

Environnement du projet de tramway d'Alger

Petit rappel historique sur la ville d'Alger

Les Phéniciens

Les Phéniciens avaient établi un comptoir sur la baie d'Alger en l'an 1200 avant J.C. Ce comptoir était installé sur les îlots en face du rivage de la ville actuelle d'Alger pour faire du négoce et des échanges avec les gens du pays. Ils étaient ainsi moins exposés aux dangers. En 202 avant notre ère, elle passa sous influence Romaine suite à l'alliance fixée entre Massinissa et Scipion contre Carthage. Le nom d'Ikosim prend sa forme romanisée, "Icosium" sous "Juba I" et "Ptolémée".

Les Romains

Les tribus Maghraoua, de la confédération Berbère des Zenata, étaient très nombreuses dans les environs d'Icosium. Ptolémée de la Maurétanie Romaine devait les maîtriser : Il fera transférer une partie des Maghraoua vers Chlef. Il a présenté un combat contre la résistance berbère soulevée par Tacfarinas, dans cette même période. Après la révolte de Tacfarinas, au IVème siècle Firmus, Général Berbère, détruit Icosium en mettant le feu avec l'aide de toutes les tribus berbères, non romanisées, qui vivaient dans les montagnes des environs.

Les Vandales

Après la chute de l'Empire Romain, la ville d'Icosium passa sous domination Vandale, en 429. En 442, un traité entre Romains et Vandales permet aux Romains de récupérer Icosium, durant les 100 ans de présence Vandale en Maurétanie Césarienne. Après 533, la ville à peine contrôlée par les Byzantins, est attaquée par des tribus Berbères.

Les Zirides alliés des Fatimides et les Maghraoua des Omeyyades

Au départ Al-Djazaïr, était un territoire qui appartenait au Maghraoua, une tribu Berbère Zénète en bonne relation avec les Omeyyades d'Al-Andalous et par conséquence contre les Fatimides et leurs alliés les Zirides et les Kétama. En 947, Ziri Ibn Menad Al-Senhadji s'empara du Maghreb central contre les Maghraoua, Banou Ifren, et fonda Achir, comme capitale des Zirides. En 952, la ville d'Al-Djazaïr fût reconstruite, fortifiée et agrandi par Bologhine Ibn Ziri

Ibn Menad Al-Senhadji à la demande de son père Ziri Ibn Menad, ainsi que les villes de Miliana et de Médéa. Ziri Ibn Menad Al-Senhadji fut tué en juillet 971 dans une bataille contre les Maghraoua, sa tête fut rapportée à Cordoba par les Maghraoua pour qu'ils aient de l'aide pour affronter l'armée des Zirides, sujets des Fatimides.

La bataille d'Alger de Charles Quint

Après la bataille de Tunis en 1535 et dans le but de renforcer ses positions méditerranéennes, Charles Quint décida en 1541 de s'emparer d'Alger qui était devenue une véritable base Corsaire sous la gouvernance de Kheir-Eddine. En octobre 1541, l'Empereur réunit une flotte de plus de 65 vaisseaux de guerre, 451 navires de transport, commandée par son l'amiral Andrea Doria, quoique ce dernier désapprouva une expédition à pareille époque de l'année. Le 25 octobre, en fin d'après-midi, un orage d'une violence surprenante éclate. La tempête va se déchaîner toute la soirée et même la nuit entière. L'armée impériale bat ensuite en retraite vers le Cap Matifou, dès le 29 octobre. La défaite de l'Empereur sera accueillie avec une joie immense par, François Ier, alors adversaire déclaré du Habsbourg. La Régence d'Alger, solidement établie, va durer trois siècles, jusqu'en 1830.



Source : https://fr.wikipedia.org/wiki/Alger#/media/Fichier:La_cite_le_port_et_le_mole_d_Alger.jpg

Plan d'Alger à la fin du XVII^e siècle

Al-Djazaïr et le pouvoir des Janissaires

Durant les trois siècles de présence Ottomane dans le Maghreb central, c'est-à-dire de 1518 à 1830, la "Régence d'Alger" fut pratiquement dirigée par les Janissaires, milice Ottomane qui n'est pas forcément d'origine turque, installés à Alger après l'arrivée des frères Baba Aroudj et Kheir-Eddine, dit Barberousse. La réalité du pouvoir de la Régence d'Alger était sous le contrôle de cette communauté de Janissaires, qu'on appelait Odjak et qui a accouché presque de tous les Beylerbeys, les Aghas et les Deys jusqu'à 1830. A l'intérieur du pays, les Ottomans n'ont occupé que quelques postes de surveillance, compte tenu du penchant pour la mer de la part des Janissaires et de leur focalisation sur l'espace méditerranéen.

Ce manque de contacts directs avec les autochtones fit que les Ottomans, demeurèrent étrangers durant les trois siècles de leur présence, en cette terre.

Domination française et bataille d'Alger 1830-1962

Le 14 Juin 1830, une force de 37612 Français débarqua sur la plage de Sidi Ferruch, juste au nord de la ville. Les Français ont en 1834 officiellement annexé une grande partie de l'Algérie du Nord, faisant d'Alger la capitale de leur nouvelle colonie. Cent trente ans plus tard, suite aux nombreux attentats perpétrés contre la population par le FLN, le pouvoir civil délègue alors tous pouvoirs à l'armée française, qui opère en dehors de tout cadre légal, pour démanteler l'organisation du FLN et ainsi mettre fin aux attentats, de janvier à mars 1957. Une partie de l'opinion publique métropolitaine considère cette bataille comme une défaite morale du fait de l'usage de la torture par l'armée française contre des civils afin d'obtenir ces renseignements. L'emploi de tels moyens par les émissaires de la République française soulève en effet une polémique durable en France, essentiellement en métropole qui n'est pas encore touchée par le conflit armé, tandis qu'en Algérie elle contribue à solidariser une partie de la population autochtone autour du FLN.

L'époque actuelle

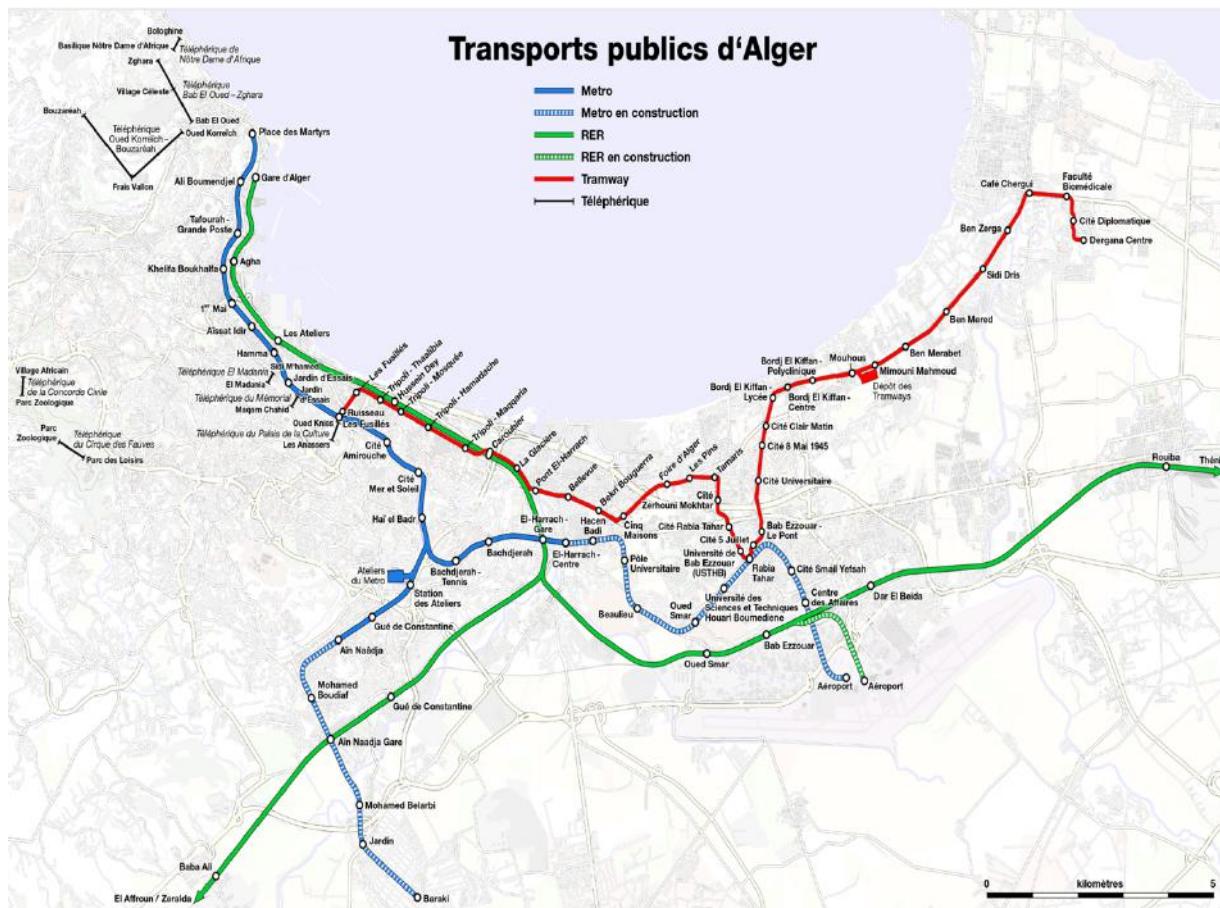
De nos jours, Alger veut redevenir une grande capitale africaine et méditerranéenne. Elle entreprend une ouverture vers le monde en organisant de nombreuses manifestations et colloques internationaux. Alger attire ainsi depuis quelques années de grandes multinationales telles que la Société Générale ou Siemens. De nombreux grands projets de réalisation d'infrastructures tels que le métro, le tramway, le réseau express régional ainsi que divers projets de restructuration urbaine, de création de nouveaux centres urbains satellites, voient le jour.

Alger est en pleine expansion urbaine, motivée par un besoin d'affirmation au niveau régional dans sa lutte pour concurrencer les autres villes nord-africaines de Tunisie et du Maroc.

L'un des grands projets de transport prévus pour la capitale est la réalisation de la première ligne de tramway qui doit compléter la panoplie des moyens de transport mis en place, afin de satisfaire la demande croissante de déplacements des Algérois et leur ambition d'accéder à un transport de meilleure qualité.

Le tracé retenu pour la ligne de tramway Est (23 Km) prend son origine au niveau du carrefour des Fusillés (Avenue Belouizdad) et prend fin à Dergana (Cité Biomédicale) : 38 stations. Le trafic attendu sur cet axe prioritaire est de 185 000 voyageurs/jour. Le tramway circule en site propre sur des rails posés sur une plateforme, sa vitesse commerciale se situe autour de 20 km/h tandis que sa vitesse maximale peut atteindre les 80 km/h. Le système est dimensionné

pour assurer un intervalle minimum de 4 minutes en pointe entre deux rames.



Source :

https://fr.wikipedia.org/wiki/Tramway_d%27Alger#/media/Fichier:Metro,_suburban_train_and_tramway_map_of_Algers.png

D'autres projets de tramway sont programmés. Une extension de la 1ière ligne Est (carrefour des Fusillés- Bir Mourad Rais) et une deuxième ligne Ouest (Chéraga - BirMourad Rais) sont actuellement en phase d'étude. Le but est l'interconnexion entre les deux lignes de tramway (ligne 1 + ligne 2) au niveau du pôle d'échanges du pont de La Concorde à Bir Mourad Rais. La connexion entre les modes de transport : tramway, métro et téléphérique est aussi prévue.

L'environnement naturel

L'Algérie est exposée à de nombreuses catastrophes naturelles qui ont affecté sa capacité de production. On compte parmi les nombreuses catastrophes naturelles récurrentes, auxquelles l'Algérie doit de nombreuses pertes humaines et matérielles : tremblements de terre, inondations ou crues brutales, glissements de terrain et coulées de boue, feux de forêt et désertification. Des séismes meurtriers se sont produits tout au long de l'histoire et sur toute la superficie du pays : Alger (1716) ; Oran (1790) ; El Asnam (1980) ; Mascara (1994) ; et Ain Temouchent (1999). Plus récemment, des crues brutales et des feux de forêts ont occasionné des pertes humaines en 1992 et en 2001, et l'empiètement progressif de la désertification menace actuellement près de 20 millions d'hectares de terres fertiles.

Le climat

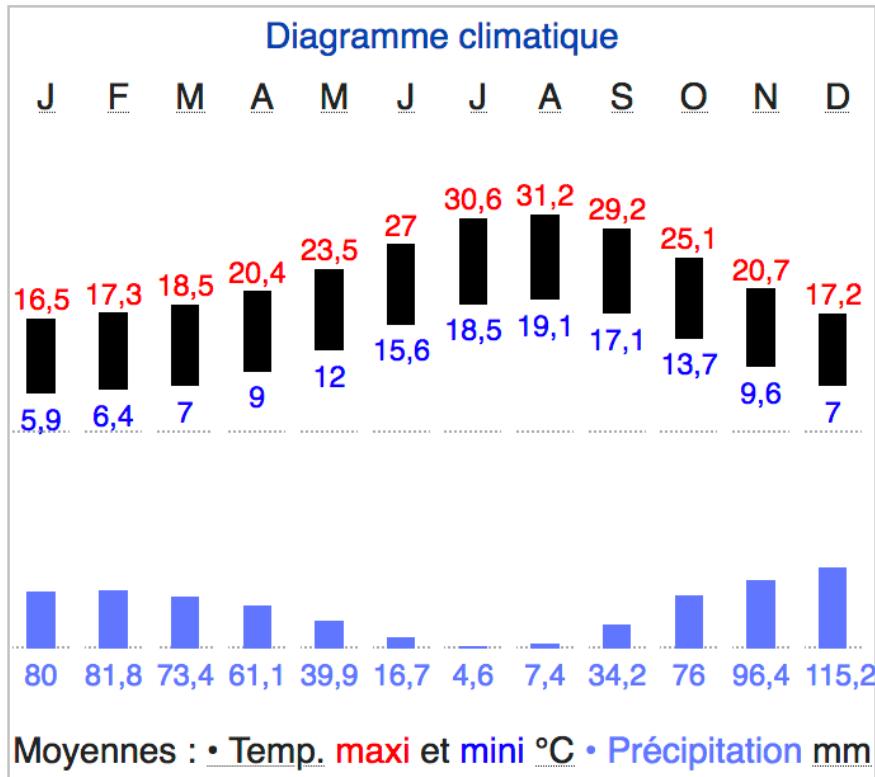
La température

Située au sud de la Méditerranée la ville d'Alger a un climat tempéré de type méditerranéen avec en plus la proximité de la mer qui donne un air salin et la proximité des collines et du désert au sud des vents chargés de silice.

Mois	jan.	fév.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sep.	oct.	nov.	déc.	année
Température minimale moyenne (°C)	5,9	6,4	7	9	12	15,6	18,5	19,1	17,1	13,7	9,6	7	11,7
Température moyenne (°C)	11,2	11,9	12,8	14,7	17,7	21,3	24,6	25,2	23,2	19,4	15,2	12,1	17,4
Température maximale moyenne (°C)	16,5	17,3	18,5	20,4	23,5	27	30,6	31,2	29,2	25,1	20,7	17,2	23,1
Record de froid (°C)	-11	-8	-5	3,8	3,8	9,4	13,4	13,8	11,6	7,2	-4	-10	-9
Record de chaleur (°C)	24,4	30	36,3	37,2	41,2	44,6	45,2	47,5	44,4	37,7	32,4	29,1	47,2
Précipitations (mm)	80	81,8	73,4	61,1	39,9	16,7	4,6	7,4	34,2	76	96,4	115,2	686,6
Nombre de jours avec précipitations	11,4	10,6	9,7	9,1	7,3	2,5	1,5	2,5	5,3	8,6	11,1	12,1	91,7

Source : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Alger>

Tableau climatologique d'Alger aéroport International période 1961-1990



Source : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Alger>

Les températures extrêmes relevées sur cette période selon le tableau ci-dessus sont de : - 11 °C / + 47,5 °C.

