

L'environnement du projet de tramway de Mostaganem

Mostaganem se trouve au Nord-Ouest de l'Algérie sur la méditerranée, à 350 Km à l'Ouest d'Alger et à 80 Km à l'Est d'Oran. Elle couvre une superficie de 2269 km², avec une façade maritime de l'ordre de 120 km.

La wilaya de Mostaganem compte plus de 800 000 habitants (2008) et se compose de 32 communes, réparties sur 10 Dairas (sous-préfectures). Les wilayas limitrophes de Mostaganem : A l'Est la Wilaya de Chlef, au Sud-Est la Wilaya de Relizane, à l'Ouest la Wilaya d'Oran, au Sud-Ouest la Wilaya de Mascara.

Bien que son existence date d'avant la période romaine (Murustaga pendant la domination des Phéniciens, puis Cartennae pendant celle des Romains), Mostaganem ne présente une Histoire suffisamment connue qu'à partir du XI^e siècle, lorsqu'elle était sous le contrôle des Almoravides. La ville de Murustaga (Aujourd'hui Mostaghanem) a été reconstruite bien après l'avènement de l'Islam (fin du XVe Siècle) par le prince Hamid el Abd sous l'ordre du valeureux Saint de la ville Sidi Abdellah el Khattabi el Idrissi, Ouali (homme saint) des Médjahers (confédération des tribus de la région).

En 1962 Mostaganem était une florissante ville de la méditerranée, et ce n'est qu'après 1980 que la région a vu sa renaissance.

La wilaya de Mostaganem se distingue par la richesse de ses terres agricoles et de son littoral qui lui confèrent une vocation agricole et touristique réelle.

L'étude menée par l'Agence Nationale de l'Aménagement et l'Attractivité des Territoires (ANAAT) a relevé la diversité de la wilaya de Mostaganem en termes de ressources territoriales, l'importance de son front de mer, sa proximité d'Oran et du pôle pétrochimique d'Arzew.



Source : 2014@urbanRail.Net (J. Häselser)

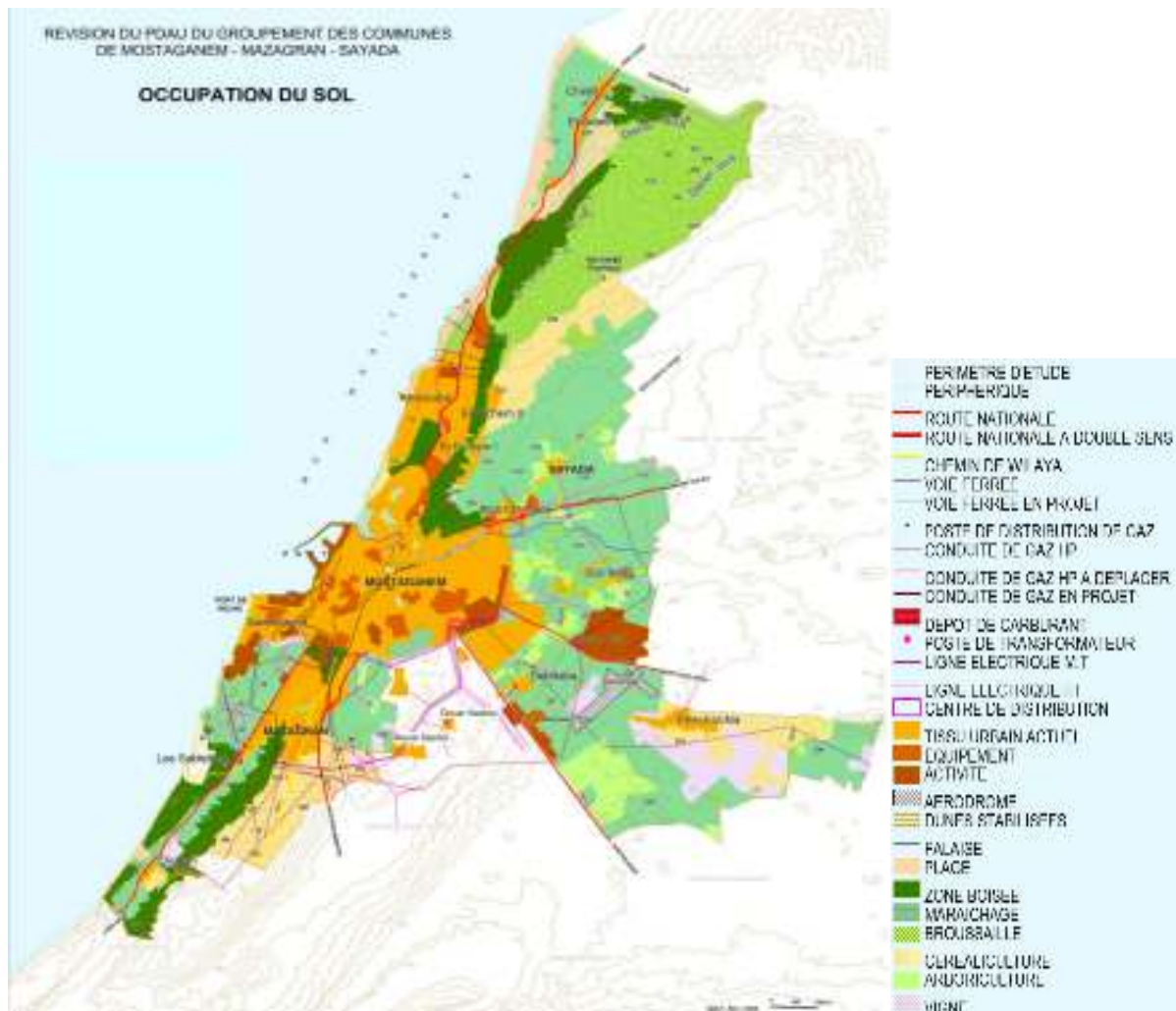
Schéma du tracé des lignes de tramway de Mostaganem

La réalisation du projet du tramway de Mostaganem porte sur la réalisation de deux lignes sur un linéaire global dépassant 14,2 km, avec un total de 24 stations ainsi que quatre ouvrages d'art. La construction d'un parc et d'un atelier de maintenance sur une superficie de 12 hectares a complété le projet sur la localité de Salamandre.

La ligne parcourt l'agglomération de Mostaganem, avec en particulier trois trémies dans une zone d'urbanisation dense en centre-ville.

Le réseau se répartit sur deux lignes. La première relie la zone « Salamandre » au pôle universitaire de Kharrouba en passant par le centre-ville, le vieux quartier de Tigdit et la faculté de médecine, sur une distance de 12,2 km.

La seconde ligne relie l'ancienne gare ferroviaire de Mostaganem à la nouvelle gare routière via les cités « 5 juillet » et « Benyahia Belkacem », sur une distance de 2 km.



Source : Mme Megherbi Wahiba, Université d'Oran 2, « L'ensablement un risque négligé en zone tellienne littorale : cas de la région Mostaganem », mémoire de Magister, année 2015, 193p.

Plan d'occupation des sols des nouveaux espaces urbanisés

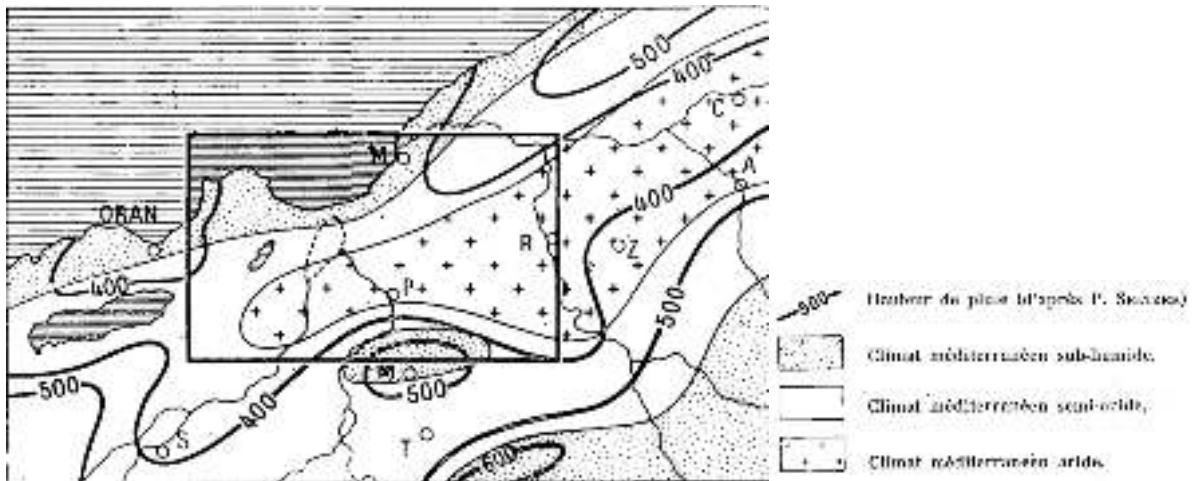
L'environnement naturel

Le climat

Les températures

La région de Mostaganem se caractérise par un climat semi-aride à hiver tempéré et une pluviométrie qui varie entre 350mm et 400mm et un relief qui s'individualise en deux principales unités morphologique :

