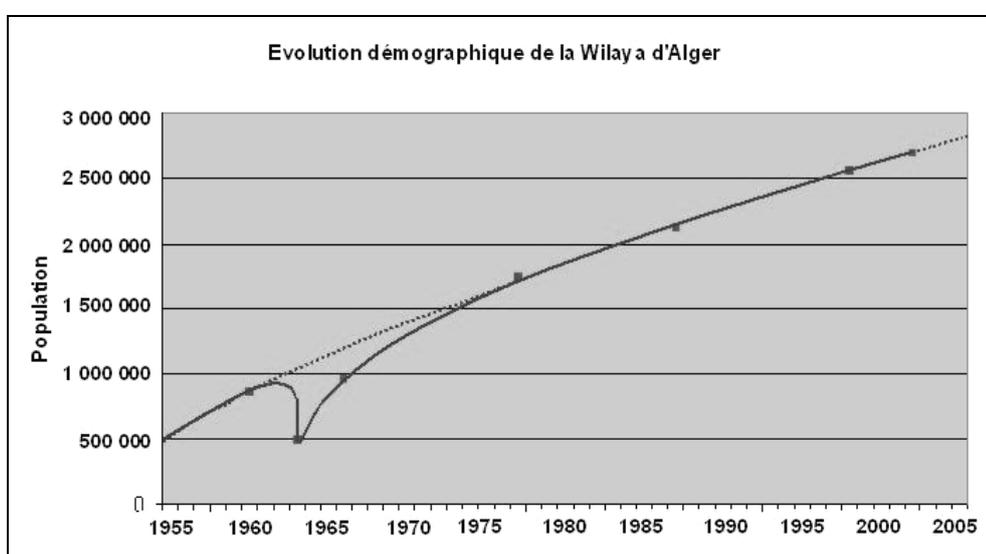


2-2-4 Population et ménages

(1) Population de la Wilaya d'Alger

La population algéroise a diminué significativement quand quelques 400 000 citoyens français ont quitté l'Algérie au moment de l'indépendance (1962). Un grand exode de la population a commencé des zones rurales vers les plaines et les villes riches côtières du nord comme l'indique la Figure 2-23¹. Après l'indépendance, la population algérienne ne cessait pas de s'accroître à raison de 3,48% par an, ce qui pourrait se référer vraiment à « l'explosion démographique ».

La croissance démographique a commencé à reprendre le rythme antérieur dès 1997. Les résultats des recensements (RGPH²) effectués en 1987 et 1998 confirment cette tendance avec la croissance annuelle passant de 3,1% à 2,15% respectivement.



Source: RGPH

Figure 2-23 Population d'Alger des 50 dernières années

La population totale de la Wilaya d'Alger était de 2 562 424 en 1998 quand le recensement général de la population et de l'habitat a été effectué. Avant le 31 décembre 2002, la population est estimée avoir atteint le nombre de 2 700 449³ avec une densité démographique de 3 337 habitants par kilomètre carré.

Pendant la période entre deux recensements précédents (1987-1998), la croissance moyenne annuelle était de 1,6% à Alger, moins élevée que le taux national de 2,5%. La haute densité démographique susmentionnée concerne particulièrement le centre de la ville d'Alger qui surchargeait inévitablement les divers secteurs tels que l'éducation, le transport, l'habitat, l'alimentation en eau potable, etc. Les chiffres estimés des populations des communes de la Wilaya d'Alger à partir de la fin de 2002 sont montrés au Tableau 2-3.

¹ La courbe n'est pas parfaitement fiable puisque le territoire algérois pris en considération a changé avec le découpage administratif ayant varié selon les périodes référées.

² RGPH: Recensement Général de la Population et de l'Habitat.

³ Source: Annuaire statistique de la Wilaya d'Alger (2003)

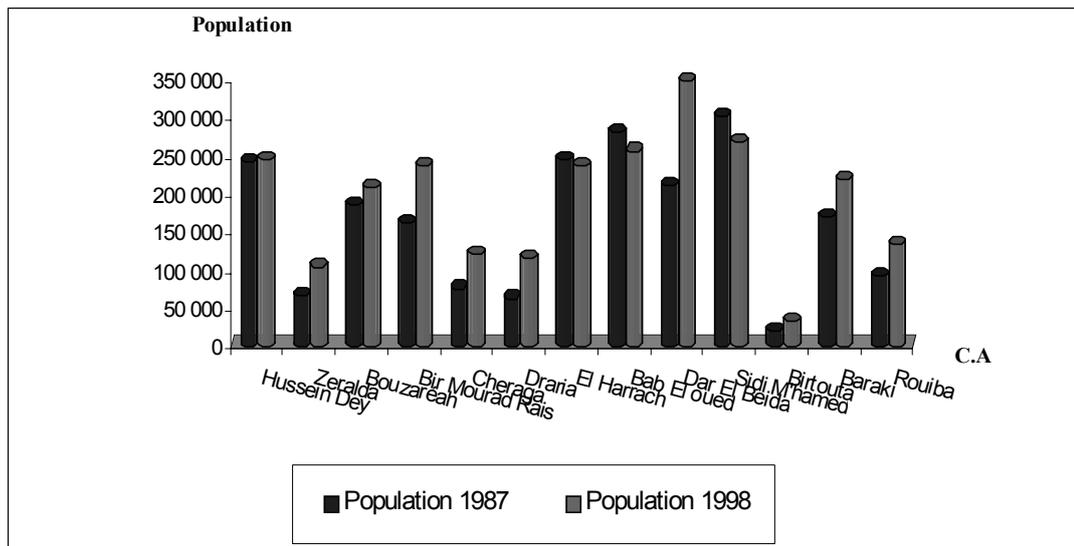
Tableau 2-3 Population estimée de la Wilaya d'Alger à partir du 31 décembre 2002

COMMUNES	Superficie en Km ²	Population au 31.12.2002	Densité (Hab/Km ²)
Bab El Oued	1,21	90.499	74.792
Bologhine	2,76	44.976	16.295
Casbah	1,08	52.170	48.305
Oued Koriche	2,24	55.435	24.748
Rais Hamidou	4,94	22.408	4.536
S / TOTAL	12,23	265.488	21.708
Baraki	32,15	100.613	3.129
Eucalyptus	30,32	102.622	3.385
Sidi Moussa	43,27	28.744	664
S / TOTAL	105,74	231.979	2.194
Bir Mourad Rais	4,15	45.243	10.902
Birkhadem	8,89	58.302	6.558
Gué de Constantine	14,54	90.851	6.248
Hydra	6,12	37.220	6.082
Saoula	25,00	33.087	1.323
S / TOTAL	58,70	264.703	4.509
Birtouta	27,01	23.402	866
Ouled Chebel	29,30	17.241	588
Tessala El Merdja	20,51	11.548	563
S / TOTAL	76,82	52.191	679
Bouzaréah	12,44	72.446	5.824
Ben Aknoun	3,83	20.342	5.311
Beni Messous	7,91	18.694	2.363
El Bar	4,08	54.542	13.368
S / TOTAL	28,26	166.024	5.875
Cheraga	36	64.865	1.802
Ain Benian	16	55.467	3.467
Dely Brahim	7,72	32.260	4.179
Hammamet	8,54	20.955	2.454
Ouled Fayet	25	16.378	655
S / TOTAL	93,26	189.925	2.036
Dar El Beida	33,29	49.455	1.486
Ain Taya	9,55	31.202	3.267
Bab Ezrouer	8,23	98.662	11.988
Bordj El Bahri	7,48	29.582	3.955
Bordj El Kiffan	21,70	111.009	5.116
El Marsa	3,88	9.252	2.384
Mohammadia	7,99	44.519	5.572
S / TOTAL	92,12	373.681	4.056

COMMUNES	Superficie en Km ²	Population au 31.12.2002	Densité (Hab/Km ²)
Draria	14	25.215	1.801
Baba Hacène	11	15.167	1.379
Douera	41	44.463	1.084
El Achour	12	21.224	1.769
Khraïcia	20	18.929	946
S / TOTAL	98	124.998	1.275
El Harrach	9,42	50.160	5.325
Bachedjerah	3	93.174	31.058
Bourouba	3,39	80.274	23.685
Oed Smar	8,15	22.549	2.767
S / TOTAL	24,29	246.177	10.135
Houssein Dey	4,26	51.803	12.160
Belouizdad	2,16	61.410	28.430
Kouba	10,05	110.439	10.989
Megharia	1,57	31.705	20.194
S / TOTAL	18,04	255.357	14.155
Rouiba	41,15	53.108	1.291
Reghaïa	12,4	19.387	1.563
Heraoua	27,25	70.041	2.570
S / TOTAL DAIRA	80,8	142.536	1.764
Sidi M'hamed	2,18	93.569	42.921
Alger Centre	3,7	99.843	26.985
El Madania	2,17	52.500	24.193
El Mouradia	1,91	30.664	16.054
S / TOTAL DAIRA	9,96	276.576	27.768
Zeralda	30	35.226	1.174
Mahelma	35	15.602	446
Rahmania	9	6.119	680
Soudania	15	12.338	822
Staouali	22	41.529	1.888
S / TOTAL	111	110.814	998
TOTAL WILAYA	809,22	2.700.449	3.337

Source :
Annuaire statistique de la Wilaya d'Alger (2003)

La croissance estimée de chaque commune à la fin de 2002 indique que les croissances les moins élevées pourraient être enregistrées dans un nombre de communes du centre d'Alger, par exemple, -1.40% à BAB EL OUED, -1.60% à CASBAH et -1.41% à SIDI M'HAMED tels que montrés à la Figure 2-24.



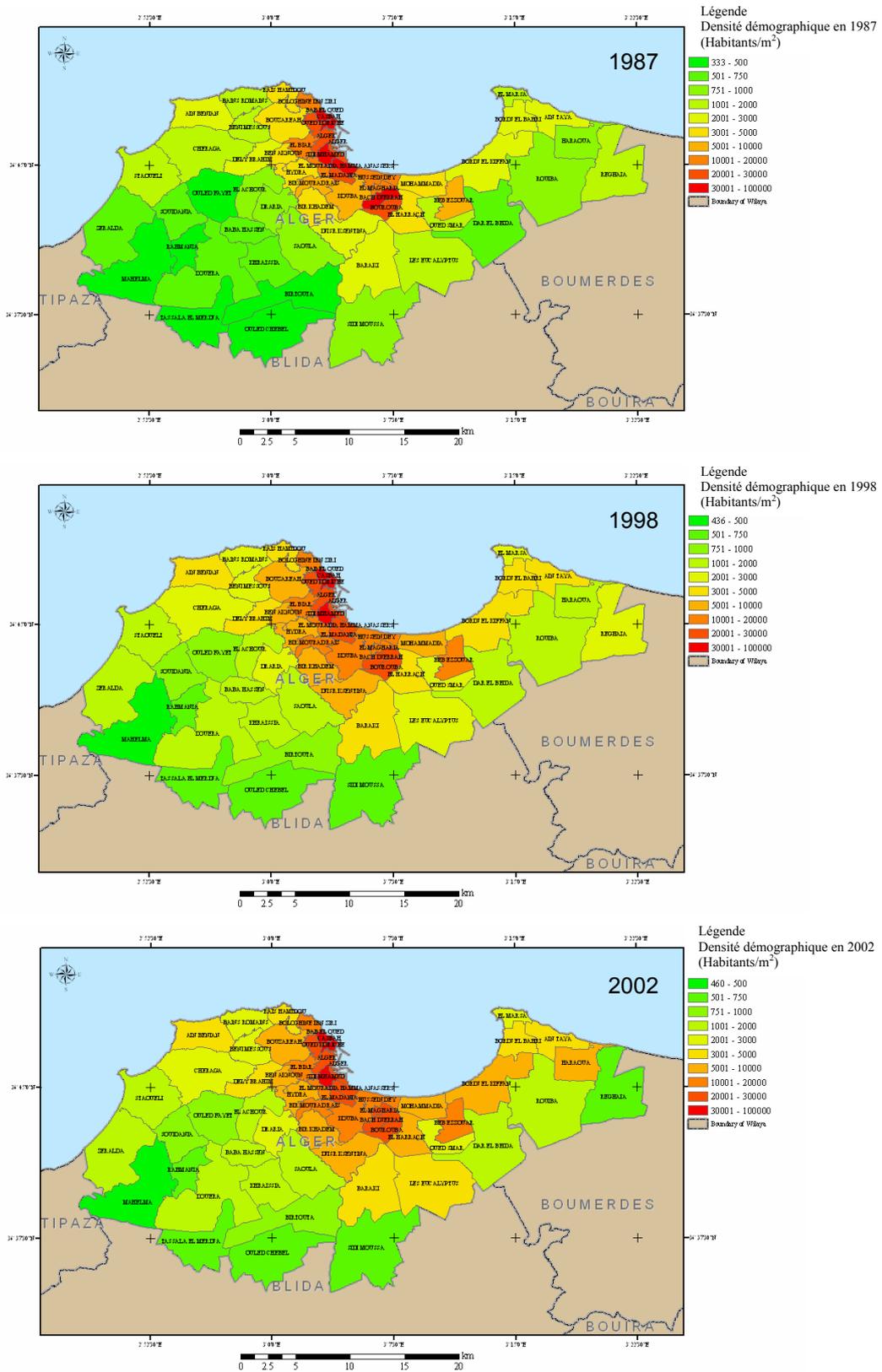
Source: RGPH

Figure 2-24 Populations des communes entre les recensements de 1987 et de 1998

La Figure 2-24 montre l'évolution de la distribution démographique des treize (13) communes entre 1987 et 1998. On y observe un mouvement général de la population vers la périphérie de la Wilaya, alors que les bâtiments importants occupés par les organisations nationales et internationales, les départements d'ingénierie et de conception, les sièges et les services des entreprises privées, etc., restent encore dans les zones centrales.

Les croissances les plus élevées sont observées dans les communes de DAR EL BEIDA (+8.76%), de BABA HASSEN (+8.08%) et de DRARIA (+7.65%) à l'exception de GUE DE CONSTANTINE (+8.9%), considérée comme étant un quartier qui était livré au processus d'urbanisation entre 1987-1998.

Il y a un rapport direct entre le développement démographique de certaines communes de la Wilaya et leur densité de la population. La Figure 2-25 montre l'évolution de la densité de la population des commune de la Wilaya d'Alger durant la période de 1987 à 2003.

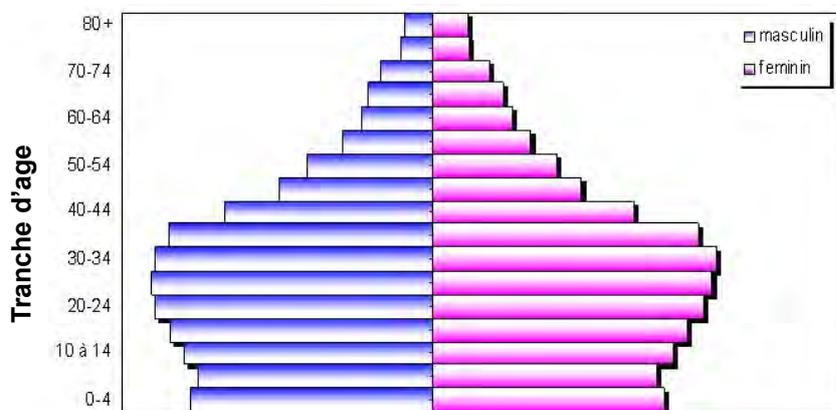


Source: URBANIS

Figure 2-25 Évolution de la densité démographique entre 1987 et 2002

(2) Population par genre

La population féminine de la Wilaya d'Alger représentait 49,7% et celle masculine de 50,3% en 1998 comme l'indique la Figure 2-26.



Source: RGPH 1998

Figure 2-26 Pyramide de la population en 1998

(3) Population par âge

Le déclin de la naissance affecte à la fois la population totale et la structure de la population comme le montre la Figure 2-26. Les données du recensement de 1998 démontrent aussi la diminution de la population active. Ceux qui sont âgés de 15 et à 59 ans représentaient 27% de la population totale en 1998 par rapport à 34% en 1987. La population âgée de 60 ans et plus a augmenté dans la même période de 5,8% à 8%.

(4) Population d'âge scolaire

La scolarité en Algérie est obligatoire pour les enfants de 6 à 15 ans. Le nombre total d'enfants d'âge scolaire de 6 à 15 ans est de 449 788 lors du dernier recensement (1998). Cela implique que le taux de scolarisation est d'environ 91% à la Wilaya d'Alger par rapport au taux national de 83%.

(5) Population active

Le Tableau 2-4 présente le résultat du recensement de 1998 concernant les activités de travail de la Wilaya d'Alger.

Tableau 2-4 Activités de travail des habitants de la Wilaya d'Alger

Rubrique	Nombre d'habitants	Pourcentage de la population totale	Pourcentage de la population active
Population totale	2 562 428	-	-
Population à l'âge de travail	1 632 584	63,71%	-
Population active	909 780	35,50%	55,73%
Population avec emploi	524 852	20,48%	32,15%
Sans emploi	384 928	15,02%	23,58%

Source: RGPH 1998

En 1998, la population totale d'âge de travail (15-59) était de 1 632 584 qui correspondent à 63,7% de la population totale. Le taux de chômage en 1998 était élevé (23,58% de la population d'âge de travail).

(6) Personnes physiquement handicapées

Dans la Wilaya d'Alger, le nombre de personnes handicapées était estimé à 18 799 en 1998.

(7) Population et ménages dans la zone d'étude

La zone d'étude consiste en 34 communes dont la population totale de 1 803 258 en 1998. Il y avait 300 438 ménages dans ces 34 communes 1998.

Le Tableau 2-5 montre la population et le nombre de ménage de la zone d'étude en 1998.

Tableau 2-5 Population et nombre de ménage par commune de la zone d'étude

Code	Commune	Population	Ménage	Code	Commune	Population	Ménage
1601	ALGER CENTRE	96 330	17 888	1619	BACH DJERAH	90 073	14 408
1602	SIDI M'HAMED	90 454	15 469	1620	DAR EL BEIDA	44 752	7 025
1603	EL MADANIA	51 405	8 283	1621	BAB EZZOUAR	92 158	15 370
1604	HAMMA EL ANNASSER	59 248	9 807	1622	BEN AKNOUN	19 406	3 371
1605	BAB EL OUED	87 557	14 160	1623	DELY BRAHIM	30 577	4 992
1606	BOLOGHINE	43 284	7 341	1624	HAMMAMET	19 650	3 406
1607	CASBAH	50 453	9 326	1625	RAIS HAMIDOU	21 517	3 556
1608	OUED KORICHE	53 378	9 138	1626	D. KACENTINA	82 730	13 446
1609	BIR MOURAD RAIS	43 255	7 296	1627	EL MOURADIA	29 503	5 176
1610	EL BIAR	52 584	9 182	1628	HYDRA	35 727	6 429
1611	BOUZAREAH	69 152	11 362	1629	MOHAMMADIA	42 079	6 928
1612	BIRKHADEM	55 083	8 833	1630	BORDJ EL KIFFAN	103 690	16 136
1613	EL HARRACH	48 167	7 645	1631	EL MAGHARIA	30 459	5 055
1615	OUED SMAR	21 396	3 309	1632	BENI MESSOUS	17 489	2 895
1616	BOUROUBA	77 496	12 291	1639	BORDJ EL BAHRI	27 905	4 465
1617	HUSSEIN DEY	49 921	8 139	1640	EL MARSIA	8 782	1 470
1618	KOUBA	105 253	18 095	1644	AIN BENIAN	52 345	8 746

Source: RGPH 1998

2-2-5 Occupation des sols et développement urbain

(1) Situation de couverture des sols

1) Cartes de couverture des sols généralisée

Afin de déterminer de manière crédible la couverture des sols de la Wilaya d'Alger, l'équipe d'étude JICA a préparé les cartes de couverture des sols par référence aux deux saisons. L'équipe d'étude a obtenu de l'USGS l'ensemble des images LANDSAT TM/ETM 5/7 géoréférencées de la région d'Alger. Presque 95% de la zone d'étude est couverte de WRS-2 Path 196 Row 035 et le reste est de WRS-2 Path 196 Row 034.

