

3-3 Investigation supplémentaire

3-3-1 Forage

Pour évaluer la structure géologique de l'ingénieur, 50 nouveaux forages ont été réalisés pendant la présente étude afin de compléter les données existantes. Les localisations des forages nouveaux et existants sont montrées à la Figure 3-20. Les données de forages existants ont été fournies par l'LNHC (Laboratoire National de l'Habitat et la Construction) et l'ANRH (Agence Nationale des Ressources Hydriques). Le nombre des forages impliqués dans l'analyse est de 179 au total et leurs données sont résumées au Tableau 3-7.

Pour chaque point de forage, la profondeur de la couche astienne et celle du substratum de l'ingénieur sont fixées à partir des données géologiques, géotechniques et géophysiques. Quant au substratum de l'ingénieur, deux couches sont utilisées : l'une est la couche de marnes plaisanciennes et l'autre de schiste métamorphique.

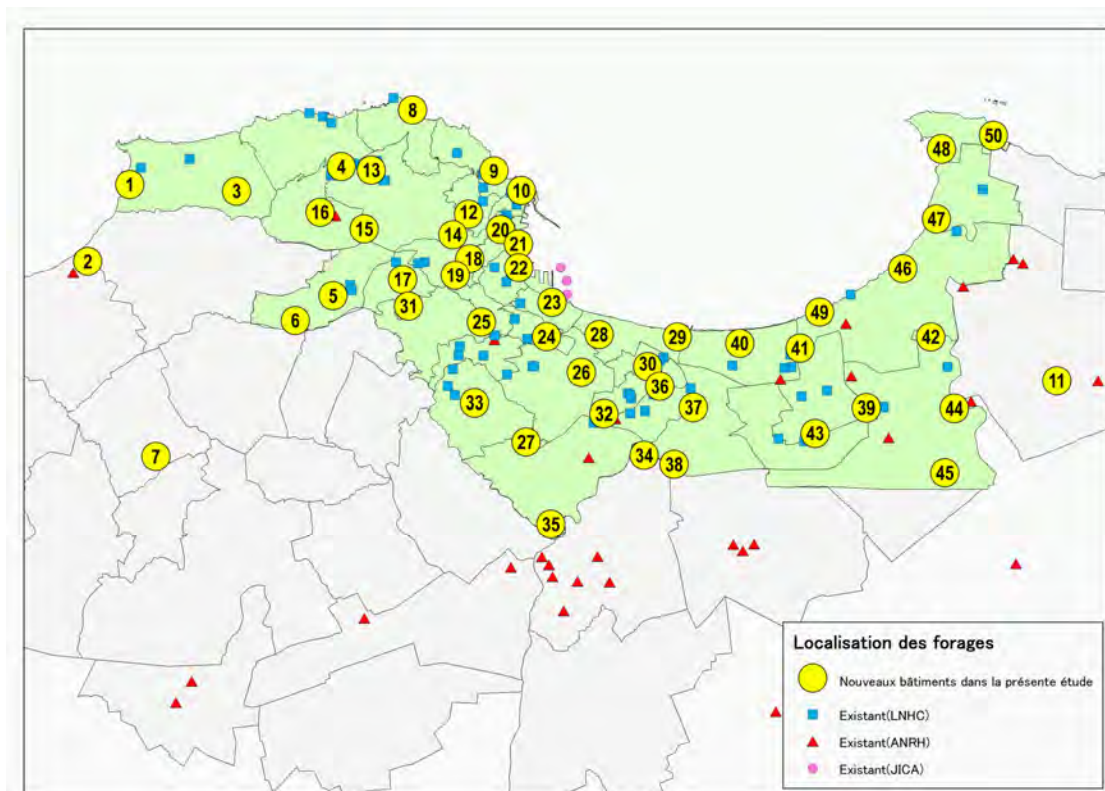


Figure 3-20 Localisations des forages

Tableau 3-7 Données de forages

No	Localisation		Prof. forée (m)	Nom de forêt	Source de données	Niveau d'eau (Altitude) (m)	Géologie de l'ingénieur			Classifi- cation			
	X	Y					Altitude (m)	Grés calcaires	Altitude astienne (m)		Altitude substrat (m)		
1	491145	4071385	5	32	1	-3.5	-21					-21	M
2	489580	4068525	11	30	2	8.5	-2					-7	M
3	495101	4071143	130	41	3	104.8	124					118	S
4	498992	4072053	295	32	4	296						294	S
5	498676	4067240	252	13	5		250					248	M
6	497277	4066318	180	20	6	180	180					174	M
7	492113	4061287	182	30	7	178	178					170	M
8	501630	4074131	31	15	8	11.8						27	S
9	504654	4071898	3	30	9	-2						-2	S
10	505667	4071166	2	15	10	0						-10	S
11	525523	4064083	18	28	11		1						-
12	503706	4070284	162	20	12	155.6						155	S
13	500096	4071927	301	37	13	299.8						302	S
14	503127	4069524	94	15	14	251	263					91	S
15	498835	4069741	285	30	15	226	230					238	M
16	498207	4070360	231	30	16	226	230					217	M
17	501258	4067846	249	30	17	140	149					228	M
18	503754	4068624	160	30	18								-
19	503213	4068008	222	30	19								-
20	504899	4069711	80	10	20	76.27						78	S
21	505556	4069181	3	50	21	-0.2	-9					-20	M
22	505570	4068269	1	70	22	8.9	14					-18	M
23	508795	4068997	20	55	23							-10	M
24	506594	4065715	77	50	24								-
25	504181	4066266	110	50	25	66						69	M
26	507895	4064393	87	81	26	84.5	84					22	M
27	508840	4061825	56	80	27	25	53						-
28	508554	4065800	20	70	28	14	15					6	M
29	511452	4065709	4	50	29	0	-19						-
30	510350	4064603	15	70	30	10	3					-12	M
31	501483	4068855	253	30	31		251						-
32	508725	4062871	65	100	32	23	64						-
33	503928	4063273	102	30	33	93.6	100						-
34	510213	4061328	9	75	34	0	1						-
35	508754	4058765	19	70	35	14	8					-42	M
36	510797	4063877	23	73	36	-12	10						-
37	512042	4063104	5	72	37	-18	-16					-46	-
38	511325	4060994	14	70	38	8	-7						-
39	518461	4063087	13	100	39								-
40	513767	4065473	4	51	40	8	-13					-38	M
41	515997	4065293	40	42	41	22	16					8	M
42	520848	4065710	14	30	42	-11	-6						-
43	518552	4062143	15	102	43	-10	-18						-
44	521713	4063066	24	80	44	-6	1					(1-13)	-
45	521360	4060690	25	66	45	13	16						-
46	519807	4068257	0	31	46	-3							-
47	521052	4070112	2	31	47	1.5							-
48	521240	4072702	13	13	48	4.4						12	M
49	516721	4066631	2	50	49	-0.12	-17						-
50	523166	4073189	26	22	50							25	S

No	Localisation		Prof. forée (m)	Nom de forêt	Source de données	Niveau d'eau (Altitude) (m)	Géologie de l'ingénieur			Classifi- cation			
	X	Y					Altitude (m)	Grés calcaires	Altitude astienne (m)		Altitude substrat (m)		
51	493357	4072340	75	10	A-1							74	S
52	490991	4071708	10	1	A-2							10	S
53	491555	4072014	20	10	A-3							-1	S
54	497797	4074021	14	20	B-1							4	S
55	498298	4073892	15	12	B-2							9	S
56	498617	4073663	30	15	B-3							24	S
57	500914	4074586	16	20	B-4							259	M
58	498312	4067635	253	9	C-1				252			249	M
59	498372	4067453	254	9	C-2				251			250	M
60	498750	4067194	278	10	C-3				274			272	M
61	501646	4066703	231	12	C-4				228			223	M
62	501449	4074072	35	8	D-1							32	S
63	500315	4072269	285	9	D-2							284	S
64	503275	4072555	150	12	E-1							149	S
65	504354	4071874	20	9	F-1				19			14	S
66	505532	4071024	14	15	F-2							8	S
67	504245	4071773	55	12	F-3								-
68	504245	4071286	49	15	F-5								-
69	503378	4068984	130	1	G-1							130	S
70	503663	4070163	110	9	G-2				109				-
71	503989	4070440	137	7	G-3				137				-
72	504236	4070764	54	15	G-4							49	S
73	505272	4071079	52	10	H-1							20	S
74	505466	4070635	22	12	H-2							85	S
75	505090	4070255	91	12	H-3							81	S
76	500609	4071546	325	9	I-1							320	S
77	498471	4072169	255	15	I-2							250	S
78	500547	4071548	330	15	I-3							330	S
79	498023	4070205	220	9	J-3				220			217	S
80	498598	4071719	280	7	J-4				278.5			279	S
81	502079	4068497	238	15	K-1							236	S
82	501457	4067940	265	12	K-2				263			268	M
83	501831	4068455	242	15	K-3							240	M
84	503781	4068811	184	19	L-1				183			170	S
85	501016	4068497	271	9	L-2							268	M
86	503902	4068531	130	10	L-3				129			129	-
87	505280	4069748	27	15	M-1							26	S
88	504666	4068294	28	13	M-2							20	-
89	505115	4070250	86	12	M-3							78	S
90	505270	4068072	9.5	12	N-1				7.5			3.5	M
91	505110	4067749	16	15	N-2							6	M
92	506530	4066961	29	12	O-1								-
93	504684	4067559	150	20	P-1							149	HC
94	506882	4066535	105	3	P-2				105			105	HC
95	505418	4066375	32	8	Q-1							32	MC
96	504019	4066141	177	12	Q-2							171	MC
97	508078	4064623	129	10	R-1							128	-
98	508072	4064626	99	12	R-2							98	-
99	509617	4063616	32	15	S-1							31	-
100	510938	4064940	25	15	T-1							24	-

Tableau 3-7 Données de forages (suite)

No	Localisation		Prof. forée (m)	Nom de forat	Source de données	Niveau d'eau (Altitude) (m)	Géologie de l'ingénieur		Altitude substrat (um(m))	Classification		
	X	Y					Altitude (m)	Grès calcaires				
101	509729	4063422	47	T-2	Fournies par le LNHC		44	(39.37)		-		
102	510808	4064832	37	T-3			34				-	
103	503340	4065019	175	U-3			169				-	
104	505132	4064318	101	V-1			100				-	
105	503380	4065363	190	V-2			188				-	
106	504251	4065018	167,5	V-3			159,5				-	
107	502939	4063881	145	W-1			136				-	
108	503118	4064506	155	W-2							-	
109	503193	4063552	137	W-3			131				-	
110	508347	4062538	62	X-2			60				-	
111	509705	4062891	57,1	Y-1			56,1				-	
112	509705	4063556	35	Y-2			32				-	
113	510292	4062966	36	Z-1			28				-	
114	510572	4063571	59	Z-2			53				-	
115	511932	4063794	9,6	Za-1			5,6				-	
116	513494	4064843	24,3	Za-2			23,3				-	
117	511825	4063268	17	Zb-1			13				-	
118	516152	4061852	12,6	Zb-2			4,7				-	
119	515196	4061949	16,3	Zb-3			16,3				-	
120	515639	4065052	31,3	Zc-1			30,3				-	
121	515675	4064592	24	Zc-2			23				-	
122	515418	4064555	25	Zc-3			21				-	
123	506137	4064608	128	Zd-1			123				-	
124	516055	4063494	19,6	Zd-2			16,6				-	
125	517000	4063720	11,5	Zd-3			9				-	
126	519100	4063110	16	Ze-1			7				-	
127	518680	4062850	16	Ze-2			7				-	
128	521470	4064800	18	Ze-4			7				-	
129	517880	4067280	4	Zf-2			2				-	
130	521800	4069650	9	Zf-3			4				-	
131	522775	4071213	25	Zg-1						24	S	
133	516415	4066500	7	Zh-1						5	S	
134	507123	4068292	-14,5	Port-1		JST		-17			-	
135	507348	4067791	-14,4	Port-2					-15,7			-
136	507360	4067287	-7,8	Port-3					-11,55			-
137	489049,04	4068090,6	32	AH-3				24,4			15	M
138	498776,51	4070220,1	265	AH-4				265			253	M
139	503276,59	4067793,5	213	AH-5				213			163	M
140	504666,94	4065592,1	105	AH-6				82,4				-
141	508166,66	4061236,8	30	AH-7				-1				-
142	509150,11	4062681,2	50	AH-8				50			-48	M
143	515270,65	4064132,7	31	AH-9				21				-
144	517699,22	4066196	12	100 AH-10				14			1	M
145	517906,99	4064248,3	14	65 AH-11				14				-
146	518666,82	4063107,3	14,5	81 AH-12				14,5				-
147	519281,91	4061971,8	19	214 AH-13				19				-
148	519853,2	4068235,3	2	156 AH-14				2				-
149	522047,55	4067578,5	12	82 AH-15				2,5			-30	M
150	522343,9	4063308,9	21	243,25 AH-16				15			-90	M

No	Localisation		Prof. forée (m)	Nom de forat	Source de données	Niveau d'eau (Altitude) (m)	Géologie de l'ingénieur		Altitude substrat (um(m))	Classification		
	X	Y					Altitude (m)	Grès calcaires				
151	523908,44	4068610,3	12	AH-17	Fournies par l'ANRH		6			-25,6	M	
152	524257,31	4068449,3	12,25	AH-18			6,25					-
153	527052,37	4064065,8	28	309,9 AH-19			28				-118	M
154	527908	4059070,5	55,5	96 AH-20			55,5				-34,5	M
155	528457,63	4059218,3	56	84 AH-21			53				-16	M
156	529528,51	4065429,8	21	62,9 AH-22			21					-
157	528925,79	4064433,5	27	74,6 AH-23			27					-
158	530482,93	4067048,9	19	48 AH-24			17					-
159	533061,4	4069036,5	62	16 AH-25			62					-
160	472381,4	4044841,1	43	163 AH-35			31					-
161	486175,86	4053472,9	15,01	120 AH-44			15,01					-
162	487823,88	4044482,5	90	150 AH-47			80					-
163	492852,63	4052165,1	40	118 AH-51			40					-
164	493442,28	4052949,9	38	105 AH-52			38					-
165	499839,56	4055274,8	58	209 AH-53			53				-142	M
166	505272,19	4057153,3	27,5	98 AH-54			27,5					-
167	506423,7	4057543,7	21,95	101,6 AH-55			21,95					-
168	506685,25	4057248,3	22	150 AH-56		22					-	
169	506813,59	4056818,5	18	150 AH-57		18					-	
170	508939,46	4056611,5	24	144,5 AH-58		24					-	
171	508493,46	4057556,5	18	149,1 AH-59		18					-	
172	507746,49	4056635,6	24	150 AH-60		24					-	
173	507228,52	4055549,1	19	150 AH-61		19					-	
174	513526,91	4057993,4	22	136,2 AH-66		18					-	
175	514295,77	4059010,6	20	120,3 AH-67		16					-	
176	513875,52	4057762,5	20	120 AH-68		14					-	
177	515102,83	4051827,9	50	72 AH-69		31					-	
178	519798,39	4052759,7	68	80 AH-70		68					-	
179	524007,71	4057287,4	41	62 AH-71		36,5					-	

M: Mame bleue
 S: Roches métamorphiques et miocènes
 -: introuvable

HC: Rapport élevé de grès calcaires
 MC: Rapport moyen de grès calcaires
 LC: Rapport faible de grès calcaires

Sur la base des données de forages et des documents techniques, les stratums géologiques ont été classés du point de vue géologique de l'ingénieur tel qu'indiqué au Tableau 3-8. Les propriétés de l'ingénieur des matériaux, examinées par les essais de laboratoire et les investigations géophysiques, ont été étudiées et compilées par référence à la présente classification.

Tableau 3-8 Classification des unités géologiques de l'ingénieur

Symbole	Explication
ap	Dépôt de plage et dépôt de sables
e	Dépôt de pentes
a3	Dépôt quaternaire (sables)
a2	Dépôt quaternaire (argiles)
q	Dépôt quaternaire ancien
qt	Terrasse marine
p2c	Couches Astienne (marnes, détériorées)
p2c-f	Couche Astienne (marnes, fraîches)
p2l	Couche calcaire Astienne (détériorée)
p2l-f	Couche calcaire Astien (fraîche)
p1	Couche Plaisancienne (marnes bleues, détériorées)
p1-f	Couche Plaisancienne (marnes bleues, fraîche)
mi	Roches métamorphiques (schiste, détériorés)
mi-f	Roches métamorphiques (schiste, fraîche)

3-3-2 Essais de laboratoire

Quelques échantillons en état satisfaisant ont été récupérés pendant le forage et soumis aux essais de laboratoire selon les paramètres suivants :

- Densité humide
- Teneur en eau
- Taux de saturation (Sr)
- Limites d'Atterberg (LL, LP)
- Granulométrie de 50% de criblage (D50)
- Contenu fin (FC)

Les résultats sont est montrés au Tableau 3-9.

Les résultats existants des essais de laboratoire sont collectés à travers des rapports d'étude du LNHC et compilés au Tableau 3-10. Dans les données des paramètres géotechniques collectées sont incluses les données de l'ensemble desdits paramètres avec C (cohésion) et ϕ (angle de frottement) en supplément.

Tableau 3-9 Résumé des essais de laboratoire effectués dans l'Étude

No.	No.forage	Nom de spécimen	de	à	Géologique de l'ingénieur	DENSITE HUMIDE			MITES D'ATTERBERG		Analyse Granulométrique			
						DENSITE HUMIDE (g/cm ³)		TENEUR EN EAU	Sr(%)	LL	LP	D50	FC (%)	
1	No.1	1-1	0.7	0.9	ap	1.99	2.00							
2		1-2	9.00	9.30	pl2-a	1.97	1.99							
3		1-3	13.00	13.45	pl2-a	2.07	2.06							
4		1-4	17.40	17.75	pl2-a	1.93	1.91							
5		1-5	23.30	23.60	pl2-a	1.81	1.85							
6		1-6	26.20	26.50	p1-f	2.13	2.11	19.28	19.28	100	34	22	0.0016	99.52
7		1-7	30.10	30.30	p1-f	2.22	2.2	15.39	15.05	100	52	23	0.0012	99.6
8		1-8	30.50	30.65	p1-f	2.15	2.14	15.42	15.78	88	59	34	0.001	99.64
9		1-9	33.20	33.50	p1-f	2.17	2.16							
10		1-10	40.40	40.70	p1-f	2.11	2.11							
11		1-11	44.20	44.50	p1-f	2.19	2.18							
12		1-14	49.40	49.45	p1-f	2.14	2.16	15.42	15.78	88	59	34	0.001	89
13	No.2	2-1	1.00	1.45	ap							0.4	4.4	
14		2-2	2.00	2.45	ap							0.4	5	
15		2-3	3.00	3.45	ap							1.2	4.4	
16		2-4	14.00	14.45	p2a-f							1	6.79	
17		2-5	29.10	29.30	p1-f	2.07	2.03	21.24	19.47	93.37	70	33.37	-	100
18	No.3	3-1	7.00	7.60	p2a-f	2.07	2.01	24.42	23.3	100	44	29	0.001	99.2
19		3-2	9.40	9.70	p2a-f	1.94	1.96	30.9	31	100	59	31	0.012	99.7
20		3-3	10.20	10.50	p2a-f	1.96	1.96	28	28.79	90	62	32	0.003	98.52
21		3-4	12.40	13.00	p2a-f	1.95	1.96	29.5	29.86	100	47	28	0.001	98.72
22	No.4	4-1	1.00	1.45	mi							0.7	20	
23		4-2	2.00	2.45	mi							0.38	22	
24		4-3	3.00	3.45	mi							0.25	33	
25		4-4	7.00	7.45	mi-f							0.65	10	
26		4-5	8.00	8.45	mi-f							0.4	16	
27		4-6	21.00	21.45	mi-f							0.5	30	
28		4-7	22.00	22.45	mi-f							0.45	11	
29		4-8	26.00	27.00	mi-f							0.21	42	
30	No.6	6-1	3.40	3.70	p1	2	2.02	27.06	25.58	100	60	30	0.001	99.2
31		6-2	7.00	8.00	p1	2.07	2.13	15.68	17.3	89	50	27	0.001	99.8
32		6-3	9.00	10.00	p1	2.04	2.05	21.62	13.93	94	54	26	0.001	99.64
33		6-4	16.50	16.80	p1	2.5	2.55	13.04	14.01	100	47	28	0.0025	99.96
34		6-5	18.50	18.65	p1	2.29	2.25	13.93	13.67	100	47	26	0.013	99.8
35		6-6	30.40	30.70	p1	2	2.02	27.06	25.58	100				
36	No.7	7-1	1.00	1.45	p2c						33	19		
37		7-2	1.20	1.40	p2c	2.14	2.17	13.72	13.77	88			0.06	73.24
38		7-4	4.10	4.20	p2a-f	2.03	2.04	23.14	22.18	96	44	20	0.009	95.84
39		7-5	8.50	8.80	p2a-f	2		24.42		94	61	33	0.015	99.48
40		7-6	11.70	11.90	p1	2	2.02	21.45	18.69	89	41	22	0.009	98.32
41		7-7	17.30	17.70	p1-f	2.19	2.18	15.9	15.48	98	36	20	0.003	99.84
42		7-8	24.00	24.30	p1-f	2.19	2.1	16.35	18.27	100	30	21	0.014	99.88
43		7-9	28.00	28.60	p1-f	2.14	2.14	18.76	19	100	47	20	0.025	99.4
44		No.8	8-1	7.80	8.00	mi-f	2.48							
45	8-2		14.40	14.60	mi-f	2.64								
46	No.9	9-1	2.00	2.45	B						32	15.6	0.81	8
47		9-2	4.00	4.45	e						29.5	15	0.28	7
48		9-5	5.00	5.40	e						28.2	16.2	0.2	38
49		9-4	9.00	9.40	mi						39.5	18.2	0.025	98
50	No.10	10-1	1.00	1.45	B								1.8	11
51		10-2	2.00	2.15	B								3.2	7
52		10-3	4.00	4.45	B								9	7
53		10-4	10.00	10.80	ap	1.94	1.935	24.58	26.41					
54		10-5	11.00	11.45										
55	No.11	11-1	unknown Ech1										0.005	83.3
56		11-2	1.00	1.45	B								0.05	16.52
57		11-3	2.00	2.45	B								2	13
58		11-4	3.00	3.45	B								5	6.52
59		11-5	5.00	5.40	B								0.006	100
60		11-6	6.00	6.45	a2								0.055	60
61		11-7	10.00	10.45	B								4.5	6.5
62		11-9	15.00	15.45	B								1.75	4.4
63		11-10	16.00	16.45	B								2.6	2.2
64		11-11	17.00	17.45	p2a-f								2.5	1.01
65		11-12	17.40	17.60	p2a-f	1.97	1.94	33.12	31.78	100	60	30.93	-	98.4
66		11-13	21.00	21.50	p2a-f	1.87	1.9	33.94	32.97	98.56	75	38.22	-	93.6
67		11-14	22.00	22.45	p2a-f						36	17.49	1.1	64.4
68		11-15	26.00	26.45	p2a-f								0.28	20
69		11-16	27.00	27.50	p2a-f								0.22	32.67
70		11-17	unknown Ech2										2.8	22.22
71		11-18	unknown Ech3										0.03	87
72	No.13	13-1	1.00	1.45	B								1.4	11.5
73		13-2	2.00	2.45	B								1.8	13
74		13-3	2.70	2.90	B	2	1.94	19.74	20.8	84.53			0.06	58.4
75	No.14	14-1	1.00	1.45	B								2	22.8
76		14-2	2.00	2.45	B								2	22
77		14-3	3.00	3.45	mi									

Tableau 3-9 Résumé des essais de laboratoire effectués dans l'Étude (suite)

No.	No.forage	Nom de spécimen	de	à	Géologique de l'ingénieur	DENSITE HUMIDE			MITES D'ATTERBER		Analyse Granulométrique			
						DENSITE HUMIDE (g/cm3)	TENEUR EN EAU	Sr(%)	LL	LP	D50	FC (%)		
78	No.15	15-1	1.00	1.45	B						0.06	66.61		
79		15-2	4.00	4.45	p2a-f						0.65	7.45		
80		15-3	10.20	10.80	p2a-f	1.94	1.935	24.58	26.41		65	32.41	-	99.13
81		15-4	28.20	28.60	p2a-f	1.9	1.9	27.36	28.48		63	32.5	-	98.33
82		15-5	29.00	29.50	P1-f									
83	No.16	16-1	1.00	1.45	B						50.5	23.3	0.0018	96
84		16-2	1.70	1.80	P1						52.5	23.5	0.0014	98
85		16-3	5.50	5.80	P1	2.01	2.04	25.6	29.8	100	52.5	24.4	0.003	98
86		16-4	12.30	12.80	P1	2.01	2.04	25.6	29.8	100	51.5	23.6	0.001	98
87		16-5	14.60	14.80	P1	1.82	1.84	21.1	19.7	71	48.5	22.6	0.001	98
88		16-6	20.60	20.80	P1	1.97	2.02	14.5	25.2	99	44.5	20.4	0.001	99
89	16-7	22.30	22.70	P1	1.97	2	28.5	27	100	42	19.3	0.001	98	
90	No17	17-1	1.00	1.45	p2l								1.818	11.5
91		17-2	2.00	2.45	p2l								2.415	13
92		17-3	2.70	2.90	p2l								0.122	58.4
93		17-4	20.00	20.45	p2l-f	2.14	2.15	18.16	17.5	99	57	31.2	0.001	98.56
94		17-5	21.00	21.20	p2l-f	2.19	2.17	13.83	14.33	93	48	24	0.002	99
95		17-6	23.20	23.70	P1-f	2.26	2.26	8.6	9.25	81	41	22	0.008	99.12
96		17-7	28.00	28.40	P1-f								0.0025	99.84
97	17-8	28.80	29.00	P1-f	2.15	2.19	13.46	13.95	89	57	27	0.003	99.7	
98	No.18	18-1	1.00	1.45	B								1.5	23
99		18-2	2.00	2.45	B								0.35	31
100		18-3	3.00	3.45	a2								0.015	63
101		18-4	3.50	3.80	a2	1.89	1.89	31.8	33.2	97			0.003	98
102		18-5	6.00	7.00	a2	1.89	1.89	33.2	32.7	98			0.0021	95
103		18-6	11.00	11.45	p2a-f								0.88	3
104		18-7	12.20	12.50	p2a-f	2.07	2.08	22.1	22.6	100			0.0025	98
105		18-8	17.10	17.50	p2a-f	2.04	2.07	19.9	20.6	94			0.005	98
106	No.19	19-1	1.00	1.45	B	2.01		4		27				
107		19-2	4.00	4.45	B	2.01		2.45		17				
108		19-3	6.00	6.45	ap	2.02		5.89						
109		19-4	10.00	11.00	p2a-f	1.92		0.2		1				
110	No.21	21-1	3	3.45	B	1.98	1.99						3.6	2.67
111		21-2	7	7.45	B								3.8	2.5
112		21-3	16.40	16.60	p2a-f	2.09	1.98							
113		21-4	20.60	21.00	p2a-f	2.06	2.05						0.005	90.93
114		21-5	26.60	27.00	p2a-f	1.96	1.95						0.018	87.45
115		21-6	27	27.45	p1-f								0.02	87.5
116		21-7	29.50	29.80	p1-f	1.97	1.94						0.019	91.5
117		21-8	35.70	39.00	p1-f	2.01	2.04							
118		21-9	40.50	41.00	p1-f	2.09	2.06						0.065	62.39
119		21-10	46.00	46.60	p1-f	2.11	2.11						0.07	52.79
120		21-11	48.20	48.80	p1-f	1.95	1.94						0.05	64.8
121		21-12	49.50	49.90	p1-f	2.05	2.04							
122		21-13	57.20		p1-f	2.01	2.02							
123		21-14	59.40	60.00	p1-f	2.02	2.03						0.008	93.8
124		21-15	63.50	64.00	p1-f	1.99	1.99						0.055	76.07
125		21-16	67.40	68.00	p1-f	1.98	2.00						0.004	89.67
126	No.22	22-1	1.00	1.45	B								0.8	18.95
127		22-2	2.00	2.45	B								0.35	7.92
128		22-3	4.00	4.45	B								0.38	4.6
129		22-4	5.00	5.45	B								0.16	21.3
130		22-5	6.00	6.45	B								0.14	22.33
131		22-6	7.00	7.45	B								0.18	5.57
132		22-7	10.00	10.45	B								1.5	2.32
133	22-8	11.40	11.60	p2a-f	1.93	1.94	30.85	30.29	84	51	27	0.0085	99.98	
134	No.23	23-1	1.00	1.45	q								0.85	21
135		23-2	2.30	2.50	q	1.9	1.9	23.3	23.9	83			0.09	55
136		23-3	3.50	3.80	q						48.5	22.4		
137		23-4	4.00	4.45	q								0.66	30
138		23-5	5.00	5.45	q								0.82	8
139		23-6	6.00	6.45	q						43.5	20.6	0.8	12
140		23-7	7.30	7.50	p2a-f						36.5	17		
141		23-8	12.20	12.50	p2a-f						50.5	22.5	0.032	75
142		23-9	13.00	13.45	p2a-f								0.85	11
143		23-10	16.30	16.60	p2a-f	1.95	1.99	27.9	25.8	97	45.5	20.3	0.098	50
144		23-11	17.10	17.50	p2a-f						52.5	24.5		
145		23-12	19.60	19.90	p2a-f	2.03	1.99	26.3	25.9	100	43.5	20.5	0.1	49
146		23-13	26.50	27.00	p2a-f	2.1	2.06	19.1	19.3	94	42.5	20.5	0.03	69
147		23-14	31.50	31.70	p1-f	2.03	2.01	23.5	23.7	97	43.5	20.4	0.009	88
148		23-15	37.00	37.50	p1-f	2.04	2.03	23.8	24	99	46.5	21.1	0.05	58
149		23-16	42.50	43.00	p1-f	2.07	2.06	21.8	21.7	98	47.5	21.4	0.006	87
150		23-17	48.20	48.50	p1-f	1.98	1.97	25.9	26.9	97	46.5	21.4	0.007	98
151		No.24	24-1	1.00	2.00									
152	24-2		2.00	2.45									0.065	55

