DOCUMENT PUBLIC

Inondations par débordement des eaux souterraines Synthèse des constats de l'hiver et du printemps 2001 (Calvados)

Étude réalisée dans le cadre des opérations de Service public du BRGM 2001-EAU-505

juillet 2001
BRGM/RP-51122-FR

BRGM

DOCUMENT PUBLIC

Inondations par débordement des eaux souterraines Synthèse des constats de l'hiver et du printemps 2001 (Calvados)

Étude réalisée dans le cadre des opérations de Service public du BRGM 2001-EAU-505

E. Equilbey
avec la collaboration de
P. Lebret, J.C. Martin, P. Vigouroux

juillet 2001
BRGM/RP-51122-FR

BRGM

Mots clés : Eaux souterraines, Débordement, Inondation de nappe, Inondation durable, Crue, Crue durable, Hautes Eaux, Source, Résurgence, Piézométrie, Climatologie, Calvados, Giberville, Cuverville, Sannerville, Banneville-la-Campagne, Janville, Frénouville, Grentheville, Soliers, Chicheboville, Billy, Saint-Sylvain, Fierville-Bray, Ernes, Vendeuvre, Bernières d'Ailly, Morteaux Couliboeuf, Marais-la-Chapelle, Ussy, Courvaudon, Saint-Martin-de-Fontenay, Ifs, Fleury-sur-Orne, Avenay, Bretteville-sur-Odon, Rots, Bretteville l'Orgueilleuse, Mesnil-Patry, Secqueville-en-Bessin, Bayeux, Longueville, La Cambe, Gefosse-Fontenay, Saint-Laurent-sur-Mer, Longues-sur-Mer, Arriomanches-les-Bains, Ryes, Manoir, Bazenville, Villiers-le-Sec, Vers-sur-Mer, Banville, Reviers, Amblie, Cairon, Cambes-en-Plaine, Anisy, Mathieu, Anguerny, Douvres-la-Délivrande, Bernières-sur-Mer, Saint-Aubin-sur-Mer, Langrune-sur-Mer, Lion-sur-Mer, Hermanville-sur-Mer, Ouistreham, Danestal, Bajocien, Bathonien, Socle armoricain, Cordon dunaire, Calcaire, Aquifère des calcaires du Bathonien, Aquifère du Bajocien, Aquifère du Dogger, Aquifère dunaire, Aquifère fissuré de socle, Bassin Aure, Bassin Seulles, Bassin Mue, Bassin Thue, Bassin Odon, Bassin Orne, Bassin Laize, Bassin Dives, Bassin Muance, Bassin Gronde, Bessin, Plaine de Caen, Suisse Normande, Campagne de Falaise, Pays d'Auge.

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

Equilbey E., Lebret P., Martin J.C., Vigouroux P. (2001) - Inondations par débordements des eaux souterraines : synthèse des constats de l'hiver et du printemps 2001. BRGM/RP-51122-FR, 328 p., 111 fig., 4 tabl., 13 photos, 3 ann.

© BRGM, 2001, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Synthèse

Le Calvados connaît depuis le début 2001 un débordement général des aquifères bas-normands en Plaine de Caen et dans le Bessin, débordements en grande majorité localisés dans le plus grand aquifère de la région basse-normande, l'aquifère des calcaires du Bathonien.

Suite à la demande de 59 mairies inondées de classement en état de catastrophes naturelles d'inondation au titre des remontées de nappes phréatiques, demande relayée par la Protection Civile du département du Calvados, le Service géologique régional (BRGM) de Basse-Normandie s'est rendu sur les différentes communes du 5 avril au 19 juillet 2001. Le but est de constater l'origine des inondations, l'ampleur des débordements et des dégâts, les spécificités de contexte propres à chaque site, informer les élus sur ces phénomènes phréatiques exceptionnels et restituer de manière synthétique sous forme d'un unique rapport réalisé à l'échelle départementale sur l'ensemble des éléments d'investigation récoltés.

Ces inondations durables (les premiers cas ont démarré en décembre 2000 pour se finir ou fortement diminuer en juin 2001) sont caractéristiques de débordements ponctuels par des eaux souterraines, imputables aux remontées des aquifères bas-normands jusqu'à l'affleurement (état exceptionnel de très hautes eaux).

La grande majorité des 50 cas effectivement liés aux eaux souterraines concernent des débordements de l'aquifère des calcaires du Bathonien seul ou combiné avec des mises en charges de l'aquifère sous-jacent des calcaires du Bajocien, qui à l'affleurement, a de son côté débordé dans quatre cas.

Les débordements concernent également de manière unique le cordon dunaire et l'arrière-dune littorale, l'aquifère de la craie du Cénomanien et enfin le socle aquifère fissuré du domaine armoricain.

La principale cause de ces hautes eaux est due aux fortes précipitations, largement excédentaires depuis deux ans, qui dépassent souvent les valeurs annuelles observées depuis plus de 20 ans sur plusieurs stations météorologiques. Il en découle **une réalimentation largement excédentaire des eaux souterraines qui se cumulent sur deux ans** et a rechargé de manière excessive les différents aquifères.

Des facteurs aggravants des phénomènes sont fréquemment observés, qu'il s'agisse d'effets naturels des sites (effet de barrières hydrauliques des cours d'eaux en crue dans les fonds de vallées, verticalité locale de la topographie) ou de facteurs anthropiques (maîtrise incomplète des eaux de ruissellements agricoles, changement des pratiques culturales, remembrement, suppression des éléments de rétention des eaux en surface tels que les mares, les zones humides et les haies, le manque d'entretien des fossés du réseau pluvial, imperméabilisation marquée en secteur urbain).

Les changements environnementaux de ces dernières décennies ont pris une ampleur sans équivoque abusive en plaine.

Si des techniques permettent pour partie de limiter l'impact des débordements phréatiques, elles restent d'une efficacité généralement limitée, sont contraignantes et coûteuses (notamment les opérations de pompage). La seule mesure parfois efficace pour militer l'impact des débordements phréatiques consiste à écrêter la nappe dans la frange superficielle du sous-sol lorsque la morphologie du terrain le permet et que les réseaux d'écoulement de surface ne sont pas saturés. La rehausse (altimétrique) des structures vulnérables, le déplacement voire l'abandon des structures trop exposées constitue l'autre alternative réellement efficace, une remontée phréatique ne pouvant être réellement combattue.

L'amélioration attendue et observée (fin des débordements en fin de printemps et durant l'été 2001) ne doit pas faire oublier qu'il ne s'agit avant tout que de fluctuations saisonnières naturelles des aquifères bas-normands, la fin de la décrue et le retour des remontées des niveaux phréatiques pouvant démarrer dès septembre et octobre 2001.

Dans un contexte de pluviométrie persistante (malgré deux mois secs en mai et juin 2001), avec maintien de hauteurs saturées à des niveaux plus élevés que l'année précédente, le retour de débordements phréatiques apparaît **de manière de plus en plus prévisible**, avec comme principale inconnue l'ampleur de ces débordements, qui sera fonction de la pluviométrie à venir.

En cas de pluies persistantes d'intensité normale, voire en partie au même degré que durant l'automne hiver 2000-2001, la situation de crise de mars-avril 2001 pourrait, après l'accalmie de l'été, reprendre dès l'automne prochain et se trouver largement dépassée ensuite.

Enfin, bien qu'aucune base prospective fiable n'existe concernant l'évolution du climat dans les 10-15 prochaines années, une tendance au réchauffement aura pour conséquence vraisemblable que la situation actuelle des nappes, considérée à juste titre comme exceptionnelle, ne devienne sinon systématique à chaque printemps, du moins plus fréquente, voire « normale ».

- La consultation du site piézométrique de l'AESN http://agences-eau-brgm.fr peut permettre de visualiser par tous l'état des nappes phréatiques de la région, du fait de l'existence de deux réseaux piézométriques (réseau patrimonial de bassin et réseau départemental).

Sommaire

1. Introduction 17

2. Contexte hydrogéologique 19

2.1. Descriptif sommaire des aquifères bas-normands 19
2.1.1. Caractéristiques générales de l'aquifère bathonien 19
2.1.2. Aquifère du Bajocien 20
2.1.3. Aquifère crayeux du Crétacé 20
2.1.4. Nappes des cordons dunaires 21
2.1.5. Aquifères du socle (fissurés) 21

2.2. Fluctuations des aquifères Bas-Normands 22

3. Cadre géographique et faits examinés 25

3.1. Commune de Giberville (14) 25
3.1.1. Cadre géographique 25
3.1.2. Faits examinés 28

3.2. Commune de Cuverville (14) 28
3.2.1. Cadre géographique 28
3.2.2. Faits examinés 31

3.3. Commune de Sannerville (14) 31
3.3.1. Cadre géographique 31
3.3.2. Faits examinés 34

3.4. Commune de Banneville-la-Campagne (14) 36
3.4.1. Cadre géographique 36
3.4.2. Faits examinés 36

3.5. Commune de Janville (14) 38
3.5.1. Cadre géographique 38
3.5.2. Faits examinés 41

3.6. Commune de Frénouville (14) 41

3.6.1. Cadre géographique 41
3.6.2. Faits examinés 45

3.7. Commune de Grentheville (14) 45
3.7.1. Cadre géographique 45
3.7.2. Faits examinés 45

3.8. Commune de Soliers (14) 49
3.8.1. Cadre géographique 49
3.8.2. Faits examinés 49

3.9. Commune de Chicheboville (14) 52
3.9.1. Cadre géographique 52
3.9.2. Faits examinés 55

3.10. Commune de Billy (14) 60
3.10.1. Cadre géographique 56
3.10.2. Faits examinés 56

3.11. Commune de Saint-Sylvain (14) 59
3.11.1. Cadre géographique 59
3.11.2. Faits examinés 59

3.12. Commune de Fierville-Bray 66
3.12.1. Cadre géographique 66
3.12.2. Faits examinés 67

3.13. Commune d'Ernes 70
3.13.1. Cadre géographique 70
3.13.2. Faits examinés 70

3.14. Commune de Vendeuvre 73

3.15. Commune de Bernières d'Ailly 73
3.15.1. Cadre géographique 73
3.15.2. Faits examinés 73

3.16. Commune de Morteaux Couliboeuf 75
3.16.1. Cadre géographique 75
3.16.2. Faits examinés 75

3.17. Commune du Marais-la-Chapelle (14) 78
3.17.1. Cadre géographique 78
3.17.2. Faits examinés 78

3.18. Commune d'Ussy (14) 81
3.18.1. Cadre géographique 81
3.18.2. Faits examinés 81

3.19. Commune de Courvaudon (14) 84
3.19.1. Cadre géographique 84
3.19.2. Faits examinés 84

3.20. Commune de Saint-Martin-de-Fontenay (14) 87
3.20.1. Cadre géographique 87
3.20.2. Faits examinés 87

3.21. Commune d'Ifs (14) 92
3.21.1. Cadre géographique 92
3.21.2. Faits examinés 92

3 .22. Commune de Fleury-sur-Orne (14) 95
3.22.1. Cadre géographique 95
3.22.2. Faits examinés 95

3.23. Commune d'Avenay (14) 98
3.23.1. Cadre géographique 98
3.23.2. Faits examinés 98

3 .24. Commune de Bretteville-sur-Odon (14) 101
3.24.1. Cadre géographique 101
3.24.2. Faits examinés 101

