VILLE D'AIX-en-PROVENCE

SERVICE DES EAUX

BRGM

PROSPECTION DES TENEURS EN GAZ RADON AU NORD-EST D'AIX-en-PROVENCE (Bouches-du-Rhône)

par J.P. SILVESTRE

avec la collaboration de A. BOURROUSSE
et de G. ROIGNOT

Marseille, juin 1990

R 31077 PAC 4S 90

B.R.G.M
Agence régionale Provence - Alpes - Côte d'Azur
Domaine de Luminy - 117 Av de Luminy - 13009 Marseille
Tél. : 91.41.24.46 - Télex : BRGM 401585 F
Télécopieur 91.41.15.10

R E S U M E

La prospection des teneurs en gaz radon dans les sols, dans le contexte structural de la faille d'Aix-Pinchinats, a permis de mettre en évidence 5 anomalies radon intéressantes sur lesquelles il est proposé de réaliser au moins 2 sondages de reconnaissance hydrogéologique de 300 m de profondeur environ, qui seront équipés en forage d'exploitation en cas de succès.

Ces anomalies sont le résultat de 135 prélèvements effectués in situ au mois d'avril et mai 1990. Ceux-ci indiquent des teneurs en gaz radon dans les sols exprimées en picocuries/litre, qui varient entre 7 et 733. Quatre de ces anomalies se situent sur des parcelles de terrain pour lesquelles la ville d'Aix possède des autorisations de travaux de sondage.

Toutes les anomalies se localisent à proximité des sites I et IV déjà identifiées lors d'une reconnaissance préliminaire.

La présence d'argile en surface nécessite la réalisation de quelques sondages électriques et l'utilisation lors de la foration d'une sondeuse mixte "rotary - marteau fond de trou".

S O M M A I R E

n° pages

RESUME

1. INTRODUCTION 1

2. PROSPECTION DES TENEURS EN RADON DES GAZ DES SOLS 1

2.1. Déroulement de la campagne de prospection 3
2.2. Résultats 3

3. SYNTHESE DES DONNEES 5

4. RECOMMANDATIONS POUR LA FORATION 5

5. CONCLUSION 6

Liste des figures

1. Localisation du secteur étudié et des implantations de sondages par ordre de priorité 2

2a. Carte des anomalies Radon 4

2b. Localisation des points de prélèvements .....(en annexe)

2c. Teneur en gaz radon pour chaque point de prélèvement ...(en annexe)

Liste des annexes

1. Rappel de la technique de la prospection géochimique de la teneur en radon dans le sol.

2. Résultats des mesures du gaz radon.

1. INTRODUCTION

Une étude préliminaire d'identification de sites de sondages de reconnaissance hydrogéologique avait abouti à sélectionner 5 sites potentiels dans les quartiers de Tournon-les-Pinchinats - Le Petit Sambuc situés au Nord-Est d'Aix-en-Provence* (fig.1).

Pour choisir les meilleurs sites possibles, une campagne de prélèvements des teneurs en gaz radon avait alors été proposée. Le présent rapport concrétise cette proposition en récapitulant les résultats obtenus sur 4 parcelles pour lesquelles la ville d'Aix-en-Provence a obtenu l'accord des propriétaires autorisant la réalisation de sondages de reconnaissance.

2. PROSPECTION DES TENEURS EN RADON DES GAZ DES SOLS

La géochimie du radon dans les sols est utilisée en recherche d'eaux thermales et minérales et en prospection géothermique.

Les teneurs en radon sont réglées par la géochimie de ses précurseurs : le radium (226 Ra) plus soluble et mobile en milieu réducteur et l'uranium (238 U, 234 U) plus soluble et mobile en milieu oxydant.

On peut considérer que, par simple diffusion dans le sol, les atomes de radon ne peuvent pas parcourir des distances significatives (par exemple sur une distance de 10 cm, les concentrations en radon décroissent de 1% environ). Le transport du radon est donc lié essentiellement aux mouvements des fluides dans le sous-sol.

Le radon est un émetteur très énergétique ; sa détection est basée sur cette radioactivité, ce qui conduit à des méthodes d'analyse spectaculairement sensibles.