Si les températures basses restent tempérées pour la saison, les températures hautes peuvent présenter des risques pour les personnes et les équipements électroniques.

Selon l'article de Zeineddine Nouaceur & al dans la revue Géographie Physique et Environnement, référencé ci-dessous, l'analyse des températures minimales et maximales sur le littoral algérien montre de réels changements au cours de la période d'étude. L'amorce de ces changements se fait dès 1984 pour les températures minimales et à partir de 1987 pour les températures maximales. Sur l'ensemble de la période, ce sont ces dernières qui ont connu l'augmentation la plus sensible.

La pluviométrie

Une année sur deux la pluviométrie au cours du mois de décembre (mois le plus humide de l'année) atteint une quantité moyenne de pluie de 78,9 mm et peut atteindre 132 mm une année sur cinq.

En ce qui concerne les précipitations, une première période humide se produit de 1970 à 1986. Une forte sécheresse s'établit ensuite pendant près de quinze ans, de 1987 à 2002. Elle est suivie du retour à une situation plus clémence (qualifiée d'humide) depuis 2003. Ce retour à des précipitations plus abondantes s'accompagne d'un plus grand nombre d'épisodes pluvieux extrêmes (perturbations pluvio-orageuses sévères). Ces phénomènes ont été particulièrement fréquents au cours de la dernière décennie, tout comme les jours d'orage.

Le vent

Pour la même période 1975 – 2004 les vitesses de vent maximum moyen mensuel relevées se situent entre 10,7 m/s et 12 m/s soit une moyenne de 40 km/h.

Les vents maxima avec une période de retour de 2, 5, 10, 50 et 100 ans atteignent respectivement 105,8 km/h, 123,5 km/h, 135,4 km/h, 160,9 km/h, 171,7 km/h.

Hydrologie

L'analyse des précipitations sur le littoral algérien montre qu'après la sécheresse des années 1980 et 1990, s'amorce une période beaucoup plus humide. Des signes de changement sont notés sur tout le pays, puisque la campagne agricole 2008/2009 a été très satisfaisante et que la production céréalière enregistrée l'année suivante (2009/2010) a été encore meilleure : 61,2 millions de quintaux. Qualifiées d'exceptionnelles et historiques, les pluies de 2008/2009 ont généralement réalimenté les nappes phréatiques superficielles, portant la marge de sécurité hydrique à près de deux années en eau potable et en eau pour l'irrigation. Les retenues des barrages ont elles-aussi atteint des niveaux sans précédent, le taux de remplissage moyen s'établissant à 72 % en 2010.

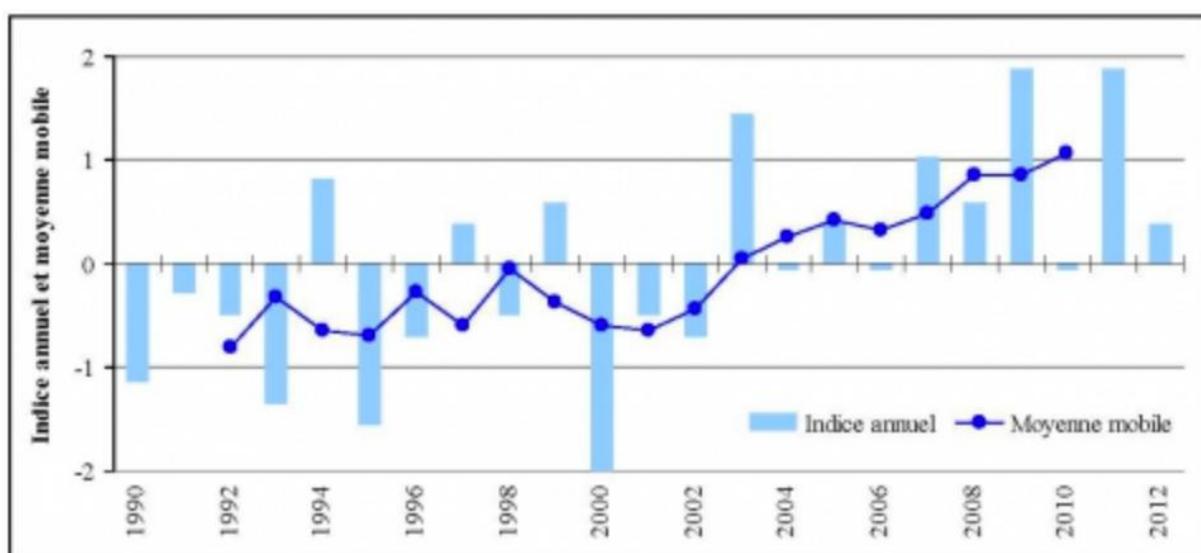
Cette tendance s'est confirmée en 2012/2013, avec une production céréalière qui devrait avoisiner 50 millions de quintaux (*Algérie Presse service*, 2013). Le taux de remplissage moyen des barrages s'est encore accru, atteignant 81 % en septembre 2013 (87 % dans la région orientale, 79,6 % au centre et 78,4 % à l'ouest – A. BOUZIANE, 2013). Sur les 65 barrages en exploitation, 17 ont un taux de remplissage de 100 %. 5,5 milliards de m³ d'eau sont ainsi disponibles pour l'irrigation et l'alimentation en eau potable.

La pluviométrie mesure l'ensemble des précipitations sous forme de pluie, de grêle ou de neige qui se produit sur une aire géographique et pendant une période donnée.

De plus en plus de pluies intenses

Grâce à l'analyse du nombre de perturbations sévères (selon la classification de l'Office National de Météorologie – cumul pluviométrique supérieur à 30 mm par 24 h) qui ont touché le territoire algérien de 1990 à 2012, une première réponse peut être apportée à cette question cruciale. Les statistiques montrent ainsi un nombre en constante évolution. Mais elles permettent aussi de distinguer deux périodes caractéristiques :

- De 1990 à 2002, les indices centrés réduits du nombre de perturbations sévères sont majoritairement négatifs (seules trois années ont des indices positifs : 1994, 1997 et 1999, avec respectivement +0,80, +0,37 et +0,58).
- Entre 2003 et 2012, les indices indiquent une plus grande fréquence du phénomène : sept années montrent des valeurs positives, dont quatre dépassent +1. Sur la même période, trois valeurs ont été négatives, mais très faiblement (0,055), en 2004, 2006 et 2010.



Source : <https://journals.openedition.org/physio-geo/3686>

Indices centrés réduits annuels du nombre de perturbation sévères (cumul pluviométrique supérieur à 30 mm en 24 h) en Algérie sur la période 1990-2012 (histogrammes) et moyenne mobile sur cinq ans des valeurs trouvées.

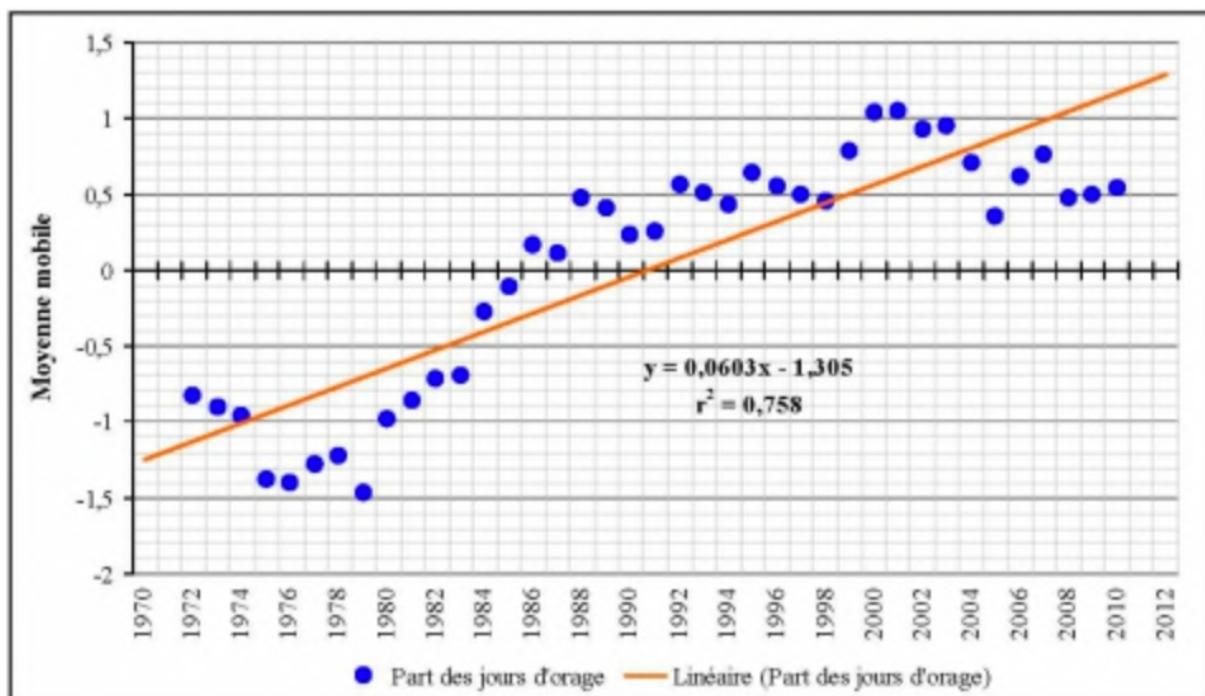
Cette première constatation va dans le sens d'une augmentation de la fréquence des pluies intenses (A. MEDJERAB, 2007), qui ont vraisemblablement un effet moindre sur la recharge des nappes que sur l'amplification du ruissellement sur les versants, des crues et des inondations.

La foudre

Une deuxième analyse, portant sur la part des jours d'orage dans l'ensemble des jours de pluie (statistique établie par l'ONM selon la définition de l'OMM : une décharge électrique au moins

dans un nuage, suivie d'un grondement de tonnerre – OMM, 1973), permet de consolider cette hypothèse. La figure ci-dessous met en évidence trois périodes successives :

- De 1970 à 1985, les moyennes mobiles sur cinq ans des indices centrés réduits de la part des jours d'orage sont majoritairement négatives, la plus basse valeur étant enregistrée en 1979 (-1,46).
- Au cours de la phase suivante, de 1986 à 1998, les moyennes mobiles augmentent globalement, quatre sont même supérieures à +0,5, en 1992, 1993, 1995 et 1996.
- Le dernier cycle, de 1999 à 2010, est caractérisé par quatre valeurs proches de +1 (2002 et 2003) ou légèrement supérieurs (2000 et 2001). Durant cette période, dix années sur douze ont une moyenne mobile supérieure à +0,5 (dix années sur douze).

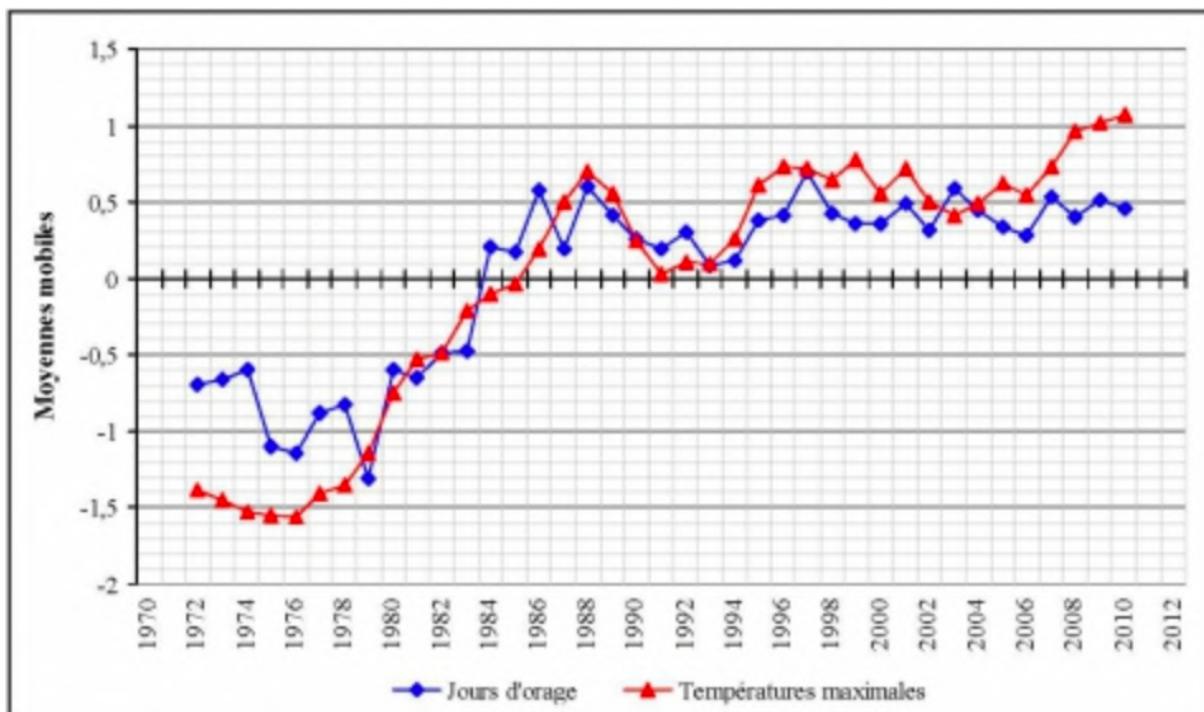


Source : <https://journals.openedition.org/physio-geo/3686>

Moyenne mobile sur cinq ans des indices centrés réduits de la part du nombre de jours d'orages dans le total des jours de pluie pour les six postes de mesure sur la période 1970-2012

L'autre fait marquant de l'analyse des jours d'orage est l'absence de moyenne mobile négative à partir de 1985. Cela témoigne clairement d'une évolution complémentaire des changements thermiques déjà indiqués. La figure ci-dessus fait ressortir l'existence d'une relation étroite entre l'évolution de la moyenne des températures maximales journalières et celle du nombre de jours d'orage. On observe sur ce graphique, pour les jours d'orage comme pour les températures maximales, un découpage en trois périodes principales :

- La première, jusqu'au milieu des années 1980, présente des moyennes mobiles des indices centrés réduits négatives.
- La deuxième, de 1986 à 1993, est marquée par une augmentation sensible des moyennes mobiles, toutes positives, mais qui diminuent cependant de 1991 à 1993.
- Enfin, au cours de la dernière, les valeurs sont toutes largement positives et dépassent même +1 en 2001 et 2010.



Source : <https://journals.openedition.org/physio-geo/3686>

Moyennes mobiles sur cinq ans des valeurs annuelles des indices centrés réduits du nombre de jours d'orage et de la moyenne des températures maximales journalières pour les six postes de mesure sur la période 1970-2012.

Cette forte relation exprimée graphiquement et statistiquement ($r = 0,93$) entre la hausse des températures diurnes et l'augmentation du nombre des orages confirme le lien de cause à effet qui existe entre ces deux paramètres. En effet, la hausse des maxima engendre plus d'évaporation et de phénomènes thermo-convectifs, ce qui s'accompagne d'épisodes pluvio-orageux générateurs de pluies intenses (voir *supra*, pour les perturbations sévères).