3.25. Commune de Rots (14) 104
3.25.1. Cadre géographique 104
3.25.2. Faits examinés 104

3.26. Commune de Bretteville l'Orgueilleuse (14) 106
3.26.1. Cadre géographique 106
3.26.2. Faits examinés 106

3.27. Commune du Mesnil-Patry (14) 109
3.27.1. Cadre géographique 109
3.27.2. Faits examinés 109

3.28. Commune de Secqueville-en-Bessin (14) 113
3.28.1. Cadre géographique 113
3.26.2. Faits examinés 113

3.29. Commune de Bayeux (14) 115
3.29.1. Cadre géographique 115
3.29.2. Faits examinés 115

3.30. Commune de Longueville (14) 118
3.30.1. Cadre géographique 118
3.30.2. Faits examinés 118

3.31. Commune de La Cambe (14) 121
3.31.1. Cadre géographique 121
3.31.2. Faits examinés 121

3.32. Commune de Gefosse-Fontenay (14) 124
3.32.1. Cadre géographique 124
3.32.2. Faits examinés 124

3.33. Commune de Saint-Laurent-sur-Mer (14) 127
3.33.1. Cadre géographique 127
3.33.2. Faits examinés 128

3.34. Commune de Longues-sur-Mer (14) 130
3.34.1. Cadre géographique 130
3.34.2. Faits examinés 130

3.35. Commune d'Arromanches-les Bains (14) 134

3.36. Commune de Ryes (14) 134

3.37. Commune du Manoir (14) 135
3.37.1. Cadre géographique 135
3.37.2. Faits examinés 135

3.38. Commune de Bazenville (14) 137
3.38.1. Cadre géographique 138
3.38.2. Faits examinés 138

3.39. Commune de Villiers-le-Sec (14) 141
3.39.1. Cadre géographique 141
3.39.2. Faits examinés 141

3.40. Commune de Vers-sur-Mer (14) 143

3.41. Commune de Banville (14) 143
3.41.1. Cadre géographique 143
3.41.2. Faits examinés 143

3.42. Commune de Reviers (14) 146
3.42.1. Cadre géographique 146
3.42.2. Faits examinés 146

3.43. Commune d'Amblie (14) 149
3.43.1. Cadre géographique 149
3.43.2. Faits examinés 149

3.44. Commune de Cairon (14) 157
3.44.1. Cadre géographique 157
3.44.2. Faits examinés 157

3.45. Commune de Cambes-en-Plaine 160
3.45.1. Cadre géographique 160
3.45.2. Faits examinés 161

3.46. Commune d'Anisy (14) 163
3.46.1. Cadre géographique 163
3.46.2. Faits examinés 163

3.47. Commune de Mathieu (14) 166
3.47.1. Cadre géographique 166
3.47.2. Faits examinés 166

3 .48. Commune d'Anguerny (14) 168
3.48.1. Cadre géographique 168

3.48.2. Faits examinés 168

3.49. Commune de Douvres-la-délivrande (14) 171
3.49.1. Cadre géographique 171
3.49.2. Faits examinés 171

3.50. Commune de Bernières-sur-Mer (14) 175
3.50.1. Cadre géographique 175
3.50.2. Faits examinés 178

3.51. Commune de Saint-Aubin-sur-Mer (14) 179
3.51.1. Cadre géographique 179
3.51.2. Faits examinés 179

3.52. Commune de Langrune-sur-Mer(14) 182
3.52.1. Cadre géographique 182
3.52.2. Faits examinés 183

3.53. Commune de Lion-sur-Mer (14) 190
3.53.1. Cadre géographique 190
3.53.2. Faits examinés 191

3.54. Commune de Hermanville-sur-Mer (14) 193
3.54.1. Cadre géographique 193
3.54.2. Faits examinés 194

3.55. Commune d'Ouistreham (14) 195
3.55.1. Cadre géographique 195
3.55.2. Faits examinés 195

3.56. Commune de Danestal 203
3.56.1. Cadre géographique 203
3.56.2. Faits examinés 203

4. Synthèse des constats 211

5. Données climatiques, hydrologiques et hydrogéologiques 219

5.1. Données climatiques (Météo France) 219

5.2. Données hydrologiques (DIREN BNO) 221

5.3. Données hydrogéologiques 230
5.3.1. Bilan hydrique 230
5.3.2. Données piézométriques 231
5.3.3. Perspectives pour la fin de l'année 2000-2001 239

6. Diagnostic 241

6.1. Nature de l'événement 241

6.2. Origine naturelle majeure de l'événement 242
6.2.1. Aspects climatiques 242
6.2.2. Effets de sites 243

6.3. Facteurs anthropiques 243
6.3.1. Généralités 244
6.3.2. Changement de pratiques culturales 244
6.3.3. Remembrement et autres aménagements similaires 245
6.3.4. Milieu urbain ou périurbain 245
6.3.5. impacts sur la qualité chimique 246

7. Recommandations 247

8. Conclusion 253

Liste des illustrations

Fig. 1 - Giberville (14) : situation de la partie concernée 26

Fig. 2 - Giberville (14) : extrait du cadastre 27

Fig. 3 - Cuverville (14) : situation de la partie concernée 29

Fig. 4 - Cuverville (14) : extrait du cadastre 30

Fig. 5a-b Sannerville (14) : situations de la partie concernée 32-33

Fig. 6a-b - Sannerville (14) : extraits du cadastre 34-35

Fig. 7 - Banneville-La-Campagne (14) : situation de la partie concernée 37

Fig. 8 - Janville (14) : situation de la partie concernée 39

Fig. 9 - Janville (14) : extrait du cadastre 40

Fig. 10 - Frenouville (14) : situation de la partie concernée 42

Fig. 11a-b - Frenouville (14) : extraits du cadastre 43-44

Fig. 12- Grentheville (14) : situation de la partie concernée 46

Fig. 13 - Grentheville (14) : extrait du cadastre 48

Fig. 14 - Soliers : situation de la partie concernée 50

Fig. 15 - Soliers (14) : report des désordres sur plan de la commune 51

Fig. 16 - Chicheboville (14) : situation de la partie concernée 53

Fig. 17 - Chicheboville (14) : extrait réduit du cadastre 54

Fig. 18 - Billy (14) : situation de la partie concernée 57

Fig. 19 - Billy (14) : extrait du cadastre 58

Fig. 20 - Saint-Sylvain (14) : situation de la partie concernée 60

Fig. 21 a à f - Saint-Sylvain (14) : extraits du cadastre 61-66

Fig. 22 - Fierville Bray (14) : situation de la partie concernée.....68

Fig. 23 - Fierville Bray (14) : extrait du cadastre 69

Fig. 24 - Ernes (14) : situation de la partie concernée 71

Fig. 25 - Ernes (14) : extrait du cadastre 72

Fig. 26 - Bernières d'Ailly (14) : situation de la partie concernée 74
Fig. 27 - Morteaux-Couliboeuf (14) : situation de la partie concernée 76
Fig. 28 - Morteaux-Couliboeuf (14) : extrait du cadastre 77
Fig. 29 - Le-Marais-La-Chapelle (14) : situation de la partie concernée 79
Fig. 30 - Le-Marais-La-Chapelle (14) : extrait du cadastre 80
Fig. 31 - Ussy (14) : situation de la partie concernée 82
Fig. 32 - Ussy (14) : extrait du cadastre 83
Fig. 33 - Courvaudon (14) : situation de la partie concernée 85
Fig. 34 - Courvaudon (14) : extrait du cadastre 86
Fig. 35 - Saint-Martin-de-Fontenay (14) : situation de la partie concernée 88
Fig. 36 a à c - Saint Martin Fontenay (14) : extraits du cadastre 89-91
Fig. 37 - Ifs (14) : situation de la partie concernée 93
Fig. 38 - Ifs (14) : extrait du cadastre 94
Fig. 39 - Fleury-sur-Orne (14) : situation de la partie concernée 96
Fig. 40 - Fleury-sur-Orne (14) : extrait du cadastre 97
Fig. 41 - Avenay (14) : situation de la partie concernée 99
Fig. 42 - Avenay (14) : extrait du cadastre 100
Fig. 43 - Bretteville-sur-Odon (14) : situation de la partie concernée 102
Fig. 44 - Bretteville-sur-Odon (14) : extrait du cadastre 103
Fig. 45 - Rots (14) : situation de la partie concernée 105
Fig. 46 - Bretteville L'Orgueilleuse (14) : situation de la partie concernée 107
Fig. 47 - Bretteville L'Orgueilleuse (14) : extrait du cadastre 108
Fig. 48 - Le Mesnil-Patry (14) : situation de la partie concernée 110
Fig. 49 a-b - le Mesnil-Patry (14) : extraits du cadastre 111
Fig. 50 - Secqueville en Bessin (14) : situation de la partie concernée 114
Fig. 51 - Bayeux (14) : situation de la partie concernée 116
Fig. 52 - Bayeux (14) : extrait du cadastre 117

Fig. 53 - Longueville (14) : situation de la partie concernée 119
Fig. 54 - Longueville (14) : extrait du cadastre 120
Fig. 55 - La Cambe (14) : situation de la partie concernée 122
Fig. 56 - La Cambe (14) : extrait du cadastre 123
Fig. 57a-b - Gefosse-Fontenay (14) : situations des parties concernées 125-126
Fig. 58 - Gefosse-Fontenay (14) : extrait du cadastre 127
Fig. 59 - Saint-Laurent-sur-Mer (14) : situation de la partie concernée 129
Fig. 60 - Longues-sur-Mer (14) : situation de la partie concernée 131
Fig. 61a-b - Longues-sur-Mer (14) : extraits du cadastre 132
Fig. 62 - Le Manoir (14) : situation de la partie concernée 136
Fig. 63 - Le Manoir (14) : extrait du cadastre 137
Fig. 64 - Bazenville (14) : situation de la partie concernée 139
Fig. 65 - Bazenville (14) : extrait du cadastre 140
Fig. 66 - Villiers Le Sec (14) : situation de la partie concernée 142
Fig. 67 - Banville (14) : situation de la partie concernée 144
Fig. 68 - Banville (14) : extrait du cadastre 145
Fig. 69 - Reviers (14) : situation de la partie concernée 147
Fig. 70 - Reviers (14) : extrait du cadastre 148
Fig. 71 - Amblie (14) : situation de la partie concernée 150
Fig. 72a à f - Amblie (14) : extraits du cadastre 151-156
Fig. 73 - Cairon (14) : situation de la partie concernée 158
Fig. 74 - Cairon (14) : extrait du cadastre 159
Fig. 75 - Cambes-en-Plaine (14) : situation de la partie concernée 160
Fig. 76 - Cambes-en-plaine (14) : extrait du cadastre 162
Fig. 77 - Anisy (14) : situation de la partie concernée 164
Fig. 78 - Anisy (14) : extrait du cadastre 165
Fig. 79 - Mathieu (14) : situation de la partie concernée 167

Fig. 80- Anguerny (14) : situation de la partie concernée 169

Fig. 81 - Anguerny (14) : extrait du cadastre 170

Fig. 82 - Douvres-la-Délivrande (14) : situation de la partie concernée 172

Fig. 83a-b - Douvres-la-Délivrande (14) : situation des parties concernées 173-174

Fig. 84 - Bernières-sur-Mer (14) : situation de la partie concernée 175

Fig. 85a-b- Bernières-sur-Mer (14) : extraits du cadastre 177-178

Fig. 86 - Saint-Aubin-sur-Mer (14) : situation de la partie concernée 180

Fig. 87 - Saint-Aubin-sur-Mer (14) : extrait du cadastre 181

Fig. 88 - Langrune-sur-Mer (14) : situation de la partie concernée 182

Fig. 89a à f - Langrune-sur-Mer (14) : extraits du cadastre 184-189

Fig. 90 - Lion-sur-Mer (14) : situation de la partie concernée 190

Fig. 91 - Lion-sur-Mer (14) : extrait du cadastre 192

Fig. 92 - Hermanville-sur-Mer (14) : situation de la partie concernée 193

Fig. 93 - Ouistreham (14) : situation de la partie concernée 196

Fig. 94a à f- Ouistreham (14) : extraits du cadastre 197-202

Fig. 95 - Danestal (14) : situation de la partie concernée 204

Fig. 96a à f - Danestal (14) : extraits du cadastre 205-210

Fig. 97 - Comparaison des précipitations mensuelles et moyennes interannuelles à Caen Carpiquet 220

Fig. 98 - Comparaison des précipitations mensuelles et moyennes interannuelles à Englesqueville La Percée 222

Fig. 99 - Comparaison des précipitations mensuelles et moyennes interannuelles à Lisieux 223

Fig. 100 - Comparaison des précipitations mensuelles et moyennes interannuelles à l'Oudon 224

Fig. 101 - Débits journaliers et mensuels 2000-2001 225

Fig. 102 - Comparaison des précipitations efficaces mensuelles observées et moyennes interannuelles à Caen Carpiquet 226

Fig. 103 - Comparaison des précipitations efficaces mensuelles observées et moyennes interannuelles à Englesqueville La Percée 227

Fig. 104 - Comparaison des précipitations efficaces mensuelles observées et moyennes interannuelles à Lisieux 228

Fig. 105 - Comparaison des précipitations efficaces mensuelles observées et moyennes interannuelles à l'Oudon 229

Fig. 106 - Réseaux piézométriques du Calvados sur fonds cartographique des systèmes aquifères 232

Fig. 108 - Garcelles Secqueville 234

Fig. 109 - Sannerville 235

Fig. 110 - Beny-sur-Mer 236

Fig. 111 - Cintheaux 237

Tabl. 1 - Récapitulatif des cas d'inondations phréatiques dans le département du Calvados 214

Tabl. 2 - Comparaison des mesures de pluviométries avec les moyennes 221

Tabl. 3 - Comparaison des mesures de précipitations efficaces avec les moyennes ..230

Tabl. 4 - Nouvelles valeurs des plus hautes eaux connues sur les stations piézométriques du Calvados en 2001.....238

Planches photographiques 257

Ann. 1 - Brochure sur les remontées de nappes phréatiques en Basse-Normandie (DIREN Basse-Normandie 2001).
Bulletins piézométriques du département du Calvados des mois de novembre 2000 et juillet 2001
Courbes piézométriques des ouvrages de suivis des aquifères bas-normands (réseaux de bassin et départemental).....269

Ann. 2 - Extrait d'un article de Ouest France du 6 avril 2001 303

Ann. 3 - Chronique de débordement phréatique réalisée par M. le Maire de Bernières-sur-Mer 317

1. Introduction

Le Calvados connaît depuis le début 2001 un débordement général des aquifères bas-normands en Plaine de Caen et dans le Bessin, débordements localisés, en grande majorité, dans le plus grand aquifère de la région basse-normande, l'aquifère des calcaires du Bathonien.

