

Kuhn Francis

25 Janvier 2020

L'environnement du projet de tramway de Constantine

Bâtie sur la cime du Rocher, en haut des gorges du Rummel, Constantine est une ville majestueuse : ces forteresses antiques, naturelles sont, depuis 2500 ans, un vieux site d'implantation humaine.

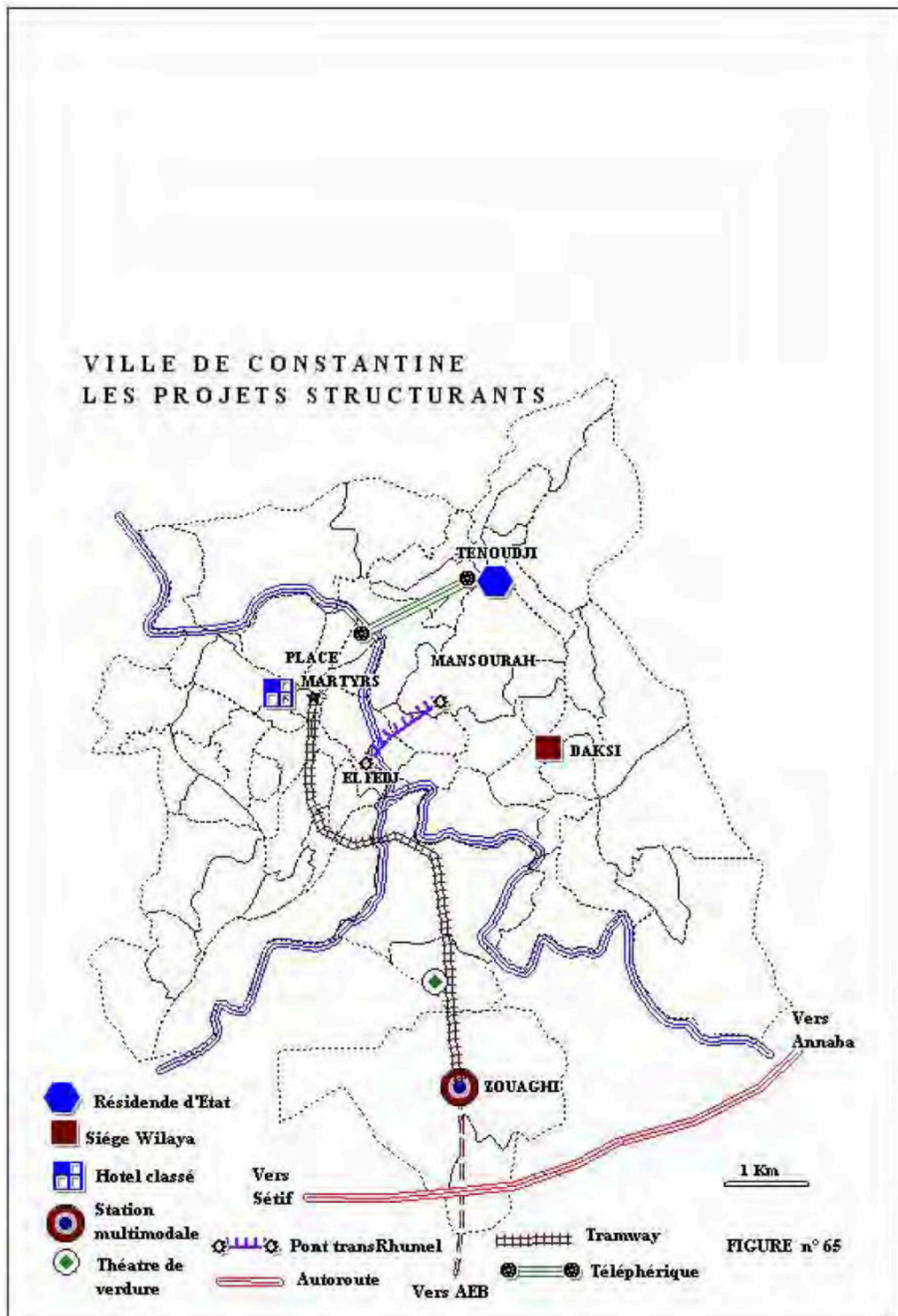
Durant la période ottomane la médina perchée sur son Rocher, s'est toutefois ouverte vers l'autre versant du Mansourah par la construction de pont Bab-El-Kantara puis par la construction d'édifices nouveaux et de ponts impressionnants de Sidi-Rached et de Sidi-M'cid inaugurés en 1912. De nos jours, Constantine sauvegarde son titre de capitale de l'Est du pays. Dans cette période le paysage urbain a complètement changé avec l'apparition des ZHUN¹ dans un souci de loger la population pour faire face à l'exode rural.

Le projet

Le Système de Transport par Tramway de Constantine ligne 1 est un système constitué d'une ligne à double voie d'une longueur d'environ 8 km entre la station Ben Abdelmalek jusqu'à la station Zouaghi Slimane, empruntée par une flotte de 51 rames CITADIS 402, alimentée électriquement par des lignes aériennes de contact LAC et d'un Centre de Maintenance. Cette première ligne de tramway de Constantine a été mise en service le 4 Juillet 2013.

Une extension de cette première ligne de tramway de Constantine relie le terminus actuel de Zouaghi à la ville nouvelle d'Ali Mendjeli et compte 12 stations. Ce projet d'extension du Tramway de Constantine comprend l'extension de la ligne Zouaghi-Ali Mendjeli, l'extension du remisage, et la mise à niveau de la Ligne 1.

¹ ZHUN : Zone d'habitat urbain nouvelle



Source : Marouk Messaoud, « Recherches pour un atlas de Constantine, approche statistique et thématique », thèse de doctorat soutenue en 2010, Université Mentouri à Constantine, 372 p.



Source https://fr.wikipedia.org/wiki/Tramway_de_Constantine#/media/Fichier:Map_of_the_tramway_system_in_Constantine,_Algeria.png

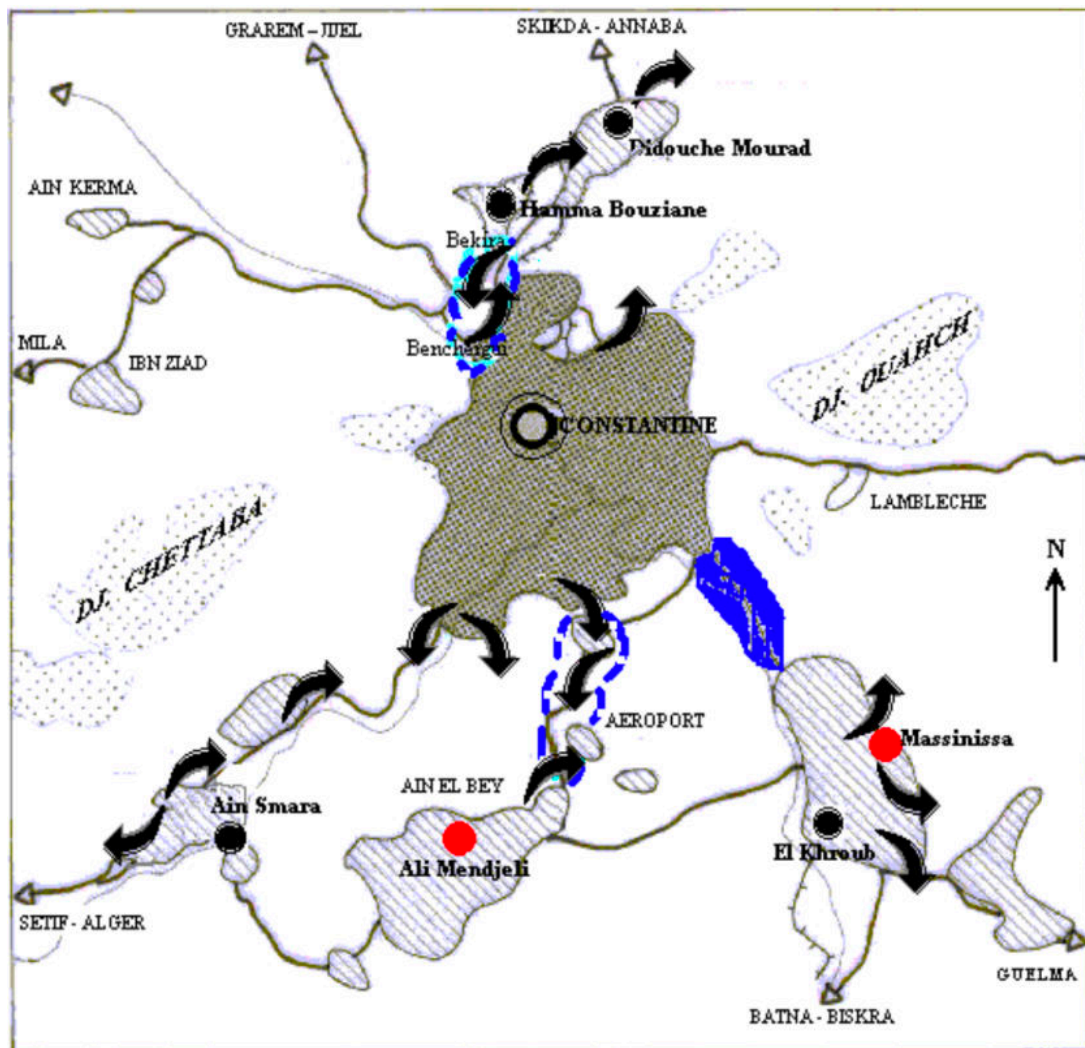
Présentation du tracé de la ligne 1 du tramway de Constantine

La ligne a été prolongée vers le sud jusqu'à la ville nouvelle d'Ali Mendjeli sur une longueur de 10,3 km. Dès Zouaghi jusqu'à la fin de la ligne, 12 stations voyageurs sont implantées.



Source https://fr.wikipedia.org/wiki/Tramway_de_Constantine#/media/Fichier:Map_of_the_tramway_system_in_Constantine,_Algeria.png

Présentation du tracé de l'extension de la ligne 1 du tramway de Constantine entre le terminus actuel de Zouaghi à la ville nouvelle de d'Ali Mendjeli desservant 12 stations



Carte XX.