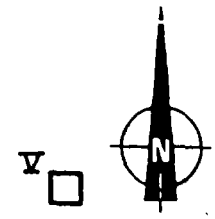
Gaz rare, mais de durée de vie relativement courte (3, 8 jours de période), le radon ne doit sa grande mobilité, dans la nature, qu'à la mobilité des fluides qui le transportent.

---

* Rapport BRGM 88 SGN 288 PAC de décembre 1988.

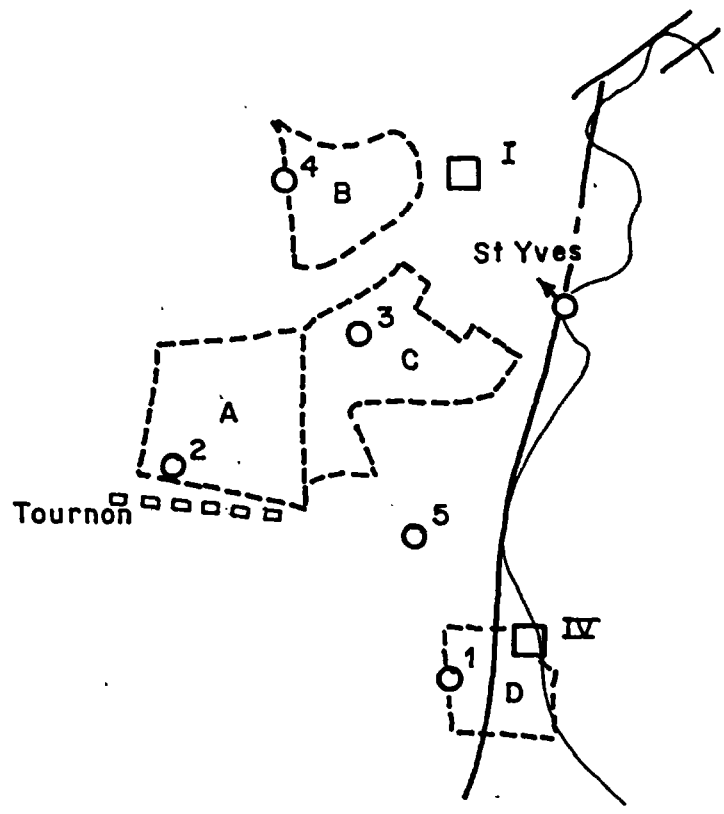
LEGENDE

- A — Limite et n°de parcelle prospectée
- 1 — Site de sondage proposé.
- I — Site de sondage identifié d'après photo interprétation
- Mine de captage de la source de Tournon
- Source temporaire exceptionnelle (trop plein du réseau karstique)
- Limite d'affleurement du Jurassique karstifié
- Faille



III

II



AIX

Echelle 1/8000

Fig.1

Localisation du secteur étudié et des implantations de sondages par ordre de priorité



Echelle 1/8000

Fig. 1

Localisation du secteur étudié et des implantations de sondages par ordre de priorité



2.1. Déroulement de la campagne de prospection

La technique très spécifique de prélèvement, de mesure et de traitement des résultats, est présentée en annexe 1. La prospection a débuté selon une maille plus ou moins large couvrant les quatre parcelles indiquées par le Service des Eaux et situées à l'Ouest et au Nord-Est de l'Auberge de Tournon.

Après cette première phase, on a pu définir plusieurs secteurs d'anomalies sur lesquels les informations ont été affinées en procédant à la réalisation de mesures complémentaires. Par ailleurs, des mesures supplémentaires ont été exécutées avec l'accord du Service des Eaux en amont de St Yves au droit des terrains jurassiques qui affleurent au niveau du Mas Tardiff ; l'objectif étant de mettre en évidence d'éventuelles anomalies dans ce secteur de manière à éviter en foration la présence d'argile oligocène d'épaisseur inconnue.

2.2. Résultats

Au total 135 mesures ont été réalisées sur l'ensemble de la zone en avril-mai 1990.