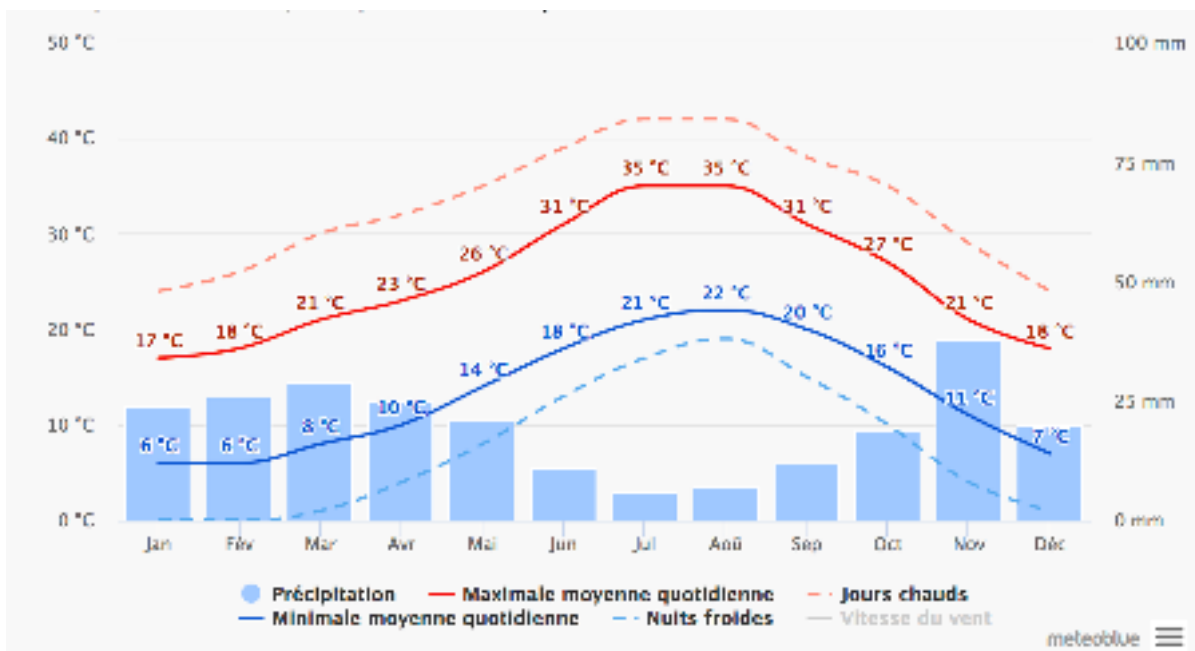
- Les Monts Dahra
- Le Plateau de Mostaganem



Source: J. Boulaine ingénieur agronome, Inspection générale de l'Agriculture, « Notice explicative de la carte de reconnaissance des sols d'Algérie au 1/200.000, feuille de Mostaganem n°21, Pédologie – CS, n°6 Alger, 1955.

Carte climatique sommaire

L'influence de la mer se traduit par des températures hivernales plus élevées, et des températures estivales plus faibles ; il en est de même de l'influence de l'altitude à la bordure sud de la carte climatique.



Source : https://www.meteoblue.com/fr/meteo/prevision/modelclimate/mostaganem_alg%C3%A9rie_2487134

Températures et précipitations moyennes sur Mostaganem

La "maximale moyenne quotidienne" (ligne rouge continue) montre la température maximale moyenne d'un jour pour chaque mois pour Mostaganem. De même, la « minimale moyenne quotidienne » (ligne bleu continue) montre la moyenne de la température minimale. Les jours chauds et les nuits froides (lignes bleues et rouges en pointillé) montrent la moyenne de la plus chaude journée et la plus froide nuit de chaque mois des 30 dernières années.

La wilaya de Mostaganem appartient au climat méditerranéen et précisément au climat de l'Oranie, chaud et sec en été, tiède et pluvieux en hiver, les deux éléments principaux du climat (précipitations et températures) conditionnent tous les rythmes d'irrégularités.

Les températures maximales et minimales prises en compte sont les suivantes :

- Température minimale : - 5 °C,
- Température maximale : + 45 °C,

Le climat de Mostaganem se caractérise par une température douce, la faiblesse des écarts thermiques et l'alternance quasi quotidienne des brises de mer et de terre.

Les précipitations

L'étude des précipitations de la dernière décennie (1987-1988) à (1996-1997) nous montre que les précipitations mensuelles maximales au cours de l'année se situent aux mois de novembre et mars, par contre les valeurs minimales sont enregistrées en juillet et août.

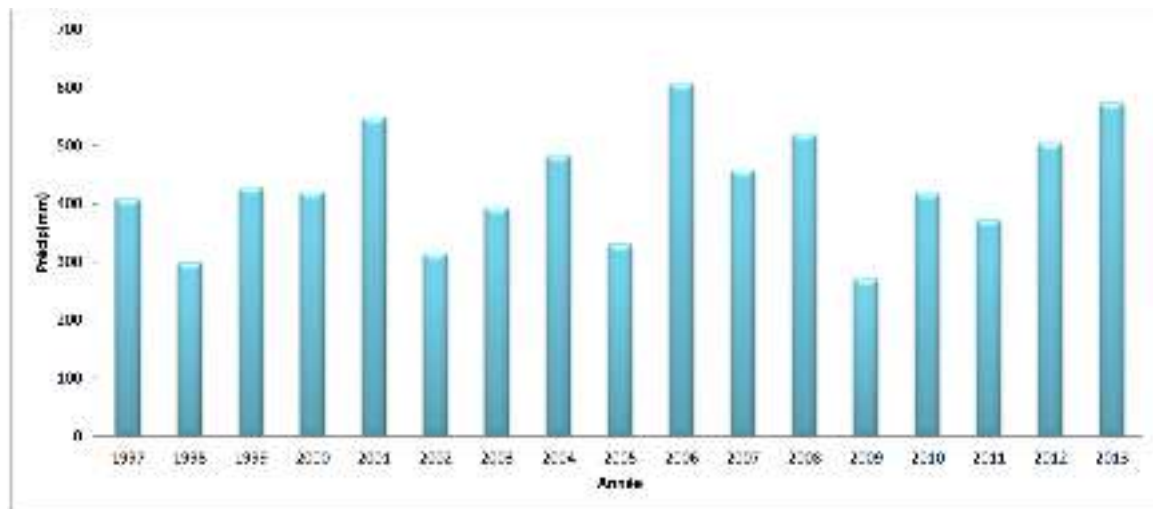
Vu le positionnement géographique de la wilaya de Mostaganem, au bord de la mer Méditerranée, un risque peut impacter le projet de tramway à long terme. Le taux d'humidité trop élevé, risque de corroder les équipements non protégés contre les agressions de l'environnement.

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	Ma	J	Ju	Ao	Année
(P)mm	8.2	22.3	50.4	29.9	39.6	42.2	49.4	31.5	17.6	8.9	3.5	4.7	313.2
Jours	4	8	8	7	10	9	8	9	5	3	2	2	75

Source : http://www.univ-oran2.dz/images/these_memoires/FSTU/Magister/TMSTU-10/Memoire%20Complet.pdf

Précipitations moyennes mensuelles de Mostaganem (1987-88) à (1996-97)

La période récente (1997-2013) est considérée comme plus arrosée (avec une moyenne de 398mm) (Cf. fig. ci-dessous) que la précédente (1987/1997) (345mm). De plus, cette période est caractérisée par des pluies torrentielles qui altèrent le sol, et dès son assèchement, il est érodé pour l'action éolienne.



Source : Mme Megherbi Wahiba, Université d'Oran 2, « L'ensablement un risque négligé en zone tellienne littorale : cas de la région Mostaganem », mémoire de Magister, année 2015, 193p.

Evolution des précipitations à l'échelle de la région de Mostaganem (1997-2013)

Les inondations

La ville de Mostaganem, dans la nuit du 27 novembre 1927, a été l'objet d'une crue subite de l'Oued Ain Sefra qui a emporté presque la moitié de la ville.

L'Oued traverse la ville sur 5,2 km et sa prise en charge récente a eu pour objectif d'abord sa dépollution car son état de dégradation était très avancé, engendrant une pollution nocive pour la population notamment par les rejets d'eaux usées, des dépôts de déchets de tous genres cachés par une dense végétation sauvage. L'intervention purement hydraulique doit servir à lutter contre les inondations. La réduction de l'érosion des berges de l'oued s'est effectuée par l'installation d'espaces paysagers et récréatifs pour leur intégration en milieu urbain. Un dernier objectif consiste à réaliser un ouvrage de franchissement entre Tigditt et Tobana qui facilite la création de pistes pour la pratique des sports. L'état d'avancement du projet d'aménagement est de l'ordre de 55% mais les travaux de dépollution sont pratiquement achevés à 100%. Les travaux en cours consistent en l'aménagement de l'oued en canal trapézoïdal ouvert sur une distance de 3,5 km, le confortement et le traitement des talus sur 2 km, l'installation de deux passerelles piétonnières avec des pistes cyclables et enfin la réalisation de deux ouvrages de franchissement entre les deux rives et l'élargissement de la RN 11 à proximité du port.

La ville souffre encore de mauvaises évacuations des eaux de ruissellement par un manque de bouches avaloirs ou des avaloirs obstrués dus à l'ensablement ou le mauvais nettoyage des rues. Cette eau peut atteindre un niveau de 80 cm de hauteur et pénétrer alors dans les bâtiments et les commerces.

Le gel

Les jours de gelées sont relevés du mois de décembre au mois de mars (gelée hivernale) Le maximum d'apparition de ce phénomène est au mois de janvier (4 jours) cf. tableau ci-après :

Mois	J	F	M	A	Ma	J	Ju	Ao	S	O	N	D	Total
Jours	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	10

Source : http://www.univ-oran2.dz/images/these_memoires/FSTU/Magister/TMSTU-10/Memoire%20Complet.pdf

Nombre de jours de gelée à Mostaganem en 1997

La neige

Le nombre de jours de neige est très faible ou nul au bord de la Méditerranée et à basse altitude.