Constantine: reports de croissance et étalement urbain

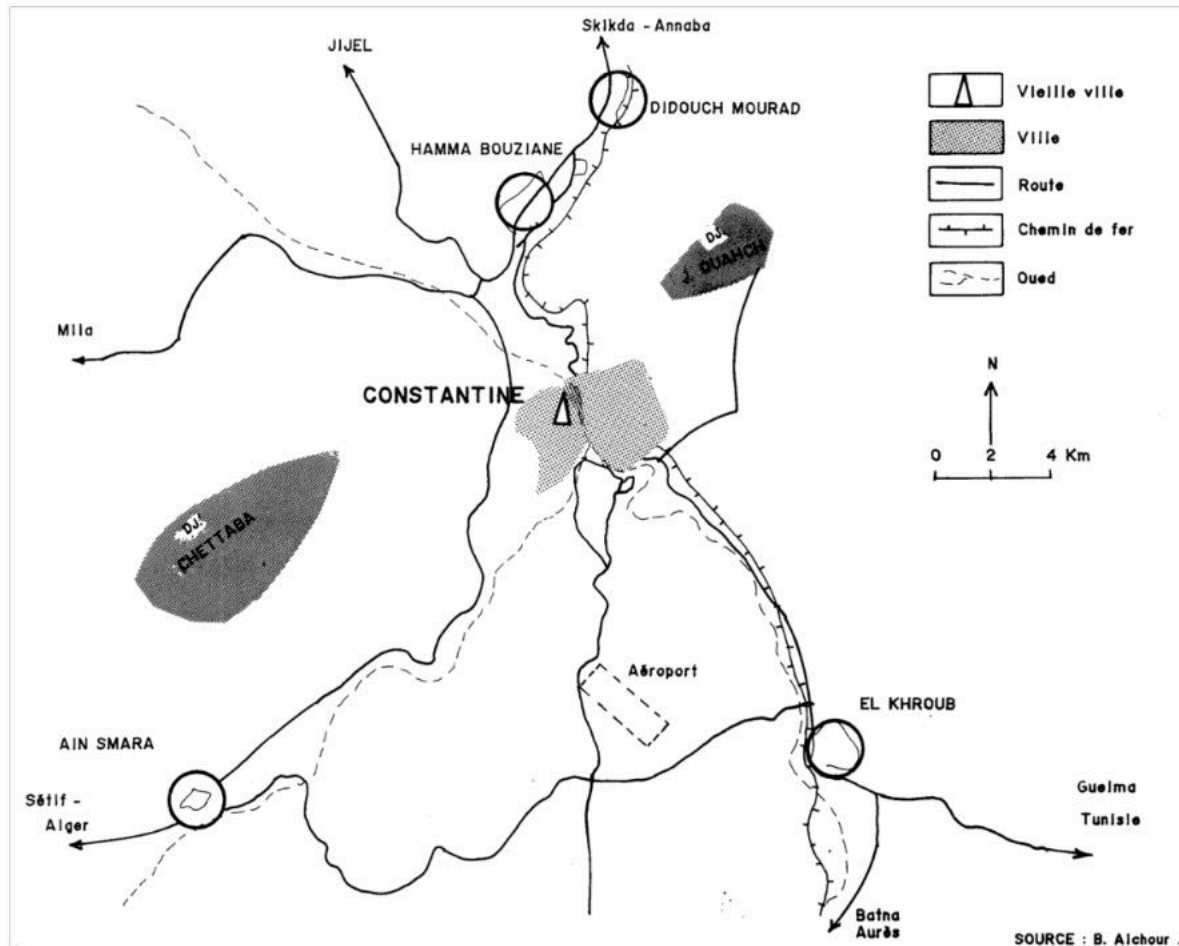
[Sources: carte de l'évolution de Constantine- Badia B.Sahraoui 2004
et Schéma Directeur du Grand Constantine]



Source : <https://bu.umc.edu.dz/theses/urbain/HIO6276.pdf>

L'étalement urbain sur l'agglomération de Constantine : la ville nouvelle d'Ali Mendjeli

L'extension de la ligne de tramway de Constantine relie l'antique Cirta à la ville nouvelle Ali-Mendjeli et connecte les 4 universités. Très attendue par la population d'Ali-Mendjeli, une méga-cité abritant près de 500.000 habitants, l'extension de la ligne de tramway compte 12 stations et renforce la desserte des universités de Constantine : l'Université des sciences islamiques Emir-Abdelkader, l'Université des frères Mentouri, l'Université III et l'Université II Abdelhamid-Mehri.



Source : http://afitl.ish-lyon.cnrs.fr/tl_files/documents/CST/N50/Aicho50.pdf

Schéma des axes routiers vers l'aéroport et la ville nouvelle vers le sud-ouest de Constantine

L'environnement naturel

La ville de Constantine est située dans le nord-est de l'Algérie sur la latitude 36° 17' Nord par rapport à l'équateur et la longitude de 6°37', par rapport à Greenwich et s'élève sur une altitude moyenne de 675 m par rapport au niveau de la mer, cette altitude varie d'un point à un autre elle est de 493 m à el Menia le pont le plus bas, elle arrive à 820 m du côté de djebel ouahch et elle est à 602 m en plein centre de la ville. Elle est située dans la dépression Est entre les chaînes montagneuses de l'atlas tellien et l'atlas saharien. Localisée entre la mer et le Sahara, son climat est influencé d'une part par un climat maritime et d'autre part, par un climat désertique.

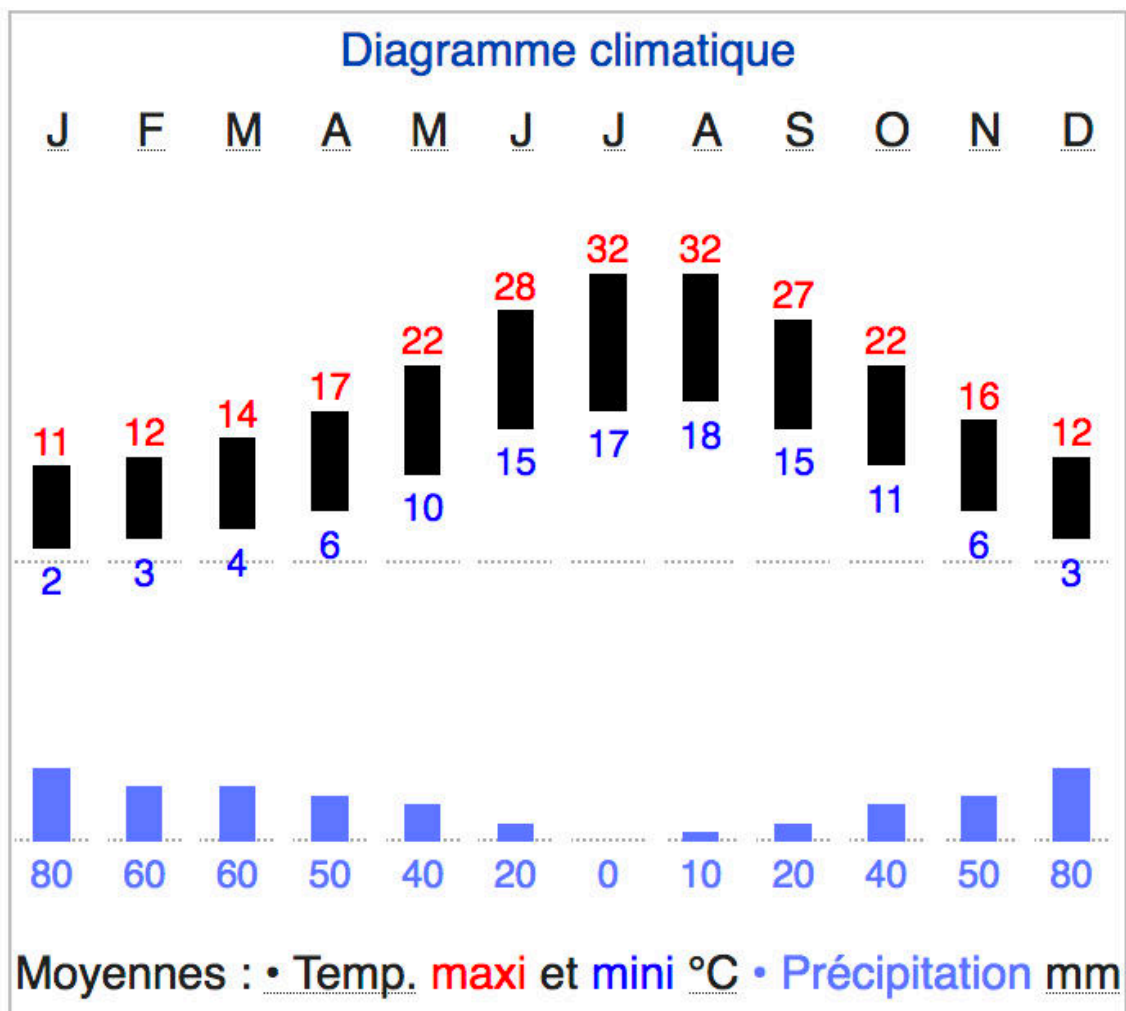
Située sur le plateau de Ain El Bey et à environ 12 Km au Sud-ouest du centre de Constantine, la ville nouvelle a été conçue dans l'objectif de décongestionner le trafic de Constantine en réalisant des logements, des équipements et des zones d'activités.

Le climat

Les températures

Le climat de la wilaya de Constantine est de type méditerranéen avec des températures à fortes amplitudes (selon la figure ci-dessous). Il y fait froid l'hiver jusqu'à - 6 C° enregistrés et très chaud l'été avec des pics de chaleurs allant jusqu'à 47 C°.

Le climat de la région est continental, caractérisé par une température de 25-38°C (pic constaté à 46°C) en été, et un froid entre -2°C et 12°C (pic à -8°C) en hiver. La température ambiante extrême sous abri est estimée entre -5°C et 40°C.



Source : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Constantine_\(Alg%C3%A9rie\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Constantine_(Alg%C3%A9rie))

Diagramme climatique : températures et précipitations

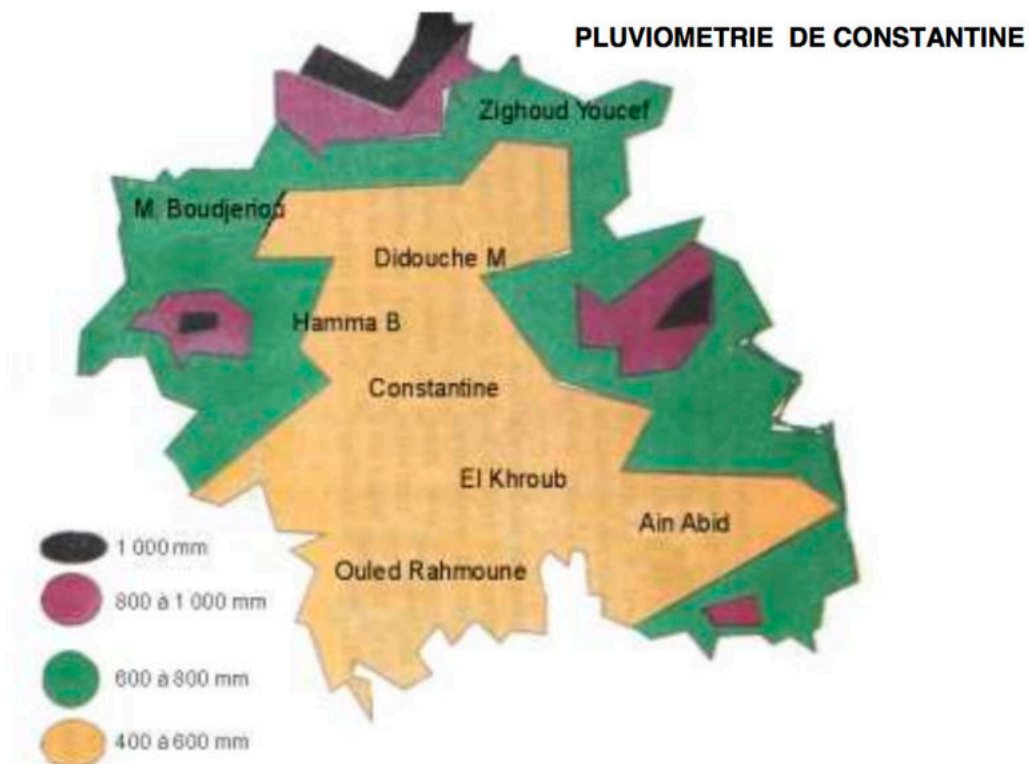
Le microclimat de Constantine

La ville de Constantine est caractérisée par un site particulier et hétérogène vue sa taille, et sa densité urbaine, ces caractéristiques affectent le climat régional en le modifiant pour créer un microclimat spécifique, en effet le microclimat de la ville de Constantine se trouve affecté par les facteurs suivants :