Deux cartes de couverture des sols généralisées (pour 1987 et 2000/2001) ont été créées sous forme de couches de données du SIG (ESRI shapefiles). Les types et les limites de couverture des sols ont été déterminés par photo interprétation des trois (3) jeux d'images LANDSAT TM : 1987 (été), 2000 (fin d'hiver) et 2001 (début de printemps).

Les cartes de couverture des sols définitives démontrent les classes de couverture des sols généralisées, listées au Tableau 2-6.

Tableau 2-6 Classes⁴ de couverture des sols généralisée

Code	Classe
1	Terrain dénudé
2	Récoltes
3	Forêt
4	Prairie
5	Industrie (zones caractérisées par de grands bâtiments ⁵)
6	Infrastructure (aéroport, équipement portuaires, grands équipements publics; chaque équipement est clairement interprétable sur les images LANDSAT de 30 m de résolution)
7	Mélange urbain (zones aux bâtiments clairsemés et de transition des zones rurales aux zones urbaines)
8	Arbuste
9	Urbain (zones à haute densité de constructions ou zones fortement peuplées)
10	Eau

(2) Interprétation de la situation de couverture des sols

La couverture des sols de la Wilaya d'Alger en 1987 et en 2000/2001 est résumée au Tableau 2-7.

Tableau 2-7 Comparaison de la couverture des sols entre 1987 et 2000/2001⁶

Classe de couverture des sols	Superficie	(Pourcent,)	Superficie (ha)	(Pourcent,)
1: Terrain dénudé	1 353	(1,8%)	876	(1,1%)
2: Récoltes	23 139	(30,1%)	20 613	(26,8%)
3: Forêt	4 675	6,1%	4 344	(5,6%)
4: Prairie	23 044	29,9%	20 071	(26,1%)
5: Industrie	2 093	2,7%	2 776	(3,6%)
6: Infrastructure	639	0,8%	643	(0,8%)
7: Mélange urbain	5 313	6,9%	5 237	(6,8%)
8: Arbuste	4 863	6,3%	1 846	(2,4%)
9: Urbain	11 685	15,2%	20 420	(26,5%)
10: Eau	167	0,2%	132	(0,2%)
(Erreur inconnue)	(13)	-	(13)	-
Total (excepté erreur)	76 971	(100%)	76 958	(100%)

⁴ [Source] Équipe d'étude JICA

⁵ La disposition spatiale générale et le modèle suggèrent la présence des grands bâtiments comme le cas d'une zone industrielle.

⁶ [Source] Équipe d'étude JICA

Les résultats de la comparaison d'entre les cartes de couverture des sols (1987-2000/2001) sont décrits comme suit :

1) Classe Terrain dénudé

La classe « Terrain dénudé » concerne les zones qui ne sont pas couvertes. Habituellement, le terrain est couvert de sol naturel ou de roches. La classe est souvent observée sur les terrains en pente des collines de Sahel. La classe est considérée sujette au mouvement de pente, à l'exploitation de carrières ou au développement de sites d'habitation. La superficie de la classe « Terrain dénudé » était de 876 ha en 2000/2001 incluant 1,1% de la surface de la Wilaya d'Alger. La proportion de la surface totale occupée par la classe « Terrain dénudé » a diminué jusqu'à 0,7% entre 1987 et 2000/2001.

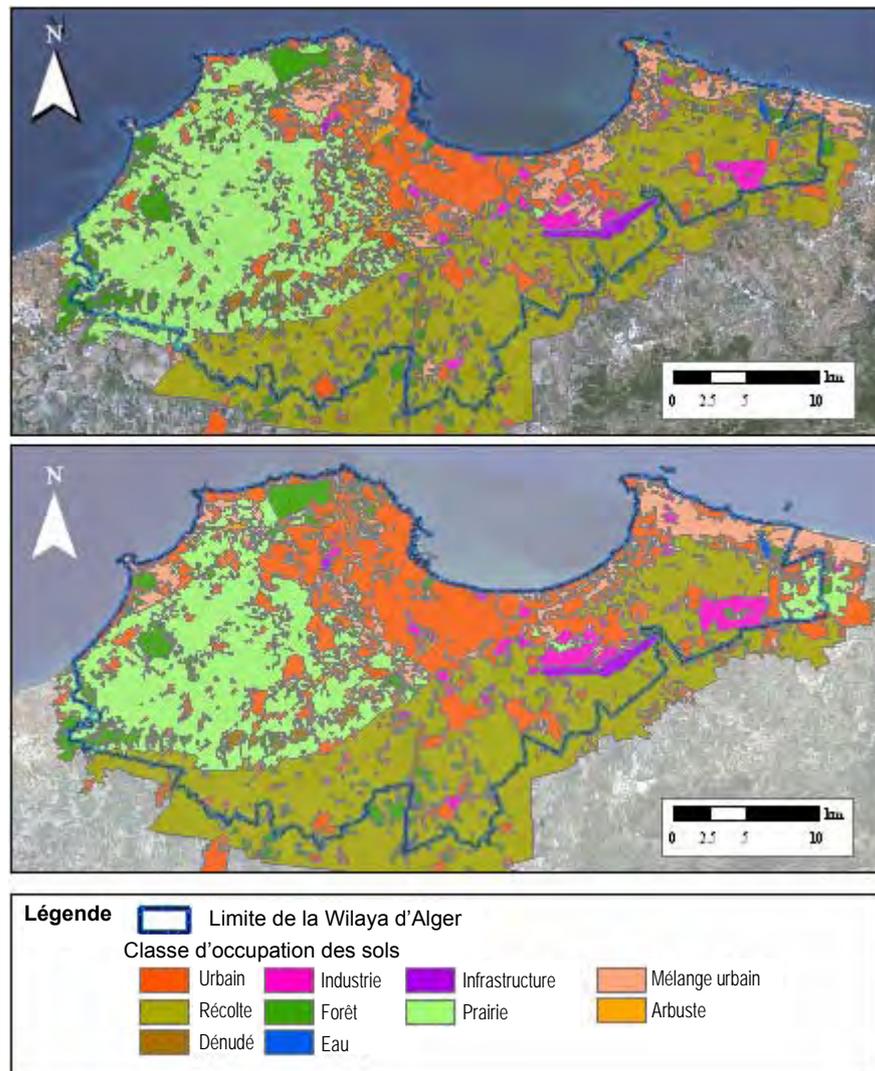


Figure 2-27 Situation de couverture des sols de la Wilaya d'Alger en 1987 et en 2000/2001⁷

⁷ [Source] Limite de la Wilaya d'Alger (INCT); Images LANDSAT (USGS); Cartes de couverture des sols (Équipe d'étude JICA)

2) Classe Récoltes

La classe « Récoltes » se limite en général aux zones agricoles. La classe « Récoltes » est largement observée dans la moitié sud de la Wilaya d'Alger, par exemple, l'extrémité sud des collines de Sahel, la plaine de la Mitidja et le côté oriental de la baie d'Alger. La superficie de la classe « Récoltes » était de 20 613 ha en 2000/2001 représentant 26,8% de la surface de la Wilaya d'Alger. La proportion de la surface totale occupée par la classe « Récoltes » a diminué jusqu'à 3,3% entre 1987 et 2000/2001.

3) Classe Forêt

La classe « Forêt » s'observe principalement sur les collines de Sahel. La superficie de la classe « Forêt » était de 4 344 ha en 2000/2001 incluant 5,6% de la surface de la Wilaya d'Alger. La proportion de la surface totale de la classe « Forêt » a diminué jusqu'à 0,5% entre 1987 et 2000/2001.

4) Classe Prairie

La classe « Prairie » s'observe largement sur les collines de Sahel et dans la partie orientale éloignée de la Wilaya d'Alger. La superficie de la classe « Prairie » était de 20 071 ha en 2000/2001 incluant 26,1% de la surface de la Wilaya d'Alger. La proportion de la surface totale occupée par la classe « Prairie » a diminué jusqu'à 3,8% entre 1987 et 2000/2001.

5) Classe Industrie

La classe « Industrie » était reconnaissable par interprétation des dispositions et des modèles apparus sur les images LANDSAT. La classe « Industrie » peut inclure aussi les caractéristiques non industrielles telles que les universités et les grands complexes d'habitation qui paraissent similaires aux bâtiments industriels sur les images LANDSAT. La surface de la classe « Industrie » était de 2 776 ha en 2000/2001 incluant 3,6% de la surface de la Wilaya d'Alger. La proportion de la surface totale occupée par la classe « Industrie » a diminué jusqu'à 1% entre 1987 et 2000/2001.

6) Classe Infrastructure

La classe « Infrastructure » inclut les grands équipements d'infrastructure facilement reconnaissables sur les images LANDSAT. En général, la classe « Infrastructure » inclut les équipements portuaires et aéroportuaires. La superficie de la classe « Infrastructure » était de 643 ha en 2000/2001 incluant 0,8% de la Wilaya d'Alger. La surface de la classe « Infrastructure » n'a eu que très peu de changement entre 1987 et 2000/2001.

7) Classe Mélange urbain

La classe « Mélange urbain » est caractérisé par les caractéristiques « mélangées » qui incluent les zones urbaines clairsemées et les autres classes de couverture. Il est considéré que les zones classées en « Mélange urbain » étaient de transition des zones rurales à celles urbaines durant la période entre 1987 et 2000/2001. En 1987, la classe

« Mélange urbain » s’observait principalement aux zones côtières dans le nord-est des collines de Sahel et dans les zones côtières orientales de la baie d’Alger. Entre 1987 et 2000/2001, la surface couverte de « Mélange urbain » s’est étendue dans l’est de la Wilaya le long de la ligne côtière de la baie d’Alger avec autant de diminution de la surface « Récoltes ». Cependant, aux zones côtières des collines du nord-ouest de Sahel, la couverture antérieure de « Prairie » a été remplacée par les nouvelles zones de mélange urbain dans et autour de la commune de STAOUELI. Dans les autres zones, la classe « Mélange urbain » s’est fait remplacer complètement par la classe « Urbain » avant 2000/2001. La superficie de la classe « Mélange urbain » était de 5 237 ha en 2000/2001 incluant 6,8% de la Wilaya d’Alger. En général, la surface de « Mélange urbain » restait relativement constante tout en diminuant jusqu’à 0,1% de la surface totale entre 1987 et 2000/2001.

8) Classe Arbuste

Parmi dix classes de couverture des sols identifiées, la classe « Arbuste » couvrait la surface la plus menue. La classe « Arbuste » était généralement observée dans la partie est des collines de Sahel en 1987. La classe « Arbuste » représentait souvent la végétation restante le long des cours d’eau et des zones collinaires qui étaient trop raides pour le développement agricole ou urbain. La superficie de la classe « Arbuste » était de 1 846 en 2000/2001 incluant seulement 2,4% de la Wilaya d’Alger. La proportion de la surface totale occupée par la classe « Arbuste » a diminué jusqu’à 3,9% entre 1987 et 2000/2001.

9) Classe Urbain

La classe « Urbain » est reconnue comme zone aux bâtiments compactes sur les images satellitaires LANDSAT. En 1987, la classe « Urbain » se concentrait sur la zone côtière entre la CASBAH et HUSSEIN DEY. Entre 1987 et 2000/2001, la classe « Urbain » s’est étendue vers l’est le long la baie d’Alger. Dans la zone collinaire de Sahel, la classe « Urbain » s’étendait considérablement avec autant de diminution de la couverture de « Mélange urbain ». Quant aux régions de l’intérieur de la Wilaya, une large couverture de « Mélange urbain » a été aussi remplacée par la classe « Urbain ». La superficie de la classe « Urbain » était 20 420 ha en 2000/2001 incluant 26,5% de la Wilaya d’Alger. La proportion de la surface totale occupée par la classe « Urbain » a augmenté jusqu’à 11,3% entre 1987 et 2000/2001. Cela représente le plus grand changement de la couverture des sols dans la zone d’étude.

10) Classe Eau

La classe « Eau » représente les aquifères à l’intérieur du pays. Cette classe inclut les étangs/lacs/réservoirs de taille relativement importante qui sont donc interprétables sur les images LANDSAT. Il n’y a eu que très peu de changement de la surface de la couverture de « Eau » entre 1987 et 2000/2001.

(3) Urbanisation dans l’ensemble de la Wilaya d’Alger

1) Situation générale

Comme le mentionne le présent chapitre, la classe « Urbain » représente le plus grand changement de la couverture de la Wilaya d’Alger durant la période entre 1987 et

2000/2001. La proportion de la surface totale des sols occupés par la classe « Urbain » a augmenté jusqu'à 11,3% entre 1987 et 2000/2001. Parmi dix (10) classes de couverture des sols identifiées en 1987, trois (3) classes de couverture (« Prairie », « Mélange urbain » et « Récoles ») se font remplacés principalement par la classe « Urbain » en 2000/2001.

En général, seulement 3,7% de la surface de la classe "Urbain" de 1987 sont passé aux autres classes de couverture des sols en 2000/2001. Ces zones incluent seulement 0,5% de la surface totale de la Wilaya d'Alger.

Trois (3) sur dix (10) classes de couverture des sols (« Urbain », « Industrie » et « Infrastructure ») identifiées sur les images LANDSAT sont considérées comme représentant les zones développées correspondant aux zones réelles « urbanisées » de la Wilaya d'Alger. La Figure 2-28 montre la distribution des zones « urbanisées » de la Wilaya d'Alger en 1987 et 2000/2001. Ces zones « urbanisées » étaient réinterprétées par extraction des trois (3) véritables classes de couverture des sols urbains (« Urbain », « Industrie » et « Infrastructure ») des cartes de couverture des sols originales.

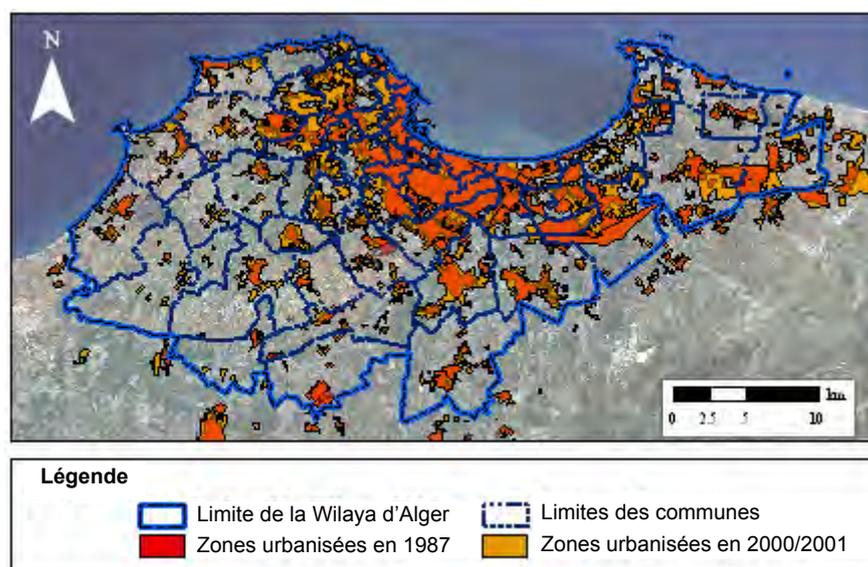


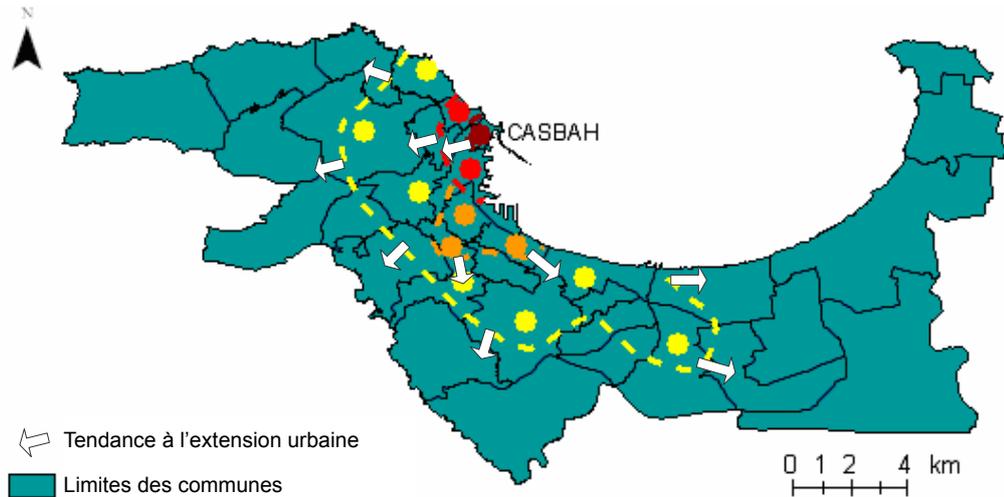
Figure 2-28 Comparaison des zones urbanisées entre 1987 et 2000/2001⁸

2) Tendence d'urbanisation

La Figure 2-30 montre le pourcentage d'urbanisation de chaque commune en 1987 et 2000/2001. De manière générale, l'extension urbaine dans la Wilaya d'Alger semble avoir avancé très rapidement.

Il est généralement exprimé par les Algériens que la Wilaya d'Alger a été urbanisée (historiquement) de l'ouest à l'est, de la commune de CASBAH comme « point de départ » et le long de la ligne côtière de la baie d'Alger tel que montré à la Figure 2-29.

⁸ [Source] Limite de la Wilaya d'Alger et limites des communes (INCT) ; Zones « Urbanisées » (Équipe d'étude JICA)



Source: Gouvernorat du Grand Alger (1997), Alger, capitale du 21e siècle, Gouvernorat du Grand Alger

Figure 2-29 Extension urbaine schématisée de la zone d'étude avant le début des années 1960

Il y avait huit (8) communes en 1987 et treize (13) en 2000/2001 dont plus de 80% de la surface a été urbanisée.

Puisque deux communes (BELOUZDAD et EL MADANIA) incluent les zones aux forêts « planifiées » identifiées comme classe « Forêt » sur les cartes de couverture des sols, la densité d'urbanisation de ces deux communes en 2000/2001 a été estimée à environ 60-80%. En réalité, ces deux communes ont été presque complètement urbanisées avant 2000/2001.

Dans les communes situées à plus de 10 km au sud de la ligne côtière de la baie d'Alger, le taux d'urbanisation entre 1987 et 2000/2001 n'était pas aussi remarquable que dans les communes situées dans la zone côtière.