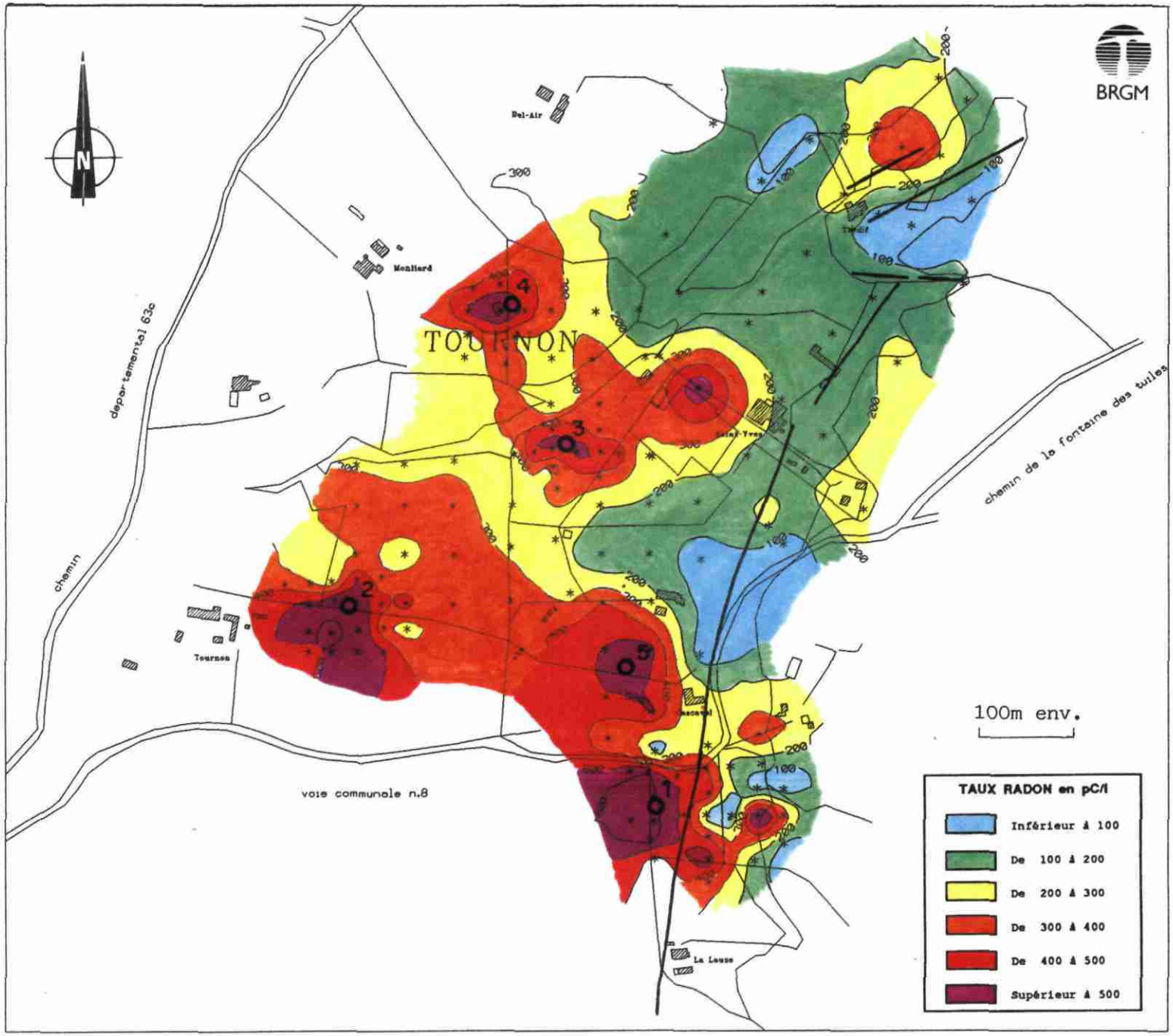
Les teneurs en radon déterminées pour chaque point de mesure sont regroupées dans le tableau de l'annexe 2. Le traitement informatique de ces résultats conduit à une série de trois cartes :

- ♦ carte couleur des zones d'isoteneurs en radon (fig.2a),
- ♦ carte de localisation des points de mesure (1 à 135,fig.2b),
- ♦ carte indiquant la teneur radon de chaque point de prélèvement (fig. 2c)*.