Tableau 3-9 Résumé des essais de laboratoire effectués dans l'Étude (suite)

No.	No. forage	Nom de spécimen	de	à	Géologique de l'ingénieur	DENSITE HUMIDE				MITES D'ATTERBERG		Analyse Granulométrique			
						DENSITE HUMIDE (g/cm ³)		TENEUR EN EAU		Sr(%)	LL	LP	D50	FC (%)	
153	No. 25	25-1	22.00	22.45	p2l-f						46.5	22.2			
154		25-2	24.60	25.00	p2l-f	2.01	2.03	24.50	22.2	96	48.5	21.4			
155		25-3	28.50	29.00	p2l-f						41.5	19.7			
156		25-4	29.00	29.45	p2l-f	2.08	2.14	12.30	12	67	41.5	20.5			
157		25-5	39.40	39.80	p2l-f	2.01	2.07	25.00	20.3	96	46.5	21.3			
158		25-6	48.00	48.50	p2l-f	1.99	1.99	27.4	29.5	100	45.5	20.3	-	97	
159	No. 26	26-1	1.20	1.50	B	2.06	2.04	14.2	15	76	28.5	18.3	0.07	62	
160		26-2	3.30	3.45	B						33	16.9	0.15	48	
161		26-3	4.00	4.45	B						28	16.1	0.15	46	
162		26-4	8.40	9.00	B	2.09	2.07	21.2	22.7	100	41.5	20.6	0.0035	99	
163		26-5	13.00	13.45	B								0.29	26	
164		26-6	21.00	21.45	p2l-f						28.5	16.3	0.15	42	
165		26-7	32.00	32.45	p2l-f						31	16			
166		26-8	48.30	48.70	p1-f	2.23	2.26	16.2	14.5	100					
167		26-9	76.30	77.00	p1-f	2.2	2.18	16.6	17.6	100	33.5	16.8	0.018	90	
168		No. 27	27-1	1.00	1.45	q	1.85		3.54		18.87				
169	27-2		2.00	2.50	q	2.03	2	19	19.19	87	48	19	0.0045	92.88	
170	27-3		3.00	3.45	q	1.98		2.89		19					
171	27-4		4.00	4.45	p2a-f	1.93		2.81		17					
172	No. 28	28-1	1.80	2.00	qt	2.17	2.17	13.84	13.12	89	33	16	0.015	65.2	
173		28-2	3.20	4.00	p2a-f	2.18	2.17	13.8	3.6	91	34	15	0.06	61	
174		28-3	4.40	4.80	p2a-f	2.16	2.17	16.24	16.13	98	43	21	0.2	37	
175		28-4	6.00	6.45	p2a-f								0.9	9.6	
176		28-5	8.00	8.45	p2a-f								0.075	51	
177		28-6	9.00	9.45	p2l-f								0.2	10.5	
178		28-7	10.00	10.45	p2l-f								0.25	4.2	
179		28-8	11.00	11.45	p2l-f								0.5	8.5	
180		28-9	35.00	35.45	p1-f	2.01	1.99	27.17	26.68	74	46	22	0.09	95.28	
181	No. 30	30-1	9.00	9.30	a2	1.97	1.99	21	19.7	84	46.5	21.4	0.015	83	
182		30-2	13.00	13.40	a2	2.07	2.06	19.1	20.2	93	44.5	20.6	0.008	89	
183		30-3	16.00	16.45	p2a-f								0.25	7	
184		30-4	17.40	17.75	p2a-f	1.93	1.91	26.9	25.7	91	38.5	18.4	0.011	75	
185		30-5	21.00	21.45	p2a-f								0.25	7	
186		30-6	23.30	23.60	p2a-f	1.81	1.85	34.9	35	94	36.5	18	0.11	45	
187		30-7	33.00	33.45	p1-f								0.007	82	
188		30-8	33.20	33.50	p1-f	2.17	2.16	19	19	100	40.5	18.6	0.009	98	
189		30-9	40.40	40.70	p1-f	2.11	2.11	17.3	21.4	99	34.5	17.4	0.011	82	
190		30-10	41.00	41.45	p1-f								0.0055	95	
191		30-11	44.20	44.50	p1-f	2.19	2.18	16.5	18.6	100			0.011	97	
192		30-12	49.40	49.90	p1-f	2.14	2.16	17.4	18.2	99			0.012	78	
193	No. 31	31-1	1.00	1.45	B	1.99		10.44		56	53	27	-	93.72	
194		31-2	1.40	1.70	B	2.06	2.09	17.42	17.6	90					
195		31-3	2.00	2.45	B	2.05		10.51		63					
196		32-1	1.75	1.90	q	2.09	2.01						0.003	99.04	
197	No. 32	32-2	3.60	4.00	q	2.14	2.10						0.005	98.87	
198		32-3	4.95	4.99	q						40.4	24.9			
199		32-4	7.50	7.75	p2a-f	2.16	2.15						0.003	91.57	
200		32-5	10.40	10.60	p2a-f						28.3	15			
201		32-6	11.50	12.00	p2a-f	2.15	2.16				43.3	21.9	0.03	78.73	
202		32-7	16.60	16.80	p2a-f	2.17	2.15				36.9	18.3	0.02	73.71	
203		32-8	17.20	18.00	p2a-f						49.5	28.4			
204		32-12	29.60	30.00	p2a-f	1.96	1.98				40.4	21.9	0.03	73.82	
205		32-13	34.00	35.00	p2a-f								0.007	80.25	
206		32-14	35.00	36.00	p2a-f								0.01	83	
207		32-15	37.00	38.00	p2a-f						33.9	15.7			
208		32-18	48.20	48.80	p2a-f	1.95	1.94						-	98.92	
209		32-20	50.04	50.60	p2l-f	2.19	2.20						0.09	31.74	
210		No. 33	33-1	1.00	1.45	p2l								1.6	20.47
211			33-2	2.00	2.45	p2l								0.3	29.1
212	33-3		3.00	3.45	p2l								0.3	13.21	
213	33-4		4.00	4.45	p2l								0.4	10	
214	33-5		5.00	5.45	p2l								0.28	20	
215	No. 34	34-1	11.20	11.60	p2l-f	2.04	2	19.36	18.99	88	44	21	0.008	92.56	
216		34-2	20.10	20.60	p2l-f	2.15	2.13	17.63	19.71	100	29	16.3	0.07	57.8	
217		34-3	28.00	28.40	p2l-f	2.08	2.04	23.08	23.24	100	18	29	0.001	99.84	
218		34-4	34.40	34.60	p2l-f	2.1	2.16	17.81	18.95	99	33	22	0.004	92.4	
219		34-5	43.40	43.80	p2l-f	2.18	2.22	15.42	15.04	99	36	18	0.012	96.36	
220		34-6	47.10	47.30	p2l-f	2.07	2.11	14.64	15.65	84	36	20	0.01	95.36	
221		34-7	52.20	52.50	p2l-f	2.16	2.14	17.05	17.35	98	31	6	0.05	99.68	
222		34-8	61.10	61.50	p2l-f	2.11	2.1	20.14	20.21	100	44	25	0.004	98.68	

Tableau 3-9 Résumé des essais de laboratoire effectués dans l'Étude (suite)

No.	Boring No.	Specimen name	from	to	Engineering geology	DENSITE HUMIDE				MITES D'ATTERBER		Analyse Granulo,etrique			
						DENSITE HUMIDE /Wet density (q/cm3)		TENEUR EN EAU/Water content		Sr(%)	LL	LP	D50	FC (%)	
223	No.35	35-1	1.00	1.45	ap						34	15.54	0.04	63.5	
224		35-2	2.00	2.45	ap	2.1	2.09	13.22	14.88	80.29				0.025	99
225		35-3	3.00	3.45	ap						58	25.57	0.8u	99.2	
226		35-4	5.80	6.00	ap	2.08	2.06	19.14	20.22	93.85	75	37.52	-	98.8	
227		35-5	10.00	10.50	ap	2.04	2.08	21.86	23.61	100	52	27.13	9u	95.6	
228		35-6	12.80	13.00	p2a-f	2.1	2.1	20.7	22.54	100	60	29.79	0.6	-	
229		35-7	16.00	17.00	p2a-f	2.19	2.2	17.47	16.91	100	58	28.36	0.014	94.4	
230		35-8	33.90	34.00	p2l-f	2.08	2.1	21.4	20.3	100	42	20.57	0.014	88.8	
231		35-9	36.00	36.30	p2l-f	2.15	2.21	20.59	17.65	100	63	30.43	0.02	64	
232		35-10	43.60	44.00	p2l-f	2.06	2.15	25.27	22.12	100	66	32.78	-	88	
233		35-11	53.00	53.80	p2l-f	2.2	2.19	16.93	16.32	100	61	27.27	-	98.33	
234	No.36	36-1	0.70	0.90	q	1.99	2.00	18.8	17.7	81	33.5	16	0.003	98	
235		36-2	6.00	6.45	p2a-f									1.5	5
236		36-3	14.50	15.00	p2a-f	2.1	2.09	19.6	15	90	46.5	20.8	3.2u	91	
237		36-4	16.00	17.00	p2a-f						58	28.36			
238		36-5	20.00	20.45	p2a-f	1.87	1.9	29.4	31.6	94	50.5	23.1	2.1u	90	
239		36-6	21.00	21.50	p2a-f									0.038	66
240		36-7	26.00	26.45	p2a-f									0.5	9
241		36-8	29.50	30.00	p2a-f	1.89	1.88	27	28	90	46.5	21.5	0.0038	95	
242		36-9	37.00	37.45	p2l-f									0.22	33
243		37-1	8.40	8.90	ap	2.02	1.97	25.2	19.5	92.7	44.5	20.8	0.0051	98	
244	37-2	13.00	13.45	ap	1.96	2.01	18.9	19.2	83	46.5	21.4	0.004	91		
245	37-3	15.45	15.70	p2a-f	1.99	2.02	19.9	22.7	90	43.5	20.6	0.008	75		
246	37-4	16.30	16.60	p2a-f	1.99	2.02	11.7	9.8	75	34.5	16.4	0.24	38		
247	37-5	16.50	17.00	p2a-f						36.5	16.4				
248	37-6	22.00	22.45	p2a-f									0.007	71	
249	37-7	22.40	22.60	p2a-f	2.17	2.19	19.5	18.5	100	41.5	19.4	0.008	87		
250	37-8	24.60	25.00	p2a-f									0.065	51	
251	37-9	26.50	27.00	p2a-f	2.19	2.15	13.3	13.4	87				0.005	94	
252	37-10	27.30	27.60	p2a-f	2.15	2.15									
253	37-11	28.50	29.40	p2a-f									0.007	67	
254	37-12	29.00	29.45	p2a-f									0.007	83	
255	37-13	37.00	37.45	p2l-f	2.19	2.15							0.045	85	
256	37-14	62.00	62.45	p2l-f									0.32	39	
257	37-15	63.70	63.90	p2l-f	2.09	2.17	10.4	11.9	72.7				0.3	42	
258	37-16	67	67.45	p2l-f									0.21	38	
259	37-17	67.30	67.40	p2l-f	2.20	2.21	11.2	10.7	80				0.22	40	
260	37-18	68	68.40	p2l-f									0.26	40	
261	37-19	68.50	68.70	p2l-f	2.01	2.01	10.7	12.7	60				0.4	11	
262	37-20	70.8	71.00	p2l-f									0.21	12	
263	37-21	71	71.45	p2l-f	2.01	1.99	19.9	23	97				0.21	13	
264	No.39	39-1	8.00	8.45	a2									0.01	44
265		39-2	9.00	9.45	a2									0.02	85.2
266		39-3	9.70	10.00	a2	2.16	2.13	16.99	16.88	96.03	38	17.64	0.05	61.2	
267		39-4	12.30	12.60	p2a-f	2.03	1.99	24.99	25.73	99.45	60	29.48	0.02	77.2	
268		39-5	16.00	16.45	p2a-f									0.03	81.33
269		39-6	17.60	17.95	p2a-f	2.15	2.15	15.56	16.18	93.9				0.21	37
270		39-7	25.00	25.45	p2a-f						60	28.63	0.018	80.4	
271		39-8	26.00	26.40	p2a-f	2.17	2.19	16.46	15.28	99.75	46	24.4	0.016	72	
272		39-9	41.00	41.25	p2l-f									0.35	5.8
273		39-10	62.70	62.85	p2l-f	2.1	2.1	22.47	22.17	100					
274		39-11	65.50	65.80	p2l-f	2.1	2.18	20.86	18.93	100	54	25.37	0.016	90.67	
275		39-12	67.00	67.45	p2l-f						33	16.33	0.07	54.4	
276		39-13	68.00	68.45	p2l-f									0.25	28
277		39-15	79.00	79.45	p2l-f						73	37.48	-	99.2	
278		39-16	80.00	80.45	p2l-f						71	37.52	-	86	
279		No.40	40-1	19.00	19.45	p2a-f								0.5	5
280	40-2		20.70	21.00	p2a-f	2.03	2.04	26.1	23.1	100	42.5	21.4	0.0018	98	
281	40-3		31.60	32.00	p2a-f	2.04	2.04	19.1	16.5	85	33.5	28.1	0.16	34	
282	40-4		34.00	34.45	p2a-f						29.5	18.2	0.3	20	
283	40-5		42.30	42.50	p1-f	1.96	1.98	19.4	19.1	81	31	15.3	0.19	18	
284	40-6		48.30	48.80	p1-f	2.23	2.26				34	19	0.026	71	
285	No.41	41-1	1.00	1.45	qt									0.3	5.56
286		41-2	3.00	3.45	p2a-f									0.35	3.75
287		41-3	5.00	5.45	p2a-f									0.35	3.53
288		41-4	13.00	13.45	p2l-f									0.23	2.75
289		41-5	26.00	26.45	p2l-f									0.4	13.6
290		41-6	26.80	27.00	p2l-f	2.27	2.28	19.22	19.07	100					
291		41-7	28.20	28.40	p2l-f	1.74	1.99	15.31	16.04		29.5	20.26	0.07	54.86	
292		41-8	34.50	35.00	p1-f	2.095	2.062	20.6	23.29	100	41.5	20.88	0.025	92.33	
293	41-9	36.50	37.00	p1-f	2.086	2.11	22.83	22.2	100	40	20.22	0.02	90.33		
294	No.42	42-1	0.70	0.90	a2	1.97	1.96	8.4	8	56	48.5	22.2	0.006	97	
295		42-2	1.50	1.80	a2	2.06	2.06	20	21.5	97	44.5	20.7	0.002	99	
296		42-3	3.00	3.50	a2	2.02	2.03	24	23.9	98	43.5	20.7	0.001	96	
297		42-4	5.40	5.80	a2	2.16	2.14	17.4	17.3	98	46.5	22.2	0.0085	82	
298		42-5	8.40	8.90	a2	2.1	2.14	16.7	18.4	95	49.5	22.2	0.0025	95	
299		42-6	18.40	19.00	a2										
300		42-7	20.30	20.90	p2l-f	2.14	2.13	10	10.8	91	46.5	21.3	0.035	55	
301		42-8	28.20	28.40	p2l-f	1.74	1.99	15.31	16.04	52.4/75.9					

Tableau 3-9 Résumé des essais de laboratoire effectués dans l'Étude (suite)

No.	Boring No.	Specimen name	from	to	Engineering geology	DENSITE HUMIDE				MITES D'ATTERBER		Analyse Granulo,etrique			
						DENSITE HUMIDE./Wet density (g/cm3)		TENEUR EN EAU/Water content		Sr(%)	LL	LP	D50	FC (%)	
302	No.44	44-1	1.20	1.80	a2	2.12	2.11				44	21	0.007	94.92	
303		44-2	2.30	2.80	a2	2.11	2.11				39	24	0.0065	97.6	
304		44-3	3.20	3.60	a2	2.13	2.10				40	24	0.007	97.16	
305		44-4	5.60	5.90	a2	2.08	2.10				39	21	0.0058	88.96	
306		44-5	7.00	7.35	a2	2.08	2.07								
307		44-6	11.15	11.25	a2	2.12	2.04				38	22	0.005	97.72	
308		44-7	18.30	18.70	a2	1.93	1.92				31	18	0.014	85.28	
309		44-8	45.30	45.90	p2a-f	2.02	2.04				29	19	0.001	89	
310		44-9	58.20	58.60	p2a-f						61	32	0.0014	96.72	
311		44-10	69.30	69.90	p2a-f	1.93	1.98				44	26	-	95.27	
312		44-12	79.70	80.00	p2l-f						29	14	0.0022	91.92	
313		No.46	46-1	1.00	1.45	B								0.29	17
314	46-2		2.00	2.45	B								0.27	17	
315	46-3		12.00	12.45	B								0.21	11	
316	46-4		14.10	14.40	a2	2.06	2.06	23.6	23.2	100	45.5	20.6			
317	46-5		14.70	14.90	a2									0.004	98
318	46-6		17.30	17.90	a2	2.00	2.00	27.7	28.8	100	47.5	21.9	0.006	99	
319	46-7		20.20	20.70	p2l-f	2.01	2.02	25	25.9	100	46.5	21.8	0.006	97	
320	46-8		23.50	23.90	p2l-f	2.10	2.10	19.1	22	100	44.5	20.8	0.005	96	
321	46-9		27.00	27.40	p2l-f	2.03	2.05	17	16.5	100	46.5	21.4	0.003	99	
322	47-1		1.00	1.45	qt	2.15	2.13	16.58	16.125	94	45	20	0.008	82.04	
323	No.47	47-2	4.50	5.20	p1	2.09	2.1	21.415	21.145	100	38	21	0.006	99.6	
324		47-3	7.00	7.35	p1	2.25	2.24	10.85	11.68	90	43	22	0.018	80.12	
325		47-4	9.70	10.30	p1	2.06	2.06	21.905	21.33	99	32	22.4	0.2	99.76	
326		47-5	15.00	15.30	p1	2.00	1.98	22.23	22.91	92	43	25	0.009	99.24	
327		47-6	20.00	20.40	p1	2.17	2.15	23.89	23.23	65	52	22	0.009	99.87	
328		47-7	24.50	25.00	p1						42	27	0.007	87.56	
329		47-8	29.80	30.30	p1						57	27	0.004	99.6	
335		49-1	3	3.45	B								2	3	
336		49-2	9	9.45	B								4	18.24	
337		49-3	10	10.45	ap								0.2	28	
338	49-4	11	11.45	ap								2	40.54		
339	49-5	20	20.45	p2a-f								0.25	10.94		
340	49-6	21	21.45	p2a-f								0.25	5		
341	49-7	23	23.45	p2a-f								0.25	4.71		
342	49-8	28.4	29	p2a-f	2.064	2.055	25.81	22.22	100	61	30.26	0.014	98.33		
343	49-9	29	29.45	p2a-f						60	28.94	0.014	99		
344	49-10	30.2	30.5	p2a-f	2	2.01	25.2	27.86	100	59	30.31	0.016	99.3		
345	49-11	31.6	31.9	p2a-f	2.01	2.015	25.54	23.03	98.26	59	29.31	0.014	98.67		
346	49-12	32	32.45	p2a-f						65	32.53	0.011	97.5		
347	49-13	34	34.4	p2a-f	2.03	2.01	19.84	22.73	93.06	58	28.45	0.016	93.67		
348	49-14	36	36.6	p2a-f	2.05	2	21.83	21.33	92.86	57	26.8	0.018	99		
349	49-15	38	38.4	p2a-f	1.96	1.97	30.52	27.58	100	71	36.62	0.005	99.33		
350	49-16	39.5	40	p2a-f	1.97	1.97	29.01	28.57	100	58	30.01	0.014	98.67		
351	49-17	41.2	41.7	p2a-f	2	1.996	20.98	21.84	89.99	79	38.09	0.005	99.67		
352	49-18	42.6	43	p2a-f	2.03	2.03	22.64	18.96	92.4	37	23.3	0.01	99		
353	49-19	45.2	45.7	p2a-f	2.02	2.01	22.6	22.17	93.45	58	28.42	0.014	98.33		
354	49-20	46.7	47	p2a-f	2.008	2.02	23.52	24.24	97.31	58	29.49	0.012	99.33		
355	49-21	47	4.45	p2a-f								0.012	99.33		
356	49-22	49	49.2	p2a-f	1.97	1.99	19.56	24.17	88.26	64	31.76	0.01	99.67		
357	No50	50-1	7.80	8.00	mi	2.48									

Tableau 3-10 Résumé des données des essais de laboratoire existantes

No.	Boring No.	Specimen name	from	to	Sample Number	model	DENSITE HUMIDE			LIMITES D'ATTERBERG		Analyse Granulo.étrique		C (kgf/cm2)	Fai (degree)
							Wet density	Water content	N	LL	LP	D50	FC(%)		
1	B-2	B-2-1	1	2	4	e	1.82	14.9	5	46.7	21				
2		B-1-2	2	3	4	e	1.94	13.2	2	37.5	17.6			0.5	27
3		B-2-3	4	5	4	e	1.91	12.7	15	44.5	17.2				
4		B-2-4	5	6	4	e	1.84	14.9	15	45.3	20				
5		B-2-5	9	10	15	mi	1.8	16	15	39.2	16.3				
6	B-4	B-4-1	2	3	1	mi				31	16	0.3	39		
7		B-4-2	4	5	2	mi				30	18	0.65	18		
8		B-4-3	7	8	2	mi				34	18	1.4	18		
9		B-4-4	14	15	2	mi				32	18	2	8		
10	C-2	C-2-1	0	1	1	p2l	1.42	30.7	5	55	63.2	0.018	87	0.3	3
11		C-2-2	1	2	12	p2l	1.43	31.9					72	0.5	3.5
12		C-2-3	3	4	12	p2l	1.65	24	63	80	65	0.0045	73		
13		C-2-4	4	5	18	p2l	1.65	24.9	100	75	63.8	0.006	82	0.4	12
14		C-2-5	5	6	18	p1	1.59	17.9	136	75	61.4	0.006	78	0.9	24
15	C-3	C-3-1	5	6	17	p1						0.001	93		
16		C-3-2	6	7	18	p1						0.001	97	0.4	21
17		C-3-3	8	9	17	p1						0.005	76		
18	C-4	C-4-1	1	2	4	p2l	1.63	23.3						0.71	14
19		C-4-2	4	5	17	p2l	1.7	21.3		52	24.6			0.53	7
20		C-4-3	7	8	17	p1	1.53	23.5		47	22.3			0.32	7
21		C-4-4	10	11	17	p1	1.6	23.5		49	23.2			0.44	1
22	E-1	E-1-1	1	2	2	mi						0.05	54		
23		E-1-2	4	5	15	mi						0.006	78		
24		E-1-3	8	9	15	mi						0.4	32		
25		E-1-4	10	11	15	mi						0.035	58		
26	F-2	F-2-1	6	7	15	mi		25.5	44	34	16	0.05	55	0.35	27
27		F-2-2	7	8	15	mi		32.2	27	40	22	0.04	55	0.3	27
28	F-3	F-3-1	1	2	1	mi			20			0.004	80		
29		F-3-2	2	3	1	mi			30			0.002	80		
30		F-3-3	4	5	1	mi			45			0.14	68		
31	F-5	F-5-1	3	6	1	mi	1.49	29.2		62	35	0.003	98	0.66	20
32		F-5-2	6	9	1	mi	1.51	28.6		63	34	0.0018	98	0.25	33
33		F-5-3	9	12	1	mi	1.43	31.1				0.002	96	0.15	25
34		F-5-4	12	15	1	mi	1.52	28.1		64	36	0.0008	98	0.75	36
35		F-5-5	12	15	1	mi	1.67	25.5		59	31	0.0005	98	0.8	22
36	G-3	G-3-1	2	3	17	p2a	1.57	21	25	41	26	0.016	75		
37		G-3-2	3	4	12	p2a	1.64	16	50	51	28			0.2	31
38		G-3-3	4	5	12	p2a	1.58	23	43	42	24	0.05	55	0.4	17
39		G-3-4	6	7	17	p2a	1.52	29		32	20			0.65	16
40	H-1	H-1-1	6	7	15	mi	2.05	13.3	148	40.5	23.1	0.16	44	0.46	19
41		H-1-2	9	10	15	mi	2.07	12.8		36.5	19.9	0.05	54		
42	H-2	H-2-1	1	2	4	mi		31.1	3	35.8	17	0.35	34		
43		H-2-2	3	4	1	mi	1.33	32	23	35.5	17.3	0.15	42		
44	H-3	H-3-1	7	8	1	mi	1.72	20	9	40	20	1	40		
45		H-3-2	9	10	1	mi	1.88	17.6	16	44	25	0.6	48		
46	J-4	J-4-1	1	2	15	mi	1.32		156			0.012	90	0.4	30
47		J-4-2	4	5	15	mi	1.42					1.1	32	0.15	32
48		J-4-3	5	6	15	mi	1.38					1.2	28	0.45	28
49	K-2	K-2-1	3	4	12	p2l	1.74	21		23.2	25.8	0.002	90	0.64	33
50		K-2-2	4	5	12	p2l	1.99	21.4		42	19.8	0.0023	96	1.4	14
51		K-2-3	6	7	18	p1	1.74	20		21.1	23.9	0.0014	96	0.61	26
52		K-2-4	7	8	18	p1	1.63	24.7		23.4	25.6	0.0012	94	0.91	16
53	K-3	K-3-1	3	4	17	p2a			60			0.0003	99		
54		K-3-2	5	6	17	p2a			70			0.0003	96		
55	L-1	L-1-3	13	14	1	p2a	1.67	22.4	999	33	19	0.5	22	0.3	13
56		L-1-4	14	15	1	p2a	1.71	22.3	999	38	21	0.12	44	0.1	30
57	M-1	M-1-1	1	2	15	mi			4			1.15	8		
58		M-1-2	11	12	15	mi			999			0.4	8		
59	N-2	N-2-1	3	4	17	p2a	1.81	18.1	26	45.4	20		74	1.7	17
60		N-2-2	4	5	17	p2a	1.81	17.7	31	59.5	25.7		55	1.2	21
61		N-2-3	5	6	12	p2a	1.81	17.6	18	59.5	25.7		57	1.2	24
62		N-2-4	7	8	12	p2l	1.84	16.9	184	63	27.2		42		
63		N-2-5	10	11	18	p1	1.49	30.4	999	47.2	18.4		74		
64	O-1	O-1-1	8	8.5	17	p2a						0.0014	97		
65	R-1	R-1-1	4.6	5	12	q	2.09	5.2	21	40.5	25.2	0.05	60		
66		R-1-2	9.4	9.8	12	q	2.03	9	31	29.4	13.1	0.003	52		
67		R-1-2	6.2	6.5	12	q	2.03	6.2	56	34.7	13.2	0.05	76		
68	R-2	R-2-1	2	3	12	qt			31			0.08	50		
69		R-2-2	4	5	12	qt			3			0.1	48		
70		R-2-3	5	6	12	qt			9			0.08	50		
71		R-2-4	6	7	12	qt			18			0.12	47		
72		R-2-5	9	10	12	qt			999			0.0014	92		
73	S-1	S-1-1	1	2	12	a2			33	52		0.015	42		
74		S-1-2	2	3	12	p2a	1.84	14.5	38	47	21.9	0.004	58		
75		S-1-3	3	4	12	p2a	1.92	13	33	35	17.8				
76		S-1-4	4	5	12	p2l-f	2.02	9.4	44	23.3	14.5	0.09	45		

Tableau 3-10 Résumé des données des essais de laboratoire existantes (suite)