Année	T	TM	Tm	PP	V	RA	SN	TS	FG	TN	GR
2016	18.3	24.1	13.0	270.53	6.7	50	0	14	14	0	1
2017	19.6	23.5	12.9	325.38	8.7	36	0	6	6	0	0
2018	-	-	-	-	-	49	0	6	13	0	0

T Température moyenne annuelle
 TM Température maximale moyenne annuelle
 Tm Température minimale moyenne annuelle
 PP Précipitation totale annuelle de pluie et/ou neige fondue (mm)
 V Vitesse moyenne annuelle du vent (km/h)
 RA Total jours de pluie durant l'année
 SN Total jours de neige durant l'année
 TS Total jours de tempête durant l'année
 FG Total jours de brouillard durant l'année
 TN Total jours de tonnerre ou foudroiement durant l'année
 GR Total jours de grêle durant l'année

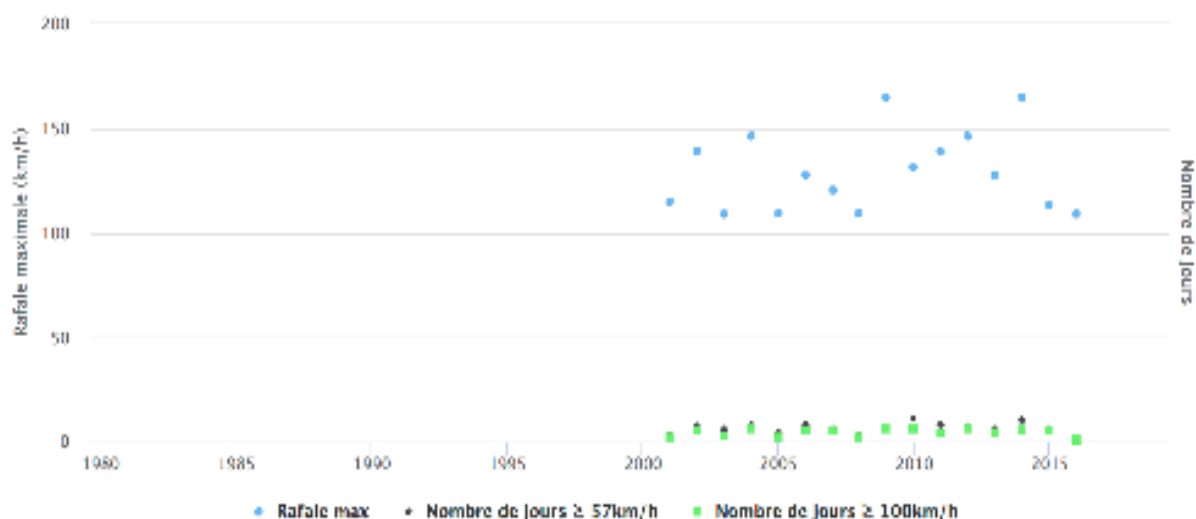
Source : <https://fr.tutiempo.net/climat/ws-604570.html>

Le vent

Le vent est un agent efficace de transport, de pollen (végétation), ici il réagit positivement mais il peut être un agent nuisible pour la couverture végétale (déplacement du sable vers les terres productives) ou encore, il s'accumule en voile sablonneux vers les terres fertiles et dans l'urbain (poussière, recouvrement des autoroutes par le sable, formation sableuse dans les agglomérations urbaines).

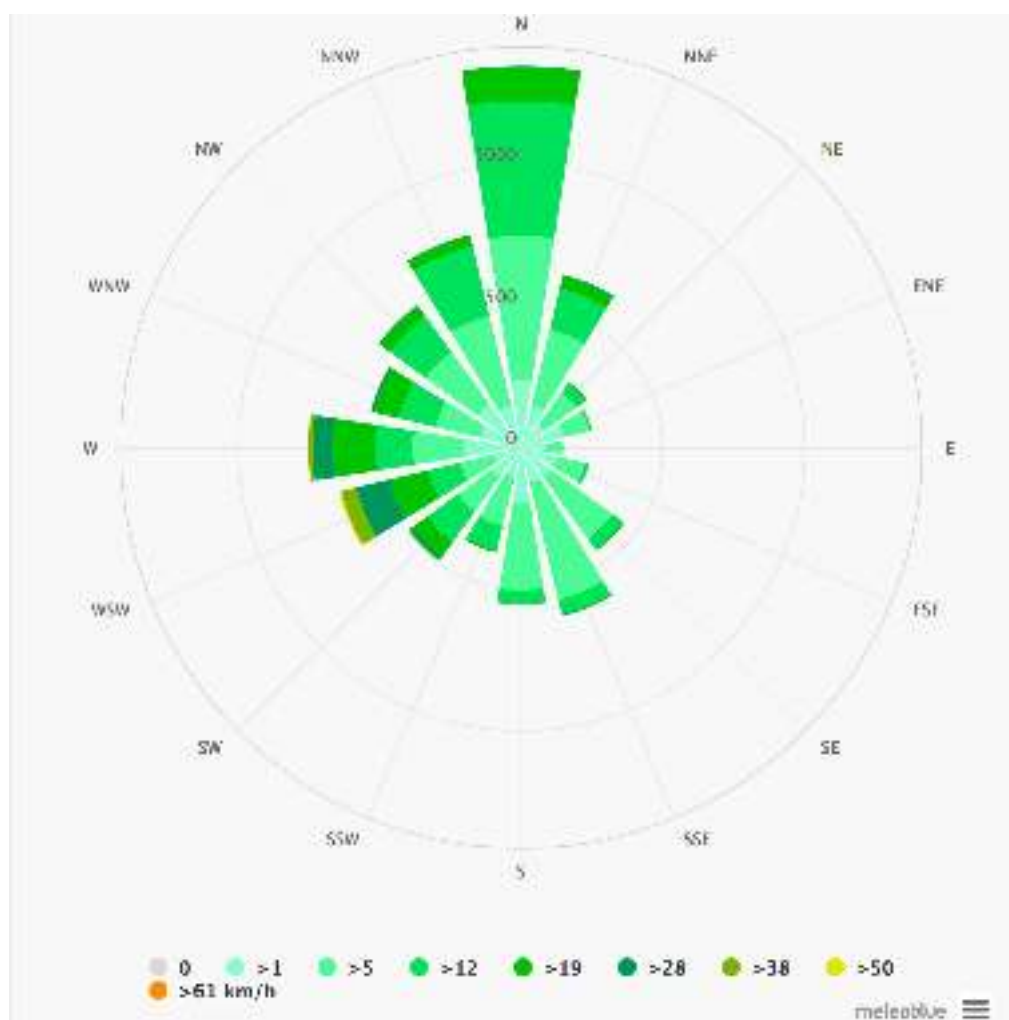
D'après l'histogramme récapitulatif entre 2001 et 2016 ci-dessous : on constate en 2009 des rafales de vent jusqu'à 164,8 km/h, avec 6 jours un vent > 57 km/h et 6 jours > 100 km/h. En 2014 on constate des rafales de vent jusqu'à 164,8 km/h, avec 10 jours un vent > 57 km/h et 6 jours > 100 km/h.

La Rose des Vents pour Mostaganem 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).



Source : <https://www.infoclimat.fr/climatologie/globale/mostaganem-ville/60457.html>

Vent et rafales à Mostaganem ville



Source : https://www.meteoblue.com/fr/meteo/prevision/modelclimate/mostaganem_alg%C3%A9rie_2487134

La rose des vents

Les tempêtes de sable

« Sous l'influence d'un anticyclone s'étirant depuis le nord du Sahara vers l'Europe Centrale et d'un système dépressionnaire sur le proche océan atlantique, un fort vent de sud s'est mis en place ces derniers jours sur le Maghreb et plus généralement le bassin méditerranéen. Ce vent de sud, extrêmement chaud et sec est appelé Sirocco ». Ainsi, les actualités de la chaîne météo du 7/05/2015 annonçait : « un coup de chaleur précoce et très intense a eu lieu sur le Maghreb. Lundi, il a fait jusqu'à 44°C en Algérie (Relizane) mais aussi en Tunisie (Kairouan). A Alger, le record de chaleur pour un mois de mai (41,2°C) a été frôlé, avec une valeur de 40,6°C ».



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.

Le phénomène d'ensablement

L'ensablement est le résultat des dépôts éoliens favorisés par la nature du sol où le vent arrache les particules fines de la surface de la terre dans les zones arides et semi arides ; donc un double danger menace les sols de ces régions :

- Celui d'être réduit à l'état squelette après le départ des éléments fins enlevés par le vent.

- Celui d'être recouvert par le sable. L'ensablement présente un risque lorsqu'il touche aux enjeux économiques (agriculture et zones urbanisées) d'une région et il est basé sur les critères suivants

Les pressions urbaine et rurale sur les milieux fragilisés de la zone créent des perturbations socio-économique qui se traduisent par le renforcement du risque d'ensablement, parmi celles-ci :

- Le poids de l'histoire que ce soit par les mutations agraires et les modes culturels, ou par la mauvaise distribution du pâturage d'où le surpâturage.
- La croissance urbaine et l'étalement démesuré de l'urbanisme, aussi par le comportement des vents avec les nouvelles mutations en morphologie urbaine. Si le phénomène d'ensablement se manifeste timidement au niveau des structures en bâtiments, il est fort appréciable et demeure influençant pour le réseau routier, puisqu'il entraîne des coupures fréquentes de trafic, et présente un danger permanent pour les usagers de la route, pour l'agriculture il est remarqué par la perte en fertilité des sols à usage agricole.

Le changement de la morphologie urbaine suite à l'étalement spatial, a eu un effet dans des changements au microclimat de la région, la manifestation des vents dans un milieu construit crée une déviation dans le couloir dunaire et les zones de turbulences, dont différents facteurs ont participé à l'ensablement.

Les résultats obtenus à travers l'étude et les travaux selon la thèse de Megherbi Wahiba ci-dessous référencée sont :

- Au niveau du plateau de Mostaganem, la superficie affectée par le phénomène d'ensablement est estimée à 13.856 ha soit 18.47% de la superficie totale de la wilaya (Conservation des forêts 2003).

- Sur une zone test de 13507 ha, 7% sont des surfaces ensablées, d'après les travaux de Smahi (2001). L'évolution du processus d'ensablement est estimée à 1,5 ha/an (Hanni-1991 et Smahi-2001) l'équivalent de 2.2% de la superficie totale de la zone d'étude. Cela indique qu'on est face à un sérieux problème, seules des mesures appropriées pourront juguler ce phénomène d'ensablement.