- La topographie du site qui se caractérise par des terrains accidentés, ces reliefs particuliers, d'où une influence directe sur les vents dominants et le rayonnement solaire.
- La densité urbaine : Constantine est caractérisée par une forte densité urbaine, l'implantation des nouvelles cités Z.H.U.N condensées,
- La nature du sol caractérisé par les grandes surfaces goudronnées et des espaces nus, ce qui augmente l'absorption du rayonnement solaire.
- La diminution des surfaces végétales, ce qui diminue l'évapotranspiration et entraîne une augmentation de la chaleur latente, les normes préconisées par l'ONU pour la couverture végétale étant de 10m²/hab, pour le cas de Constantine, cette surface ne dépasse pas les 0.06m²/hab.
- Le microclimat de Constantine est affecté aussi par la chaleur anthropique vu l'augmentation du nombre des véhicules, ainsi que la chaleur dégagée des usines et des zones industrielles.

Les précipitations

La moyenne pluviométrique varie de 500 mm à 700 mm par an. Le nombre de jours de pluie est de 116 jours avec 700 mm/an, avec 43 jours d'orage par an et un taux moyen d'humidité annuel de 70%. Le nombre de jours de gel est de 28 par an.



Source : <https://bu.umc.edu.dz/theses/urbain/HIO6276.pdf>

L'extension de la ligne 1 du tramway s'étend vers le sud - ouest de la ville de Constantine jusqu'à la ville nouvelle de Ali Mendjeli, le schéma ci-dessus concernant la pluviométrie sur la région montre que sur le plateau à 800 m d'altitude, la pluviométrie se situe entre 400 et 600 mm.

Les inondations

La ville de Constantine s'est édifiée sur un rocher, situé à la confluence de deux oueds : le Bou Merzoug au sud et le Rhumel à l'ouest. Cette situation de confluence a favorisé le creusement d'une gorge profonde de 200 mètres. Les extensions récentes de la ville ont progressivement occupé les versants de ces plateaux, provoquant des instabilités plus ou moins généralisées et les fonds de vallées sont exposés à de fréquentes inondations.

La ville de Constantine a connu des catastrophes fréquentes parmi lesquelles les inondations de 1852, de 1854, de 1957, de 1958, de 1967, de 1973, de 1979, de 1984 et de janvier 1985. L'inondation la plus récente date du 3 octobre 1994.

Le risque dû aux fortes précipitations est pris en compte du fait de la pluviométrie quelquefois violente sur la région de Constantine et le dimensionnement des réseaux pluviaux en a tenu compte.

Assainissement de la ville nouvelle

L'évacuation des eaux de pluie pose un problème particulier dans la ville nouvelle d'Ali Mendjeli, car le dimensionnement du réseau pluvial n'a pas fait dès le début l'objet d'une étude de dimensionnement global, systématique : les bouches avaloirs, remplies de gravats de chantiers en cours, ne sont pas systématiquement nettoyées.

La foudre

Un orage engendre de fortes pluies et même diluviennes, des décharges électriques de foudre accompagnées de tonnerre. Dans des cas extrêmes, l'orage peut produire des chutes de grêle, des vents très violents et, rarement, des tornades.

De violents orages éclatent assez souvent sur le Nord-est de l'Algérie et le Nord de la Tunisie, occasionnant des inondations dans quelques localités.

« Une goutte froide d'altitude et de l'air très chaud en surface »

Cette situation est assez courante en fin d'été et début d'automne avec les premiers orages violents de la saison qui éclatent sur le sud du bassin méditerranéen, une situation liée à des gouttes froides (dépressions d'altitude) qui circulent au-dessus d'une eau très chaude, ce qui accroît la puissance des orages.

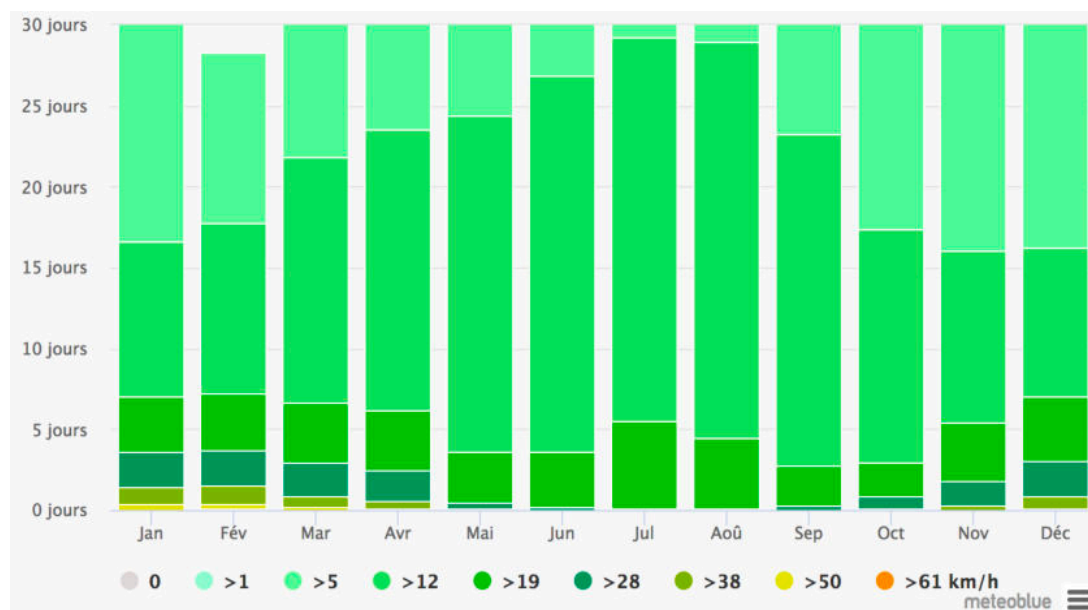
« Violentes réactions des oueds après plusieurs mois de sécheresse »

Ces violentes pluies d'orages survenant sur des sols très secs ruissellent très rapidement en surface, elles gonflent les cours d'eau ou autres oueds qui entrent immédiatement en crue. Dans la région montagneuse de Constantine mais aussi de Djelfa en Algérie, la réaction des cours d'eau et des oueds est d'autant plus rapide que les orages se produisent sur un laps de temps relativement court, 43 jours d'orage ont été constatés annuellement sur Constantine et donc le risque de foudre sur les équipements du tramway est présent.

Des parafoudres ont été posés pour améliorer la fiabilité de fonctionnement du réseau ferroviaire électrifié.

Le vent

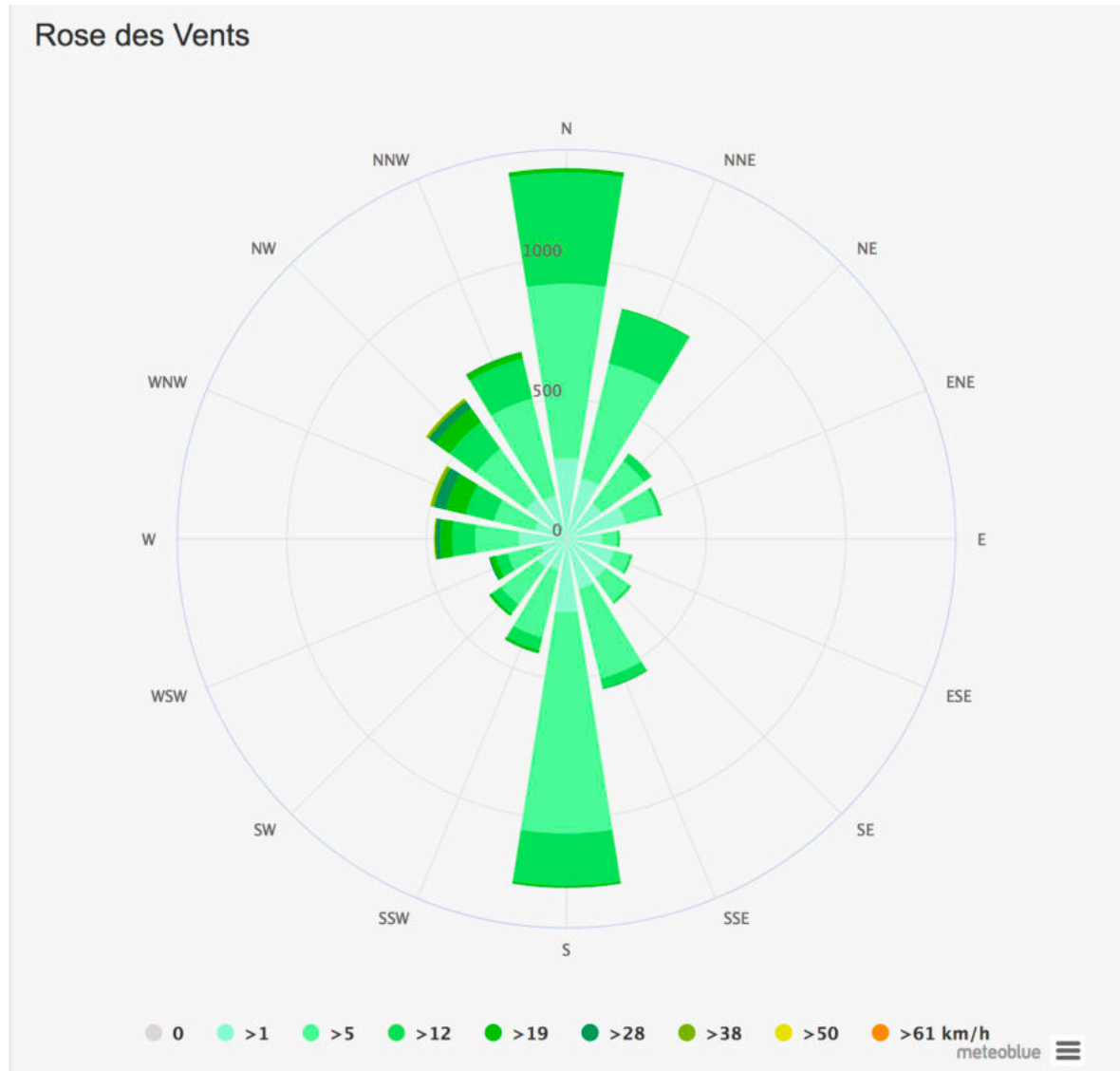
Le vent est un paramètre instable, c'est le déplacement de l'air généré par la différence des pressions entre les masses d'air caractérisé par sa direction, sa vitesse et sa fréquence. Les vents qui prédominent sur Constantine sont de directions Nord et Nord-ouest avec des vitesses moyennes qui varient entre 2.2 et 2.9 m/s avec une moyenne annuelle de 2.4 m/s (10,4 km/h), ces vents sont froids et humides et soufflent pendant l'hiver. Pour le sirocco, il provient du Sud et Sud-est avec une fréquence de 3 jours par an.