Suite à la demande de 59 mairies inondées de classement en état de catastrophes naturelles d'inondation au titre des remontées de nappes phréatiques, demande relayée par la Protection Civile du département du Calvados, le Service géologique régional (BRGM) de Basse-Normandie s'est rendu sur les différentes communes du 5 avril au 19 juillet 2001. Le but est de constater l'origine des inondations, l'ampleur des débordements et des dégâts, les spécificités de contexte propres à chaque site, informer les élus sur ces phénomènes phréatiques exceptionnels et restituer de manière synthétique sous forme d'un unique rapport réalisé à l'échelle départementale sur l'ensemble des éléments d'investigation récoltés.

L'examen des lieux a été chaque fois effectué en présence d'un représentant de la commune concernée (Maire ou un de ses adjoints ou représentant des services techniques) et éventuellement, des propriétaires des habitations concernées. La procédure de constat a été la suivante :

- recueil des parcelles ou ensembles de parcelles concernées sur base d'un plan cadastral identifiant les zones affectées par les crues de nappe et fourni par les services de la commune ;
- vérification sur le terrain des principaux faits et d'exemples types (il n'a pas été procédé faute de temps mais aussi d'utilité à la visite de toutes les parcelles concernées) ;
- explications données aux interlocuteurs de la commune et aux riverains visités (en fonction des besoins de chaque commune) sur ce qu'est une crue de nappe phréatique, sa durée (mois plutôt que jours) et son origine climatique (nappe exceptionnellement haute, comme jamais depuis 35 ans d'observations) ;
- conseils tels que signalés dans le chapitre recommandations pour limiter dans le futur et quand c'est possible, l'impact de tels débordements d'aquifères.

Ce rapport inventorie dans sa première partie les sites examinés communes par communes (situation géographique et faits constatés), en deuxième partie caractérise la nature du débordement par l'analyse hydrogéologique des données météorologiques, des données hydrologiques des rivières concernées, des données piézométriques disponibles au plus près des sites examinés.

Le chapitre « recommandations » fournit, soit de manière générale applicable à tous les cas, soit de façon particulière pour certains sites, les possibilités de travaux à envisager pour limiter l'impact de ces débordements d'aquifères phréatiques.

Le présent rapport est public dès sa fourniture et peut être communiqué à toute personne qui le demande (un exemplaire est envoyé à la mairie, un à la Protection Civile et un troisième au BRGM – SGR Haute-Normandie et à Orléans), notamment en cas d'inventaire des risques sur le territoire de la commune. La mention « accès public » signale que le BRGM permet la consultation et la copie du présent document dans ses locaux, sans autorisation préalable de la Protection Civile du Calvados ou de la commune. La page de synthèse en début de rapport peut être ou pourra être accessible à la consultation publique via les sites de consultation.

Enfin, on retiendra que les analyses proposées à l'échelle départementale sont biaisées : elles proviennent des données accumulées suite aux demandes des communes dans le cadre des procédures « catastrophes naturelles ».

De nombreux autres endroits du département ont dû connaître des phénomènes analogues mais n'ont pas été identifiés.

2. Contexte hydrogéologique

La presque totalité des communes touchées est d'abord liée au débordement de l'aquifère des calcaires du Bathonien (44 des 50 communes touchées). Le débordement des eaux souterraines s'étend également à tout le Bessin et implique les autres aquifères sédimentaires, des calcaires du Bajocien et à titre individuel, le cordon dunaire littoral, les dépôts sédimentaires d'arrière-dune, le socle aquifère fissuré du domaine armoricain et enfin la craie du Cénomanien (1 cas isolé en Pays d'auge).

2.1. DESCRIPTIF SOMMAIRE DES AQUIFÈRES BAS-NORMANDS

A l'exception des niveaux aquifères du Trias et de l'Infra-Lias (pour lesquels nous n'avons pas d'éléments), tous les principaux aquifères du Calvados ont localement débordé : seuls les aquifères du Bajocien et du Bathonien ont débordé sur plus d'une des communes visitées.

2.1.1. Caractéristiques générales de l'aquifère bathonien

L'aquifère des calcaires du Bathonien constitue le principal aquifère du département.

Il s'agit d'un aquifère libre, constitué de multicouches calcaires (Calcaires de Langrune, de Ranville, de Blainville, de Creully, de Caen) entrecoupées de niveaux de caillasses argileuses qui cloisonnent quelque peu l'aquifère.

Son importance provient de :

- son épaisseur (pouvant atteindre jusqu'à une centaine de mètres) ;
- son étendue géographique, affleurant sur près d'un quart au moins de la surface du département et centrée autour de la plaine de Caen depuis le littoral et immédiat de Bayeux puis via la région caennaise jusqu'à la région de Falaise, avant de prolonger ensuite dans les bassins amont de l'Orne et de la Dives à la campagne d'Argentan et d'Alençon dans le département voisin de l'Orne (sans compter) ;
- sa productivité pouvant être très importante (les meilleurs débits de prélèvement atteignent les 300 m^3/h) due essentiellement au réseau des fissures des calcaires (réseau évolué parfois en karst).

Son substratum est essentiellement constitué par les bancs de calcaires argileux situés à la base du Calcaire de Caen dans la partie du Bessin (Marnes de Port-en-Bessin du Bathonien Inférieur). Le caractère marneux des niveaux du Bathonien inférieur disparaît progressivement par variation latérale de faciès dans la plaine de Caen (Pierre de Caen) et les calcaires sous-jacents du Bajocien et du Toarcien supérieur (épais de 20 à 40 m), sont alors en continuité hydrogéologique avec les niveaux bathoniens, formant une

seule unité aquifère, ensemble aquifère dit du Dogger (le substratum est alors constitué par les formations des Argiles à Poissons du Toarcien inférieur).

2.1.2. Aquifère du Bajocien

Au sens large, l'aquifère du Bajocien comprend les niveaux aquifères en continuité, du Toarcien supérieur (calcaire marneux) épais de quelques mètres, de calcaires de la Malière de l'Aalénien et du Bajocien inférieur, de la couche verte (calcaire phosphaté à enduit verdâtre), des niveaux de calcaires marneux à nodules ferrugineux et oolithes ferrugineuses du conglomérat de Bayeux (ces trois horizons ne dépassant pas le mètre) et enfin des calcaires blancs durs à Spongiaires, épais d'une petite quinzaine de mètres en moyenne.

La base de cet aquifère est constituée par les niveaux argileux du Toarcien inférieur et moyen (Argile à Poissons).

Le toit de cet aquifère est constitué par les niveaux marneux du Bathonien inférieur (Marnes de Port-en-Bessin). Lorsque les niveaux du Bathonien inférieur sont à faciès calcaires plus marqués (Pierre de Caen), l'aquifère du Bajocien est en continuité avec celui du Bathonien (aquifère dit du Dogger).

Il s'agit d'un réseau aquifère développé dans la fissuration avec une karstification intense en vallées (pertes de cours d'eaux fréquentes dont celle de l'Aure supérieur et de la Drôme). Sous les marnes de Port-en-Bessin, il peut être captif sinon il s'agit d'un aquifère libre dans la région de Bayeux et au sud de Caen dont la surface piézométrique épouse assez fidèlement la surface topographique.

La productivité peut être très importante (100 m^3/h et plus) lorsqu'il n'est pas trop cloisonné par des événements tectoniques (région de Grandcamp Maisy).

Dans le Bessin, le Bajocien est isolé en blocs séparés par le réseau hydrographique, ce qui génère autant de petits réservoirs aquifères ayant leur spécificité de détail.

2.1.3. Aquifère crayeux du Crétacé

Il est essentiellement formé des craies cénomaniennes moyennement fissurées au-dessus des niveaux glauconieux de base. Ces terrains forment une bande de plateaux constituant les hauteurs du Pays d'Auge. La craie contient une nappe libre importante généralement perchée donnant lieu à la base périphérique des plateaux des sources de débordement d'importances inégales souvent captées pour l'AEP.

Dans la vallée de l'Orbiquet, le Pays d'Ouche (Eure) et le Perche Ornais, les productivités sur les forages de bordures de vallée atteignent les 100 m^3/h.

2.1.4. Nappes des cordons dunaires

La dune constitue un milieu poreux marqué et les sables sont le réservoir aquifère d'une petite nappe libre d'eau douce, marginale à l'échelle du département, mais non négligeable dans la situation actuelle.

L'extension des nappes du cordon dunaire littoral est limitée par la taille de l'encaissant aquifère :

- sa surface est en effet réduite, quelques kilomètres de long, pour une largeur pluri-hectométrique dépassant rarement le kilomètre ;
- l'épaisseur des sables est peu épaisse, quelques mètres au plus, quelques mètres en moyenne et l'épaisseur utile de la nappe d'eau douce n'est qu'une fraction de la hauteur totale de sables : les eaux marines salées sont intrusives sous la lame d'eau douce avec une interface en biseau. La surface libre de la nappe oscille en général entre et la partie supérieure (fluctuant de 1 à 2 m en général) n'est en temps normal, pas saturée.

C'est la frange littorale qui constitue la partie haute du cordon dunaire et la ligne de dépression topographique est située loin dans la zone de l'arrière-dune.

Cette dépression, par son altimétrie très basse, est presque toujours le siège d'un petit cours d'eau qui s'oriente sur une bonne partie de son lit parallèlement au rivage avant de se jeter soit directement dans la mer, soit dans les havres qui entaillent les cordons. Ce sont des cours d'eaux sinueux, à pente très faible, à débit limité, accompagnés de zones humides permanentes sur les deux rives.

Le contact se fait avec les terrains calcaires du Bathonien (hors Baie des Veys) en pente douce et les deux systèmes aquifères peuvent être a priori, selon les secteurs, séparés par des niveaux tourbeux ou supposés en relative continuité.

Dans la baie des Veys, le contact se fait avec les terrains calcaires du Bajocien ou les calcaires marneux de l'infra Lias.

2.1.5. Aquifères du socle (fissurés)

Ces aquifères en zone de socles sont de faible extension, généralement peu productifs et localisés dans deux types de structures :

- les formations superficielles assez peu perméables (altérites), parfois couvertes dans les vallées par les alluvions récentes. Elles ont essentiellement un rôle de stockage des pluies, de filtration et de **transfert lent** vers la structure sous-jacente ;
- les formations indurées armoricaines devenues perméables grâce au réseau de fissures et de fractures interconnectées.

2.2. FLUCTUATIONS DES AQUIFÈRES BAS-NORMANDS

Ces aquifères fluctuent naturellement et librement suivant un rythme cyclique annuel et des cycles pluriannuels. Ces fluctuations sont très variables d'un point à l'autre mais atteignent en temps normal entre moins d'un mètre à plus d'une vingtaine de mètres :

Le rythme annuel est lié à :

- l'alimentation de la zone saturée par les précipitations efficaces (valeurs pluviométriques en tenant compte des pertes par évapotranspiration et de la réserve utile des sols), concentrée autour de la période hivernale ;
- la décrue, par drainage gravitaire par les cours d'eaux, drainage d'autant plus efficace que le cours d'eau n'est pas saturé en débit par les eaux de ruissellement en période pluvieuse, voire par succion par évapotranspiration via la zone non saturée. La décrue annuelle s'observe essentiellement de la mi-printemps au début d'automne.

Le délai entre les phases pluvieuses et l'arrivée des eaux alimentant la nappe est très variable, mais oscille en moyenne entre un mois et trois mois (deux, trois semaines en vallée lorsque la nappe est peu profonde, six mois et plus si l'aquifère sous les plateaux est profond).

Ces arrivées arrivent généralement avec un fort amortissement, qui sera en général d'autant plus marqué que le délai de réponse est tardif.

Ces délais et amortissements traduisent le décalage entre les faibles vitesses des écoulements souterrains (inertie de la réponse) et la survenue potentiellement rapide des passages pluvieux (vis-à-vis d'un signal rapide).