No.	Boring No.	Specimen name	from	to	Sample Number	model	DENSITE HUMIDE			LIMITES D'ATTERBERG		Analyse Granulo,etrique		C (kgf/cm2)	Fai (degree)
							Wet density	Water content	N	LL	LP	D50	FC(%)		
77	T-2	T-2-1	2	3	12	q	1.91	14.2	31	60.1	31.8	0.02	60	0.6	25
78		T-2-2	3	4	12	q	1.84	16.7	40	72	34.2	0.008	67		
79		T-2-3	4	5	12	p2a	1.68	22.1	54	48	17.3	0.05	51		
80	T-3	T-3-1	6	7	17	p2a	1.91	14.4		57	37.8	0.2	40		
81	U-3	U-3-1	1	2	3	p2l	1.99	11.7	12	41	22	0.014	68	0.25	37
82		U-3-2	4	5	3	p2l	1.96	12.4	12	65	27	0.04	63	0.55	35
83		U-3-3	8	9	13	p2l						1.4	35		
84		U-3-4	9	10	13	p2l	1.92	13		41	22	0.1	46	0.25	37
85	V-1	V-1-1	1	2	12	p2l	1.39					0.2	5	0	40
86		V-1-2	3	4	12	p2l	1.41					0.3	14	0	38
87		V-1-3	5	6	12	p2l	1.41					0.22	16	0	39
88		V-1-4	7	8	12	p2l	1.33					0.2	25	0	33
89	V-2	V-2-1	2	3	13	p2l	1.43		5			0.6	8	0	36
90		V-2-2	7	7.5	13	p2l	1.65	13	15	31	22	0.3	20	0.05	32
91		V-2-3	9	10	13	p2l	1.5	25		30	20	0.18	25		
92		V-2-4	10	11	13	p2l	1.69	16		30	22	0.18	26		
93	V-3	V-3-1	1	2	2	p2l	1.85	12	26	31	18	0.18	27	0.25	29
94		V-3-2	2	3	2	p2l	1.68	13	52	30	17	0.25	27	0.15	37
95		V-3-3	4	5	2	p2l	1.65		31			0.32	19	0.25	34
96		V-3-4	7	8	2	p2l	1.65		999			0.21	6	0	37
97	W-1	W-1-1	2	3	2	B			18	25	11	0.12	43		
98		W-1-2	4	5	2	qt	1.28		40			0.25	17	0	34
99		W-1-3	7	8	12	qt	1.21		24			0.28	18	0	32
100		W-1-4	10	11	12	qt	1.25		999			0.19	27	0	34
101	W-2	W-2-1	2	3	2	p2l	1.86	9.5	13			0.12	47	0.17	32
102		W-2-2	3	4	2	p2l	1.84	11.6	13			0.18	44	0.28	38
103	X-2	X-2-1	1	2	1	q	1.77	17.6	44	50	24	0.014	81	1.3	13
104		X-2-2	2	3	17	q	1.68	21.9	48	65.5	38.1	0.011	88	1.2	12
105		X-2-3	6	7	17	q	1.85	17.1	60	52	18.4	0.013	95	2.4	12
106		X-2-4	8	9	17	q	1.67	23.3	160	80.2	78.5	0.013	100	0.9	12
107	Y-1	Y-1-1	1.5	3	17	a2			54	37	17	0.014	86		
108		Y-1-2	5	7.5	17	a2			68	53	36	0.01	88		
109	Z-1	Z-1-1	2	3	1	a2	1.45	22	11	44.5	20	0.009	92	1	23
110		Z-1-2	3	4	1	a2	1.69	21.6	13	38	17.3	0.001	68	0.65	25
111		Z-1-3	4	5	1	a2	1.8	18.7	31	38.5	18	0.005	96	1.2	27
112		Z-1-4	5	6	1	a2	1.65	24.2	45	54	25	-	97	1.1	32
113		Z-1-5	8	9	12	p2a	1.88	14.4	33	60.3	28.1	0.018	58	0.4	37
114	Z-2	Z-2-1	4	5	1	a2	1.9	12.8	27	41.5	20.9	0.006	75	0.5	18
115		Z-2-2	5	6	1	a2	1.78	18.4	44	40.4	24.8	0.006	93		
116		Z-2-3	6	7	17	a2	1.82	16.7	33	37	19.7	0.008	99		
120	Za-2	Za-2-1	2	3	12	a3	1.84	16.8		53	26.6	0.02	62	0.6	35
121		Za-2-2	3	4	12	a3	1.84	14.6				0.16	40		
122		Za-2-3	4	5	12	a3	1.85	12.3		31	14.6	0.2	44	1.1	19
123	Zb-1	Zb-1-1	1	2	1	a2	1.77	17.6	36	50	24	0.013	81	1.3	13
124		Zb-1-2	2	3	1	a2	1.68	21.9	45	65.5	27.1	0.01	90	1.2	12
125		Zb-1-3	5	6	12	p2l	1.99	13.6	54	37.5	19.5	0.014	85	2.1	34
126		Zb-1-4	6	7	12	p2l	1.85	17.1	59	52	18.4	0.01	96	1.1	6
127		Zb-1-5	8	9	17	p2l	1.67	23.3	186	80.2	28.5	0.012	100	0.9	11
128	Zb-2	Zb-2-1	1	2	1	a3	1.5	30	11	56	29	0.0025	98	0.55	9
129		Zb-2-2	2	3	1	a3	1.57	25	22	50	28	0.004	97	0.3	27
130		Zb-2-3	4	5	1	a3	1.55	27	27	58	27			0.55	18
131		Zb-2-4	6	7	1	a3	1.44	33	44	55	29			0.45	12
132		Zb-2-5	10	11	17	a3	1.64	24	42	38	19	0.65	3	0.35	17
133	Zc-1	Zc-1-1	2	3	12	qt			64			0.7	2		
134		Zc-1-2	5	6	12	p2l						0.6	5		
135		Zc-1-3	7	8	12	p2l						0.42	1		
136	Zc-2	Zc-2-1	1	2	4	qt	1.83	14.9	46	59	27.6			0.65	28
137		Zc-2-2	2	3	4	qt	1.82	15.5	37	51	24.7				
138		Zc-2-3	9	10	17	p2l	1.67	24	81	40	20.3				
139		Ze-1	Ze-1-1	0	1	1	a2	1.79	15	11	45	21.4	0.002	91	0.5
140	Ze-1-2		1	2	1	a2	1.85	11.8	22	39.5	18.2	0.0027	77	0.2	25
141	Ze-1-3		3	4	1	a2	1.64	25	11	50	24.8	0.003	71		
142	Ze-1-4		8	9	1	a2	1.77	20.1	22	49	23.3		75		
143	Ze-1-5		10	11	17	p2l	1.76	19.8	999	47.6	22.7	0.001	63		
144	Ze-3	Ze-3-1	2	3	4	a2	1.73	20.1	13	62	21.5		1		24
145		Ze-3-2	4	5	4	a2	1.75	18.7	11	41.5	20		0.7		21
146		Ze-3-3	5	6	1	a2	1.43	32	11	43.8	18.1				
147		Ze-3-4	7	8	1	a2	1.65	23.5	11	31.2	19.2			0.25	26
148		Ze-3-5	10	11	1	a2	1.41	32	11	44.5	22.2			0.1	25
149		Ze-3-6	11	12	1	a2	1.59	25.9	13	34.8	18.8			0.6	17
150		Ze-3-7	14	15	1	a2	1.43	31	11	58.8	22.4			0.25	22
151		Ze-3-8	17	18	1	a2	1.47	34.6	11	27.1					
152		Ze-3-9	19	20	1	a2	1.71	22.3	16	47.5	20.2			0.7	23
153		Ze-3-10	20	21	17	p2l	1.76	12.6		43	15				
154		Ze-3-11	24	25	17	p2l	1.73	23		30.8	15.9			0.75	24
155		Ze-3-12	26	27	17	p2l	1.6	25		67.9	24.9				
156		Ze-3-13	27	28	17	p2l	1.52	27		77.9	32.4				
157		Ze-3-14	34	35	12	p2l	1.58	25.2		72.5	46.6				

Tableau 3-10 Résumé des données des essais de laboratoire existantes (suite)

No.	Boring No.	Specimen name	from	to	Sample Number	model	DENSITE HUMIDE			LIMITES D'ATTERBERG		Analyse Granulo,etrique		C (kg/cm2)	Fai (degree)
							Wet density	Water content	N	LL	LP	D50	FC(%)		
158	Ze-4	Ze-4-1	1	2	3	a2	1.76	19.6	11	49	22.6	0.004	93	1.25	17
159		Ze-4-2	3	4	1	a2	1.67	23.2	16	57.8	23.9	0.004	93		
160		Ze-4-3	5	6	1	a2	1.66	24.3	16	59.8	32.2	0.004	89	0.5	19
161		Ze-4-4	10	11	1	a2	1.81	18.2	22	54	24	0.008	89		
162	Zf-2	Zf-2-1	3	4	12	ap	1.32					0.3	11		
163		Zf-2-2	11	12	12	qt	1.46	31		45	24	0.4	19	0.2	34
164		Zf-2-3	12	13	12	p2a									
165	Zf-3	Zf-2-4	10	11		p2a	1.7	20				0.01	84		
166		Zf-3-1	10	11	14	p2a						0.1	82		
167	Zg-1	Zg-1-1	1	2	15	qt			21			0.048	62.2		
168		Zg-1-2	3	4	15	mi	1.86	8.5	999			1.8	20.6	0.1	34
169		Zg-1-3	8	9	15	mi	2.07	13.6	999						
170	Zh-1	Zh-1-1	2.6	3	2	ap	1.7	30	40	41	19	0.07	51	0.28	13

(1) Densité

La densité est un paramètre important pour l'évaluation de l'amplification de surface du mouvement sismique. La distribution des fréquences de la densité de certaines unités géologiques sont montrées aux Figures 3-21 et Figure 3-22.

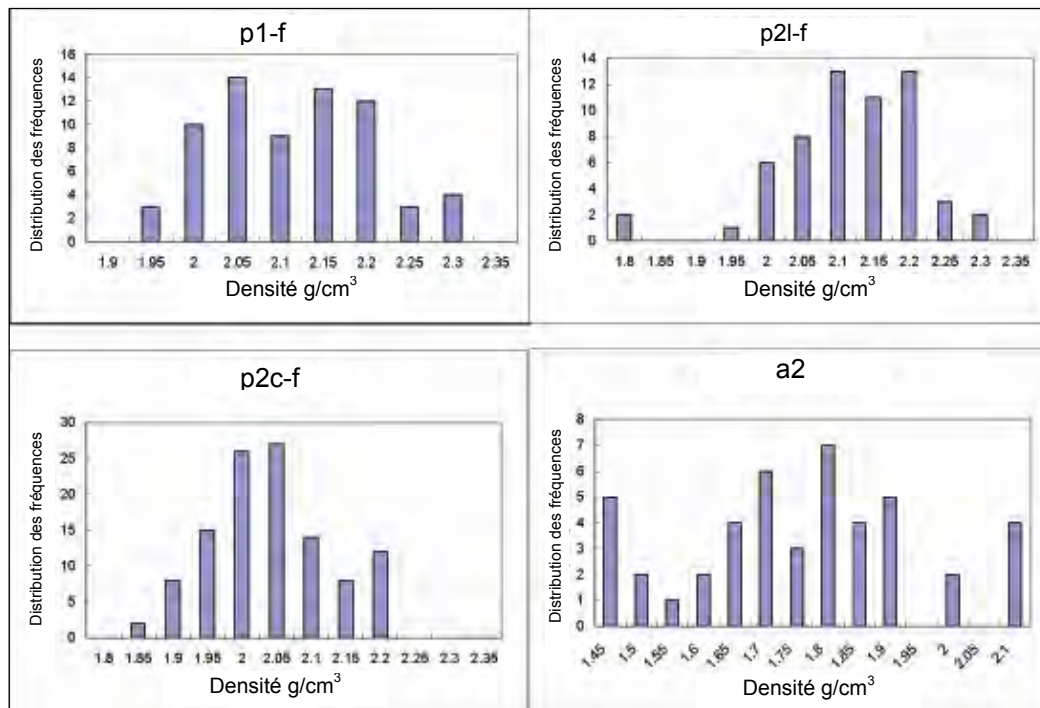
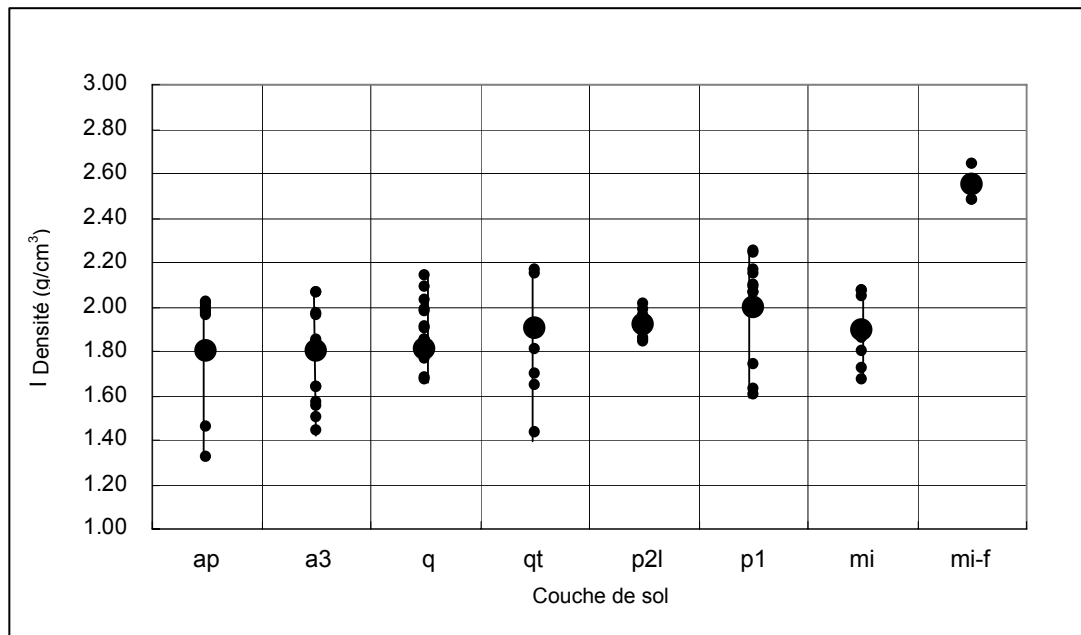


Figure 3-21 Distribution des fréquences de la densité de p1-f, p2l-f, p2c-f, et a2



Petits cercles : données observées
Grands cercles : valeur moyenne

Figure 3-22 Distribution de la densité (ap, a3, q, qt, p2l, p1, mi, mi-f)

Sur la base des Figure 3-21 et Figure 3-22, la densité de chaque unité classifiée a été estimée comme le montre le Tableau 3-11.

Tableau 3-11 Densité estimée

Symbole	Densité (g/cm ³)	Symbole	Densité (g/cm ³)
ap	1,80	e	1,80 (même que ap)
a3	1,80	a2	1,74
q	1,81	qt	1,90
p2c	1,92 (même que p2l)	p2c-f	2,02
p2l	1,92	p2l-f	2,10
p1	2,00	p1-f	2,09
mi	1,89	mi-f	2,55

(2) D50, Fc et Ip

D50 (granulométrie de 50% de criblage), Fc (rapport de particules fines) et Ip (indice de plasticité) sont les paramètres de sol nécessaires pour l'analyse de la liquéfaction. Fc est défini dans les standards japonais et ASTM (standard des Etats-Unis) en tant que taux de particules fines de sol de moins de 0,0075 mm. Dans la présente étude, Fc est fixé comme taux de particules fines de sol de moins de 0,08 mm de granulométrie selon les standards algériens.

La Figure 3-23 et le Tableau 3-12 montre la distribution des données brutes et de celles estimées de D50, Fc et Ip.

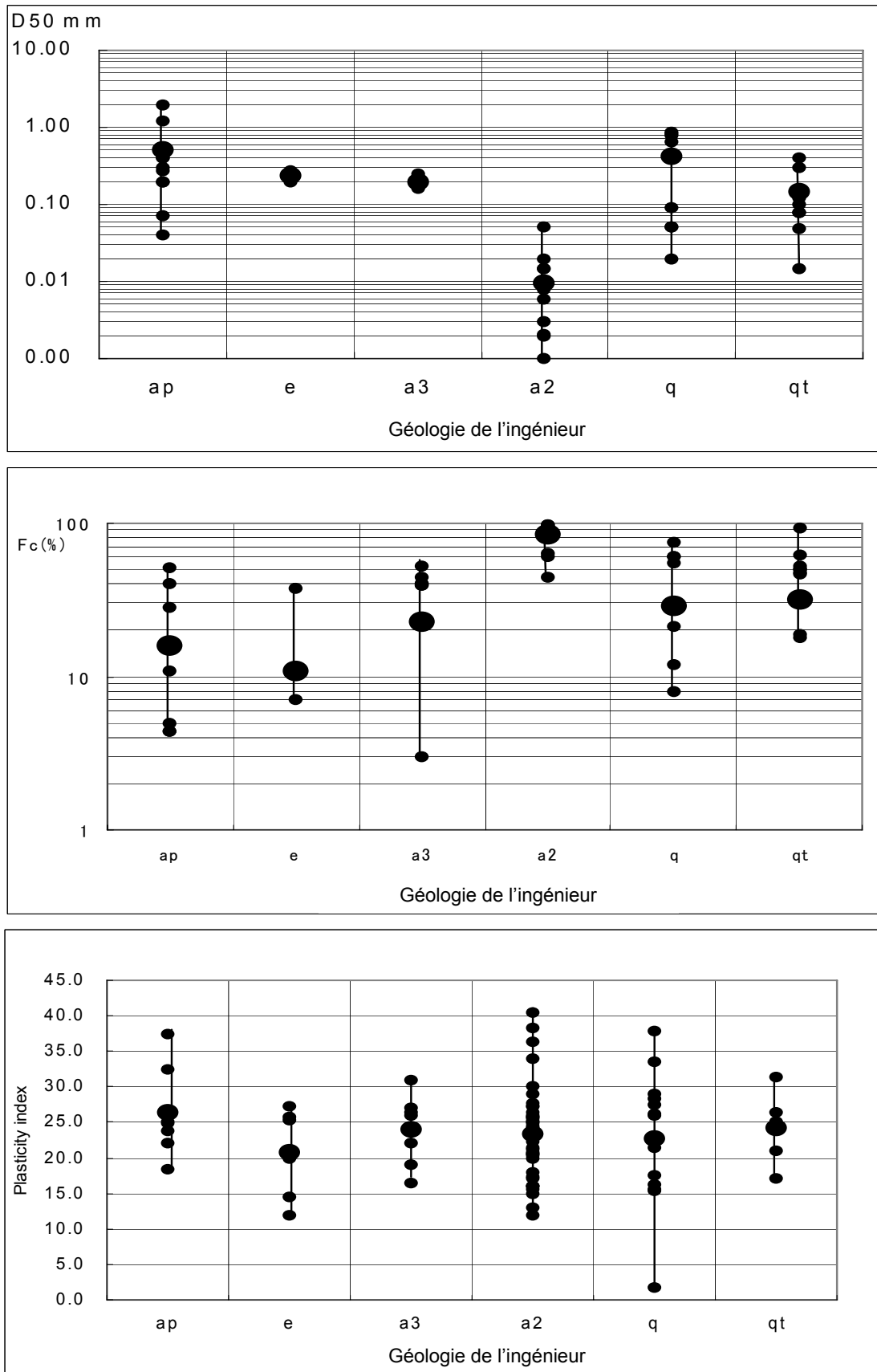


Figure 3-23 Distribution de D50, Fc et Ip

Tableau 3-12 D50 Fc et Ip estimés

Symbole	D50 (mm)	Fc (%)	Ip	Symbole	D50 (mm)	Fc (%)	Ip
ap	0.51	16	26	e	0.24	11	21
a3	0.2	23	24	a2	0.01	84	23
q	0.42	29	23	qt	0.15	32	24

(3) c et ϕ

c (cohésion) et ϕ (angle de frottement) ont été étudiés pour l'analyse de la stabilité de terrains en pente. Cette analyse a été effectuée sur la base des données existantes relevant des essais de laboratoire de l'LNHC. La Figure 3-24 et le Tableau 3-13 montrent les résultats.

Aucune information sur "ap". ϕ a été estimé par la formule empirique existante à partir des valeurs de N.

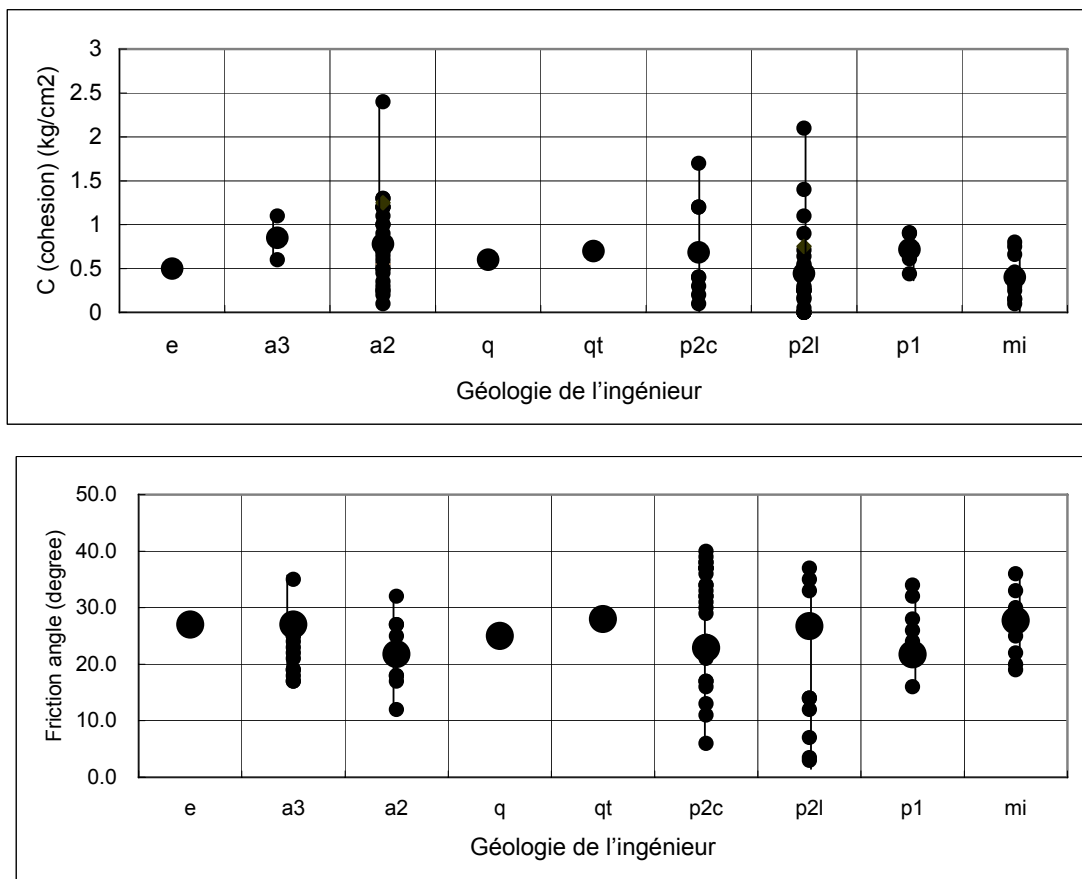


Figure 3-24 Distribution de c et ϕ

Tableau 3-13 c et ϕ estimés

Symbole	c(kgf/cm ²)	ϕ (degré)	Symbole	c(kgf/cm ²)	ϕ (degré)
ap	0.6	34 ¹⁾	e	0.5	27
a3	0.9	27	a2	0.8	22
q	0.6	25	qt	0.7	28
p2c	0.7	23	p2l	0.4	27
p1	0.7	22	mi	0.4	28

1) $\phi = \sqrt{20N + 15}$ after Ohsaki(1959)

N : N value

3-3-3 Investigation géophysique

La valeur de Vs (vitesse de l'onde S) est le paramètre le plus important pour l'analyse de la réponse avant l'évaluation de l'amplification du mouvement sismique : Cependant, il n'y avait dans la zone d'étude que de très peu d'informations concernant la valeur de Vs. Le profil de la Vs de la surface au substratum de l'ingénieur, à savoir, la couche de schiste ou de marnes bleues, est nécessaire pour évaluer le mouvement sismique. L'enregistrement des ondes PS a été donc effectué sur 34 points de la zone d'étude jusqu'à une profondeur maximale de 99 mètres. La méthode de tubage cimenté a été adoptée avec les ondes de cisaillement régénérées par marteau sur les deux côtés d'une plaque de bois placé sur la surface de terrain.

Le Tableau 3-14 montre la liste des points de forage où l'enregistrement des ondes PS a été conduit.

Tableau 3-14 Enregistrement des ondes PS (PS Logging)

No.forage	Profondeur forage (m)	Profondeur PS Logging (m)	No.forage	Profondeur forage (m)	Profondeur PS Logging (m)
1	32	31	31	30	28
3	41	37	32	100	83
4	32	30	33	30	11
6	20	19	34	75	21
9	30	25	35	70	41
12	20	13	37	72	68
13	37	27	38	70	41
14	15	13	39	100	68
16	30	28	40	51	43
17	30	28	41	42	41
18	30	28	42	30	24
21	70	67	43	102	99
23	55	43	44	80	53
25	50	46	45	66	53
27	80	79	47	31	27
28	70	73	49	50	49
30	70	23	50	22	18

(1) Contrôle de la qualité de données

La qualité des données enregistrées des ondes PS a été examinée par deux moyens avant l'analyse de la vitesse de l'onde S. D'abord, la qualité de la forme d'onde S est vérifiée. Les phases de coup droit et de coup gauche sont inversées. La Figure 3-25 montre un échantillon des signaux de l'onde S de bonne qualité. Ensuite, le rapport de Poisson est appliqué à la phase suivante. Le rapport de Poisson peut être calculé analytiquement à partir des vitesses des ondes P et S. Rapport de Poisson de roche est de presque 0,25 et il devient plus large si la roche/sol est meuble; il doit être toutefois inférieur à 0,5. La Figure 3-26 montre la distribution du rapport de Poisson de la présente étude. Les vitesses sont considérées raisonnables puisque le rapport de Poisson se trouve généralement entre 0,3 et 0,49.

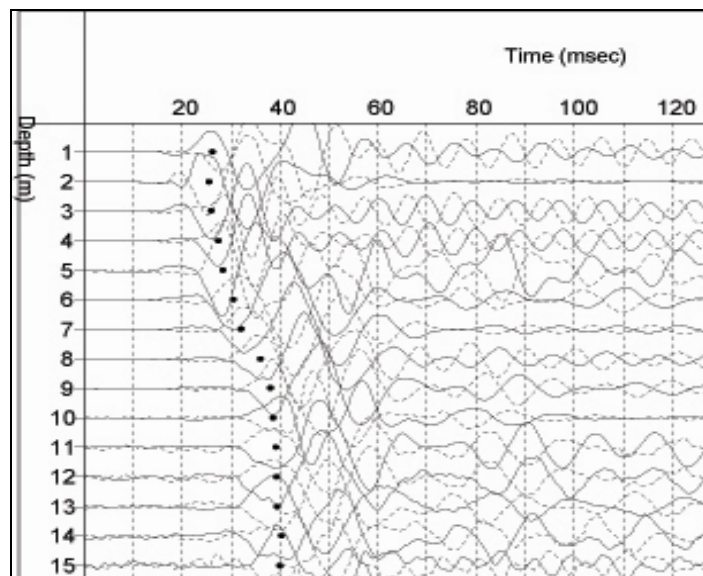


Figure 3-25 Exemple de signaux de l'onde S

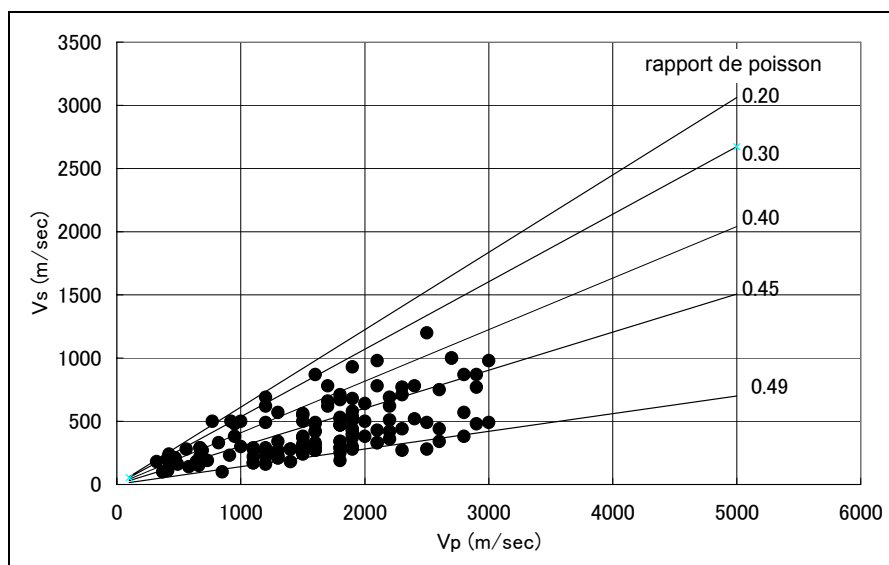


Figure 3-26 Distribution du rapport de Poisson

(2) Vs et sols

La distribution des fréquences de la Vs observées de chaque unité classifiée est présentée à la Figure 3-27. La vitesse montre quelques variations dans la même unité géologique, reflétant les conditions de sols locales. Dans l'analyse de la réponse pour évaluer les caractéristiques d'amplification des sols de surface, la Vs de chaque unité géologique classifiée est nécessaire. Il est idéal d'utiliser la valeur de Vs locale observée à chaque site ; mais, la disponibilité de données est limitée. Dans la présente étude, la valeur moyenne de Vs de chaque unité classifiée a été calculée comme le montre le Tableau 3-15.

