par défaut et les unités de degrés décimaux (Butler et al., 2002). La symbologie n'est pas définie dans ce format.

- **KML:** format sous la représentation d'un langage XML basé sur la visualisation géographique, y compris l'annotation de cartes et d'images. Cela comprend non seulement la présentation des données géométriques de deux et de trois dimensions (2D et 3D) sur le globe, mais également le contrôle de la navigation de l'utilisateur (comment regarder l'information). KML utilise uniquement le système de référence de coordonnées géographiques WGS84 (Burggraf, 2015).
- **GML:** format sous la représentation d'un langage XML qui permet la description des caractéristiques géographiques 2D et 3D. GML sert de langage de modélisation pour les systèmes géographiques ainsi que de format d'échange ouvert pour les transactions géographiques sur Internet (WFS). La grammaire XML comprend non seulement les données géospatiales avec ses attributs, mais elle inclut également une description exhaustive de l'information géographique : les systèmes de coordonnées, la gestion de la topologie, la gestion du temps ainsi que des méta-données (*GeographyMarkupLanguage* | OGC, s.d.).
- **GeoRSS:** format sous la représentation d'un langage XML qui permet un mode de diffusion des informations dans un format qui sert à publier des contenus fréquemment actualisés (temps réel) (Reed, 2017).

1.6. Les formats de bases de données embarquées

- **SQLite:** il s'agit d'un moteur de base de données embarquées qui se différencie de la plupart des bases de données SQL par le fait qu'il lit et écrit directement dans des fichiers. Donc, dans un seul fichier multiplateforme se trouve une base de données SQL complète avec des tables, index, déclencheurs et vues. SQLite n'intègre pas une gestion des systèmes de coordonnées et des fonctions d'analyse spatiale (*SQLite Home Page*, s.d.).
- **Spatialite:** une bibliothèque destinée à s'intégrer à SQLite pour fournir un SGBD spatiales complet et puissant. Cela permet d'intégrer les systèmes de coordonnées et des fonctions d'analyse spatiale (*Spatialite:Spatialite*, s.d.).

- **GeoPackage**: une norme de l'OGC qui décrit un ensemble de règles pour stocker la totalité de caractéristiques vectorielles, ainsi que des images dans une base de données SQLite. C'est un format qui peut gérer la symbologie.

1.7. Les serveurs cartographiques

Un serveur cartographique est un logiciel installé sur un serveur et qui permet au client d'accéder aux données à partir d'un serveur web (HTTP). Le logiciel « serveur cartographique » transforme l'information géospatiale pour une diffusion optimale sur le web, par exemple, dans un des services internationaux de l'OGC comme WMS ou WFS, ou bien un service propriétaire comme ArcGIS d'ESRI.

La mise en place d'un serveur cartographique (programmation et configuration) dépend d'une série de facteurs comme les formats de données en entrées, le SGBD utilisé, les systèmes de coordonnées géographiques, le style des couches, etc. Dans tous les cas, un serveur cartographique doit être capable de se connecter à plusieurs sources de données.

Les serveurs cartographiques les plus connus – dans le monde *Open Source* - sont :

- **MapServer** : disponible depuis 1997 et développé par l'Université du Minnesota en coopération avec la NASA.
- **GeoServer** : disponible depuis 2001 et développé par *The Open Planning Project (TOPP)* à New York.

Le tableau montre une comparaison entre MapServer et Geoserver.

Tableau 17 : Comparaison entre MapServer et Geoserver

Entreposage des données	<i>GeoServer</i>	<i>MapServer</i>
Programmation	Langage orienté objet Java	Langage C
Logiciel multi-utilisateur	Limité	Logiciel multi-utilisateur
Gestion de Cache	Avec le système GeoWebCache	
Méthode directe (Liste non exhaustive des formats supportés)	Shapefile GeoTIFF ArcGRID JPEG2000 * GDAL formats *	Shapefile GML KML GeoTIFF ArcGRID JPEG2000 GDAL formats
Méthode de gestion (Liste non exhaustive des SGBD supportés)	PostGIS ArcSDE * Oracle Spatial and Graph (plug-in nécessaire) DB2 * SQL Server *	PostGIS ArcSDE Oracle Spatial and Graph Spatialite MySQL SQL Server
Configuration de styles, projections, etc.	Interface de configuration web	Fichiers de configuration MapFile
Gestion de la norme WFS-T	Supporte la norme WFS-T	N'est pas capable de gérer directement le mode WFS-T
Convivialité	Grande convivialité	Convivialité relative.
	*plug-in nécessaire	

Au niveau de serveurs « propriétaires », la compagnie ESRI propose des solutions largement utilisées

- **ArcGIS server** : le logiciel serveur cartographique complet et commercial de la compagnie.
- **ArcGIS Online** : la plateforme web en infonuagique qui permet de créer des services (WFS, TileMap, etc.), ainsi que des cartographies web et des tableaux de bord.

1.8. Les interfaces client des SIGweb

L'interface client est la pointe de l'iceberg du SIG web avec laquelle interagit l'utilisateur pour exploiter les données. Elle peut être une interface cartographique, un tableau de bord analytique ou bien souvent, les deux interfaces intégrées ensemble.

Une interface client peut être :

- **Une interface logicielle installée sur l'ordinateur** : exemples *Open Source* comme QGIS ou propriétaire comme ArcGIS.
- **Une interface web**: elle peut être une interface programmée avec une API de l'anglais *Application Programming Interface* ou une interface web dite « prête à l'emploi ».

Une cartographie web « prête à l'emploi » est une cartographie simple destinée à la diffusion des données géographiques sur le web sans programmation. Parmi les interfaces prêtes à l'emploi les plus connues se trouvent les solutions :

- propriétaires avec licence comme ArcGIS Online, MapboxStudio;
- libres et ouverts (*Open Source*) IGO du gouvernement de Québec;
- propriétaires, mais libres (gratuites) comme MyMaps Google, Carto Studio, etc.

Mapbox peut être utilisé comme interface de programmation web(API) ainsi que comme interface web prête à l'emploi. Les APIs servent à ajouter des interactions dans l'environnement de travail tel que boutons pour sélectionner les couches à afficher, changer le fond de carte ou ajouter des barres d'outils pour accéder à des fonctionnalités.

Parmi les APIs connues, on peut citer les solutions :

- propriétaires avec licence comme ArcGIS API;
- libres et ouvertes (*Open Source*) comme OpenLayers, LeafLet;
- propriétaires, mais libres (gratuites limitées) comme Google Map, Mapbox, HereGO.

L'interface client de style « tableau de bord analytique » est une forme plus évoluée d'interfaces. Elle est largement utilisée par les systèmes géodécisionnels servant à l'affichage simultané d'indicateurs, de données brutes, d'une cartographie, d'analyses multidimensionnelles ainsi que des résultats issus de requêtes. Les composantes d'un tableau de bord (l'information, les cartes et les indicateurs) sont capables d'interagir entre eux et avec l'utilisateur à partir d'un logiciel/interface qui offre une vue d'ensemble sur un seul écran (Définition d'un tableau de bord—ArcGIS Dashboards | Documentation, 2020; Law, 2019). Étant donné que ces interfaces permettent à l'utilisateur de définir n'importe quelle étendue ou de filtrer les données de la manière qui lui convient le mieux, les tableaux de bord sont devenus

les éléments déterminants de toute infrastructure géospatiale destinée à la prise de décisions, la visualisation de tendances, la surveillance à temps réel ou la diffusion d'information. En résumé, c'est une puissante ressource géodécisionnelle (ArcGIS Dashboards | Tableaux de bord de données, s. d.).

La visualisation infographique des indicateurs paramétrés est possible à partir des langages de programmation web ou avec l'aide des APIs. Ces indicateurs affichent le comportement de données géospatiales associées à une thématique dans une interface destinée à l'analyse interactive. Parmi ces APIs se trouvent par exemple : Raphael, D3js, Google charts, Papers, etc. Cependant, il existe plusieurs options logicielles de tableaux de bord prêtes à l'emploi qui offrent la possibilité de créer des interfaces web permettant la visualisation de multiples cartes et indicateurs analytiques. Ces logiciels de tableaux de bord ont des architectures multi-extensions qui ont une vaste liste de connecteurs pouvant aller chercher l'information dans les services internationaux définis par l'OGC, ainsi que dans des formats type fichiers libres et dans certains formats propriétaires (*Qlik GeoAnalytics*, s. d.; *Welcome to Data Studio! (Start here)*, s.d.).