Dans le cas des circuits fissuraux et karstiques, les vitesses d'écoulements peuvent être plus rapides (montée et décrue rapides de l'aquifère), mais le volume des réseaux rapporté au volume des niveaux aquifères totaux reste trop faible pour que l'effet d'inertie ne finisse pas par se faire fortement sentir.

Ce rythme saisonnier se traduit par une période relative de basses eaux en septembre/octobre et une période relative de hautes eaux en mars/avril. Ces dates indicatives sont plus fluctuantes pour les aquifères de taille moyenne (Bajocien) ou réduites (milieu de socle fissuré, milieu dunaire) où l'inertie est moins marquée.

Les rythmes interannuels traduisent en fonction des valeurs de recharges, soit excédentaires, soit déficitaires, le stockage ou déstockage des volumes d'eaux d'une année sur l'autre et les effets de cumul des cycles hydrologiques annuels par inertie des aquifères.

Selon les secteurs considérés, l'influence des épisodes pluvieux, les cycles annuels ou pluriannuels seront plus ou moins marqués.

Les amplitudes de hauteurs liées aux rythmes interannuels sont de manière générale d'autant plus prépondérantes que l'aquifère est de grande extension.

C'est donc dans les principaux aquifères, à commencer par l'aquifère du Bathonien que les remontées phréatiques exceptionnelles vont être les moins récurrentes et avoir le plus de conséquences (le milieu naturel n'étant pas en équilibre vis-à-vis de ces situations exceptionnelles).

Sur les zones littorales, l'effet des marées se répercute sur les fluctuations des aquifères (comme pour les débits des fleuves côtiers en s'amortissant au fur et à mesure que l'on s'éloigne du rivage).

La mer constituant l'exutoire final des eaux souterraines drainées, les fluctuations du niveau marin (marées) sont d'autant plus marquées en période de débordement phréatique où les capacités de drainages sont dépassées : du fait de l'alternance en mars et avril 2001 de semaines de fortes marées et de semaines de marées plus modestes, les effets des marées ont pu être ressentis jusqu'au sud-est de Caen (canton de Bourgebus). La mer constitue alors en période de hautes marées de fort coefficient un « frein hydraulique » à l'écoulement.

3. Cadre géographique et faits examinés

L'ensemble des 59 demandes communales de reconnaissances de l'état de catastrophe naturelle pour des remontées phréatiques ont fait l'objet d'une visite individuelle.

Lors de la prise de contact avec les mairies, il s'est avéré que sur trois communes la demande au titre des remontées de nappes phréatiques était erronée, ce qui a interrompu la procédure avant visite sur place : il s'agit des communes d'Isigny-sur-Mer, Tracy-sur-Mer et Saint-Paul-du-Vernay.

Les descriptions des faits examinés et le report des zones inondées sont à l'image de la situation sur la commune à la date de la visite.

Le temps limité d'intervention et le caractère évolutif des événements et des désordres ne permettent pas de dresser un bilan exhaustif des conséquences des débordements, ce qui implique que les descriptions ci-dessous et les documents associés (notamment le contour des zones inondées à la date de la visite) ne doivent être considérés que comme des éléments d'appréciation de l'ampleur des inondations sans autre valeur.

Les bilans quantitatifs sont ainsi à manipuler avec précaution : ils correspondent aux informations portées à connaissance des mairies et fournies sur place à la date de la visite et peuvent être décalées de la réalité.

3.1. COMMUNE DE GIBERVILLE (14)

3.1.1. Cadre géographique

La commune de Giberville est située dans la plaine de Caen, à 5 km à l'est du centre de la capitale basse-normande Caen et est parcourue par le ruisseau de la Gronde (fig. 1 ; x = 409,10 ; y = 1167,50 ; Lambert Zone 1 ; z = 10 +/- 2 m NGF).

D'un point de vue géologique, d'après la carte à 1/50 000 de Caen (n°120, 1989, Ed. BRGM) et les données BSS (Banque de données du sous-sol gérée par le BRGM et accessible au public), le substratum géologique est constitué par les calcaires de la formation de la caillasse de Blainville et des calcaires de Blainville (Bathonien moyen).

Au sud, dans la partie de zone industrielle touchée, sous les colluvions, le substratum géologique est assuré dans ce cas par les calcaires de Ranville (Bathonien moyen).

Le bourg est situé à l'est d'un axe géomorphologique de vallée humide en aval, sèche côté aval, où le fond du talweg est comblé pour l'essentiel par des colluvions limoneuses dérivées des calcaires et caillasses en place.

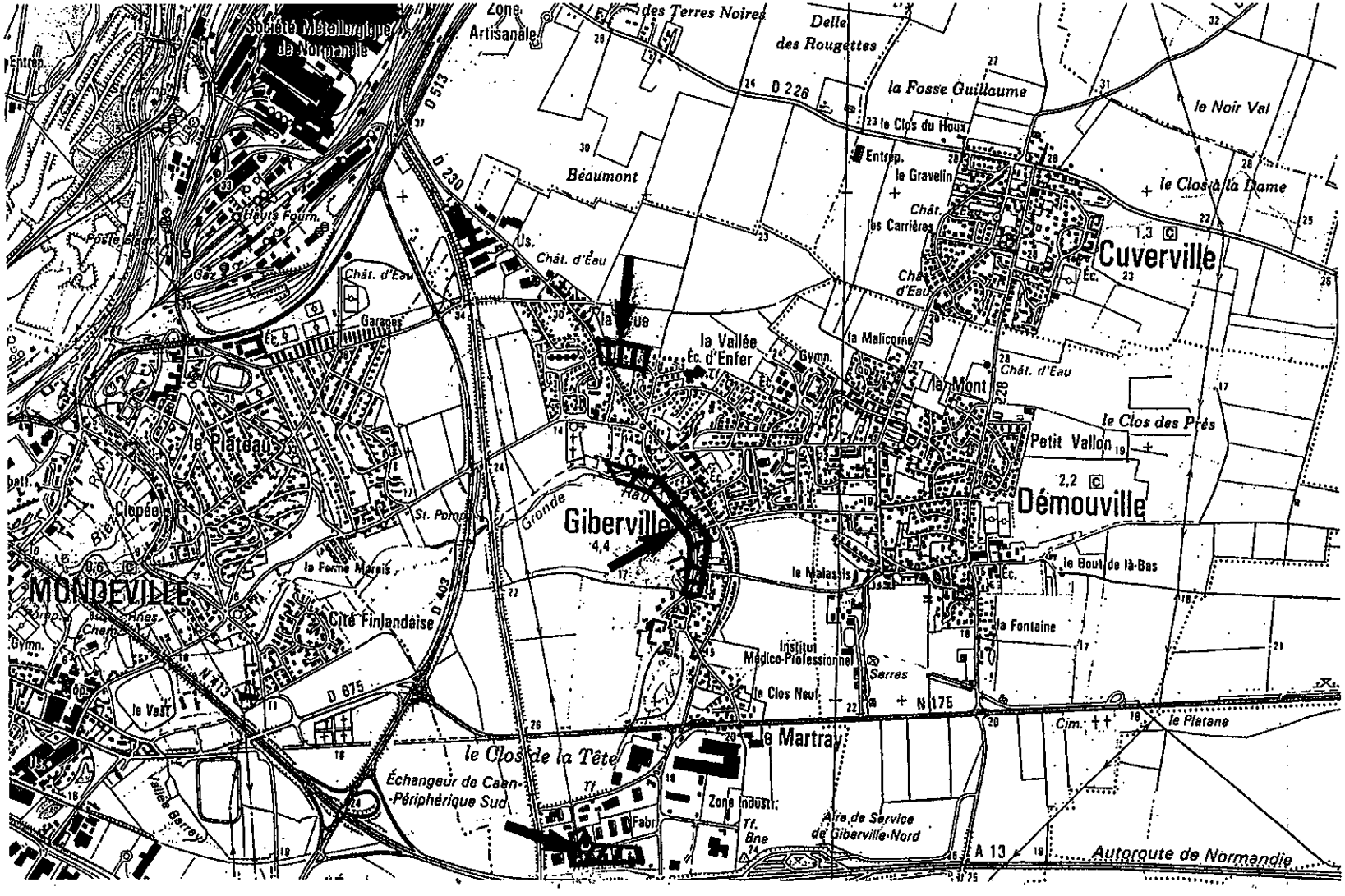


Fig. 1 - Giberville (14) : situation de la partie concernée par le débordement de nappe sur la carte topographique à 1/25 000 (Caen 1512E, @IGN).

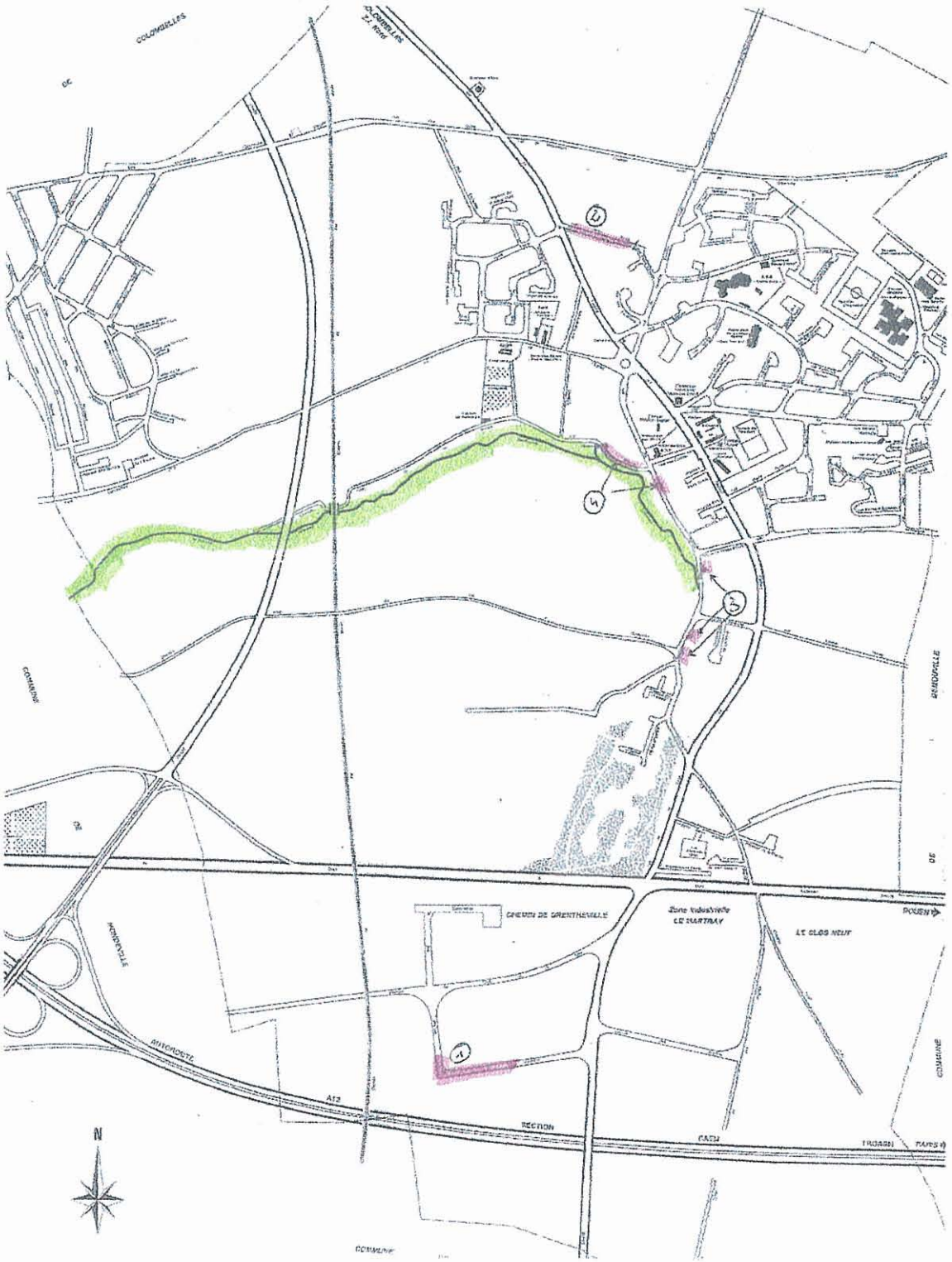


Fig. 2 - Giberville (14) : extrait réduit du cadastre : situation des parcelles concernées par l'inondation.

D'après la carte hydrogéologique du Calvados (1991, Ed. BRGM), la surface libre de l'aquifère du Bathonien est située en période de moyennes eaux à la profondeur de 7 à 8 m NGF (niveau moyen interprété des données disponibles lors de cette publication), soit à une profondeur estimée à un ou deux mètres environ sous la surface du sol du site examiné.