Le risque de feux de forêt

À la faveur des vents de l'Est et du redoutable sirocco, et avec des températures excédant largement les 40°C, de véritables fournaises se sont également déclarées dans la région littorale de Benabdelmalek-Ramdane et dans l'arrière-pays, à Oued El-Kheir. Rien que sur une seule journée, ce sont au moins 15 départs de feu, dont l'ampleur a nécessité l'intervention des agents de la Protection civile, qui ont été signalés en différentes zones de la wilaya, y compris au niveau de la façade maritime. La chaleur et le vent d'Est, très asséchant, ont favorisé la progression des flammes. Ainsi, une trentaine d'hectares de maquis et de pins ont été ravagés lors de ce sinistre. Le plus important feu s'est déclaré dans le grand massif forestier d'Ouled Dani, dans la commune de Saf-Saf, située au sud de la wilaya. On y a déploré 23 ha détruits par le feu.

A la porte Ouest du chef-lieu de wilaya, deux incendies de forêt se sont déclarés dans la commune de Mazagran. Tous les sinistres ont pu être maîtrisés et les feux circonscrits par les éléments de la Protection civile qui ont dû recourir aux grands moyens. Allant jusqu'à la chute de tension, constatée en de nombreux pics de consommation de l'énergie électrique, le réseau électrique a, quant à lui, énormément "souffert", mais sans toutefois céder complètement, comme c'était le cas généralement à la moindre épreuve pourtant moins rude.

La foudre

La foudre est une décharge électrique entre un nuage et le sol ou entre deux nuages. A la différence d'un conducteur, où les décharges sont à la surface des électrodes conductrices, dans un nuage orageux, les charges sont portées par les gouttelettes d'eau ou les cristaux de glace ; leurs déplacements sont relativement lents, de telle sorte qu'une décharge ne met en jeu qu'une partie des charges contenues dans le nuage.

Ainsi, un coup de foudre est généralement constitué d'une série de décharges, utilisant le même trajet d'éclair, et séparées les unes des autres d'un temps variant entre quelques dizaines de microsecondes jusqu'à quelques dixièmes de secondes.

Pour améliorer la fiabilité de fonctionnement des réseaux ferroviaires électrifiés, les parafoudres sont utilisés pour les protéger contre les surtensions.

Des parafoudres seront installés pour protéger les équipements situés le long de la ligne afin de maintenir l'exploitation en toute sécurité.

L'hydrogéologie

En bordure de la mer Méditerranée, le Plateau de Mostaganem se présente comme une aire tabulaire comprise entre :

- La vallée du Chélif au Nord et la dépression de la Macta au Sud.
- La vallée de la Mina et les Monts de Bel Hacer à l'Est.

Ce Plateau s'abaisse régulièrement vers l'Ouest en direction de la plaine de l'Habra et du golfe d'Arzew. Il comporte une série de rides et de dépressions parallèles orientées SO-NE dont l'altitude voisine 200 mètres s'abaisse progressivement jusqu'à cent mètres au niveau de la Macta.

Le massif de Mostaganem, d'une superficie de 113000 hectares environ, commence à l'Ouest par de petites collines, et va en s'élevant doucement à l'Est jusqu'à des collines dont la hauteur courante est de 300 mètres, et le point culminant, qui domine l'embouchure du Chelif, atteint 360 mètres. Il se compose du terrain sub-apennin, généralement représenté par des marnes blanches et des calcaires marneux de la même couleur, recouvert presque partout d'une couche variable de terrain tertiaire supérieur. Ce dernier terrain atteint son plus grand développement sous la ville de Mostaganem ; il paraît y avoir rempli un enfoncement du terrain subapennin, car à l'Est et à l'Ouest ce dernier se relève ; entre la ville et l'embouchure du Chelif, on aperçoit de la mer de grandes pentes formées d'un terrain blanc peu solide, qu'on reconnaît aisément comme subapennin. Au nord du débarcadère de Mostaganem, on voit une couche d'argile grise, très-homogène et pure.

Ce plan de séparation n'est qu'à 4 mètres au-dessus de la mer près du débarcadère, mais il va en se relevant régulièrement au Nord-Est. La couche argileuse imperméable arrête toute l'eau qui s'infiltré dans les couches supérieures, de sorte qu'elle donne lieu à une nappe d'eau qui trouve son écoulement dans l'escarpement du bord de la mer ; l'argile, frappée directement par les vagues en beaucoup d'endroits, leur oppose un mur plus solide que les roches dures ; l'effet de la mer paraît presque nul sur ses surfaces onctueuses.

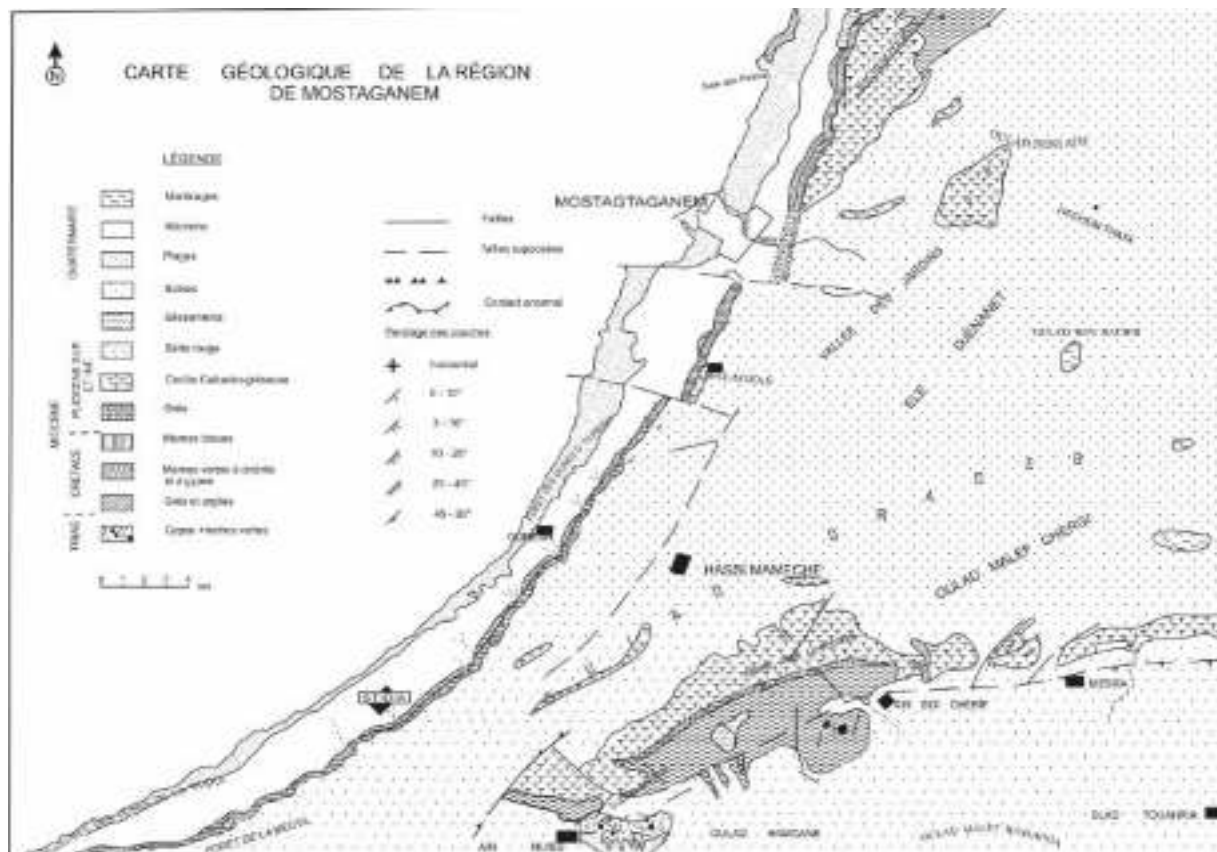
Au-dessus de ce banc d'argile viennent de nombreuses couches sableuses, parmi lesquelles on remarque, au bas de la série, des poudingues calcaires à assez gros grain et pleins de coquilles, la plupart roulées et encore à l'état naturel, sauf un peu d'altération ; d'autres n'offrent que des moules intérieurs et extérieurs. Quelquefois le grain est plus fin et la pâte plus calcaire : on a alors une roche blanche spongieuse, qui n'est qu'un amas de sable et de coquilles. Les couches sableuses sont variables dans tous leurs éléments : elles sont surmontées de couches plus marneuses et plus terreuses.

Au-dessus de ces couches, vient un travertin, un dépôt de sources chaudes, rempli de végétaux variés, de roseaux, de feuilles et de branches d'arbre, etc. Le dépôt le plus récent et celui qui porte plus exclusivement le caractère de dépôt thermal est celui qui supporte la ville de Mostaganem ; il est absolument semblable à celui du Mans'oura, près Constantine, de Miliâna, de Bâb-el-Oued, etc. Il contient des empreintes végétales, mais moins nombreuses que dans la couche immédiatement inférieure. On voit que le terrain tertiaire supérieur de Mostaganem offre toute la série de couches signalée en différentes localités ; sa puissance dépasse 100 mètres.

Au Nord, le système est limité par l'affleurement des marnes bleues du Miocène dont la présence entraîne l'existence d'une ligne de sources au contact des sables du Plateau. Au Sud, ces mêmes marnes apparaissent au niveau du Djebel Trek El Tourirès. Des communications existent avec la plaine des Bordjias (forêt de la Macta et la région d'Ain Sidi Chérif).

A l'Ouest ce sont les marnes du Plaisancien et du Miocène supérieur qui définissent les limites de l'aquifère (Figure ci-dessous) A l'Est enfin, nous avons volontairement limité l'étude de la nappe au village de Blad Touahria (limite de la carte géologique de Mostaganem au 1/50.000).

La nappe est située essentiellement dans les grès « calabriens » et les sables qui constituent le réservoir principal. Des passées sablo-argileuses peuvent rompre par place son homogénéité.



Source : Baiche & al., University of Oran Sénia, Dept of Earth Sciences, « Surexploitation des ressources en eau de l'aquifère du plateau de Mostaganem » in Larhyss Journal n°22, June 2015, pp. 153-165.