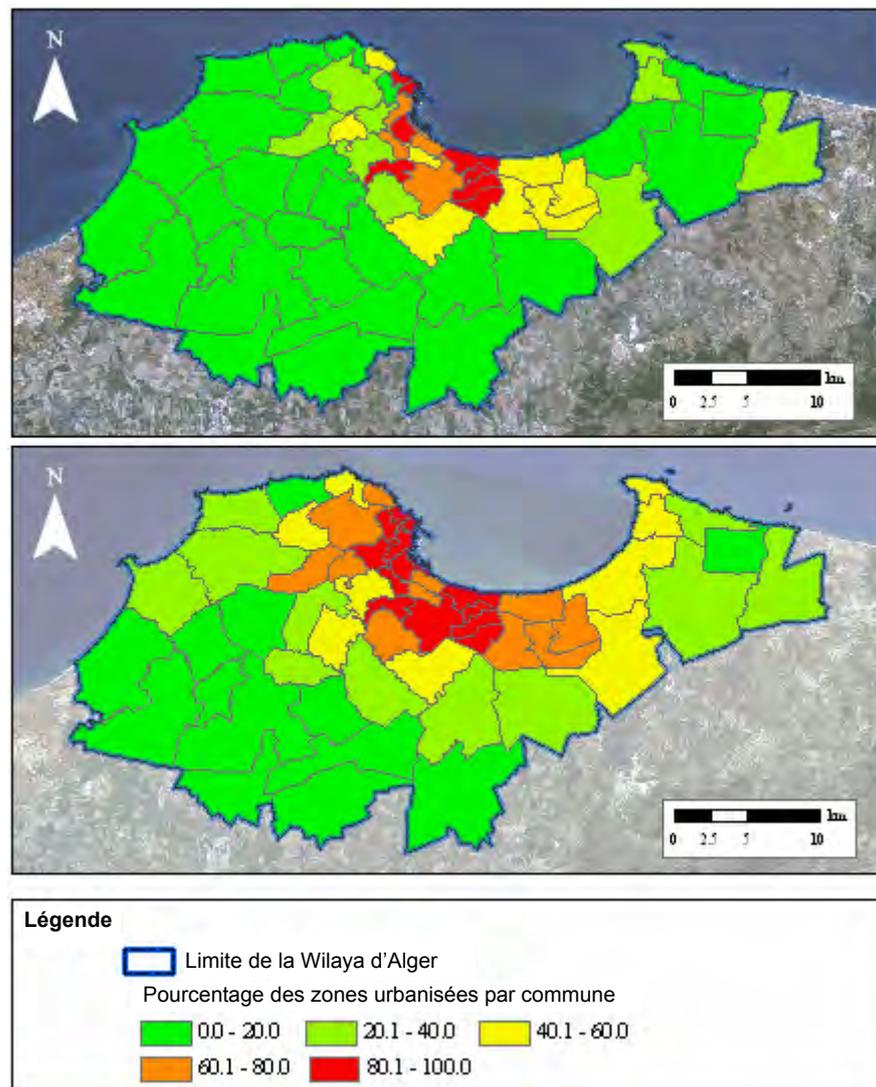


Figure 2-30 Pourcentage d'urbanisation de communes en 1987 et en 2000/2001⁹

3) Population estimée pour la fin 2002

Dans l'étude de la JICA, il n'y a que le recensement de 1998 qui était disponible comme le recensement le plus récent sur la population et les ménages. Aucun recensement officiel n'était disponible dans la Wilaya d'Alger depuis 1998. Cependant, « l'Annuaire statistique de la Wilaya d'Alger 2003 » estime la démographie de la Wilaya d'Alger pour la fin 2002.

Selon l'estimation indiquée dans ledit annuaire, la zone d'étude (incluant 34 communes) a été estimée avoir une population de 1 892 379 et une densité moyenne de 7 853 habitants par km².

Dans la zone d'étude, la densité démographique des trois (3) communes (BAB EL OUED, CASBAH et SIDI M'HAMED) a été estimée à plus de 40 000 habitants par km²

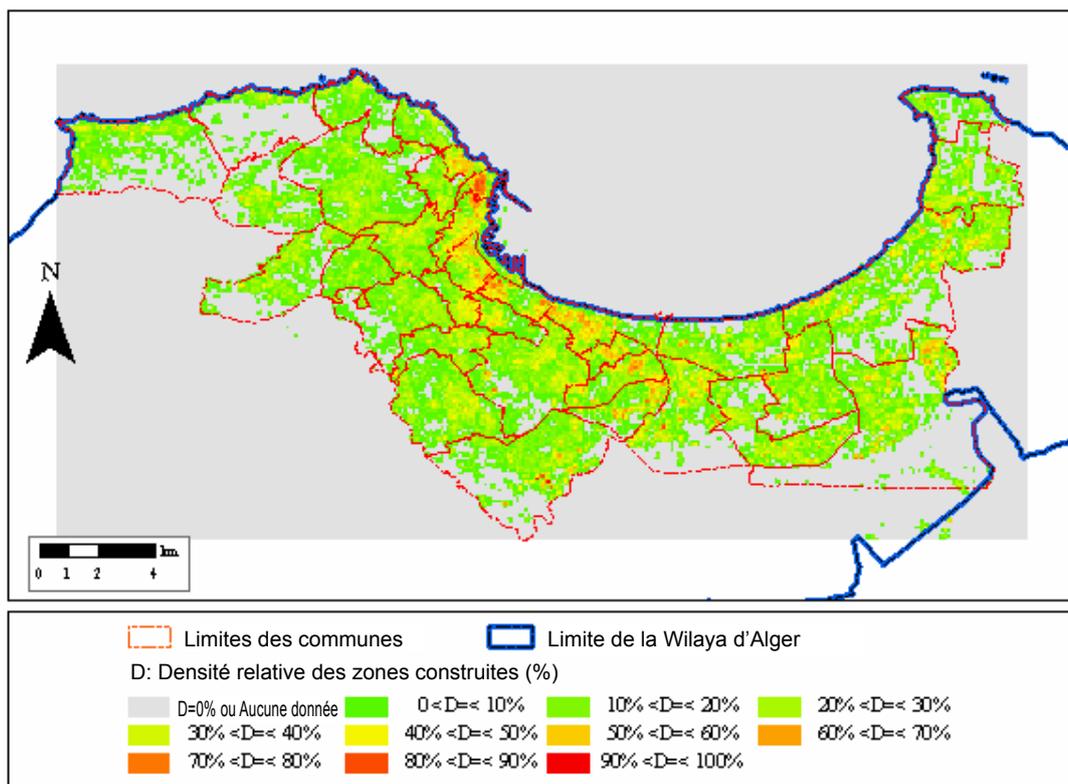
⁹ [Source] Limite de la Wilaya d'Alger (INCT); Pourcentage des surfaces urbanisées par commune (Étude d'étude JICA)

en 2002, et celle des huit (8) communes (OUED KORICHE, ALGER CENTRE, BELOUZDAD, EL MADANIA, EL MAGHARIA, BACH DJARAH et BOUROUBA) entre 20 001 et 40 000 habitants par km² en 2002. La densité de population des autres 23 communes de la zone d'étude a été estimée à moins de 20 000 habitants par km² en 2002.

La commune la plus peuplée dans la zone d'étude est la commune de BAB EL OUED avec 48 306 habitants km² en 2002. La commune la moins peuplée dans la zone d'étude est la commune de DAR EL BEIDA avec seulement 1 486 habitants par km² en 2002.

4) Surfaces occupées par les bâtiments

La Figure 2-31 montre la densité relative des surfaces construites de la zone d'étude.



Source: Équipe d'étude JICA

Figure 2-31 Densité relative des surfaces construites (%) de la zone d'étude¹⁰

La densité relative des surfaces construites a été déterminée moyennant les données du SIG préparées par URBANIS. Chaque pixel coloré de la Figure 2-31 susmentionnée représente une surface d'un (1) ha et montre le taux (%) de surface occupée par bâtiment par hectare.

Les zones où la densité relative des surfaces construites est supérieure à 60% sont considérées à haute densité de construction. Elles sont généralement concentrées dans

¹⁰ [Source] Limites des communes (INCT, révisées par l'équipe d'étude JICA); Limite de la Wilaya d'Alger (INCT); Densité relative des zones à masse construite (URBANIS; traitée par l'équipe d'étude JICA)

la partie nord-est des collines de Sahel et la partie orientale de la Wilaya d'Alger. Les autres zones où la densité de construction dépasse 60% se situent dans de différentes parties de la zone d'étude, c'est-à-dire, la partie nord-est de la commune de DAR EL BEIDA.

La Figure 2-32 montre la densité relative des surfaces construites par commune. Les surfaces construites des trois communes à haute densité de construction (BAB EL OUED, CASBAH et SIDI M'HAMED) incluent plus de 30% de la surface de chacune de ces communes. La densité relative des surfaces construites de la commune de CASBAH est la plus élevée des 34 communes incluant la zone d'étude. La surface construite dans la commune de CASBAH inclut 39% de la surface de cette commune. La commune de SIDI M'HAMED est la commune est la deuxième en terme de densité de construction (densité relative de construction = 34%) et la commune de BAB EL OUED a la troisième plus haute densité de construction (densité relative de construction = 33%). Ces trois communes correspondent aux communes les plus peuplées dans la zone d'étude. Quand à l'ensemble de la zone d'étude, les communes les plus peuplées correspondent habituellement à celles à haute densité de construction.

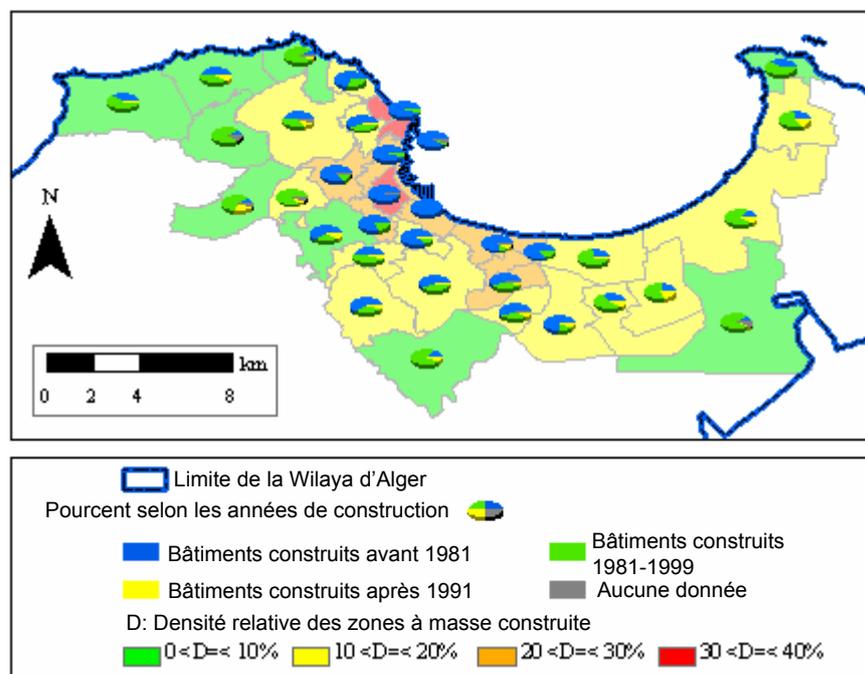


Figure 2-32 Densité relative des surfaces à masse construite et année¹¹ de construction par commune¹²

¹¹ Seulement les bâtiments sélectionnés au hasard dans la zone d'étude, vérifiés dans "l'enquête d'inventaire des bâtiments" effectuée par l'équipe d'étude en 2005.

¹² [Source] Limite de la Wilaya d'Alger (INCT); Pourcentage selon les années de construction (l'équipe d'étude JICA); Densité relative des zones à masse construite (URBANIS; traitée par l'équipe d'étude JICA)

Tableau 2-8 Rapport (%) selon les périodes de construction par commune¹³

Commune	Avant 1981	1981-1999	Après 1999	Inconnu
Alger Centre	94,5	3,9	1,6	0,0
Sidi M'hamed	96,1	1,9	0,0	1,9
El Madania	86,4	10,4	3,2	0,0
Belouzdad	100,0	0,0	0,0	0,0
Bab El Oued	95,8	4,2	0,0	0,0
Bologhine Ibnou Ziri	70,8	29,2	0,0	0,0
Casbah	92,9	3,2	0,0	3,9
Oued Koriche	60,1	36,7	3,2	0,0
Bir Mourad Rais	45,5	50,3	4,2	0,0
El Biar	86,4	10,4	0,0	3,2
Bouzareah	44,8	36,7	13,3	5,2
Birkhadem	58,1	35,4	6,5	0,0
El Harrach	74,7	18,2	7,1	0,0
Oued Smar	33,1	58,4	8,4	0,0
Bourouba	55,8	33,1	9,1	1,9
Hussein Dey	78,6	10,7	6,8	3,9
Kouba	57,1	37,7	5,2	0,0
Bach Djarah	58,1	36,0	2,3	3,6
Dar El Beida	11,7	76,6	3,9	7,8
Bab Ezzouar	23,1	57,5	19,5	0,0
Ben Aknoun	0,0	82,1	8,8	9,1
Dely Brahim	11,7	59,1	24,0	5,2
Hammamet	44,8	46,1	9,1	0,0
Rais Hamidou	11,4	81,5	3,6	3,6
Djasr Kasentina	17,5	74,0	6,5	1,9
El Mouradia	81,5	18,5	0,0	0,0
Hydra	60,1	30,2	9,7	0,0
Mouhammadia	28,2	67,5	4,2	0,0
Bordj El Kiffan	16,9	73,4	9,7	0,0
El Magharia	82,5	17,5	0,0	0,0
Beni Messous	9,7	80,2	0,0	10,1
Bordj El Bahri	28,6	57,1	14,3	0,0
El Marsa	39,9	60,1	0,0	0,0
Ain Benian	38,3	58,4	3,2	0,0

La Figure 2-32 et le Tableau 2-8 montrent aussi les années de construction des bâtiments de chaque commune. Les communes où la plupart des bâtiments étaient construits avant 1981 sont concentrées le long de la ligne côtière sud-ouest de la baie d'Alger. Ces communes correspondent à celles où la densité relative des surfaces construites dépasse 20%.

¹³ [Source] Équipe d'étude JICA

Dans cinq (5) communes (BELOUZDAD, SIDI M'HAMED, BAB EL OUED, ALGER CENTRE et CASBAH), 90% des bâtiments au total ont été construits avant 1981. Ces cinq communes sont suivies par un groupe de quatre (4) communes (EL MADANIA, EL BIAR, EL MAGARIA et EL MOURADIA) où 82 à 86% des bâtiments au total sont réalisés avant 1981.

Quant aux 14 communes¹⁴ qui suivent, plus de 50% des bâtiments de chaque commune étaient construits dans la période entre 1981 et 1999.

Les années de construction des bâtiments indiquent les périodes principales du développement urbain de chaque commune.

5) Routes (à partir de la fin de 2002)

Les routes de la zone d'étude sont administrativement divisées dans trois (3) catégories : routes « nationale », « de wilaya » et « communale ». Dans la Wilaya d'Alger, les longueurs totales des routes « nationale », « de wilaya » et « communale » sont de 220 470 km, 222 386 km et 110 220 km respectivement. Dans les 34 communes formant la zone d'étude, les longueurs totales des routes « nationale », « de wilaya » et « communale » sont de 29 880 km, 16 177 km et 24 934 km respectivement.

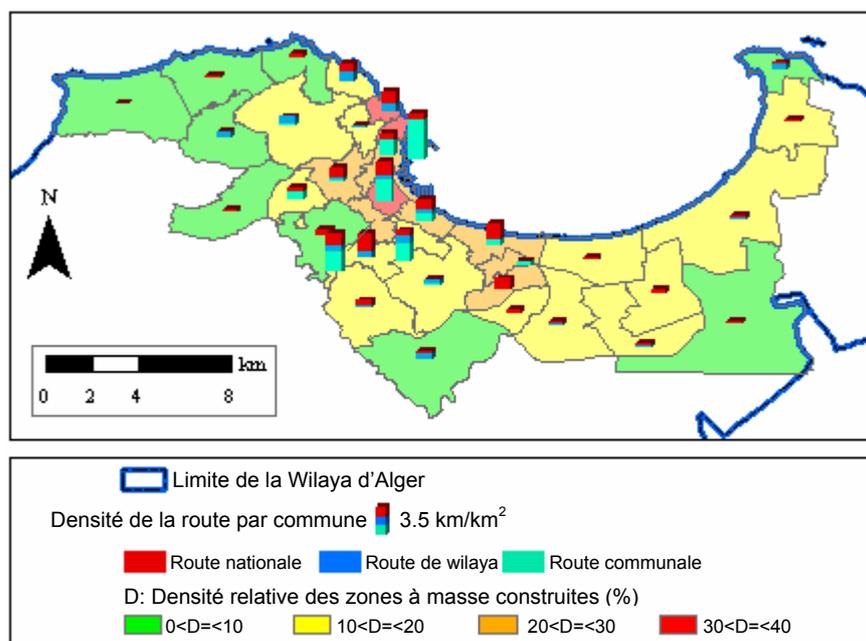


Figure 2-33 Densité de routes (km/km^2) par commune et densité relative des surfaces à masse construite¹⁵

¹⁴ EI MARSA, BORDJ EL BAHRI, BORDJ EL KIFFAN, DAR EI BEIDA, BEB EZZOUAR, OUED SMAR, MOUHAMMADIA, DJASR KASANTINA, BIR MOURAD RAIS, BEN AKNOUN, DELY BRAHIM, RAIS HAMIDOU, BENI MESSOUS et AIN BENIAN.

¹⁵ [Source] Limite de la Wilaya d'Alger (INCT); Densité de la route par commune ("Annuaire Statistique de la Wilaya d'Alger Année 2003", calculée par l'équipe d'étude JICA); Densité relative des zones à masse construite (URBANIS; traitée par l'équipe d'étude JICA)

La Figure 2-33 montre la densité totale de route (km/km²) de chaque commune. Les routes communales, généralement plus étroites que les routes nationale et de wilaya, sont souvent situées dans les communes où la densité relative des surfaces construites est plus élevée, c'est-à-dire, CASBAH, ALGER CENTRE, SIDI M'HAMED et EL MADANIA. De plus, les routes administratives (« nationale », « de wilaya » et « communale ») sont souvent observées dans les communes incluant les surfaces à haute densité de construction ou les surfaces fortement peuplées le long de la ligne côtière sud-ouest de la baie d'Alger.