Le diagramme des vents sur Constantine montre le nombre de jours par mois pendant lesquels le vent atteint une certaine vitesse.

La Rose des Vents pour Constantine montre combien d'heures par an le vent souffle dans la direction indiquée. Exemple SO : Le vent souffle du sud-ouest (SO) au nord-est (NE).

Les viaducs et ponts sont soumis aux vents du nord venant de Skikda ou Annaba près des côtes méditerranéennes avec des vitesses approchant les 80 km/h quelques jours par an.



Source : https://www.meteoblue.com/fr/meteo/prevision/modelclimate/constantine_alg%C3%A9rie_2501152

Le côté Sud-ouest est soumis à des vents de sable (des vents avec du sable très fin appelé Sirocco) pouvant atteindre plus de 140 km/h (pic constaté à 225 km/h).

Ces vents de sable soufflent en moyenne 65 jours/an soit une durée de plus de 2 mois répartie comme suit : 10-12 jours en avril, 10-12 jours en mai, 8-10 jours en juin, juillet et août et 6-8 jours en septembre.

Les vents dominants proviennent du sud pendant l'été, du Nord-ouest pendant le reste de l'année surtout à mi et fin de journée avec une fréquence dépassant les 40%.

Ces vents agissent avec une vitesse variable dans le temps et l'espace, lorsque la vitesse du vent est plus forte on constate une période sèche. 44 % des vents ont une vitesse située entre 6 à 10 m/s (36 km/h), 26 à 30% des vents ont une vitesse de 11-15 m/s (54 km/h).

La vitesse maximale atteinte est de 35m/s (126 km/h) avec un pic à 225 km/h.

Les tempêtes de sable

Le Sirocco est un vent qui charrie des masses d'air chaud et sec du centre du Sahara vers les plaines littorales. Dans sa progression vers le nord, il traverse tous les ensembles morpho-structuraux du pays. Il commence son périple par la traversée de l'Atlas saharien qui dépasse les 2000 m d'altitude. Il aborde ensuite les Hauts plateaux où l'altitude est légèrement supérieure à 1000 m. Après ce relief, une nouvelle fois, le Sirocco franchit une chaîne de montagne élevée « la chaîne Tellienne » et atteint enfin les plaines littorales.

Dans son sillage, ce vent transporte aussi une quantité non négligeable de particules terrigènes qui réduisent la visibilité. Une grande partie du territoire algérien connaît lors de l'apparition du Sirocco une réduction de visibilité très sévère. Lorsque l'accélération des flux est suffisante, les poussières éoliennes sont expulsées de l'Afrique du Nord vers des régions aussi lointaines que le Nord de l'Europe. Cette poussière de sable est préjudiciable à la bonne tenue dans le temps des mécanismes et de l'électronique des équipements ferroviaires ce qui nécessite une maintenance accrue.

La neige

Du fait de son altitude (740/860m), la ville de Constantine est sujette à des averses de neige et de grêlons jusqu'à la taille d'un œuf de pigeon.

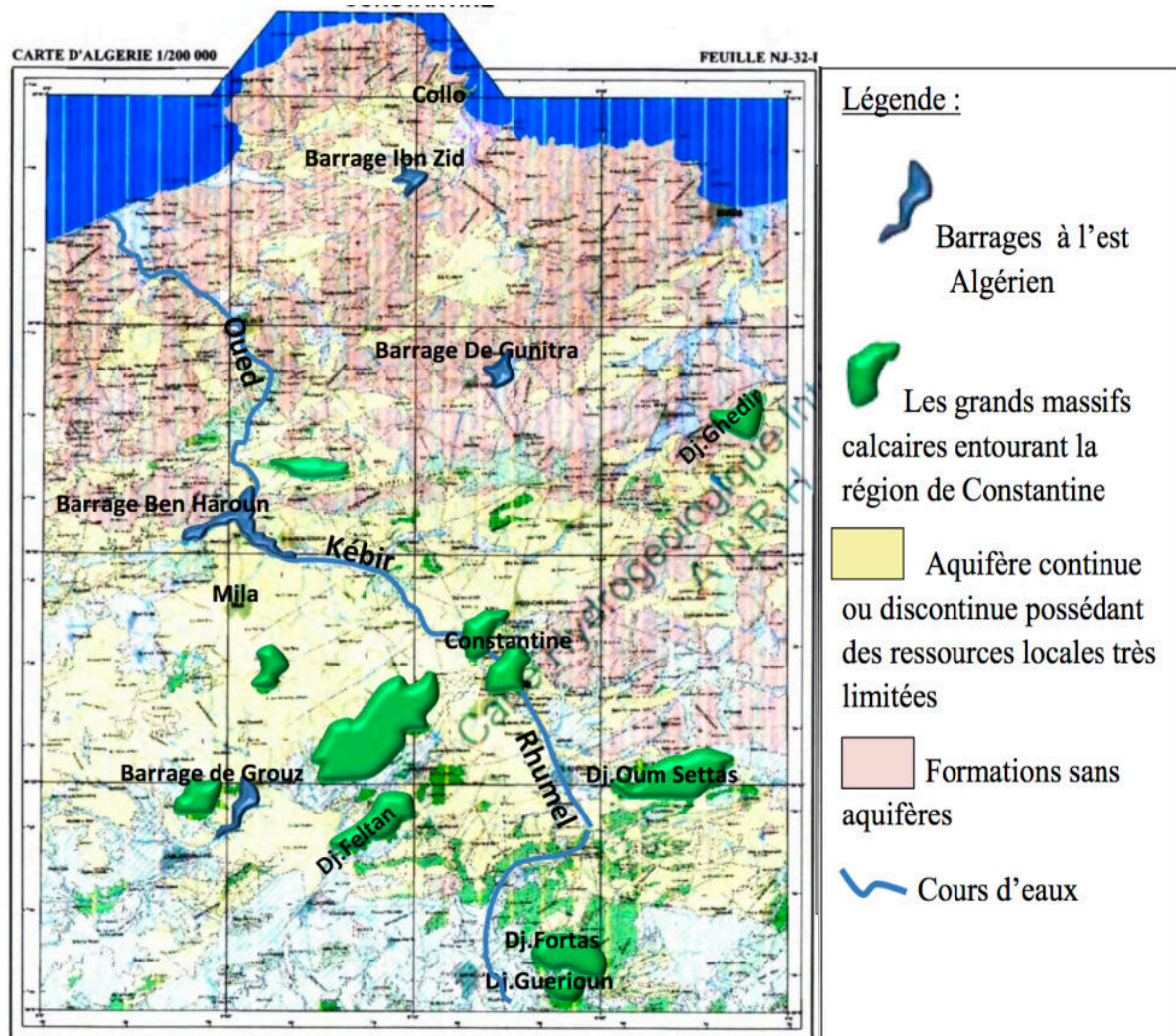
La Ville Nouvelle d'Ali Mendjeli est située sur le plateau de Ain Bey. Elle se localise à une quinzaine de kilomètres au Sud de la ville de Constantine, à une douzaine de kilomètres à l'Ouest de la ville du Khroub, et à une dizaine de kilomètres à l'Est d'Ain Smara. L'altitude moyenne de 800 m est donc propice aux tombées de neige hivernale.

Durant la période (1995-2004), la fréquence, l'intensité ainsi que la durée d'enneigement est très faible avec une moyenne annuelle de 0,50 jour. La durée la plus longue est enregistrée dans le mois de janvier avec une valeur moyenne de 2,2 jours et en février de 2 jours.

Le gel

Le gel apparaît de Novembre à Avril avec une moyenne de 2,37 jours par an et une période comprise entre 0-13 jours pour Décembre, 3-22 jours en Janvier, 5-11 jours pour Février, 1-11 jours pour Mars, 1-5 jours pour Avril et 4 jours en Novembre.

Selon les températures minimales comprises entre $-0,3^{\circ}\text{C}$ et $3,2^{\circ}\text{C}$, on remarque que les gelées dans la Wilaya de Constantine sont assez fréquentes.