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

Inondations

Si le retour des pluies est une chance pour l'agriculture, il n'en est pas de même pour les citadins. En effet, les fortes averses provoquent des inondations et causent de gros dégâts matériels, voire des pertes humaines. Les pluies, qui avaient été tant attendues, sont ainsi devenues de plus en plus redoutées. Les dernières catastrophes enregistrées rendent compte de cette nouvelle tendance. Les deux premiers épisodes importants, ceux de Bab El Oued en 2001 et de Ghardaïa en 2008, ont fait respectivement 800 et 43 morts (Y. DJELLOULI et A. SACI, 2003 ; ONM, 2002). En 2011, c'est toute la partie nord-saharienne (wilayas d'El Bayad, M'sila, Djelfa, Biskra, Laghouat et El Oued) qui a été le théâtre de crues violentes et d'inondations urbaines, qui ont causé plusieurs victimes et de gros dégâts matériels. Enfin, le dernier épisode tragique (mai 2013) a fait près de 20 morts et 56 blessés suite à un épisode pluvio-orageux ayant touché tout le littoral d'Ouest en Est. Durant cet événement, la capitale algérienne a failli revivre l'épisode de 2001, puisque de sérieuses inondations ont touché une grande partie des quartiers de la ville (et notamment Bab El Oued), zone qui fut lourdement sinistrée. Les pluies en 24 h enregistrées dans Alger, à Bouzaréah, s'élèvent à 195 mm, valeur supérieure à

celle observée lors de la catastrophe des 9 et 10 novembre 2001 (159,4 mm), qui était considérée à l'époque comme un record.

Une pluviosité élevée, très confortable sur le plan de la disponibilité de la ressource en eau, l'est moins pour la gestion du ruissellement des eaux pluviales et la vulnérabilité aux inondations urbaines, surtout lorsque les pluies sont intenses. Cette situation a fait apparaître un nouveau risque d'inondation, par débordement des barrages hydrauliques. Pour ces ouvrages, il s'agit de basculer de la gestion de la pénurie d'eau à celle de l'excès, alors qu'ils sont maintenant très envasés.

Les quantités annuelles de précipitations ne sont cependant pas faibles. Il pleut 765 mm d'eau par an à Alger, soit plus qu'à Bordeaux ou Paris. Les précipitations sont en fait concentrées sur une partie de l'année, et sont très irrégulières d'une année à l'autre. Séville a des taux de précipitations qui s'étalent de 158 mm à 1603 mm. Les pluies intenses sont caractéristiques de la Méditerranée.

Les précipitations sont concentrées en automne : c'est le phénomène des pluies cévenoles, valable pour toute la Méditerranée. La mer est encore chaude et communique une instabilité à l'air, qui se charge en humidité. Les pluies s'expliquent par l'ascendance de l'air sur les montagnes. L'air chaud remonte sur les pentes des reliefs, subit un refroidissement et se produit de fortes précipitations. Ce phénomène se déroule particulièrement sur les rebords des montagnes exposés à la mer (Cévennes, Corse, Alpes du sud, montagnes de Yougoslavie).

Le régime des cours d'eau est très marqué par le contraste entre l'hiver et l'été, à cause des températures et des précipitations qui additionnent leurs effets. En été, il y a peu de pluies et un maximum d'évapotranspiration. Ainsi la baisse du débit en été est très forte. En hiver, les températures sont relativement basses donc il y a peu d'évapotranspiration. Un contraste apparaît entre l'été, pendant lequel les cours d'eau ont l'aspect d'un mince filet d'eau, et l'hiver, où les cours d'eau occupent la plus grande partie de leur lit.

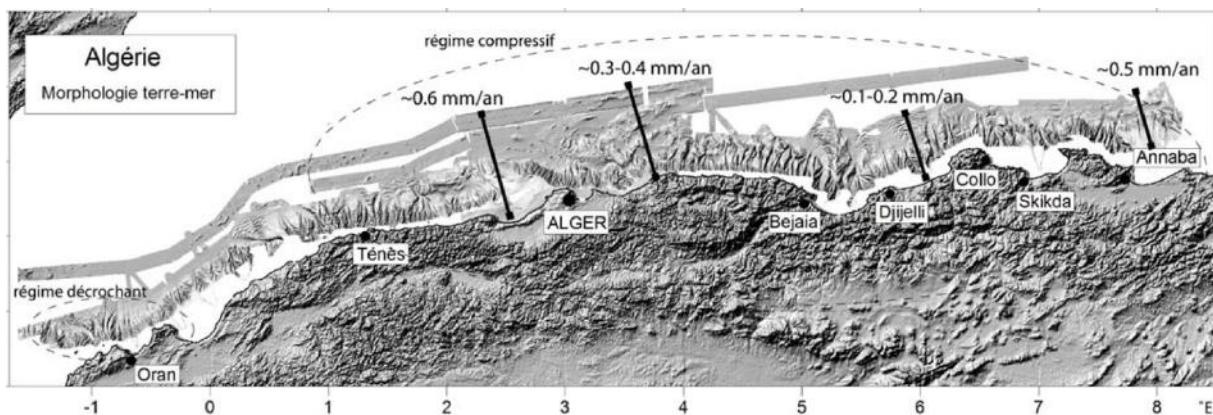
Les crues exceptionnelles sont liées aux pluies d'automne torrentielles. Les crues sont souvent brutales, et en quelques heures, on voit des débits énormes par rapport à la taille des cours d'eau. L'Ardèche, qui a sa source dans les Cévennes, a un étiage moyen de 2,5 m³ par seconde. À l'automne 1877, l'Ardèche atteint 7000 m³ à son confluent avec le Rhône. Les conséquences de ces crues peuvent être catastrophiques.

La sismicité de la région algéroise

Ce chapitre sur la sismicité en Algérie est décrit à partir de la thèse de Anne Domzig référencée ci-dessous et dont le résumé est inséré ci-après : « La marge algérienne, située à la frontière entre le bassin méditerranéen et le continent africain, est connue pour être sismiquement active mais demeurait jusqu'alors largement méconnue d'un point de vue morpho-structural et sismo-tectonique. De nombreux séismes destructeurs (par exemple : Alger 1365 et 1716, Djidjelli 1856, et plus récemment, Boumerdès 2003) qui provoquèrent également des tsunamis et furent parfois accompagnés de ruptures de câbles sous-marins de télécommunication, indiquent le fort besoin d'identification des structures actives sous la mer et de l'aléa sismique qui leur est associé.

D'autre part, la marge, qui présente un fort héritage structural, a subi une histoire géodynamique complexe. Elle résulte notamment : (1) au sud, du collage au cours du Néogène

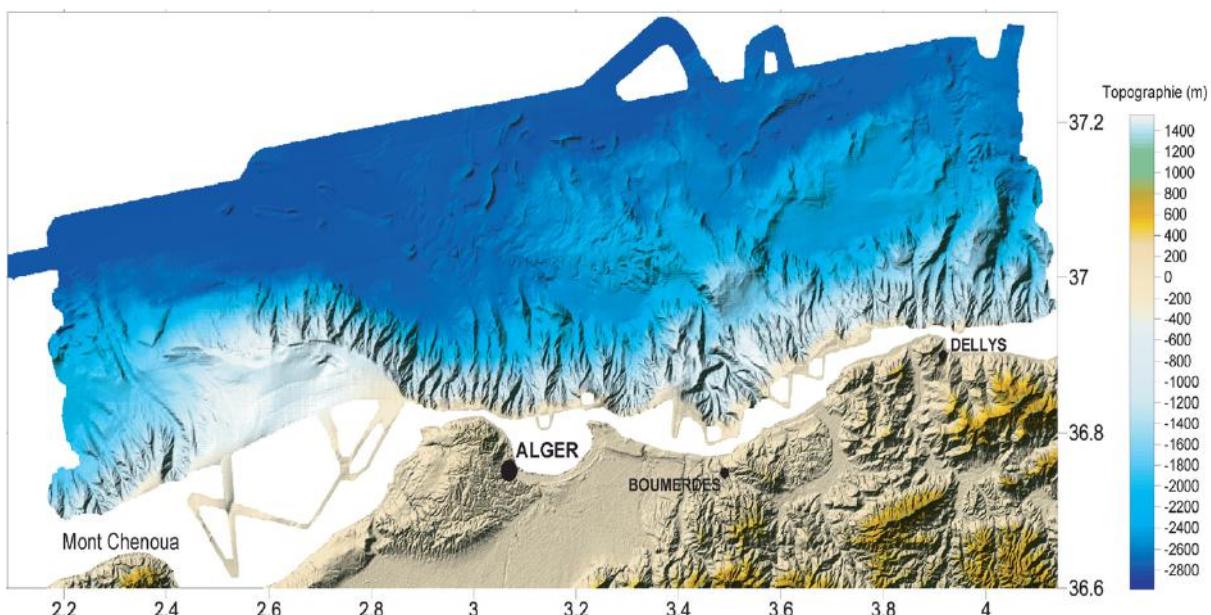
des zones internes (notamment les Kabyles) à la plaque africaine après la fermeture de l'océan Téthys maghrébin par la subduction de celui-ci vers le nord, et (2) au nord, d'une transition continent-océan à valeur de marge passive à l'arrière de cette collision.



Source : thèse Anne Domzig ci-dessous référencée

Figure 5.1 : Carte bathymétrique et topographique de la marge algérienne, avec les différents régimes tectoniques, et les vitesses long-terme calculées le long de la marge.

Cependant, les données cinématiques (géologiques ou géodésiques) argumentent une convergence Afrique-Europe de direction NNO-SSE d'environ 5 mm/an à la longitude d'Alger. Cette réactivation compressive entre les plaques lithosphériques pose d'importants problèmes d'évaluation du risque sismique, plus difficiles à résoudre que dans les subductions. L'Afrique du Nord représente ainsi un chantier majeur et original en termes de risque sismique et d'évolution géodynamique, en offrant l'opportunité d'étudier la réactivation en compression d'une marge passive jeune. Face à la méconnaissance des structures sous-marines, un des enjeux de ce travail était de préciser les modalités et l'importance de la déformation accommodée au niveau de la marge sous-marine algérienne, et finalement la géométrie de la limite de plaque actuelle.



Source : thèse Anne Domzig ci-dessous référencée

Bathymétrie et topographie ombrées et en couleur de la zone d'Alger (pas de 50 m)

Ce travail, qui utilise notamment les données de haute résolution des campagnes MARADJA et MARADJA2/SAMRA (bathymétrie multifaisceau, profils de sismique-réflexion, réflectivité, gravimétrie, sondeur de sédiments CHIRP, SAR, carottages), permet tout d'abord de caractériser pour la première fois le style tectonique le long de la marge, la dimension des structures, leur enracinement et leur fonctionnement, ainsi que l'influence potentielle de l'héritage géologique de la marge. Un premier style tectonique décrochant est bien visible le long de la marge ouest algérienne : on trouve ainsi une portion de marge rectiligne et abrupte sur plus de 100 km sur la pente à l'Est d'Oran, interprétée comme la trace de la migration au Miocène du bloc Alboran vers l'Ouest, et une zone d'activité décrochante dextre potentiellement active à l'Ouest d'Oran. En revanche, le long de la marge centre et Est-algérienne, les structures les plus communément retrouvées sont des failles aveugles néoformées (plio-quaternaires) à pendage Sud (pendage opposé à celui de l'ancienne suture de l'océan téthysien) qui s'expriment à la surface sous forme de plis asymétriques, souvent disposés en échelon et sub-perpendiculaires à la direction de convergence. De par leurs dimensions, ces failles peuvent potentiellement générer des séismes de magnitudes 6 à 7.5. Leur fonctionnement a permis de former sur le long-terme des bassins en piggy-back (contrôlés par une faille inverse à géométrie en rampe précédée d'un replat conséquent) dans le domaine profond en pied de marge, ou des bassins en rollover sur la pente. Parmi ces failles, celle qui a rompu lors du séisme de Boumerdès (21 Mai 2003, Mw: 6.8) se prolonge en surface par des replats vers le large puis des rampes, créant une succession de bassins décrits précédemment. Une autre faille majeure de pied de pente a été identifiée au nord-ouest d'Alger, la faille de Khayr al Din.

Cette faille active, longue de 80 km environ, représente un risque potentiel important pour la ville d'Alger ainsi que ses alentours. Le pli en pied de pente qui lui est associé présente à lui seul une vitesse long-terme de raccourcissement de 0.4 mm/an environ. Il a été estimé qu'un séisme de magnitude 7.3 était envisageable sur cette structure.

L'ensemble de nos observations est en accord avec une réactivation récente en compression de la marge avec un raccourcissement NNO-SSE. La déformation néotectonique compressive est concentrée sur une largeur de ~60 km le long de la marge. La déformation semble plus récente (quaternaire) sur la marge Est et sur les plis les plus au large. Les vitesses long-terme de raccourcissement sur l'ensemble des structures identifiées sur des transects parallèles à la direction de convergence sont comprises au minimum entre 0.1 et 0.6 mm/an.

Les soulèvements locaux engendrés par ces failles inverses ainsi que la sismicité régionale provoquent des instabilités sédimentaires telles que des debris flows et des slumps, des cicatrices d'arrachement. Des déviations de canyons sont également engendrées par la croissance des plis. Ces perturbations sont étudiées grâce aux données de sub-surface telles que le SAR, la réflectivité et le sondeur de sédiments CHIRP. Les masses glissées ont des volumes relativement faibles, de l'ordre de 0.1 km³ mais il arrive parfois qu'ils atteignent 0.8 km³, il est alors envisageable que de tels types d'instabilités sédimentaires puissent générer des tsunamis.

Pour finir, afin d'étudier la réactivation de la marge à l'échelle lithosphérique, une modélisation gravimétrique de la flexion en 2D a été effectuée. Il a été montré que la marge algérienne n'est pas à l'équilibre isostatique.

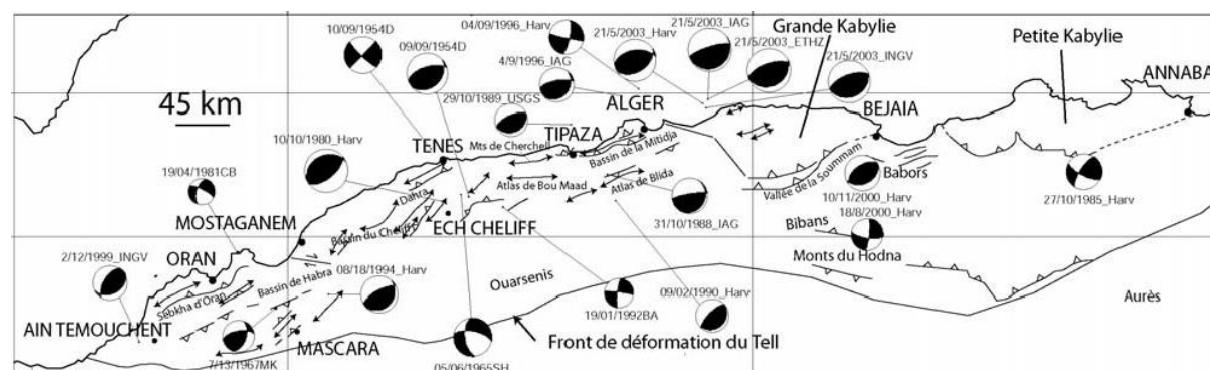
Le bassin algérien subit une flexion de grande longueur d'onde et présente une forte anomalie près de la pente. Un décalage du Moho sous la marge, à peu près au niveau de la côte, est compatible avec nos modélisations. »

« Le nord de l'Algérie présente de nombreux reliefs généralement des directions telliennes, c'est-à-dire globalement SO-NE à E-O, c'est-à-dire plus ou moins parallèles à la côte, mais aussi perpendiculaires à la direction de convergence Afrique/Europe.