Carte géologique de la région de Mostaganem

Les mouvements de terrain

En Novembre 2012, la localité de Sidi El Medjdoub a été l'objet d'un glissement de terrain qui a menacé la vie de centaines de résidents de cette cité. A noter que d'innombrables autres glissements ont été enregistrés suite aux dernières pluies. Les bungalows qui se situent face à la mer sont les premiers à subir les conséquences des fortes chutes de pluie, le glissement a touché une fondation de l'un d'eux créant ainsi un énorme trou qui a conduit à la fermeture de la route du front de mer. Plusieurs points noirs ont été aussi recensés le long de cette route.

Même situation pour la localité de Remilla où les habitants de ce quartier situé sur la route du port de Mostaganem, vivent eux aussi sous la menace permanente d'un glissement de terrain, surtout avec les dernières pluies de la saison hivernale enregistrées au niveau de la ville.



Source : <https://docplayer.fr/77939396-Le-wali-ordonne-le-relogement-des-habitants-de-sidi-el-medjdoub.html>

Eboulement le long de route du front de mer à Sidi el Medjdoub

Catastrophes de Kharouba et de Sidi El Mejdoub

La Zone de Kharrouba est une zone basse située sur un immense périmètre naturel délimité par les hauteurs d'El Hachem et d'El Arsa, construite en 1990 par l'ANAT¹ dans le but de l'extension de la ville de Mostaganem, vers le Nord, Nord-Est, à partir des 300 logements de Kharrouba. L'urbanisation de cette zone ainsi que celle de la localité de Sidi Mejdoub s'est opérée sur un sol dunaire qui était protégé auparavant par une végétation dense et une agriculture très importante, c'était aussi une zone d'infiltration des eaux de pluie qui alimentaient la nappe phréatique. (Bourahla-2012)

Cet écosystème dunaire affecté par l'intervention de l'homme a conduit à des conséquences néfastes :

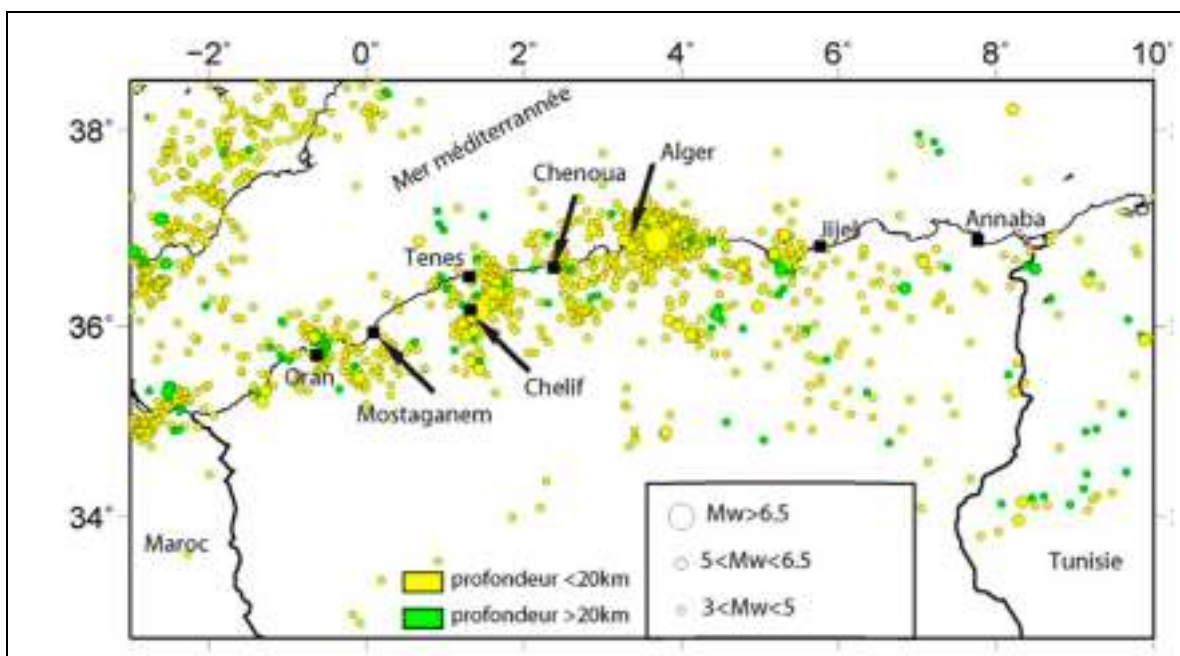
- L'ensablement des infrastructures et des bâtiments, par la destruction de la dune et sa remobilisation.
- L'ensablement dans le voisinage (des terrains agricoles envahis par le sable).
- L'inondation qui a été à l'origine de l'imperméabilité du sol résultat du rasage des dunes qui jouaient le rôle de protecteur (effet d'infiltration) contre les transgressions marines et les pluies torrentielles. (Ex: inondation du 21 Novembre 2011 Kharouba)
- Un glissement de terrain et effondrement des routes (Ex: Sidi El Mejdoub 21 Novembre 2012)
- L'envasement des réseaux d'assainissement par le sable a favorisé l'écoulement des eaux dans les oueds ce qui a mené à leurs débordements.

¹ ANAT : Agence Nationale de l'Aménagement du Territoire

- Un affouillement de la chaussée tout près d'immeubles d'habitations depuis le 21 novembre 2011 et jusqu'au 10 janvier 2012, malgré l'absence de pluie ces affouillements ont progressé augmentant le risque d'effondrement de ces habitations (la cité des 108 logements du quartier Hai Essalam).

Le risque sismique

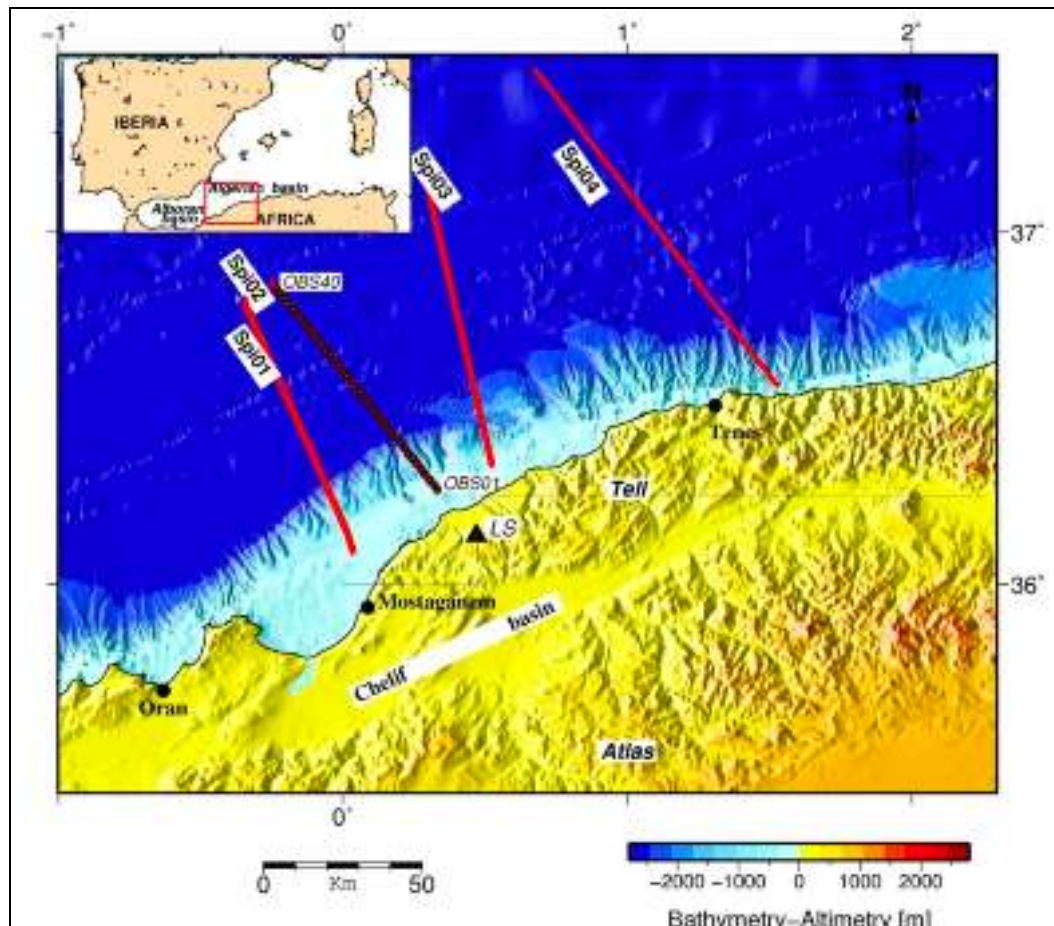
Une importante activité sismique se trouve localisée dans les zones côtières algériennes et sous la mer Méditerranée. L'Algérie est divisée en deux plaques tectoniques séparées par la faille au sud-atlas. Au Nord se trouve la tectonique alpine et au Sud, la plate-forme saharienne, qui est assez stable. Historiquement, elle est connue pour être une zone sismique très active. Les investigations effectuées après le séisme d'El Asnam (Chlef actuellement) en 1980 ont permis de révéler l'existence de traces d'anciens séismes qui auraient affecté cette région. D'après le CRAAG² l'activité sismique au nord d'Algérie connue remonte au 2 Janvier 1356, date à laquelle s'est produit le séisme d'Alger depuis de nombreux séismes se sont produits.



Source : <https://spiral.oca.eu/fr/travaux-resultats-spiral/239-secteur-de-mostaganem>

Carte des séismes de magnitude supérieure à 3 de la marge algérienne depuis 1973 (catalogue NEIC.) Les sources à l'origine des séismes au nord de l'Algérie apparaissent superficielles, les profondeurs des épicentres ne dépassant pas les 20 km et la majorité des profondeurs comprise entre 5 et 10 km.