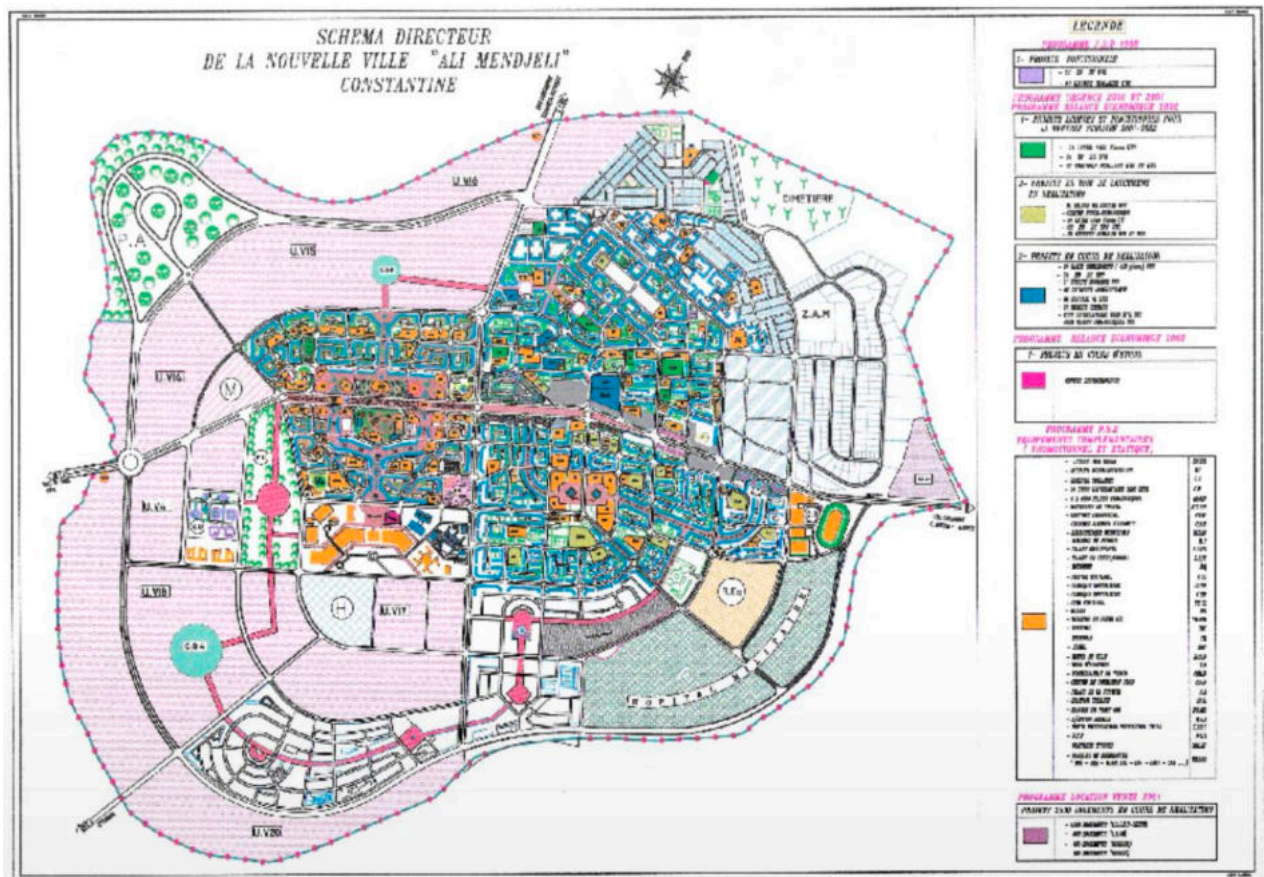


Source : <https://bu.umc.edu.dz/theses/sc-terre/LAI6873.pdf>

Ressources en eau de l'Est algérien (ANRH, 2008)

Hydrographie

Le réseau hydrographique de la wilaya de Constantine se compose de plusieurs Oueds et ravins. Les plus importants sont l'Oued du Rhumel et l'Oued Bumerzoug. L'Oued du Rhumel longe le Djebel Zouaoui jusqu'à Constantine puis se dirige vers le Nord-Ouest ; l'Oued Bumerzoug appartient au bassin du Rhumel. Ces deux importants Oueds drainent le bassin de Kébir Rhumel, ils participent à la canalisation des eaux permanentes. Des ravins plus ou moins importants drainent les eaux périodiques principalement d'origine pluviale.



Source : Mlle Naït-Amar Nadra, Université Mentouri-Constantine, Département d'architecture et d'urbanisme, « Une solution à la question de la congestion de Constantine : ville nouvelle Ali Mendjeli », mémoire de Magister, 19 avril 2005.

Schéma directeur de la ville nouvelle de « Ali Mendjeli »

La géologie

Les glissements de terrain

Depuis des décennies, Constantine souffre de plusieurs problèmes urbains : le vieillissement de la vieille ville, les bidonvilles et le problème de glissements de terrain, les premières manifestations avaient été observées au début du 20^{ième} siècle :

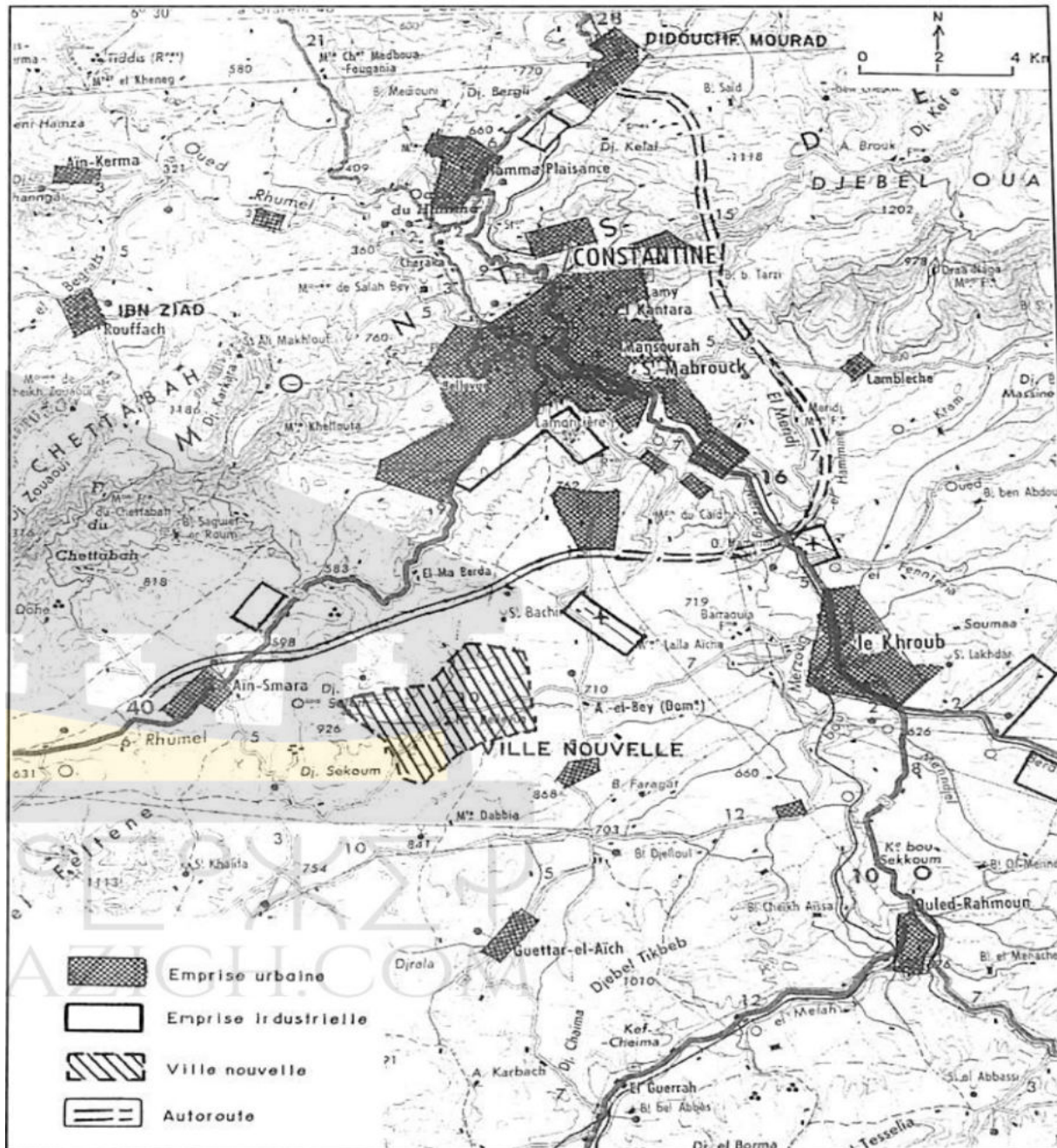
- en 1910 le glissement du pont de Sidi Rached (Benazzouz 1991).
- en 1911 une avalanche de terrain a emporté 200 000 m³ de terre au bas du versant Nord face au Moulin Carbonnel (Benazzouz 1991).

Le problème des glissements de terrain à Constantine, semble dû à la conjonction d'un certain nombre de causes naturelles et anthropiques : la topographie accidentée du site, la prédominance d'affleurement tendre du Miocène, l'infiltration des eaux dues essentiellement à la vétusté du réseau d'alimentation en eau et l'urbanisation anarchique.

En 1972 le glissement du quartier Kaidi Abdellah, a engendré l'évacuation de 1543 familles vers d'autres sites (Benazzouz 1991).

L'urbanisation continue s'étend sur les sites les plus vulnérables : les terrasses inondables et les terrains très accidentés et peu stables, par la construction de plusieurs zones d'habitations urbaines nouvelles ZHUN.

Devant une telle situation critique la Direction de l'urbanisme et de la construction de la wilaya de Constantine DUC, a pris l'initiative de transférer les familles sinistrées, vers les deux nouvelles villes d'Ali Mendjeli et Massinissa.



Source : <http://www.asadlis-amazigh.com/fr/wp-content/uploads/livres/Constantine%20cite%20antique%20et%20ville%20moderne.pdf>

Nota : Le Grand Constantine, l'aire métropolitaine a progressivement gagné sur la dépression au Nord (Hamma et Didouche), la vallée au SW (Ain Smara), la vallée du Boumerzoug (El Kroub et jusqu'à Ouled Rahmoun). Elle se regroupe aujourd'hui sur le plateau d'Ain El Bey (ville nouvelle).

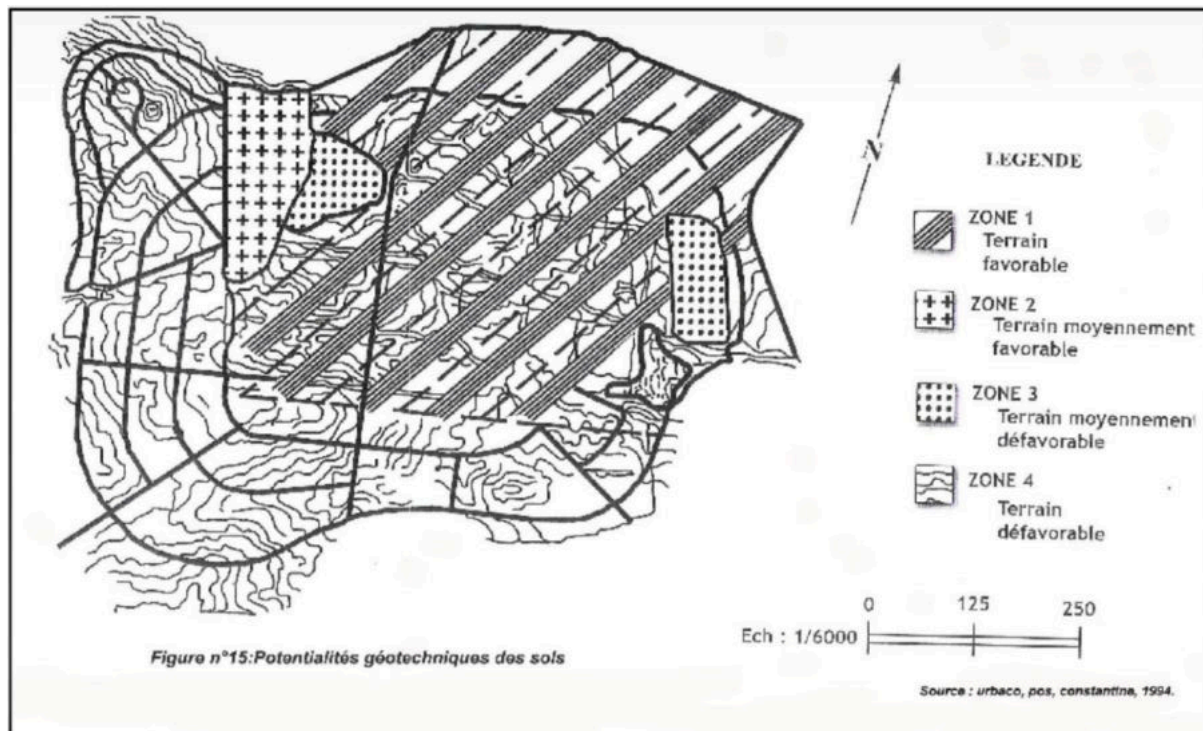
La Ville Nouvelle Ali Mendjeli est située sur le plateau de Ain Bey. Elle se localise à une quinzaine de kilomètres au Sud de la ville de Constantine, à une douzaine de kilomètres à l'Ouest de la ville du Kroub, et à une dizaine de kilomètres à l'Est d'Ain Smara. Son altitude