Parmi les tableaux de bord connus, on peut citer :

- Qlik (web propriétaire)
- Google Data Studio (web gratuit)
- ArcGIS Dashboard (web propriétaire)

Tous ces logiciels permettent entre autres de:

- mettre en valeur des phénomènes complexes avec des indicateurs simples destinés à combiner l'information;
- illustrer l'évolution des phénomènes sur une dimension temporelle;
- favoriser l'interaction entre les différentes composantes.

En résumé, les tableaux de bord sont des applications web configurables qui permettent à l'utilisateur d'exploiter sous une forme interactive l'information géographique à l'aide de graphiques simple, des cartes, et d'autres éléments visuels capables de répondre à des filtres de sélection (ArcGIS Dashboards | Tableaux de bord de données, s. d.; Qlik GeoAnalytics, s. d.; Welcome to Data Studio! (Start here), s. d.; Law, 2019).

1.9. L'extraction, la transformation et le chargement des données

Pour traiter différents types de données géographiques de sorte à pouvoir alimenter une BD ou une interface client, il faut passer par un processus qui consiste à l'extraction, la transformation et le chargement des données. Ce processus est connu en géomatique décisionnelle comme un processus ETL, de l'anglais *Extract, Transform, load* (Bédard, 2010). Cependant, étant donné la diversité des sources d'informations à extraire, et compte tenu de la nécessité de consolider ces informations après des transformations requises, le processus ETL entraîne nécessairement deux autres opérations : les opérations de sélection et de consolidation (intégration) (Chafki & Desrosiers, 2011). Au final, l'ensemble des opérations présentes dans un processus ETL sont les suivantes : Sélection, Extraction, Transformation, Intégration et Chargement (Godin & Desrosiers, 2011).

Ils existent différentes façons de réaliser une opération ETL. Il est possible d'y parvenir à l'aide de langages de programmation ou à partir d'outils ETL (Crozat, 2016a). Les logiciels SIG (*open source* et propriétaires) mettent à la disposition des outils pour lire, afficher, interroger et exporter des fichiers sous plusieurs formats. Ces opérations peuvent être automatisées sous la forme d'outils de chaînes de traitement équivalentes aux outils ETL (*ModelBuilder* | *ArcGIS for Desktop*, s. d.; *QGIS 3.10 Manual*, s. d.). Cependant, si la source de données est une BD NoSQL, le modèleur graphique de QGIS ainsi que le *Model Builder* de ArcGIS sont limités. Il n'est pas possible de les utiliser pour travailler avec les SGBD qui ne sont pas traditionnels sans recourir à des modules d'extension (plugin) (Murphy, 2012; *QGIS MongoDB Python Plugins Repository*, s.d.).

Les logiciels propriétaires dédiés à l'ETL des données géospatiales sont sur le marché depuis 1993 (FME Desktop, 2020). Des solutions *Open Source* existent depuis peu de temps (Bédard, 2010). Ces logiciels permettent généralement les opérations ETL à partir de quatre types de sources de données : les fichiers, les répertoires, les données web ainsi que les BD relationnelles ou non (Crozat, 2016c) (Techroba, 2015).

Parmi les logiciels ETL, plusieurs choix sont possibles selon le type de licence (*Compare Data Transformation Tools* | *Top 10 Platforms in 2020*, s. d.; Techroba, 2015) :

- **Open Source:** Talend Open Source Data Integrator, Scriptella, KETL, Pentaho Data Integrator-Kettle, Jaspersoft ETL, GeoKettle, CloverETL, HPCC Systems, Jedox, Apatar, etc.
- **Propriétaire:** Domo, Alteryx, FIVETRAN, Pentaho, Yuno, FME, etc. Parmi tous ces outils, certains sont capables de gérer des données géospatiales. C'est le logiciel FME de l'anglais (Feature Manipulation Engine) qui propose le plus d'options pour l'ensemble des opérations.

2. COVID-19

Les coronavirus forment une famille comptant un grand nombre de virus qui peuvent provoquer des maladies très diverses chez l'homme, allant du rhume banal au SRAS, et qui causent également un certain nombre de maladies chez l'animal.

La COVID-19 est la maladie causée par un nouveau coronavirus, le SARS-CoV-2. L'OMS a appris l'existence de ce nouveau virus le 31 décembre 2019 lorsqu'un foyer épidémique de cas de « pneumonie virale » a été notifié à Wuhan, en République populaire de Chine (OMS, 2021).

2.1. Test moléculaire et test sérologique

Les « tests moléculaires », notamment les tests de réaction de polymérisation en chaîne (PCR), détectent le matériel génétique du virus et permettent donc de déterminer si une personne est actuellement infectée par le SARS-CoV-2.

Les « tests sérologiques » détectent les anticorps contre le virus et mesurent la quantité d'anticorps produite à la suite d'une infection, ce qui permet de déterminer si une personne a été préalablement infectée par le SARS-CoV-2. Les tests sérologiques ne doivent pas être utilisés pour diagnostiquer une infection aiguë à SARS-CoV-2, car les anticorps se développent quelques semaines après l'infection (OMS, 2021).

2.2. Transmission du COVID-19

La COVID-19 est causée par le virus SARS-CoV-2, qui se propage dans la population, essentiellement par le biais d'un contact étroit avec une personne infectée.

Des études menées par les signataires et d'autres scientifiques ont démontré au-delà de tout doute raisonnable que les virus sont libérés lors de l'expiration, de la parole et de la toux dans des microgouttelettes suffisamment petites pour rester en l'air et poser un risque d'exposition à des distances supérieures à 1 à 2 m d'un individu infecté (Morawska, 2009).

Par exemple, à des vitesses d'air intérieures typiques, une gouttelette de 5 m parcourra des dizaines de mètres, bien plus grande que l'échelle d'une pièce typique, tout en se déposant d'une hauteur de 1,5 m au sol. Plusieurs études rétrospectives menées après l'épidémie de coronavirus 1 du syndrome respiratoire aigu sévère (SRAS-CoV-1) ont démontré que la transmission par voie aérienne était le mécanisme le plus probable expliquant le schéma spatial des infections (Yil, 2004).

La transmission par aérosols peut se produire dans des contextes spécifiques, en particulier dans des espaces intérieurs, bondés et insuffisamment ventilés où une ou plusieurs personnes infectées passent de longs moments avec d'autres personnes, comme les restaurants, les salles de chorale, les cours de fitness, les boîtes de nuit, les bureaux ou les lieux de culte. Des études sont en cours pour mieux comprendre les conditions dans lesquelles la transmission

par aérosols se produit en dehors des établissements de santé où des actes médicaux spécifiques (actes générant des aérosols) sont effectués (OMS, 2021)

Par ailleurs, les personnes porteuses du virus peuvent laisser des gouttelettes infectieuses lorsqu'elles éternuent, toussent ou touchent des objets ou des surfaces, comme les tables, les poignées de porte et les rampes. On peut alors être infecté par le virus si l'on touche ces surfaces contaminées puis que l'on se touche les yeux, le nez ou la bouche avant de s'être lavé les mains.

Qu'elles présentent ou non des symptômes, les personnes infectées peuvent être contagieuses et transmettre le virus à d'autres personnes.

D'après les données de laboratoire, c'est surtout juste avant qu'elles développent des symptômes (à savoir deux jours avant l'apparition de symptômes) et au tout début de la maladie que les personnes infectées sont les plus contagieuses. Les personnes qui développent une forme grave de la maladie peuvent être contagieuses plus longtemps (OMS, 2021).

2.3. Prévalence du COVID-19

Les figures 1, 2, 3, 4 et 5 représentent les statistiques du COVID-19 dans le monde et en Algérie. Les totaux incluent les cas confirmés et les cas probables dans certaines régions. Les cas probables sont identifiés par les autorités de santé publique sur la base de critères développés par des organismes publics.