Plus à l'Est, nous avons près de la côte le massif du Chenoua, à l'Ouest de Tipaza, composé de terrains des zones internes, limité au Sud par un chevauchement à pendage Nord, qui limite les zones internes au Nord des zones externes au Sud (Figure 1.17 ci-dessous). Une autre relique des zones internes est le massif d'Alger, qui ne semble pas limité au Sud par un chevauchement actif. Reliant le massif d'Alger au Mont Chenoua, l'anticlinal du Sahel, orienté OSO-ENE et long de 80 km, s'élève à plus de 200 m.

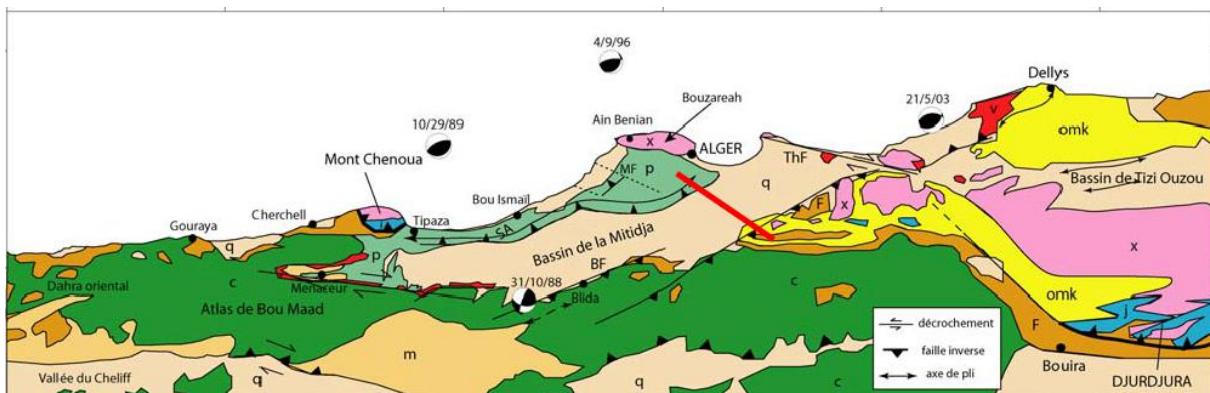
Il est limité au sud par un chevauchement à pendage nord. Dans sa partie nord-est, il semble se scinder en 2 branches, la plus au nord étant la faille de Mahelma. Cet anticlinal forme la limite nord du bassin néogène de la Mitidja.

Structure à terre



Source : thèse Anne Domzig ci-dessous référencée

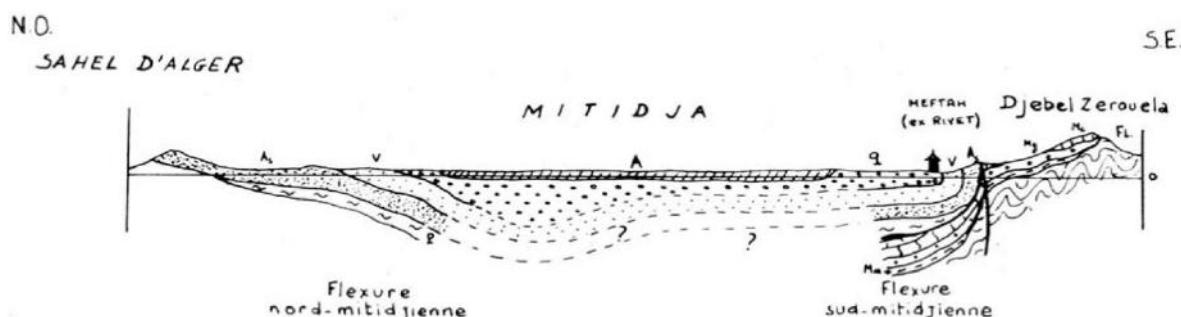
Figure 1.16: Schéma sismotectonique du nord de l'Algérie montrant les principales structures actives observées dans le Tell (inspiré de Benouar et al., 1994, Boudiaf, 1996, Guiraud, 1977, Meghraoui, 1988, Ayadi et al., 2003) Sources des principaux mécanismes au foyer: Harv.: Harvard CMT catalog, ETHZ: ETH Zürich., INGV: Institut National de Géophysique et Volcanologie (Italie), IAG: Institut Andalou de Géophysique (Grenade, Espagne), USGS: United States Geological Survey, CB: Coca et Buorn, 1994, MK: McKenzie, 1972, D: Dewey, 1990, SH: Shirokova, 1967, BA: Bezzeghoud et al., 1994.



Source : Anne DOMZIG, 2006, « Déformation active et récente, et structuration tectonosédimentaire de la marge sous-marine algérienne », Thèse soutenue le 4 décembre 2006. DOCTORAT de l'Université de Bretagne Occidentale, Spécialité : GEOSCIENCES MARINES, Ecole Doctorale des Sciences de la Mer.

Fig. 1.17 selon la thèse : Carte structurale de la région d'Alger (modifiée d'après Yelles et al., soumis, Kieken, 1962, Wildi, 1983, et Boudiaf, 1996). SA : anticlinal du Sahel, BF : faille de Blida, ThF : faille de Thénia, MF : faille de Mahelma, X : socle métamorphique kabyle, zones internes, F : Flyschs, omk : Oligo-Miocène Kabyle, c : Crétacé, m : Miocène, q : Quaternaire, p : Pliocène, v : volcanisme. Mécanismes au foyer: 31/10/88: Harvard-CMT; 10/29/89: USGS; 4/9/96: IAG; 21/5/03: Harvard-CMT, relocalisé par Bounif et al (2004).

La limite Sud du bassin est constituée d'un grand contact parfois relativement vertical ou à pendage Sud comme l'indiquent les coupes de Bonneton (1977) (Figure 1.18) qui y montrent des plis déversés vers le nord. Au sud, on trouve l'Atlas de Blida, des anticlinaux déversés vers le Nord (Bonneton, 1977) (Figures 1.18 et 1.19).



Source : thèse Anne Domzig ci-dessous référencée

Figure 1.18 : Coupe géologique de la Mitidja, de Meftah, au SE, à l'anticlinal du Sahel, au nord (Bonneton, 1977). A : Alluvions actuelles et sables argileux rouges, q : alluvions anciennes et sables argileux rouges, v : cailloutis (Villafranchien), As : Astien (calcaires gréseux, grès), P : Plaisancien (marnes et argiles), Mc : Calcaires du Miocène inférieur, Mg : Conglomérats du Miocène inférieur, Mm : Marnes et argiles du Miocène inférieur, Fl : flysch « schisto-gréseux albo-aptien ». Position de la coupe : Figure 1.17.

Quelques failles décrochantes E-O y ont plus à l'Est, on trouve les montagnes de la Grande Kabylie, comportant au Sud les massifs du Djurdjura culminant à plus de 2000 m. Le Djurdjura est limité au Sud par un grand chevauchement qui constitue la frontière entre les zones internes et les zones externes, et qui s'étend de Bouira à Béjaïa.

Ce chevauchement constitue également la limite Nord du bassin de la Soummam. Puis plus au Sud, on trouve la chaîne des Bibans, formée de nappes telliennes. La transition entre la région d'Alger et la Grande Kabylie se fait par des failles probablement décrochantes, telles que la faille de Thénia et des failles au Nord-Ouest de Bouira (Figure 1.17).

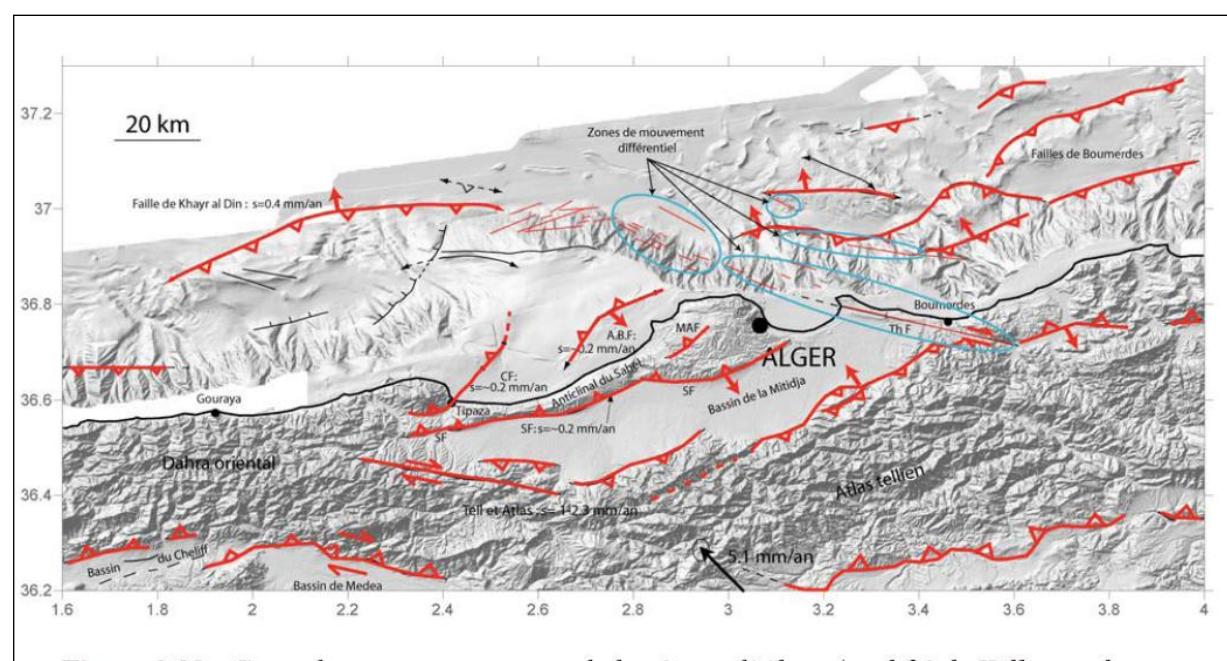
Au sein de la Grande Kabylie, on trouve le bassin extensif de Tizi Ouzou qui présente des plis récents de direction OSO-ENE.

A l'Est, entre les Grande et Petite Kabylies, on trouve la chaîne des Babors (Figure 1.16), avant de retrouver à l'Est le contact anormal entre la Petite Kabylie (zones internes) et les zones externes au Sud.

Pour conclure, on voit que le Nord de l'Algérie est jalonné de structures actives, sur une bande côtière d'environ 100 km de large. Les structures actives à terre (Figure 1.16) sont principalement des plisfailles de direction ENE-OSO, et à pendage Nord-Ouest. Quelques failles décrochantes à terre ont également été repérées, notamment dans la région d'Oran. Certains auteurs ont attribué un rôle important à ces indices de décrochement à l'échelle de la marge, invoquant des modèles de la marge en blocs rotatifs transpressifs (Morel et Meghraoui, 1996) ou encore des bassins losangiques (Mauffret et al., 1987), mais au vu des mécanismes au foyer des séismes de la région ces dernières décennies, les mécanismes purement décrochants semblent très minoritaires dans les catalogues utilisés (USGS, Harvard, etc...), et jamais associés à d'importants séismes. D'autre part, il s'avère que la fiabilité de ces rares mécanismes décrochants est souvent douteuse, car ils sont mal contraints, ou calculés avec peu de stations. L'exemple du séisme du 4/9/1996, d'abord considéré comme décrochant, montre deux déterminations totalement différentes l'une de l'autre selon Harvard ou IAG (Figure 1.16).

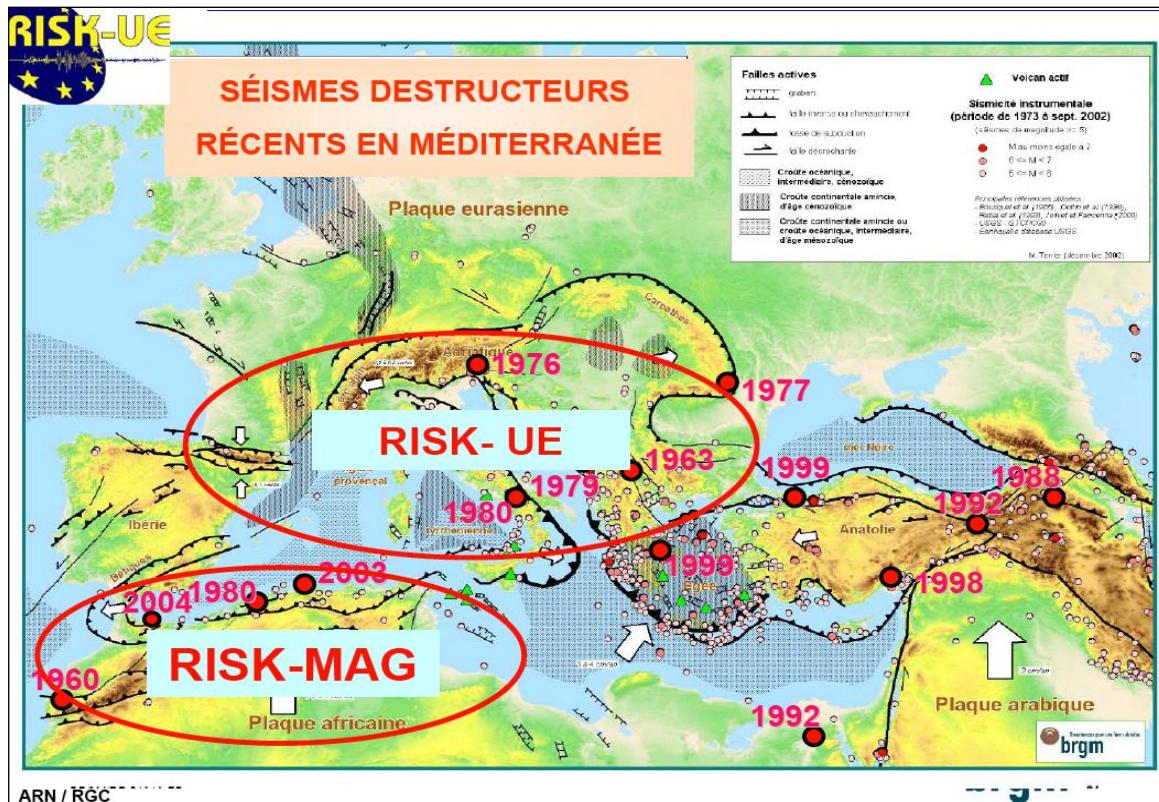
Ainsi peut-on considérer que les mécanismes au foyer indiquent un régime nettement compressif le long de la marge, parfois avec une composante décrochante (par exemple Stich et al., 2003) (Figure 1.16).

La première question que l'on peut se poser est la question de la continuité au Nord des structures actives à terre. En effet, il est fort probable que les plis et failles ne "s'arrêtent" pas brusquement à la côte, et que l'on retrouve une certaine continuité de ces structures au-delà du trait de côte. Ainsi il sera possible d'obtenir un schéma tectonique global de la marge sans être biaisé par les seules observations possibles, c'est-à-dire à terre, et d'identifier les modalités et caractéristiques de la déformation le long de la marge.