En considérant l'ensemble des points de mesure, on constate un bruit de fond général variant de 100 à 400 pC/l et des valeurs maximales de l'ordre de 600 à 740 picocuries/l qui permettent d'identifier des zones anomales. Parmi celles-ci, nous retiendrons celles qui sont confirmées par plusieurs points de mesure soit au total 5 zones anomales intéressantes. Celles-ci se localisent toutes sur les affleurements tertiaires constitués d'argile rouge, de lentilles de conglomérats et de marno-calcaires beiges à gris clair.

---

* Ces deux dernières figures sont données en annexe 2.



faille

site de sondage et son numéro

Nota : Fig. 2b et 2c en annexe 2.

Fig.2a

Carte des anomalies Radon

La galerie de captage de la source de Tournon (fig. 1 et 2a) recoupe l'anomalie 2 pour se diriger vers l'anomalie 5 située à proximité de la faille visible à l'affleurement et en photographies aériennes.

3. SYNTHESE DES DONNEES

La synthèse des données relative à :

- la prospection radon ;

- l'analyse télédétection et aux contextes géologiques et hydrogéologiques définis lors du précédent rapport, permettent d'identifier 5 sites de sondage de reconnaissance.

Ces sites sont situés sur des zones favorables décelées lors de l'analyse des photographies aériennes (cas des zones I et IV). Les zones II, III et V, situées plus au Nord, n'ont pas fait l'objet de prélèvement radon.

Les sites définitifs identifiés comme étant les plus intéressants sont reportés sur les figures 1 et 2a et numérotés de 1 à 5. Les sites 1 à 4 se trouvent localisés sur les parcelles intéressant la ville d'Aix.

4. RECOMMANDATIONS POUR LA FORATION

Le fait qu'aucune anomalie intéressante n'ait été identifiée sur les affleurements jurassiques implique l'utilisation d'une sondeuse mixte capable de forer :

- au rotary à l'eau ou à la boue pour le passage des argiles situées à l'affleurement,

- au marteau fond de trou pour la foration des terrains calcaires et dolomitiques du Jurassique sous-jacent.

L'épaisseur des argiles sur le Jurassique est inconnue et mériterait d'être précisée par quelques sondages électriques de manière à :

- fournir dans le cahier des charges une coupe prévisionnelle du sondage,

- faciliter le travail de foration.

La profondeur prévisionnelle des sondages, de l'ordre de 300 m, annoncée dans le précédent rapport, est maintenue et correspond à une cote de fond de forage à 0 NGF qui tient compte des niveaux de base locaux actuel (source de Corneille et de Meyrargues).

Il est proposé de réaliser au moins deux sondages de 300 m qui, en cas de succès, seront équipés en ouvrage d'exploitation dont un de secours. Il n'y a aucun problème d'accès aux différents sites.

5. CONCLUSION

La prospection des teneurs en gaz radon dans les sols dans le secteur de Tournon a permis de mettre en évidence 5 anomalies radon importantes dont 4 se situent sur des parcelles intéressants la ville d'Aix.

Toutes ces anomalies se situent sur des affleurements d'argile oligocène à l'Ouest de la faille des Pinchinats. Leur épaisseur sur le Jurassique calcaro-dolomitique karstifié est inconnue et mériterait d'être précisée par quelques sondages électriques de manière à fournir une coupe prévisionnelle de sondage.

A N N E X E S

ANNEXE 1

RAPPEL DE LA TECHNIQUE DE LA PROSPECTION GEOCHIMIQUE DE LA TENEUR EN RADON DANS LE SOL

1. METHODE DE PRELEVEMENT DU RADON DES GAZ DES SOLS

Il s'agit d'une technique de terrain adaptée et mise au point par le BRGM.