Figure 6 : Extension pandémique du COVID-19 dans le monde (Sansonetti, 2020)



Figure 7 : Nombre de cas atteint du COVID-19 dans le monde (le Center for Systems Science and Engineering (CSSE) de l'Université Johns Hopkins)

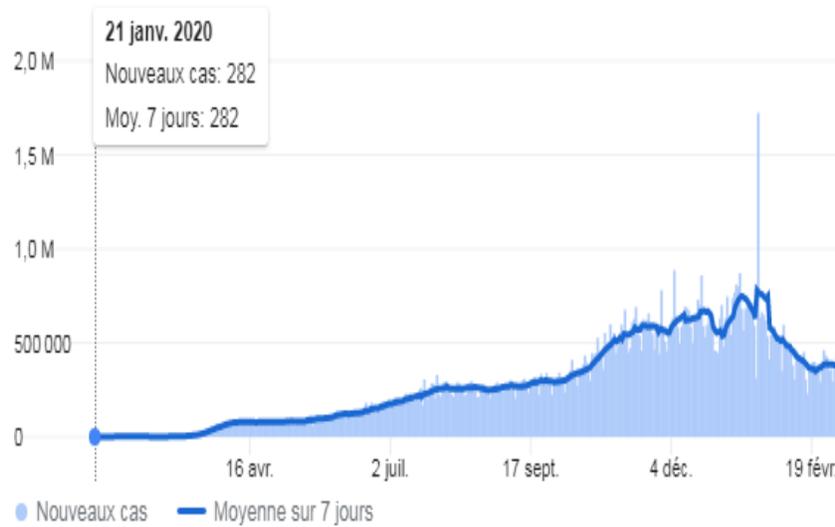


Figure 8 : Nombre de décès dans le monde (le Center for Systems Science and Engineering (CSSE) de l'Université Johns Hopkins)

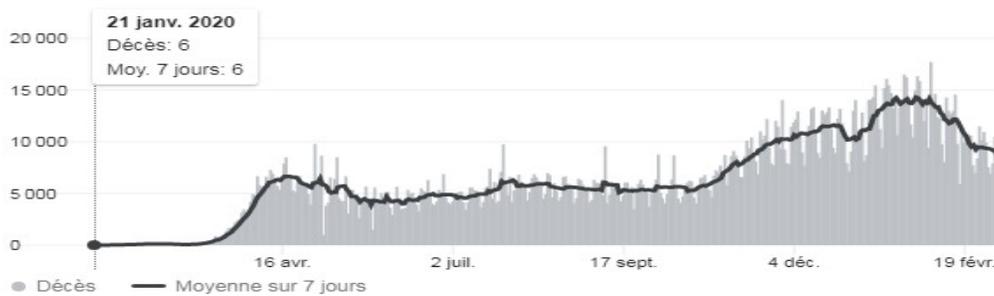


Figure 9 : Nombre de cas atteint du COVID-19 en Algérie (le Center for Systems Science and Engineering (CSSE) de l'Université Johns Hopkins)

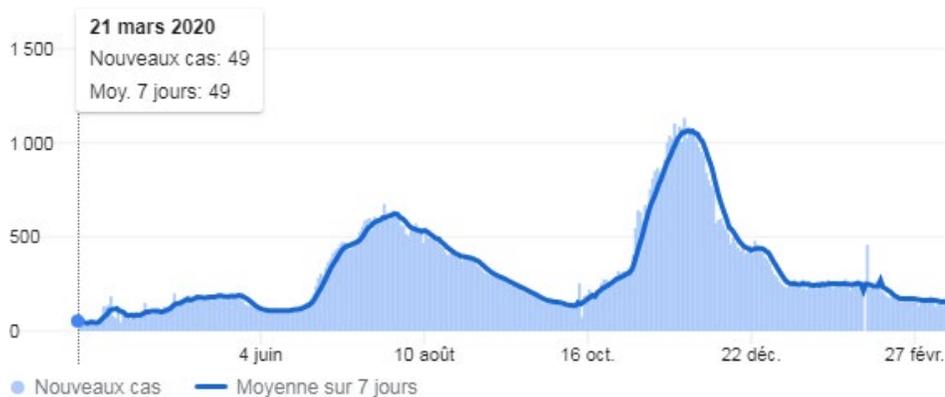
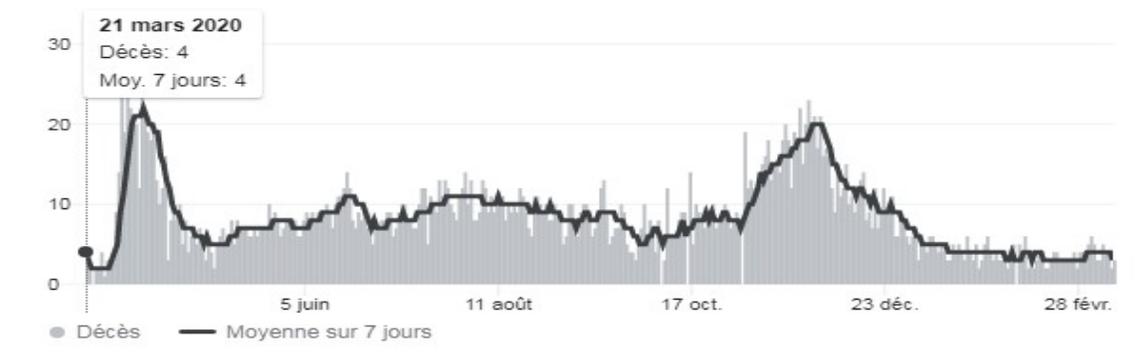


Figure 10 : Nombre de décès en Algérie (le Center for Systems Science and Engineering (CSSE) de l'Université Johns Hopkins)



2.4. Essai clinique Solidarité de traitements contre la COVID-19

L'essai Solidarité est un essai clinique international censé aider à trouver un traitement efficace contre la COVID-19. Mis sur pied par l'Organisation mondiale de la Santé et ses partenaires, c'est l'un des plus grands essais contrôlés randomisés au niveau international pour les traitements de la COVID-19 ; près de 12 000 patients y participent dans 500 centres hospitaliers de plus d'une trentaine de pays.

L'essai Solidarité évalue l'effet de médicaments sur trois issues importantes chez les malades de la COVID-19 : le décès, le besoin d'une assistance respiratoire et la durée de l'hospitalisation.

L'essai compare des options thérapeutiques aux soins classiques pour déterminer leur efficacité relative contre la COVID-19. Cet essai, pour lequel des malades sont recrutés dans plusieurs pays, vise à déterminer si l'un des médicaments augmente les chances de survie ou diminue le besoin de ventilation ou la durée de l'hospitalisation. D'autres médicaments peuvent être ajoutés à l'essai en fonction des nouveaux éléments disponibles.

D'une manière générale, tant que les preuves ne sont pas suffisantes, l'OMS déconseille aux médecins et aux associations médicales de recommander ou d'administrer aux patients atteints de la COVID-19 ces traitements dont l'efficacité n'est pas démontrée, et la prise de ces médicaments en automédication (OMS, 2021).

2.5. Les patients du COVID-19 soignés à domicile

Les personnes qui ne présentent pas de symptômes doivent pouvoir rester chez elles, si elles peuvent être suffisamment isolées des autres membres du foyer, et sous réserve de l'avis favorable d'un médecin. Il peut être envisagé de soigner à domicile les personnes qui présentent des symptômes bénins ou modérés si elles ont moins de 60 ans, ne fument pas, ne sont pas obèses, et ne présentent pas d'autres pathologies telles que cardiopathie, diabète sucré, pneumopathie, cancer, insuffisance rénale chronique ou affection immun déprimante.

Un agent de santé évaluera les facteurs de risque parallèlement aux symptômes présentés par le patient et à ses antécédents médicaux, ainsi que la capacité de la famille à prendre en charge les soins. Les membres du foyer doivent limiter les espaces communs, suivre les règles d'hygiène recommandées et savoir comment reconnaître les signes d'une aggravation de l'état du malade et y répondre.

Un agent de santé qualifié devra évaluer si le domicile concerné est adapté à l'isolement d'un patient COVID-19 et aux soins qui doivent lui être prodigués, et si des mesures adaptées de lutte anti-infectieuse sont mises en place. Il est aussi important que le patient et sa famille soient soutenus par des agents de santé qualifiés à leur domicile, ou par téléphone, télémédecine, ou par des équipes chargées d'un suivi de proximité des malades **(OMS, 2021)**.