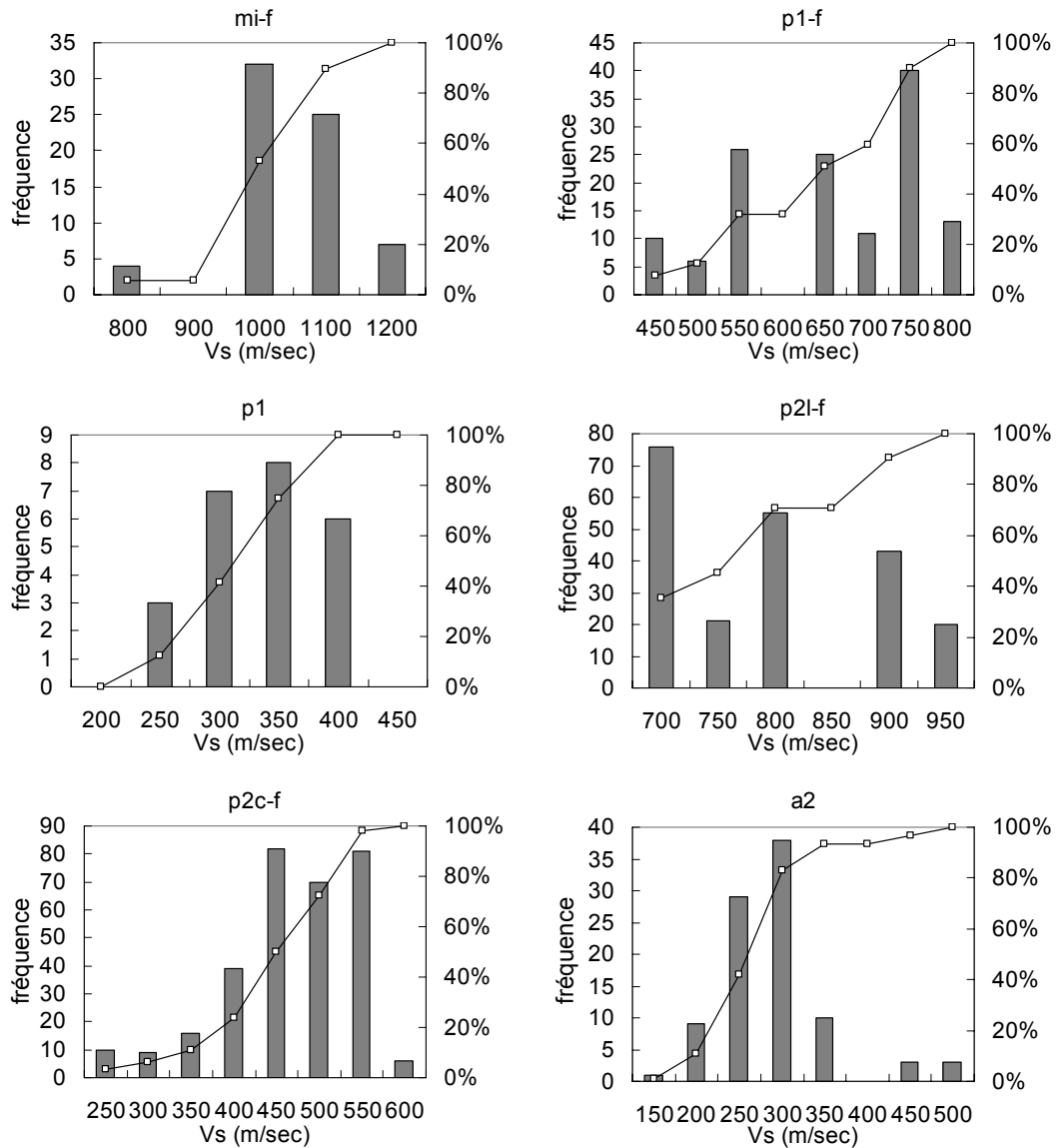


Figure 3-27 Distribution des fréquences de la vitesse de l'onde S

Tableau 3-15 Vitesses de l'onde S des couches géologiques (1)

Symbole	Vitesses Onde S (m/sec)
a2	250
p2c-f	450
p2l-f	770
p1	310
p1-f	630
mi	490
mi-f	1030

Les caractéristiques de la vitesse de l'onde S de sols sont comme suit :

- La vitesse dans « mi-f (schiste) » est la plus grande. Cette observation suggère que « mi-f » peut être utilisé en tant que substratum sismique de l'ingénieur. Cependant, cette couche n'est pas trouvée dans la partie sud de la zone d'étude.
- La vitesse dans la couche astienne (p2c-f, p21f) varie en général d'un site à l'autre. La vitesse dans les grès calcaires sableux frais (p21-f) est la plus élevée que celle de la couche plaisancienne.
- La différence de la vitesse de l'onde S offre une information clef pour juger si « p1 » et « mi » sont détériorés ou non.

(3) Corrélation entre la Vs et la valeur N

Il est bien connu que la vitesse de l'onde S et la valeur N ont une bonne corrélation. La Figure 3-28 montre le rapport entre la vitesse de l'onde S observée dans l'enregistrement des ondes PS et la valeur N relevant de l'essai de pénétration standard sur le même point. La fonction de corrélation estimée et celle largement appliquée au Japon sont similaires.

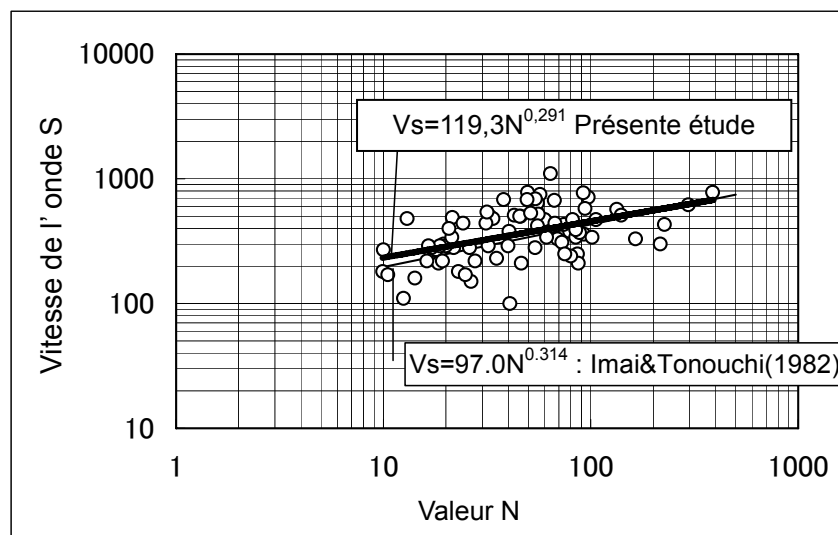


Figure 3-28 Corrélation entre la nde S et la valeur N

Les couches pour lesquelles la vitesse de l'onde S n'a pas été estimée à partir des ondes PS enregistrées sont ap, e, a3, q, qt, p2c et p2l. La vitesse de l'onde de chacune de ces couches a été déterminée sur la base des valeurs N en utilisant ladite formule de corrélation. La Figure 3-29 montre les valeurs N observées de ces couches. Les petits cercles indiquent les données observées et les grands cercles indiquent la moyenne des données observées. Les vitesses de l'onde S estimées sont indiquées au Tableau 3-16. Puisqu'il n'y avait pas de données suffisantes de l'essai de pénétration standard pour « p2c » avant d'évaluer la valeur moyenne N, la vitesse de l'onde S a été supposée égale à celle de « p2l ».

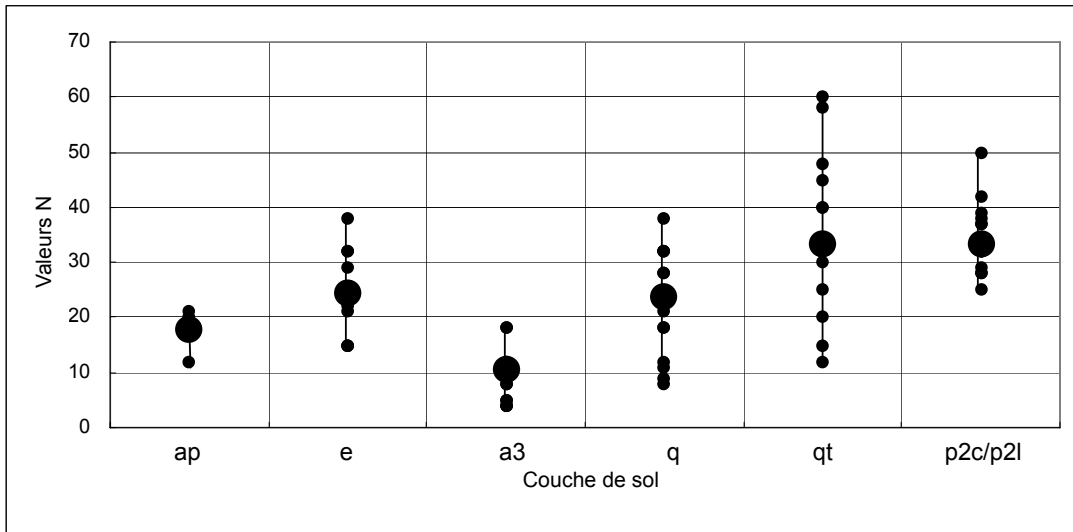


Figure 3-29 Distribution des valeurs N

Tableau 3-16 Vitesses de l'onde S des couches géologiques (2)

Symbole	Valeur N	Vitesse de l'onde S (m/sec)
ap	18	275
e	24	300
a3	10	240
q	24	300
qt	33	330
p2c	-	310
p2l	27	310

[Références]

Imai, T. and K. Tonouchi, 1982, Correlation of N value with S-wave velocity and shear modulus, Proc. 2nd European Symp. on Penetration Testing, Amsterdam.

3-4 Propriétés de la géologie de l'ingénieur

Le Tableau 3-17 montre les propriétés de la géologie de l'ingénieur relevant des investigations supplémentaires. Ces valeurs sont utilisées dans l'analyse du risque qui suit.

Tableau 3-17 Propriétés de la géologie de l'ingénieur

Symbole	Valeur N	Vitesse Onde S (m/sec)	Densité (g/cm ³)	D50 (mm)	Fc (%)	Ip	c (kgf/cm ²)	φ (degré)
ap	18	275	1,80	0,51	16	26	0,6	34
e	24	300	1,80	0,24	11	21	0,5	27
a3	10	240	1,80	0,20	23	24	0,9	27
a2		270	1,74	0,01	84	23	0,8	22
q	24	300	1,81	0,42	29	23	0,6	25
qt	33	330	1,90	0,15	32	24	0,7	28
p2c		310	1,92				0,7	23
p2c-f		450	2,02					
p2l	27	310	1,92				0,4	27
p2l-f		770	2,10					
p1		310	2,00				0,7	22
p1-f		630	2,09					
mi		490	1,89				0,4	28
mi-f		1030	2,55					

CHAPITRE 4

SITUATION URBAINE POUR LE MICROZONAGE

Chapitre 4. Situation urbaine pour le microzonage

4-1 Bâtiments

4-1-1 Enquête d'inventaire

(1) Enquête d'inventaire des bâtiments

1) Généralités

Ce chapitre a pour but de décrire en grandes lignes l'enquête d'inventaire des bâtiments. Cette enquête a fourni les données de base pour la préparation de la « fonction de vulnérabilité » à appliquer à l'évaluation des dommages des bâtiments devant les scénarios de séisme de la Wilaya d'Alger.

2) Enquête d'inventaire des bâtiments

L'enquête d'inventaire des bâtiments destinée aux bâtiments existants de la Wilaya d'Alger a été effectuée. Cette enquête concerne 34 communes au total y compris la CASBAH. Elle a pour but d'obtenir les données relatives à la distribution des types de bâtiments par commune. Il y a nombreux types de bâtiments dont la proportion a été estimée par la présente enquête. Le plan de déroulement de l'enquête d'inventaire des bâtiments a été discuté dans l'équipe d'étude CGS et JICA. Le schéma du principe de l'enquête d'inventaire des bâtiments est montré à la Figure 4-1.

Les détails de l'enquête ont été discutés dans l'équipe d'étude CGS et JICA avant d'être décidés définitivement. Les rubriques principales de l'enquête incluent :

Zones des bâtiments, usage, propriétaire (publics ou privés), types de structure, nombre de niveaux, année de construction, travaux d'extension, travaux de renforcement, irrégularités, conditions de terrain, parasismique ou non parasismique (règles parasismiques appliquées ou non) et autres rubriques structurelles.

Une fiche d'enquête utilisée est montrée à la Figure 4-2.

Le nombre total d'échantillons cibles a été fixé à 1 000. Optimal au point de vue de la surface à enquêter (224 km²) avec environ 1,8 millions d'habitants, ce nombre a été déterminé en considération de la durée, du coût et de la fiabilité de l'enquête.

Puisque le nombre de bâtiments dans chaque commune n'était pas recensé au moment de l'enquête, les bâtiments à enquêter ont été sélectionnés au hasard dans chaque commune en proportion de l'importance de sa population. Ils étaient finalement au nombre de 11 à 59 par commune destinés à la présente enquête.

(Se référer au Tableau 4-20 Nombre de bâtiments et de logements dans les communes ; Chapitre 4-3)

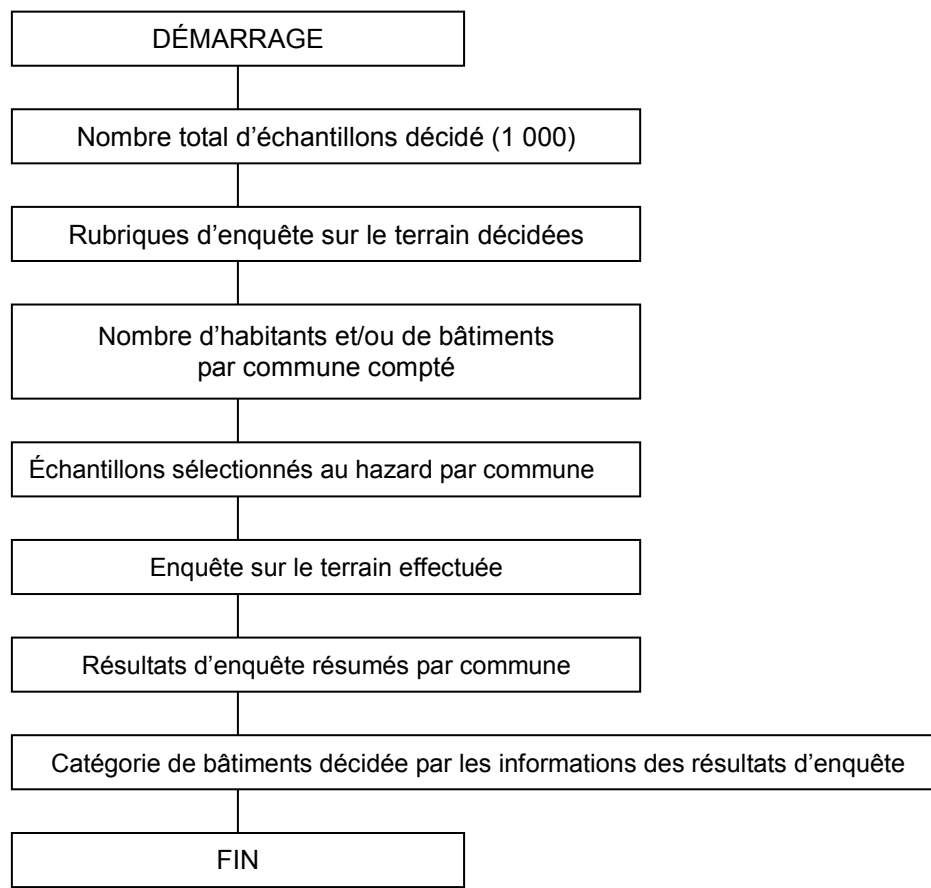


Figure 4-1 Schéma du principe de l'enquête d'inventaire des bâtiments

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
 ETUDE DE MICROZONNAGE SISMIQUE DE LA WILAYA D'ALGER

Fiche d'enquête de constructions Bâtiment Equipement

Date: _____ Heures: _____ Nom de l'enquêteur: _____

Nom de construction: _____

Propriétaire de la construction: Gouvernement Commune Privé Copropriété

Nom de daïra, commune, quartier: _____ N° ID Construction/Equipement: _____

Adresse complète: _____

Zone: Urbaine Commercial Industrielle Rurale Habitat précaire

Usage de constructions: Bureaux (gouvern. Wilayat, communal, autres) Habitat Appartement
 Police Hôpitaux Pompier Université Ecole Mosquée
 Université Eglises Station essence Maisons traditionnelles

Nombre de logements _____ (pour constructions et appartements seulement)

Type de structure: Béton armé portique Béton armé voile Béton armé mixte
 Charpente métallique Charpentes métallique avec aisselier
 Maçonnerie en pierre Maçonnerie en brique Bloc en béton Autres

Date de construction: Avant 1955 1956-80 1981-1999 2000-2002 Après 2003
 (Age de la construction: _____ ans)

Nombre d'étages au-dessus du sol: 1 2 3 4 5 6~8 9~12 13~17 plus de 18

Vide sanitaire: Oui Non

Nombre de sous-sols: Aucun 1 2 3 4

Nombre de surélévations sur terrasse : Aucun 1 2 3 4

Irregularités en plan: Aucune En forme de "H" En forme de "L". En forme de "U". "E" s.
 En forme de "T". En forme de "+".

Irregularités en élévation: Aucune Décrochement important Porte-à-faux Pilotis

Dommages subis: Aucun Incendie : Année _____ au _____ étage(s)
 Seisme: Année _____ Derniers des dommages Légers Moyens

Travaux d'extention: Aucun Année _____ surélévation; étages Latérale

Travaux de renforcement: Aucun Année _____ Par Poteaux Poutres Voile Autres

Entretien: Bon Moyen Mauvais

Qualité de Construction: Conforme aux normes parasismiques
 Non-Conforme aux normes parasismiques

Effet de martellement: Oui (Joint insuffisant Planchers décalés) Non

Implantation de la construction sur une pente supérieure à 30%: Au sommet Sur la pente En bas de pente

Conditions du sol: Rocheux Ferme Meuble Très meuble Sans réponse

Influence des constructions adjacentes

La construction menace une autre construction: Oui Non

La construction est menacée par une autre construction: Oui Non

La construction peut soutenir une autre construction: Oui Non

La construction peut être soutenue par une autre construction: Oui Non

Equipements dangereux: Station essence Réservoir de pétrole Réservoir de gaz
 Réservoir de produits chimiques

Type de réservoir: Bac cylindrique Ballon Souterrain

Capacité: _____ kl x no. de réservoirs

Figure 4-2 Fiche d'enquête de construction

3) Résultats de l'enquête d'inventaire des bâtiments

1003 bâtiments au total ont été enquêtés dans 34 communes par prélèvement au hasard. Le nombre enquêté a été décidé sur la base de l'importance démographique par commune. L'enquête a été effectuée par URBANIS sous la direction de l'équipe d'étude.

Les résultats sont résumés comme suit :

(A) Généralités

Propriété : 37% des bâtiments appartiennent à la propriété publique contenant la co-propriété, 62% à la propriété privée.

Utilisation : 99,7% des bâtiments sont à usage d'habitation contenant les locaux commerciaux au rez-de-chaussée et 0,3% à usage d'affaires (bureaux ou autres). Les maisons privées représentent plus de 50% et celles publiques plus de 40% des bâtiments d'habitation.

(B) Types de structures

33,5% des bâtiments au total sont construits en maçonnerie. La plupart des constructions en maçonnerie sont en pierres avec peu de briques et 64,6% au total en béton armé dont la plus grande partie de la structure consiste en portique à poteaux poutres.

Les structures à murs de cisaillement en béton armé et à doubles systèmes de portiques avec murs en béton armé sont aussi utilisées. La charpente métallique ne représente que 0,9% de l'ensemble des structures. Les types de structure prédominant de chaque commune sont montrés à la Figure 4-3.

(C) Année de construction

Quelques 41% des bâtiments sont construits avant 1955, 17,1% de 1956 à 1980, 34,7% de 1981 à 1999 et 5,7% après 2000. La construction en maçonnerie dominait dans la première moitié des années 1900, alors que celle en béton armé prédominait la moitié restante des années 1900.

Par exemple, les bâtiments en maçonnerie à Alger Centre sont construits entre 1880 et 1940 représentant une période d'environ 60 ans.

Les années de construction des bâtiments de chaque commune sont montrées à la Figure 4-4.

(D) Nombre de niveaux

Quelques 59,8% des bâtiments ont un nombre de niveaux compris entre 1 et 3, 35,4% entre 4 et 8 et 3,6% de 9 niveaux et plus. Le nombre de niveaux des bâtiments de chaque commune est montré à la Figure 4-5. (Note: La catégorie de nombre de niveaux a été révisée et changé à l'étape ultérieure en 1 à 2, 3 à 5 et 6 ou plus).

(E) Nombre de bâtiments de chaque catégorie structurelle de chaque commune

Le résumé de l'enquête d'inventaire des bâtiments est montré au Tableau 4-1.

Les ouvrages ont été classés selon quelques 36 facteurs tels que le type de structure, l'année de construction, le nombre de niveaux, etc.

(F) Conception sismique

Les bâtiments conçus de manière parasismique représentent 23% du total, alors que ceux sans conception parasismique comptent 77%. Les bâtiments sans conception parasismique sont ceux construits avant 1981 et la plupart des maisons privées réalisées avant 2003 sont aussi non parasismiques.

(G) Nombre de bâtiments

Le nombre total des bâtiments existants tel que déterminé selon les cartes de chaque commune de la zone d'étude est montré au Tableau 4-20 Nombre des bâtiments et des logements dans les communes Chapitre 4-3.

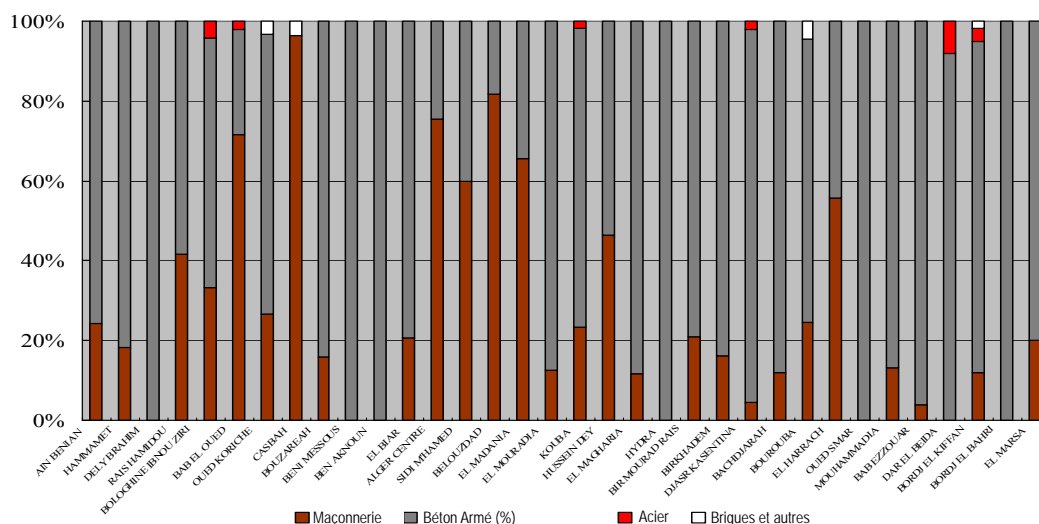


Figure 4-3 Types de structures des bâtiments de chaque commune

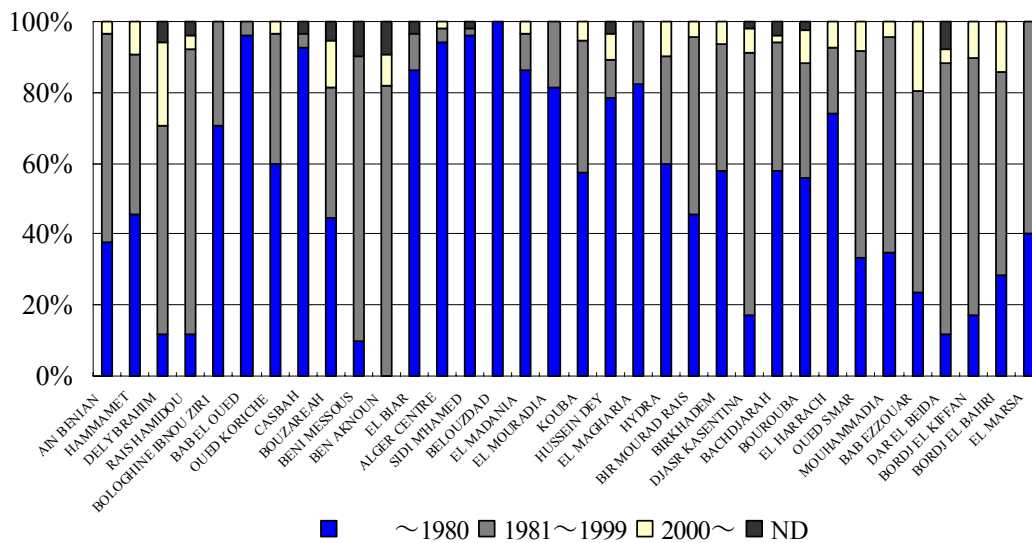


Figure 4-4 Années de construction des bâtiments de chaque commune

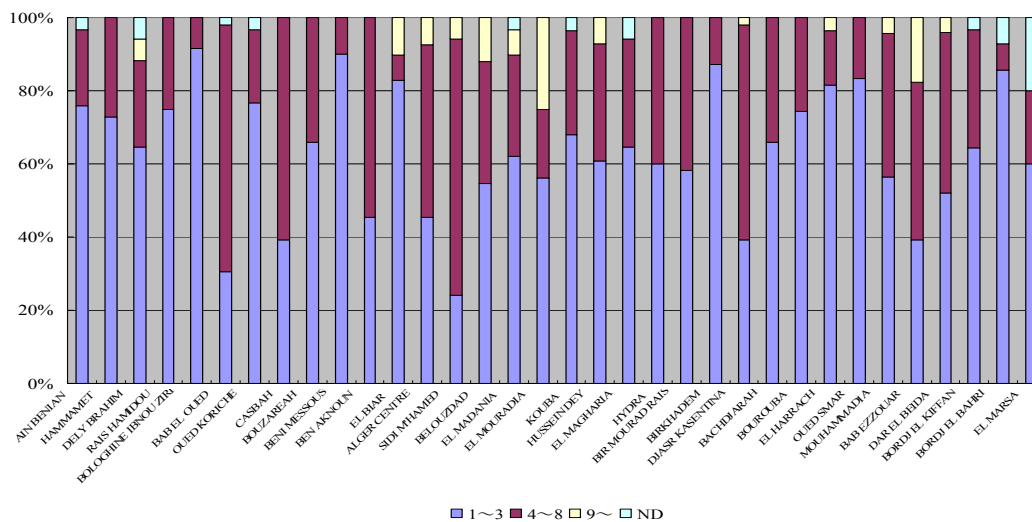


Figure 4-5 Nombre de niveaux des bâtiments de chaque commune

Tableau 4-1 Résultat de l'enquête d'inventaire des bâtiments

Type/Structure	Catégorie de construction	Code de Commune																																				Sous total
		44	24	23	25	6	5	8	7	11	32	22	10	1	2	27	3	4	18	17	31	28	9	12	26	19	16	13	15	29	21	20	30	39	40			
1	Ancienne maçonnerie de	1.2																																				
2	Simple pierre (note 5)	3.4.5	4	2		3	8	4	2	0	4	1	7	11	5	12	11	2	11	9	2		4	9		4	7	11		3	2				1	1	140	
3	Maçonnerie	6+																																			0	
4	Maçonnerie de brique non renforcée	1.2							6																												32	
5	Maçonnerie de pierre non renforcée avec composite de sable (note 6)	3.4.5																																			5	
6	Maçonnerie de pierre non renforcée	6+																																			2	
7	Maçonnerie de pierre composite de sable	1.2																																			0	
8	Portique BA de pré-codé (note 1)	3.4.5	3			2	1	20	4	18	1		2	17	11	15	3			4																106		
9	Portique BA de bas-codé (note 2)	6+																																		41		
10	Portique BA de mi-codé (note-3)	1.2																																				
11	Portique BA de haut-pendu (note 4)	3.4.5	3	3	4	5	11	2	8	15	1	3	11	3	2	2	4	16	4	8	5	5	14	8	20	10	8	8	4	5	3	8	5	3	211			
12	Portique BA de bas-codé (note 2)	6+	1	1	1	1	1	1	8	10	4	3	5	4	7	2	3	4	4	2	3	4	2	9	5	6	9	4	17	2	3	4	6	8	2	5	1	163
13	Portique BA de mi-codé (note-3)	1.2	3																																		33	
14	Béton armé	3.4.5	4																																		18	
15	Portique BA de mi-codé (note-3)	6+	1																																		64	
16	Portique BA de haut-pendu (note 4)	1.2																																			18	
17	Portique BA de haut-pendu (note 4)	3.4.5																																			4	
18	Portique BA de haut-pendu (note 4)	6+																																			13	
19	Portique BA de haut-pendu (note 4)	1.2																																			0	
20	Portique BA de haut-pendu (note 4)	3.4.5																																			1	
21	Portique BA de haut-pendu (note 4)	6+																																			3	
22	Portique BA de haut-pendu (note 4)	1.2																																			0	
23	Portique BA de haut-pendu (note 4)	3.4.5																																			1	
24	Portique BA de haut-pendu (note 4)	6+																																			0	
25	Portique BA de haut-pendu (note 4)	1.2																																			3	
26	Portique BA de haut-pendu (note 4)	3.4.5	2																																		47	
27	Portique BA de haut-pendu (note 4)	6+																																			41	
28	Portique BA de haut-pendu (note 4)	1.2																																			6	
29	Portique BA de haut-pendu (note 4)	3.4.5																																			14	
30	Portique BA de haut-pendu (note 4)	6+																																			8	
31	Portique BA de haut-pendu (note 4)	1.2																																			2	
32	Portique BA de haut-pendu (note 4)	3.4.5																																			3	
33	Portique BA de haut-pendu (note 4)	6+																																			0	
34	Portique BA de haut-pendu (note 4)	1.2																																			2	
35	Portique BA de haut-pendu (note 4)	3.4.5																																			0	
36	Portique BA de haut-pendu (note 4)	6+																																			1	
Total			29	11	17	12	24	49	30	28	38	10	11	30	53	50	33	29	16	56	28	17	20	24	32	46	50	43	27	12	23	51	25	59	15	5	1003	

Note 1. "Pré-codé" signifie des bâtiments construits avant 1980 en cas de bâtiments publics et avant 1999 en cas de ceux privés en général.