3.1.2. Faits examinés

La visite du BRGM a été effectuée en date du 25 avril 2001 alors que les débordements n'étaient plus que résiduels.

La période d'inondation a duré six semaines, du début mars au 20 avril 2001 environ. Le secteur le plus touché est celui de la Z.I. (rue du Centre, rue du Marais, avenue de l'industrie). Chez les particuliers, il y a eu deux déclarations en mairie. Les deux maisons concernées ont eu 40 cm d'eau dans leurs sous-sols. Une ferme a été inondée ainsi qu'une entreprise. Cette dernière n'a pas fait de déclaration en mairie.

Les bassins de rétention de l'autoroute ont débordé.

Le réseau d'assainissement a eu beaucoup de mal à évacuer les eaux usées, cela durant deux à trois semaines. Il s'agit d'un problème récurrent de la commune.

Les habitants de la commune ont plus été gênés par la durée des événements que par leur intensité (six semaines au total d'inondation).

3.2. COMMUNE DE CUVERVILLE (14)

3.2.1. Cadre géographique

La commune de Cuverville est située dans la plaine de Caen, à 7 km au nord-est du centre de la capitale basse-normande Caen. La commune se trouve en plaine avec une pente douce vers le nord.

La zone inondée concerne la partie centre ouest de la commune le long de la départementale 226 (fig. 3 ; x = 410,00 ; y = 1169,250 ; Lambert Zone 1 ; z = 23 +/- 2 m NGF).

D'un point de vue géologique, d'après la carte à 1/50 000 de Caen (n°120, 1989, Ed. BRGM) et les données BSS (Banque de données du sous-sol gérée par le BRGM et accessible au public), le substratum géologique est constitué par les calcaires de la formation des calcaires de Ranville (Bathonien supérieur). La zone inondée se trouve en tête d'un vallon sec peu marqué (Vallée d'Enfer) qui rejoint selon un axe sud-ouest la vallée humide de la Gronde à Giberville.

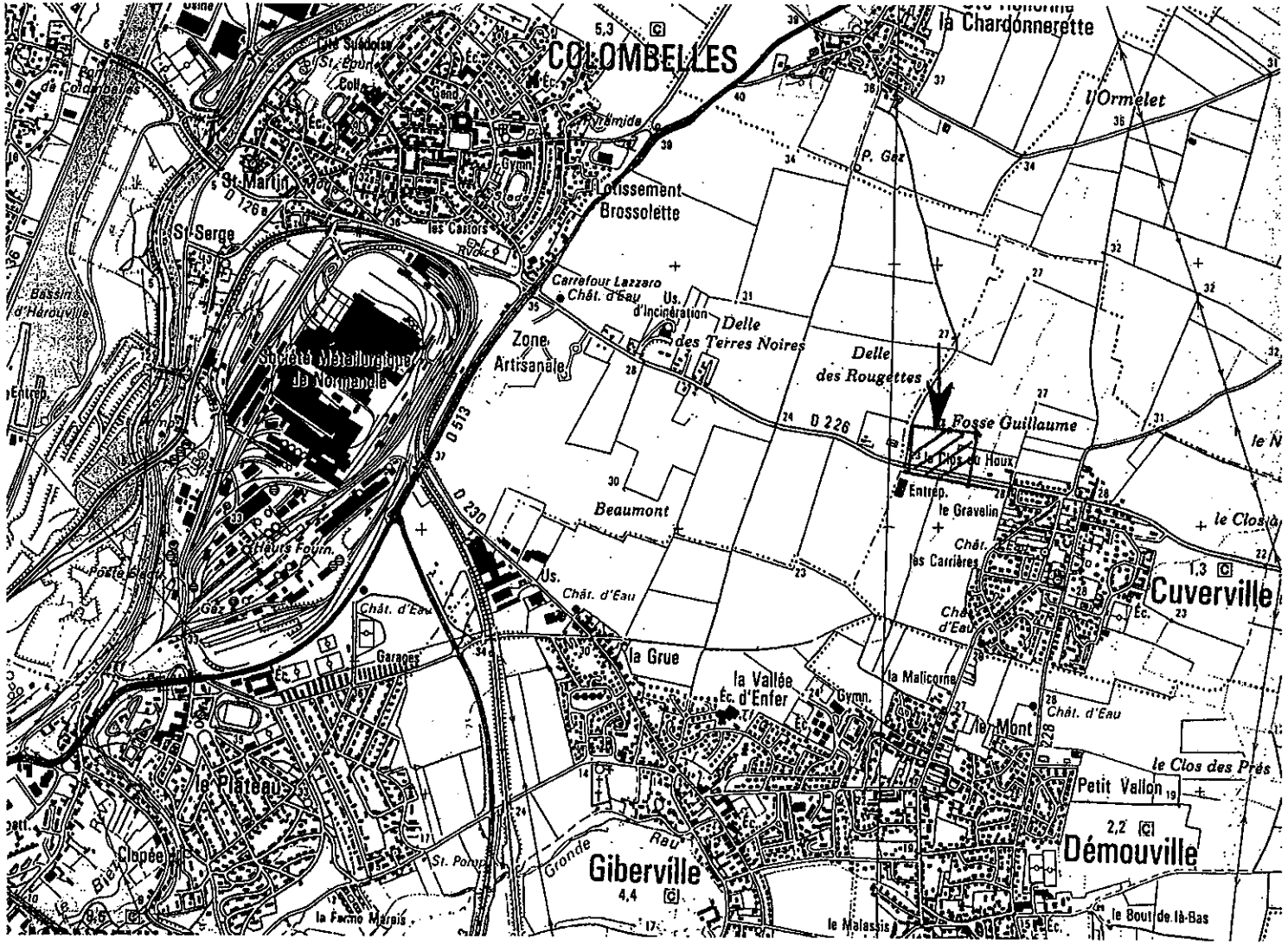


Fig. 3 - Cuverville (14) : situation de la partie concernée par le débordement de nappe sur la carte topographique à 1/25 000 (Caen 1512E, ©IGN).

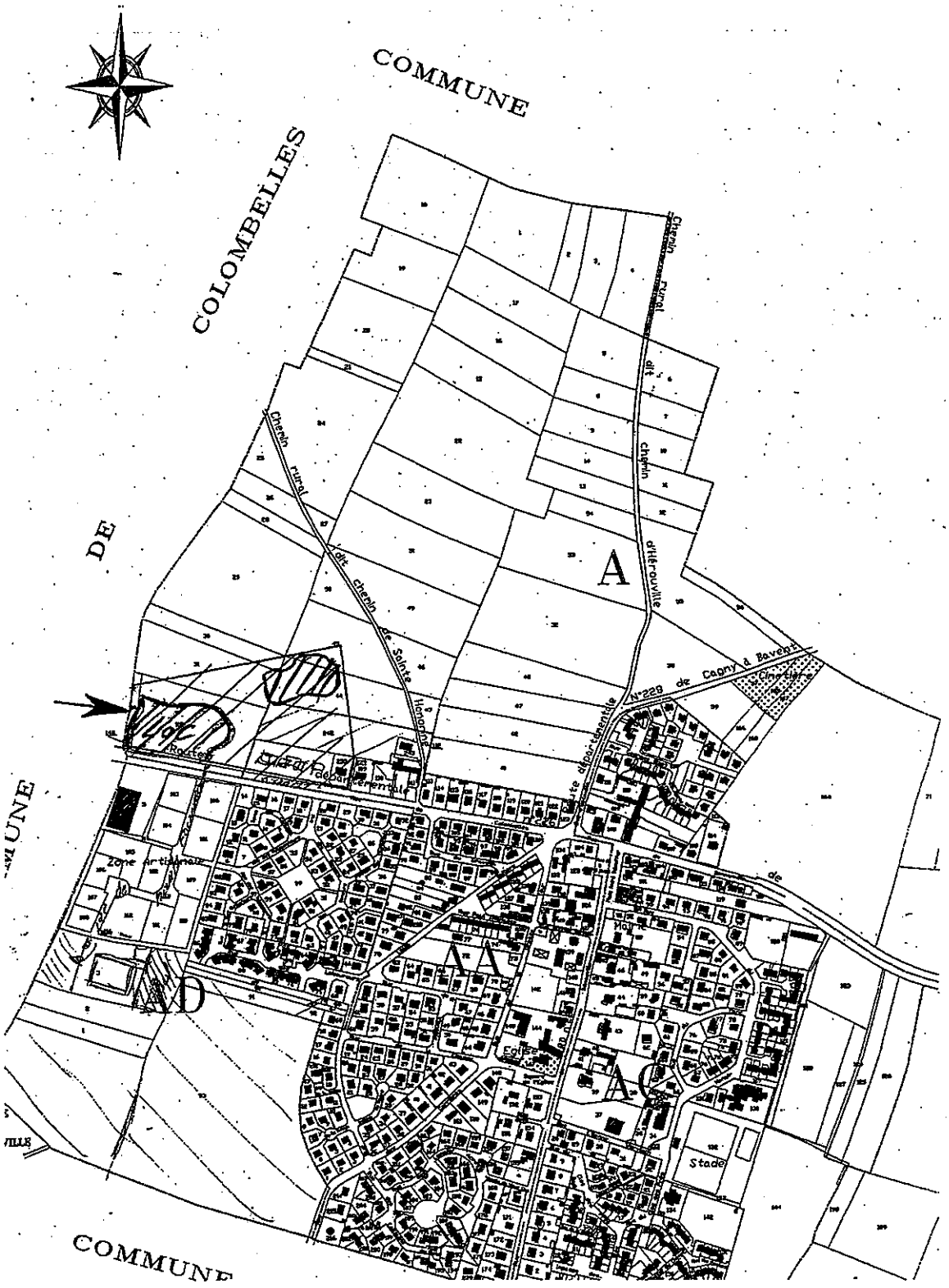


Fig. 4 - Cuverville (14) : extrait réduit du cadastre : situation des parcelles concernées par l'inondation.

D'après la carte hydrogéologique du Calvados (1991, Ed. BRGM), la surface libre de l'aquifère du Bathonien en forme de dôme local surélevé est située en situation normale à la profondeur de 20 m NGF (niveau moyen interprété des données disponibles lors de cette publication), soit à une profondeur estimée de 3 à 4 m environ sous la surface du sol du site examiné en période de moyennes eaux.

3.2.2. Faits examinés

La visite sur le terrain a eu lieu le 11 avril 2001.

Les premiers effets des débordements datent de début mars 2001 pour culminer au 23 mars 2001. La nappe affleure dans un champ agricole sous forme de deux mares et a envahi les sous-sols de quatre pavillons récents (post 1960).

Les caves en sous-sols ont étés inondées sur une hauteur de 0,40 à 1,40 m, avec possible atteinte des installations sensibles (chaufferie, électroménager, canalisations des eaux usées), avec envahissement du réseau d'assainissement (sanitaires hors d'usage, remontées d'eaux usées dans le réseau eau potable privé...) hors d'usage.

Deux des quatre maisons étaient en phase de construction avancée et une troisième venait d'être finie en début d'année 2001. Seule une maison touchée était habitée et un emménagement était en cours dans une seconde.

Du fait d'une pente peu marquée, il n'a pas été constaté d'importantes arrivées d'eaux par ruissellement agricole.

3.3. COMMUNE DE SANNERVILLE (14)

3.3.1 Cadre géographique

La commune de Sannerville est située sur la bordure est de la plaine de Caen, à 10 km à l'est du centre de la capitale basse-normande Caen. Deux secteurs de la commune ont été touchés par les remontées au hameau Lirose et en direction du hameau de Maizeret (fig. 5 ; centroïde pour le hameau Maizeret ; x= 416,50 ; y = 1168,200 ; Lambert Zone 1 ; z = 10 +/- 2 m NGF).

D'un point de vue géologique, d'après la carte à 1/50 000 de Caen (n°120, 1989, Ed. BRGM) et les données BSS (Banque de données du sous-sol gérée par le BRGM et accessible au public), le substratum géologique est constitué par les calcaires de la formation des calcaires de Langrune (Bathonien supérieur).

D'après la carte hydrogéologique du Calvados (1991, Ed. BRGM), la surface libre de l'aquifère du Bathonien en forme de dôme local surélevé est située en situation normale à la profondeur de 10 m NGF (niveau moyen interprété des données disponibles lors de cette publication), soit à une profondeur estimée de 3 m environ sous la surface du sol du site examiné en période de moyennes eaux.