Chapitre

03

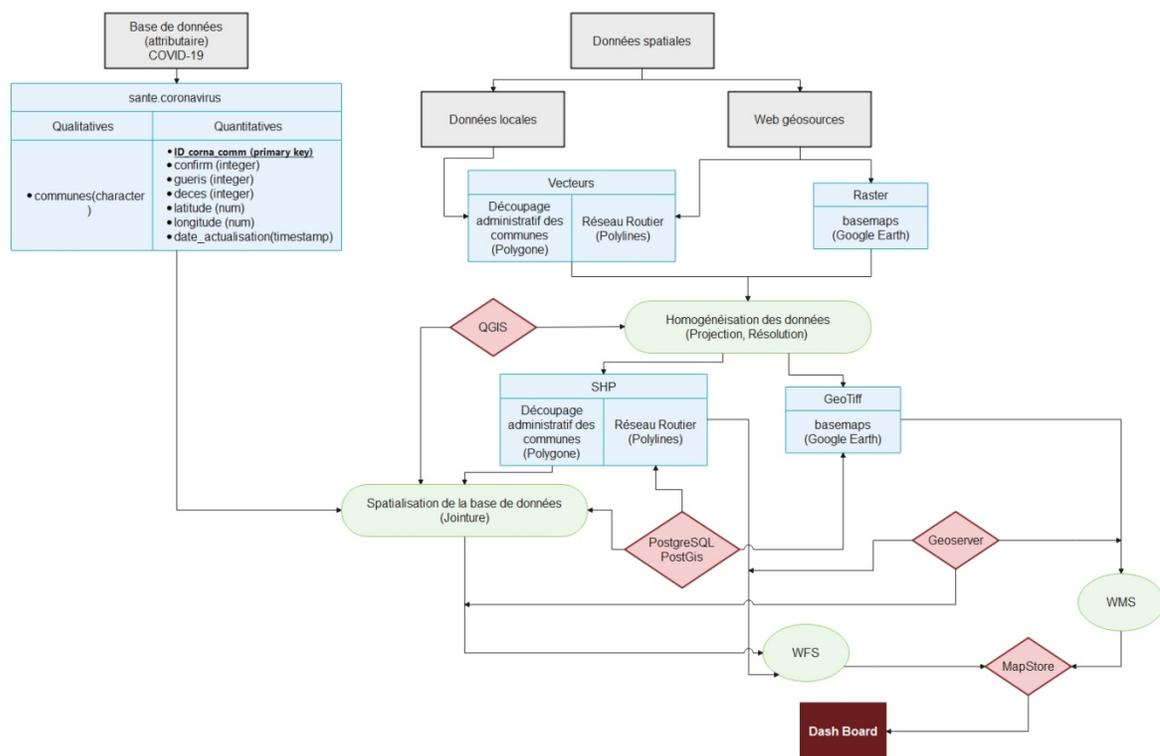
Élaboration du
système
d'information de
suivie de la
Covid-19

Introduction

L'objectif de notre travail est de réaliser un tableau de bord interactif portant toutes les statistiques de la Covid-19 et leurs représentations graphique et cartographiques hébergé sur un site web.

Dans ce sens il est nécessaire de construire une chaîne de traitements à l'aide de différents outils SIG Open Source. En clair, notre système prend en charge des sources de données externes de manière automatisée à une échelle de temps régulière. Puis, on archive ces données. Enfin, elles sont diffusées aux utilisateurs via les protocoles HTTP WMS et WFS. Par extension, le process construit est reproductible pour de nombreuses thématiques.

Figure 11 : Organigramme et démarche du travail



1. Données utilisées

Pour la réalisation de notre système nous devons fournir des données de nature qui peuvent être attributaires ou bien spatial, les sources de ces données sont des statistiques administratives, cartes géographique ou bien disponible sur le web. Pour mieux représenter nos données nous l'avons organisé comme suit :

2. Données attributaires

Il s'agit principalement des statistiques de la COVID-19 récolté au près des services de la prévention sanitaire de la wilaya de Djelfa, Par ailleurs voir la confidentialité de ces données nous n'avons pas eu l'autorisation de les publier en chiffres réels pour cela nous avons attribuer des chiffres théoriques pour chaque communes, l'important pour la concrétisation de notre système c'est de garder la même structure (mêmes propriétés) pour l'entité de la base de donnée que nous le nommerons« sante.coronavirus ».

3. Création de la table PostgreSQL / PostGIS des cas de Coronavirus

Dans cette section, Nous allons créer la table PostgreSQL / PostGIS appelée « sante.coronavirus » dans le schéma « sante » d'une base de données. Le choix des champs de la table dépend des données retenues lors de l'import. Ainsi, de manière spécifique pour cette étude de cas, le code SQL ci-après possède des champs :

Tableau 18 : Table PostgreSQL / PostGIS des cas de Coronavirus

Nom du Champ	Type de variable	Observation
communes	Qualitatif nominale (texte)	les communes de la wilaya de Djelfa
confirme	Quantitatif Discontinu (Numérique entier)	Nombre de personnes atteintes confirmée par la corona virus
gueris	Quantitatif Discontinu (Numérique entier)	Nombre de personnes guéris de la corona virus
deces	Quantitatif Discontinu (Numérique entier)	Nombre de personnes décédés de la corona virus
date	Timestamp	Date du recensement

En outre, on considère quelques règles reproductibles :

- la création d'un identifiant unique de type Serial. Ce type crée une séquence. Le champ « gid » constitue aussi la clé primaire ;

- l'affectation d'un ou des utilisateurs avec des droits particuliers sur la table ;
- la définition du champ de la ou les géométries retenues pour l'entité géographique. Ici, la géométrie est un point dans la projection EPSG 4326;
- Enfin, la création d'un index sur la ou les colonnes requêtées dans les applications afin d'optimiser les temps de prises en charge.

```
-- Table: sante.coronavirus  
  
-- DROP TABLE sante.coronavirus;  
  
CREATE TABLE sante.coronavirus -- Table des cas de coronavirus dans la wilaya de Djelfa (source :  
C/data_corona)  
(  
  gid SERIAL PRIMARY KEY, -- Identifiant unique  
  communes character varying (255), -- Communes cas de coronavirus recensés  
  confirme integer, -- Cas de coronavirus confirmés  
  deces integer, -- Décès liés au coronavirus  
  gueris integer, -- Guérisons du coronavirus  
  latitude numeric(4,14), -- Latitude  
  longitude numeric(5,14), -- Longitude  
  date_actualisation timestamp without time zone, -- Date de la mise à jour des données  
  geom geometry(Point,4326) DEFAULT NULL, -- Géométrie du point en EPSG 4326  
  CONSTRAINT coronavirus_pkey PRIMARY KEY (gid)  
)  
WITH (  
  OIDS=FALSE  
);  
ALTER TABLE sante.coronavirus OWNER TO user;
```

On exécute enfin le script SQL afin d'implémenter la table dans la base de données.

4. Données spatiales :

Les données spatiales utilisées dans notre travail sont récoltés de sources déférentes locale qui seront chargé directement dans le système ou bien des données fournis sur des plateforme qui seront appeler par le système en indiquant leurs adresse.

5. Données locales :

6.1. Découpage administratif :

Nous avons utilisé le découpage administratif des communes de la wilaya de Djelfa, de type vecteur de nature polygone avec un Identifiant pour chaque commune « ID_COMMUNE »

numérique le même que le champ « gid » de la base de donnée « sante.coronavirus » pour assurer la jointure plus tard.

7. Données du Web :

Il s'agit du réseau routier qui sera appelé de la Platform Open street Map (OSM) et le fond de Google Earth utilisée entant que base map.

8. Homogénéisation des données :

Cette tache consiste à standardisation des données spatiale dans la même projection : EPSG:32631 qui correspond à la projection « WGS 84 / UTM zone 31N », pour éviter d'éventuelle décalage dus au conflit entre les systèmes de références.

9. Importation des données dans PostgreSQL (PostGis) :

PostGIS est une extension open source du système de base de données relationnelle objet PostgreSQL qui permet de stocker des objets SIG (systèmes d'information géographique) dans la base de données. PostGIS inclut la prise en charge des index spatiaux R-Tree basés sur GiST et des fonctions d'analyse et de traitement des objets SIG.