moyenne est de 800 m. Elle est implantée sur site vierge et vaste. Son assiette foncière est à cheval entre la commune du Khroub (1002 ha) et celle d'Ain Smara (498 ha). Le site de cette ville a été retenu selon les recommandations du PUD dont les études ont été achevées en 1982 et approuvées par arrêté interministériel du 18 Janvier 1988. Cette ville est d'un seul tenant de 1 500 ha. Elle ne présente pas de grandes déclivités car les pentes sont réduites et ce n'est que dans certaines zones où elles s'élèvent jusqu'à 10%. Les terrains sont de bonne consistance (argiles et formations calcaires en position subhorizontale). Les études géotechniques ont conclu à une bonne portance et à l'absence de glissements de terrain. Quant aux conditions climatiques, la ville nouvelle, en raison de son site, bâtie sur un plateau dénudé, sans protection naturelle, elle connaît des hivers froids et pluvieux et des étés chauds et secs. Elle est exposée à tous les vents puisqu'elle est balayée en hiver par les courants septentrionaux qui sont chargés de pluie et en été par les vents chauds (sirocco). C'est une exposition qui réduit considérablement les problèmes d'humidité. La ville nouvelle Ali Mendjeli occupe un site assez exceptionnel par rapport à la ville de Constantine puisqu'elle jouit d'une position remarquable avec au Nord - Est, l'aéroport international « Mohamed Boudiaf », zone non - aedificandi et donc interdite à toute construction.

Les études géotechniques

Le travail sur le site du plateau de la ville nouvelle d'Ali Mendjeli a permis d'établir une esquisse géotechnique partagée en zones suivant le degré de constructibilité. Les terrains étudiés entrant dans le cadre du P.O.S. présentent un ensemble de monticules de même élévation avec des pentes variant entre 4% et 12%. L'étude d'U.B.A.C.O. des sols a permis de délimiter 4 zones présentant les caractéristiques suivantes :

- Zone 1 : Elle occupe la plus grande partie du terrain du P.O.S. Elle est constituée d'une intercalation de bancs de calcaires travertineux, durs et d'une épaisseur de 1 à 2 mètres et des marnes à marno - calcaire de couleur blanche à rouge d'une épaisseur variable. Ces terrains sont favorables à tout type de construction.
- Zone 2 : Elle se situe au nord-ouest des terrains et est constituée de calcaires gris à bleus fissurés et caverneux, durs et présentent des effondrements par endroits. Les travaux de terrassement et de V.R.D. sont difficiles à réaliser. Ces terrains sont relativement favorables à la construction avec des risques de fondation sur cavités.
- Zone 3 : Elle est constituée de marnes rouges intercalées par des bancs de calcaire caverneux du plio-villafranchien. Cette zone présente des surfaces de suintement des eaux souterraines qui nécessitent un drainage. Ces terrains sont moyennement favorables à la construction et ne peuvent être aménagés que pour des équipements légers ou des constructions légères. Pour les ouvrages moyens et lourds, des fondations profondes pour lesquelles l'étanchéité est à prévoir, sont inévitables.
- Zone 4 : Elle est constituée de terrains ravinés qui nécessitent du remblai. Ces terrains sont défavorables aux constructions mais peuvent être affectés aux espaces verts ou des équipements extrêmement légers.



Source : <https://fr.calameo.com/read/000899869221252f85c58> Mlle Naït-Amar Nadra, Université Mentouri-Constantine, Département d'architecture et d'urbanisme, « Une solution à la question de la congestion de Constantine : ville nouvelle Ali Mendjeli », mémoire de Magister, 19 avril 2005.

Potentialités géotechniques des sols

La sismicité régionale

L'examen de la carte sismo-tectonique de la région de Constantine montre quatre failles actives capables de générer des tremblements de terre :

- La faille d'Ain Smara est composée de quatre branches, dont la branche NE qui a produit le séisme du 27 octobre 1985. La plupart des séismes enregistrés dans le Constantinois sont liés à l'activité de cette faille. Elle constitue ainsi la première menace en terme sismique pour la ville de Constantine et ses environs. C'est une faille de direction Nord- Est – Sud- Ouest, sub-verticale avec un fort plongement vers le Sud Est. Il s'agit en fait d'un décrochement senestre d'environ 25 km de longueur, segmenté en trois segments.

- La faille d'El Kantour est située dans la localité d'El Kantour à l'entrée de Skikda. C'est une faille de chevauchement de direction E-O à plongement vers le Nord, bien visible sur la route menant vers la ville, à partir du col jusqu'à l'ancien pont ainsi qu'au niveau de la région de Béni Haroun. Du point de vue sismicité, quelques secousses sismiques faibles lui semblent être liées.

- La faille de Sigus située dans la Wilaya de Oum El Bouaghi, à environ 50 Km de la ville de Constantine, est une faille active qui affecte les dépôts quaternaires même si en termes de

séismes, seules 3 secousses semblent être liées à l'activité de cette faille. La faille est orientée globalement E-O (N80E) puis NE-SO dans sa partie Ouest, suggérant ainsi la présence d'au moins deux segments et elle est d'une trentaine de kilomètres environ. Des indices d'activité quaternaire de cette faille sont visibles dans les niveaux alluvionnaires de l'oued Sigus situé à l'Est de la ville, qui présentent un fort pendage à son passage. Du point de vue sismicité, quatre secousses sismiques faibles semblent être liées à son activité.

- La faille de Temlouka située dans la wilaya de Guelma, à environ 50 Km de la ville de Constantine est une faille active qui affecte les dépôts quaternaires même si en termes de sismicité historique il n'y a pas de secousses localisées à proximité de cette faille. Le contact est matérialisé par un escarpement d'environ 60 cm et il est orienté globalement à N040-N060. En fait, la faille s'étend sur plus d'une vingtaine de kilomètres et montre un jeu en décrochement senestre (Vila, 1980). Par ailleurs, le catalogue de sismicité compilé pour la période de 1850 à nos jours par Harbi, révèle une activité sismique dans la région de Guelma.

La connaissance de l'activité sismique dans un pays permet de rassembler toutes sortes d'informations sur les structures actives, sur les zones concernées, etc.

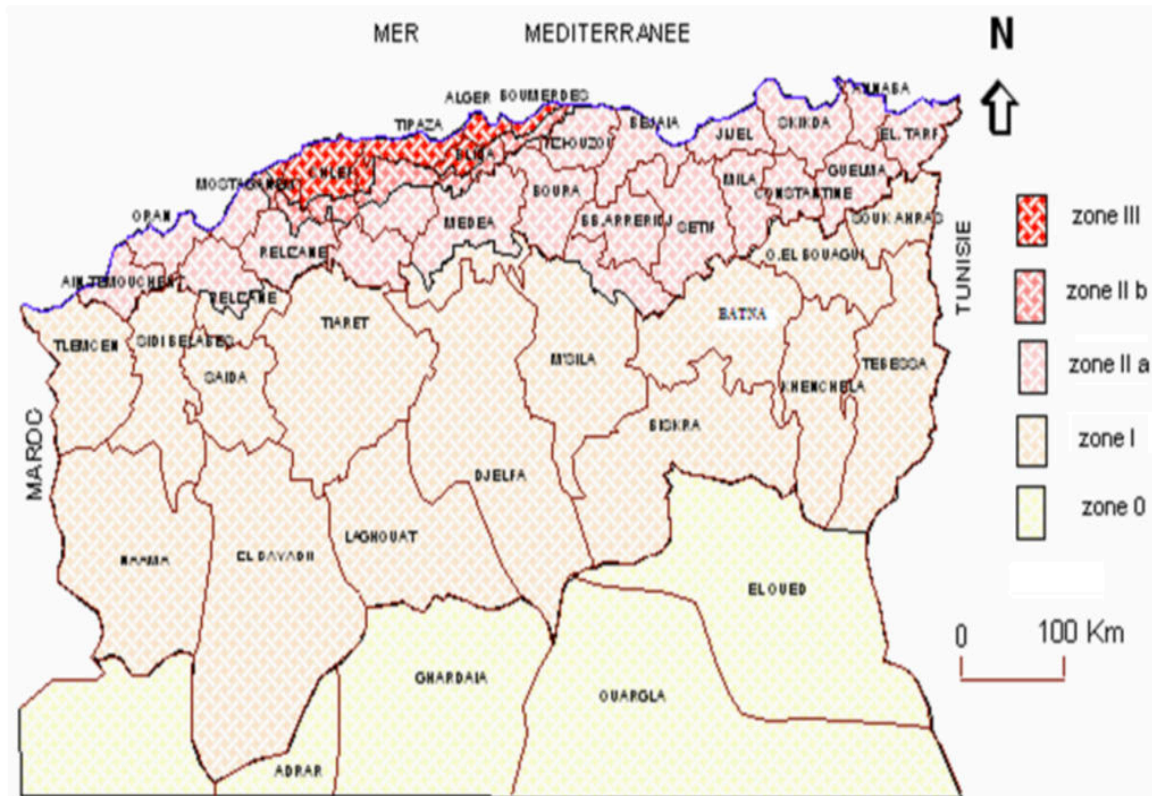
Les remarques suivantes peuvent être indiquées :

a) Les données de sismicité disponibles concernant la sismicité de la région de Constantine ne couvrent que la période post 1850.

b) Trois séismes destructeurs ont affectés particulièrement la région de Constantine. Il s'agit des séismes du 04 Août 1908 de magnitude $M_s = 5,25$ du 06 Août 1947 de magnitude $M_s = 5,20$, et celui du 27 Octobre 1985 de magnitude $M_s = 5,70$.

c) Les épicentres des séismes destructeurs se situent dans la région entre El Aria et Constantine ville. Par ailleurs, en regardant la carte de sismicité, on s'aperçoit que certains alignements d'épicentres sont dans la direction NE-SO.