2. "Bas-codé" signifie des bâtiments construits entre 1981 et 1999 pour le public en général ou concus par les R RPA81(83).

3. "Mi-codé" signifie des bâtiments construits entre 2000 et 2002 pour le public et le privé en général ou concus par les RPA89.

4. "Haut-codé" signifie des bâtiments construits en et après 2003 pour le public et le privé ou concus par les RPA2003.

5. La maçonnerie de maison individuelle est estimée comme "simple pierre" à 1 et 2 niveaux en général.

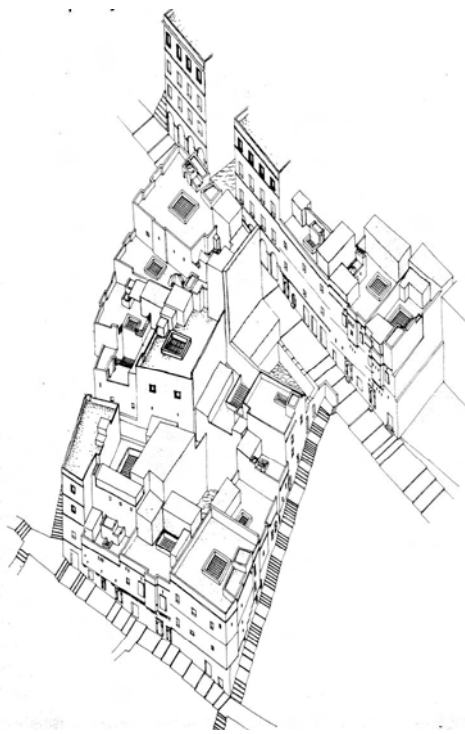
6. La maçonnerie à 3, 4, 5 et 6+ niveaux est estimée comme "maçonnerie de pierre non renforcée au sol de dallage en composite", alors que Nos 8 (Casbah) n'est pas le dallage en composite.

4) Enquête au niveau de la CASBAH

Une enquête au niveau de la CASBAH a été effectuée indépendamment de l'enquête d'inventaire en collaboration avec les organisations concernées. Selon certaines informations historiques verbales, quelques 70% des ouvrages en maçonnerie de briques de la CASBAH ont été endommagés par l'effet du grand séisme de 1716.

Les constructions dans la CASBAH consistent en deux catégories, l'une concerne les maisons traditionnelles en maçonnerie de briques (joints de mortier à mélange de chaux, sables et eau) de l'ère d'Ottoman, et l'autre les maisons en maçonnerie de pierres (joints de mortier à mélange de ciment, chaux, sables et eau). Cependant, la résistance des joints de mortier de ces deux catégories n'est pas bien connue.

Selon le rapport des « Études d'élaboration des règles de réparation et de renforcement des bâtiments endommagés de la région d'El Asnam » publié par l'Université de Skopje en juin 1982, la résistance au cisaillement du mortier de chaux d'un bâtiment en maçonnerie de pierres est de $0,05 \text{ N/mm}^2$ à $0,08 \text{ N/mm}^2$. Ceci relevait d'une série d'expériences.



(source; Agence d'études architecturales et urbaines de la CASBAH)

Figure 4-6 Vue perspective des maisons traditionnelles de la CASBAH



(Maisons traditionnelles au premier plan, maisons de l'ère coloniale à l'arrière plan)

Photo 4-1 Vue générale de la CASBAH

(2) Enquête d'inventaire des équipements importants et dangereux

Les localisations et les conditions actuelles des équipements importants et dangereux sont utiles à intégrer dans la carte de l'aléa et du risque d'une « étude de microzonage sismique » comme le cas des données de l'enquête d'inventaire des bâtiments. Initialement, l'équipe d'étude CGS et JICA a eu une série de discussions pour sélectionner par prélèvement au hasard 530 équipements cibles. Ces 530 échantillons consistaient en quelques 14 équipements importants et dangereux tels que les écoles, stations de service, mosquées, hôpitaux, commissariats de police etc. dans 34 commune, et 54 équipements particuliers tels que les bureaux du gouvernement, hôpitaux, universités, aéroport, gare centrale ferroviaire etc.. Cependant, un certain nombre d'équipements cibles ont dû être alloués aux communes autres que celles initialement sélectionnées, du fait que ces bâtiments n'ont pas pu être trouvés dans les communes initialement sélectionnée. Le nombre d'équipements importants et dangereux enquêtés dans chaque commune est indiqué au Tableau 4-3. Ces équipements sont classifiés en 36 types de structures comme le cas de l'enquête d'inventaire des bâtiments. Cette classification est décrite dans le Chapitre 4-1-1 (1). Aucun équipement de stockage des matériaux dangereux n'a été trouvé excepté les stations de service. Le résultat d'enquête des types de structures dans 530 échantillons d'équipements importants et dangereux est montré au Tableau 4-4. Le type de structure d'équipement principal concerne le béton armé représentant 75% de toutes les structures. Ceci n'est pas important par rapport au résultat d'enquête d'inventaire des bâtiments (65%). Par ailleurs, les ouvrages à charpente métallique sont plus nombreux et représentent 8% par rapport à l'inventaire des bâtiments (1%), dans lequel la structure en maçonnerie représente 34%, alors qu'elle compte 16% dans l'enquête d'équipements importants et dangereux comme le montre le Tableau 4-2.

Tableau 4-2 Comparaison des résultats d'enquête d'inventaires :
Bâtiments et Équipements

Type de structure			Enquête d'inventaire des bâtiments		Enquête d'inventaire des équipements importants et dangereux	
			Nombre	Pourcentage	Nombre	Pourcentage
1	Maçonnerie	A la CASBAH	6	0,6 %	11	2,1 %
2		Pierre & brique	330	32,9 %	75	14,1 %
3	Béton armé	Pré-code	407	40,6 %	184	34,7 %
4		Bas-code	100	10,0 %	142	26,8 %
5		Mid-code	17	1,7 %	20	3,8 %
6		Haut-code	4	0,4 %	5	0,9 %
7		Voile & Mixte.	119	11,8 %	47	8,9 %
8	Acier	Acier	9	0,9 %	43	8,1 %
9	Autres	Autres	11	1.1 %	3	0.6 %
Total			1 003	100 %	530	100 %

Tableau 4-3 Nombre d'équipements importants et dangereux enquêtés dans chaque commune

Daira	Code de Commune	Nom (Usage) d'équipement																Total		
		Police	Supieur-pompier	Hôpital	Clinique	Centre de santé	École	Université	Gymnase	Centre culturel	Librairie	Marché	Musée	Mosquée	Église	Sûreté urbaine	Auberge de jeunesse		Bureaux de gouvernement	Station d'essence
I	1644	1	1	0	1	0	4	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	2	13	
	1624	1	1	1	0	1	4	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	13	
	1623	1	0	0	1	0	4	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	2	13	
II	1625	1	0	0	0	0	4	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	10	
	1606	2	1	1	2	1	6	0	0	0	0	0	2	2	0	0	2	1	18	
	1605	2	1	1	0	2	5	0	0	2	0	1	0	2	0	0	0	2	20	
	1608	2	1	1	1	2	6	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	2	18	
	1607	1	0	1	1	1	5	0	0	1	0	0	1	3	0	1	0	1	16	
III	1611	3	0	0	0	2	5	1	1	0	0	0	2	0	0	1	2	0	17	
	1632	0	1	1	0	0	4	0	0	1	0	0	2	0	1	1	2	0	13	
	1622	1	0	1	1	0	7	1	1	0	1	0	1	0	0	0	2	1	17	
IV	1610	2	0	2	0	0	6	0	1	1	0	1	0	2	0	0	0	1	19	
	1601	1	1	0	0	2	5	2	1	1	1	0	0	2	0	0	0	4	22	
	1602	1	1	2	1	0	6	0	1	1	0	1	0	2	0	0	0	3	21	
V	1627	1	0	3	0	0	6	0	1	0	1	0	1	2	0	0	0	1	18	
	1603	1	0	2	0	0	5	0	1	1	1	0	0	2	0	1	0	2	17	
	1604	1	0	1	0	1	6	0	1	1	0	0	0	2	0	1	0	2	18	
	1618	1	1	1	0	1	6	2	1	0	0	1	0	2	0	1	1	1	22	
VI	1617	1	0	1	0	2	7	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	2	19	
	1631	1	0	0	1	1	6	1	1	0	0	0	0	2	0	0	0	2	17	
	1628	1	1	0	1	0	7	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	3	19	
	1609	1	1	0	1	0	4	0	1	0	1	0	0	2	0	1	0	2	16	
	1612	1	0	0	0	1	4	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	2	13	
VII	1626	1	0	0	0	1	3	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	11	
	1619	1	0	1	0	0	4	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	12	
	1616	1	0	1	0	0	4	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	12	
	1613	1	1	2	0	0	4	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	2	16	
VIII	1615	1	0	0	0	1	4	2	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	14	
	1629	1	0	0	0	1	4	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	12	
	1621	1	1	0	0	1	4	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	2	15	
	1620	1	1	0	0	1	4	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	13	
	1630	1	0	0	0	1	5	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	13	
Total	1639	1	0	0	0	1	4	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	13	
	1640	1	0	0	0	1	4	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	10	
Total		39	14	23	11	25	165	10	26	21	6	6	2	52	2	13	6	53	56	530

Note: 1. Daira: I: CHERAGA, II: BAB EL OUD, III: BOUZAREAH, IV: SIDI M'HAMED, V: HUSSEIN DAY, VI: BIR MOURAD RAIS, VII: EL HARRACH, VIII: DAR EL BEIDA
2. Code/Nom de commune: 1644/AIN BENIAN, 1624/HAMMAMET, 1623/DELY BRAHIM, 1625/RAIS HAMIDOU, 1606/BOLOGHINE IBNOU ZIRI, 1605/BAB EL OUED, 1608/OUED KORICHE, 1607/CASBAH, 1611/BOUZAREAH, 1632/BENI MESSOUS, 1622/BEN AKNOUN, 1610/EL BIAR, 1601/ALGER CENTRE, 1602/SIDI M'HAMED, 1627/EL MOURADIA, 1603/EL MADANIA, 1604/BELOUZAD, 1618/KOUBA, 1617/HUSSEIN DEY, 1631/EL MAGHARIA, 1628/ HYDRA, 1609/BIR MOURAD RAIS, 1612/BIRKHADEM, 1626/DJASR KASENTINA, 1619/BACHDJARAH, 1616/BOUROUBA, 1613/EL HARRACH, 1615/OUED SMAR, 1629/MOUHAMMADIA, 1621/BAB EZZOUAR, 1620/DAR EL BEIDA, 1630/BORDJ EL KIFFAN, 1639/ BORDJ EL BAHRI, 1640/EL MARSA

Tableau 4-4 Résultat de l'enquête d'inventaire des équipements importants et dangereux

Catégorie de construction	Numéro de code de communes (16--)																																		Subtotal	
	44	24	23	25	06	05	08	07	11	32	22	10	01	02	27	03	04	18	17	31	28	09	12	26	19	16	13	15	29	21	20	30	39	40		
1 Type Structure																																				
2 Niveau																																				
3 Simple pierre (note 5)	1	2																																		
4 Maçonnerie																																				
5 Macromerie de brique non renforcée																																				
6 Macromerie de pierre non renforcée avec dallage en composite																																				
7 Portique BA de pré-codé (note 1)																																				
8 Portique BA de bas-codé (note 2)																																				
9 Portique BA de mi-codé (note-3)																																				
10 Mur de cisaillement BA																																				
11 Portique et mur BA																																				
12 Charpente métallique																																				
13 Charpente métallique avec aisselier																																				
14 Autres																																				
15 Total	13	13	13	10	18	20	18	16	17	13	17	19	22	21	18	17	17	18	22	19	17	19	16	13	11	12	12	16	14	12	15	11	13	13	10	
16 Subtotal	37	36	2																																	

Note 1. "Pré-codé" signifie des bâtiments construits avant 1980 en cas de bâtiments publics et avant 1999 en cas de ceux privés en général.
 2. "Bas-codé" signifie des bâtiments construits entre 1981 et 1999 pour le public en général ou concus par les R RPA81(83).
 3. "Mi-codé" signifie des bâtiments construits entre 2000 et 20002 pour le public et le privé en général ou concus par les RPA99.
 4. "Haut-codé" signifie des bâtiments construits en et après 2003 pour le public et le privé ou concus par les RPA2003.
 5. La maçonnerie de maison individuelle est estimée comme "simple pierre" à 1 et 2 niveaux en général.
 6. La maçonnerie de pierre non renforcée au sol de dallage en composite", alors que Nos 8 (Casbah) n'est pas le dallage en composite.
 7. Code et nom de communes: 1644 AIN BENJAN, 1624 HAMMAMET, 1623 DELY BRAHIM, 25 RAISHAMIDOU, 1606 BLOGHINE BNOU ZIRI, 1607 CASBAH, 1601 OUED KORICHE, 1605 BAB EL OUED 1622 BEN AKKOUN, 1610 EL BIAR, 1601 ALGER CENTRE, 1602 SIDI MHAMED, 1627 EL MOURADIA, 1603 EL MAC 1604 BELOUZAD, 1618 KOUBA, 1617 HUSSEIN DA, 1631 EL MAGHARIA, 1609 BIR MOURAD RAIS, 1612 BIRKHADEM, 1626 DJASKASENTINA, 1619 BACHDJERAH, 1616 BOUROUBA, 1613 EL HARRACH, 1615 OUED SMAR, 1629 MOUHAMMADIA, 1621 BAB EZZOUAR, 1630 BORDJ EL KIFFAN, 1639 BORDJ EL BAHRI, 1640 MARSA, 1620 DAR EL BEIDA, 1611 BOUZAREAH, 1632 BENI MESSOUS

Source: URBANIS et Équipe d'étude

4-1-2 Dommages des bâtiments occasionnés par les séismes passés

Il a été passé en revue les dommages des bâtiments causés par les grands séismes en Algérie, le séisme d'El Asnam de 1980, à 180 Km à l'ouest d'Alger, et le séisme de Boumerdes de 2003.

(1) Séisme d'El Asnam de 1980

A 12 heures 25 (heures locales) le 10 octobre 1980, un grand séisme ($M_s = 7,3$) a frappé la ville d'Al Asnam située dans le nord de l'Algérie. La zone épicertrale a traversé la ville d'Al Asnam, à 180 km à l'ouest de la capitale Alger. Le rapport du gouvernement rapporte que le séisme a causé 2 633 morts, 8 396 blessés et 392 727 sans abri. Le CTC a enquêté environ 10 000 bâtiments endommagés. Parmi ces bâtiments, 40% se sont effondrés ou ont été gravement endommagés, 20% modérément endommagés et 40% soumis à l'évaluation de la sûreté de leurs structures. Le résumé du rapport de l'enquête du CTC est montré à la section 2). Cependant, le rapport n'indique pas le nombre total des bâtiments. Le taux de bâtiments endommagés ne peut être donc obtenu.

L'équipe d'étude du gouvernement japonais a effectué une étude des catastrophes et offert son support technique. Le rapport d'étude issu de l'équipe de l'Institut d'architecture du Japon décrit en détail des dommages des bâtiments de chaque type de structure et quelques usages typiques des bâtiments. L'enquête du CTC est incluse dans ce rapport d'étude.

1) Résumé des dommages des bâtiments rapportés par l'équipe d'étude de l'Institut d'architecture du Japon

(A) Bâtiments en maçonnerie

La construction en maçonnerie avec adobe (brique avec de la paille séchée) ou briques n'a qu'une faible résistance contre le séisme, puisque environ 90% des ouvrages en maçonnerie ont souffert des dommages graves.

(B) Bâtiments construits en béton armé (BA)

Cette structure était destinée à nombreux usages tels que les maisons d'habitation, écoles, bureaux du gouvernement, hôpitaux, hôtels, marchés, usines, ateliers, etc., qui étaient dans la plupart des cas des bâtiments de faible hauteur.

Les dommages subis par ces bâtiments peuvent être résumés comme suit :

- a) Irrégularités horizontales et/ou verticales dans les murs adjacents (infill wall) ;
- b) Rupture de cisaillement des poteaux courts relevant des lambris et murs suspendus ;
- c) Rupture de cisaillement des poteaux courts des vides sanitaires (semi-basement) ;
- d) Manque de capacité parasismique : rupture de flexion des poteaux du premier niveau ;
- e) Défaillance due au manque d'espace au niveau de joints de dilatation.

(C) Structures à charpente métallique

La plupart des bâtiments n'ont souffert d'aucun dommage.

(D) Réservoirs sur piliers en béton armé

Ils sont modérément endommagés excepté un ouvrage totalement effondré.

2) Résumé de l'enquête des dommages des bâtiments effectuée par le CTC

Le CTC a effectué une enquête d'urgence des niveaux des dommages de bâtiments occasionnés par le séisme d'El Asnam pendant un mois immédiatement après la catastrophe. Il a fallu 90 personnes pour 25 journées de travail pour enquêter environ 8 000 bâtiments dans la ville d'El Asnam, et 30 personnes pour 14 journées de travail pour 2 000 bâtiments des périphéries de la ville.

Cette enquête avait pour but d'évaluer les niveaux de dommages des bâtiments, de juger leur sûreté et en les classant en utilisant trois couleurs comme suit :

- Couleur verte : Utilisation des bâtiments autorisée ; aucun dommage ou faible dommage (Niveau 1 et 2)
- Couleur rouge : Utilisation des bâtiments interdite ; bâtiment condamné ou effondré (Niveau 5)
- Couleur orange : Enquête supplémentaire nécessaire pour la détermination de l'état des bâtiments (Niveaux 3 & 4)

Une partie dudit rapport des catastrophes du CTC Chlef est montrée au Tableau 4-5.

Tableau 4-5 Rapport des catastrophes du séisme d'El Asnam du 10 octobre 1980 du CTC

Magnitude (Ms) 7.3

Source: CTC Chlef

Niveaux de dommages des bâtiments

Niveaux de dommages	Nombre	Pourcentage (%)
1	442	8,58
2	1 348	26,18
3	1 393	27,05
4	943	18,31
5	951	18,47
Fiches non utilisées	71	1,37
Total ^{*1}	5 148	100,00

^{*1} : Nombre des bâtiments total concernant seulement les bâtiments enquêtés

Jugement de la sûreté de bâtiment

Couleur ^{*2}	Nombre	Pourcentage (%)
Vert	1 720	33,41
Orange	2 162	41,99
Rouge	1 200	23,31
Fiche non utilisée	66	1,28
Total ^{*1}	5 148	100,00

^{*1} : Nombre des bâtiments total concernant seulement les bâtiments enquêtés

^{*2} : Niveaux de dommages 1 et 2 : Vert, Niveaux de dommages 3 et 4 : Orange, Niveau des dommages 5 : Rouge

Nombre des bâtiments endommagés de chaque groupe d'usage


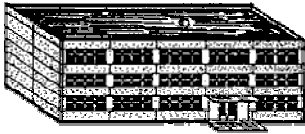

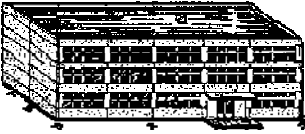






Groupes d'usage	El Asnam		Autres zones	
	Nombre	%	Nombre	%
Maison	4 490	81,74	415	26,83
Bureaux du gouvernement	115	2,10	189	12,22
Équipements sociaux	34	0,62	51	3,30
Écoles	110	2,00	345	22,30
Hôpitaux	22	0,40	74	4,78
Équipements de sports	15	0,27	8	0,52
Bâtiments commerciaux	322	5,86	127	8,21
Équipements industriels	110	2,00	111	7,17
Équipements de stockage d'eau	12	0,22	18	1,16
Autres	263	4,79	209	13,51
Total	5 493	100	1 547	100

(2) Séisme de Boumerdes 2003

A 19 heures 44 (heures locales) le 21 mai 2003, un grand séisme ($M_w=6,8$) a frappé la ville de Boumerdes. La zone épiscopale se situait au large de la côte, à 7 km au nord de Zemmouri de la Wilaya de Boumerdes, à 36 km à l'est de la capitale Alger. Le rapport du gouvernement rapporte que le séisme a causé 2 278 morts, plus de 10 000 blessés et 182 000 sans abris, 19 000 bâtiments effondrés et les dégâts ont été évalués à environ 4,3 milliards d'euros.

1) Enquête des CTC ET CGS

Le CGS et les CTC ont effectué une étude pour le « jugement d'urgence des niveaux de sûreté des bâtiments » sur 400 000 logements à Alger et 16 000 logements à Boumerdes, comme le cas du séisme d'El Asnam de 1980. L'enquête concernait tous les bâtiments dans des zones limitées et non tous les bâtiments de chaque commune. Les différents types de structures sont la maçonnerie, les portiques en BA, les murs de cisaillement en béton armé et la charpente métallique (structure en bois classée en « autres »). Les rapports de l'enquête du CGS analysent en détail cinq types de structures et autres de chaque commune. Le traitement de plus de cent mille fiches d'enquête est en phase de finition. En obtenant une partie des dites données du CGS en tant que rapport initial, l'équipe d'étude JICA les a utilisées pour la détermination de l'étendue des dommages des bâtiments. Le nombre des bâtiments enquêtés avec leurs niveaux de dommages classés entre 1 à 5 tels que spécifiés par EMS-98 ainsi que les niveaux de dommages classés par 4+5 de chaque type de structure sont montrés au Tableau 4-6 pour la Wilaya d'Alger et au Tableau 4-7 pour la Wilaya de Boumerdes. La classification des dommages par type (maçonnerie et béton armé) est montrée à la Figure 4-7.

Classification des dommages		
	Maçonnerie	Bâtiments en BA
Grade 1: Dommages légers au point d'être négligeable (aucun dommage structurel, dommages légers non structurels)	Trésaillures sur très peu de murs. Chute de petites pièces de plâtre seulement. Chute des pierres relâchées des parties supérieures de bâtiments dans très peu de cas. 	Fissures fines sur le plâtre le long des éléments porteurs ou sur le mur à la base. Fissures fines sur les cloisons et remplissages. 
Grade 2: Dommages modérés (Dommages structurels légers, dommages non structurels modérés)	Fissures sur un grand nombre de murs. Chute d'assez grandes pièces de plâtre. Effondrement partiel des cheminées. 	Fissures sur les colonnes et poutres d'ossature et sur les refends porteurs. Fissures fines sur les cloisons et murs à pans avec remplissage, chute du parement fragile et du plâtre. Chute du mortier à partir des joints de panneaux muraux. 
Grade 3: Dommages graves au point d'être substantiels (Dommages structurels modérés, dommages non structurels graves)	Fissures importantes et étendues sur la plupart des murs. Tuiles détachées. Cheminées fracturées sur l'alignement de toiture; défaillances des éléments individuels non structurels (cloison, murs de pignon). 	Fissures sur les colonnes et joints de poutre colonne de l'ossature à la base et sur les joints de murs couplés. Ecaillage de la couverture en béton, flambement des fers à béton. Fissures importantes sur la cloison et les murs à pans avec remplissage, rupture de panneaux de remplissage individuels. 
Grade 4: Dommages très graves (Dommages structurels graves, dommages non structurels très graves)	Défaillance sérieuse des murs, défaillance structurelle partielle des toits et plancher. 	Fissures importantes sur les éléments constructifs avec rupture du béton due à la compression et rupture des fers à béton, rupture d'adhérence des aciers d'armature de poutre, inclinaison des colonnes. Effondrement de quelques colonnes ou d'un simple plancher supérieur. 
Grade 5: Destruction (Dommages structurels très graves)	Effondrement total ou presque total 	Effondrement du rez-de-chaussée ou des parties (e.g. ailes) de bâtiments. 

Source: EMS-98

Figure 4-7 Classification des dommages par type (maçonnerie et béton armé)

Tableau 4-6 Nombre des bâtiments enquêtés de la Wilaya d'Alger lors du séisme de Boumerdes (1/2)

No. Code Commune	Type de Structure	Niveaux de dommages structurels						Total
		1	2	3	4	5	4+5	
Dar El Beida 1620	Maçonnerie	0	1	4	2	1	3	8
	BA portiques	18	3	2	4	1	5	28
	BA murs	---	---	---	---	---	---	---
	Acier	1	0	0	0	0	0	1
Total		19	4	6	6	2	8	37
Bab Ezzouar 1621	Maçonnerie	9	25	22	18	30	48	104
	BA portiques	18	111	80	55	6	61	270
	BA murs	144	118	135	36	0	36	433
	Acier	1	1	1	0	0	0	3
	Autres	0	0	1	0	13	13	14
Total		172	255	239	109	49	158	824
Bordj El Kiffan 1630	Maçonnerie	137	63	91	33	127	160	451
	BA portiques	995	257	189	144	250	394	1,835
	BA murs	7	127	50	4	2	6	190
	Acier	2	42	3	1	2	3	50
	Autres	1	0	0	0	3	3	4
Total		1 142	489	333	182	384	566	2 530
Ain Taya* 1638	Maçonnerie	77	122	60	65	100	165	424
	BA portiques	112	135	60	68	13	81	388
	BA murs	2	8	1	0	0	0	11
	Acier	11	5	71	0	2	2	89
	Autres	0	0	0	0	5	5	5
Total		202	270	192	133	120	253	917
Bordj El Bahri 1639	Maçonnerie	247	63	28	20	19	39	377
	BA portiques	567	75	47	68	143	211	900
	BA murs	3	34	15	8	0	8	60
	Acier	3	1	0	1	1	2	6
	Autres	2	0	0	0	0	0	2
Total		822	173	90	97	163	260	1 345
El Marsa 1640	Maçonnerie	1	2	0	5	0	5	8
	BA portiques	5	2	0	1	0	1	8
	BA murs	1	0	0	0	0	0	1
Total		7	4	0	6	0	6	17
Haraoua* 1641	Maçonnerie	219	164	243	247	447	694	1 320
	BA portiques	333	475	178	171	71	242	1 228
	BA murs	11	13	6	4	5	9	39
	Acier	9	8	1	0	1	1	19
	Autres	2	5	10	17	69	86	103
Total		574	665	438	439	593	1 032	2 709

Source: CGS

Tableau 4-6 Nombre des bâtiments enquêtés de la Wilaya d'Alger lors du séisme de Boumerdes (2/2)

No. Code Commune	Type de Structure	Niveaux de dommages structurels						Total
		1	2	3	4	5	4+5	
Rouiba* 1642	Maçonnerie	228	289	449	417	233	650	1 616
	BA portiques	531	471	316	157	11	168	1 486
	BA murs	4	66	7	11	0	11	88
	Acier	13	18	15	7	0	7	53
	Autres	18	30	38	43	7	50	136
Total		794	874	825	635	251	886	3 379
Reghaia* 1643	Maçonnerie	84	126	155	141	68	209	574
	BA portiques	448	328	337	362	58	420	1 533
	BA murs	9	10	5	7	0	7	31
	Acier	0	7	5	1	0	1	13
	Autres	0	3	10	3	0	3	16
Total		541	474	512	514	126	640	2 167

Note: Marqué de “*”: Cette commune se situe dans la zone d'étude.