Tableau 2-9 Densité de la route (km/km²) par commune¹⁶

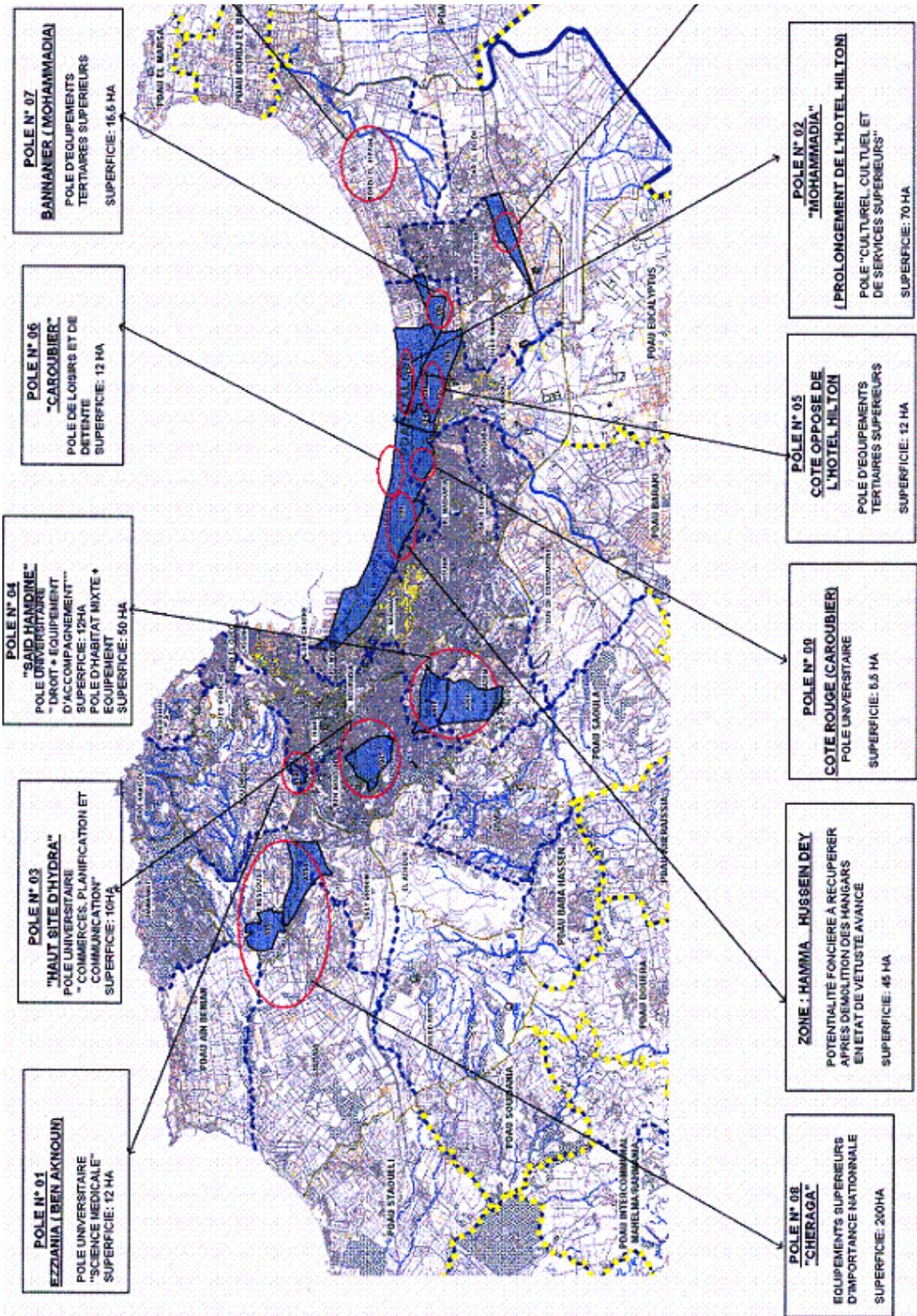
Commune	Routes nationales	Routes de wilaya	Routes communales
ALGER CENTRE	1,270	0,000	2,635
SIDI M'HAMED	2,362	0,550	3,784
EL MADANIA	0,956	1,406	3,028
BELOUZDAD	1,806	0,833	1,111
BAB EL OUED	2,066	1,405	0,000
BOLOGHINE I. Z.	1,123	1,920	0,000
CASBAH	0,972	0,000	6,944
OUED KORICHE	0,000	0,625	0,000
BIR M. RAIS	2,988	1,277	0,000
EL BIAR	1,703	0,404	0,294
BOUZAREAH	0,000	1,182	0,249
BIR KHADEM	1,020	0,326	0,000
EL HARRACH	0,318	0,106	0,000
OUED SMAR	0,307	0,307	0,000
BOUROUBA	0,826	0,000	0,000
HUSSEIN DEY	2,559	0,000	1,009
KOUBA	0,000	0,781	0,249
BACH DJARAH	1,833	0,000	0,000
DAR EL BEIDA	0,372	0,168	0,000
BAB EZZOUAR	0,674	0,000	0,000
BEN AKNOUN	0,574	0,000	1,305
DELY BRAHIM	0,214	0,194	0,000
EL HAMMAMET	0,562	0,000	0,000
RAIS HAMIDOU	0,607	0,000	0,000
D. KASANTINA	0,422	0,880	0,000
EL MOURADIA	1,832	1,283	3,560
HYDRA	0,850	0,196	0,000
MOUHAMMADIA	0,263	0,000	0,000
BORDJ EL KIFFAN	0,438	0,364	0,000
EL MAGHARIA	0,000	0,000	0,764
BENI MESSOUS	0,000	1,047	0,000
BORDJ EL BAHRI	0,421	0,000	0,000
EI MARSА	0,374	0,860	0,000
AIN BENIAN	0,166	0,063	0,000

¹⁶ [Source] "Annuaire Statistique de la Wilaya d' Alger Année 2003", calculé par l'équipe d'étude JICA

6) Résumé du fond historique de l'urbanisation de la Wilaya d'Alger

L'Algérie a obtenu son indépendance en 1962. Immédiatement après, l'Algérie a été divisée en 15 wilayat. Au fil des années, le nombre de wilayat a augmenté à 48 en 1984.

En 1997, l'« ordonnance 97-14 » a été introduite pour étendre la Wilaya d'Alger par intégration des 24 communes qui appartenaient avant aux autres wilayat adjacentes à la Wilaya d'Alger. En plus, le « Gouvernorat de Grand Alger (GGA) » a été installé conformément à l'« ordonnance 97-15 ». Cette nouvelle circonscription administrative inclut 57 communes réparties dans 13 districts. Parmi ces 57 communes, 28 communes étaient considérées comme arrondissement urbain, alors que le reste s'est vu donner le statut de commune périphérique. Le GGA a mis en place un « Grand Projet Urbain, Alger, capital du 21^e siècle » (Figure 2-34). A présent, la wilaya d'Alger a repris son ancien statut de « wilaya » et les 28 arrondissements ont eu le statut de commune.



Source : URBANIS

Figure 2-34 « Grand Projet Urbain, Alger, capitale du 21e siècle »

7) « Instruments » de contrôle d'urbanisation

Les instruments législatifs principaux qui contrôlent l'occupation des sols et l'aménagement urbain sont le « Plan directeur d'aménagement et d'urbanisme » (PDAU) et le Plan d'occupation des sols (POS).

Le PDAU est préparé en tant que plan directeur de développement pour l'aménagement urbain et l'urbanisation. Le PDAU est utilisé au niveau communal et inter communal sur l'échelle cartographique nominale de 1 :5 000 et de 1 :10 000.

Le POS se réalise sous forme de plans détaillés pour l'occupation des sols (5 à 10 POS par commune) sur l'échelle cartographique nominale de 1:500.

Les PDAU et les POS sont définis dans le cadre de diverses lois et décrets d'application (règlements) et de la « loi 90-29 (1/12/1990) », en particulier. Cette loi a été modifiée et complétée par la « loi 04-05 (14/08/2004) » à la suite du séisme de Boumerdes du 21 mai 2003.

Le PDAU détermine, pour une commune ou une association des communes, quatre (4) secteurs : urbanisé, à urbaniser (c'est-à-dire zone à urbaniser réellement ou prochainement, zone en développement), d'urbanisation future et non urbanisable (c'est-à-dire zone à ne pas être soumise au développement urbain). Les POS fixent en détail les droits à l'occupation des sols et à la construction. Le règlement est accompagné de documents graphiques de référence.

Avant 2004, l'instrument de base d'aménagement urbain était le « Plan d'Urbanisme Directeur » (PUD). En 2004, il a été modifié l'approche générale par introduction de la participation des citoyens au processus de réalisation des PDAU (« urbanisme de concertation »). Ceci a été complété par la définition des 4 secteurs d'urbanisation : U (urbanisé) pour les zones urbanisées, AU (à urbaniser) pour les zones devant être urbaniser, UF (urbanisation future) les zones pour l'urbanisation future, NU (non urbanisable) les zones rurales.

Actuellement, les PDAU d'Alger sont gérés par le CNERU (agence publique de consultation d'urbanisme) sous la supervision de la direction de l'urbanisme de la Wilaya.

Quatre décrets (règlements) relatifs à l'application de la loi 90-29 (28/05/1991) disposent précisément les procédures à suivre :

- 91-175: RGA (Règles générales d'Urbanisme).
- 91-176: Procédures d'instruction et de distribution des lois et ordonnances
- 91-177: Procédures d'élaboration et d'approbation des PDAU.
- 91-178: Procédures d'élaboration et d'approbation des POS.

Les modifications principales apportées par la loi 04-05 concernent :

- Permis de construire : les études de génie civil sont nécessaire.
- Étude de planification de l'occupation des sols : les risques naturels et technologiques doivent être considérés; l'occupation des sols et la construction doivent être adaptées à ces dangers. Le ministère de l'Habitat et de l'Urbanisme et la Wilaya d'Alger sont chargés de la réalisation des cartes des risques et des

aléas qui sont en cours.

- Contrôle d'application des lois 04-05 et 04-06 (modifiant le décret législatif 94-07 concernant la profession d'architecte et le travail architectural).

Les décrets d'exécution correspondants ne sont pas encore mis en place. Donc, les PDAU et les POS définissent les conditions de prévention des risques naturels et technologiques dans l'occupation des sols et la construction de bâtiments. Les zones sismiques, en particulier, doivent être identifiées et classifiées conformément à leur degré de vulnérabilité. La loi 04-05 ajoute les dispositions pour la démolition des structures non conformes aux règles et procédures de la planification urbaine et de la construction.

8) Instruments d'urbanisme de la Wilaya d'Alger

La Wilaya d'Alger a réalisé des grands PDAU d'Alger dans 37 communes (31 communes anciennes et 6 nouvelles communes) en plus des 20 PDAU communaux depuis 2005. 126 POS d'un total de 500 ont été appliqués. En général, 8 mois sont requis pour la partie technique, mais 12 mois sont nécessaires pour les procédures administratives.

Un nouveau PDAU pour la Wilaya d'Alger (57 communes) a démarré en 2005, vu que 20 PDAU communaux n'étaient pas cohérents puisqu'ils ne tenaient pas compte des rubriques principales imposées par les lois de 2004 :

- Approche globale;
- Critères d'environnement;
- Développement durable;
- Risques naturels et technologiques.

Les POS présentent les orientations principales pour l'occupation des sols, mais la phase de réalisation dépend du ministère de la Planification ; la réalisation et le financement sont gérés par la DPAT (Direction de la Planification de l'Aménagement du Territoire), via la direction de la planification d'aménagement. La période de révision des paramètres des unités des POS est de 5 ans pour la Zone U, 10 ans pour la Zone AU et 10 ans pour la Zone UF. La Figure 2-35 montre le statut actuel des POS de la zone d'étude.

2-2-6 Ressources de gestion des catastrophes

(1) Ressources cibles

Les ressources de gestion des catastrophes pour le risque sismique ont été vérifiées à travers l'« Enquête de ressources de gestion des catastrophes » effectuée par l'équipe d'étude en 2005. Les ressources de gestion des catastrophes qui pourraient être utilisées incluent les centres d'aides et de secours, les logements temporaires, les sites de recasement, les hôpitaux provisoires et les bureaux provisoires qui devraient être fournis en cas d'urgence. Dans la présente étude de la JICA, les équipements existants dans la zone d'étude formée des 34 communes ont été évalués en vue de les utiliser en tant que ressources de gestion des catastrophes. Les équipements existants qui pourraient être utilisés en tant que ressources de gestion des catastrophes sont listés au Tableau 2-10.

Tableau 2-10 Ressources de gestion des catastrophes dans la zone d'étude

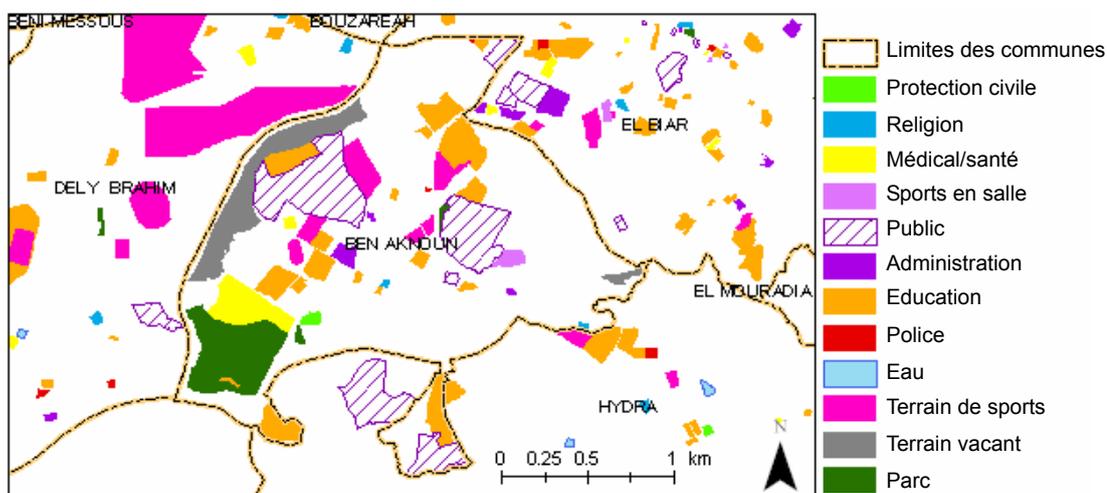
Ressources	Type	Objets cibles
Parcs	Air libre	Parcs publics (tous parcs)
Terrain vacant	Air libre	Terrain libre (au moins 1 ha par zone)
Terrain de sports	Air libre	Terrain de sports à l'air libre (terrains athlétiques, cours de tennis, etc.)
Aéroports	Air libre	Piste d'aviation
Ports	Air libre	Ports
Eau	Air libre	Eau à l'intérieur du pays (aquifère, comme éventuelles sources d'eau potable)
Police	Bâtiment/Équipement	Commissariat de police
Armée	Bâtiment/Équipement	Bâtiments militaires et bâtiments/équipements connexes
Civil Protection	Bâtiment/Équipement	Stations de Protection civile
Education	Bâtiment/Équipement	Sites d'enseignement: écoles, collèges, université
Administration	Bâtiment/Équipement	Sites gouvernementaux/administratifs incluant bâtiments/équipements
Public	Bâtiment/Équipement	Auditoriums municipaux, halls publics
Sports en sale	Bâtiment/Équipement	Gymnases (excepté ceux des écoles, collèges, universités)
Médical/Santé	Bâtiment/Équipement	Hôpitaux, cliniques, centres de soins de santé
Religion	Bâtiment/Équipement	Mosquées, églises, temples
Sanitaire	Bâtiment/Équipement	Sites sanitaires
Décharges	Bâtiment/Équipement	Sites d'élimination de déchets

Source: Équipe d'étude JICA

Les données relatives aux localisations et divers attributs des ressources de gestion des catastrophes vérifiées ont été digitalisées et intégrées dans une « Base de données de la gestion des catastrophes urbaines » du SIG. Les détails de la base de données de gestion des catastrophes urbaines sont décrits au Chapitre 11.

En plus des données de base susmentionnées, le résultat de l'étude de microzonage et l'évaluation de la vulnérabilité urbaine, décrits aux sections suivantes, ont été aussi incorporés

dans la base de données des ressources de gestion des catastrophes. La Figure 2-36 montre un échantillon de la vue des données du SIG représentant les ressources de gestion des catastrophes à BEN AKNOUN y compris les zones adjacentes.



Source: Équipe d'étude JICA

Figure 2-36 Distribution des ressources de gestion des catastrophes à BEN AKNOUN y compris les zones adjacentes

(2) Ressources de gestion des catastrophes existantes (données de base)

Le Tableau 2-11 montre le nombre et l'étendue (ha) des ressources de gestion des catastrophes existantes par secteur dans la zone de microzonage formée par les 34 communes.

Tableau 2-11 Résumé des ressources de gestion des catastrophes par secteur dans la zone de microzonage

Code	Ressources	Type	Nombre	Surface brute (ha)
01	Parcs	Air libre	118	175
02	Terrains vacants	Air libre	28	49
03	Terrains de sports	Air libre	132	181
04	Aéroports	Air libre	1	-
06	Ports	Air libre	3	-
07	Eau	Air libre	49	38
08	Police	Bâtiment/Équipement	122	-
09	Armée	Bâtiment/Équipement	8	-
10	Protection civile	Bâtiment/Équipement	24	-
11	Éducation	Bâtiment/Équipement	770	661
12	Administration	Bâtiment/Équipement	107	53
13	Public	Bâtiment/Équipement	163	460
14	Sports en sale	Bâtiment/Équipement	21	15
15	Médical/Santé	Bâtiment/Équipement	162	-
16	Religion	Bâtiment/Équipement	207	-
18	Décharges	Bâtiment/Équipement	1	7.2

Source: Équipe d'étude JICA

La Figure 2-37 montre les exemples des ressources de gestion des catastrophes.



Source: Équipe d'étude JICA

Figure 2-37 Photos des surfaces à masse construite existantes et des ressources de gestion des catastrophes

CHAPITRE 3

CONDITIONS NATURELLES POUR LE MICROZONAGE

Chapitre 3. Conditions naturelles pour le microzonage

3-1 Sismotectoniques et sismicité de la région

3-1-1 Contexte géodynamique

(1) Interface entre la plaque Afrique et la plaque Eurasie

La région de l'Algérie du nord est une zone tectoniquement complexe logée sur la convergence relative entre l'Afrique et l'Eurasie. La région d'Alger donnant sur la mer méditerranéenne se situe à proximité de l'interface entre la plaque Eurasie dans le nord et la plaque Afrique dans le sud (Figure 3-1). Cette interface, marquée par une ceinture de l'activité sismique le long du 36^{ème} parallèle terrestre, est une zone sismiquement active qui relie les Îles d'Açores à Sicile à travers le Maghreb du nord (Hatzfeld, 1978 ; Udias et al., 1986 ; Mezcuca et al., 1991).

L'interface entre la plaque Afrique et la plaque Eurasie est plutôt complexe du fait qu'elle est formée par les segments des différentes géométries, natures et cinématiques (Figure 3-2 et Figure 3-3). En résumé, ceci peut être simplifié comme suit :

- Une interface du type océan-océan dans l'ouest entre la jonction triple d'Açores et le Détroit de Gibraltar (crête de Terceira et faille de Gloria);
- Une interface du type continent-continent dans sa partie centrale, à l'est de Gibraltar, traversant la Péninsule Ibérique et les marges continentales du Maghreb, y compris la zone d'étude;
- Une interface médiocrement identifiée dans l'est, dans la région adriatique, où les bords et les natures des plaques tectoniques sont encore sous discussion (par exemple, Kiratzi et Papazqchos, 1995).

Dans cette partie centrale, là où l'interface entre la plaque Afrique et la plaque Eurasie sépare deux lithosphères continentales, le déplacement relatif ne s'accommode pas à une simple faille mais se distribue plutôt sur les plusieurs structures. Ceci inclut, parmi les autres possibilités, la Mer d'Alboran, la marge ibérique et les chaînes montagneuses du Rif et du Tell au Maroc et en Algérie, respectivement.