10. Import quotidien des données du Coronavirus dans la base de données

Dans un premier temps, on réalise un script afin d'importer les données géographiques dans la table « sante.coronavirus » créée précédemment. En Python, le module psycopg2 permet de manipuler les données avec PostgreSQL. Puis, la requête SQL utilisée est une insertion de données. Les fonctions PostGIS ST_SetSrid et ST_MakePoint définissent respectivement une projection géographique à la géométrie et créent une géométrie ponctuelle.

```
ST_SetSrid(ST_MakePoint(%(longitude)s,%(latitude)s),4326))
```

La source de données du Cononavirus en JSON indique des dates d'actualisation aléatoires. Ainsi, on décide de déclencher le script d'importation et de bancarisation dans PostgreSQL tous les jours. Pour cela, un planificateur de tâches sur Windows ou un crontab sur Unix est défini. Pour cette étude de cas, on déclenche le script Python tous les jours à 5h AM. Sur le fichier crontab crontabe, on saisit la ligne :

```
0 5 * * * REPETOIRE_PYHTON/bin/python3 REPETOIRE_APP/fichier.py
```

Enfin, on note que l’insertion quotidienne n’écrase pas les anciennes données des cas de Coronavirus. L’idée est de pouvoir réaliser une série temporelle à des fins statistiques par exemple. Par conséquent, la création d’une vue prenant en charge les données de la dernière date assure une observation en temps réel.

11.Importation des fichiers spatiaux en mode vecteur :

Supporté par une grande variété de bibliothèques et d’applications, PostGIS fournit de nombreux outils pour charger des données. Nous intéressons au chargement de fichiers Shapefile (.shp) en utilisant l’outil dédié de PostGIS.

Grace à l’outil import de données Shapefile « pgShapeLoader » de la section PostGIS, nous allons procéder à importer nos fichiers.

Premièrement, retournez sur le Dashboard et cliquez sur le lien Import shapefiles de la section PostGIS. L’interface d’import de données Shapefile pgShapeLoader se lance.

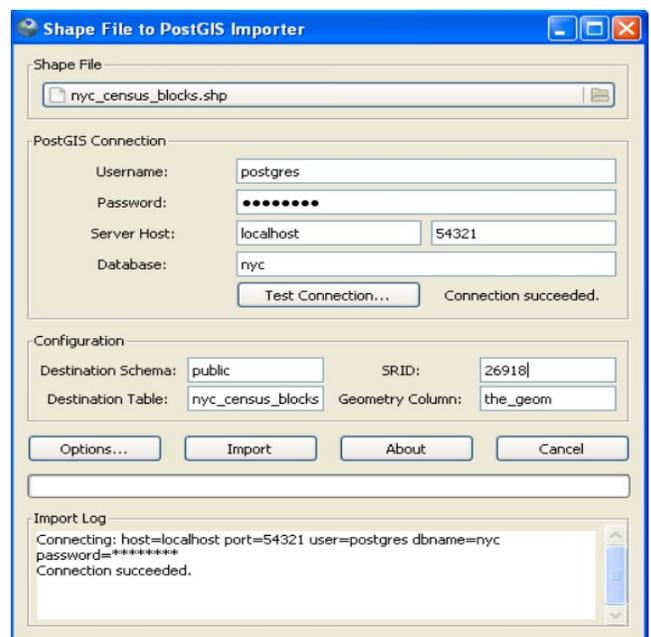
Les détails de la section connexion PostGIS

Username	postgres
Password	postgres
Server Host	localhost 54321
Database	nyc

Note : affecter le numéro de port 54321 est très important ! Le serveur PostGIS d’OpenGeo utilise ce port et non le port par défaut (5432).

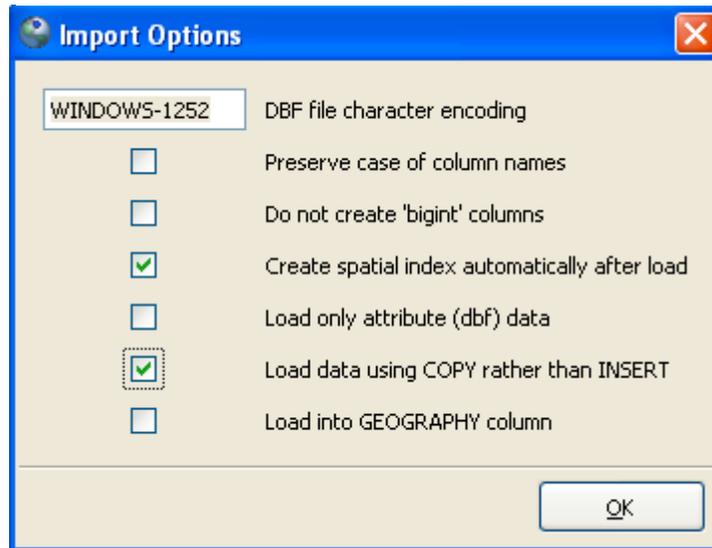
Destination Schema	public
SRID	32631
Destination Table	Decoup_admin
Geometry Column	the_geom

Figure 12 : Importation des ShapeFiles vers PostGIS



La configuration de l'onglet option "Load data using COPY rather than INSERT." implique que le chargement des données sera plus rapide.

Figure 13 : Transferts des données au Geoserver et Open layers



Dans cette section, on diffuse les données géographiques du Coronavirus en WMS et WFS sécurisés. Puis, ce dernier protocole HTTP est appelé pour afficher les cas de Coronavirus sur une carte interactive.

GeoServer : publication des données du Coronavirus

GeoServer est un serveur logiciel open source écrit en Java qui permet aux utilisateurs de partager et de modifier des données géospatiales. Conçu pour l'interopérabilité, il publie des données à partir de n'importe quelle source de données spatiales majeure en utilisant des normes ouvertes.

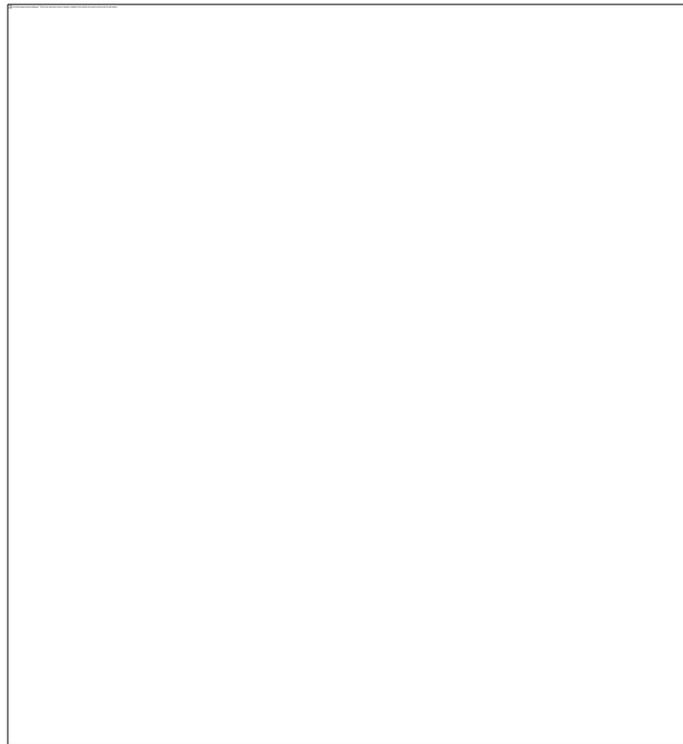
GeoServer est l'implémentation de référence des standards Web Feature Service (WFS) et Web Coverage Service (WCS) de l'Open Geospatial Consortium (OGC), ainsi qu'un Web Map Service (WMS) certifié haute performance. GeoServer constitue un composant central du Web géospatial.

L'avantage de GeoServer par rapport à QGIS Server par exemple est la mise en place d'une politique de sécurité sur les données et sur les différents services (WMS, WFS, etc). La création d'un utilisateur pouvant lire les données du Coronavirus issues des deux tables en WMS et WFS. Et, pour le WFS, seul un accès en lecture est autorisé.