² CRAAG : Centre de recherche astronomie astrophysique et géophysique



Source : <https://spiral.oce.eu/fr/travaux-resultats-spiral/239-secteur-de-mostaganem>

Nota : Plan de position des profils sismiques acquis dans le secteur de Mostaganem durant la campagne SPIRAL³. Les profils SMT⁴ sont représentés en lignes rouges continues. Les OBS⁵ sont représentés par des cercles noirs. LS⁶ : la station à terre utilisée dans ce travail est représentée par le triangle noir.

La sismicité et les déformations actuelles

La marge algérienne située à la frontière entre les plaques Europe et Afrique est connue depuis longtemps comme étant sismiquement active. Son histoire récente est marquée par plusieurs grands séismes meurtriers : le séisme d'El Asnam en 1980 (Ms 7.2) a fait plus de 3000 morts, celui de Boumerdès en 2003 (Mw 6.7) plus de 2000 morts et des dégâts considérables. Les études de sismicité historique ont permis d'élaborer des cartes de sismicité et d'intensité maximale, des cartes sismo-tectonique et d'aléa sismique. Ces travaux montrent que les séismes sont principalement localisés dans le nord de l'Algérie, dans une bande de 70 à 100 km de la côte ou en mer, sous la marge. Les plus importants, et souvent les plus meurtriers car ils touchent des zones très peuplées, sont ceux qui se sont produits dans la région littorale : au voisinage d'Alger en 1716 et 1755, de Blida en 1825, de Jijel en 1856, de Gouraya (Tipaza) en 1891, d'El Asnam en 1954 et 1980, et de Boumerdes en 2003. Parmi les séismes importants, plusieurs se sont produits en mer (Alger 1716, Jijel 1856 ou Boumerdes 2003).

À terre, la sismicité s'exprime surtout le long des bordures des bassins néogènes qui longent

³ SPIRAL : Sismique Profonde et Investigation Régionale du Nord de l'Algérie

⁴ SMT : Sismique Multitrace

⁵ OBS : Ocean Bottom Seismometers

⁶ LS : Land Station

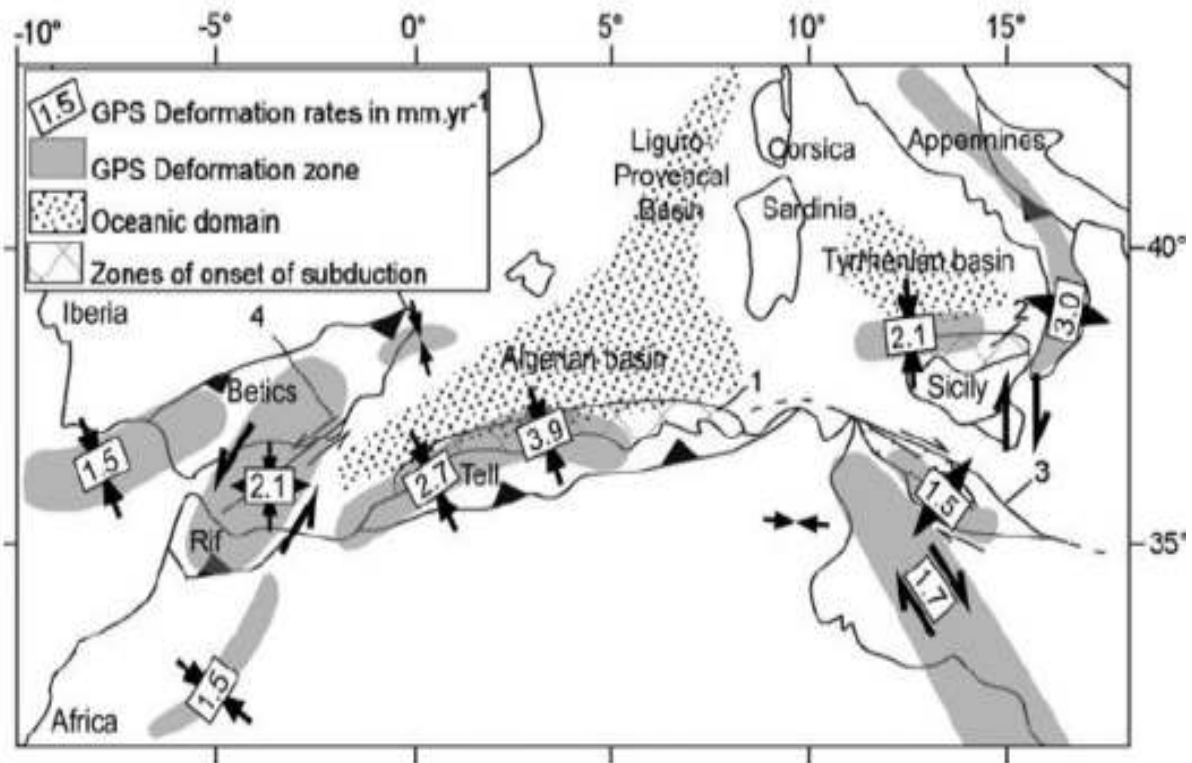
la côte : bassin de la Mitidja ou du Chélif. Seuls quelques séismes sont enregistrés le long du front Sud-Atlasique avec des magnitudes faibles, inférieures à 4.

La sismicité de la marge nord-africaine, comme celle de la marge sud-espagnole est caractérisée par la faible profondeur de ces séismes et sa localisation sous la marge ou proche des côtes (Domzig, 2006).

Par ailleurs, selon la thèse de Rabia Badji dont les références sont rappelées ci-dessous, la présence d'une zone de subduction que semble confirmer la tomographie locale du manteau serait à l'origine des séismes profonds enregistrés dans la région d'Alborán jusqu'à une profondeur de 650 km.

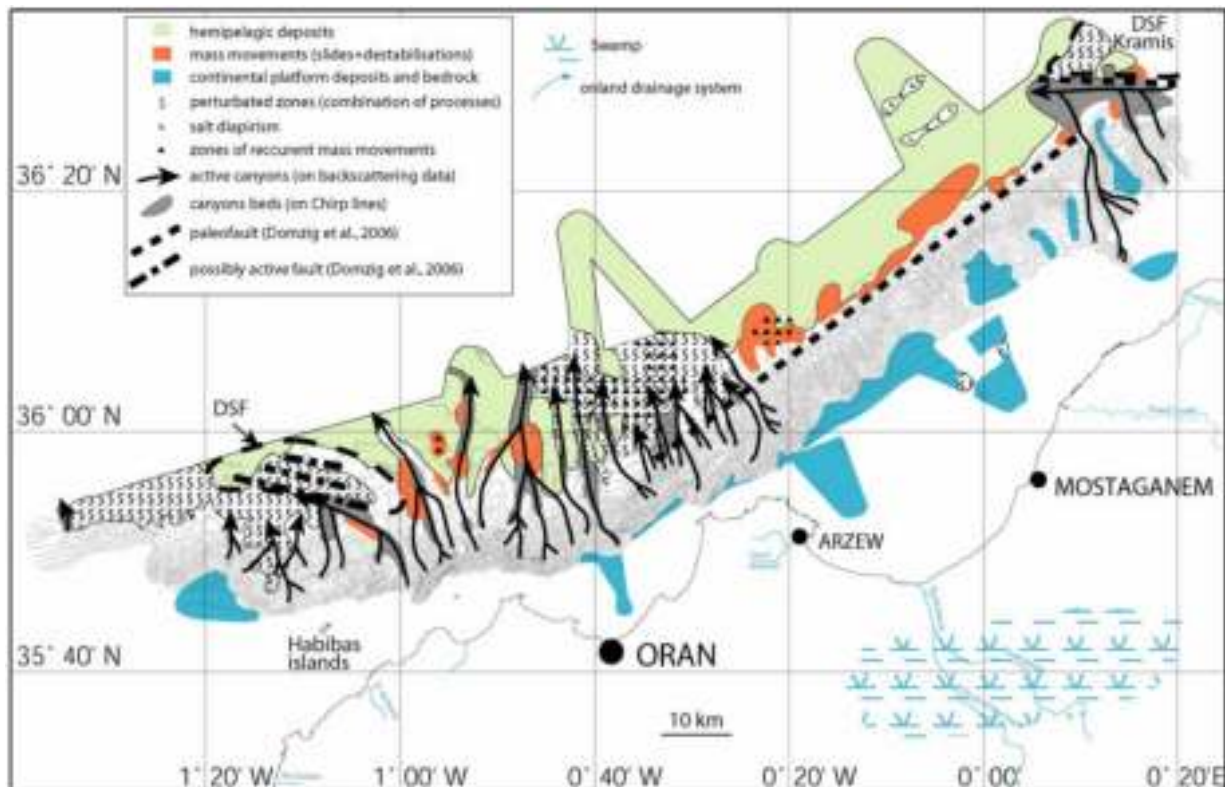
L'analyse des mécanismes focaux suggère un raccourcissement NO-SE, compatible avec le raccourcissement lié à la convergence entre les plaques européenne et africaine dont la vitesse est estimée à 5-6 mm/an. La géodésie montre que la marge algérienne concentre l'essentiel de cette convergence en Méditerranée occidentale.

La géodésie montre un taux de 2,7 mm/an dans la région de Mostaganem. Toutefois la déformation en mer est très faible, et l'essentiel du raccourcissement affecte le tell et l'atlas comme en témoigne, en particulier la sismicité.



Carte simplifiée des zones de déformation active du sud de la Méditerranée occidentale

Sur cette carte, l'essentiel de la convergence Afrique-Europe est actuellement accommodée. Les flèches indiquent le type de contrainte et sa direction moyenne, les numéros indiquent les vitesses de rapprochement dérivées des mesures GPS. Les zones grisées sont les zones de déformations, établies à partir des données géodésiques.



Source : Domzig A. Domaines Océaniques CNRS-UBO, IUEM-OSU, « Déformation active et récente, et structuration tectono-sédimentaire de la marge sous-marine algérienne », thèse de doctorat école doctorale des Sciences de la Mer, 4/12/2006, 343p.