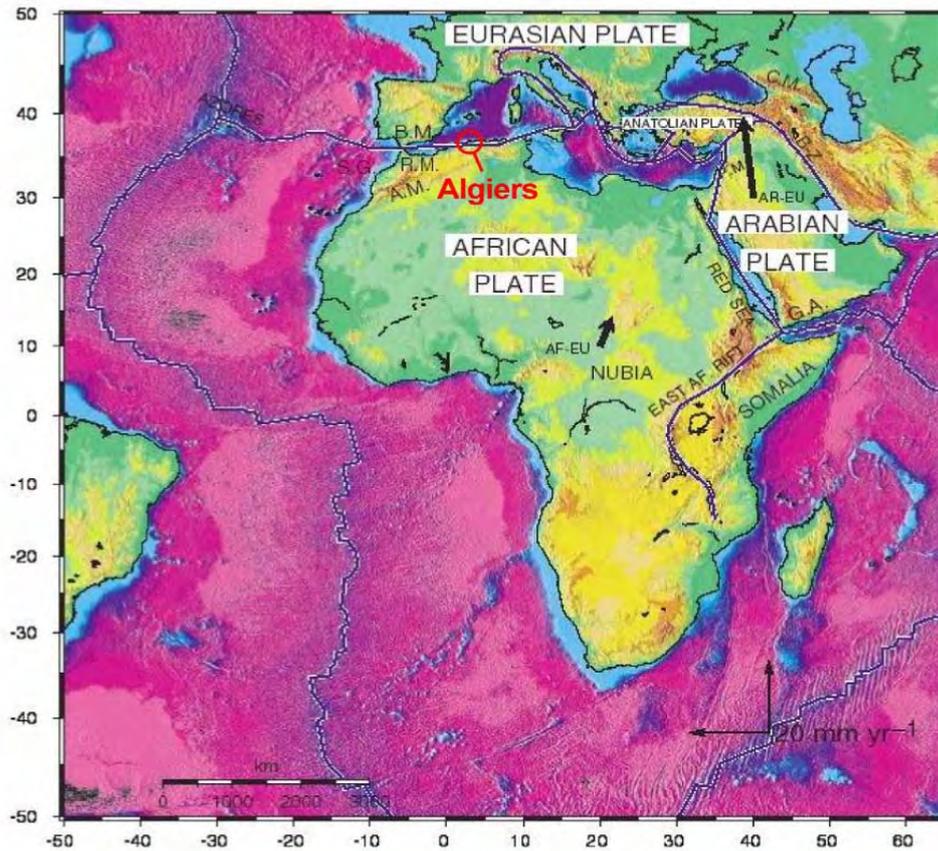


Figure 3-1 Carte topographique et bathymétrique des plaques Afriques en voisinage (Nubia-Somalie) et leurs limites, modifiée de McClusky et al (2003). Les flèches noires montrent les déplacements prévus par le modèle NUVEL-1A; AM: Atlas Massif; PM: Massif de Palmyrid; CM: Massif de Caucase; B-Z: Ceinture Bitlis-Zagros; GA: Baie d'Aden

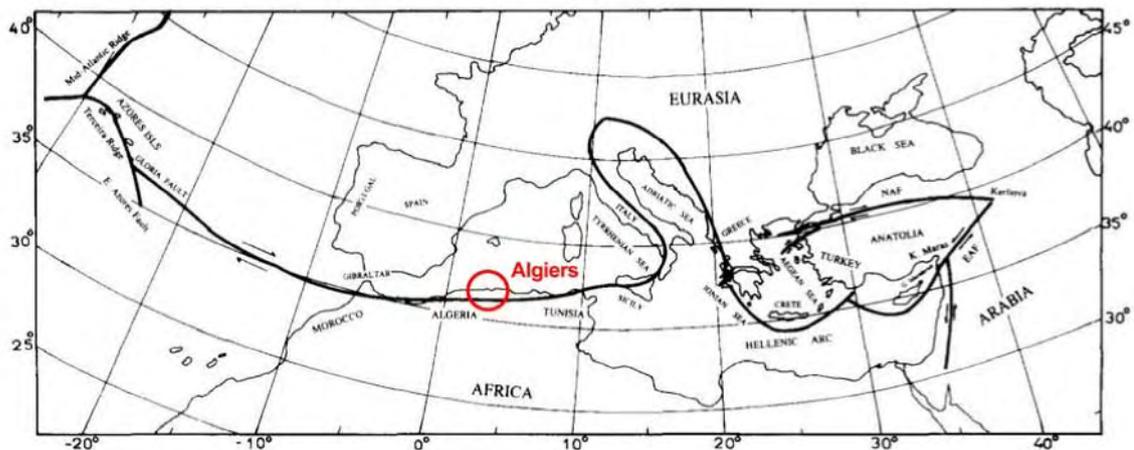


Figure 3-2 Traçage schématique de l'interface entre la plaque Afrique (Nubia) et la plaque Eurasie, modifié de Kiratzi et Papazachos (1995)

(2) Cinématique de l'interface entre les plaques Afrique et Eurasie

Le pôle eulérien qui décrit la rotation afro-eurasienne, déduite des mesures par GPS du déplacement relatif des plaques, se situe dans l'Atlantique du sud (McClusky et al, 2003). Les déplacements relatifs des deux plaques obtenus (Figure 3-3) sont:

- D'extension sur la crête d'Açores,
- Droit et latéral sur la faille de Gloria,
- De compression dans la région ibéro-maghrébine et vers l'est le long de la marge africaine en particulier (Tell algérien et Rif marocain).

Des Îles d'Açores (approx. 30° de longitude ouest) jusqu'à la fin de la faille de Gloria (approx. 40° de longitude ouest), les cinématiques relatives des plaques sont d'extension (crête d'accroissement océanique) et mieux documentées le long d'une direction de N120°E. Cette interface d'accroissement a donné lieu aux séismes à magnitudes faible et modérée.

Le long de la faille de Gloria et entre 24° et 18° de longitude ouest, le déplacement d'extension devient le glissement orienté droit et latéral. Bien que l'activité sismique soit relativement faible, ce segment a donné lieu aux deux grands séismes ($M = 7.1$ en 1939 et $M = 8.4$ in 1941). Cette activité sismique reste pourtant faible et dénote des autres segments sismiquement plus actifs. Cette caractéristique peut être liée aussi bien i) à une accommodation asismique de déplacement (reptation) que ii) à une période tranquille séparant les groupes sismiques. Cette tranquillité est interprétée par certains chercheurs en tant qu'indicateur d'accouplement fort entre deux plaques et, par conséquent, d'accumulation importante des contraintes élastiques susceptibles de générer des séismes à forte magnitude.

De 17° de longitude ouest, l'interface des plaques change d'orientation à N120°E. Là, le déplacement des plaques Afrique et Eurasie devient de compression. Ce raccourcissement génère une forte activité sismique. Près du domaine ibéro-marocain (de 12° à 8° longitude ouest), la région de Gorringe-Guadalquivir se situe dans un contexte de la croûte océanique épaississant vers l'est (Baie de Cadix). Parmi les séismes les plus importants enregistrés dans cette région sont ceux des 28 février 1969, 15 mars 1964, 14 avril 1977 (Cherkaoui, 1991), et l'occurrence dramatique du 1^{er} novembre 1755. Cette zone se caractérise par un système en échelon de failles et replie sa portée de plus de 100 km (Armijo, 1986; Udias et al, 1986; Morel et Meghraoui, 1996; Zitellini, 1999). Les mécanismes de foyer (compilation de Meghraoui et al., 1996) font connaître les déplacements des groupes inverses sur ces failles corticales, ce qui accomode la compression orientée de NO-SE à NNO-SSE (Armijo, 1986; Udias et al, 1986; Morel and Meghraoui, 1996; Zitellini, 1999).

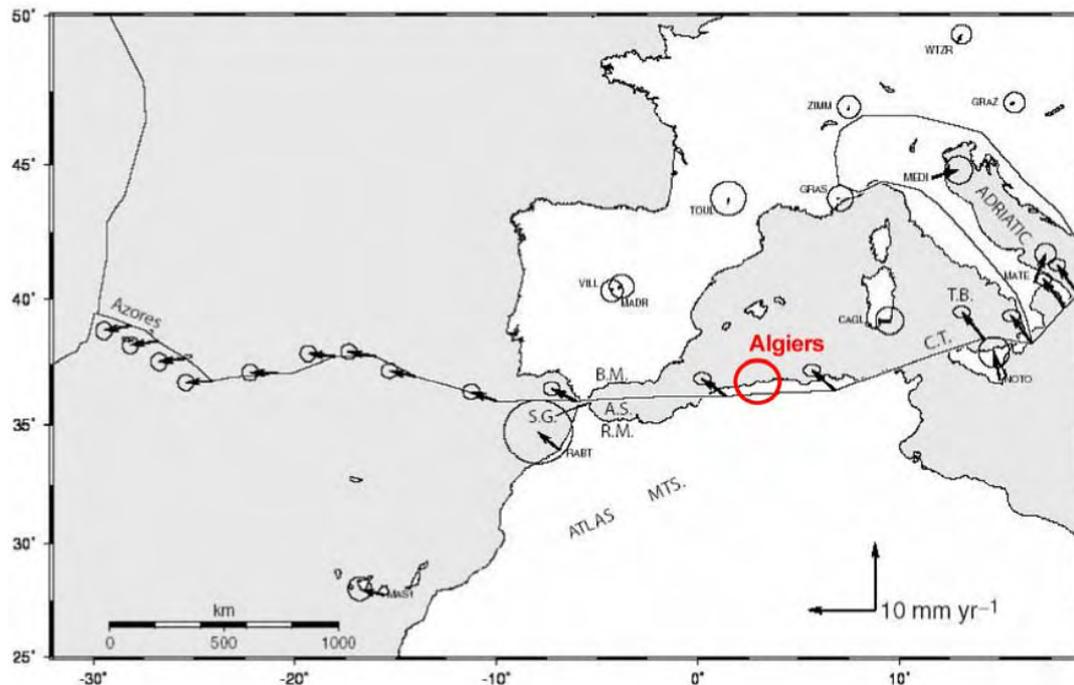


Figure 3-3 Déplacement relatif Afrique/Eurasie et ellipse d'incertitude (2σ), sur une interface des plaques schématisées entre la jonction triple des Îles d'Açores et l'Italie, basée sur le pôle de rotation de McClusky et al (2003). SG : Détroit de Gibraltar; BM: Massif de Betic; AS: Mer d'Alboran; RM: Massif du Rif; CT: Fossé calabrien; TB: Bassin tyrrhénien

Dans l'est du Détroit de Gibraltar, l'interface des plaques devient plus complexe : l'une de ces structures principales peut être la région à crêtes d'Alboran qui localise une activité sismique intense. Parmi les autres cas importants, le séisme du 22 septembre 1522 a causé de sérieux dommages et victimes dans la région du Rif marocain.

A l'est du Maghreb, l'interface de plaque est médiocrement localisée. Elle tourne vers le nord le long de la chaîne d'Apennine en Italie et la Mer Adriatique où sa nature est encore en discussion.

Dans la région algéroise et à $36,75^\circ$ de latitude nord et à $3,05^\circ$ de longitude approximatives, le mouvement relatif afro-eurasien obtenu par les données géodésiques est :

- Selon le modèle NUVEL-1A (DeMets et al., 1990, 1994), 5,8 mm/yr vers 329° d'azimut;
- Selon le modèle REVEL (Sella et al., 2002), 5,9 mm/yr vers 296° d'azimut;
- Selon McClusky et al. (2003), 4,7 mm/yr vers 307° d'azimut.

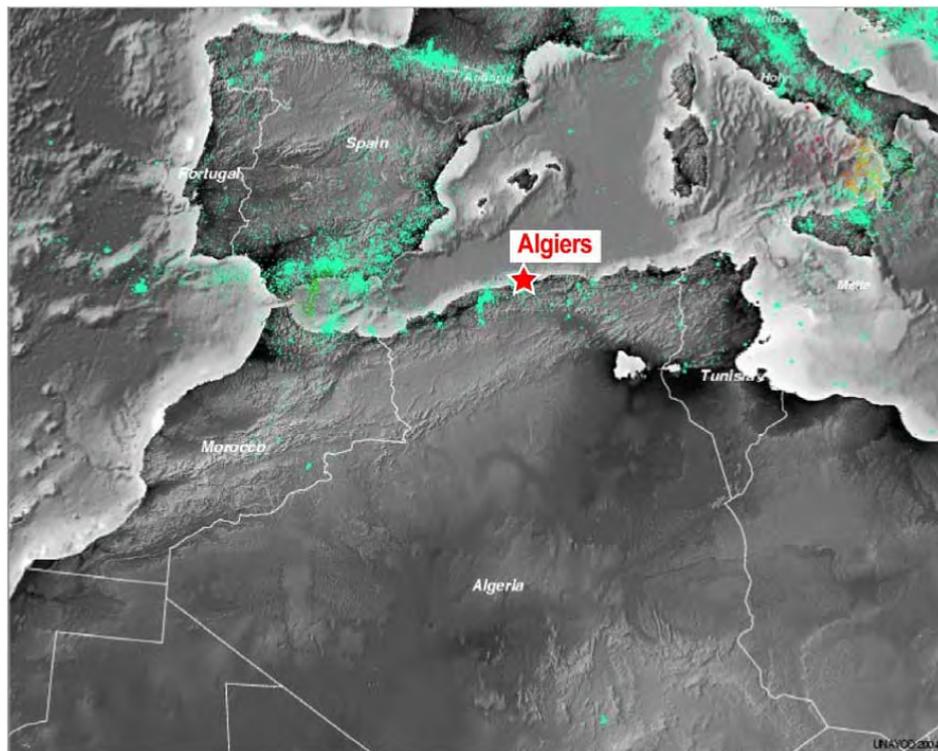
Sur la base des critères structurels (failles de transforme atlantique) et en considération du déplacement de l'Europe occidentale indépendante du reste de l'Eurasie, Albarello et al (1995) suggère un déplacement relatif similaire afro-ibérique à la localisation d'Alger de 5,5 mm/yr vers 332° d'azimut. Ce résultat est résumé au Tableau 3-1 suivant. Les données géodésiques et structurelles qui donnent les résultats similaires permettent de considérer comme suit un déplacement relatif afro-eurasien à la localisation d'Alger de 5 à 6 mm/yr vers le NNO.

Tableau 3-1 Azimut et vitesse de l’Afrique par rapport à l’Eurasie, calculés à la localisation d’Alger (36.75° lat.N, 3.05° long. E) des différents modèles cinématiques de plaques

Référence	Mouvement relatif	Pôle de rotation			Déplacement	
		Lat (°N)	Long (°E)	Taux (°/My)	Azim. °	Vitesse (mm/y)
DeMets et al, 1994	Afr/Eur	21,0±4,2	-20,6±0,6	0,12±0,015	-30,9	5,8
Sella et al, 2002	Nubia/Eur	-18,23±9,5	-20,0 ±3,7	0,062±0,005	-64,3	5,9
McClusky et al, 2003	Nubia/Eur	-0,95±4,8	-21,8±4,3	0,06±0,005	-52,9	4,7
Albarello et al, 2003	Afr/Iberia	22,7	-20,6	0,119	-28,0	5,5

Il est toutefois noté que le raccourcissement entre deux plaques n’est pas nécessairement accommodé exclusivement dans la région algéroise. L’interface des plaques dans la région maghrébine est du type continent-continent impliquant tel que prouvé par la sismicité instrumentale (Figure 3-4) que le déplacement relatif peut être accommodé sur une large zone incluant l’Atlas et la marge algérienne. Dans ce contexte, toutes les structures actives n’ont pas la même capacité sismogène par rapport à leurs dimensions et taux de glissement.

Pour mieux évaluer l’aléa sismique régional, il devient donc nécessaire de définir précisément le déplacement relatif afro-eurasien par-dessus de toute activité sismogène significative dans un rayon approximatif de 10 à 150 km couvrant la région algéroise.



Catalogue USGS NEIC, 1961-2001; source: UNAVCO, Boulder
Vert: cas peu profonds; Jaune: cas intermédiaires; Rouge: cas profonds

Figure 3-4 Localisation et profondeur de la sismicité instrumentale de la région maghrébine

(3) Modèle de contrainte régionale

La sismicité en Algérie se concentre dans la partie nord du pays où s'accroît l'interface diffuse entre les plaques Afrique et Eurasie (Figure 3-4). Les mécanismes de foyer disponibles de l'Algérie du nord (Figure 3-5) suggèrent:

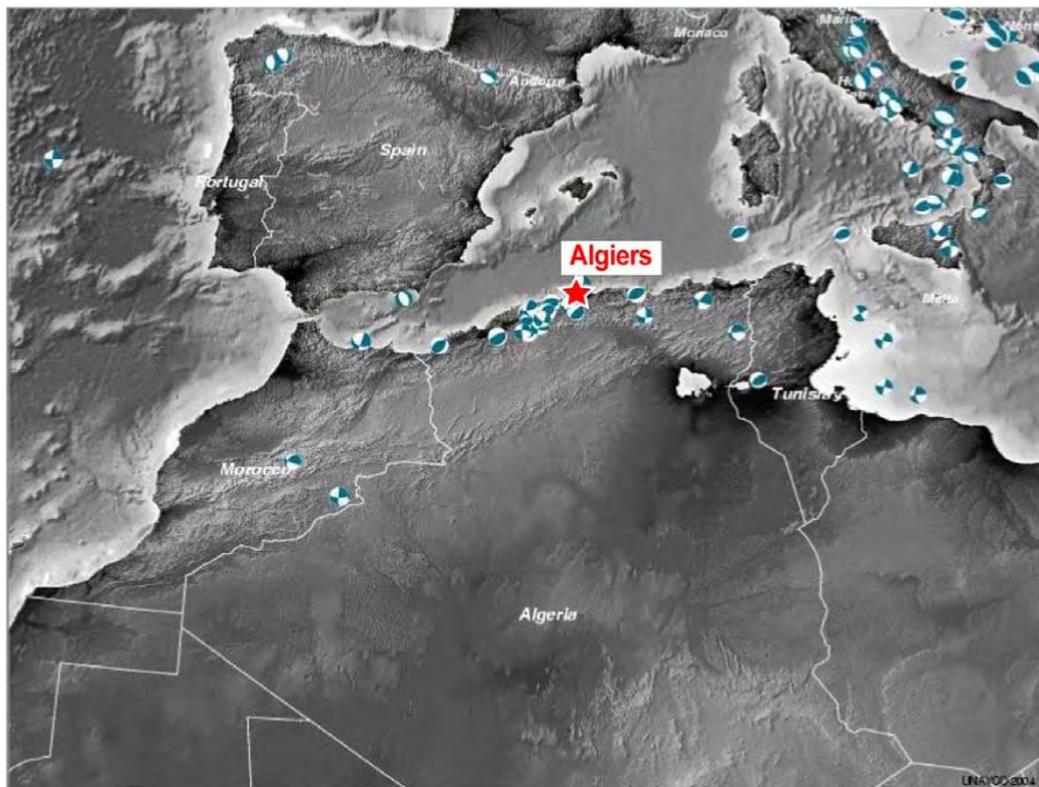
- Un axe horizontal P (pression) orienté de NO-SE à NNO-SSE
- Un axe horizontal T (tension) orienté de SO-NE à OSO-ENE et/ou vertical.

Les mécanismes de foyer de l'Algérie du nord font connaître une contrainte horizontale maximale tendant de NO-SE à NNO-SSE avec les déplacements de compression et de glissement orienté.

Les données géodésiques et sismologiques sont cohérentes et suggèrent que dans la région algéroise existe un tenseur de contrainte caractérisé par :

- Une contrainte horizontale maximale (σ_{Hmax}) tendant de NNO-SSE à NO-SE;
- Une contrainte horizontale minimale (σ_{Hmin}) tendant de ENE-OSO à NE-SO.