Les gaz des sols sont prélevés au moyen de cannes de prélèvement en acier qui se composent d'un tube de 65 cm de longueur et de 1,5 cm de diamètre dans lequel s'insère un piquet de 80 cm de longueur.

- Mise en place de la canne de prélèvement : la canne est enfoncée au moyen d'une masse jusqu'à 75 cm de profondeur,

- Extraction de la partie centrale : la tige pleine centrale (piquet) est retirée laissant ainsi un trou de 75 cm de profondeur tubé sur 60 cm et en découvert sur les 15 derniers centimètres,

- Raccordement du système : canne de prélèvement, fiole et pompe à vide manuelle,

- Aspiration du gaz des sols : (10 fois environ le volume de la fiole).

On réalise une circulation des gaz à échantillonner au travers de la fiole de prélèvement chassant l'air qui y était contenu.

2. METHODE DE MESURE

L'activité des fioles scintillantes est ensuite comptée dans un scintillomètre.

Les teneurs initiales (au moment du prélèvement) en radon sont calculées connaissant le rendement des fioles et du scintillomètre et en prenant compte de la désintégration naturelle du radon.

Nous utiliserons le pCi/l = 10-12 Ci/l comme unité de concentration (le curie est l'activité de 1 g de radium.
soit 3,7 x 10-10 désintégrations par secondes).

Notons enfin, qu'à 1 pCi/l correspond une concentration de : 6,5.10-13 ppm de radon (17.460 atomes/litres).

3. DEROULEMENT D'UNE CAMPAGNE DE PROSPECTION

Certains paramètres peuvent modifier les teneurs des gaz des sols : pression atmosphérique, pluie, humidité du sol. Des variations importantes peuvent être enregistrées sur plusieurs mois d'intervalle en fonction des conditions climatiques et météorologiques lors des mesures. Pour faire abstraction de ces variations

éventuelles au cours d'une prospection, des "points de base" ont été fixés sur lesquels des contrôles systématiques en début de journée ont été effectués. Le recalage des mesures journalières permet d'obtenir un ensemble de valeurs homogènes et cohérentes qui autorise ainsi les comparaisons ultérieures et l'élaboration des cartes d'anomalies finales.

4. TRAITEMENT DES RESULTATS

Un traitement informatique des teneurs mesurées permet de visualiser et de synthétiser les informations recueillies sous la forme d'une carte couleur. Cette procédure, entièrement automatisée, se déroule en exécutant les phases suivantes : numérisation, saisie des données et traitement.

4.1 - Numérisation

. Les informations (routes, rivières, habitations ...) permettant de se repérer sur la carte, sont saisies sur une table à numériser et stockées dans des fichiers auxquels on associe une épaisseur et un type de trait ainsi qu'une couleur.

. La position des prélèvements est saisie de manière identique sur la table à numériser.

4.2 - Saisie des données

Elle est effectuée à la table à digitaliser pour le repérage des points de mesure par ses coordonnées et au pour la valeur corrigée de la teneur en radon.

4.3 - Traitement

Il consiste à superposer :

- le fond de carte digitalisé,
- la position des prélèvements,
- les courbes d'isoteneur obtenues par interpolation.