Le logiciel QGIS affiche les données du Coronavirus en WMS et WFS. Pour cela, il suffit d'éditer les détails de connexion des protocoles HTTP :

- le WMS : l'URL est `https://map.geomatick.com/geoserver/sante/wms` ;
- le WFS : l'URL est `https://map.geomatick.com/geoserver/sante/wfs` ;
- les deux protocoles, l'authentification de base est pour l'utilisateur : `Enjoy` et le mot de passe : `YourLife`.

Figure 14 : QGIS : Nouvelle connexion WMS des données du Coronavirus.

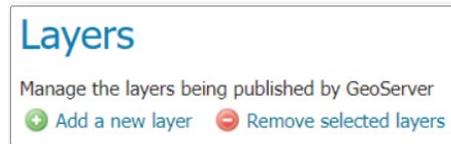


Dans GeoServer, le terme « couche » fait référence à un ensemble de données raster ou vectorielles qui représente une collection d'entités géographiques. Les couches vectorielles sont analogues aux « featureTypes » et les couches raster sont analogues aux « couvertures ». Toutes les couches ont une source de données, appelée magasin. La couche est associée à l'espace de travail dans lequel le magasin est défini.

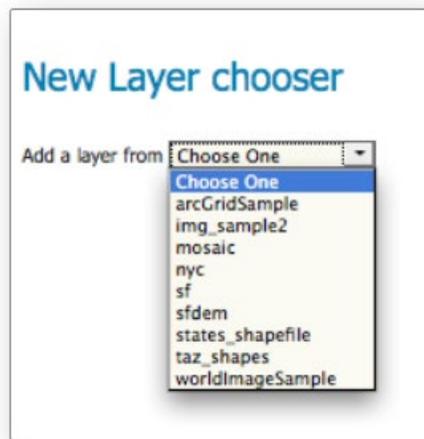
Dans la section Couches de l'interface Web, vous pouvez afficher et modifier les couches existantes, ajouter (enregistrer) une nouvelle couche ou supprimer (désenregistrer) une couche. La page Affichage des couches affiche la liste des couches, ainsi que le magasin et l'espace de travail dans lesquels chaque couche est contenue. La page Affichage affiche également l'état de la couche et le SRS natif.

Ajouter les couches vecteurs et raster :

Geoserver nous permis d'ajouter des couches de type vecteurs (communes et routes) et de type raster (basemaps), pour cela il suffit d'utiliser le bouton ajout un nouveau calque.

Figure 15 : Ajouter les couches

Le menu affiche tous les magasins actuellement activés. Dans ce menu, sélectionnez le magasin où la couche doit être ajoutée.

Figure 16 : La sélection du magasin où la couche doit être ajoutée

Lors de la sélection d'un magasin, une liste des ressources du magasin s'affiche. Les ressources qui ont déjà été publiées en tant que couches sont répertoriées en premier, suivies des autres ressources disponibles pour être publiées. Dans notre cas, « decoup_administratif », « reseau_routier » et « basemaps » sont tous des calques existants dans le magasin sante.

Éditer le calque : données

Geoserver nous permis aussi d'afficher ou modifier les paramètres de données d'une couche.

Figure 17 : Editer les paramètres des données des couches

nunc:Arc_Sample

Configure the resource and publishing information for the current layer

Data Publishing Dimensions Tile Caching Security

Edit Layer

Basic Resource Info

① Store Name: arcGridSample

① Native Name: Arc_Sample

Name
Arc_Sample

Enabled

Advertised

Title
A sample ArcGrid file

Abstract

Keywords

Current Keywords

WCS
arcGridSample
arcGridSample_Coverage

Remove selected

New Keyword

Vocabulary

Add Keyword

Paramètres de couverture (Raster) :

Des paramètres de couverture facultatifs sont possibles pour certains types de données raster. Par exemple, les formats WorldImage demandent une plage valide de coordonnées de grille en deux dimensions appelée ReadGridGeometry2D. Pour ImageMosaic, Nous avons utilisé InputImageThresholdValue, InputTransparentColor et OutputTransparentColor pour contrôler le rendu de la mosaïque en termes de seuillage et de transparence.

Paramètres WMS

Figure 18 : Paramètres WMS

The screenshot displays the 'WMS Settings' dialog box, specifically the 'Layer Settings' tab. The 'Queryable' checkbox is checked, and the 'Default Style' is set to 'polygon'. Under 'Additional Styles', there are two lists: 'Available Styles' containing 'burg', 'capitals', 'cite_Jakes', 'dem', 'generic', 'giant_polygon', 'grass', 'green', 'poi', and 'point'; and 'Selected Styles' containing 'line'. Below these lists are input fields for 'Default Rendering Buffer', 'Default WMS Path' (set to '/'), and 'Default Interpolation Method' (set to 'Use service default').

Nous avons défini les paramètres de publication spécifiques à WMS.

Queryable : contrôle si la couche est interrogeable via des requêtes WMS GetFeatureInfo.

- Style par défaut : Style qui sera utilisé lorsque le client ne spécifie pas de style nommé dans les requêtes GetMap.
- Styles supplémentaires : autres styles pouvant être associés à cette couche. Certains clients (et l'aperçu de la couche GeoServer) les présenteront comme des alternatives de style pour cette couche à l'utilisateur.
- Tampon de rendu par défaut : valeur par défaut du bufferparamètre fournisseur GetMap/GetFeatureInfo.
- Chemin WMS par défaut : emplacement de la couche dans l'arborescence des couches de fonctionnalités WMS. Utile pour créer des groupes de calques non opaques
- Méthode d'interpolation par défaut

Paramètres WFS

Nous avons défini les paramètres de publication spécifiques à WFS comme suit :

- Limite de fonctionnalités par demande : définit le nombre maximal de fonctionnalités pour une couche qu'une opération WFS GetFeature doit générer (quel que soit le nombre réel d'accès à la requête)
- Nombre maximal de décimales : Définit le nombre maximal de décimales dans la sortie GML.
- Activer la conversion des entités complexes en entités simples

Figure 19 : Paramètres WFS

WFS Settings

Feature Settings

Per-Request Feature Limit

Maximum number of decimals

Right-pad decimals with zeros

Forced decimal notation, don't use scientific notation

Activate complex to simple features conversion

NumberMatched skip

Skip the counting of the numberMatched attribute

Extra SRS codes for WFS capabilities generation

Override WFS wide SRS list

Coordinates Encoding

Encode coordinates measures

12.Publication des données sur MapStore:

MapStore est un framework WebGIS Open Source hautement modulaire développé par GeoSolutions pour créer, gérer et partager en toute sécurité des cartes et des mashups. Ce framework simple et intuitif est capable de mixer les contenus cartographiques fournis par Google Maps, OpenStreetMap, Bing ou d'autres serveurs conformes aux standards OGC comme WFS, CSW, WMC, WMS, WMTS et TMS. MapStore est utilisé pour rechercher, visualiser et interroger des données géospatiales publiées et pour intégrer plusieurs sources distantes dans une seule carte.

Figure 20 : Interface de MapStore



Le visualiseur et la brique logicielle de DjelfaGeoCovid qui permet la consultation des données et le suivi de la Covid19 géographiquement dans le Portail.

Les visualiseurs sont les modules que vous utiliserez le plus souvent dans le Portail. Ces visualiseurs offrent différents outils permettant de faire des recherches de données.

Configurations matérielles et logicielles :

Le Portail DjelfaGeoCovid est conçu pour une utilisation privilégiée sur un poste de travail au travers d'un navigateur internet récent et respectant les standards du web.

Figure 21 : Les navigateurs supportés

Aucun greffon additionnel (Java, Flash) n'est nécessaire.

Un écran d'une résolution de 1280 x 1024 minimum est nécessaire pour naviguer.

Les écrans avec seulement 900 px de hauteur ne sont pas conseillés.

Accès via l'intranet ou l'extranet

Pour les personnes connectées au réseau interne (dans les locaux ou via le VPN), les informations de connexion sont celles de votre compte Windows.

Pour tous les autres, des identifiants propres au portail seront nécessaires. Vous devez donc avoir un compte.

Figure 22 : Portail d'accèsThe image shows a login portal interface. At the top, it says 'Entrez votre identifiant et votre mot de passe.' Below this are two input fields: 'Identifiant:' and 'Mot de passe:'. A 'SE CONNECTER' button is positioned below the password field. At the bottom, there is a red-bordered box containing the text 'Créer un compte - mot de passe oublié'.