Source: CGS

Tableau 4-7 Nombre des bâtiments enquêtés de la Wilaya de Boumerdes (située hors de la zone d'étude) lors du séisme de Boumerdes (1/3)

No. Code Commune	Type de Structure	Niveaux de dommages structurels						Total
		1	2	3	4	5	4+5	
Boumerdes	Maçonnerie	0	156	103	100	51	151	410
	BA portiques	1	214	200	257	107	364	779
	BA murs	0	60	32	18	8	26	118
	Acier	0	0	2	3	5	8	10
	Autres	0	16	6	3	5	8	30
Total		1	446	343	381	176	557	1 347
Zemmouri	Maçonnerie	0	143	118	66	23	89	350
	BA portiques	2	380	140	63	22	85	607
	BA murs	0	6	6	2	0	2	14
	Acier	0	0	1	0	0	0	1
	Autres	0	1	3	2	3	5	9
Total		2	530	268	133	48	181	981
Tidjelabine	Maçonnerie	0	124	102	66	21	87	313
	BA portiques	0	267	141	74	17	91	499
	BA murs	0	16	5	3	0	3	24
	Acier	0	2	1	2	0	2	5
	Autres	0	1	0	1	0	1	2
Total		0	410	249	146	38	184	843

Source: CGS

Tableau 4-7 Nombre des bâtiments enquêtés de la Wilaya de Boumerdes (située hors de la zone d'étude) lors du séisme de Boumerdes (2/3)

No. Code Commune	Type de Structure	Niveaux de dommages structurels						Total
		1	2	3	4	5	4+5	
Corso	Maçonnerie	1	354	243	108	69	177	775
	BA portiques	1	545	202	106	61	167	915
	BA murs	0	5	3	0	3	3	11
	Acier	0	2	1	1	3	4	7
	Autres	0	10	12	2	8	10	32
Total		2	916	461	217	144	361	1 740
Lagata	Maçonnerie	0	143	118	66	23	89	350
	BA portiques	2	380	140	63	22	85	607
	BA murs	0	6	6	2	0	2	14
	Acier	0	0	1	0	0	0	1
	Autres	0	1	3	2	3	5	9
Total		2	530	268	133	48	181	981
Boudeouaou	Maçonnerie	0	584	395	120	212	332	1 311
	BA portiques	1	1 176	429	125	99	224	1 830
	BA murs	0	32	9	5	2	7	48
	Acier	0	7	19	1	0	1	27
	Autres	0	5	9	7	23	30	44
Total		1	1 804	861	258	336	594	3 260
El Kharouba	Maçonnerie	1	198	28	27	0	27	254
	BA portiques	0	184	21	1	0	1	206
	BA murs	0	1	1	0	0	0	2
	Autres	0	2	1	0	0	0	3
Total		1	385	51	28	0	28	465
Bouzegza Keddara	Maçonnerie	0	22	7	7	5	12	41
	BA portiques	0	198	62	10	0	10	270
	BA murs	0	2	1	0	0	0	3
	Acier	0	4	0	1	0	1	5
Total		0	226	70	18	5	23	319
Boudeouaou El Bahri	Maçonnerie	0	120	31	15	6	21	172
	BA portiques	0	83	20	15	7	22	125
	BA murs	0	1	0	0	0	0	1
	Autres	0	1	1	3	0	3	5
Total		0	205	52	33	13	46	303
Ouled Hedadj	Maçonnerie	1	144	78	49	63	112	335
	BA portiques	1	401	183	74	29	103	688
	BA murs	0	7	6	5	2	7	20
	Acier	0	2	0	0	0	0	2
	Autres	0	1	5	3	2	5	11
Total		2	555	272	131	96	227	1 056

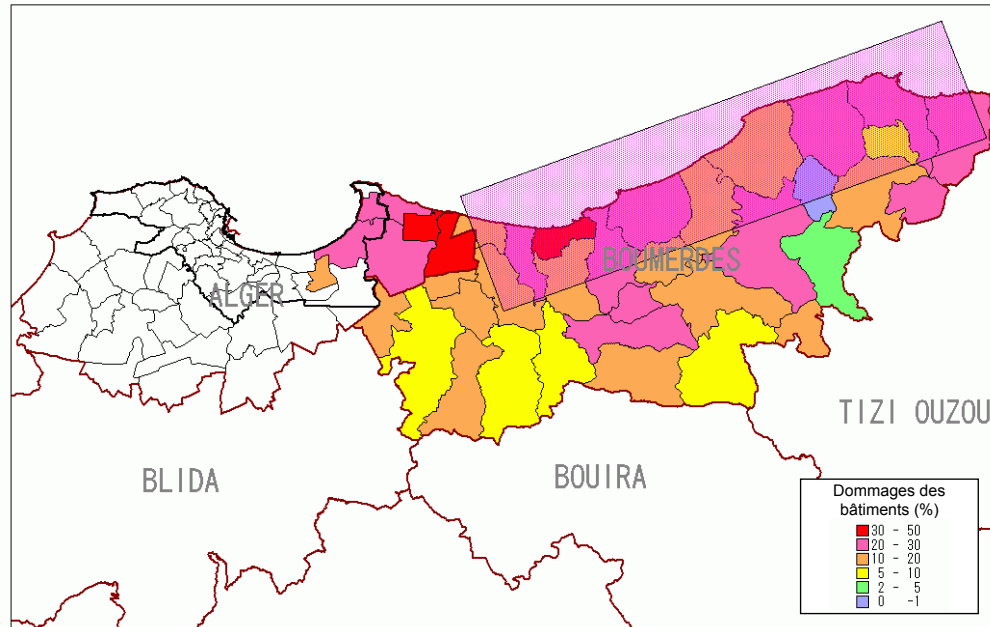
Source: CGS

Tableau 4-7 Nombre des bâtiments enquêtés de la Wilaya de Boumerdes (située hors de la zone d'étude) lors du séisme de Boumerdes (3/3)

No. Code Commune	Type de Structure	Niveaux de dommages structurels						Total
		1	2	3	4	5	4+5	
Souk El Hed	Maçonnerie	0	152	79	37	13	50	281
	BA portiques	2	78	17	8	1	9	106
	BA murs	0	0	1	1	0	1	2
	Acier	0	1	0	0	0	0	1
	Autres	0	0	0	0	3	3	3
Total		2	231	97	46	17	63	393
Beni Amrane	Maçonnerie	0	264	185	325	103	428	877
	BA portiques	0	789	161	44	6	50	1 000
	BA murs	0	19	8	1	1	2	29
	Acier	0	4	0	1	1	2	6
	Autres	0	0	7	4	5	9	16
Total		0	1 076	361	375	116	491	1 928
Isser	Maçonnerie	1	540	315	20	55	75	931
	BA portiques	0	572	240	32	10	42	854
	BA murs	0	13	17	0	1	1	31
	Acier	0	6	0	0	0	0	6
	Autres	0	9	9	1	1	2	20
Total		1	1 140	581	53	67	120	1 842
Chabet El Amer	Maçonnerie	1	311	194	11	22	33	539
	BA portiques	0	478	137	4	0	4	619
	BA murs	0	15	2	1	0	1	18
	Acier	0	19	23	0	0	0	42
	Autres	0	13	4	0	2	2	19
Total		1	836	360	16	24	40	1 237
Si Mustapha	Maçonnerie	0	199	119	1	6	7	325
	BA portiques	0	145	74	1	1	2	221
	BA murs	0	4	3	0	0	0	7
	Autres	0	2	3	0	1	1	6
Total		0	350	199	2	8	10	559
Hamadi	Maçonnerie	0	77	47	0	0	0	124
	BA portiques	0	131	65	0	0	0	196
	BA murs	0	1	0	0	0	0	1
	Acier	0	1	2	0	0	0	3
	Autres	0	1	0	0	0	0	1
Total		0	211	114	0	0	0	325
Ouled Moussa	Maçonnerie	0	224	151	0	0	0	375
	BA portiques	0	286	125	0	0	0	411
	BA murs	0	41	6	0	0	0	47
	Autres	0	0	4	0	0	0	4
Total		0	551	286	0	0	0	837

Source: CGS

La carte des dommages des bâtiments de la Wilaya de Boumerdes contenant trois communes de l'est d'Alger basée sur les nombres des bâtiments est montrée à la Figure 4-8.



Source: CGS

Figure 4-8 Carte des dommages des bâtiments de la Wilaya de Boumerdes contenant trois communes de l'est d'Alger occasionnés par le séisme de Boumerdes 2003 basée sur les nombres des bâtiments

L'équipe d'étude JICA a obtenu le résumé des données des dommages des logements des communes de la zone d'étude occasionnés par le séisme de Boumerdes 2003. Il est montré aux Tableau 4-8 et Tableau 4-9.

Tableau 4-8 Résumé des dommages des logements des communes de la zone d'étude occasionnés par le séisme de Boumerdes 2003

Code	Commune Nom	Vert		Orange		Rouge		Total	MSK
		Nos.	%	Nos.	%	Nos.	%		
1644	AIN BENIAN	7 518	92,7%	494	6,1%	96	1,2%	8 108	6,7
1624	HAMMAMET	3 722	95,0%	165	4,2%	29	0,7%	3 916	6,4
1623	DELY BRAHIM	5 605	98,3%	63	1,1%	33	0,6%	5 701	6,7
1625	RAIS HAMIDOU	7 475	97,2%	167	2,2%	50	0,7%	7 692	6,6
1606	BOLOGHINE IBNOU ZIRI	5 613	94,1%	349	5,8%	5	0,1%	5 967	6,6
1605	BAB EL OUED	9 444	79,2%	2 320	19,5%	158	1,3%	11 922	6,7
1608	OUED KORICHE	2 055	72,3%	614	21,6%	173	6,1%	2 842	6,8
1607	CASBAH	6 942	84,3%	1 036	12,6%	256	3,1%	8 234	6,7
1611	BOUZAREAH	10 443	99,3%	58	0,6%	19	0,2%	10 520	6,5
1632	BENI MESSOUS	3 567	89,9%	401	10,1%	0	0,0%	3 968	6,7
1622	BEN AKNOUN	2 615	86,2%	415	13,7%	5	0,2%	3 035	6,8
1610	EL BIAR	7 452	92,7%	388	4,8%	196	2,4%	8 036	7,0
1601	ALGER CENTRE	16 329	92,0%	1 414	8,0%	11	0,1%	17 754	6,8
1602	SIDI M'HAMED	12 075	77,5%	3 137	20,1%	367	2,4%	15 579	6,9
1627	EL MOURADIA	4 335	48,6%	2 859	32,1%	1 721	19,3%	8 915	7,0
1603	EL MADANIA	6 723	94,8%	300	4,2%	66	0,9%	7 089	7,1
1604	BELOUZDAD	4 323	97,3%	110	2,5%	9	0,2%	4 442	7,1
1618	KOUBA	16 160	95,2%	535	3,2%	275	1,6%	16 970	7,2
1617	HUSSEIN DEY	4 999	70,4%	1 582	22,3%	524	7,4%	7 105	7,4
1631	EL MAGHARIA	4 463	94,4%	123	2,6%	143	3,0%	4 729	7,5
1628	HYDRA	5 361	93,3%	382	6,7%	0	0,0%	5 743	6,8
1609	BIR MOURAD RAIS	8 283	98,5%	55	0,7%	63	0,8%	8 401	6,9
1612	BIRKHADEM	8 686	97,7%	124	1,4%	76	0,9%	8 886	6,9
1626	DJASR KASENTINA	18 203	98,4%	264	1,4%	29	0,2%	18 496	7,3
1619	BACH DJERAH	11 253	89,3%	1 121	8,9%	231	1,8%	12 605	7,5
1616	BOUROUBA	8 576	92,5%	610	6,6%	88	0,9%	9 274	7,6
1613	EL HARRACH	5 333	79,1%	1 104	16,4%	308	4,6%	6 745	7,7
1615	OUED SMAR	2 897	97,5%	71	2,4%	2	0,1%	2 970	7,8
1629	MOHAMMADIA	5 905	81,7%	1 254	17,4%	67	0,9%	7 226	7,7
1621	BAB EZZOUAR	1 688	19,6%	6 907	80,2%	22	0,3%	8 617	7,9
1620	DAR EL BEIDA	5 932	70,9%	2 369	28,3%	66	0,8%	8 367	8,2
1630	BORDJ EL KIFFAN	11 803	72,5%	4 073	25,0%	398	2,4%	16 274	8,2
1639	BORDJ EL BAHRI	2 813	64,9%	1 376	31,7%	147	3,4%	4 336	8,0
1640	EL MARSA	1 335	91,9%	116	8,0%	1	0,1%	1 452	7,9
Total		239 926	85,1%	36 356	12,9%	5 634	2,0%	281 916	

Source: CTC Chlef, excepté MSK du CGS de l'équipe d'étude JICA

Note: L'enquête des dommages du CTC Chlef montre les données des logements et non celles des bâtiments.

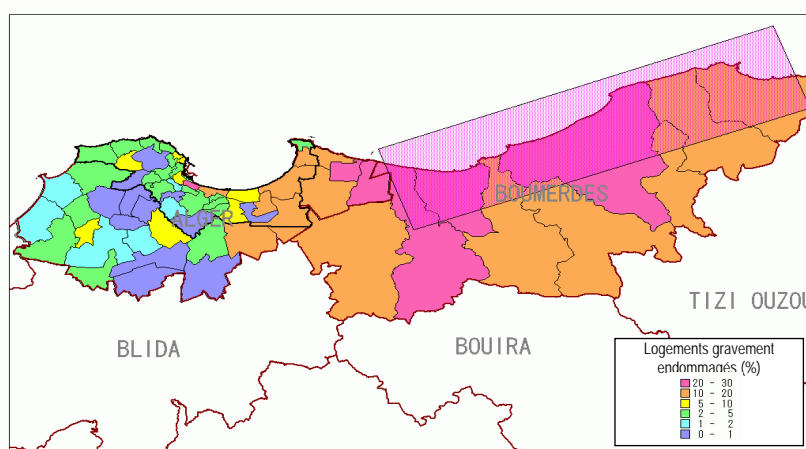
Tableau 4-9 Classification des dommages des logements d'Alger occasionnés par le séisme de Boumerdes 2003

	Vert		Orange		Rouge		Total
	Nos.	%	Nos.	%	Nos.	%	
ROUIBA	9 931	48,2%	8 965	43,5%	1 729	8,3%	20 625
BARAKI	26 998	86,5%	1 464	4,7%	2 748	8,8%	31 210
BIR MOURAD RAIS	44 848	97,1%	909	2,0%	417	0,9%	46 174
BOUZAREAH	24 076	94,2%	1 262	4,9%	220	0,9%	25 558
CHERAGA	28 556	95,2%	1 163	3,9%	284	0,9%	30 003
DAR EL BEIDA	32 407	63,5%	17 554	34,4%	1 065	2,1%	51 026
DRARIA	22 253	99,3%	82	0,4%	68	0,3%	22 403
EL HARRACH	28 058	88,8%	2 906	9,2%	629	2,0%	31 593
HUSSEIN DEY	29 958	79,4%	5 099	13,5%	2 663	7,1%	37 720
SIDI M'HAMED	39 450	87,9%	4 961	11,1%	453	1,0%	44 864
ZERALDA	15 178	95,4%	603	3,8%	128	0,8%	15 909
BIRTOUTA	7 161	98,1%	126	1,7%	14	0,2%	7 301
BAB EL OUED	31 528	86,0%	4 486	12,2%	642	1,8%	36 656
Total Wilaya Algiers	340 402	84,9%	49 580	12,4%	11 060	2,7%	401 042
Study Area: 34 Commune	239 926	85,1%	36 356	12,9%	5 634	2,0%	281 916

Source: CTC Chlef

Note: L'enquête des dommages du CTC montre les données des logements et non celles des bâtiments.

La carte des dommages des bâtiments de la Wilaya d'Alger et de la Wilaya de Boumerdes basée sur les logements est indiquée à la Figure 4-9.



Source: CTC Chlef

Figure 4-9 Carte des dommages des bâtiments de la Wilaya d'Alger et de la Wilaya de Boumerdes occasionnés par le séisme de Boumerdes 2003

2) Enquête de l'équipe d'experts du Japon

Selon le rapport d'enquête de l'équipe d'experts du Japon, le gouvernement japonais a reçu une requête du gouvernement algérien après le séisme et décidé d'envoyer immédiatement une unité d'aides d'urgence internationales. Il a été envoyé une équipe de secours (61 personnes) le 22 mai, une équipe de soins médicaux (22 personnes) le 25 mai et une équipe d'experts (7 personnes) le 12 juillet.

Le rapport de cette enquête décrit le séisme avec les accélérations de pic au sol aux points sismographiques et les grandes lignes des dommages de bâtiments des wilayat de Boumerdes et d'Alger avec les photos. Il résume aussi les caractéristiques des dommages des bâtiments comme suit :

(A) Les caractéristiques des dommages des bâtiments sont les mêmes que celles du séisme d'El Asnam de 1980.

(B) Les ouvrages en portiques en BA avec murs de briques adjacents (infill brick walls) ;

Une rupture de cisaillement ou de flexion s'est produite à la fois en tête et en pieds des poteaux de faible section à des niveaux de faible hauteur. Ce dommage serait probablement imputable à l'effondrement des murs de briques causé par un déplacement important des portiques. Parmi les causes éventuelles supplémentaires il y a les dimensions insuffisantes des sections des poteaux, les structures sur pilotis, la mauvaise qualité de béton et les techniques de construction, c'est-à-dire, sans renforcement des zones de connexion, les effets de la corrosion des barres d'armature principales, etc.

(C) Portiques en BA avec poteaux très courts des vides sanitaires ;

Les poteaux courts au niveau des vides sanitaires de bâtiments se sont cisailés.

(D) Ouvrage à murs de cisaillement en BA ;

Ce système de structure s'appliquait principalement aux maisons de faible ou moyenne hauteur. Vu que ce type de structure procure une bonne performance parasismique, il n'y a eu que peu de dommages constatés même dans les bâtiments anciens.

(E) Il est à noter que la plupart des bâtiments endommagés sont construits avant 1980 c'est-à-dire avant que la conception parasismique devienne populaire dans le milieu professionnel. Nombre de bâtiments anciens similaires nécessitent la vérification de leur capacité parasismique. Le renforcement des bâtiments existants qui sont vulnérables aux effets du séisme est nécessaire après ces évaluations sismiques. Ces bâtiments existent partout dans toutes les villes en Algérie en plus des zones endommagées récemment.

4-2 Infrastructures et réseaux vitaux

4-2-1 Routes

Les routes de la Wilaya d'Alger peuvent être classifiées en 5 catégories comme suit :

- Voies express
- Routes nationales
- Routes de wilaya
- Routes communales
- Autres voies

Le réseau des routes classifié de la zone d'étude compilé par l'équipe d'étude est montré à la Figure 4-10. Il est à noter que les routes communales ne pourraient pas se distinguer des autres voies étroites. Les routes sont donc classifiées en 4 catégories : voies express, routes nationales, routes de wilaya et routes communales y compris autres types de voies.

Le Tableau 4-10 montre les longueurs des routes par catégorie de chaque commune de la zone d'étude suivant la Figure 4-10. La commune dotée de la longueur totale la plus importante des voies express dans la zone d'étude est DAR EL BEIDA (26,97 km sur 190,03 km). La commune ayant la longueur totale la plus importante des routes nationales est HUSSEIN DEY (9,28 km sur 101,54 km). Celle qui a la longueur totale la plus importante des routes de wilaya est BOUZAREAH (12,76 km sur 58,84 km) et celle ayant la longueur totale la plus importante des routes communales et des autres types de voies est BORDJ EL KIFFAN (173,67 km sur 2 289,79 km).

Le réseau des routes classifié par largeur de voie et compilé par l'équipe d'étude ainsi que les longueurs des routes par catégorie de chaque commune sont montrés à la Figure 4-11 et au Tableau 4-11, respectivement. La commune avec les voies étroites les plus longues ($L \leq 4$ m) est RAIS HAMIDOU et celle avec les voies larges les plus longues ($L > 12$ m) est OUED SMAR.

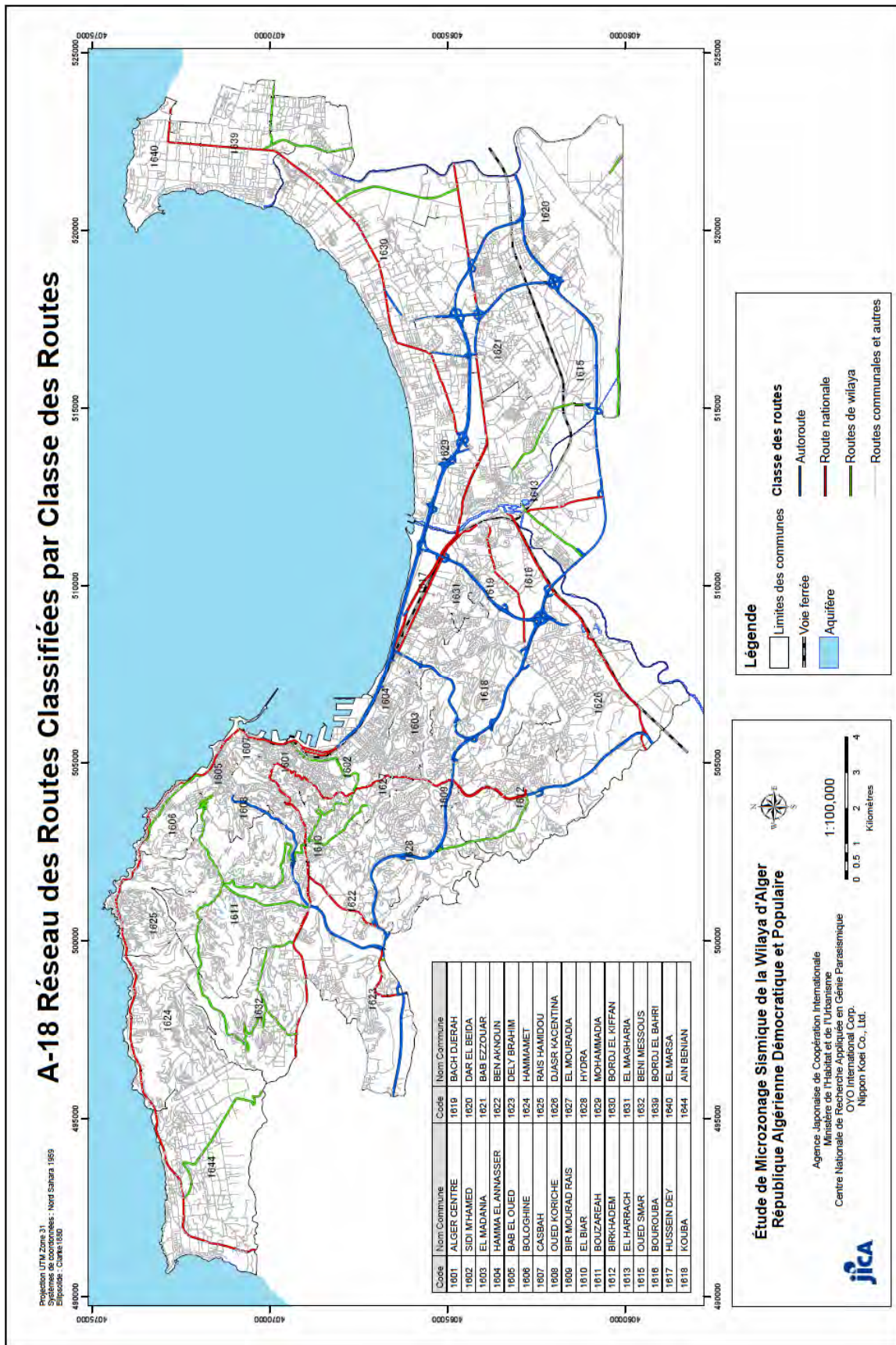
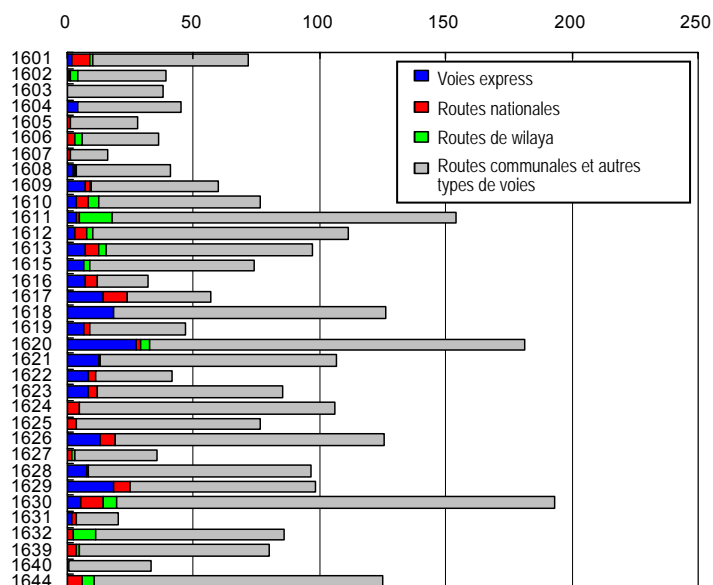


Figure 4-10 Réseau des routes par catégorie

Tableau 4-10 Longueurs des routes par catégorie de chaque commune

Commune		Longueur (km)				Total
Code	Nom	Voies express	Routes nationales	Routes de wilaya	Routes communales et autres types de voies	
1601	ALGER CENTRE	1,74	6,96	1,16	61,66	71,52
1602	SIDI M'HAMED	0,75	0,65	2,68	34,88	38,96
1603	EL MADANIA	0,28	-	-	37,63	37,91
1604	HAMMA EL ANNASSER	4,43	-	-	40,54	44,97
1605	BAB EL OUED	-	1,29	0,02	26,77	28,08
1606	BOLOGHINE	-	3,06	3,09	29,98	36,13
1607	CASBAH	-	1,31	-	14,89	16,20
1608	OUED KORICHE	2,42	0,56	0,57	37,04	40,59
1609	BIR MOURAD RAIS	7,23	1,59	0,76	50,37	59,95
1610	EL BIAR	3,77	4,44	4,41	63,56	76,18
1611	BOUZAREAH	3,80	0,97	12,76	136,54	154,07
1612	BIRKHADEM	2,90	4,73	2,35	101,23	111,21
1613	EL HARRACH	7,14	5,35	3,00	81,90	97,39
1615	OUED SMAR	6,63	0,08	2,44	64,87	74,02
1616	BOUROUBA	7,08	4,68	-	20,16	31,92
1617	HUSSEIN DEY	14,33	9,28	-	33,42	57,03
1618	KOUBA	18,42	-	-	107,67	126,09
1619	BACH DJERAH	6,59	2,49	-	37,90	46,98
1620	DAR EL BEIDA	26,97	1,90	3,72	148,43	181,02
1621	BAB EZZOUAR	12,34	0,63	-	93,96	106,93
1622	BEN AKNOUN	8,09	2,91	-	30,39	41,39
1623	DELY BRAHIM	8,47	3,41	0,13	73,23	85,24
1624	HAMMAMET	-	4,64	-	101,67	106,31
1625	RAIS HAMIDOU	-	3,46	0,07	72,72	76,25
1626	DJASR KACENTINA	13,27	5,92	-	106,43	125,62
1627	EL MOURADIA	-	1,99	0,73	33,06	35,78
1628	HYDRA	7,82	0,04	0,30	88,51	96,67
1629	MOHAMMADIA	18,49	6,54	-	73,25	98,28
1630	BORDJ EL KIFFAN	5,05	9,21	5,47	173,67	193,40
1631	EL MAGHARIA	2,02	1,27	-	16,77	20,06
1632	BENI MESSOUS	-	2,25	9,03	74,57	85,85
1639	BORDJ EL BAHRI	-	3,43	1,29	75,17	79,89
1640	EL MARSA	-	0,52	-	32,85	33,37
1644	AIN BENIAN	-	5,98	4,86	114,10	124,94
Total		190,03	101,54	58,84	2 289,79	2 640,20

Longueurs des routes



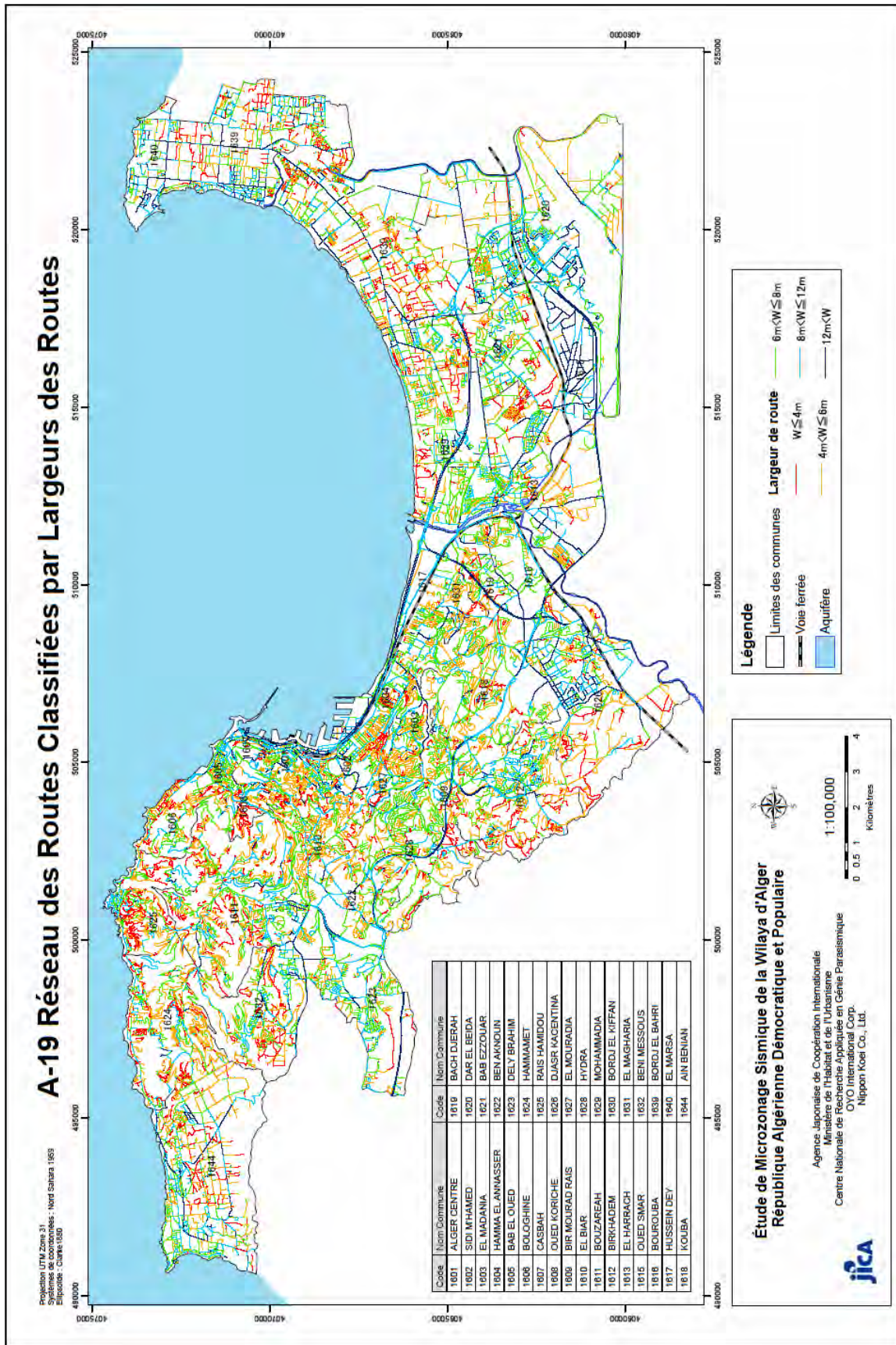
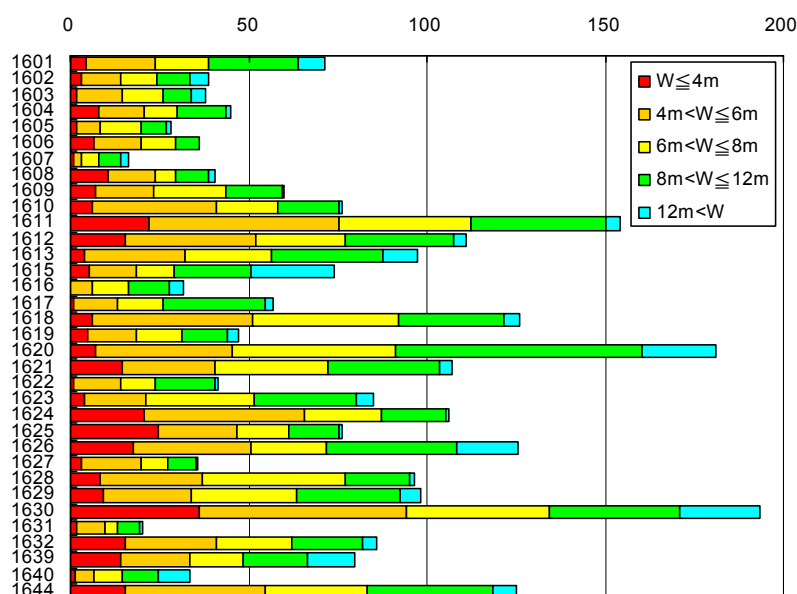