Il est à noter que la contrainte horizontale minimale (σ_{Hmin}) peut être un axe de tenseur1 de contrainte soit de σ_2 soit de σ_3 . Par conséquent, on devrait attendre sur les failles de la région algéroise des déplacements inverses avec d'éventuels composants de glissement orienté.



Harvard CMT, hémisphère inférieur; source: UNAVCO, Boulder

Figure 3-5 Mécanismes de foyer de la sismicité instrumentale dans la région maghrébine

3-1-2 Cadre structurel et tectonique de la région d'Alger

(1) Évolution tectonique de la marge algérienne

La chaîne du Tell incluant la région algéroise couvre la partie nord de l'Algérie le long de la côte méditerranéenne s'étendant au-delà de ses bordures. Elle est encadrée par le bassin algéro-provinçal et l'Atlas saharien au nord et au sud, respectivement. La topographie tellienne résulte de la poussée vers le sud de la marge tellienne et du micro bloc kabyle ou de la micro plaque d'Alboran pendant la période miocène (Andrieux et al., 1971). Ces fronts poussant (front kabyle du sud et front tellien du nord) tendant approximativement à E-O (Figure 3-6) sont les structures régionales principales de l'Algérie du nord.

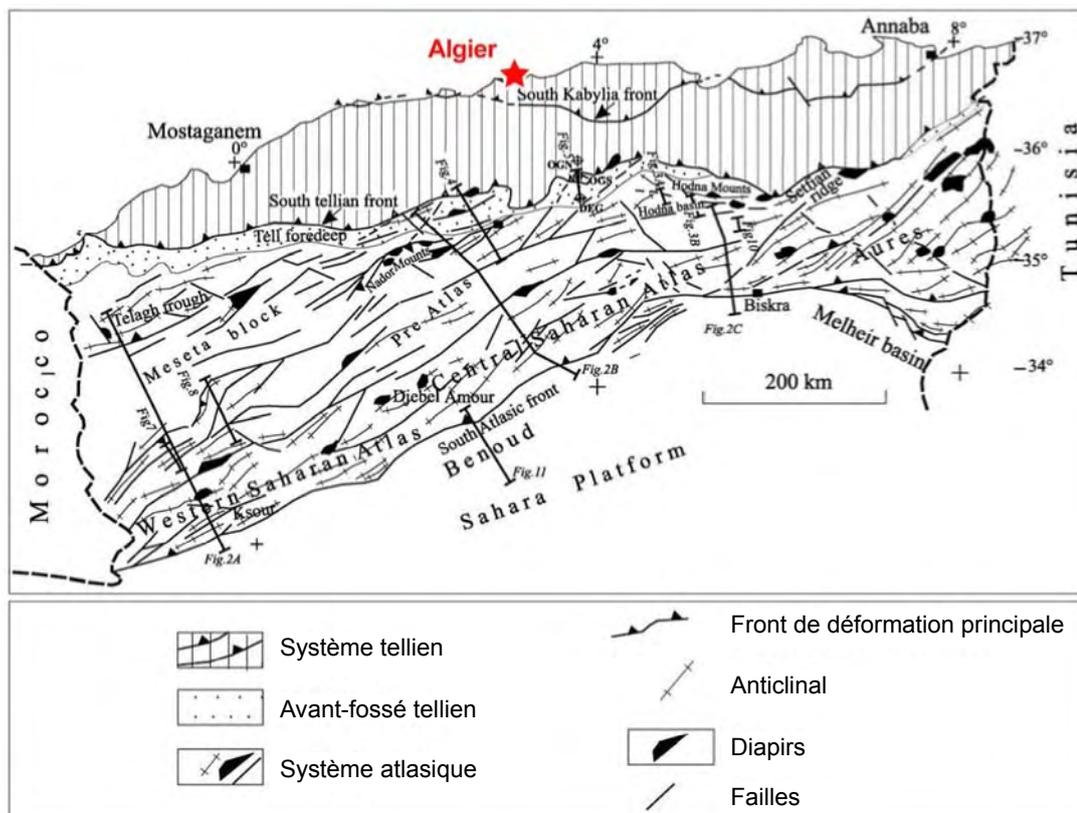


Figure 3-6 Carte schématique de l'Algérie du nord montrant les domaines structuraux principaux, modifiée de Bracène et Frizon de Lamotte (2002). Les numéros de figure se réfèrent aux sections transversales dans l'article de Bracène et Frizon de Lamotte (2002).

Du Trias jusqu'à présent, l'histoire géologique de l'Algérie du nord est étroitement liée aux déplacements relatifs des plaques Afrique et Eurasie. La région a successivement enregistré les principaux cas suivants :

- Fissuration associée avec l'ouverture des océans Téthysien et Atlantique central (Pangea) du Trias supérieur au Lias (e.g. Mattauer et al, 1977; Andrieux et al, 1989);
- Ouverture de l'océan Téthysien depuis le jurassique moyen;
- Inversion et fermeture du Téthys de l'Oligocène jusqu'à présent (e.g. Guiraud et Bosworth, 1997).

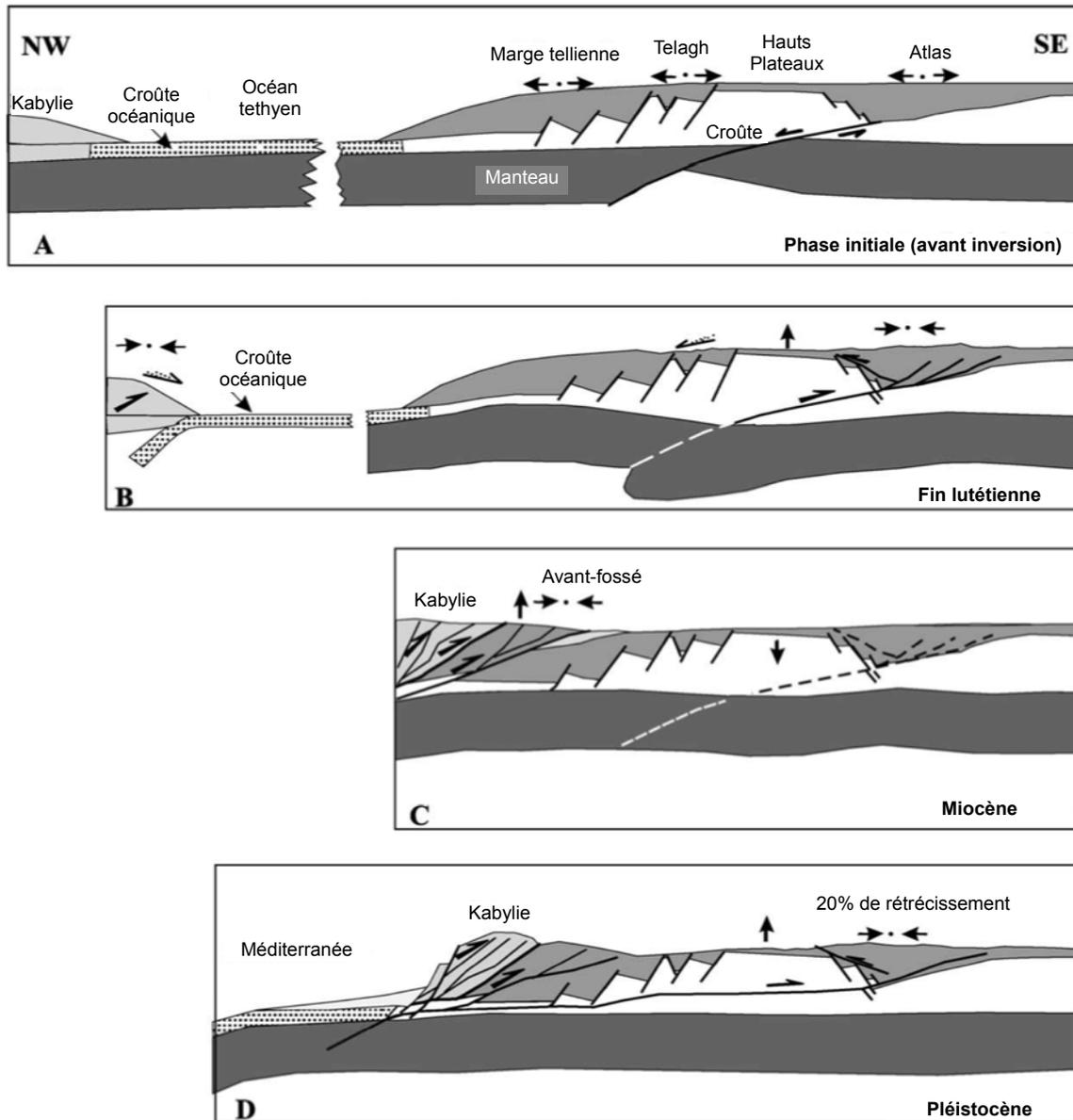


Figure 3-7 Modèle conceptuel montrant sur une section NO-SE trois étapes d'inversion de la marge tellienne et de la chaîne d'Atlas (Bracène et Frizon de Lamotte, 2002)

L'inversion et la fermeture de l'océan Téthysien sont décrites par Bracène et Frizon de Lamotte (2002) comme scénario à trois étapes :

- L'océan Téthysien qui sépare le bloc kabyle du nord de la marge tellienne passive du sud (Figure 3-7A) commence la subduction vers le nord depuis l'Éocène (Lutetien supérieur). Cette subduction fait générer l'accouplement fort des plaques et provoque l'élévation de la marge tellienne et l'inversion au sud des bassins atlasiques (Figure 3-7B);
- Pendant l'Oligo-Miocène, l'accouplement intra plaque diminue, la déformation est limitée à l'interface des plaques et la cale tellienne formée par l'augmentation du bloc kabyle (Figure 3-7C);

- Depuis le Miocène supérieur, la subduction est verrouillée et l'accouplement augmente de nouveau, ce qui provoque l'élévation des chaînes telliennes et atlasiques (Figure 3-7D) ainsi que l'activité sismique distribuée.

Il en résulte de cette histoire tectonique que la chaîne tellienne est formée par des plis, des plis défaits et des failles inverses tendant de E-O à NE-SO, le long de la zone d'accommodation de la convergence Afrique et Eurasie. Les structures sensibles principales relevant de cette évolution sont :

- Failles normales héritées de l'élévation mésozoïque, réactivée avec le mouvement inverse;
- Failles inverse nouvellement formées, orientées de NE-SO à E-O.

(2) Néogène et Quaternaire des régimes de tension

Il est identifié six régimes de tension affectant la chaîne tellienne pendant les périodes du Néogène et du Quaternaire. Ces régimes de tension le long des structures qu'ils ont générées sont résumés au Tableau 3-2 suivant.

Tableau 3-2 Évolution et chronologie des régimes de tension de la chaîne tellienne pendant les périodes du Néogène post-nappes et du Quaternaire (Meghraoui, 1982)

Périodes	Ma	Régime de Déformation	Failles	Plis
Quaternaire	1.5	Compression Z2=N 161 	Décrochements Sénetres N-S à NNW-SSE Dextres Failles inverses Sénetres NE-SW	pli déjeté pli-faïlle NE-SW à ENE-WSW
		Episde compressif N_S	-----	Est-Ouest
Pliocène supérieur		Compression Z1=N022 	Décrochement Sénetre NE-SW dextre N-S	N 110
Pliocène inférieur	3	Episde distensif ??	Failles normales Syn-sédimentaires	-----
Messinien Tortonien Supérieur	5.5	Mouvements compressifs NE-SW Subsidence	-----	NW-SE à E-W
Tortonien inférieur Serravalien	9	Phase de Distension NNW-SSE 	Failles normales Conjuguées NE-SW et E-W	

Vu les tectoniques de nappe du Miocène, l'Algérie souffre des plusieurs régimes de tension importants. Du Burdigalien supérieur au Langhien inférieur, une extension tendant à N-S a engendré l'ouverture des plusieurs bassins incluant le bassin de Mitidja de la région algéroise. L'ouverture de ce bassin était du même âge que l'activité volcanique de la région de Thénia le long de sa limite du sud jusqu'à sa fin de l'ouest. Cette période est marquée par un changement brusque de régime de tension se transformant d'extension en de compression le long d'une direction N-S qui tournait à NO-SE pendant la période du Quaternaire (Homas, 1985) et qui est à présent NNO-SSE (Meghraoui, 1982; Philip et Meghraoui, 1983; Anderson et Jackson, 1987). Le régime de tension affectant la chaîne tellienne pendant la période du Quaternaire est alors une compression tendant à NNO-SSE qui est hautement logique avec le tenseur de contrainte déduite des modèles cinématiques de plaques.

Dans la région d'Alger, le résultat de cette évolution tectonique de la région d'Alger est un cadre structural dominé par les structures de compression (plis et failles inverses) le long de la direction de NE-SO à ENE-OSO. Ces structures sont affectées par une compression perpendiculaire au niveau de leur direction, qui est susceptible d'accommoder ces contraintes par des déplacements de compression avec d'éventuels composants de glissement orienté.

3-1-3 Distribution de la sismicité

Les catalogues sismiques présentent à la fois : 1) les informations macrosismiques relatives aux grands séismes historiques (c-à-d avant 1900) et 2) les informations plus détaillées de la période de sismicité instrumentale. La Figure 3-8 montre la distribution des séismes aux alentours d'Alger entre 1365 et 1995. Pour la période historique, le catalogue compilé par le CRAAG est utilisé alors que, pour la période instrumentale, celui compilé par Dr. Benouar est appliqué. Les points significatifs sont :

- Plusieurs cas s'étendent le long de toute la longueur de la faille du Sahel liant le bassin de la Mitidja au nord;
- Un groupe de cas est localisé sur la partie ouest de la faille de Blida liant le bassin de la Mitidja au sud;
- Plusieurs cas sont distribués en mer avec un petit groupe du nord-est du Mont Ghenoua (faille de Chenoua).

Ces observations suggèrent que les failles liant le bassin de la Mitidja (failles de Sahel et de Blida) ainsi que d'éventuelles structures en mer sont actives dans le modèle de contrainte du jour présent.

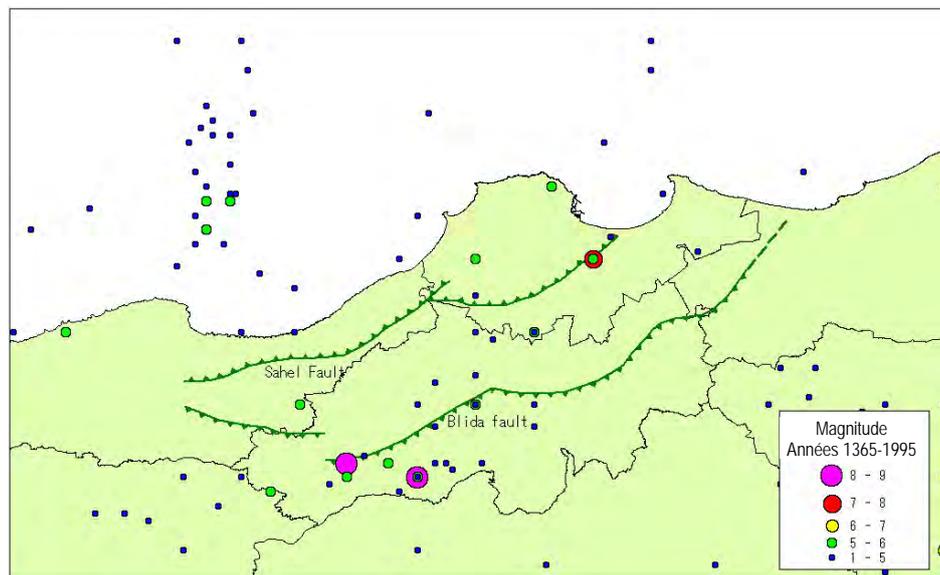


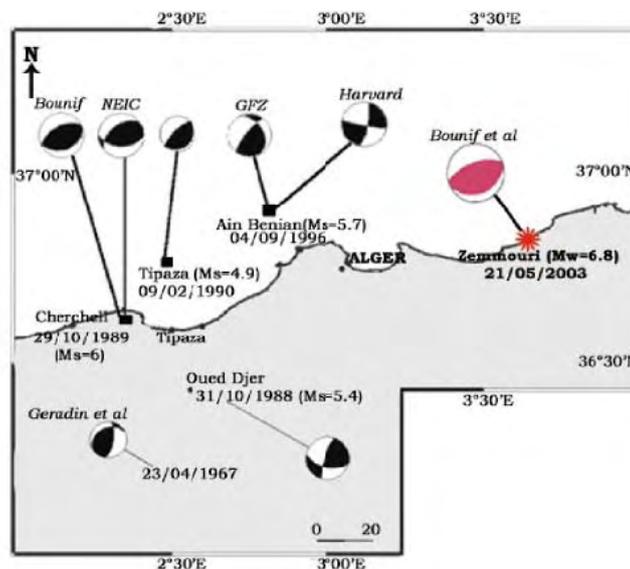
Figure 3-8 Distribution des sismicités historique et instrumentale dans la région d'Alger

3-1-4 Séismes historiques de l'Algérie du nord

La région d'Alger a vécu plusieurs séismes sérieux à travers son histoire. Le cas le plus ancien enregistré est le séisme d'Alger de 1365 qui a détruit la ville entière et provoqué un tsunami. Le

dernier cas enregistré est le séisme de Boumerdes (Zemmouri) du 21 mai 2003 ($M_s=6,8$) qui a tué 2 278 habitants et blessé plusieurs milliers de personnes. Ce récent séisme a eu lieu sur une faille où presque aucune sismicité n'avait été enregistrée auparavant. Ceci souligne que les données historiques du séisme sont trop rares pour permettre des approches d'estimation sismique fiables et déterministes.

Les autres cas significatifs dans la région d'Alger sont les séismes d'Oued Djer (31/10/1988, $M_s=5.4$), du Mont Chenoua (29/10/1989, $M_s=6.0$) et d'Ain Benian (04/09/1996, $M_s=5.7$) (voir la Figure 3-9 et le Tableau 3-3). En plus, il est à noter que l'Algérie du nord a été aussi victime des plusieurs séismes plus forts comme par exemple celui d'El Asnam (10/10/1980, $M_s=7.2$).