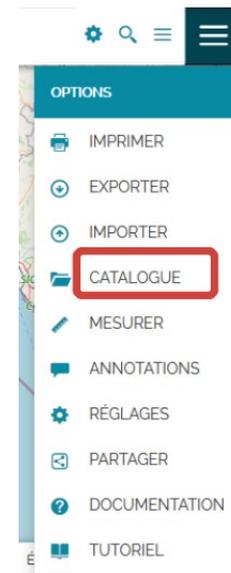
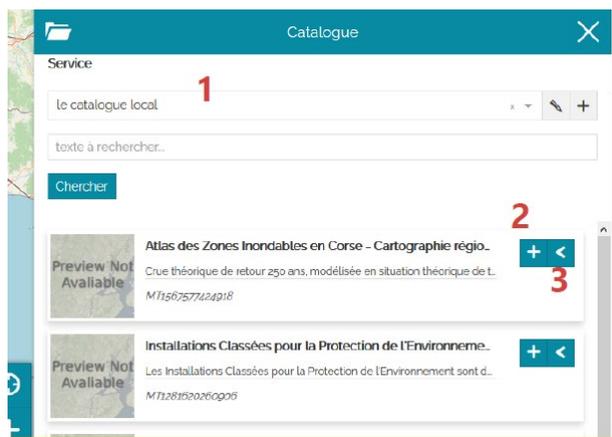
Ajouter une couche individuelle dans MapStore :

Il est recommandé de d'abord chercher une couche géographique dans le catalogue de métadonnées qui dispose d'outils adaptés (cliquer sur l'onglet catalogue) :

Une fois la couche identifiée dans le catalogue (Catalogue local)

Nous pouvons ajouter la donnée.

La couche ajoutée à la carte est systématiquement placée dans le groupe de couches Default en haut de la liste des couches.



Fonds de plan MapStore :

MapStore propose par défaut un fond de plan référentiel.

Ce fond de plan est placé sous les couches affichées dans la carte (il n'est pas visible dans la liste des couches).

Ajouter et consulter la table attributaire dans MapStore

Pour ouvrir et consulter la table attributaire d'une couche, une liste des couches doit être sélectionnée puis le symbole du tableau correspond à la table attributaire.



3 Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique de type II de Corse

Numéro national	Identifiant de la zone	Libellé	procedure	generation	superficie
<input type="text" value="Tapez le texte à filtrer..."/>	<input type="text" value="Tapez un nombre ou une ex"/>	<input type="text" value="Tapez un nombre ou une ex"/>			
040004135	0082	CHENAIE VERTE D'ESIGNA-I			801.6875

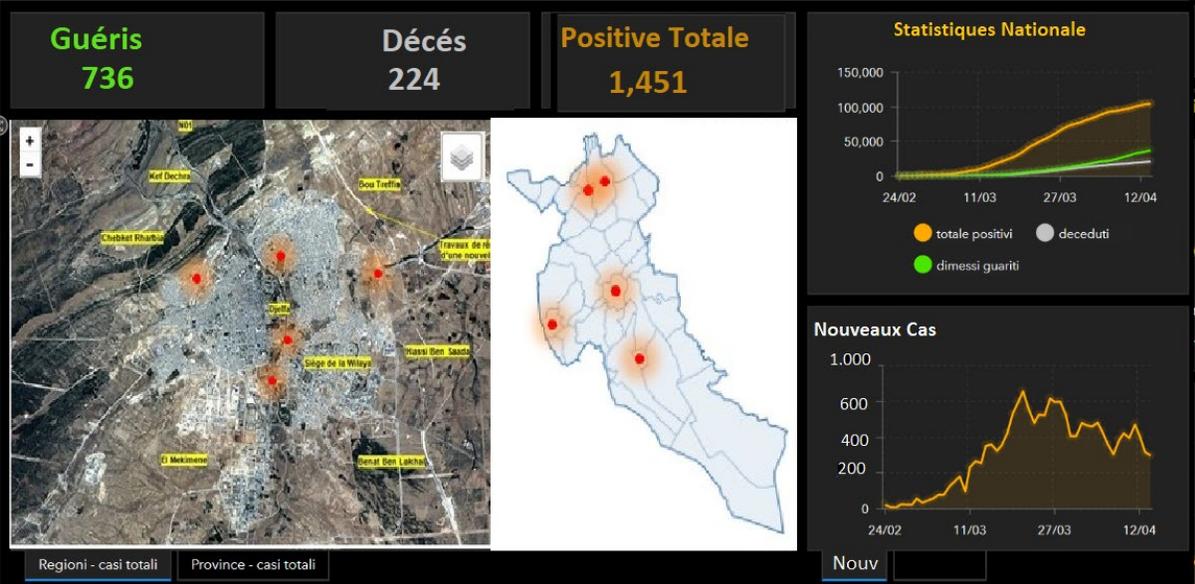
Explorer le tableau de Board :

Explorer un tableau de bord sur MapStore simplifié montre le suivi quotidien du Coronavirus dans le monde. Il porte les informations suivantes :

- les dernières données globales des cas de Cononavirus avec les cas confirmés, les décès et les guérisons;
- ensuite, un tableau listant les dernières données par commune;
- **une carte du Coronavirus;**
- enfin, un graphique montrant l'évolution quotidienne des cas confirmés du Coronavirus, des décès et des guérissons dans le monde.

Les données vectorielles sont chargées en WFS, tandis que les données Raster sont chargées WMS.

Figure 23 : Tableau du bord Covid-19



Conclusion générale

Conclusion générale:

La mise en place d'un processus de cartographie de la santé par l'intermédiaire d'un WebSIG a ouvert de nouvelles possibilités de travail au géographe avec les décideurs de la santé. Le WebSIG s'inscrit dans une dynamique de documentation opérationnelle basée sur le terrain et en laboratoire. La carte devient un support de travail privilégié, alimenté par des descriptions et des photographies tout au long des échanges entre chercheurs. Les informations spatiales sont accessibles aux non spécialistes grâce à des fonctionnalités plus simples qu'un SIG bureautique.

Ce travail a permis de prendre en main plusieurs nouveaux outils comme QGIS, PostgreSQL, PostGIS pour le SGBD spatiale et Mapsource pour le tableau de bord. Ils permettent de mettre en place rapidement une solution quel que soit sa complexité et les facteurs intervenants, sans perdre du temps sur la normalisation des données pour le SGBD, et sur la programmation pour le tableau de bord.

Ce sont des outils flexibles pour l'intégration de nouvelles données et qui sont accessibles à travers des processus WEBGIS. La solution proposée est une solution alternative aux SIG web qui sont développés à partir de SGBD relationnelles et avec des interfaces web programmées.

Ce modeste travail se vaut aussi comme une initiation aux diverses solutions que peut apporter l'analyse spatiale et les SIG, dans le domaine de la santé pour la localisation, la propagation et la gestion des épidémies.

Bibliographie

Ouvrages

- Arisido, M.W., Gaetan, C., Zanchettin, D. *et al.* A Bayesian hierarchical approach for spatial analysis of climate model bias in multi-model ensembles. *Stoch Environ Res Risk Assess* (2017)
- Valentin Borozan, Gérard Cornuéjols, Minimal Valid Inequalities for Integer Constraints. *Mathematics of Operations Research* (2009)
- Yuri V. Il'ichev, Markus A. Schwörer and Jakob Wirz, Photochemical Reaction Mechanisms of 2-Nitrobenzyl Compounds: Methyl Ethers and Caged ATP (2004)
- L. Morawska, G.R. Johnson, Z.D. Ristovski, M. Hargreaves, K. Mengersen, S. Corbett, C.Y.H. Chao, Y. Li, D. Katoshevski, Size distribution and sites of origin of droplets expelled from the human respiratory tract during expiratory activities, *Journal of Aerosol Science* (2009)
- Philippe J Sansonetti, COVID-19, chronicle of an expected pandemic (2020)
- Jérôme Darmont, Boris Novikov, Robert Wrembel, *Advances in Databases and Information Systems* (2020)
- Viktor Mayer-Schönberger, Kenneth Cukier, *Big Data: A Revolution that Will Transform how We Live, Work, and Think* (2013)
- Toby J. Teorey, Sam S. Lightstone, Tom Nadeau, H.V. Jagadish, *Database Modeling and Design: Logical Design* (2011)
- Donghoon Lee, Namgyu Kim, Inhwan Jung , *An Investigation on the Interoperability between Ontology and the Entity-Relationship Model* (2011)
- Seema mehra parihar, *Open Source GIS*.
- Enrique Martin de Villodres Lusinchi, Développement d'une base de données géospatiales et mise en place d'un tableau de bord analytique pour la gestion et la diffusion des données de mammifères marins de la Patagonie (2021)