ANNEXE 2

RESULTATS DES MESURES DU GAZ RADON

Campagne de prélèvement de gaz Radon à Aix-en-Provence

Avril-mai 1990

n° de station	Heure de prélèvement	Heure de l'analyse	Comptage	Teneur en Radon (pC/l)
1	10.32	15.12	501	363
2	10.40	14.44	386	279
3	10.45	14.56	281	203
4	10.48	14.59	321	232
5	10.54	15.08	386	279
6	10.58	14.40	299	215
7	11.02	14.50	393	283
8	11.07	15.05	582	420
9	11.12	14.47	539	388
10	11.16	14.36	528	379
11	11.20	15.01	518	373
12	11.25	15.15	348	251
13	11.29	15.29	419	302
14	11.31	15.26	831	599
15	11.36	16.19	616	447
16	11.40	15.22	468	337
17	11.47	15.37	350	252
18	11.50	15.39	350	252
19	11.55	15.42	513	370
20	12.00	15.32	728	523
21	12.05	15.50	712	513
22	12.10	15.45	502	361
23	13.17	15.56	291	208
24	12.22	15.53	147	106
25	12.27	19.11	564	415
26	12.31	20.49	316	236
27	12.38	20.11	183	136
28	12.41	20.18	247	183
29	12.44	20.00	205	152
30	12.48	19.15	248	182
31	12.57	20.22	290	215
32	13.04	19.19	113	83
33	13.08	20.33	355	263
34	13.11	19.27	437	321
35	13.15	19.23	926	679
36	13.18	20.20	542	400
37	13.22	20.25	333	246
38	13.25	19.30	497	364
39	16.26	20.56	840	608
40	16.28	21.10	858	622
41	16.32	20.53	484	350
42	16.36	20.46	822	594
43	16.44	21.51	205	149
44	16.50	21.00	1015	733
45	16.56	20.38	221	159
46	17.02	21.03	568	410
47	17.06	21.11	209	151
48	17.18	21.14	743	536
49	17.24	20.42	316	227
50	17.30	21.42	657	475
51	17.34	21.30	280	202
52	17.40	21.33	770	555
53	17.48	21.19	446	321

n° de station	Heure de prélèvement	Heure de l'analyse	Comptage	Teneur en Radon (pC/l)
54	17.54	21.44	490	353
55	18.00	21.26	663	476
56	18.11	21.36	338	243
57	18.14	21.40	437	314
58	18.16	21.47	889	639
59	18.19	21.54	847	609
60	18.22	21.58	710	511
61	18.25	22.01	578	416
62	10.28	14.28	502	362
63	10.30	14.18	837	603
64	10.33	14.25	604	435
65	10.46	14.31	790	569
66	10.48	14.35	743	535
67	10.50	14.40	716	516
68	11.00	14.44	429	309
69	11.06	14.55	264	190
70	11.09	14.51	412	297
71	11.12	14.47	518	373
72	11.15	14.51	779	560
73	11.40	15.59	662	479
74	11.44	15.55	581	420
75	11.49	16.01	540	390
76	11.52	16.05	753	544
77	11.57	16.09	315	228
78	12.03	16.14	269	194
79	12.04	16.17	370	267
80	12.38	16.25	138	99
81	12.44	16.28	709	510
82	12.49	16.41	755	544
83	12.52	16.31	704	507
84	12.57	16.34	685	493
85	13.11	16.44	773	556
86	13.15	16.48	938	674
87	13.19	16.51	919	661
88	13.19	16.51	919	661
89	13.23	16.54	866	623
90	13.26	16.57	664	477
91	13.29	17.04	542	390
92	13.31	17.01	663	477
93	13.37	17.08	55	40
94	13.43	17.14	522	375
95	13.46	17.20	89	64
96	13.50	17.17	27	19
97	13.54	17.21	51	37
98	15.17	19.43	618	447
99	15.21	19.34	312	225
100	15.27	19.40	253	183
101	15.34	19.46	473	342
102	14.30	20.16	241	176
103	14.35	20.22	123	90
104	14.39	20.34	131	96
105	14.42	20.11	349	255
106	14.46	20.26	809	591
107	14.51	20.47	368	269
108	15.00	20.51	239	175

n° de station	Heure de prélèvement	Heure de l'analyse	Comptage	Teneur en Radon (pC/l)
109	15.05	19.57	172	125
110	15.25	20.55	100	73
111	15.35	24.58	62	47
112	16.56	22.00	284	207
113	17.05	21.20	60	43
114	17.00	21.32	133	96
115	16.00	20.00	572	413
116	16.07	21.25	291	212
117	16.12	21.15	215	156
118	16.19	20.39	420	304
119	17.20	21.45	10	7
120	16.30	20.43	38	27
121	18.18	22.09	275	198
122	18.02	21.35	242	174
123	17.58	22.04	313	226
124	15.20	20.30	189	138
125	15.30	21.11	318	232
126	15.50	20.05	402	291
127	17.15	21.28	10	7
128	17.28	21.48	222	161
129	17.35	21.52	328	237
130	17.40	21.02	192	138
131	17.46	21.07	413	297
132	17.55	21.57	36	26
133	18.30	21.38	74	53
134	18.41	22.18	59	42
135	18.49	22.12	548	394