Figure 4-11 Réseau routier classifié par largeur de voie

Tableau 4-11 Longueurs des routes par largeur de voie de chaque commune

Commune		Longueur (km)					Total
Code	Nom	W≤4m	4m<W≤6m	6m<W≤8m	8m<W≤12m	12m<W	
1601	ALGER CENTRE	4,35	19,53	14,95	25,19	7,50	71,52
1602	SIDI M'HAMED	3,05	11,05	10,04	9,54	5,28	38,96
1603	EL MADANIA	1,77	12,84	11,44	7,78	4,08	37,91
1604	HAMMA EL ANNASSER	7,71	13,03	9,23	13,80	1,20	44,97
1605	BAB EL OUED	1,84	6,60	11,18	7,28	1,18	28,08
1606	BOLOGHINE	6,54	13,15	9,75	6,60	0,09	36,13
1607	CASBAH	0,95	2,05	4,88	6,04	2,28	16,20
1608	OUED KORICHE	10,46	13,31	5,90	8,94	1,98	40,59
1609	BIR MOURAD RAIS	7,14	16,10	20,42	15,71	0,58	59,95
1610	EL BIAR	6,31	34,74	17,17	17,05	0,91	76,18
1611	BOUZAREAH	21,94	53,58	36,90	38,02	3,63	154,07
1612	BIRKHADEM	15,47	36,65	24,97	30,44	3,68	111,21
1613	EL HARRACH	3,94	28,41	23,87	31,32	9,85	97,39
1615	OUED SMAR	5,29	13,11	10,73	21,72	23,17	74,02
1616	BOUROUBA	0,05	5,98	10,42	11,40	4,07	31,92
1617	HUSSEIN DEY	0,96	12,44	12,65	28,79	2,19	57,03
1618	KOUBA	5,98	44,92	41,09	29,78	4,32	126,09
1619	BACH DJERAH	4,94	13,49	13,03	12,69	2,83	46,98
1620	DAR EL BEIDA	6,90	38,46	45,97	69,23	20,46	181,02
1621	BAB EZZOUAR	14,40	26,08	31,63	31,36	3,46	106,93
1622	BEN AKNOUN	1,02	12,95	9,88	16,70	0,84	41,39
1623	DELY BRAHIM	3,82	17,50	30,14	28,92	4,86	85,24
1624	HAMMAMET	20,81	44,93	21,30	18,05	1,22	106,31
1625	RAIS HAMIDOU	24,65	21,92	14,77	14,01	0,90	76,25
1626	DJASR KACENTINA	17,50	33,03	21,14	36,78	17,17	125,62
1627	EL MOURADIA	3,15	16,80	7,25	7,88	0,70	35,78
1628	HYDRA	8,56	28,28	40,11	18,28	1,44	96,67
1629	MOHAMMADIA	9,39	24,33	29,50	29,38	5,68	98,28
1630	BORDJ EL KIFFAN	36,15	58,07	40,02	36,78	22,38	193,40
1631	EL MAGHARIA	1,64	7,89	3,59	6,20	0,74	20,06
1632	BENI MESSOUS	15,63	25,55	21,01	19,91	3,75	85,85
1639	BORDJ EL BAHRI	14,05	19,24	15,21	18,19	13,20	79,89
1640	EL MARSA	1,40	5,22	7,81	10,41	8,53	33,37
1644	AIN BENIAN	15,63	38,98	28,59	35,52	6,22	124,94
Total		303,39	770,21	656,54	719,69	190,37	2 640,20

Longueurs des routes



4-2-2 Ponts

Il existe 148 ponts dans la zone d'étude (y compris 1 pont situé à CHERAGA sur la limite de la commune de DELY BRAHIM) selon l'enquête d'inventaire des ponts comme le montrent la Figure 4-12 et le Tableau 4-12

Tableau 4-12 Nombres et types de ponts par commune

Commune		Nombre de ponts				Total
Code	Nom	Voies express	Routes nationales	Routes de wilaya	Routes communales et autres	
1601	ALGER CENTRE	-	3	-	8	11
1602	SIDI M'HAMED	-	-	1	3	4
1603	EL MADANIA	-	-	-	1	1
1604	HAMMA EL ANNASSER	-	-	-	1	1
1605	BAB EL OUED	-	-	-	-	0
1606	BOLOGHINE	-	7	-	-	7
1607	CASBAH	-	-	-	1	1
1608	OUED KORICHE	-	-	-	1	1
1609	BIR MOURAD RAIS	2	-	-	1	3
1610	EL BIAR	-	-	-	-	0
1611	BOUZAREAH	-	-	1	-	1
1612	BIRKHADEM	-	2	-	2	4
1613	EL HARRACH	3	6	4	3	16
1615	OUED SMAR	1	-	1	1	3
1616	BOUROUBA	1	1	-	-	2
1617	HUSSEIN DEY	15	-	-	2	17
1618	KOUBA	5	-	-	4	9
1619	BACH DJERAH	3	-	-	2	5
1620	DAR EL BEIDA	7	5	-	2	14
1621	BAB EZZOUAR	1	-	-	5	6
1622	BEN AKNOUN	3	-	-	2	5
1623	DELY BRAHIM	-	1	2*	1	4
1624	HAMMAMET	-	-	-	-	0
1625	RAIS HAMIDOU	-	3	-	3	6
1626	DJASR KACENTINA	3	-	-	5	8
1627	EL MOURADIA	-	-	-	-	0
1628	HYDRA	2	-	-	4	6
1629	MOHAMMADIA	6	1	-	-	7
1630	BORDJ EL KIFFAN	-	1	1	-	2
1631	EL MAGHARIA	2	-	-	-	2
1632	BENI MESSOUS	-	-	-	-	0
1639	BORDJ EL BAHRI	-	-	-	-	0
1640	EL MARSA	-	-	-	-	0
1644	AIN BENIAN	-	1	1	-	2
Total		54	31	11	52	148

*: Dans lesdits nombres est inclus 1 pont de CHERAGA.

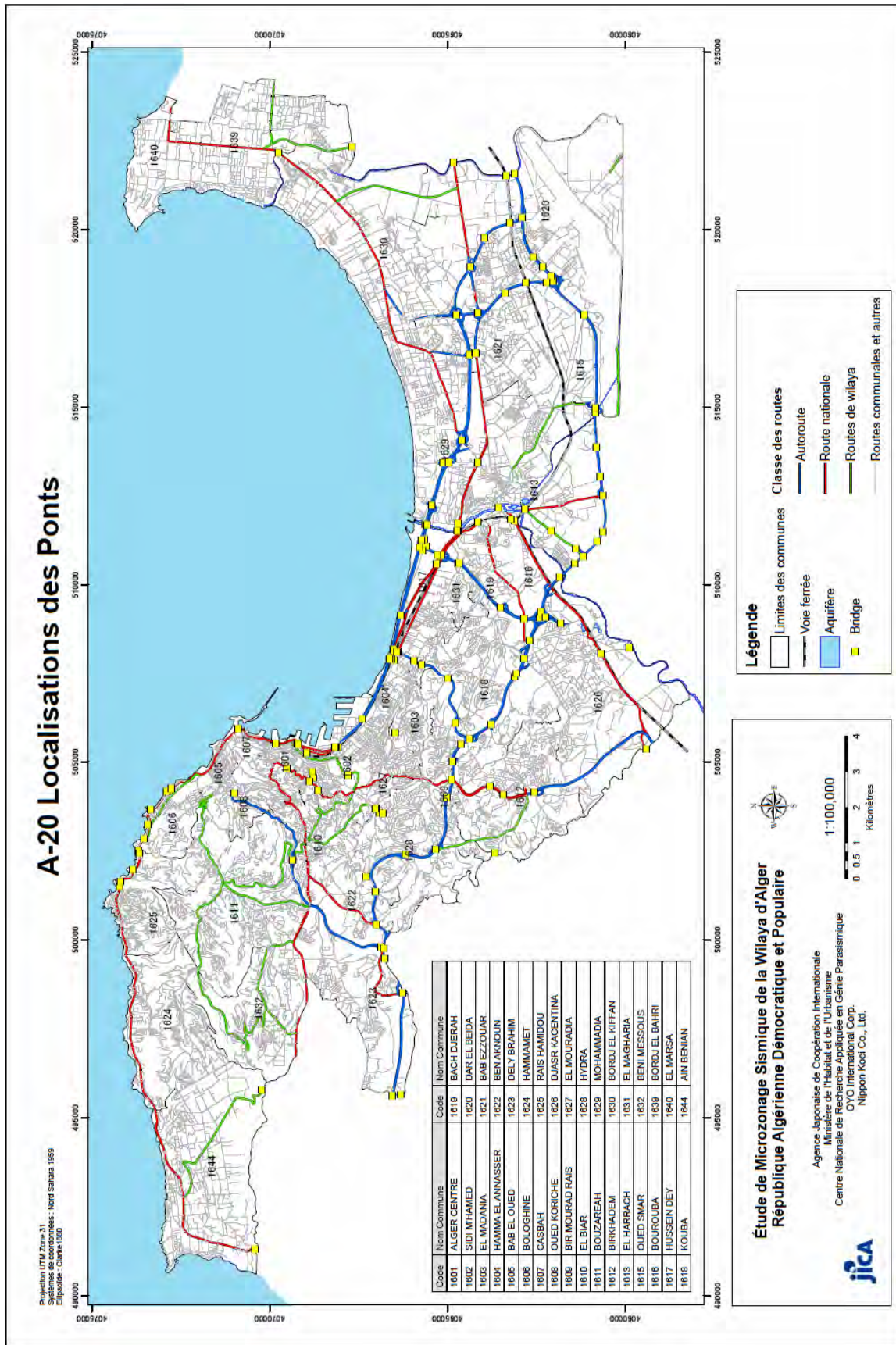


Figure 4-12 Localisations des ponts

Il y a 103 ponts traversant les routes, 26 ponts passant sur les rivières, 17 sur les voies ferrées et 14 sur les autres. Il existe quelques ponts qui traversent plus d'un objet. Les ponts en travers de routes appartiennent donc au groupe de routes le plus important de la zone d'étude.

Les caractéristiques des structures de ponts sont résumées à la Figure 4-13. La largeur d'assise est de 70 cm ou plus dans la plupart des ponts (121 ponts). Ceci est une conception raisonnable pour la prévention de la rupture de pont.

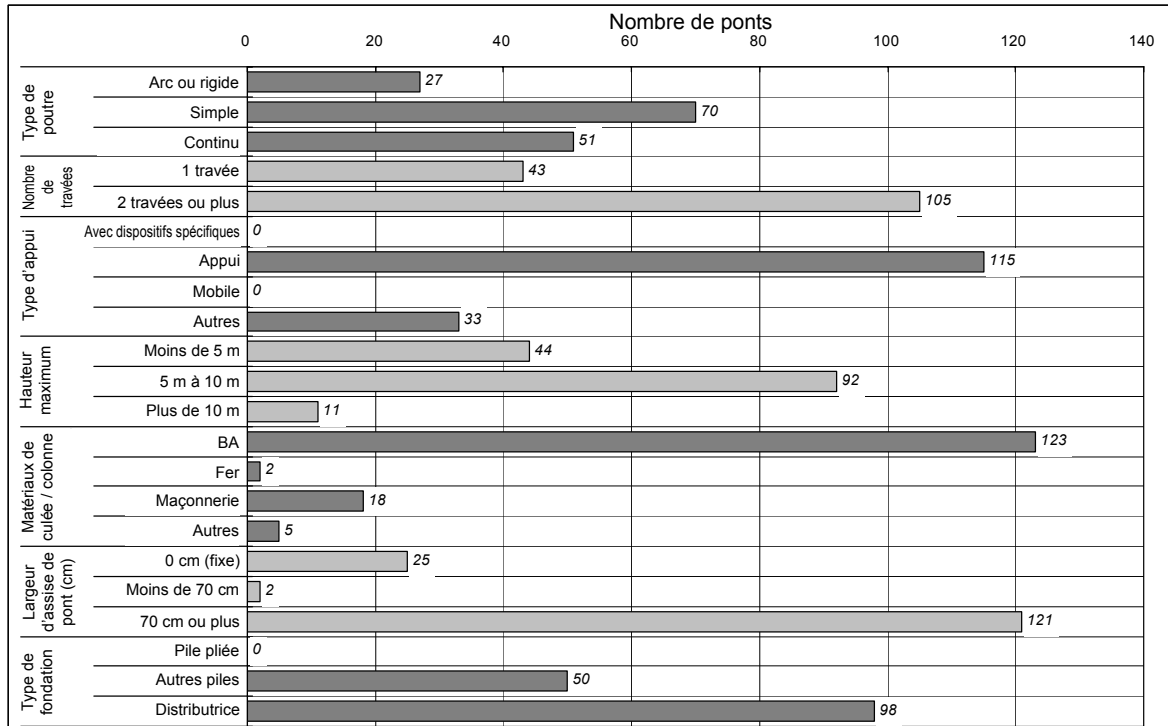
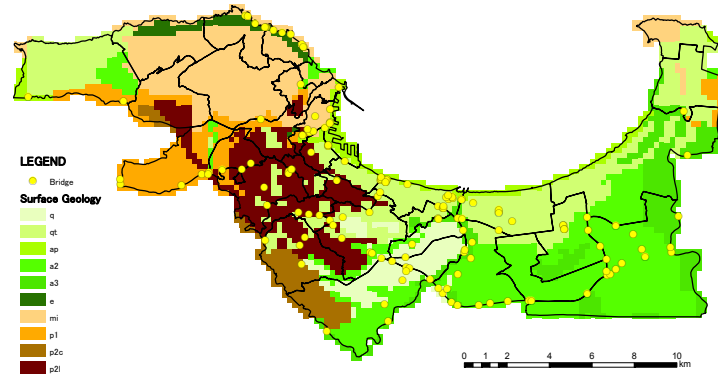


Figure 4-13 Caractéristiques des structures de ponts

Il existe 105 ponts (71%) aux bas-reliefs et 43 (29%) en zones montagneuses (se référer à la Figure 4-14). Les bas-reliefs sont définis en tant que surfaces de codes géologiques q, qt, e, a2, a3, ou ap suivant la carte géologique, alors que les zones montagneuses sont définies en tant que surfaces de codes géologiques mi, p1, p2c ou p2l.

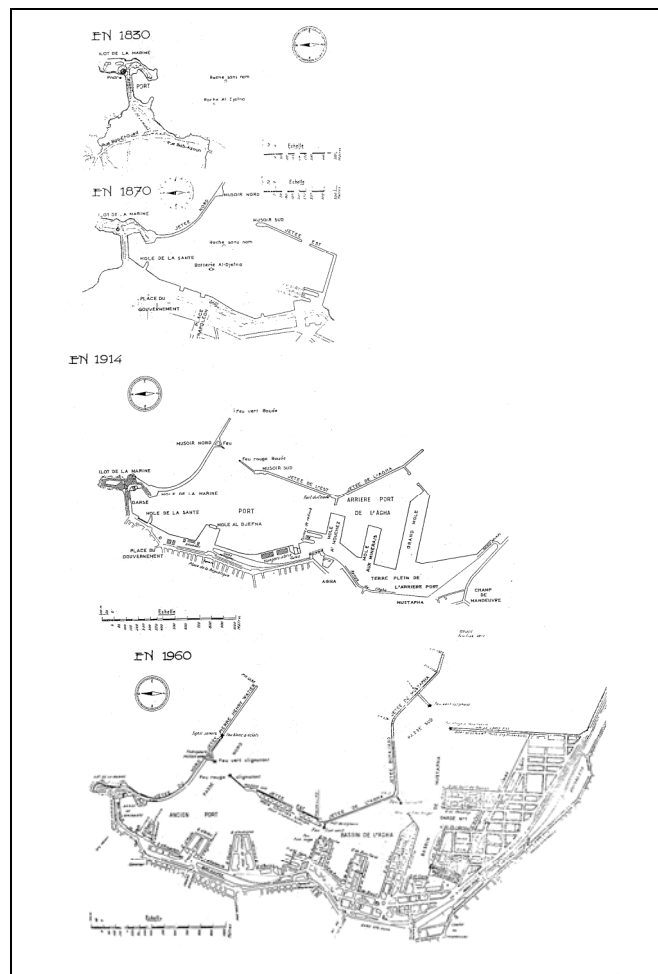


(Les caractéristiques géologiques sont classifiées en deux zones bas-fond et montagneuses)

Figure 4-14 Localisations des ponts et caractéristiques géologiques

4-2-3 Port

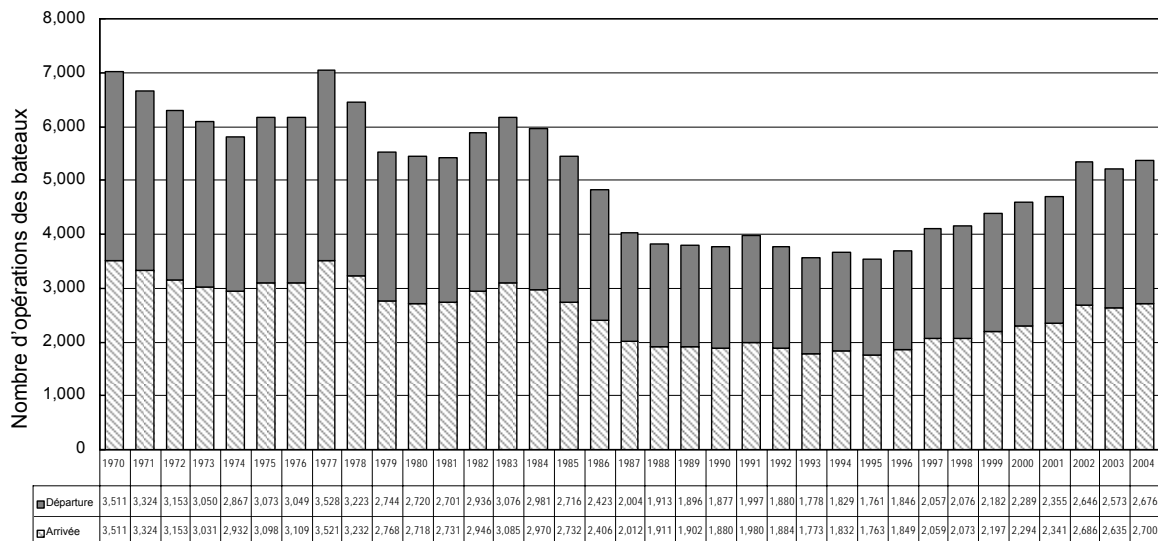
Les informations du développement historique du port sont fournies par le LEM. La forme actuelle du port a été réalisée en 1960 comme le montre la Figure 4-15.



Source: LEM

Figure 4-15 Développement historique du port

La Figure 4-16 montre le nombre d'opérations des bateaux dans le port d'Alger. Récemment, ce nombre récupère graduellement après le conflit civil dû à la politique d'ouverture de marché.



Source: EPAL

Figure 4-16 Nombre d'opérations des bateaux dans le port d'Alger

4-2-4 Aéroport

La zone de l'aéroport d'Alger est décrite en grandes lignes au Tableau 4-13 sur la base des données fournies par l'EGSA. Cet aéroport est daté d'environ 60 ans.

Tableau 4-13 Équipements dans la zone d'aéroport d'Alger

Désignation	Surface	Nature de bâtiments
Terminal des passagers Domestique : Rez-de-chaussée 1er étage International incluant l'extension : Rez-de-chaussée 1er étage	10 100 m ² 98890 m ² 14 126 m ² 5 200 m ²	Maçonnerie (R+1 après démolition des 2e et 3e étages)
Terminal des cargos	10 966 m ²	03 hangars en charpente métallique
Tour de contrôle	1 077 m ²	Maçonnerie (R+7)
Zone de service	855 m ²	Maçonnerie
Station de prévision météorologique	2 400 m ² (ancienne) 3 591 m ² (nouvelle)	maçonnerie
Bloc SSIS	870 m ²	Maçonnerie (catégorie 8)
Centrale	960 m ²	Maçonnerie
Salle d'accueil VIP	796 m ²	Maçonnerie
Zone de stockage des carburants	51 700 m ²	Capacité de stockage: Jet: 2,500 m ³ Avgas: 150m ³ Ravitaillement: camion citerne

Désignation	Surface	Nature de bâtiments
Parc d'auto international	36 622 m ²	
Parc d'auto domestique	9 083 m ²	
H400 base parasismique	11 442 m ²	hangar/charpente métallique
Services Rotorcraft Hangar 01: Hangar 02:	4 735 m ² 790 m ²	02 hangars/charpente métallique
Nouveau terminal des passagers	85 000 m ²	Maçonnerie
Hangar AH nouvelle base parasismique	31 200 m ²	Hangar charpente métallique
Planning de l'ancienne station de carburants	2 198 m ²	Hangar charpente métallique
Aire technique: Hangar 01: Hangar 02:	9 161 m ² 9 161 m ²	02 hangars /charpente métallique
Nouvelle centrale	2 780 m ²	Maçonnerie

Source: EGSA

Le nouvel aéroport international de conception parasismique conforme aux RPA 99 est en service à côté du bâtiment de l'ancien aéroport.

4-2-5 Alimentation en eau potable

Il existe dans la zone d'étude un réseau d'alimentation en eau potable d'environ 2 148,2 km de long au total et 23 réservoirs d'eau sur piliers (se référer à la Figure 4-17).

Ce réseau d'AEP est constitué par 8 types de matériaux dont la fonte d'acier (sur 979 km) utilisée depuis très longtemps dans la zone d'étude comme le montre le Tableau 4-14.

Tableau 4-14 Résumé des matériaux du réseau AEP

Matériaux	Longueur (m)	Rapport (%)
AC, AMC : Amiante ciment	187 817	8,74
AG : Acier galvanisé	171 470	7,98
B : Béton	8	0,00
BPAT : Béton préfabriqué	218 211	10,16
F : Fonte d'acier	978 598	45,55
FD : Fonte d'acier ductile	278 471	12,96
FG : Fonte d'acier gris	297 950	13,87
PEHD : Polyéthylène	4 433	0,21
PVC : Chlorure du polyvinyle	10 590	0,49
Inconnu	788	0,04
Total	2 148 336	100

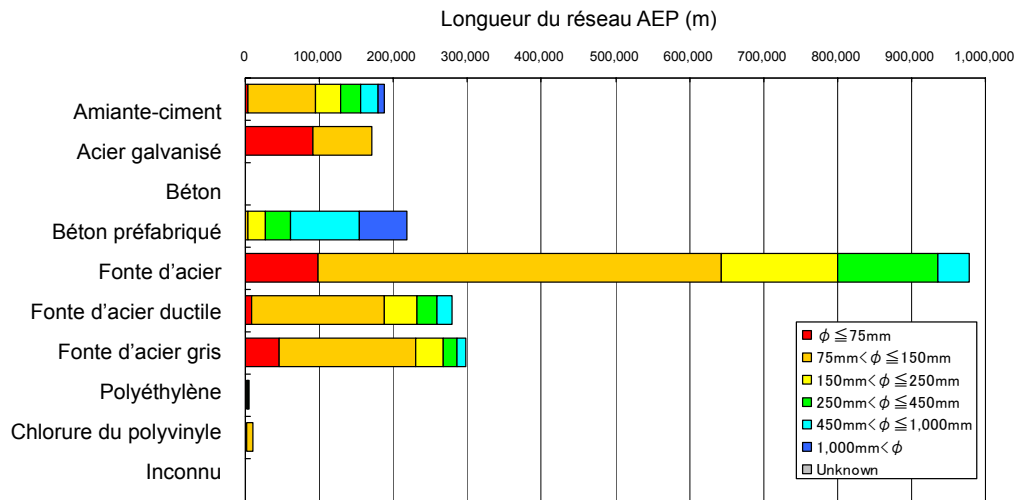
Source: DHW

Le Tableau 4-15 montre une tabulation à double entrée, matériaux et diamètres. La fonte d'acier de 75 mm à 150 mm de diamètre est la plus répandue.