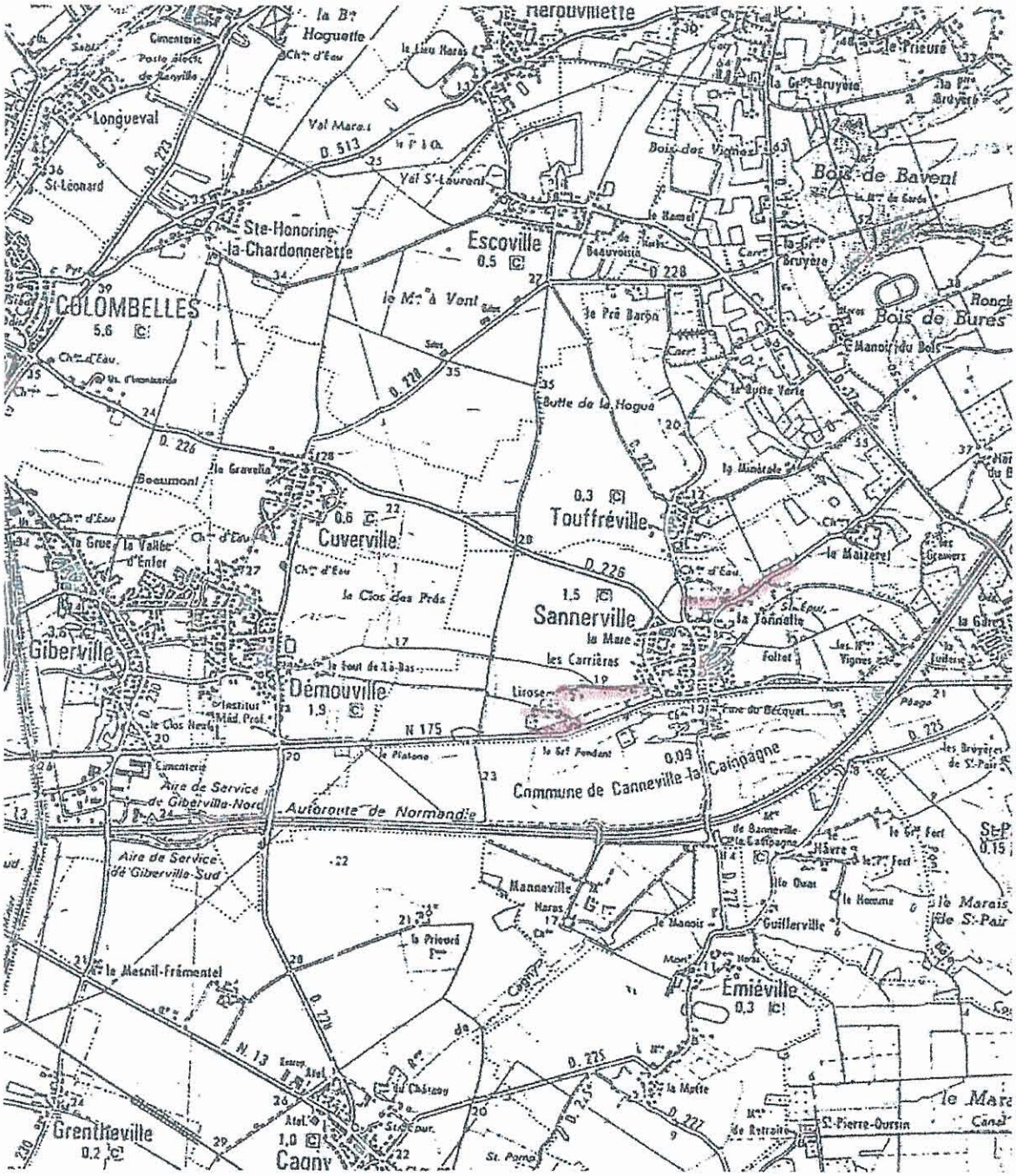


Fig. 5a - Sannerville (14) : situation de la partie concernée par le débordement de nappe sur la carte topographique à 1/25 000 (Caen 1512 Est et Dives-sur-Mer Cabourg 1612 Ouest, ©IGN).

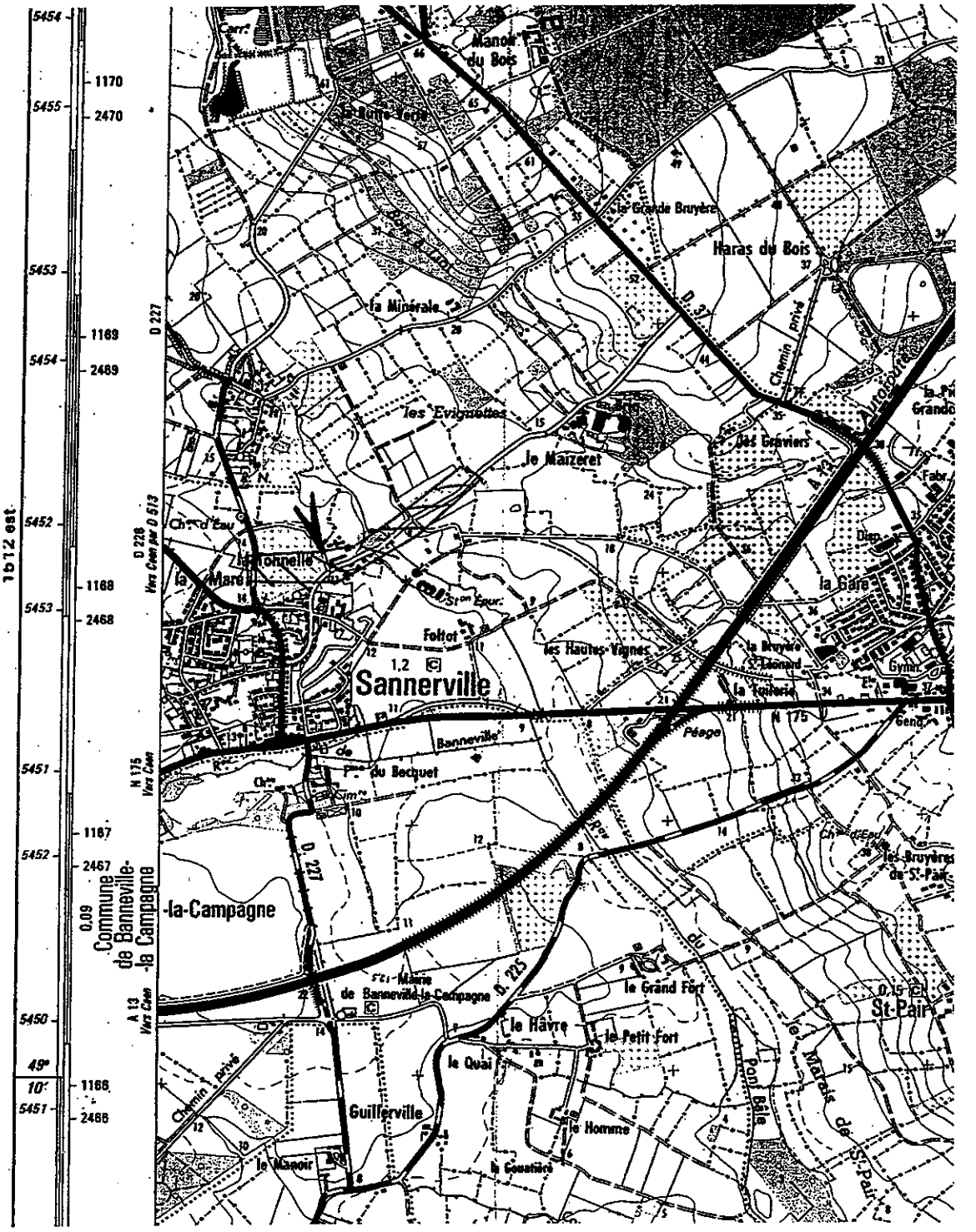


Fig. 5b -Sannerville (14) : situation de la partie concernée par le débordement de nappe sur la carte topographique à 1/25 000 (Caen 1512 Est et Dives-sur-Mer Cabourg 1612 Ouest, ©IGN).

3.3.2. Faits examinés

La visite du BRGM a été effectuée le 25 avril 2001.

Sur cette commune, les inondations sont dues à des remontées de nappe. Les habitations n'ont pas été envahies par les eaux. Les inondations n'ont affecté que les vides sanitaires des pavillons. Les jardins ont été envahis par l'eau de ruissellement.

Le quartier le plus touché est celui de la rue d'Angers.

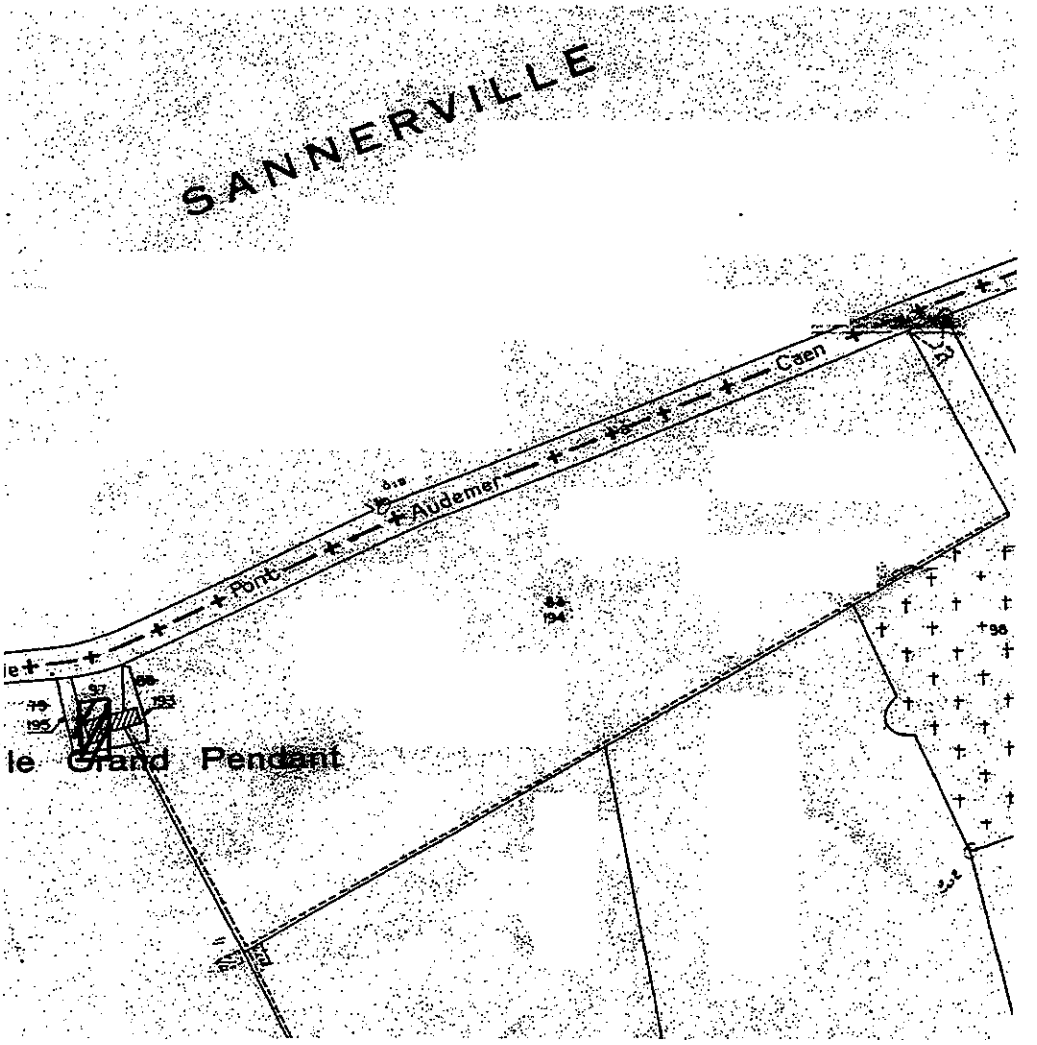


Fig. 6a - Sannerville (14) : extrait réduit du cadastre : situation des parcelles concernées par l'inondation.