Trois séismes destructeurs ont affecté particulièrement la région de Constantine. Les épicentres des séismes destructeurs se situent dans la région d'El-Aria et Constantine ville. En outre, on s'aperçoit que des concentrations d'épicentres sont dans la direction NE-SO, conformément à l'orientation des structures géologiques générées par le rapprochement entre les plaques tectoniques Africaine et Eurasienne. L'observation du catalogue de la sismicité historique montre que la région de Constantine est assez sismique. Il ne se passe pratiquement pas une année sans que l'on enregistre des secousses sismiques, certaines sont ressenties par la population, d'autre au contraire ne sont détectées que par les appareils d'enregistrements (sismographes).



Source : Bouaoud Mohamed, Université 8 Mai 1945 de Guelma, »L'évaluation de la vulnérabilité et du risque sismique de la ville de Constantine », mémoire de Magister, 2011, 113p.

Carte des zones sismiques du territoire national Algérien (RPA99 version 2003)

L'étude probabiliste a montré que la ville de Constantine est bordée par des zones caractérisées par une sismicité modérée mais fréquente. Les séismes historiques ont induit des intensités maximales de l'ordre de VIII à certains endroits.

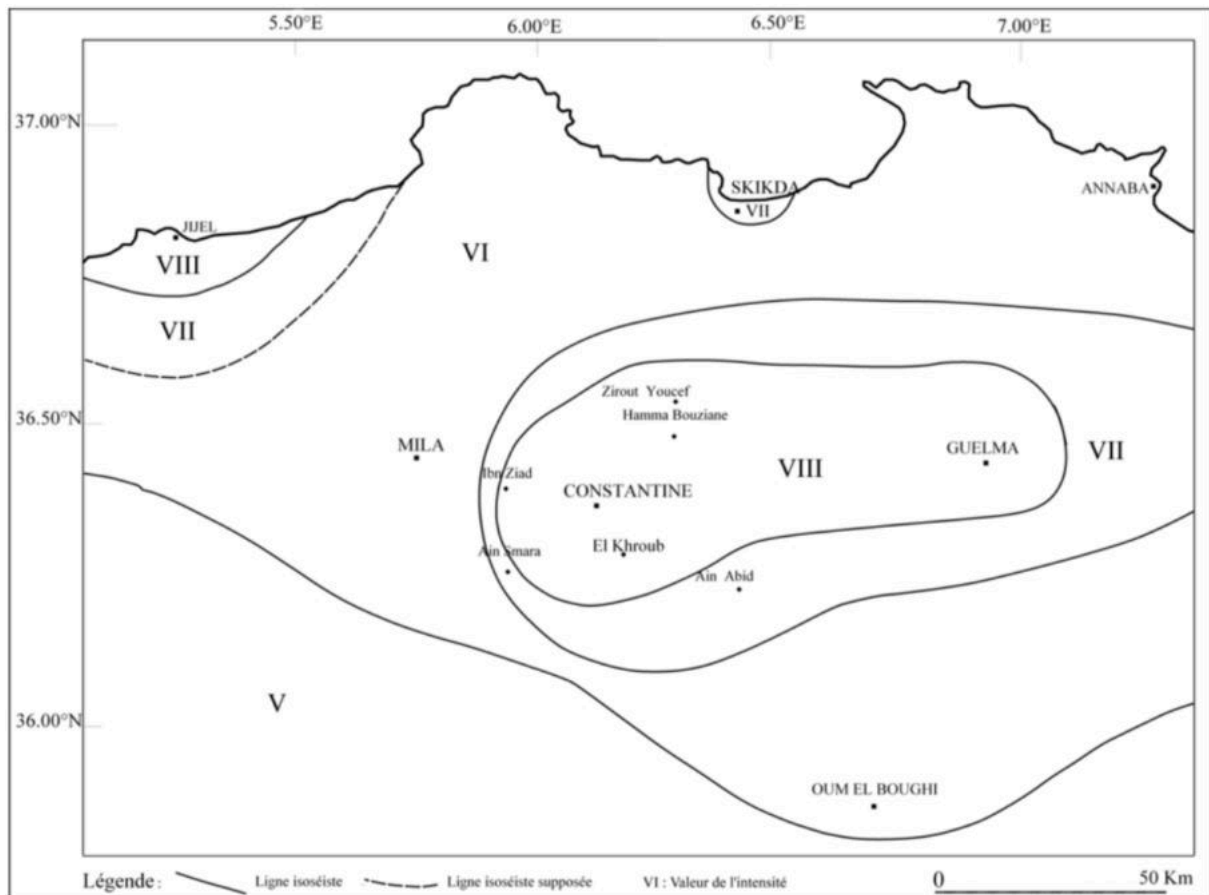
Des sources sismiques appartenant aux provinces sismo-tectoniques de Sigus- Temlouka, Ain Smara et El Kentour, sont caractérisées par des périodes de retour assez importantes. Cette étude a permis de déterminer les valeurs en accélérations maximales de 0.11g et 0.34g pour les périodes de retour de 100 et 500 ans.

L'organisation de la ville nouvelle Ali Mendjeli répond à un ensemble d'objectifs d'aménagement qui tiennent compte de certains impératifs économiques, sociaux et culturels. Son organisation spatiale telle qu'elle a été élaborée par l'URBACO (Rapport d'Orientation 1992) obéissait aux principes suivants :

- La sécurité : il est primordial de prendre en considération l'aspect sismique de la région en appliquant les règles parasismiques à ces normes liées à la construction, il est prévu plusieurs accès à la ville avec un système de voies de communication adéquat. Ce système est renforcé par un ensemble de zones libres permettant le regroupement de la population (parc, jardin, place et placette).

Les zones concernées par le projet sont situées dans une zone de sismicité 2 (sismicité moyenne) : des prescriptions parasismiques particulières doivent être appliquées conformément à la Directive Technique et Réglementaire relative à la prévention du risque sismique. Le risque sismique est considéré comme acceptable.

L'observation de la carte des intensités historiques maximales de la région de Constantine montre que l'intensité historique maximale observée dans l'histoire sismique de cette région est de VIII (échelle MSK). Elle a été décrite dans les localités de Constantine, de Hamma Bouziane, d'El Khroub, de Rouffach, de Mansourah et d'El Aria.



Source : Bouaoud Mohamed, Université 8 Mai 1945 de Guelma, «L'évaluation de la vulnérabilité et du risque sismique de la ville de Constantine », mémoire de Magister, 2011, 113p.

Carte des intensités historiques maximales

L'environnement technologique

Les installations classées pour la protection de l'environnement ICPE seuil bas et seuil haut

Selon la thèse de Marouk Messaoud ci-dessous référencée, la wilaya compte actuellement 6 zones industrielles et 12 zones d'activité. La part qui revient à la ville de Constantine se résume à deux zones industrielles et une zone d'activité selon le (Tab. n°9) ci-dessus qui occupent environ 214 hectares, qui constitue 3,6 % de la superficie de la ville.

Les seules grandes unités industrielles sont le complexe du textile (COTITEX) qui s'étend sur une superficie de 11 hectares, employant 362 travailleurs et le complexe laitier qui occupe 5 hectares avec 500 employés et dont l'influence dépasse largement le territoire de la wilaya pour assurer la couverture de plusieurs wilayas limitrophes. Ces deux usines sont implantées

à la périphérie Sud de la ville, à proximité du cours d'eau (Boumerzoug) qui leur permet de fonctionner.

Tab. n°9 Ville de Constantine					
Caractéristiques des zones industrielles et d'activités					
Type	Nomination	Superficie (ha)	Nbe de lots	statut	
Zone industrielle	Palma	73	72	Privé	Public
Zone industrielle	El Rhumel	81	75	46	29
Zone d'activité	Boumerzoug	42	18	12	6
Source : Direction de l'industrie (2003)					

Source : Marouk Messaoud, « Recherches pour un atlas de Constantine, approche statistique et thématique », thèse de doctorat soutenue en 2010, Université Mentouri à Constantine, 372 p.

Les zones industrielles destinées en principe à la fonction industrielle sont occupées anarchiquement par un conglomérat d'activités qui regroupe pêle mêle des bâtiments administratifs, des aires de stockage, des dépôts de produits, des magasins et autres, mais très peu d'unités industrielles au sens du terme.

Dès la fin des années 1980 avec la promulgation de nouvelles lois qui ouvrent timidement la voie à la concurrence, le secteur privé a commencé à prendre place, consolidant sa position après les lois d'investissement de 1993. Ces opérateurs se sont intéressés seuls, ou rarement en association avec le capital étranger, à certains secteurs d'activité industrielle, mais en se cantonnant presque exclusivement dans la production des biens de consommation et les rares industries des biens de production existantes se limitent au montage à partir des éléments importés et dont la technologie échappe totalement au secteur national. Ces produits sont destinés majoritairement au marché local du fait de leur faible compétitivité. Le fonctionnement de ces entreprises est marqué par une faiblesse flagrante d'intégration, elles sont presque entièrement tributaires de l'extérieur pour leur approvisionnement en biens d'équipement. Ce qui explique la forte part de la fabrication des produits alimentaires et la transformation des produits plastiques et du papier, avec plus de 46% de l'activité (Tab. n°10) ci-dessous.

Tab. n°10 Grand Constantine						
Unités industrielles* du secteur privé selon les zones industrielles et d'activités						
Palma	Boumerzoug	El Khroub	Ben Badis	A. Smara	Did. Mourad	A.El Bey
Thermique	Trans.plastique	Meuble métall	Outils sonores	Pd. de lait	Machinisme	A liquide
Chaussures plasti	Air liquide	Machines élect	Prod plastiques		Chaussures plastiqu	
Fromagerie	Transf. papier	Peint et colles	Fabricat. Beurre		Verreries	
Fabricat. Matelas			Caisses métalli		Fabricat. bonbonnes	
					Céramique	
					Minoterie	
					Minoterie	
					Biscuiterie	
					Transformat. papier	
* Unités dont le nombre d'emploi dépasse 10.				Source : Direction de l'industrie (2003)		

Source : Marouk Messaoud, « Recherches pour un atlas de Constantine, approche statistique et thématique », thèse de doctorat soutenue en 2010, Université Mentouri à Constantine, 372 p.

L'industrie est fondamentalement périurbaine du fait des désagréments qu'elle engendre. Elle est grosse consommatrice d'espace, elle entraîne également d'importants flux de circulation et provoque une pollution de toute nature (sonore, atmosphérique, chimique...).

De fait, ces activités ont tendance à s'agglomérer en certaines localisations périphériques (zone industrielle) au lieu de se répartir à travers l'espace.

L'espace urbain n'est, plus considéré comme une localisation privilégiée pour l'implantation Industrielle pour épargner aux citoyens les agréments qui en découlent. Il est vrai que le développement des transports et les avancées technologiques dans les procédés industriels a grandement contribué dans ces mutations.

La répartition des industries dans l'agglomération constantinoise ne se limite pas aux quartiers Sud-Ouest et Sud-Est que la réglementation (création de zone industrielle) avait réservé aux activités industrielles.