Saadi, 2005

Figure 3-9 Récents séismes significatifs dans la région d'Alger

Tableau 3-3 Grands séismes historiques et instrumentaux enregistrés dans l'Algérie du nord

Date	Localisation	Magnitude (M_s)	Intensité (I_0)
02/01/1365	Alger		X
03/02/1716	Alger		IX
02/03/1825	Blida		IX
23/09/1903	Blida	5,6	
10/10/1980	El Asnum	7,2	X
31/10/1988	Oued Djer	5,6	V
29/10/1989	Mont Chenoua	6,0	VIII
18/08/1994	Mascara	5,8	
04/09/1996	Ain Benian	5,3	
22/12/1999	Ain Timouchent	5,4	
10/11/2000	Beni Ourtilene	5,7	
21/05/2003	Zemmouri	6,8	X

Saadi, 2005

[References]

- Albarelo D., Mantovani E., Babbucci D., and Tamburelli C., 1995, Africa-Eurasia kinematics: main constraints and uncertainties. *Tectonophysics*, 243, p. 25-36.
- Anderson H. and J. Jackson, 1987, Active tectonics of the Adriatic région, *Geophy. J. R. Astr. Sc.*, 91, 937-983.
- Andrieux J., M Mattauer. et Fontbote J.M., 1971, Sur un modèle explicatif de l'arc de Gibraltar, *Earth, Planet. Sci. Letters*, vol. 12, n° 2, 191-198.
- Andrieux J., Frizon de Lamotte D., and Braux J., 1989, A structural scheme for the western mediterranean area in Jurassic and early Cretaceous times. *Geodynamica Acta*, 3-5, p. 5-15.
- Armijo R., Tapponnier P., Mercier J.L., Joug-Lin H., 1986, Quaternary extension in southern tibet: Field observations and tectonic implications. *Jour. Geophys. research*, Vol. 91, N° B14, pp. 13803-13872.
- Bracène R., and Frizon de Lamotte D., 2002, The origin of intraplate deformation in the Atlas system of western and central Algeria: from jurassic rifting to CenozoicQuaternary inversion. *Tectonophysics*, 357, p. 207-226.
- Cherkaoui T.E., 1991, Contribution à l'étude de l'aléa sismique au Maroc. Thèse Univ. Grenoble, 246 p.
- DeMets C., Gordon R.G, Argus D.F., and Stein S., 1990, Current plate motions. *Geophys. J. Int.*, 101, p. 425-478.
- DeMets C., Gordon R.G, Argus D.F., and Stein S., 1994, Effect of recent revisions to the geomagnetic reversal time scale on estimates of current plate motions. *Geophysical Research Letters*, 21, p. 2191-2194.
- Guiraud R., and Bosworth W., 1997, Senonian basin inversion and rejuvenation of rifting in Africa and Arabia: synthesis and implications to plate scale tectonics. *Tectonophysics*, 282, p. 39-82.
- Hatzfeld D., 1978, Etude sismotectonique de la zone de collision ibéro-maghrébine. Thèse d'Etat, Univ. Grenoble 1, 281 p.
- Kiratzi A., and Papazachos C., 1995, Active crustal deformation from the Azores triple junction to the Middle East. *Tectonophysics*, 243, p. 1-24.
- Mattauer M., Tapponnier P., and Proust F., 1977, Sur les mécanismes de formation des chaînes intracontinentales. L'ensemble des chaînes atlasiques du Maroc. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 7, p. 521-526.
- McClusky S., Reilinger R., Mahmoud S., Ben Sari D., and Tealeb A., 2003, GPS constraints on Africa (Nubia) and Arabia plate motions. *Geophysical Journal International*, 155, p. 126-138.
- Meghraoui M., 1982, Étude néotectonique de la région Nord est d'El Asnam : relation avec le séisme du 10 octobre 1980, Thèse Doctorat 3ème cycle, Université de Paris, France.
- Meghraoui M., Morel J.L., Andrieux J. et Dahmani M, 1996, Tectonique plioquaternaire de la chaîne tello-rifaine et de la mer d'Alboran. Une zone complexe de convergence continent-continent. *Bull. Soc. Géol. Fr. t. 167, n° 1 : 141-157.*
- Mezcua J., Rueda J. et Buforn E., 1991, Seismic deformation in the Azores-Alboran sea region. Publication IGN, serie Monografia , N°8, pp. 205-221.
- Morel J.L., et Meghraoui M., 1996, Goringe-Alboran-tell tectonic zone: a transpression system along the Africa-Eurasia plate boundary. *Geology*, Vol.24, n°8, pp. 755-758.
- Philip H. and M. Meghraoui, 1983, Structural analysis and interpretation of the surface déformation of the El Asnam earthquake of October 10, 1980, *Tectonics*, 2, 299-349.
- Saadi N., 2005, Etude sismotectonique de la région est-algéroise; Boumerdes, Zemmouri, Cap Djinet, Bordj Menaïl. Mémoire de projet de fin d'études d'Ingénieur, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumédiène, 109 pages, 68 figures, 1 annexe.

Udias A., Espinosa A.F., Mezcuca J., Buforn E., Vegas H., Nishenko P., MartinezSolares J.M. and Lopez-Arroyo A., 1986, Seismicity and tectonic map of the North Eurasian plate boundary (Azores-Iberia-Tunisia)-Map for sale by: U.S. Geological Survey OFSS Denver, CO 80225.

Zitellini N., 1999, The tectonic source of the 1755 Lisbon earthquake and tsunami. *Annali di geofisica*, vol. 42, n°1, pp. 49-55.

3-2 Caractéristiques géomorphologiques et géologiques de la zone d'étude

3-2-1 Géomorphologie

Dans la zone d'étude, trois particularité morphologiques principales existent comme l'indique la Figure 3-10 :

- Plaine de la Mitidja : Partie orientale de la zone d'étude développée comme plaine.
- Massif de Bouzareah : Partie occidentale collinaire de la zone d'étude.
- Terrasses marines : Terrasses marines développées le long de la ligne côtière.

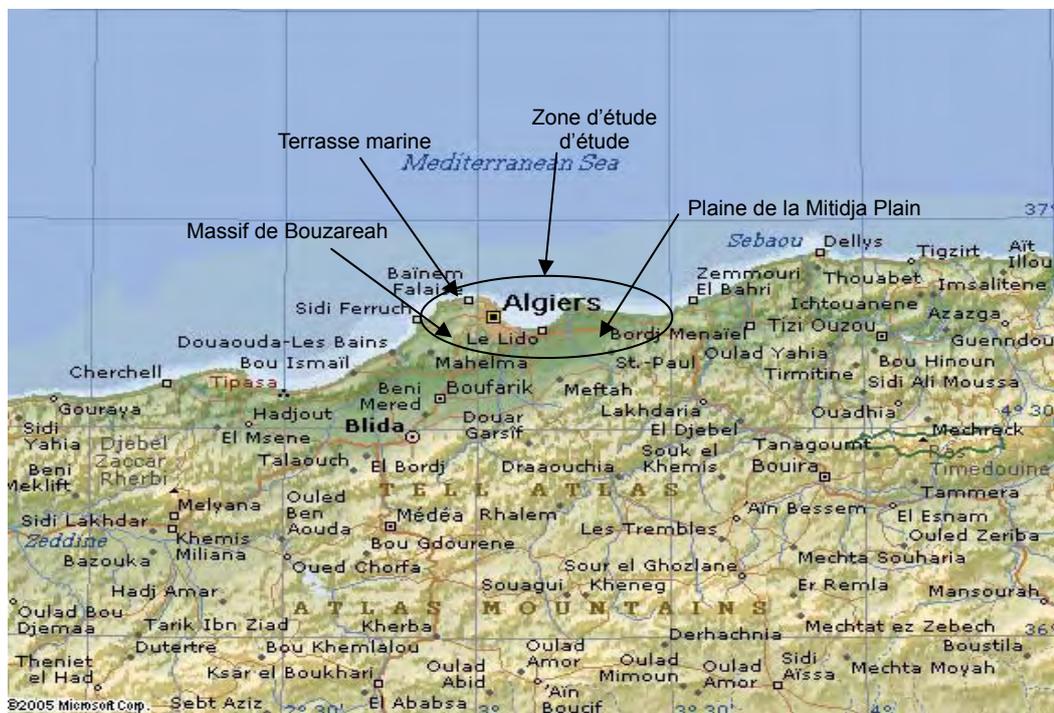


Figure 3-10 Carte topographique (Encarta)

(1) Plaine de la Mitidja

Cette plaine étendue, de formations très récentes, est formée par le remplissage quaternaire principal d'un vaste synclinal post-air. Dans une orientation OSO/ENE, la plaine de la Mitidja se resserre à l'issue de synclinal. Son étendue longitudinale dépasse 120 km avec une largeur maximum de 20 km. La plaine se bascule légèrement dans une direction septentrionale ; Blida se situe au pied des montagnes atlasiques d'environ 260 m d'altitude, excepté les monts Mitidjiens d'environ 1 600 m d'altitude. La superficie totale de la plaine est de 130 000 ha.

(2) Massif de Bouzareah

Dans la partie occidentale de la zone d'étude, le massif métamorphique solide de Bouzareah se développe, atteignant 407 m d'altitude. Le massif a un axe anticlinal dans une direction SE-NO. Ce massif solide, sous forme de tortue, se réduit de l'est à l'ouest. Son contact avec la mer est généralement difficile et les pentes sont remarquablement accentuées.

(3) Terrasse marine

La terrasse marine est une unité d'affleurement entre 50 et 200 m d'altitude, séparant la plaine de la Mitidja de la mer. Le Sahel occidental est plus développé dans l'est que dans l'ouest avec une série de collines de plus en plus basses s'étendant vers l'ouest.

La Figure 3-11 montre les élévations de la zone d'étude. Cela indique que les élévations dans les parties septentrionales telles que BOUZAREAH dépassent 500 m. Dans l'ouest et l'est de la plaine de la Mitidja existent les bas-fonds dont l'altitude est généralement inférieure à 30 m. Dans la zone occidentale, la terrasse marine se distingue.

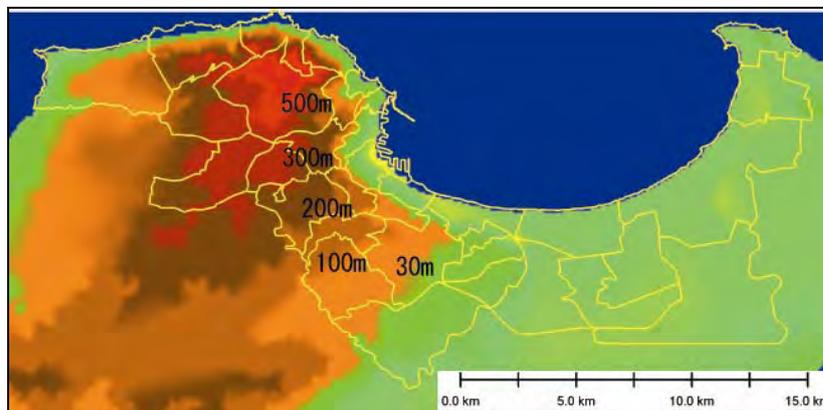


Figure 3-11 Topographie de la zone d'étude

Le fleuve Oued Harrach se situe au centre de la zone d'étude. Il coule du sud au nord. Le fleuve Oued Smar se ramifie du fleuve Oued Harrach à EL HARRACH. Le fleuve Oued Hamiz coule du sud au nord à l'aéroport avant de virer à BORDJ EL KIFFAN pour s'écouler dans une direction vers l'ouest. En saison des pluies, l'eau s'écoule dans la plupart des fleuves qui se transforment en rigoles en saison sèche à cause de l'érosion (voir la Figure 3-12).

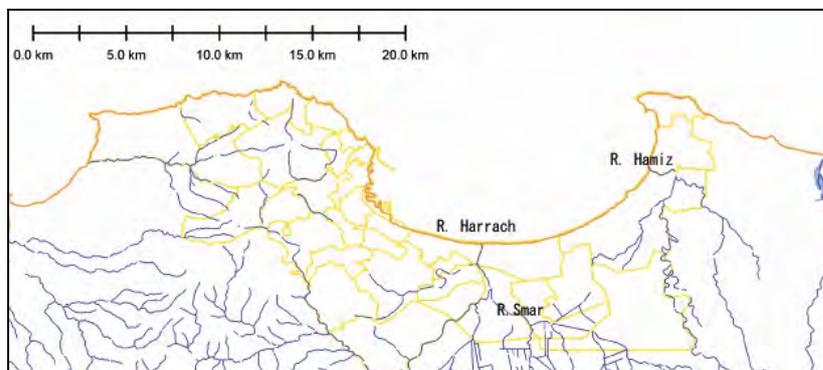


Figure 3-12 Distribution des fleuves dans la zone d'étude

3-2-2 Météorologie et hydrologie

(1) Météorologie

En générale, la zone côtière en Algérie exhibe un climat typiquement « méditerranéen ». Les précipitations annuelles sont faibles de l'ordre de 600 mm. Au-delà des chaînes montagneuses du sud de la côte, le climat se réfère au « climat continental », où la différence des températures entre été et hiver est tout à fait remarquable.

Le désert du Sahara est une région méridionale et représente environ 85% du pays. La température peut s'élever aux environs de 49°C et les sables des dunes peuvent atteindre parfois l'Europe à cause du vent chaud (Sirocco) qui souffle vers la Méditerranée. De plus, il fait extrêmement chaud dans la journée et extrêmement froid dans la nuit selon les localités telles que Ahagal.

Les températures enregistrées à l'Université à Alger entre 1913 et 1937 sont présentées à la Figure 3-13, alors que les précipitations d'Alger prises le long du fleuve Oued Harrach sont montrées au Tableau 3-4 et à la Figure 3-14. Ces données sont fournies par l'ANRH.

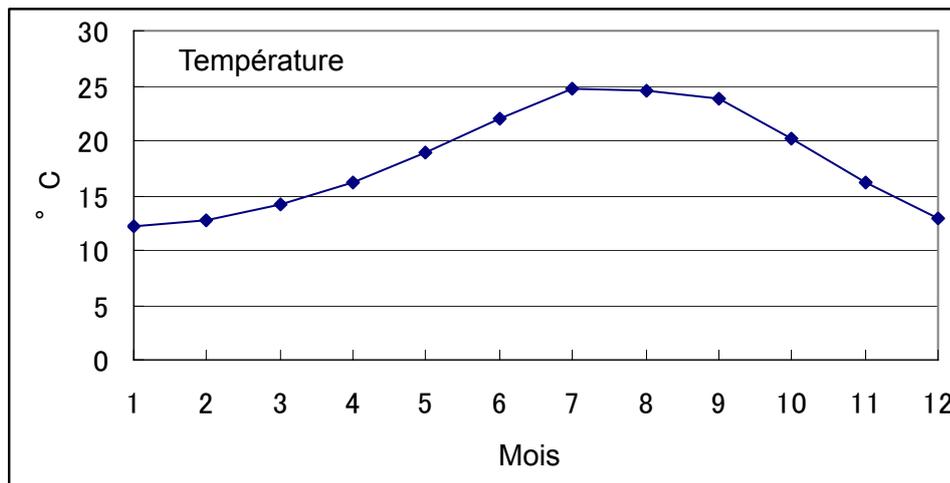


Figure 3-13 Température mensuelle moyenne à Alger (1913 – 1937)

Tableau 3-4 Précipitations à Alger (Code de station : 020607) fournies par l'ANRH

	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
1999 - 2000	-	30.7	158.7	208	9.7	2.3	19	35.4	30.7	0.3	0	0
2000 - 2001	8.5	39.9	69	51	157.9	117.2	0	51.5	16.7	0	0	7.7
2001 - 2002	14.8	0	56.9	67.3	60.3	-	-	66.4	0	0	0	0
2002 - 2003	-	-	-	-	-	-	-	94.6	24.9	1.5	0	0
2003 - 2004	42.8	39.7	38.4	118.7	130.6	49.5	70	59.8	168.9	0	27.3	0
2004 - 2005	6.3	45.7	108.4	192.1	102	108	63	38.1				

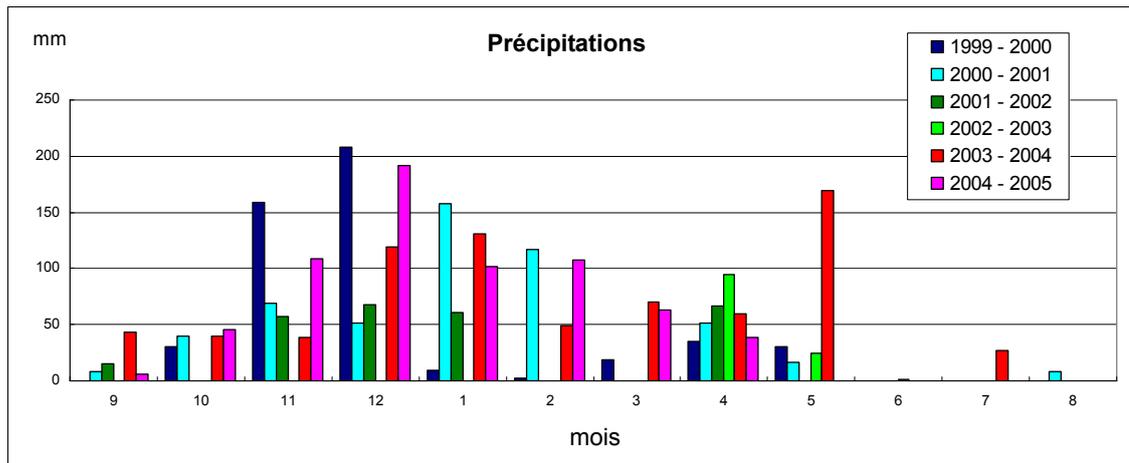


Figure 3-14 Précipitations à Alger (Code de station : 020607) fournies par l'ANRH

(2) Niveau d'eau souterraine

La plaine de la Mitidja se situe dans le nord d'Alger. La partie orientale se trouve adjacente à la mer dans le nord et limitée par les montagnes atlasiques dans le sud.

La région de la plaine de la Mitidja est dotée de deux aquifères principaux qui se séparent en lieu par le substratum d'El Harrach s'étendant sur toute la zone. L'aquifère le plus profond est de formation astienne. Le second aquifère, le plus important d'ailleurs, est de formation de la Mitidja (Tyrrhénien). C'est un alluvial côtier sans borne. L'écoulement intergranulaire horizontale dominant se caractérise par l'hétérogénéité dans la direction verticale. Localement, l'eau salée peut avoir lieu dans une profondeur de quelques mètres.

Le Tableau 3-5 et la Figure 3-15 montrent les niveaux d'eau souterraine observés pendant la présente étude avec les données enregistrée du LNHC et de l'ANRH. Comme le montre la présente Figure, le niveau d'eau est comparativement similaire à la topographie.

Tableau 3-5 Niveaux d'eau souterraine observés

No. de forage	Niveau de saturation de l'eau (m)	No. de forage	Niveau de saturation de l'eau (m)	No. de forage	Niveau de saturation de l'eau (m)
No.1	-3,5	No.33	93,6	AH-6	85
No.2	8,5	No.34	0	AH-8	8,4
No.3	104,6	No.35	14	AH-9	5
No.4	296	No.36	-12	AH-11	11
No.6	180	No.38	-18	AH-12	11,9
No.8	11,8	No.39	8	AH-15	6,9
No.9	-2	No.40	-1,1	AH-23	14
No.10	0	No.41	22	AH-24	12,13
No.12	155,6	No.42	-11	AH-25	58
No.13	299,8	No.43	-10	AH-35	42,6
No.15	251	No.44	-6	AH-44	16,01
No.16	226	No.45	13	AH-47	75
No.18	140	No.46	-3	AH-51	39,5
No.20	76,27	No.47	1,5	AH-52	37,7
No.21	0	No.48	4,4	AH-57	9,3
No.22	-0,2	No.49	-0,12	AH-58	15,02
No.23	8,9	C-2	251	AH-60	15,35
No.25	66	H-3	85	AH-61	9,9
No.26	84,5	J-4	278,5	AH-66	21
No.27	25	M-2	22	AH-67	19,3
No.28	14	Z-1	32	AH-70	45,49
No.29	0	Zb-1	14	AH-71	33
No.30	10	AH-3	22		
No.32	23	AH-5	173		

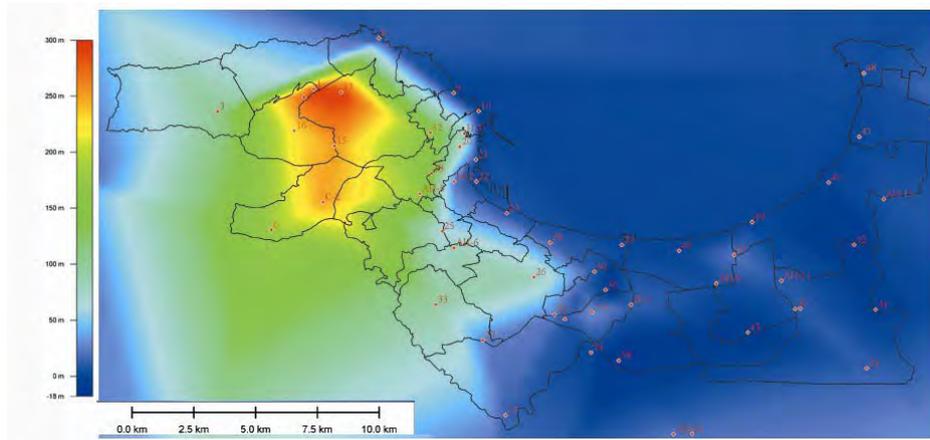


Figure 3-15 Carte de niveau d'eau souterraine

(3) Variations saisonnières du débit des cours d'eau et de la profondeur de l'eau souterraine

La Figure 3-16 montre les variations saisonnières du débit des cours d'eau avec les précipitations de 1996-1997. Dans la même figure, les variations saisonnières de la profondeur de l'eau souterraine sont aussi décrites moyennant les données fournies par le CGS.