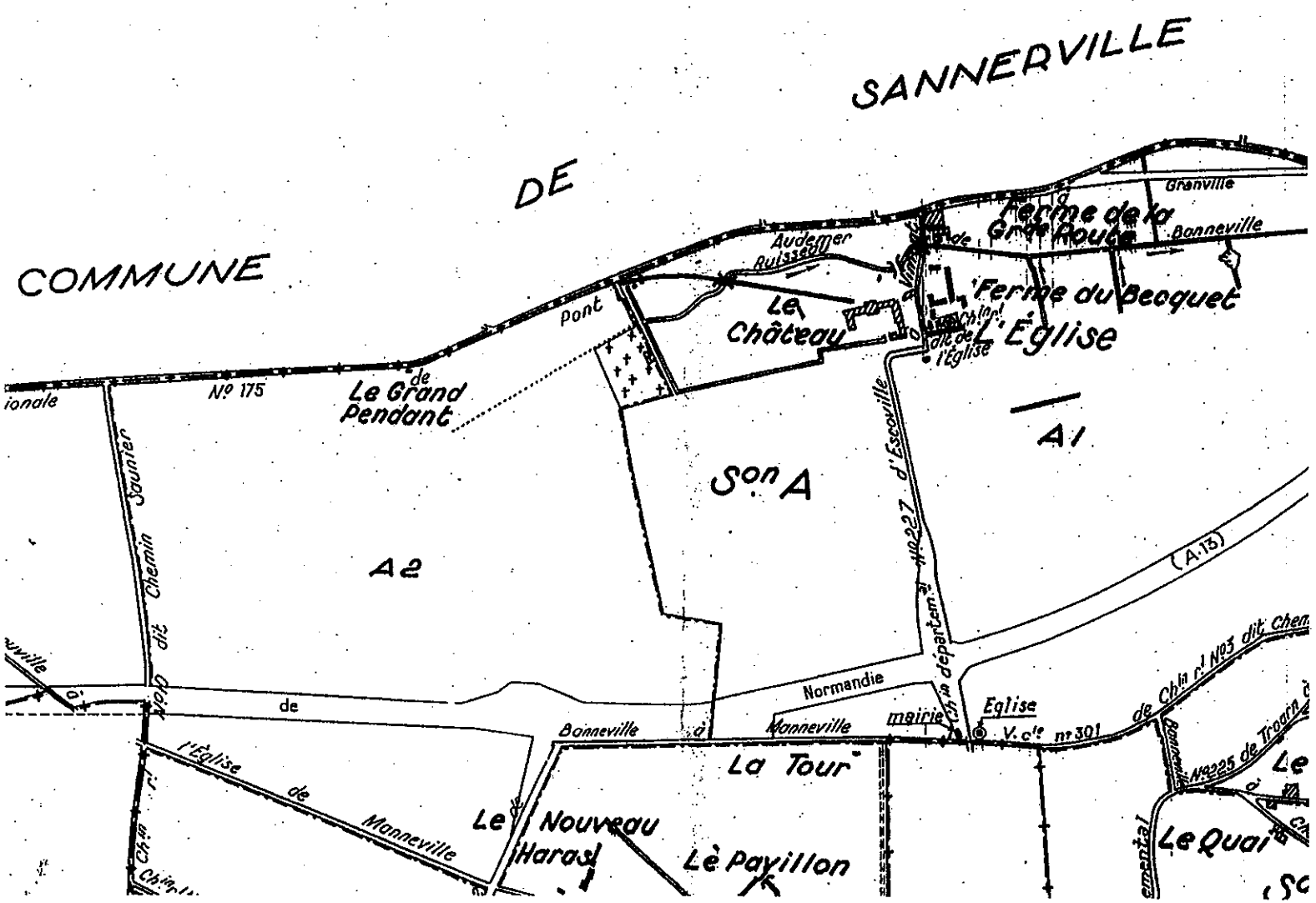


Fig. 6b - Sannerville (14) : extrait réduit du cadastre : situation des parcelles concernées par l'inondation.

3.4. COMMUNE DE BANNEVILLE-LA-CAMPAGNE (14)

3.4.1. Cadre géographique

La commune de Banneville-la-Campagne est située dans la plaine de Caen, à 9 km à l'est du centre de la capitale basse-normande, Caen. Le centre bourg est situé entre la RN 175 au nord et l'Autoroute A13 au sud. La commune est située dans une vallée topographique peu marquée. La zone inondée concerne l'est de la commune au lieu-dit « Le grand Pendant » (fig. 7 ; x= 412,525 ; y = 1169,950 ; Lambert Zone 1 ; z = 16 +/- 2 m NGF).

D'un point de vue géologique, d'après la carte à 1/50 000 de Caen (n°120, 1989, Ed. BRGM) et les données BSS (Banque de données du sous-sol gérée par le BRGM et accessible au public), le substratum géologique est constitué par les calcaires de la formation des calcaires de Langrune (Bathonien Supérieure) recouvert en surface par une couche de limons de plateaux. Le bourg est situé dans un axe géomorphologique de vallée sèche où le fond du talweg est comblé pour l'essentiel par des colluvions limoneuses dérivées des calcaires et caillasses en place qui débouchent dans la vallée de la Gronde.

D'après la carte hydrogéologique du Calvados (1991, Ed. BRGM), la surface libre de l'aquifère du Bathonien est située en situation normale à la profondeur de 15-20 m NGF (niveau moyen interprété des données disponibles lors de cette publication), soit à une profondeur estimée à 2 à 4 m environ sous la surface du sol du site examiné en période de moyennes eaux.

Un petit cours d'eau apparaît dans le fond de vallée (à proximité du site inondé) qui rejoint le Ruisseau du Pont Bâle (et rejoignant la Dives).

3.4.2. Faits examinés

La nappe affleure en différents points le long de la RN 175 dans les champs agricoles.

La seule maison d'habitation touchée du secteur (1950-1970) possède un sous-sol.

Celui- ci a été inondé jusqu'à 1,50 m – 2 m de haut (traces visibles).

Lors de la visite du 10 avril 2001, la hauteur d'eau dans le sous-sol atteignait 15 à 20 cm. Les arrivées en continu d'eaux souterraines du coté amont étaient nettement visibles.

Une cuve à fuel (chauffage domestique) s'est détachée de ses fixations et s'est mise à flotter. Lors des opérations de manutention par les sapeurs pompiers du secteur, celle-ci s'est renversée et vidée de son contenu (1 000 l).

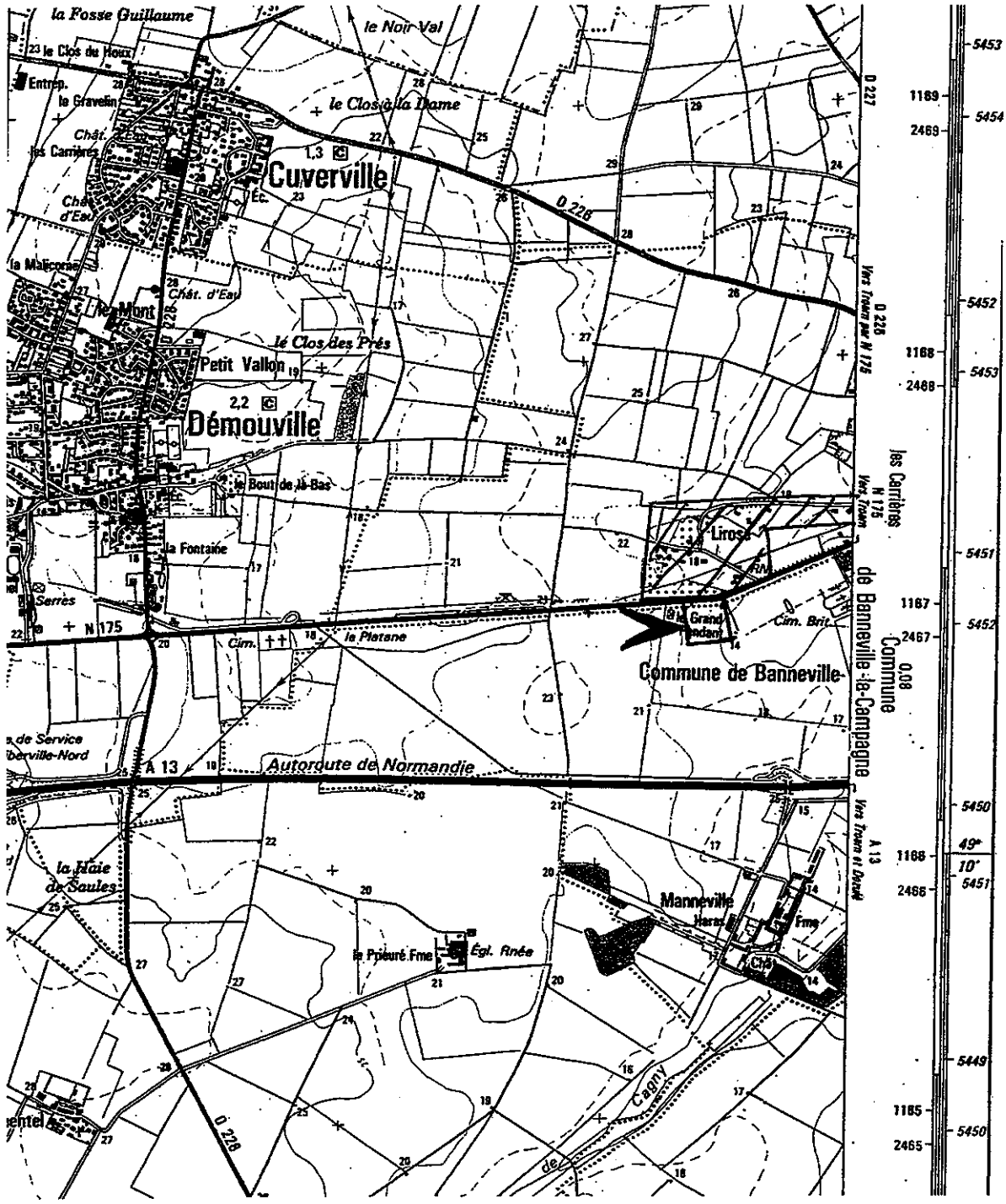


Fig. 7 - Banneville-la-Campagne (14) : situation de la partie concernée par le débordement de nappe sur la carte topographique à 1/25 000 (Caen 1512E, ©IGN).

Le pompage d'une bonne partie du fuel a alors été effectué (1 600 l d'un mélange fuel + eau) et évacuée dans un centre de stockage habilité.

Néanmoins la forte odeur permanente du fuel témoigne de la présence des quantités résiduelles importantes d'hydrocarbures dans la zone saturée.

L'absence à proximité de pompage en eau potable en aval hydraulique du point de pollution (le point de prélèvement du haras de Manneville est déclaré comme abandonné) laisse a priori penser que l'incident ne devrait pas avoir d'incidences majeures.

Néanmoins une petite étude hydrogéologique et des analyses auprès des points d'eaux les plus proches (AEP de Janville) serait à réaliser pour s'assurer de l'absence de tout impact.

Malgré plusieurs relances de demandes tant à l'écrit (télécopie si possible sinon courrier) qu'à l'oral (essai de contact par voie téléphonique), il n'a pas été possible d'obtenir de la commune le report des zones inondées sur un plan à l'échelle de la commune.

3.5. COMMUNE DE JANVILLE (14)

3.5.1 Cadre géographique

La commune de Janville est située dans la plaine de Caen, à 15 km à l'est du centre de la capitale basse-normande, Caen. La commune se trouve à flanc de colline, les parties basses étant occupées par des marais.

La zone inondée concerne les marais et leurs abords (fig. 8 ; x= 418,00 ; y = 1166,150 ; Lambert Zone 1 ; z = 11 +/- 2 m NGF).

D'un point de vue géologique, d'après la carte à 1/50 000 de Caen (n°120, 1989, Ed. BRGM) et les données BSS (Banque de données du sous-sol gérée par le BRGM et accessible au public), le substratum géologique est constitué par les marnes d'Argences et d'Escoville (20 – 25 m d'épaisseur) puis en dessous par les formations du Bathonien. Le substrat est recouvert sur 3 à 5 m de limons des plateaux.

D'après la carte hydrogéologique du Calvados (1991, Ed. BRGM), l'aquifère du Bathonien est captif ou semi-captif sous les marnes calloviennes à une profondeur de 25 à 30 m.