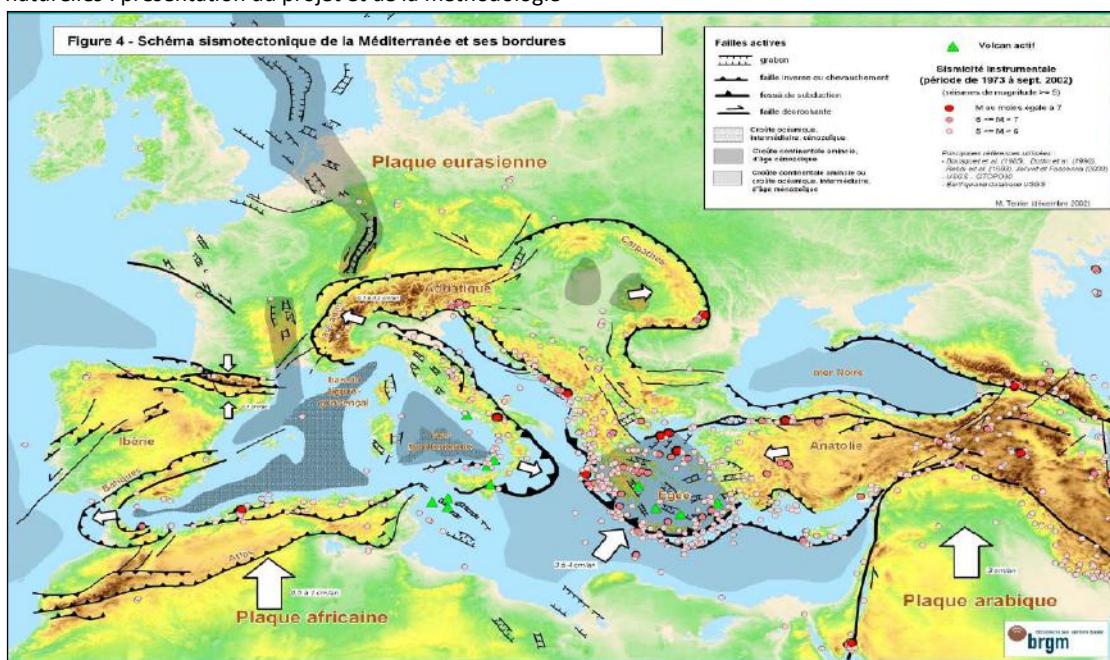


Source : Prof. Fawsi Boudaqa, « Urbanisation et risques naturels à Alger et son aire métropolitaine, article Arab urban network, 2005, 13 p.

Nous nous sommes penchés sur le problème de la continuité en mer de la suture zones internes – zones externes. La question de la réactivation de cette suture, et plus largement de la marge algérienne, est abordée, au vu des failles présumées actives qui ont été cartées tout le long de la marge. Nous avons également identifié des failles qui semblent avoir joué un rôle clé dans le passé; nous verrons donc quelles ont été les implications de ces failles dans l'évolution géodynamique de la marge ouest-algérienne au Miocène.



Source : ISL, BRGM, Wilaya d'Alger, Dir. de l'Aménagement du Territoire, de l'Urbanisme, de la Prévention et Résorption de l'Habitat précaire, « Etude de réduction de la vulnérabilité du Massif de Bouzaréah aux catastrophes naturelles : présentation du projet et de la méthodologie



Source : BRGM, « Identification et hiérarchisation des failles actives de la Région Provence-Alpes – Côte d'Azur, BRGM/RP-51910-FR décembre 2000

La topographie

La topographie de la côte algéroise est caractérisée par une succession à partir du rivage actuel et jusqu'à une altitude de plus de 300 mètres, d'une série de gradins, disposés les uns au-dessus des autres comme les marches d'un escalier. Ces marches interrompent brusquement la continuité des pentes, en général très rapides, qui bordent le littoral algérois.

L'étude géologique de la région algéroise, peu étendue en surface et formant un rocher qui s'avance dans la mer, révèle qu'en arrière il est recouvert par un cordon de dunes au-delà duquel on retrouve les terrains sédimentaires de la série tertiaire.

Dans une esquisse géologique et topographique du littoral d'Alger datant de 1911, il apparaît que ce littoral comprend essentiellement toute la région basse qui borde sur plus de 100 kilomètres le pied de l'Atlas , depuis le massif de Sidi – Fredj au Nord de Thénia des Béni Aïcha, jusqu'au mont Chenoua à l'Ouest de Tipaza.

Le relief se caractérise par trois zones longitudinales : le Sahel, le littoral et la Mitidja.

Mouvements de terrain

Les conséquences de fortes précipitations peuvent être aussi des glissements de terrain.

Les effets d'un séisme peuvent se traduire par des glissements de terrains qui sont aussi dangereux, comme à Nice en 1979 et en Campanie en 1980. Le séisme de Campanie de 1980 avait été désastreux, car il s'était produit sur des terrains argileux, détremplés par plusieurs mois de précipitations.

L'environnement technologique

N'ayant pas été dotées de stations de traitement préliminaire des liquides toxiques, 16 entreprises industrielles de services, situées dans la zone industrielle d'Alger Est ont été visées par des décisions de fermeture de la part des services de la wilaya d'Alger.

Cette décision fait suite à l'évacuation des déchets par ces entreprises dans l'oued El Harrach et le lac de Reghaia. Les services de la wilaya d'Alger ont procédé ainsi, à l'application des décisions de fermeture de 16 unités industrielles de services, au niveau des zones industrielles de Reghaia et de Rouiba (est d'Alger). Les canalisations des eaux usées toxiques et non-traitées de ces unités ont été obstruées, pour éviter le déversement de ses eaux dans l'Oued El Harrach et le lac de Reghaia. Ces eaux polluées seront transférées des unités concernées dans des camions citernes pour être traitées dans des stations spéciales. Cette décision vise à faire amener les propriétaires de ces unités à construire des stations d'assainissement et d'épuration des liquides toxiques et dangereux, dans le cadre des lois de protection de l'environnement et des eaux.

Installations classées pour la protection de l'environnement ICPE

Ainsi 60 établissements industriels classés à risques majeurs⁽¹⁾ ont été répertoriés dans le pays et correspondent aux activités suivantes :

Complexes gaz naturel liquéfié (6 établissements), engrais et fertilisants (9), installations de stockage de pétrole (8), raffineries de pétrole (4), complexes de traitement de minerais (3), complexes de production de gaz industriel (4), centres enfûtages (4), unités de production de chlore (2) et centrales électriques (18).

Parmi les 60 établissements industriels à risque majeur, 9 ont été identifiés en vue de leur délocalisation. Il s'agit, en l'occurrence, de l'unité de production de chlore de Baba Ali, l'unité de production de chlore de Mostaganem, le centre enfûteur du Caroubier à Alger, la centrale électrique de Bab Ezzouar à Alger, le centre de stockage et de distribution des hydrocarbures de Annaba, l'unité de production de tabac de Bab-El-Oued à Alger, l'unité de production d'allumettes de Belcourt (commune de Belouzdad), l'unité de formulation de pesticides de Béni Mered (wilaya de Blida) et l'unité amiante-ciment de Bordj Bou-Arréridj. Il y a donc trois établissements industriels à risques majeurs à Alger non loin du tracé du système de transport électrique : le centre enfûteur du Caroubier, la centrale électrique de Bab Ezzouar et l'unité de production de tabac de Bab-el-Oued.

Les risques industriels représentent un danger pour leur environnement immédiat. C'est le cas du dépôt de carburants de Caroubier dans la commune d'Hussein Dey à Alger. L'établissement de cartographie des risques générés par ce dépôt à carburant a permis de localiser la vulnérabilité spatiale afin de proposer des mesures d'aménagement du territoire.

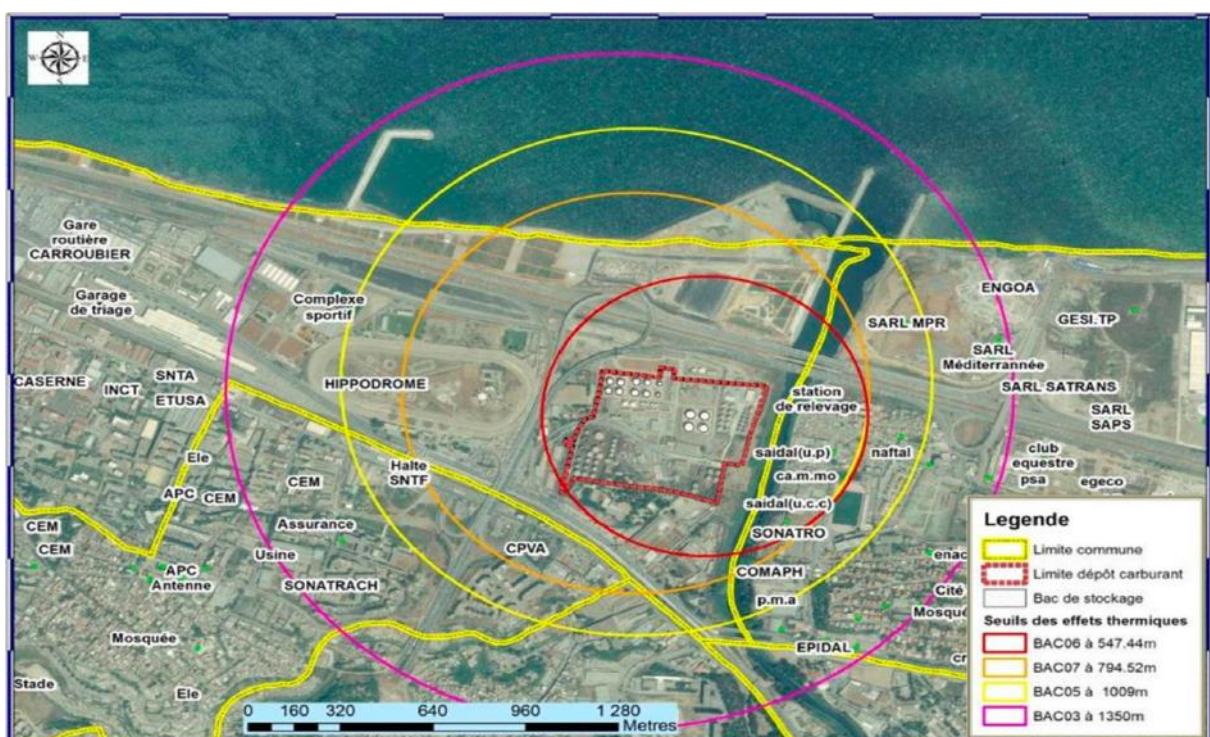
Dans ce cas, on a élaboré une cartographie des risques industriels de la commune Hussein Dey. La commune se situe à 4,6 kilomètres à l'Est du centre-ville d'Alger, la capitale. Elle s'étend sur 1 400 hectares et comptait 40 698 habitants lors du dernier recensement démographique en 2008. Le choix du site est motivé par le risque technologique lié au dépôt à carburant par exemple à l'explosion des bacs de stockages et de sa proximité de plusieurs infrastructures et équipements de bases : (gare routière de Caroubiers, l'usine Linde Gaz Algérie, l'université, le stade d'El Harrach, usine ANP).

La carte des aléas, représente les différents périmètres de dangers relatifs à un incendie dans les bacs qui ont été retenus. Ces périmètres sont en corrélation avec la nature du produit et la quantité emmagasinée dans le réservoir. Le rayon le plus large atteint 1350 mètres, il correspond à celui du bac 3 qui contient le plus grand volume d'essence. Dans ce cas, les trois communes (Hussein Dey, Mohammadia et Magharia) sont vulnérables. Certes, avec un gradient différencié, néanmoins la commune de Mohammadia est très vulnérable, plusieurs de ces structures se trouvent comprises dans le rayon de seuil létal. Les communes de Badjarah et El Harrach sont épargnées, elles ne possèdent aucune structure ni équipement compris dans les seuils des aléas.

⁽¹⁾ Colloque international sur les risques majeurs et l'aménagement du territoire, 15-17 Mars 2004, Alger, Quotidien El-Moudjahed, 17 Mars 2004



Source : Mohamed-Chérif, Fatima Zohra, Chacha, Djillali, « Cartographie des risques industriels du dépôt pétrolier à Hussein Bey, Alger, 2015, 16 p.



Source : https://www.ssoar.info/ssoar/bitstream/handle/document/46244/ssoar-cinqcon-2015-12-mohamed-cherif_et_al-Cartographie_des_risques_industriels_du.pdf?sequence=1&isAllowed=y&lnkname=ssoar-cinqcon-2015-12-mohamed-cherif_et_al-Cartographie_des_risques_industriels_du.pdf

Hiérarchie des aléas

Résumé général

L'environnement naturel

Les températures et précipitations

Située au sud de la Méditerranée la ville d'Alger a un climat tempéré de type méditerranéen avec en plus la proximité de la mer qui donne un air salin et la proximité des collines et du désert au sud des vents chargés de silice.

Les températures extrêmes relevées sur cette période selon le tableau ci-dessus sont de : - 11 °C / + 47,5 °C.

En ce qui concerne les précipitations, une première période humide se produit de 1970 à 1986. Une forte sécheresse s'établit ensuite pendant près de quinze ans, de 1987 à 2002. Elle est suivie du retour à une situation plus clémence (qualifiée d'humide) depuis 2003. Ce retour à des précipitations plus abondantes s'accompagne d'un plus grand nombre d'épisodes pluvieux extrêmes (perturbations pluvio-orageuses sévères). Ces phénomènes ont été particulièrement fréquents au cours de la dernière décennie, tout comme les jours d'orage.

Le vent

Pour la même période 1975 – 2004 les vitesses de vent maximum moyen mensuel relevées se situent entre 10,7 m/s et 12 m/s soit une moyenne de 40 km/h.

Mais des vents maxima avec une période de retour atteignent respectivement 105,8 km/h (retour 2 ans), 123,5 km/h (retour 5 ans), 135,4 km/h (retour 10 ans), 160,9 km/h (retour 50 ans), 171,7 km/h (retour 100 ans).

Les inondations

Si le retour des pluies est une chance pour l'agriculture, il n'en est pas de même pour les citadins. En effet, les fortes averses provoquent des inondations et causent de gros dégâts matériels, voire des pertes humaines. Les pluies, qui avaient été tant attendues, sont ainsi devenues de plus en plus redoutées. Les dernières catastrophes enregistrées rendent compte de cette nouvelle tendance. Les deux premiers épisodes importants, ceux de Bab El Oued en 2001 et de Ghardaïa en 2008, ont fait respectivement 800 et 43 morts (Y. DJELLOULI et A. SACI, 2003 ; ONM, 2002). Durant cet évènement, la capitale algérienne a failli revivre l'épisode de 2001, puisque de sérieuses inondations ont touché une grande partie des quartiers de la ville (et notamment Bab El Oued), zone qui fut lourdement sinistrée. Les pluies en 24 h enregistrées dans Alger, à Bouzaréah, s'élèvent à 195 mm, valeur supérieure à celle observée lors de la catastrophe des 9 et 10 novembre 2001 (159,4 mm), qui était considérée à l'époque comme un record.

Une pluviosité élevée, très confortable sur le plan de la disponibilité de la ressource en eau, l'est moins pour la gestion du ruissellement des eaux pluviales et la vulnérabilité aux inondations urbaines, surtout lorsque les pluies sont intenses. Cette situation a fait apparaître un nouveau risque d'inondation, par débordement des barrages hydrauliques. Pour ces

ouvrages, il s'agit de basculer de la gestion de la pénurie d'eau à celle de l'excès, alors qu'ils sont maintenant très envasés.

Les quantités annuelles de précipitations ne sont cependant pas faibles. Il pleut 765 mm d'eau par an à Alger, soit plus qu'à Bordeaux ou Paris. Les précipitations sont en fait concentrées sur une partie de l'année, et sont très irrégulières d'une année à l'autre. Séville a des taux de précipitations qui s'étalent de 158 mm à 1603 mm. Les pluies intenses sont caractéristiques de la Méditerranée.