Le secteur industriel est également affecté, sinon comment expliquer le fait que depuis 1995, date de la création du CALPI, pour favoriser l'investissement, plus de 720 lots industriels sont restés nus sur le territoire de la wilaya, représentant plus de 54% des lots attribués (Tab. n°11).

Tab. n°11 Wilaya de Constantine				
Bilan des lots industriels attribués dans le cadre du CALPI				
LOCALISATION	CRÉATION	LOT ATTRIBUÉ	UNITÉ EN SERVICE	EMPLOI
Palma (CNE)	1960	72	61	800
Didouche M	1985	197	29	1750
El Tarf	1977	198	42	2500
Ali Mendjeli	1998	238	15	00
24 fév (CNE)	1950	48	-	550
Boumerzoug	1985	18	-	75
El Rhumel	1981	73	65	-
Ain Abid	1995	18	1	-
Benbadis	1995	11	-	-
Ain Smara	1997	108	6	35
Zighoud Y.	1993	130	5	50
Bekira	1990	134	10	65
Boudjeriou	1994	25	1	5
Ibn Ziad I	1990	15	2	12
Ibn Ziad II	1989	25	-	-
Source : CALPI (2003)				

Source : Marouk Messaoud, « Recherches pour un atlas de Constantine, approche statistique et thématique », thèse de doctorat soutenue en 2010, Université Mentouri à Constantine, 372 p.

Dans cette étude thèse de Marouk Messaoud), on dispose d'un certain nombre d'éléments de réflexion sur les conditions de mise en place des activités industrielles à travers l'espace constantinois. Les évolutions économique, technologique et structurelle ont transformé les différents secteurs d'activités, en particulier le secteur de la production industrielle qui a été sérieusement déstructuré. Mais est-ce qu'on peut raisonnablement parler de secteur industriel au niveau de la ville de Constantine voire de toute l'aire métropolitaine ? Si on excepte quelques unités qui continuent difficilement de fonctionner, le tissu industriel constantinois s'est irrémédiablement désagrégé. Plusieurs unités ont carrément cessé leur activité, les autres ont nettement diminué leur effectif. Cette main d'oeuvre qui a acquis une certaine expérience dans le domaine industriel, s'est malheureusement déplacée vers l'informel.

Il apparaît qu'il n'y a pas d'installations ICPE seuil bas et seuil haut (Seveso) exploitées à proximité du système de transport

Résumé général

L'environnement naturel

Le climat

Les températures

Le climat de la région est continental, caractérisé par une température de 25-38°C (pic constaté à 46°C) en été, et un froid entre -2°C et 12°C (pic à -8°C) en hiver. La température ambiante extrême sous abri est estimée entre -5°C et 40°C.

Les précipitations

La moyenne pluviométrique varie de 500 mm à 700 mm par an. Le nombre de jours de pluie est de 116 jours avec 700 mm/an, avec 43 jours d'orage par an et un taux moyen d'humidité annuel de 70%. Le nombre de jours de gel est de 28 par an.

La foudre

De violentes pluies d'orages survenant sur des sols très secs ruissellent très rapidement en surface, elles gonflent les cours d'eau ou autres oueds qui entrent immédiatement en crue. Dans la région montagneuse de Constantine mais aussi de Djelfa en Algérie, la réaction des cours d'eau et des oueds est d'autant plus rapide que les orages se produisent sur un laps de temps relativement court. 43 jours d'orage ont été constatés annuellement sur Constantine et donc la foudre est présente.

Des parafoudres ont été posés pour améliorer la fiabilité de fonctionnement du réseau ferroviaire électrifié.

Le vent

70% des vents constatés ont une vitesse acceptable pour le système de transport par tramway ainsi que ses infrastructures de stations et sa caténaire. Mais le vent peut atteindre une vitesse de 35m/s (126 km/h) avec des pics à 62,5 m/s (225 km/h).

Compte tenu des passages sur viaducs, avec des vitesses du vent extrêmes, des ralentissements ou arrêts d'exploitation peuvent être envisagés.

Les tempêtes de sable

Dans son sillage, ce vent transporte une quantité non négligeable de particules terrigènes qui réduisent la visibilité. Une grande partie du territoire algérien connaît lors de l'apparition du Sirocco une réduction de visibilité très sévère. Cette poussière de sable est préjudiciable à la bonne tenue dans le temps des mécanismes et de l'électronique de la billetterie par exemple, des équipements ferroviaires ce qui nécessite une surveillance et maintenance accrues.

La neige

Durant la période (1995-2004), la fréquence, l'intensité ainsi que la durée d'enneigement est très faible avec une moyenne annuelle de 0,50 jour. La durée la plus longue est enregistrée dans le mois de janvier avec une valeur moyenne de 2,2 jours et en février de 2 jours.

Le gel

Le gel apparaît de Novembre à Avril avec une moyenne de 2,37 jours par an et une période comprise entre 0-13 jours pour Décembre, 3-22 jours en Janvier, 5-11 jours pour Février, 1-11 jours pour Mars, 1-5 jours pour Avril et 4 jours en Novembre.

Selon les températures minimales comprises entre $-0,3^{\circ}\text{C}$ et $3,2^{\circ}\text{C}$, on remarque que les gelées dans la Wilaya de Constantine sont assez fréquentes.

La géologie

La ville d'Ali Mendjeli ne présente pas de grandes déclivités, les terrains sont de bonne consistance en général. Les études géotechniques ont conclu à une bonne portance et à l'absence de glissements de terrain. L'étude des sols d'UBACO a permis de délimiter 4 zones dont la zone 1, la plus grande, avec des terrains favorables à tout type de construction, la zone 2 présente des risques de cavités, la zone 3 présente le risque de présence de suintement et d'eaux souterraines, la zone 4 présente un terrain défavorable aux constructions.

La sismicité régionale

L'observation du catalogue de la sismicité historique montre que la région de Constantine est assez sismique. Il ne se passe pratiquement pas une année sans que l'on enregistre des secousses sismiques, certaines sont ressenties par la population, d'autres au contraire ne sont détectées que par les appareils d'enregistrements (sismographes).

Il est prévu plusieurs accès à la ville avec un système de voies de communication adéquat. Ce système est renforcé par un ensemble de zones libres permettant le regroupement de la population (parc, jardin, place et placette).

Les zones concernées par le projet sont situées dans une zone de sismicité 2 (sismicité moyenne) : des prescriptions parasismiques particulières doivent être appliquées conformément à la Directive Technique et Réglementaire relative à la prévention du risque sismique. Le risque sismique est considéré comme acceptable.

L'environnement technologique

Les installations classées pour la protection de l'environnement ICPE

A partir d'une approche statistique sur la présence industrielle sur l'agglomération de Constantine (thèse de Marouk Messaoud), on dispose d'un certain nombre d'éléments de réflexion sur les conditions de mise en place des activités industrielles à travers l'espace constantinois. Les évolutions économique, technologique et structurelle ont transformé les différents secteurs d'activités, en particulier le secteur de la production industrielle qui a été sérieusement déstructuré. Mais est-ce qu'on peut raisonnablement parler de secteur industriel au niveau de la ville de Constantine voire de toute l'aire métropolitaine ? Si on excepte quelques unités qui continuent difficilement de fonctionner, le tissu industriel constantinois s'est irrémédiablement désagrégé. Plusieurs unités ont carrément cessé leur activité, les autres ont nettement diminué leur effectif. La main d'oeuvre ayant acquis une certaine expérience dans le domaine industriel, s'est malheureusement déplacée vers l'informel.

Il apparaît qu'il n'y a pas d'installations ICPE seuil bas et seuil haut (Seveso) exploitées à proximité du système de transport

Références

- Z. Nouaceur, Université de Rouen, UMR IDEES, LEDRA, « La tempête de sable du 19 au 22 Février 2004 en Algérie : conditions météorologiques et caractéristiques », in *Geographia Technica*, n°1, 2008.
- Laib Assia, Université de Constantine 1, Département des Sciences Géologiques, « L'impact du changement climatique sur les hydrosystèmes constantinois », mémoire de Magistère en hydrogéologie soutenu le 2 Juillet 2015, 133 p.
- Abdehamid Zebiri, « Evaluation du risque d'inondation à Constantine : méthodologie d'approche », in *Méditerranée*, tome 80,3-4-1994, Géographie physique de l'Algérie orientale pp23-30.
- Bouaoud Mohamed, Université 8 Mai 1945 de Guelma, « L'évaluation de la vulnérabilité et du risque sismique de la ville de Constantine », mémoire de Magister, 2011, 113p.
- Mlle Naït-Amar Nadra, Université Mentouri-Constantine, Département d'architecture et d'urbanisme, « Une solution à la question de la congestion de Constantine : ville nouvelle Ali Mendjeli », mémoire de Magister, 19 avril 2005.

- Marouk Messaoud, « Recherches pour un atlas de Constantine, approche statistique et thématique », thèse de doctorat soutenue en 2010, Université Mentouri à Constantine, 372 p.
- <http://www.umc.edu.dz/index.php/fr/2013-01-21-15-27-57/item/1328-extension-du-tramway-de-constantine-un-projet-tres-attendu>
- <http://www.aps.dz/regions/50702-extension-du-tramway-de-constantine,-un-projet-phare-par-excellence>
- [https://fr.wikipedia.org/wiki/Constantine_\(Alg%C3%A9rie\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Constantine_(Alg%C3%A9rie))
- <https://bu.umc.edu.dz/theses/sc-terre/MAR5845.pdf>
- https://satellites.pro/carte_du_Monde#36.266981,6.597542,18
- http://afitl.ish-lyon.cnrs.fr/tl_files/documents/CST/N50/Aicho50.pdf
- http://www.constantine-hier-aujourd'hui.fr/LaVille/travaux_tramway.htm
- http://leconews.com/fr/actualites/nationale/transport/constantine-l-extension-du-tramway-n-est-pas-gelee-16-02-2017-179831_294.php
- <https://bu.umc.edu.dz/theses/sc-terre/LAI6873.pdf>
- <http://archives.umc.edu.dz/bitstream/handle/123456789/8765/KAG5593.pdf?sequence=1>
- https://www.persee.fr/docAsPDF/geo_0003-4010_1918_num_27_148_5369.pdf
- <https://bu.umc.edu.dz/theses/sc-terre/MEZ4839.pdf>
- <http://www.revue-urbanites.fr/chroniques-constantine-et-la-ville-nouvelle-dali-mendjeli-un-nouveau-pole-sans-reperes/>
- <https://bu.umc.edu.dz/theses/sc-terre/KAS4812.pdf>
- <https://bu.umc.edu.dz/theses/urbain/HIO6276.pdf>
- https://tel.archives-ouvertes.fr/file/index/docid/994394/filename/2014_ballout_diff.pdf
- <http://fac.umc.edu.dz/snv/bibliotheque/biblio/mmf/2017/Etude%20cartographique%20du%20risque%20industriel%20%20cas%20de%20la%20zone%20industrielle%20Aissa%20Benhmida,%20Didouche%20Mourad,%20Constantine..pdf>