Rapports

- RGPH 2008, ONS, Algérie
- Office québécois de la langue française, Canada, 2020
- Le Center for Systems Science and Engineering (CSSE) de l'Université Johns Hopkins, Etats-Unis.
- Statistiques sanitaires 1999, ministère de la santé, Algérie
- Schéma d'aménagement de la wilaya de Djelfa, Algérie

Mémoires

- BEDERINA Mohamed et BENDECHOU Hamza, Identification des zones inondables Cas de la ville de Ain Oussera Approche géomatique, université de Djelfa Ziane Achour, 2013

Resources online

- Qlik Geoanalytics, welcome to data studio
- *Compare Data Transformation Tools | Top 10 Platforms in 2020*
- *ModelBuilder | ArcGIS for Desktop*
- *QGIS MongoDB Python Plugins Repository*

Site d'internet

- www.arcgis.com
- www.safe.com
- www.gaia-gis.it
- www.sqlite.org
- www.osgeo.org
- www.who.int
- www.ons.dz
- www.geoserver.org
- www.geosolutionsgroup.com
- www.acugis.com

Index

Liste des abbreviations

API: Application Programming Interface (traduisez: Interface de programmation)

BD: Base de Données

EPSG: European Petroleum Survey Group

ETL: Extract, Transform, Load

FTP: File Transfer Protocol (traduisez: Protocol de Transfert de Fichier)

JSON: JavaScript Object Notation

TIFF: Tag Image File Format

GIF: Graphics Interchange Format (traduisez: Format d'échange d'images)

SIG/GIS: Système d'Information Géographique

GML: Geography Markup Language

HTTP: HyperText Transfer Protocol (traduisez: Protocol de Transfert HyperTexte)

JPEG: Joint Photographic Experts Group

KML: Keyhole Markup Language

OGC: Open Geospatial Consortium

ONS: Office National des Statistiques

OSM: Open Street Map

PNG: Portable Network Graphics

RGPH: Recensement General de la Population et de L'habitat;

SGBD: Système de Gestion de Base de Données

SLD: Styled Layer Descriptor

SQL: Structured Query Language (traduisez: Langage de requêtes structuré) ;

URL: Uniform Resource Locator (traduisez: Localisateur Uniforme de Ressources)

UTM: Universal Transverse Mercator

WCS: Web Coverage Service

WFS: Web Feature Service

WMS: Web Map Service

XML: Extensible Markup Language

Liste des figures

Figure 1 : Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausсен de la Wilaya de Djelfa	9
Figure 2 : Répartition de la population par dispersion de la wilaya de Djelfa.....	11
Figure 3 : Evolution de la population de la Wilaya de Djelfa (1987-2008)	12
Figure 4 : Pyramide des âges de la population de la wilaya de Djelfa	19
Figure 5 : Schéma simplifié de l'architecture d'un SIG web (Modifié de Germain 2020)	31
Figure 6 : Extension pandémique du COVID-19 dans le monde (Sansonetti, 2020).....	41
Figure 7 : Nombre de cas atteint du COVID-19 dans le monde (le Center for Systems Science and Engineering (CSSE) de l'Université Johns Hopkins).....	42
Figure 8 : Nombre de décès dans le monde (le Center for Systems Science and Engineering (CSSE) de l'Université Johns Hopkins)	42
Figure 9 : Nombre de cas atteint du COVID-19 en Algérie (le Center for Systems Science and Engineering (CSSE) de l'Université Johns Hopkins)	42
Figure 10 : Nombre de décès en Algérie (le Center for Systems Science and Engineering (CSSE) de l'Université Johns Hopkins)	43
Figure 11 : Organigramme et démarche du travail	45
Figure 12 : Importation des ShapeFiles vers PostGIS	49
Figure 13 : Transferts des données au Geoserver et Open layers	50
Figure 14 : QGIS : Nouvelle connexion WMS des données du Coronavirus.	51
Figure 15 : Ajouter les couches	52
Figure 16 : La sélection du magasin où la couche doit être ajoutée	52
Figure 17 : Editer les paramètres des données des couches.....	53
Figure 18 : Paramètres WMS.....	54
Figure 19 : Paramètres WFS	55
Figure 20 : Interface de MapStore	56
Figure 21 : Les navigateurs supportés	57
Figure 22 : Portail d'accès	57
Figure 23 : Tableau du bord Covid-19.....	60

Liste des tableaux

Tableau 1 : Pluviométries mensuelles moyennes U : mm	7
Tableau 2 : Températures mensuelles moyennes U : °C	8
Tableau 3 : Répartition de la population par dispersion	11
Tableau 4 : Evolution de la population	12
Tableau 5 : Evolution de la population par dispersion 87/98/2008	13
Tableau 6 : Evolution de la population par commune et par dispersion.....	15
Tableau 7 : Evolution de la population nomade	16
Tableau 8 : Répartition de la population par groupe d'âge et par sexe de la wilaya de Djelfa	18
Tableau 9 : Ratio des Lit/1000 habitants dans le secteur sanitaire de la wilaya de Djelfa	22
Tableau 10 : Nombres des polycliniques et leur ratio dans la wilaya de Djelfa.....	23
Tableau 11 : Nombres des centres de santé et leur ratio dans la wilaya de Djelfa	24
Tableau 12 : Nombres des salles de soins et leur ratio dans la wilaya de Djelfa.....	25
Tableau 13 : Nombres des médecins et leur ratio dans la wilaya de Djelfa	26
Tableau 14 : Nombres des dentistes et leur ratio dans la wilaya de Djelfa	26
Tableau 15 : Nombres d'agents paramédicaux et leur ratio dans la wilaya de Djelfa.....	27
Tableau 16 : Les normes principales de l'OGC	33
Tableau 17 : Comparaison entre MapServer et Geoserver	36
Tableau 18 : Table PostgreSQL / PostGIS des cas de Coronavirus	46

Résumé

La wilaya de Djelfa a connu comme le reste de l'Algérie et le monde entier les ramifications de la pandémie Covid-19, mais la question qui se pose : comment pouvons-nous gérer les prochaines pandémies inévitables surtout que cette wilaya est considéré comme un point d'intersection est une liaison très important entres les différents régions de la nation

Dans ce travail nous avons élaboré un Système d'information Géographique (SIG) qui nous aidera à gérer et surveiller la pandémie (à l'aide des différents outils géospatiales) en s'appuyant sur les logiciels et services : QGIS/ArcGIS, Geoserver, PostGIS, MapStore...etc résultant en un Dashboard (tableau de bord) compréhensive qui servira comme un modèle de base à tout futur systèmes similaires.

Mots Clés : Covid-19, Dashboard, Base de données, Gestion et suivie.

ملخص

لقد عرفت ولاية الجلفة ، كبقية الجزائر والعالم بأسره ، تداعيات وباء كوفيد-19 ، لكن السؤال الذي يطرح نفسه: كيف يمكننا التعامل مع الأوبئة التي لا مفر منها ، خاصة وأن هذه الولاية تعتبر نقطة تقاطع و رابط مهم للغاية بين مناطق الدولة المختلفة.

في هذا العمل، قمنا بتصميم نظام المعلومات الجغرافية (GIS) الذي يسمح لنا بإدارة ومراقبة الوباء (باستخدام الأدوات الجغرافية المكانية المختلفة) استنادًا إلى برامج وخدمات QGIS / ArcGIS و Geoserver و PostGIS و MapStore و غيرها. مما ينتج لنا لوحة معلومات كاملة والتي ستكون بمثابة نموذج أساسي لجميع الأنظمة المماثلة في المستقبل.

الكلمات المفتاحية : كوفيد-19 ، لوحة القيادة ، قاعدة البيانات ، الإدارة والمراقبة.