La topographie

La topographie de la côte algéroise est caractérisée par la succession à partir du rivage actuel et jusqu'à une altitude de plus de 300 mètres, d'une série de gradins, disposés les uns au-dessus des autres comme les marches d'un escalier. Ces marches interrompent brusquement la continuité des pentes, en général très rapides, qui bordent le littoral algérois.

Dans une esquisse géologique et topographique du littoral d'Alger datant de 1911, il apparaît que ce littoral comprend essentiellement toute la région basse qui borde sur plus de 100 kilomètres le pied de l'Atlas , depuis le massif de Sidi – Fredj au nord de Thénia des Béni Aïcha, jusqu'au mont Chenoua à l'ouest de Tipaza.

La foudre

L'autre fait marquant de l'analyse des jours d'orage est l'absence de moyenne mobile négative à partir de 1985. Cela témoigne clairement d'une évolution complémentaire des changements thermiques déjà indiqués. Il y a une relation étroite entre l'évolution de la moyenne des températures maximales journalières et celle du nombre de jours d'orage. On observe pour les jours d'orage comme pour les températures maximales, un découpage en trois périodes principales :

- La première, jusqu'au milieu des années 1980, présente des moyennes mobiles des indices centrés réduits négatives.
- La deuxième, de 1986 à 1993, est marquée par une augmentation sensible des moyennes mobiles, toutes positives, mais qui diminuent cependant de 1991 à 1993.
- Enfin, au cours de la dernière, les valeurs sont toutes largement positives et dépassent même +1 en 2001 et 2010.

Cette forte relation exprimée graphiquement et statistiquement ($r = 0,93$) entre la hausse des températures diurnes et l'augmentation du nombre des orages confirme le lien de cause à effet qui existe entre ces deux paramètres. En effet, la hausse des maxima engendre plus d'évaporation et de phénomènes thermo-convectifs, ce qui s'accompagne d'épisodes pluvio-orageux générateurs de pluies intenses (voir *supra*, pour les perturbations sévères).

Le système de transport électrique est équipé de parafoudres pour protéger les équipements situés le long de la ligne de tramway afin de maintenir l'exploitation en toute sécurité.

La sismicité

La marge algérienne, située à la frontière entre le bassin méditerranéen et le continent africain, est connue pour être sismiquement active mais demeurait jusqu'alors largement méconnue d'un point de vue morpho-structural et sismo-tectonique.

De nombreux séismes destructeurs (par exemple : Alger 1365 et 1716, Djidjelli 1856, et plus récemment, Boumerdès 2003) qui provoquèrent également des tsunamis et furent parfois accompagnés de ruptures de câbles sous-marins de télécommunication, indiquent le fort besoin d'identification des structures actives sous la mer et de l'aléa sismique qui leur est associé.

Les données cinématiques (géologiques ou géodésiques) argumentent une convergence Afrique-Europe de direction NNO-SSE d'environ 5 mm/an à la longitude d'Alger.

Une autre faille majeure de pied de pente a été identifiée au nord-ouest d'Alger, la faille de Khayr al Din. Cette faille active, longue de 80 km environ, représente un risque potentiel important pour la ville d'Alger ainsi que ses alentours. Le pli en pied de pente qui lui est associé présente à lui seul une vitesse long-terme de raccourcissement de 0.4 mm/an environ. Il a été estimé qu'un séisme de magnitude 7.3 était envisageable sur cette structure.

Pour conclure, on voit que le Nord de l'Algérie est jalonné de structures actives, sur une bande côtière d'environ 100 km de large. Les structures actives à terre sont principalement des plisfailles de direction ENE-OSO, et à pendage Nord-Ouest. Quelques failles décrochantes à terre ont également été repérées, notamment dans la région d'Oran. Ainsi peut-on considérer que les mécanismes au foyer indiquent un régime nettement compressif le long de la marge, parfois avec une composante décrochante (par exemple Stich et al., 2003).

La première question que l'on peut se poser est la question de la continuité au Nord des structures actives à terre. En effet, il est fort probable que les plis et failles ne "s'arrêtent" pas brusquement à la côte, et que l'on retrouve une certaine continuité de ces structures au-delà du trait de côte. Ainsi il sera possible d'obtenir un schéma tectonique global de la marge sans être biaisé par les seules observations possibles, c'est-à-dire à terre, et d'identifier les modalités et caractéristiques de la déformation le long de la marge.

L'environnement technologique

Les installations classées pour la protection de l'environnement ICPE

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).

16 entreprises industrielles de services situées la zone industrielle d'Alger Est ont été visées par des décisions de fermeture de la part des services de la wilaya d'Alger.

La cartographie des risques générés par le dépôt de carburant de Caroubier a permis de localiser la vulnérabilité spatiale afin de proposer des mesures d'aménagement du territoire. Le choix du site est motivé par le risque technologique lié au dépôt à carburant par exemple à l'explosion des bacs de stockages et de sa proximité de plusieurs infrastructures et

équipements de bases : (gare routière de Caroubier, l'usine Linde Gaz Algérie, l'université, le stade d'El Harrach, usine ANP).

Références :

- Anne DOMZIG, 2006, « Déformation active et récente, et structuration tectonosédimentaire de la marge sous-marine algérienne », Thèse soutenue le 4 décembre 2006. DOCTORAT de l'Université de Bretagne Occidentale, Spécialité : GEOSCIENCES MARINES, Ecole Doctorale des Sciences de la Mer.
- BRGM, « Identification et hiérarchisation des failles actives de la Région Provence –Alpes-Côte d'Azur », BRGM/RP-51910-FR décembre 2002.
- Prof. Fawsi Boudaqla, équipe d'aménagement urbain Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediène, « Urbanisation et risques naturels à Alger et son aire métropolitaine, article Arab urban network, 2005, 13 p.
- A. Benhadjoudja, MATE, Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, « La politique nationale de prévention et de gestion des risques majeurs dans le cadre du développement durable », présentation au séminaire d'études parlementaires du Conseil de la Nation du 25 au 27 février 2006, 79 dias.
- E. Jaurand, 2001, « La Méditerranée : milieux et risques naturels », Notes de François-Xavier Volle + commentaires perso, 20 Octobre 2001.
- Pour les risques industriels :
http://www.reme.info/fileadmin/user_files/pdf/gestion_des_risques/Seminaire_Risque_industriel.pdf
- N. Aroua, Pr. E. Berezowska-Azzag, ENS d'Architecture d'Alger, 2009, « Contribution à l'étude de la vulnérabilité urbaine au risque d'inondation dans un contexte de changement climatique : cas de la Vallée de Oued el Harrach à Alger », présentation au 5th Urban research Symposium, Marseille, 28-30 Juin 2009.
- Madani Safar Zitoun, Amina Tabti-Talamali, 2009, Banque Mondiale, Kna-Mena, Plan Bleu, « La mobilité urbaine dans l'agglomération d'Alger : évolutions et perspectives », étude de cas, rapport définitif, Alger, Juin 2009.
<http://www.apc-algercentre.dz/dcouvrir-alger-centre.php?cat=histoire-alger-centre>
- Banque Mondiale, KNA-MENA, Madani SAFAR ZITOUN, Amina TABTI-TALAMALI, « La mobilité urbaine dans l'agglomération d'Alger : évolutions et perspectives, étude de cas, rapport définitif, Juin 2009, 108 p.
<https://journals.openedition.org/physio-geo/3686>
- Zeineddine Nouaceur, Benoit Laignel et Imen Turki, « Changements climatiques au maghreb : vers des conditions plus humides et plus chaudes sur le littoral algérien ? » dans Physio-Géo Géographie Physique et Environnement vol 7, 2013 p307 p323.
- Mohamed-Chérif, Fatima Zohra, Chacha, Djillali, « Cartographie des risques industriels du dépôt pétrolier à Hussein Bey, Alger, 2015, 16 p.
<https://fr.wikipedia.org/wiki/Alger#Topographie>
<https://www.algerie-eco.com/2018/04/30/pollution-16-entreprises-industrielles-fermees-a-lest-dalger/>