Tableau 4-15 Tableau à double entrée Matériaux et Diamètres

Matériaux \ Diamètre	$\phi \leq 75$ mm	75 mm < $\phi \leq 150$ mm	150 mm < $\phi \leq 250$ mm	250 mm < $\phi \leq 450$ mm	450 mm < $\phi \leq 1,000$ mm	1,000 mm < ϕ	Inconnu	Total
	AC, AMC : Amiante ciment	2 603	91 727	33 957	26 768	23 530	9 232	-
AG : Acier galvanisé	91 836	79 634	-	-	-	-	-	171 470
B : Béton	-	-	-	-	8	-	-	8
BPAT : Béton préfabriqué	-	2 772	23 954	34 940	91 807	64 738	-	218 211
F : Fonte d'acier	98 005	545 781	156 987	135 705	41 104	1 016	-	978 598
FD : Fonte d'acier ductile	7 907	179 370	44 122	28 032	19 040	-	-	278 471
FG : Fonte d'acier grise	46 166	183 861	36 647	19 740	11 536	-	-	297 950
PEHD : Polyéthylène	1 357	147	1 212	1 717	-	-	-	4 433
PVC : Chlorure du polyvinyle	2 191	8 337	62	-	-	-	-	10 590
Inconnu	-	521	-	-	-	-	267	788
Total	250,065	1 092 150	296 941	246 902	187 025	74 986	267	2 148 336

Source: DHW



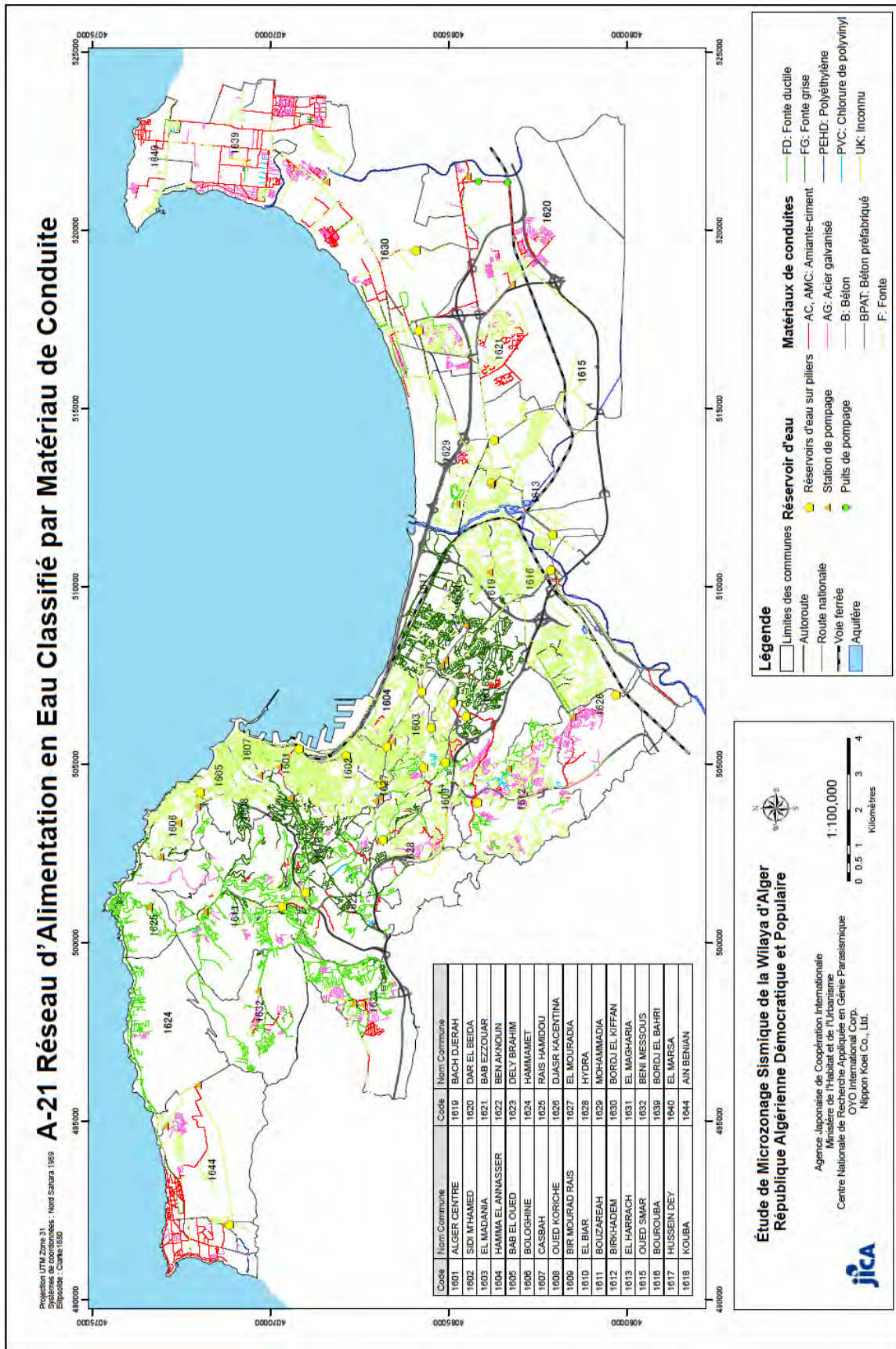


Figure 4-17 Distribution du réseau AEP et localisations des réservoirs sur piliers

Source: DHW

Quant au dommage du réseau AEP provoqué par le séisme de Boumerdes, l'enquête post sismique donne ce qui suit :

Tableau 4-16 Résumé du dommage au système AEP

Localisation / Équipements	Dommage
Unité de traitement des eaux à Boudouaou	Une conduite détruite sur le piquage d'un bloc de béton rigide, et une conduite délogée du raccord bridée bout à bout
Unité de traitement des eaux près de Boudouaou	Deux réservoirs d'eau rectangulaires semi enterrés en béton armé de 50 000 m ³
Reghaia: Réservoir d'eau BA de 1 000 m ³	Gravement endommagé et démolit ultérieurement
Dix autres réservoirs sur piliers de 50 à 100 m ³	Endommagé
Réservoir à Ait Ouarzine	Endommagé
Rais Djinet et Tidjelabine: 4 station de pompage	Endommagé et hors service

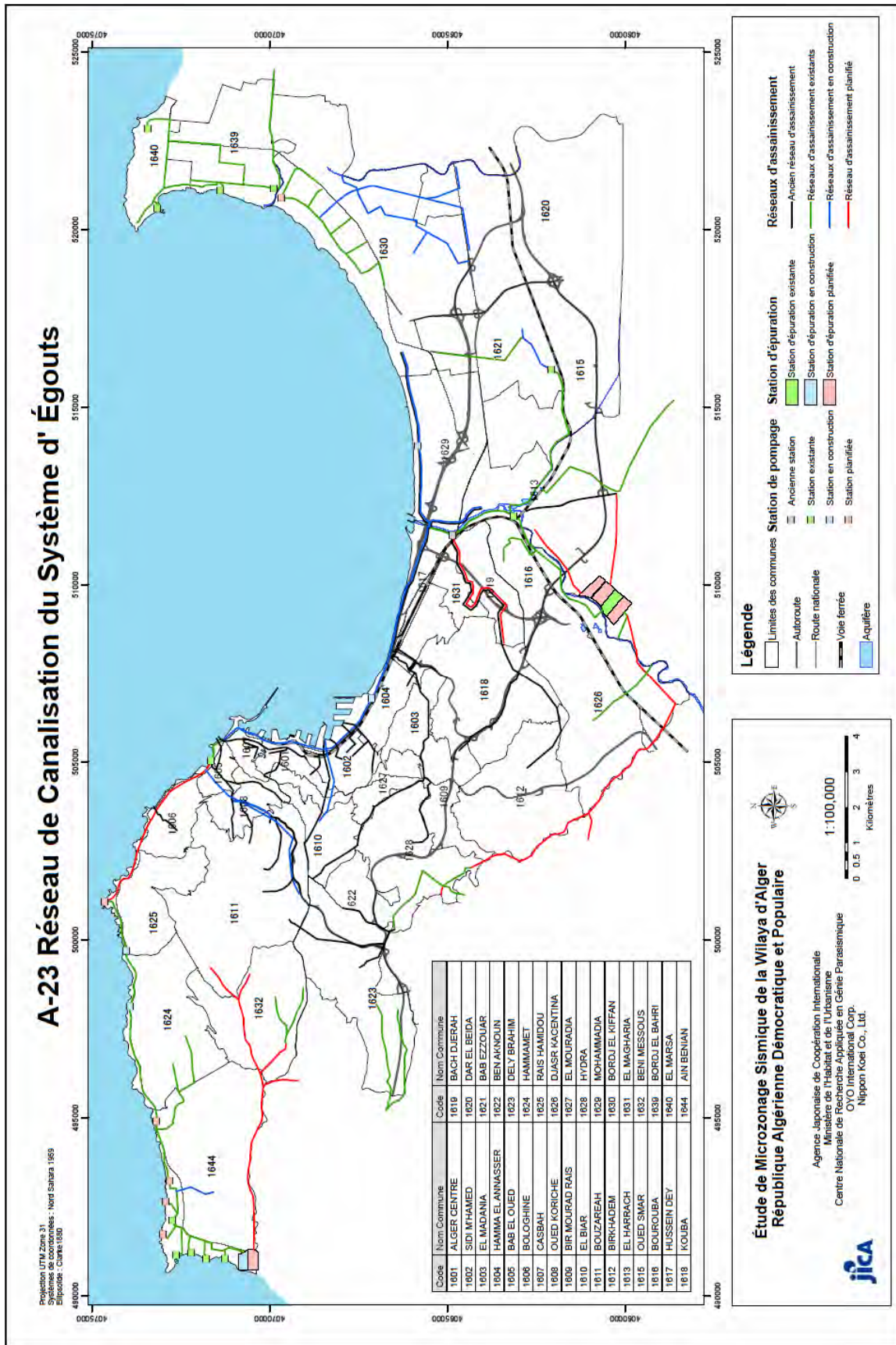
4-2-6 Système d'assainissement

La longueur totale du réseau d'assainissement de la zone d'étude est d'environ 221 km par référence aux cartes digitalisées de l'équipe d'étude (se référer à la Figure 4-18 et au Tableau 4-17). L'ancien réseau d'assainissement (construit en période coloniale) se distribue dans ALGER CENTRE et ses environs. Dans les zones rurales, les réseaux anciens sont en train d'être remplacés. De nouveaux réseaux sont en cours d'installation et d'autres sont en projet pour couvrir toute la Wilaya d'Alger.

Tableau 4-17 Longueur du réseau d'assainissement par situation

Situation	Longueur (km)
Ancien réseau	74
Réseau existant	78
Réseau en construction	41
Réseau en projet	28
Total	221

Source: DHW



Source: DHW, Digitalisation: Équipe d'étude

Figure 4-18 Distribution du réseau d'assainissement et localisation des stations de pompage

4-2-7 Alimentation en électricité

Le réseau d'alimentation en électricité à haute tension de 220 KV ou de 60 KV est compilé et digitalisé par le service de l'électricité à haute tension du SONELGAZ. Les informations relatives à la moyenne tension (30 KV en zone rurale ou 10 KV en urbain) ont été compilées par l'équipe d'étude sur la base des données fournies par le service de l'électricité à moyenne tension du SONELGAZ.

La longueur des câbles à haute tension et celle à moyenne tension qui traversent la zone d'étude est approximativement de 98,9 km et de 795,2 km respectivement (il est supposé que le câblage est censé n'avoir qu'une seule ligne pour chacune des tensions; se référer à la Figure 4-19).

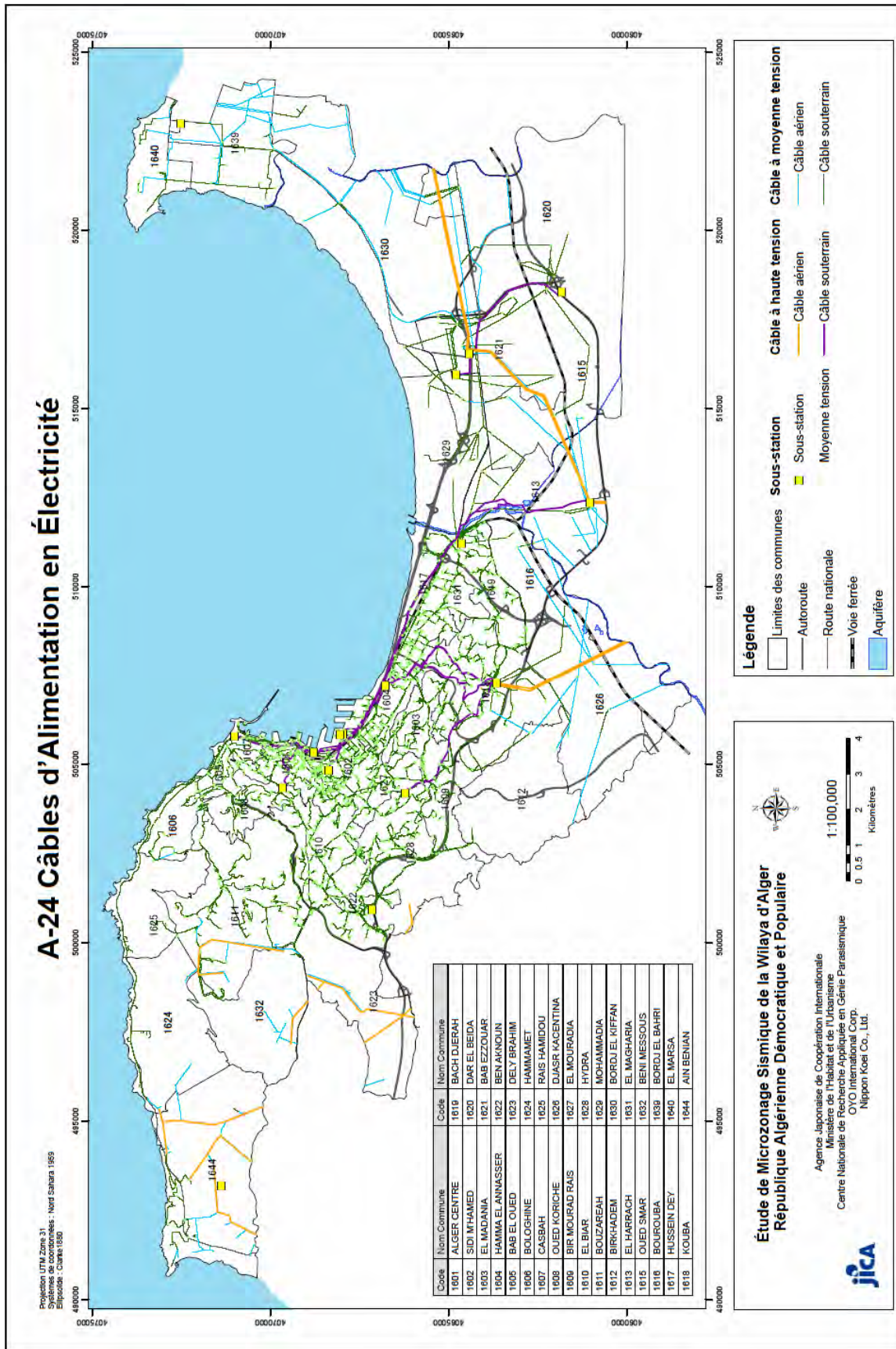
Les câbles aériens et souterrains sont tous en service dans la zone. Les zones urbaines sont principalement desservies par la distribution souterraine, alors que les zones rurales par la distribution aérienne. Le Tableau 4-18 montre une tabulation à double entrée de tensions et de types de distribution des câbles.

Tableau 4-18 Tableau à double entrée Tensions et Types de distribution des câbles

Type de distribution \ Tension	Haute tension	Moyenne tension	Total
Câble aérien	36,0	123,8	159,8
Câble souterrain	62,8	671,4	734,2
Total	98,8	795,2	894,0

Le réseau est essentiellement souterrain. Les câbles à haute tension sont protégés par des gaines / caniveaux, alors que ceux à moyenne tension peuvent être sans protection.

Le câble aérien est supporté par des pylônes. Les pôles électriques sont prévus pour deux types de câbles à haute et à moyenne tension.



Source: SONEGGAZ, Digitalisation: SONEGGAZ et Équipe d'étude

Figure 4-19 Distribution des câbles d'alimentation en électricité

4-2-8 Alimentation en gaz

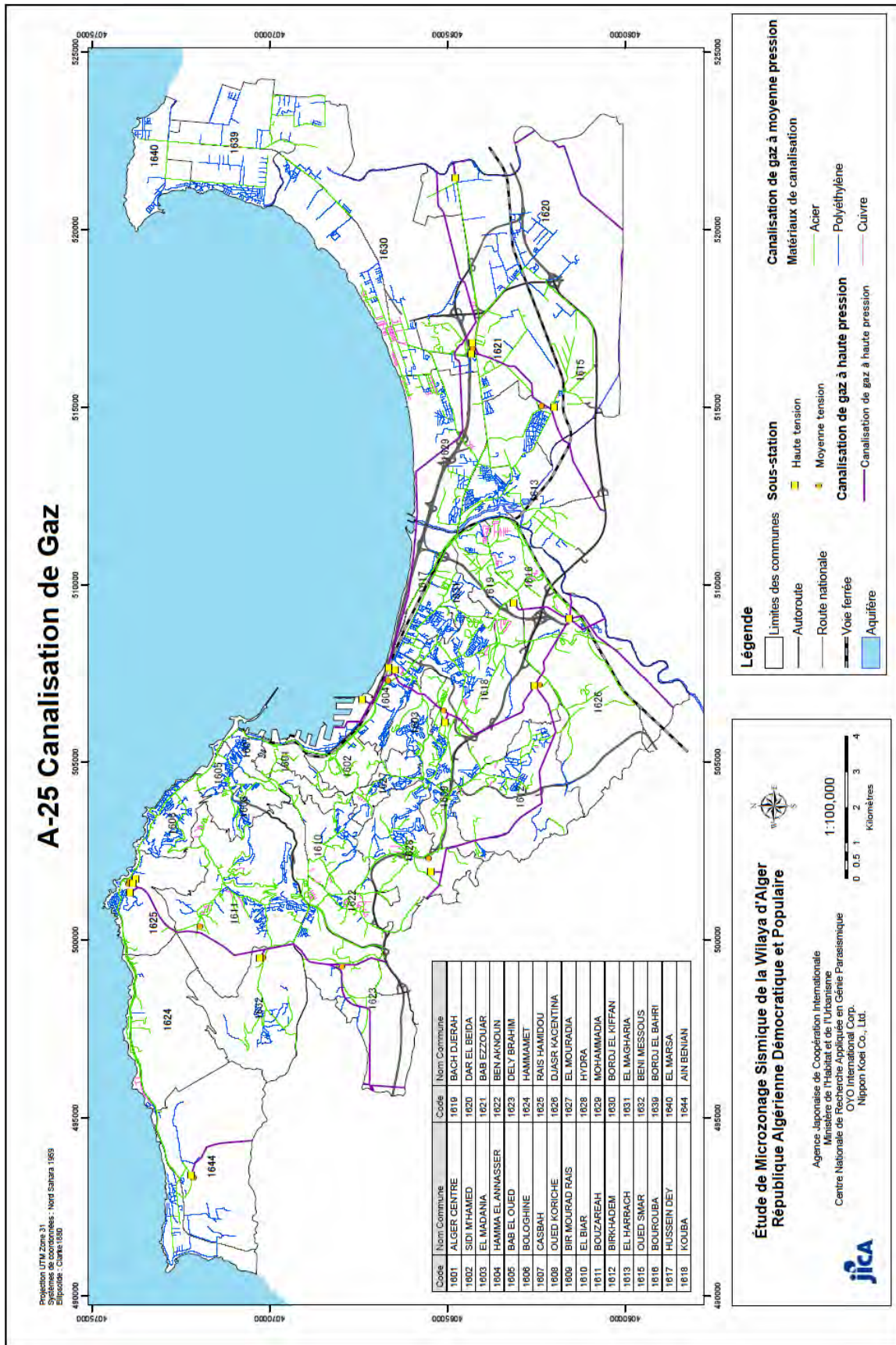
Les informations relatives aux canalisations de gaz à haute pression (20 à 70 bar) et à moyenne pression (4 à 5 bar) ont été compilées/digitalisées par l'équipe d'étude sur la base des données fournies par le SONELGAZ.

Les longueurs des canalisations de gaz à haute pression et à moyenne pression dans la zone d'étude sont approximativement de 71,2 km et de 776,8 km respectivement estimés sur la base des cartes digitalisées (se référer à la Figure 4-20 et au Tableau 4-19). Les canalisations de gaz à haute pression et à moyenne pression sont construites en acier, polyéthylène ou cuivre conformément aux standards de l'API (American Petroleum Institute). Quand il s'agit de gaz à moyenne pression, presque toute la canalisation est faite en acier ou polyéthylène comme le montre le Tableau 4-19.

Tableau 4-19 Longueurs des canalisations de gaz par pression d'alimentation

Pression		Longueur (km)	
Haute pression		71,2	Rapport (%)
Moyenne pression	Acier	379,0	48,8
	Polyéthylène	372,3	47,9
	Cuivre	25,5	3,3
	Total	776,8	100

Source: SONELGAZ, Digitalisation: Équipe d'étude



Source: SONEGAS, Digitalisation: Équipe d'étude

Figure 4-20 Distribution des canalisations de gaz

4-2-9 Télécommunications

Quant au réseau de télécommunications (câbles à fibres optiques), aucune information détaillée n'a été obtenue. Il est toutefois indiqué que presque tous les câbles allant d'une station à l'autre sont souterrains sans aucune forme de protection.

4-3 Population et logements

4-3-1 Population

La population de chaque commune est estimée à partir des données statiques du « Recensement Générale de la Population et de l'Habitat en 1998 » telle que récapitulée au Tableau 4-20.

4-3-2 Nombre des bâtiments de chaque commune

Quant au nombre des bâtiments de chaque commune de la zone d'étude, aucune information statistique n'est disponible. Le recensement général de la population et de l'habitat le plus récent a été effectué en 1998 et le nombre des logements de chaque commune était connu en ce moment. Cependant, les informations relatives au nombre des bâtiments n'étaient pas incluses dans ces données statistiques publiées. Dans la présente étude, le nombre des bâtiments de chaque commune est donc basé sur les polygones de bâtiments inclus dans les données du SIG, achetées auprès d'URBANIS et révisées par l'équipe d'étude. La colonne de « Nombre de bâtiments/Dans limite Commune » du Tableau 4-20 montre le nombre des bâtiments comptés dans un polygone dont le centre se trouve à l'intérieur de la commune.

Les dommages dans le bâtiment sont estimés par le maillage à 250 m dans la présente étude. Le nombre de bâtiments de chaque secteur de mailles de 250 m doit être estimé préalablement. Les bâtiments à l'intérieur du polygone dont le centre se trouve à l'intérieur de chaque secteur de 250 m de maille ont été comptés et utilisés en tant que base de toute estimation des dommages. On fait la somme du nombre estimé des bâtiments endommagés pour chaque commune et la représente sous forme de tableau; chaque secteur de mailles est donc attribué à l'une des 34 communes. La colonne du « Nombre de bâtiments/Dans mailles attribuées Commune » du Tableau 4-20 montre le nombre total des bâtiments des mailles qui sont attribuées à cette commune.

Comme le montre l'exemple de la Figure 4-21, la maille se trouvant principalement dans la commune « A » peut être attribuée à la commune « B » parce que le centre de la maille se situerait dans la commune « B » selon les limites complexes des communes. Les colonnes du « Nombre de bâtiment/Dans limite Commune » et du « Nombre de bâtiments/Dans mailles attribuées Commune » du Tableau 4-20 diffèrent pour cette raison.

4-3-3 Logements

Dans la présente étude, les victimes sont estimées sur la base du nombre des logements endommagés au lieu du nombre des bâtiments endommagés. Le nombre des logements existants et endommagés de chaque maille a été compté comme suit :

$$DH_g = DB_g \times \frac{H_c}{B_c}$$

$$EH_g = EB_g \times \frac{H_c}{B_c}$$

DH_g : nombre des logements endommagé dans la maille

DB_g : nombre des bâtiments endommagés dans la maille

EH_g : nombre des logements existants dans la maille

EB_g : nombre des bâtiments existants dans la maille

H_c : nombre des logements existants occupés recensés dans la commune à laquelle est attribuée la maille

B_c : nombre des bâtiments existants dans la commune à laquelle est attribuée la maille

Les victimes ont été estimées pour chaque commune et non pour chaque maille à cause de la restriction de la fonction de vulnérabilité. Le nombre des logements existants et endommagés de chaque commune a été estimé comme suit :

$$DH_c = \sum_1^n DH_g$$

$$EH_c = \sum_1^n EH_g$$

DH_c : nombre des logements endommagés dans la commune

DH_g : nombre des logements endommagés dans la maille

EH_c : nombre des logements existants dans la commune

EH_g : nombre des logements existants dans la maille

n : number of assigned grid to the commune

La colonne (a) du Tableau 4-20 correspond à H_c et la colonne (d) à EH_c .

4-3-4 Résumé

Les colonnes (a) et (b) du Tableau 4-20 montrent le nombre exact de chaque commune ; et les colonnes (c) et (d) sont les nombres correspondant à la commune basée sur les mailles. Dans l'estimation des dommages, le maillage à 250 m est utilisé en tant qu'unité de base. On fait la somme du nombre des dommages estimés de chaque maille pour la mise sous forme de tableau des dommages de chaque commune. Le nombre des logements existants dans le tableau des dommages estimés peut être donc différent par rapport à celui du recensement. Le taux de dommage de chaque commune a été compté sur la base des nombres des colonnes (c) et (d) au lieu de (a) et (b) du Tableau 4-20.

Tableau 4-20 Nombre des bâtiments et des logements de chaque commune

ID	Nom de commune	Recensement 1998 ¹⁾		Nombre de bâtiments ²⁾		Logements dans les mailles attribuées ³⁾	
		Population	Logements occupés	Dans la limite de commune	dans les mailles attribuées		
			(a)	(b)	(c)	(d)	
1601	ALGER CENTRE	96,329	18,320	3,836	3,396	16,219	4)
1602	SIDI M'HAMED	90,455	15,005	2,388	2,206	13,863	
1603	EL MADANIA	51,404	7,741	2,752	3,124	8,788	
1604	HAMMA EL ANNASSER	59,248	9,181	2,317	2,169	8,594	
1605	BAB EL OUED	87,557	13,297	1,900	1,884	13,184	
1606	BOLOGHINE	43,283	6,717	2,965	2,933	6,643	
1607	CASBAH	50,453	9,164	2,467	2,739	10,175	
1608	OUED KORICHE	53,378	8,629	2,528	2,585	8,823	
1609	BIR MOURAD RAIS	43,254	6,865	4,654	4,696	6,927	
1610	EL BIAR	52,582	8,846	7,606	7,408	8,616	
1611	BOUZAREAH	69,153	10,847	9,578	9,804	11,098	
1612	BIRKHADEM	55,084	8,312	6,348	6,459	8,455	
1613	EL HARRACH	48,167	7,109	4,442	4,560	7,296	
1615	OUED SMAR	21,397	2,858	3,193	3,455	3,092	
1616	BOUROUBA	77,498	10,192	5,222	4,808	9,385	
1617	HUSSEIN DEY	49,921	7,489	4,326	4,630	8,015	
1618	KOUBA	105,253	17,039	9,573	8,940	15,913	
1619	BACH DJERAH	90,073	13,294	5,337	6,041	15,048	
1620	DAR EL BEIDA	44,753	6,302	8,366	8,094	6,095	5)
1621	BAB EZZOUAR	92,157	14,549	5,519	5,138	13,544	
1622	BEN AKNOUN	19,404	3,223	3,136	3,299	3,391	
1623	DELY BRAHIM	30,576	4,603	3,877	3,813	4,526	
1624	HAMMAMET	19,651	3,219	2,179	2,223	3,283	
1625	RAIS HAMIDOU	21,518	3,211	3,410	3,364	3,169	
1626	DJASR KACENTINA	82,729	12,527	3,427	3,458	12,639	
1627	EL MOURADIA	29,503	4,981	3,253	3,277	5,017	
1628	HYDRA	35,727	6,215	7,135	6,980	6,080	
1629	MOHAMMADIA	42,079	6,481	4,148	4,321	6,749	
1630	BORDJ EL KIFFAN	103,690	14,501	11,010	10,915	14,375	
1631	EL MAGHARIA	30,457	4,704	2,727	2,643	4,559	
1632	BENI MESSOUS	17,490	2,668	2,286	2,254	2,630	
1639	BORDJ EL BAHRI	27,905	4,092	4,797	4,724	4,030	
1640	EL MARSA	8,784	1,308	1,273	1,330	1,366	
1644	AIN BENIAN	52,343	8,221	6,340	6,362	8,252	
	Total	1,803,255	281,710	154,315	154,032	279,838	6)

- 1) Le "Recensement Général de la Population et de l'Habitat en 1998" inclut la population et le nombre de logements occupés de chaque commune.
- 2) Le nombre des polygones de bâtiments inclus dans les données SIG achetées d'URBANIS.
- 3) $(d)=(c)*(a)/(b)$
- 4) "Dans mailles attribuées" n'incluant pas 16 bâtiments sur la digue maritime du port d'Alger.
- 5) "Dans mailles attribuées" n'incluant pas 267 bâtiments de DAR EL BEIDA se situant en dehors de la zone d'étude.
- 6) Les nombres de la colonne "Dans mailles attribuées" sont moins élevés de 283 que les données SIG et le nombre des logements est moins grand de 872 que le recensement à cause de 4) et 5).

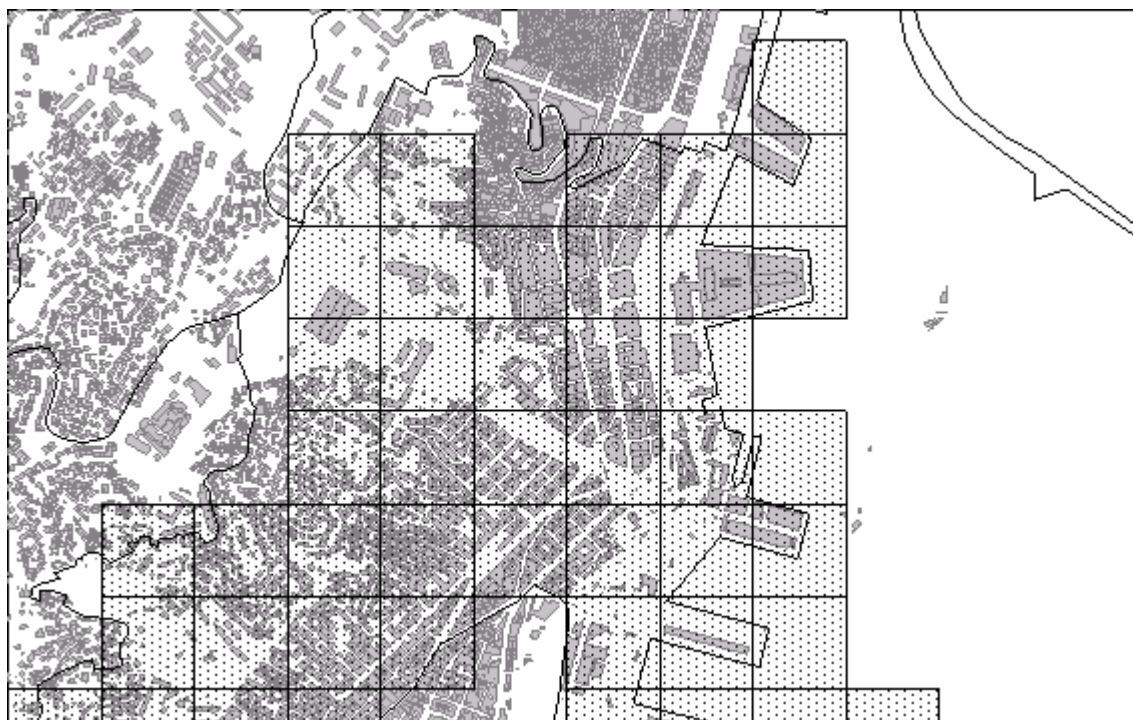


Figure 4-21 Exemple de rapport entre les limites des communes les mailles attribuées