Carte des processus sédimentaires identifiés dans la zone d'Oran.

Comme le résume la thèse de Rabia Badji, l'étude de la structure de la marge algérienne a été abordée dans le cadre du programme SPIRAL par l'analyse et l'interprétation conjointe d'un ensemble conséquent de données géophysiques, principalement sismiques, acquis lors de différentes campagnes industrielles ou académiques.

L'investigation détaillée de la partie occidentale de la marge, d'orientation NE-SO, dans le secteur de Mostaganem, est basée sur l'inversion tomographique d'un profil de sismique réfraction, réflexion grand-angle et son interprétation conjointe avec celle d'un ensemble de profils de sismique multitrace, de la carte des anomalies magnétiques et de la carte topographique de la marge.

La structure profonde d'une marge océanique transformante

Au nord, la croûte présente une loi de vitesse de type océanique avec une couche 2 de 2 à 3 km d'épaisseur et des vitesses sismiques allant de 5.0 à 6.5 km/s et une couche 3 océanique de ≈ 1 km d'épaisseur avec des vitesses de 6.5 à 7.1 km/s. L'épaisseur totale de la croûte est de ≈ 4 km ce qui est plus faible que l'épaisseur moyenne dans les grands océans mais est souvent observé aux extrémités des segments d'accrétion ou au voisinage des marges continentales en particulier des marges transformantes. La croûte ignée est surmontée par ≈ 3.3 km de sédiments caractérisés par des vitesses allant de 2 à 5 km/s, cette vitesse particulièrement élevée est associée à la série salifère du Messinien.

Au sud, sous la marge, la croûte de type continental est faiblement amincie. Cette zone correspond à une topographie exceptionnellement forte du Moho qui varie entre 12 et ≈ 19

km sur une distance de ≈ 17 km soit un pendage de $\approx 40\%$. En surface, la bathymétrie, quant à elle montre une pente continentale abrupte avec une pente de plus de 20% . Entre ces deux zones, la transition océan, continent est étroite, sa largeur ne dépasse pas 10 km. Sous cette zone le Moho est aussi fortement penté puisque sa profondeur varie de 11 à 14 km avec un pendage de 30% .

Un accident décrochant majeur en pied de marge

Un étroit graben s'est développé à la transition océan continent dans notre zone d'étude mais il s'étendrait au-delà vers l'Est. Il est délimité par des failles quasi-verticales dont la géométrie suggère un jeu décrochant. La couche de sel messinien constitue une ride salifère continue qui coïncide avec la faille bordière Nord de cet étroit fossé.

Une marge associée à la propagation du domaine d'Alborán en arrière de la subduction de Gibraltar (STEP faille)

L'ensemble de nos résultats permet de conclure que la marge au large de Mostaganem n'est pas une marge en extension mais une marge mise en place dans un contexte transformant. L'ouverture du bassin algérien se fait en position arrière-arc par rapport à la subduction de Gibraltar. Il résulterait alors de la réponse au retrait et à la déchirure du panneau lithosphérique en subduction vers l'Est. La propagation de cette déchirure génère une zone de cisaillement qui se focalise à la limite océan-continent, au niveau de l'étroit fossé observé en pied de pente mais affecte aussi sans doute une partie de la marge continentale.

Les traces de la collision des blocs AlKaPeCa

L'imagerie sismique multitrace montre, sous la marge continentale, un facies chaotique caractérisé par des vitesses sismiques de 5.0 à 5.5 km/s associé à une forte anomalie magnétique. Ce facies caractéristique et ces anomalies magnétiques sont attribués à un fragment du socle Kabyle du domaine AlKaPeCa (zones internes d'origine européenne) qui chevaucherait vers le sud le domaine tellien et rappelle l'organisation structurale connue à terre plus à l'Est, (massif du Chenoua, Grande et Petite Kabylie). De ce fait les affleurements connus à terre, au cap de Ténès, ne représenteraient pas le dernier témoin du domaine AlKaPeCa dans l'Ouest de l'Algérie qui se prolongerait vers l'ouest en mer au moins jusqu'à la latitude de Mostaganem.

L'inversion tectonique contemporaine

Des indices d'inversion de la marge sont mis en évidence à l'extrémité Est du secteur, à l'est de Ténès dans le segment de la marge orienté $N80^\circ$. Au contraire le segment de Mostaganem, orienté $N50^\circ$ ne présente aucun indice de déformation actuelle. Donc l'inversion connue plus à l'Est dans la marge centrale (région de Tipaza, Boumerdès) et orientale (région de Jijel et Annaba) semble s'arrêter à la latitude de Ténès à l'endroit du changement de direction de la marge. Cette absence de déformation en mer coïncide avec une lacune de sismicité en mer.

Nous l'interprétons en relation avec la structure de la marge, avec un passage rapide de la croûte océanique mécaniquement résistante à une croûte continentale peu amincie et donc

aussi mécaniquement résistante. Dans cette zone la déformation semble se localiser plus au sud, à terre, dans la région de Chélif (El Asnam).

La couverture sédimentaire

Dans le bassin océanique, la série sédimentaire est composée par des dépôts du Miocène au Plio-Quaternaire. Les dépôts miocènes comprennent un ensemble salifère, comme cela est classiquement observé dans une bonne partie de la Méditerranée occidentale, dont une couche est affectée par du diapirisme. Vers le sud, sur la croûte continentale la série sédimentaire composée par du Miocène et Plio-Quaternaire est réduite et le Messinien salifère est absent.

Comme l'indique la thèse de A. Domzig, tout le long de la marge algérienne on trouve deux principales « signatures » tectoniques récentes :

- (1) A l'Ouest, de la frontière marocaine à El Marsa, on repère une « signature » tectonique décrochante, qui semble active seulement à l'ouest d'Oran, dans le prolongement de la ride de Yusuf, et se manifeste notamment par une ancienne marge transformante, au large d'Arzew, de plus de 80 km de long (apparemment inactive) ;
- (2) à l'Est de Ténès, apparaît une zone en compression discontinue, représentée par de nombreux segments actifs souvent en recouvrement partiel, orientés NE-SO à E-O, de longueur variant entre 15 et 90 km.

Ces accidents produisent la formation de structures récurrentes et de grandes incertitudes subsistent sur la dimension et la géométrie en profondeur de ces structures dans les endroits où nos profils sismiques se font rares, mais aussi au nord de la zone couverte par MARADJA2, et nécessiteront de futures campagnes océanographiques, car il est très probable que d'autres plis-failles se trouvent plus au large, comme on a pu le voir dans la zone de Boumerdès.

Cette approche marine de la déformation apparaît comme fondamentale pour pouvoir évaluer correctement les taux de déformation à travers la marge et la chaîne alpine maghrébine, et ainsi connaître plus précisément la part de la convergence Afrique - Europe accommodée sur la marge sous-marine algérienne.

L'environnement technologique

Les installations classées pour la protection de l'environnement ICPE

Au plan de la réglementation, la loi 04 -20 du 25 décembre 2004 prévoit des règles de prévention des risques majeurs et de gestion des catastrophes. Elle repose sur deux axes fondamentaux, d'une part la surveillance des installations à risques majeurs, tant par l'exploitant que par les autorités publiques locales (walis et APC), et d'autre part sur le principe de précaution et de prévention par la mise en oeuvre des outils de planification et de gestion environnementale.

La politique de prévention des risques industriels majeurs a permis de cibler 52 établissements industriels à haut risque sur les populations riveraines et l'environnement au niveau des wilayas d'Alger (12), Oran (7), Béjaïa (4), Aïn-Defla (3), Blida (6), Annaba (5), Mostaganem (5), Tlemcen (3), Chlef (3), Jijel (1).

Le tissu industriel se renforce dans la wilaya de Mostaganem par la création de trois zones d'activité dans la commune de Hassiane sur une surface globale de 60 hectares. Ces espaces s'ajoutent au parc industriel de la zone d'El Bordjia, située dans la même collectivité locale sur une surface de 200 ha.

La wilaya de Mostaganem dispose actuellement de huit zones d'activité dans les communes de Fornaka, Sayada, Bouguirat, Ain Tédelès, Sidi Ali, Mesra, Khadra et Mazaghran occupant une surface globale de 200 hectares.

Ainsi le tissu industriel de Mostaganem est constitué de neuf unités industrielles s'articulant autour de quatre branches principales :

- l'industrie agro - alimentaire,
- l'industrie du bois et de la cellulose,
- l'industrie manufacturière,
- les mines et les carrières

Localisation ZA	Superficie totale (ha)	Superficie cédée (ha)	Superficie cessible (ha)	Nombre de lots cédés	Nombre de lots restants
AIN TEDELES	10,01	5,30	5,30	37	00
MESRA	9,58	6,24	6,75	95	10
SAYADA (SOUK ELLIL)	55,12	44,30	45,03	85	02
FORNAKA 1	31,52	18,77	18,98	82	02
FORNAKA 2	74,20	64,28	65,30	21	01
BOUGUIRAT	5,15	3,10	3,10	45	00
SIDI ALI	10,62	3,03	3,17	32	02
KHADRA	2,31	1,39	1,56	18	04
KHEIR EDDINE	2,11	0,92	0,92	15	00
Total	200,62	147,33	150,11	430	21

Source : <http://www.andi.dz/PDF/monographies/Mostaganem.pdf>

8 zones d'activité dans la Wilaya de Mostaganem

Il existe des stations - services à proximité de la ligne du tramway mais pas d'installations de type Seveso.

Résumé général

L'environnement naturel

Le climat

Les températures

Les écarts entre la température maxi de l'été et la température mini de l'hiver doivent être pris en compte pour un fonctionnement normal des équipements électriques, électroniques et les équipements de voie. La température minimale notée est de -5°C, la température maximale est de + 45°C.

Les précipitations

La période récente (1997-2013) est considérée comme plus arrosée (avec une moyenne de 398mm) que la précédente (1987/1997) (345mm). De plus, cette période est caractérisée par des pluies torrentielles qui altèrent le sol, et dès son assèchement, il est érodé pour l'action éolienne.