1) Variations saisonnières du débit des cours d'eau

Les précipitations de pic s'obtiennent en Algérie entre novembre et janvier, alors que le débit de pic des cours d'eau entre février et avril. Ce décalage entre les précipitations de pic et le débit de pic des cours d'eau suggère que l'eau découle de certaines distances comme par exemple des chaînes montagneuses. Le débit des cours d'eau peut être affecté aussi par les précipitations de pic locales comme par exemple en avril et en août.

2) Variations saisonnières de la profondeur d'eau souterraine

La tendance saisonnière de précipitations en Algérie est difficile à saisir dans la Figure 3-16. La variation saisonnière de la profondeur d'eau souterraine est aussi difficile à évaluer sans donnée saisonnière précise. Grossièrement parlant, les profondeurs d'eau souterraine sont élevées entre novembre et janvier. Cette tendance peut refléter le changement saisonnier dans l'eau souterraine peu profonde de nature à être affectée par les précipitations.

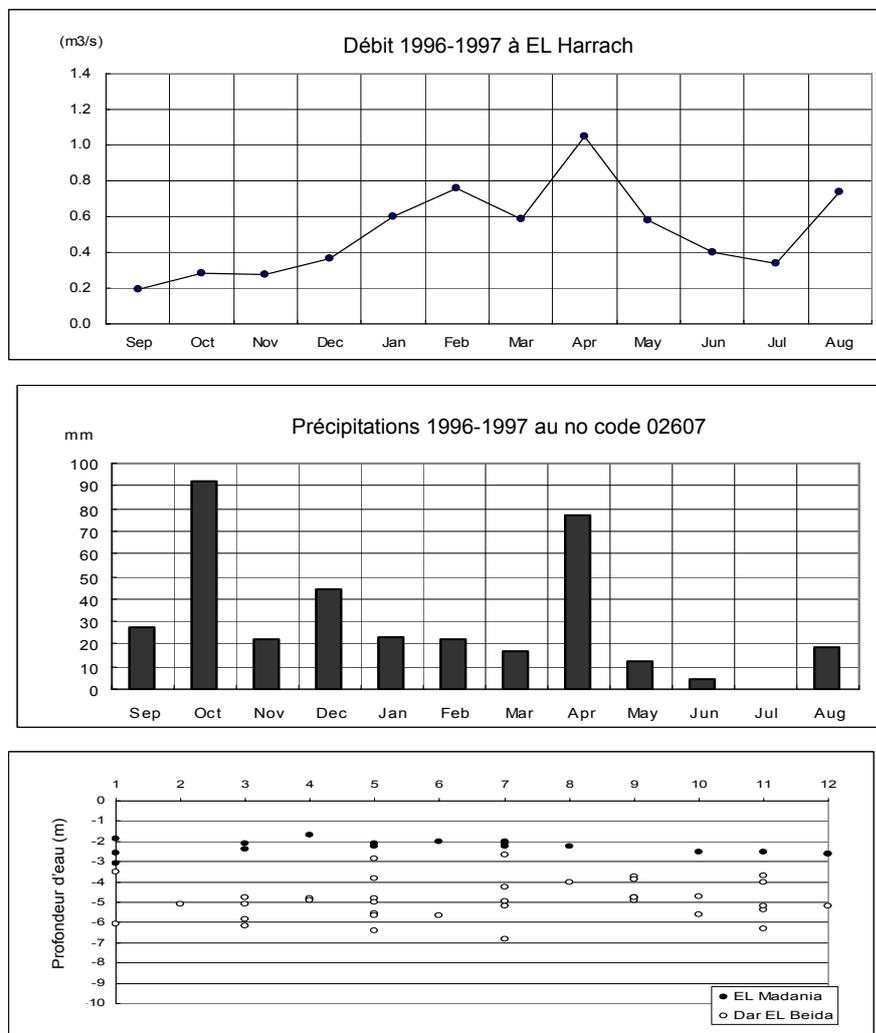


Figure 3-16 Variation saisonnières (Débit des cours d'eau, précipitations, profondeurs d'eau souterraine)

3-2-3 Structure géologique principale

Schématiquement, la structure géologique de la chaîne Maghrébine forme une chaîne littorale d'environ 2 000 km de long et 150 km de large (Durand-Delga, 1971; Durand-Delga et Fonboté, 1980, Figure 3-17). Dans cette chaîne, deux champs structuraux principaux, formés du nord au sud, sont reconnus :

- Zones internes
- Zones externes

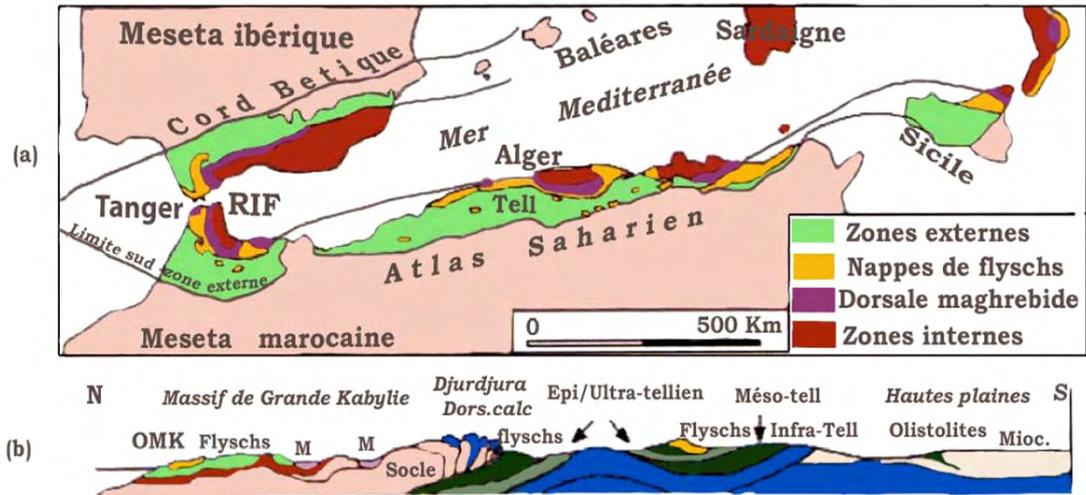


Figure 3-17 Carte schématique (a) Carte structurale schématique de la chaîne Maghrébide montrant la disposition des zones internes et externes, (b) Section simplifiée orientée à l'est (Durand-Delga et Fonboté, 1980)

(1) Zones internes

Les zones internes forment une bande discontinue le long de la côte méditerranéenne du Maghreb. Dans le nord de l'Algérie, elles forment un massif côtier de l'ouest à l'est, par exemple, le Mont Chenoua, les collines de Bouzareah, etc. Ces anciennes roches massives sont pourtant paléozoïques. Les unités des zones internes débordent vers le côté sud des unités de flyschs inclus dans les dépôts crétacé et paléocène.

(2) Zones externes

Les zones externes se composent principalement de marnes calcaires et grès des ères mésozoïque et cénozoïque. Ces unités sont distribuées dans les couches successives débordant vers le sud.

1) Miocène

(A) Burdigalien (Début du Miocène)

Les dépôts burdigaliens apparaissent sur la surface du bassin de la Mitidja à la fois sur l'anticlinal de Sahel sur la côte entre EL MARSA et AIN TAYA et sur la périphérie de la base de Thenia du sud.

Selon Vesnine (1971), de la base à la surface, ces dépôts incluent les suivants :

- Calcaire jaunâtre riche en fossile atteignant une épaisseur de 60 m et de 300 m localement;
- Marnes argileuses atteignant 30 à 50 m d'épais;
- Conglomérats rougeâtres caillouteux et grès intercalés atteignant environ 200 m d'épais.

(B) Serravalien (Miocène moyen)

Les dépôts serravalliens apparaissent sur la surface de la région de Thenia avec une épaisseur atteignant 1 000 m, diminuant jusqu'à 50 m près d'Alger (Glangeaud, et al 1932).

Vesnine (1971) subdivise ces dépôts en trois unités :

- Les dépôts de la première période du Serravalien sont un ensemble des sédiments volcaniques qui se reposent directement sur la base. Ils incluent des grès riches en mica, marnes et argiles grises bleuâtres, parfois jaunâtres, atteignant environ 250 m d'épais.
- Les dépôts de la dernière période du Serravalien incluent deux unités secondaires : a) tufs basaltique et andésitique associés avec marnes et grès atteignant environ 350 m d'épais, b) laves basaltique et andésitique qui manquent de continuité avec la couche précédente.

2) Pliocène

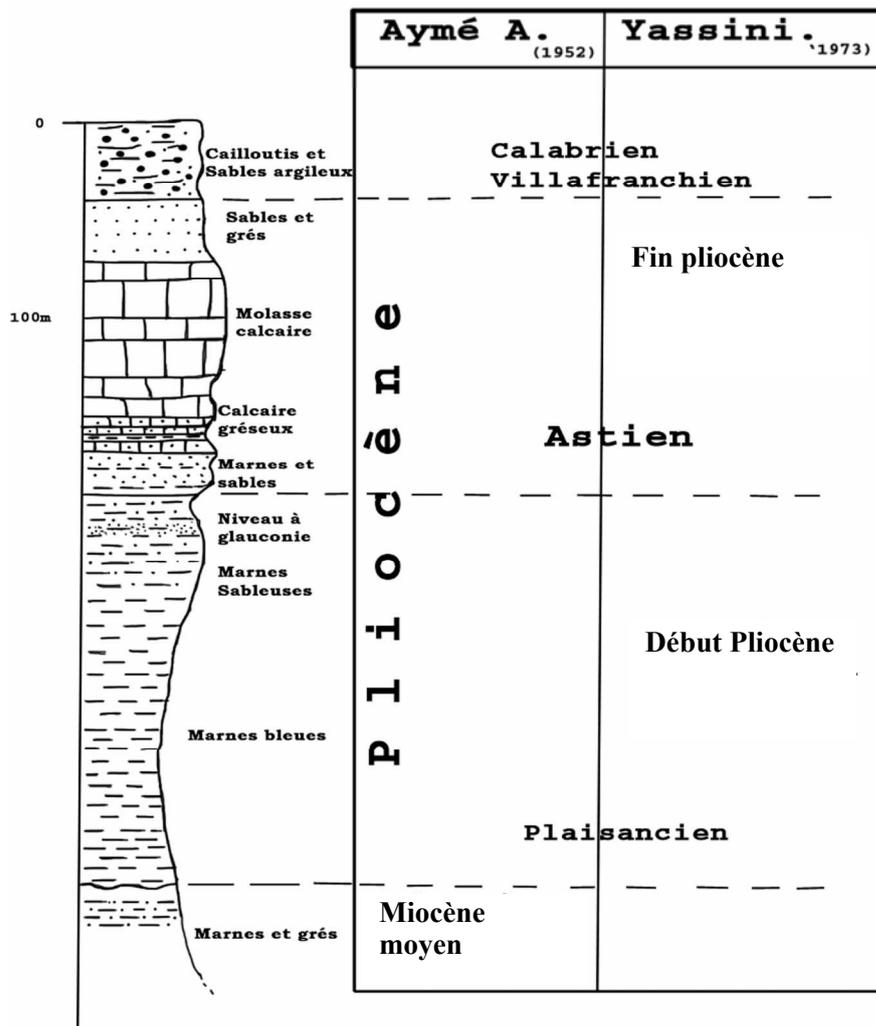
Le Pliocène manque de continuité avec les dépôts serravaliens. Il est largement étendu sur la partie méridionale de la Mitidja (Glangeaud et al; 1952). Ce dépôt est essentiellement classifié en deux unités, l'une plaisancienne et l'autre astienne. Ils sont parfois séparés par les épaisseurs variant entre plusieurs centimètres et mètres (Ayme, 1952, Yassini, Figure 3-18).

(A) Plaisancien (Première période du Pliocène)

Le dépôt plaisancien consiste en marnes bleues atteignant 1 000 m d'épais (Glangeaud et al; 1952). Il manque de continuité avec les couches couvertes.

(B) Astien (Dernière période du Pliocène)

Selon Glangeaud et al (1952), ceci inclut quatre unités (de la base à la surface) en marnes jaunâtres, calcaire sableux riches en bivalves, molasses, grès et sables (Glangeaud et al 1952) (Figure 3-18).



Djediati, 1996

Figure 3-18 Stratigraphie pliocène de la région d'Alger

3) Quaternaire

Les formations quaternaires couvrent une large surface de la région côtière d'Alger. Elles peuvent être observées sous forme de terrasses incluant des sables, graviers et argiles sableuses. Les terrasses quaternaires sont subdivisées en quatre périodes correspondant aux transgressions quaternaires principales : Calabrien, Sicilien, Tyrrhénien et Versilien (Tableau 3-6).

Dans l'est d'Alger, les terrasses sont caractérisées par des cailloux à quartz laiteux en sables jaunâtres avec des lentilles caillouteux calcaires ou grés de plage.

Dans l'ouest d'Alger, les terrasses sont caractérisées, du fond au sommet, par des cailloux calcaires, sables de plage et dépôts plus ou moins solidifiés.

Les terrasses marines quaternaires se trouvent à 200 m d'altitude dans l'est d'Alger et à 325 m dans l'ouest (Djediati, 1996). Les terrasses marines relèvent des mouvements

verticaux liés aux activités tectoniques pendant le Quaternaire. La première période du Pléistocène est représentée par des argiles rouges, alors que le Holocène se représente par des dunes des sables de plage. La Figure 3-19 montre une carte géologique de la zone d'étude.

Tableau 3-6 Chronologie géologique de la Méditerranée; Néocène et Quaternaire (Maouche, 2000) : Les nombres figurant dans ce tableau sont les âges géologiques en Ma.

Holocène - 0.01		Versilien	
Pléistocène 0.01 -1.8	Début 0.01 - 0.12 Moyen 0.12 - 0.7 Fin 0.7 - 1.8	Tyrrhénien Sicilien Calabrien	Âge Villafranchien (Moyen et fin)
Néocène 1.8 - 24.6	Pliocène 1.8 - 5.1	Fin	Âge Villafranchien (Début) Astien Plaisancien
		Début	Âge Zancien et Rédonien (non décrit en Algérie)
	Miocène 5.1 - 24.6	Début 5.1 - 11.3	Âge Messinien
			Âge Tortonien
		Moyen 11.3 - 14.4	Âge Serravallien
			Âge Langhien
	Début 14.4 - 24.6	Âge Burdigalien	
		Âge Aquitanien	

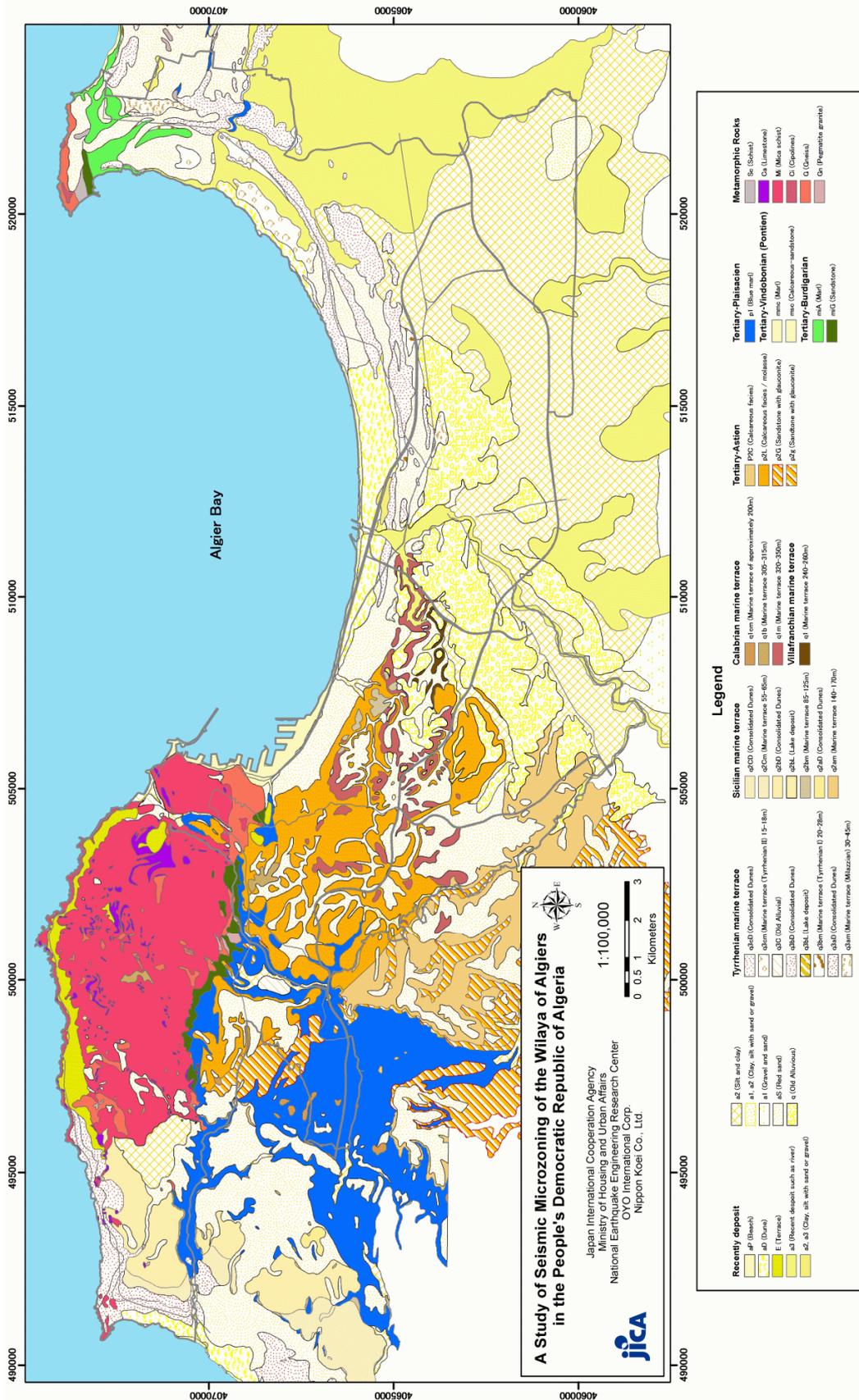


Figure 3-19 Carte géologique de la zone d'étude