ANNEXE



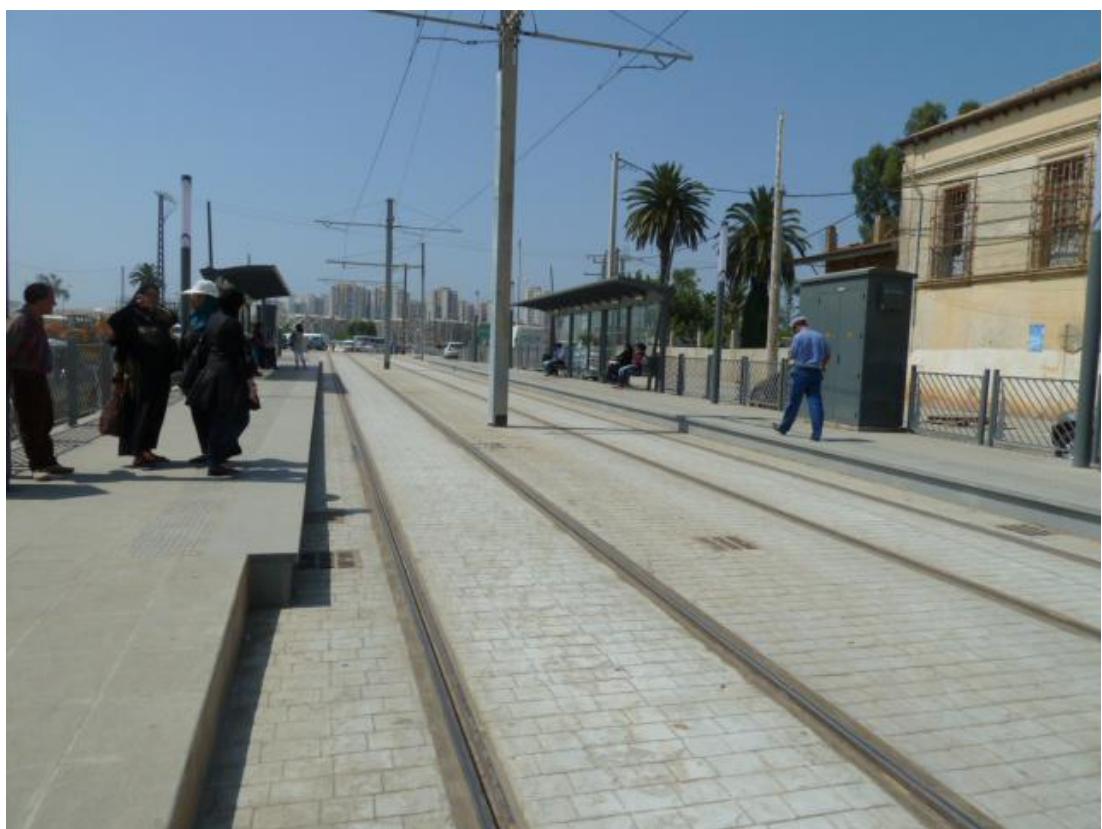
29 Juin 2011

Futur pôle intermodal des Fusillés



29 Juin 2011

Futur pôle intermodal des Fusillés



Un quai de station et la voie en service



La voie en service revêtue de béton et dessin de pavés



Equipement de billettique installé sur le quai



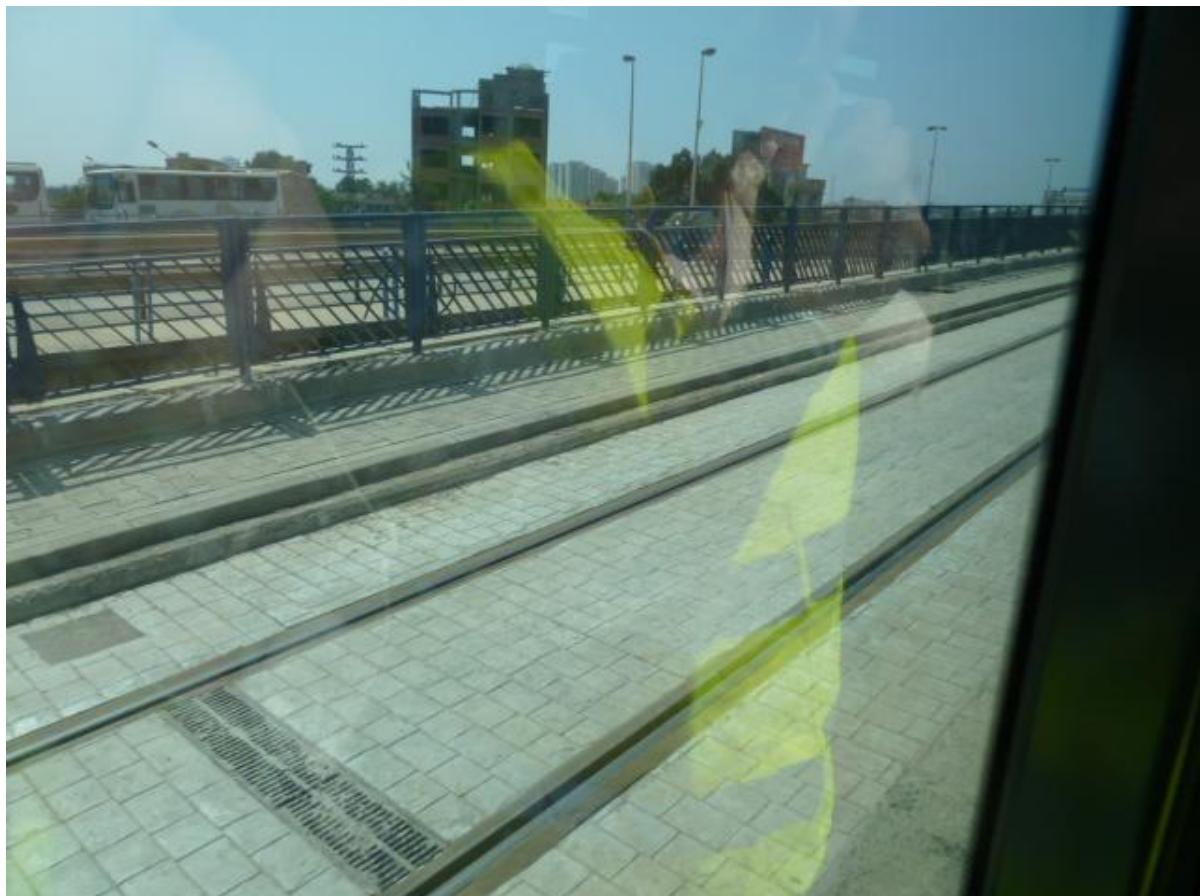
Arrivée d'un Citadis de 44 m



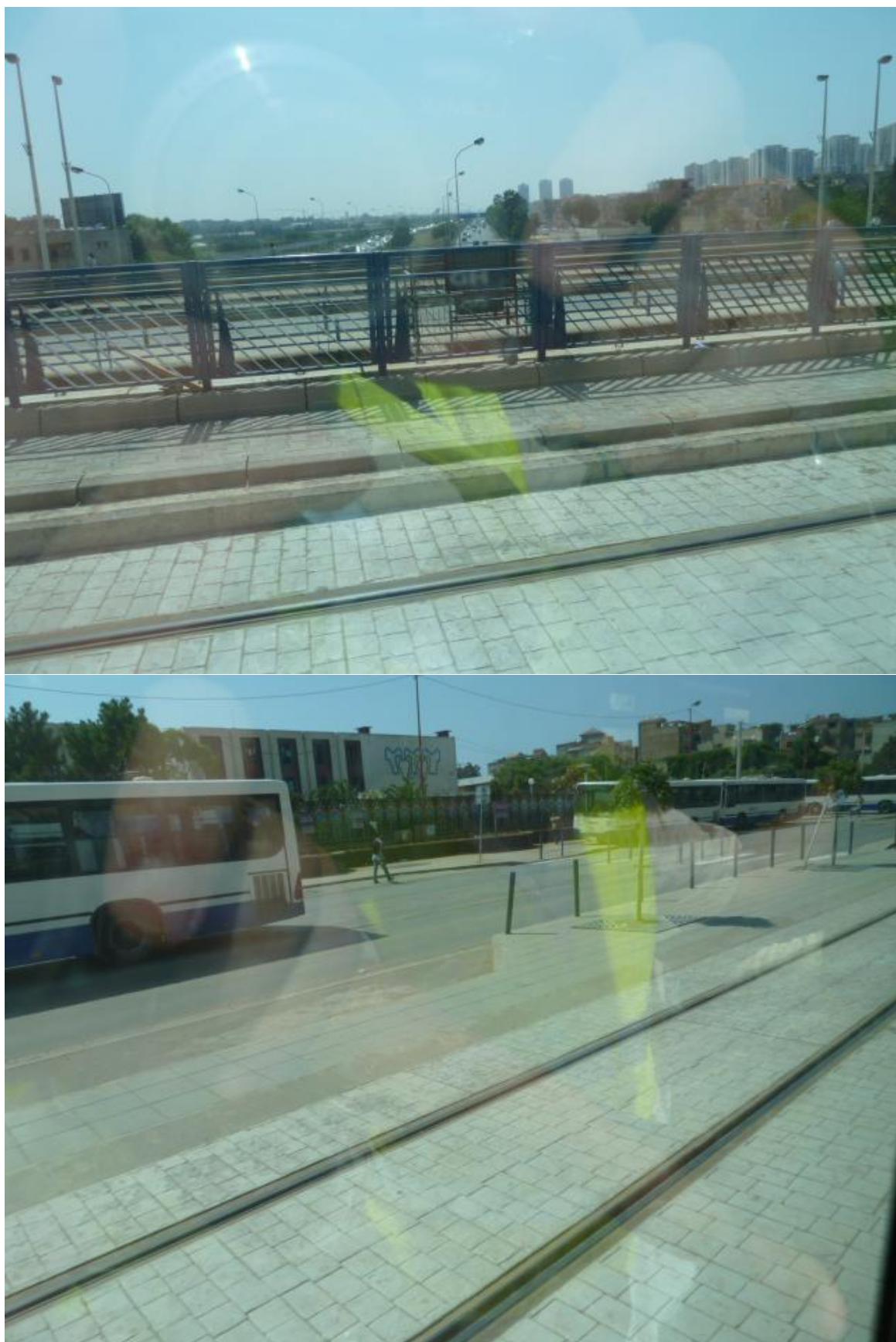
Départ d'un Citadis de la station



Intérieur d'un Citadis de 302 passagers à 4 passagers debout au m²



On remarque les grilles de drainage du revêtement et des rails vers l'assainissement de la plateforme



Arrêt de bus à proximité de la ligne de tram



Station intermodale



Annonce de la mise en service du Tram au 8 Mai 2011



Finitions en cours aux abords de la voie du tram



Travaux de finitions



Abri de station



Quai de station de 50 ml



Niveau de finition du revêtement de la voie bétonnée





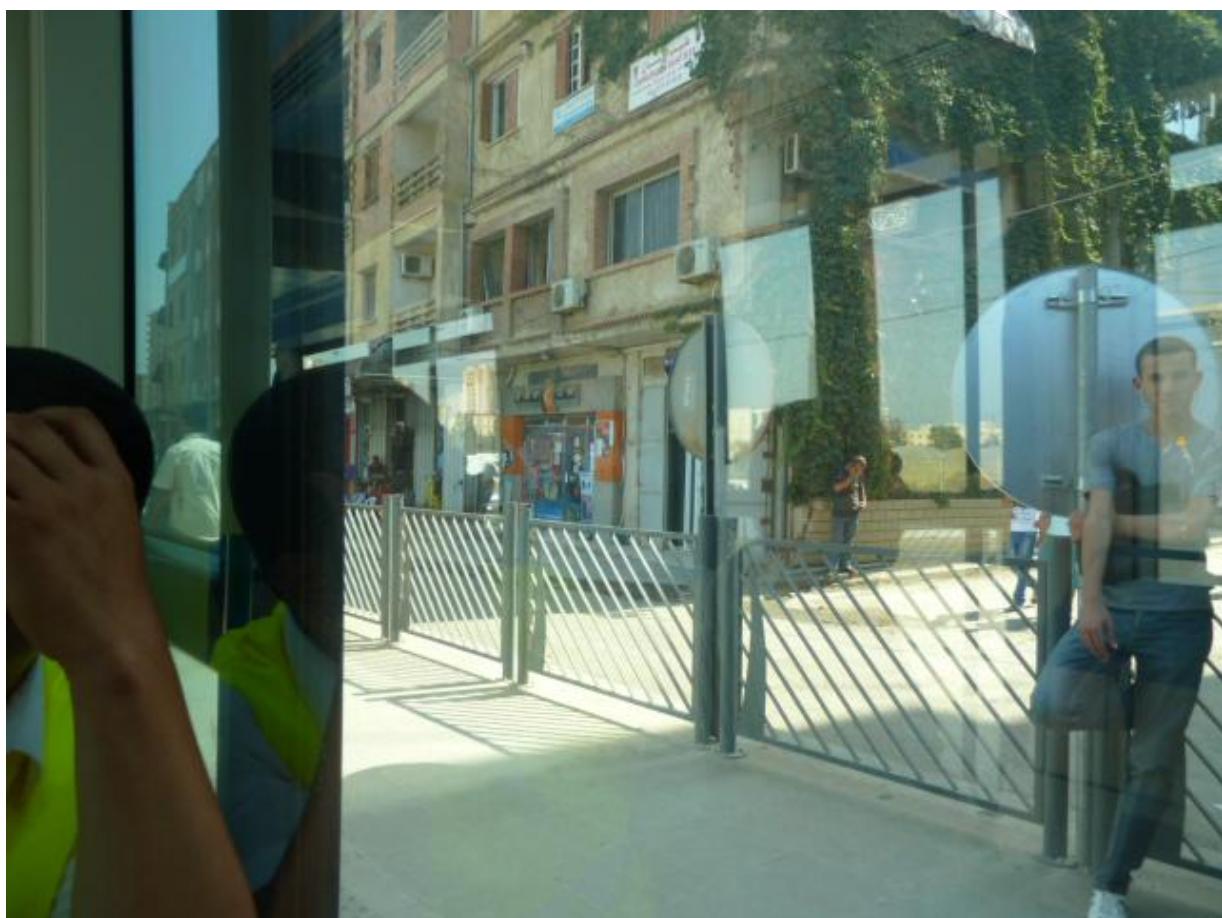
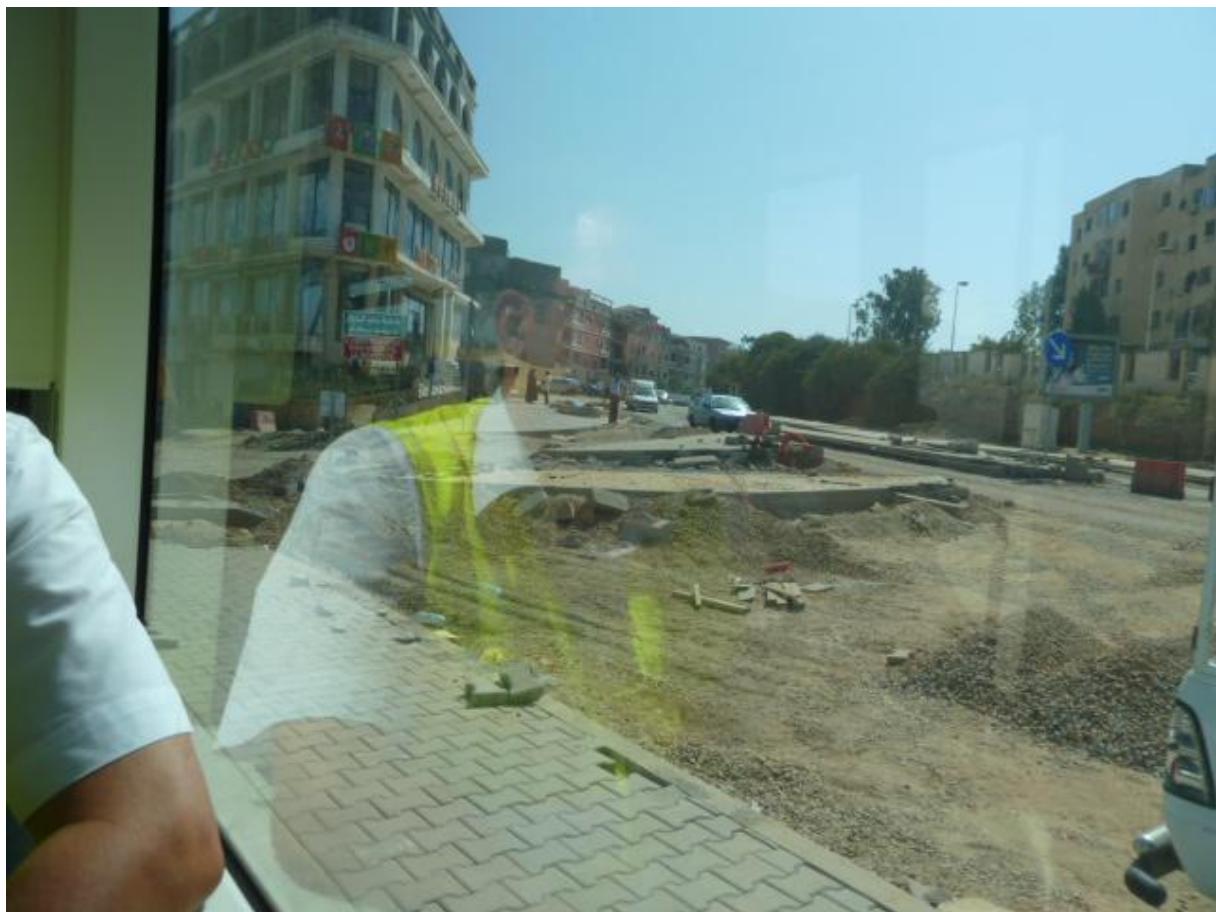


Finitions sur le drainage et vue sur de nouveaux logements à livrer



Armoire électrique réfrigérée







Pose de bande podotactile pour guider les malvoyants



Bab Ezzouar : un nouveau quartier



Intérieur de la rame Citadis



Entrée d'une rame sur le terminus provisoire



Station à quai central de Bordj el Kiffan



Quartier Bab Ezzouar à Bordj el Kiffan

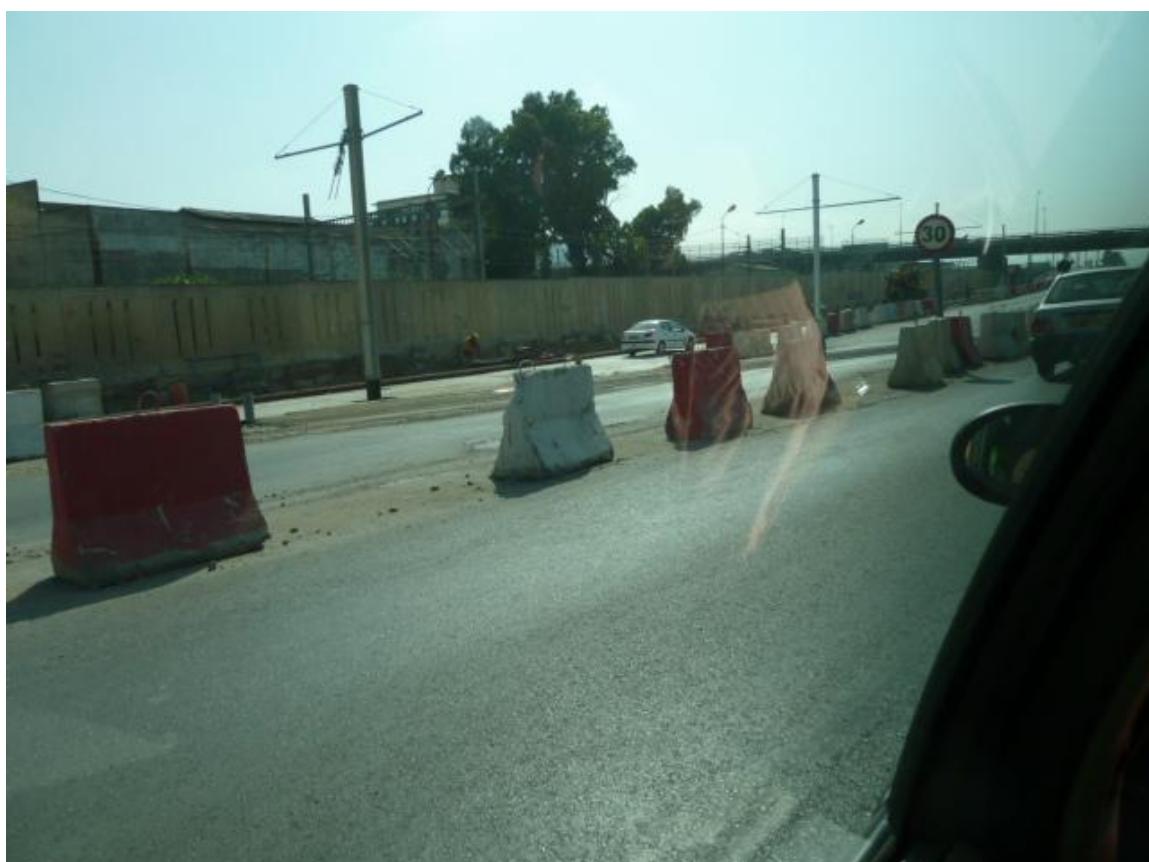


Ouvrage OA2 franchissant l'Oued Harrach





Chantier à proximité de Caroubier et des lignes de train de banlieue



Installation des supports de caténaire sur la plateforme du tram vers le centre ville