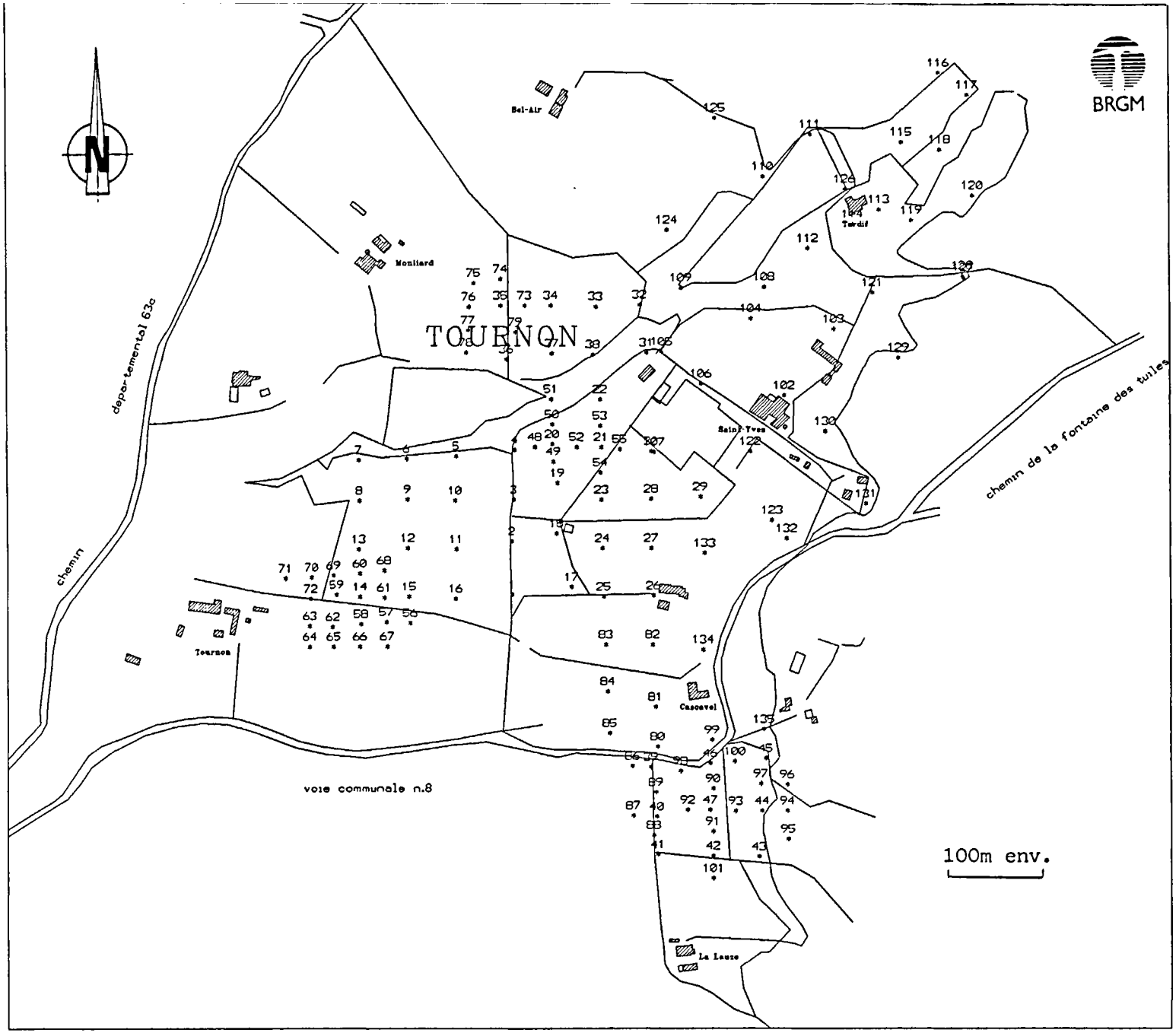


Fig. 2b - Localisation des points de prélèvements