Les inondations

L'Oued Ain Sefra traverse la ville de Mostaganem sur 5,2 km et a été l'objet d'importants travaux de dépollution et hydrauliques.

La ville souffre encore de mauvaises évacuations des eaux de ruissellement par manque de bouches avaloirs ou des bouches-avaloirs ensablées. Le niveau de l'eau peut atteindre 80 cm de hauteur et pénétre alors dans les bâtiments et les commerces.

Le vent

D'après l'histogramme récapitulatif entre 2001 et 2016 : on constate en 2009 des rafales de vent jusqu'à 164,8 km/h, avec 6 jours un vent > 57 km/h et 6 jours > 100 km/h. En 2014 on constate des rafales de vent jusqu'à 164,8 km/h, avec 10 jours un vent > 57 km/h et 6 jours > 100 km/h.

Les tempêtes de sable

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.

Le phénomène d'ensablement

La manifestation des vents dans un milieu construit crée une déviation dans le couloir dunaire et les zones de turbulences, dont différents facteurs ont participé à l'ensablement.

Les résultats obtenus à travers l'étude et les travaux selon la thèse de Megherbi Wahiba ci-dessous référencée sont :

- Au niveau du plateau de Mostaganem, la superficie affectée par le phénomène d'ensablement est estimée à 13.856 ha soit 18.47% de la superficie totale de la wilaya (Conservation des forêts 2003).

- Sur une zone test de 13507 ha, 7% sont des surfaces ensablées, d'après les travaux de Smahi (2001). L'évolution du processus d'ensablement est estimée à 1,5 ha/an (Hanni-1991 et Smahi-2001) l'équivalent de 2.2% de la superficie totale de la zone d'étude. Cela indique qu'on est face à un sérieux problème, seules des mesures appropriées pourront juguler ce phénomène d'ensablement.

Le risque de feux de forêt

À la faveur des vents de l'Est et du redoutable sirocco, et avec des températures excédant largement les 40°C, de véritables fournaies se sont également déclarées dans la région littorale de Benabdelmalek - Ramdane et dans l'arrière-pays, à Oued El-Kheir.

A la porte Ouest du chef-lieu de wilaya, deux incendies de forêt se sont déclarés dans la commune de Mazagan. Tous les sinistres ont pu être maîtrisés et les feux circonscrits par les éléments de la Protection civile qui ont dû recourir aux grands moyens. Allant jusqu'à la chute de tension, constatée en de nombreux pics de consommation de l'énergie électrique, le réseau électrique a, quant à lui, énormément "souffert", mais sans toutefois céder complètement, comme c'était le cas généralement à la moindre épreuve pourtant moins rude.

La foudre

Un coup de foudre est généralement constitué d'une série de décharges, utilisant le même trajet d'éclair, et séparées les unes des autres d'un temps variant entre quelques dizaines de microsecondes jusqu'à quelques dixièmes de secondes.

Pour améliorer la fiabilité de fonctionnement des réseaux ferroviaires électrifiés, des parafoudres sont installés pour les protéger des surtensions et maintenir ainsi l'exploitation en toute sécurité.

Les mouvements de terrain

Des mouvements de terrain sont toujours possibles compte tenu de la géologie et des fortes pluies : ainsi, la localité de Sidi El Medjdoub a été l'objet d'un glissement de terrain qui a menacé la vie de centaines de résidents de cette cité. A noter que d'innombrables autres glissements ont été enregistrés suite aux dernières pluies. Les bungalows qui se situent face à la mer sont les premiers à subir les conséquences des fortes chutes de pluie, le glissement a touché une fondation de l'un d'eux créant ainsi un énorme trou qui a conduit à la fermeture de la route du front de mer. Plusieurs points noirs ont été aussi recensés le long de cette route.

Même situation pour la localité de Remilla où les habitants de ce quartier situé sur la route du port de Mostaganem, vivent eux aussi sous la menace permanente d'un glissement de terrain, surtout avec les dernières pluies de la saison hivernale enregistrées au niveau de la ville.

Le risque sismique

Une importante activité sismique se trouve localisée dans les zones côtières algériennes et sous la mer Méditerranée. L'Algérie est divisée en deux plaques tectoniques séparées par la faille au sud-atlas. Au Nord se trouve la tectonique alpine et au Sud, la plate-forme saharienne, qui est assez stable. Historiquement, elle est connue pour être une zone sismique très active. Les investigations effectuées après le séisme d'El Asnam (Chlef actuellement) en 1980 ont permis de révéler l'existence de traces d'anciens séismes qui auraient affecté cette région. D'après le CRAAG⁷ l'activité sismique au nord d'Algérie connue remonte au 2 Janvier 1356, date à laquelle s'est produit le séisme d'Alger depuis de nombreux séismes se sont produits.

Par ailleurs, selon la thèse de Rabia Badji, la présence d'une zone de subduction qui semble confirmer la tomographie locale du manteau serait à l'origine des séismes profonds enregistrés dans la région d'Alboran jusqu'à une profondeur de 650 km.

L'analyse des mécanismes focaux suggère un raccourcissement NO-SE, compatible avec le raccourcissement lié à la convergence entre les plaques européenne et africaine dont la vitesse est estimée à 5-6 mm/an. La géodésie montre que la marge algérienne concentre l'essentiel de cette convergence en Méditerranée occidentale.

La géodésie montre un taux de 2,7 mm/an dans la région de Mostaganem. Toutefois la déformation en mer est très faible, et l'essentiel du raccourcissement affecte le tell et l'atlas comme en témoigne, en particulier la sismicité.

L'environnement technologique

Les installations classées pour la protection de l'environnement ICPE

Le tissu industriel se renforce dans la wilaya de Mostaganem par la création de trois zones d'activité dans la commune de Hassiane sur une surface globale de 60 hectares. Ces espaces s'ajoutent au parc industriel de la zone d'El Bordjia, située dans la même collectivité locale sur une surface de 200 ha.

La wilaya de Mostaganem dispose actuellement de huit zones d'activité dans les communes de Fornaka, Sayada, Bouguirat, Ain Tédélès, Sidi Ali, Mesra, Khadra et Mazaghran occupant une surface globale de 200 hectares.

Ainsi le tissu industriel de Mostaganem est constitué de neuf unités industrielles s'articulant autour de quatre branches principales :

- l'industrie agro - alimentaire,
- l'industrie du bois et de la cellulose,
- l'industrie manufacturière,
- les mines et les carrières.

La politique de prévention des risques industriels majeurs a permis de cibler 5 établissements industriels à haut risque sur les populations riveraines et l'environnement au niveau de la wilaya de Mostaganem.

⁷ CRAAG : Centre de recherche astronomie astrophysique et géophysique

Références :

- <https://www.univ-mosta.dz/decouvrir-mostaganem/>
- <https://www.liberte-algerie.com/ouest/le-wali-au-chevet-du-projet-297246>
- https://fr.wikipedia.org/wiki/Wilaya_de_Mostaganem
- http://www.univ-oran2.dz/images/these_memoires/FSTU/Magister/TMSTU-10/Memoire%20Compleet.pdf
- https://www.meteoblue.com/fr/meteo/prevision/modelclimate/mostaganem_alg%C3%A9rie_2487134
- https://www.reflexiondz.net/MOSTAGANEM-Reamenagement-de-l-oued-Ain-Sefra-a-76_a54039.html
- <https://www.liberte-algerie.com/ouest/22-millions-de-dinars-mobilises-301349>
- https://www.reflexiondz.net/MOSTAGANEM-SE-NOIE-DANS-QUELQUES-GOUTTES-Le-sempiternel-scenario-se-repete_a48600.html
- <https://www.infoclimat.fr/climatologie/globale/mostaganem-ville/60457.html>
- <https://www.liberte-algerie.com/lalgerie-profonde/15-departs-de-feu-a-mostaganem-208359>
- <https://play.google.com/books/reader?id=9L3iAAAAMAAJ&hl=fr&pg=GBS.PA269>
- <https://actu.lachainemeteo.com/actualite-meteo/2015-05-07/algerie-et-tunisie-fort-coup-de-sirocco-27977>
- <http://dahra27.unblog.fr/2012/12/05/les-habitants-de-sidi-el-madjdoub-crient-au-secours-alerte-aux-glissements-de-terrain/>
- <https://spiral.oca.eu/fr/travaux-resultats-spiral/239-secteur-de-mostaganem>
- <http://www.andi.dz/PDF/monographies/Mostaganem.pdf>
-
- Baiche & al., University of Oran Sénia, Dept of Earth Sciences, « Surexploitation des ressources en eau de l'aquifère du plateau de Mostaganem » in Larhyss Journal n°22, June 2015, pp. 153-165.
- Badji, R., P. Charvis, R. Bracene, A. Galve, M. Badsj, A. Ribodetti, Z. Benaissa, F. Klingelhofer, M. Medaouri, and M.-O. Beslier (2015), Geophysical evidence for a transform margin offshore Western Algeria : a witness of a subduction-transform edge propagator ?, Geophys. J. Intern., 200, 1027–1043, doi : 10.1093/gji/ggu454.
- Domzig A. Domaines Océaniques CNRS-UBO, IUEM-OSU, « Déformation active et récente, et structuration tectono - sédimentaire de la marge sous-marine algérienne », thèse de doctorat école doctorale des Sciences de la Mer, 4/12/2006, 343p.
- Mme Megherbi Wahiba, Université d'Oran 2, « L'ensablement un risque négligé en zone tellienne litorale : cas de la région Mostaganem », mémoire de Magister, année 2015, 193p.
- J. Boulaine ingénieur agronome, Inspection générale de l'Agriculture, « Notice explicative de la carte de reconnaissance des sols d'Algérie au 1/200.000, feuille de Mostaganem n°21, Pédologie – CS, n°6 Alger, 1955.
- Renou E. Exploration scientifique de l'Algérie pendant les années 1840, 1841, 1842, Sciences Physiques« Géologie de l'Algérie », Paris Imprimerie Nationale , 1848, 225p.