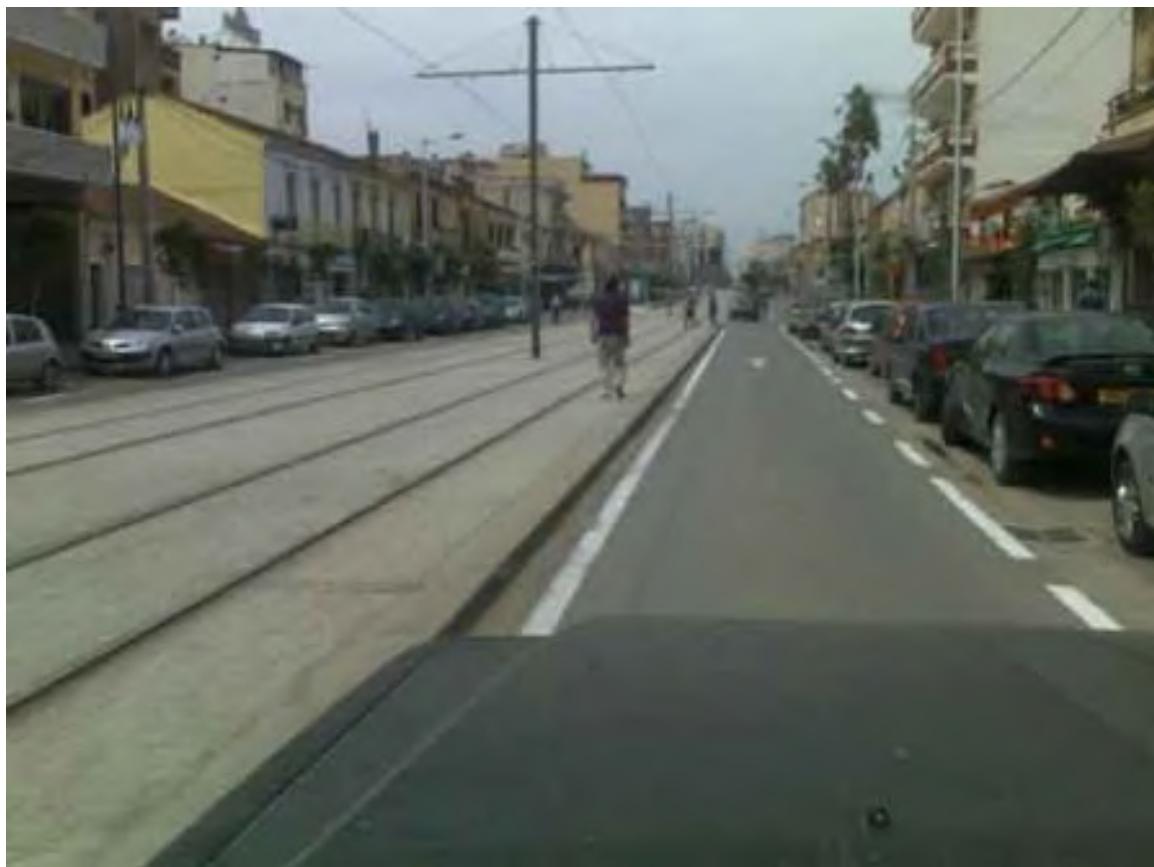


Voie sur dalle selon la méthode APPITRACK (ALSTOM) Entrée rue de Tripoli depuis La Farge



Source : kabyles.net du 7 mai 2011

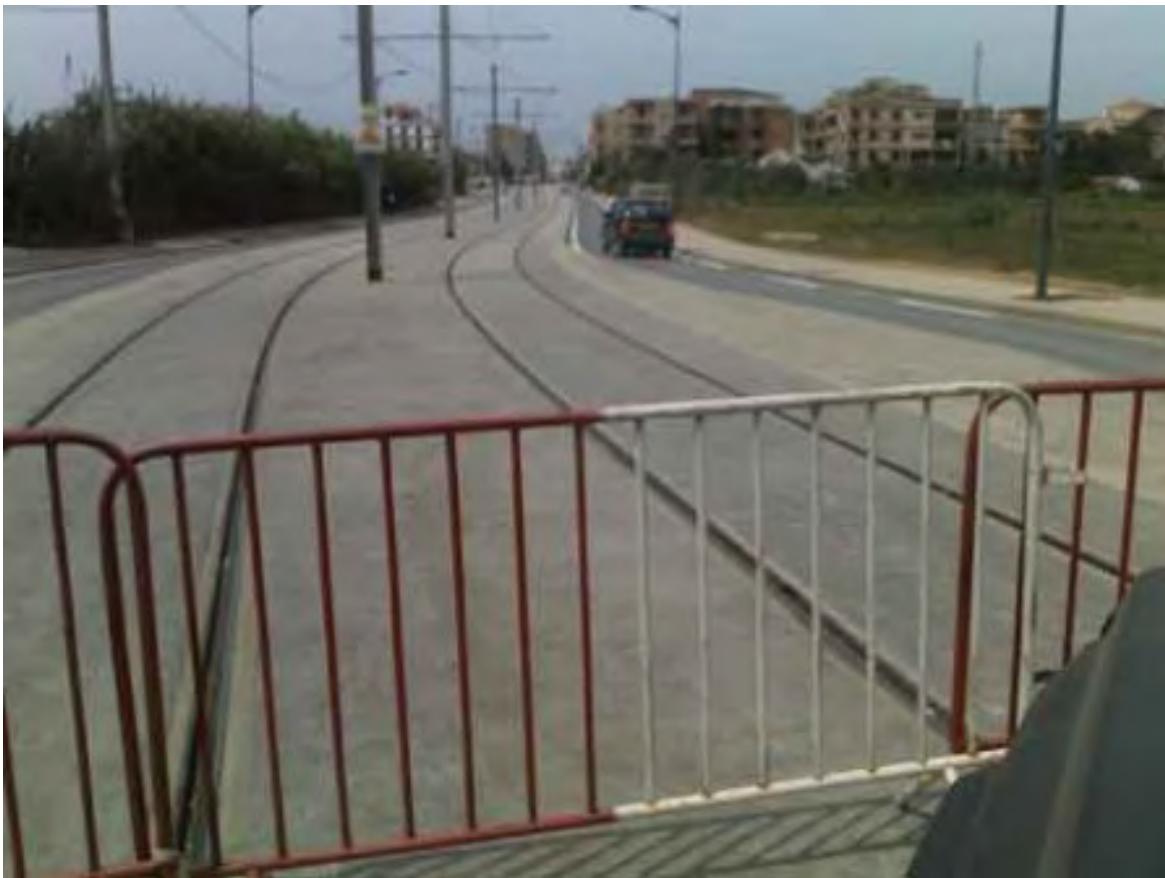
Bordj-el-Kiffane vers Bab-Ezzouar



Cinq Maisons vers Bab-Ezzouar



Dergana vers Bordj el Kiffane



Source : kabyles.net, 7 mai 2011

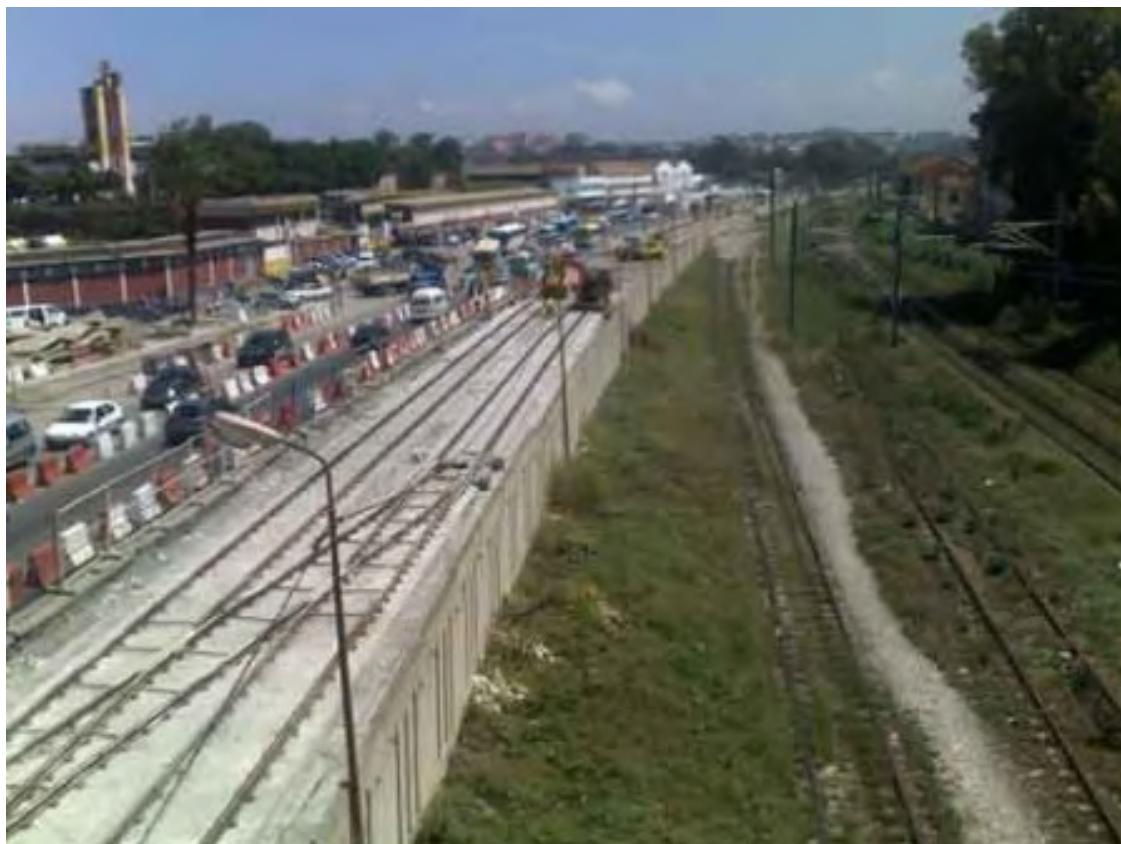
Bordj el Kiffane vers Bab Ezzouar



Bordj el Kiffane vers Cinq Maisons



Caroubier vers la rue de Tripoli



Caroubier



Rue de Tripoli



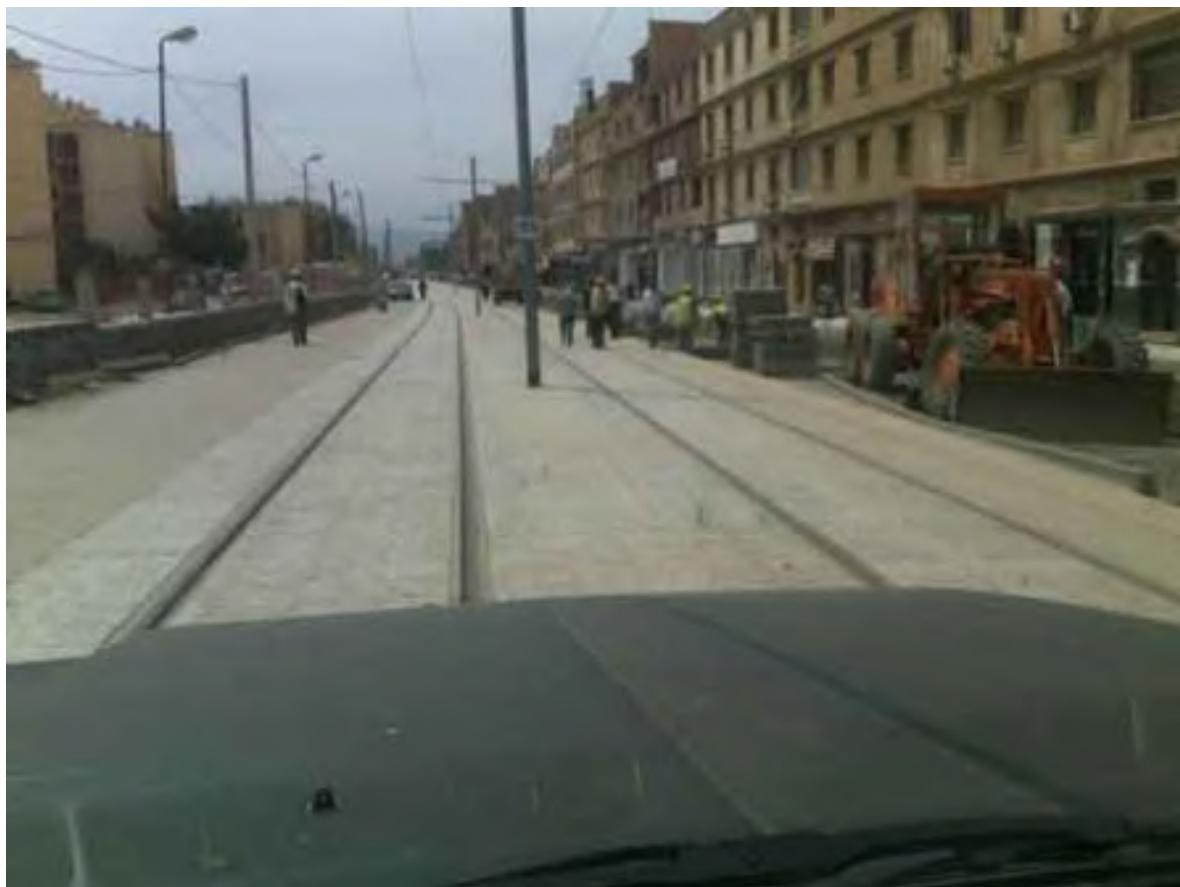
Route Moutonnière au niveau de Caroubier



Cinq Maisons vers Bab-Ezzouar



Bordj el Kiffane vers Bab-Ezzouar





Entrée rue de Tripoli depuis La Farge

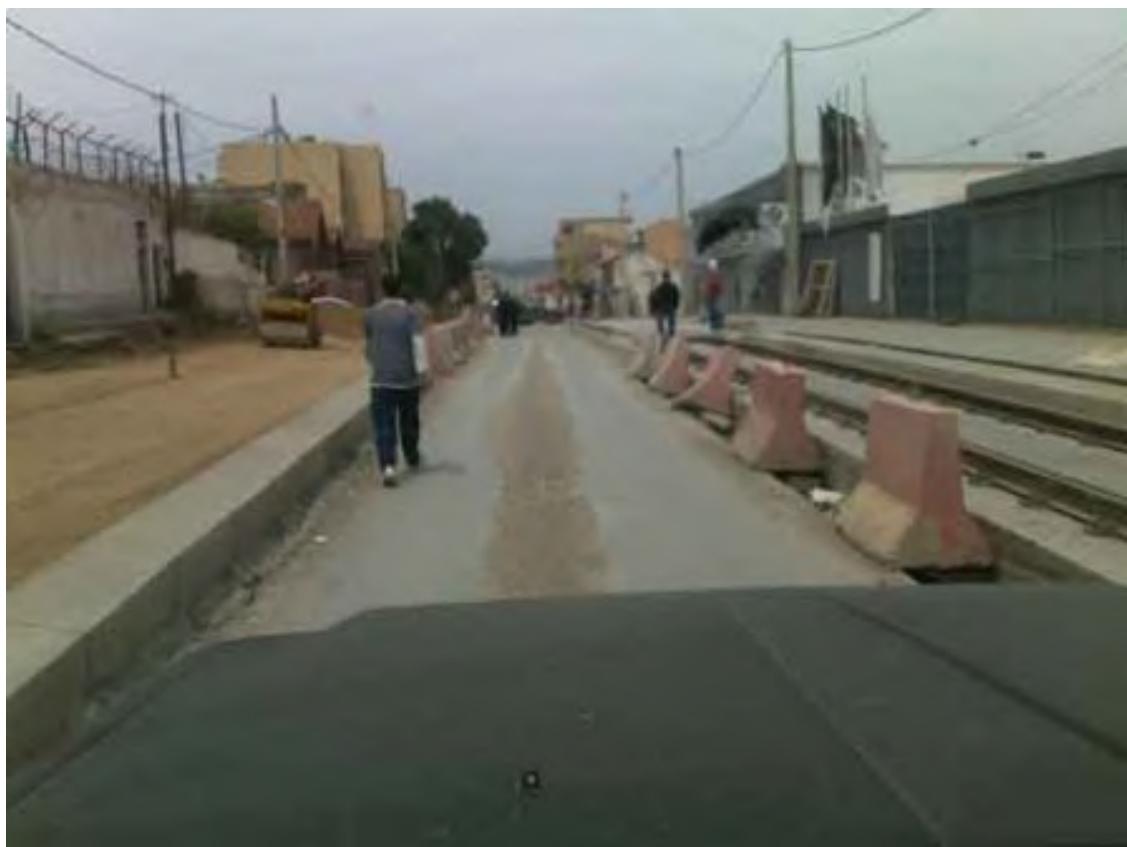


Route Moutonnière au niveau de Caroubier





Rue des Fusillés à La Farge



Rue de Tripoli