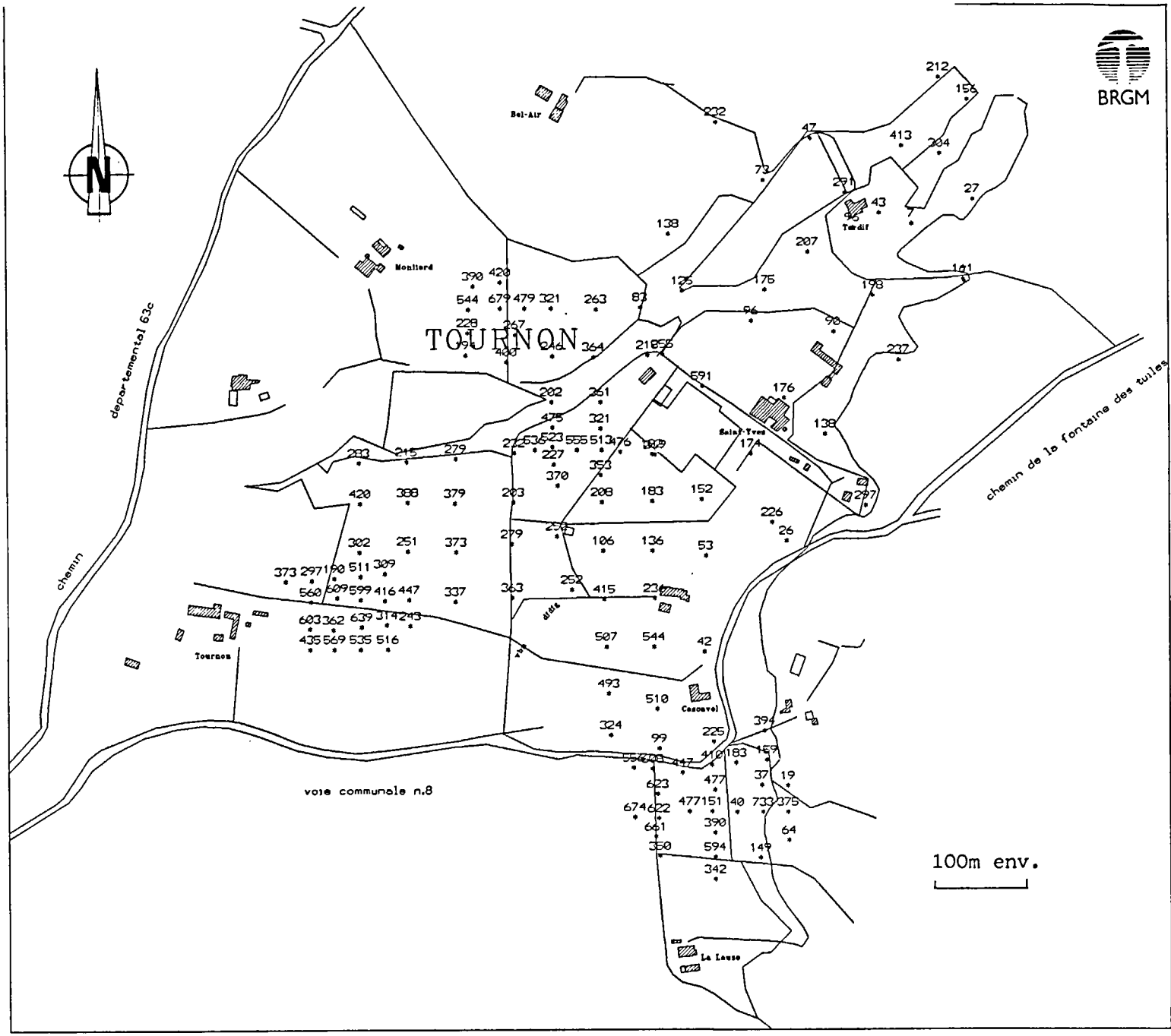


Fig. 2c - Teneur en gaz radon pour chaque point de prélèvement