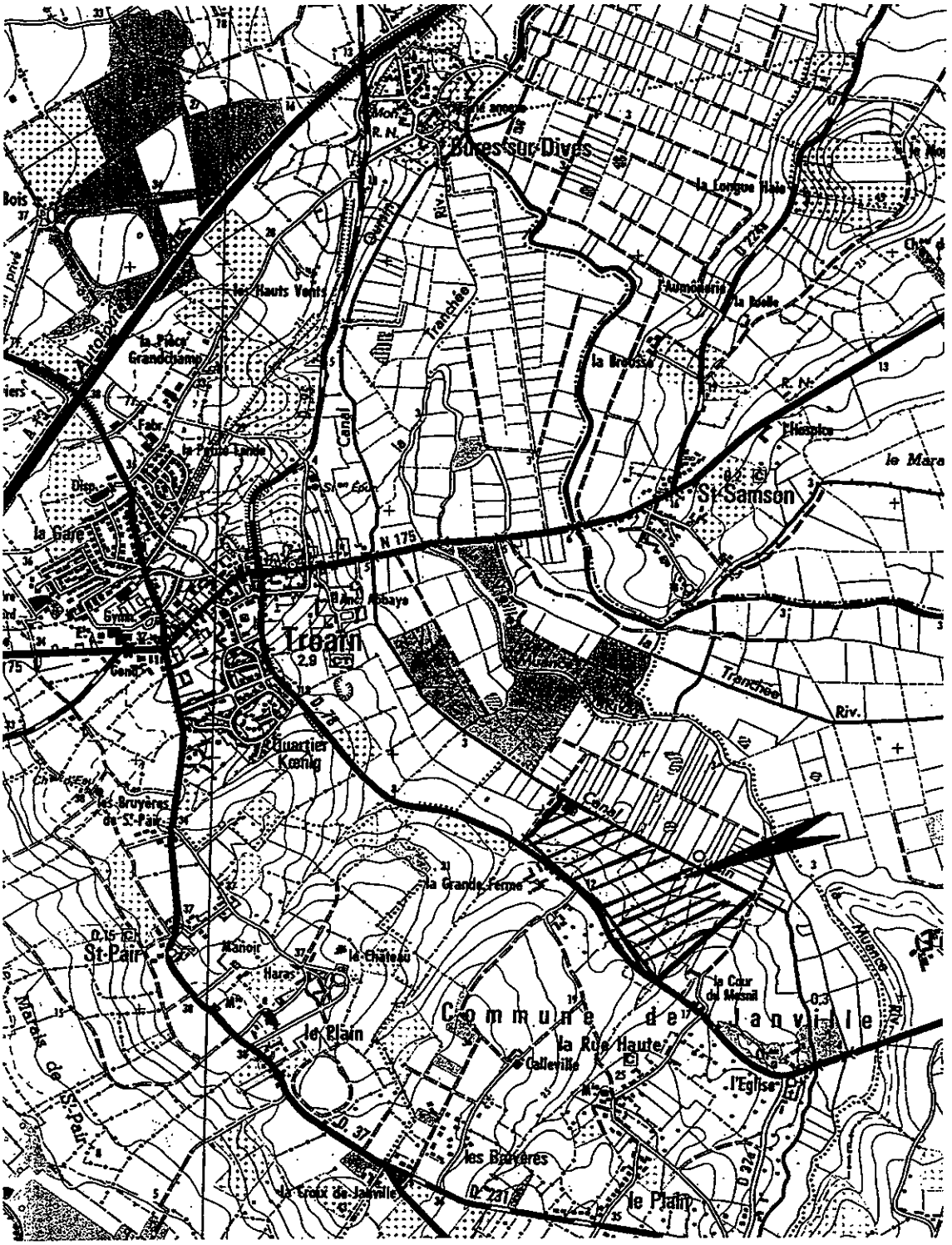


Fig. 8 - Janville (14) : situation de la partie concernée par le débordement de nappe sur la carte topographique à 1/25 000 (Dives-sur-Mer Cabourg 1612 Est ©IGN).

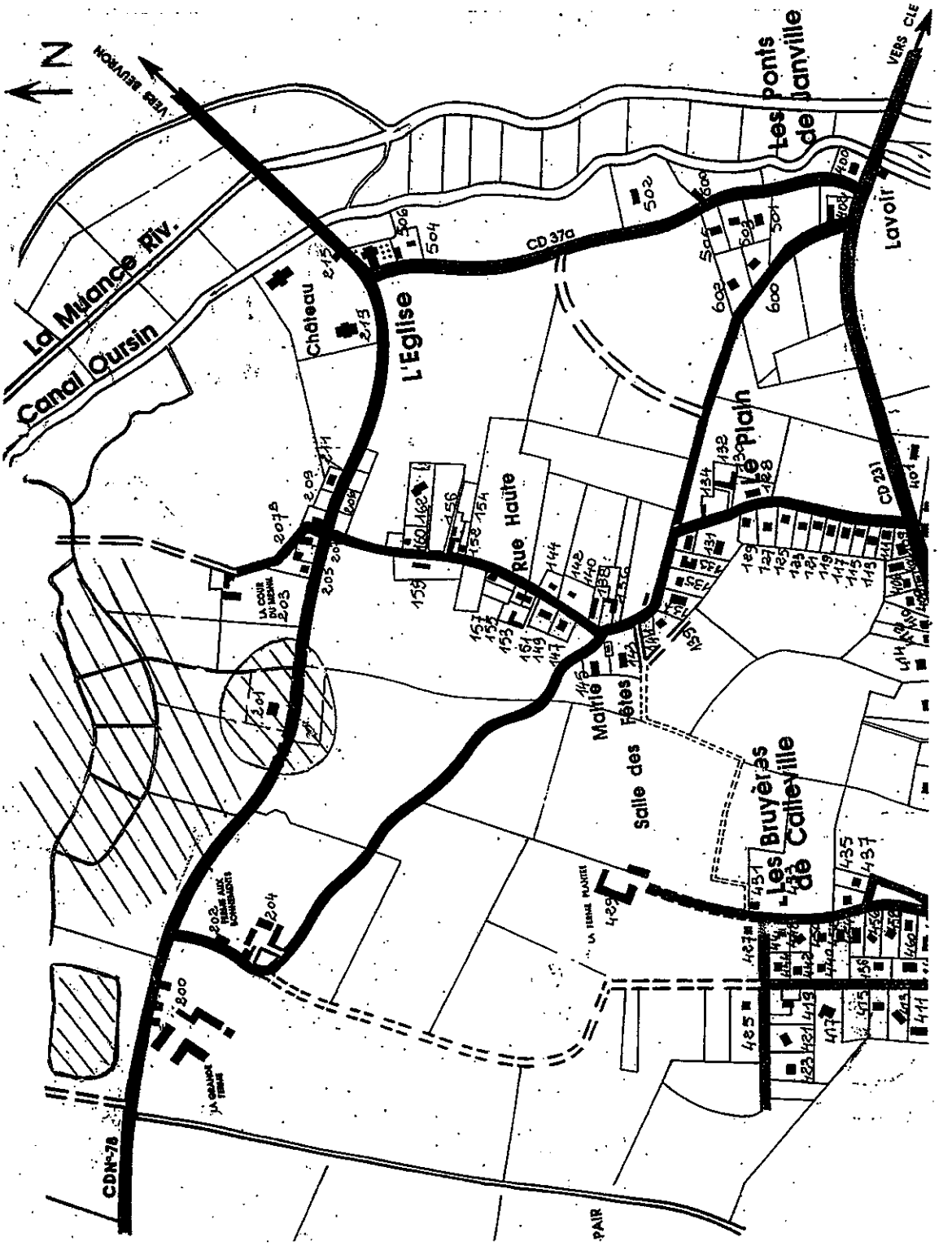


Fig. 9 - Janville (14) : extrait réduit du cadastre : situation des parcelles concernées par l'inondation.

3.5.2. Faits examinés

Le village, situé sur une petite colline, n'a pas subi de dégâts. Deux bâtiments en terre-plein ont été touchés.

Les eaux de ruissellement s'évacuent vers une zone de marais drainée par des canaux. Cette zone de marais a été inondée durant plusieurs semaines par le fait d'une part que les exutoires naturels se sont trouvés saturés et d'autre part que la nappe a probablement maintenu un niveau d'eau inhabituel. Une exploitation piscicole a ainsi dû arrêter ses activités durant plusieurs semaines.

Des dégâts ont par ailleurs été signalés au niveau d'une maison située sur le flanc de la colline. La maison n'a pas pu être visitée et l'impact de la nappe n'a pas été établi avec certitude.

Les agriculteurs signalent avoir perdu des récoltes dans la zone des marais habituellement bien drainée par les canaux.

On se situe donc probablement dans le cadre d'une inondation de nappe couplée à une influence notable des écoulements de surface.

3.6. COMMUNE DE FRÉNOUVILLE (14)

3.6.1. Cadre géographique

La commune de Frénouville est située dans la plaine de Caen, à 10 km au sud-est du centre de la capitale basse-normande, Caen. La commune se trouve en plaine avec une pente douce vers le nord, qui définit, en butant sur la voie de chemin de fer construite en remblai, une zone topographique en point bas. La zone inondée concerne la place centrale au hameau du Poirier et les lotissements nouveaux au sud du bourg au lieu-dit « Le Bout d'en Haut » (fig. 10 ; x = 410,180 ; y = 1163,150 ; Lambert Zone 1 ; z = 25-26 +/- 2,5 m NGF).

D'un point de vue géologique, d'après la carte à 1/50 000 de Caen (n°120, 1989, Ed. BRGM) et les données BSS (Banque de données du sous-sol gérée par le BRGM et accessible au public), le substratum géologique est constitué par les caillasses de la Basse-Echarde et de Langrune indifférenciés (Bathonien supérieur) sous une couverture de limons de plateau de 1 à 3 m.

D'après la carte hydrogéologique du Calvados (1991, Ed. BRGM), la surface libre de l'aquifère du Bathonien est située en situation normale à la profondeur de 18-20 m NGF (niveau moyen interprété des données disponibles lors de cette publication), soit à une profondeur estimée à 8-10 m environ sous la surface du sol du site examiné en période de moyennes eaux.

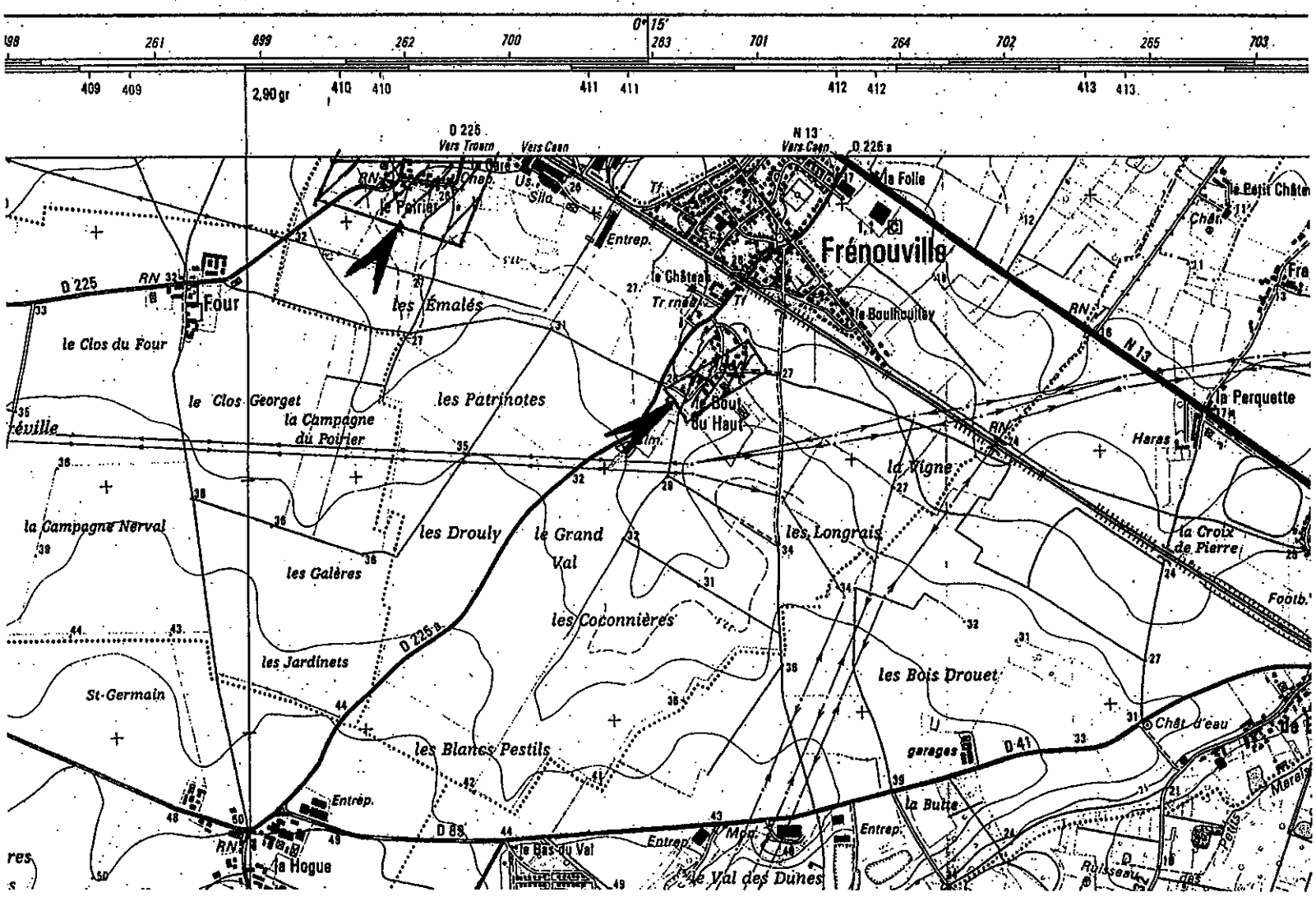
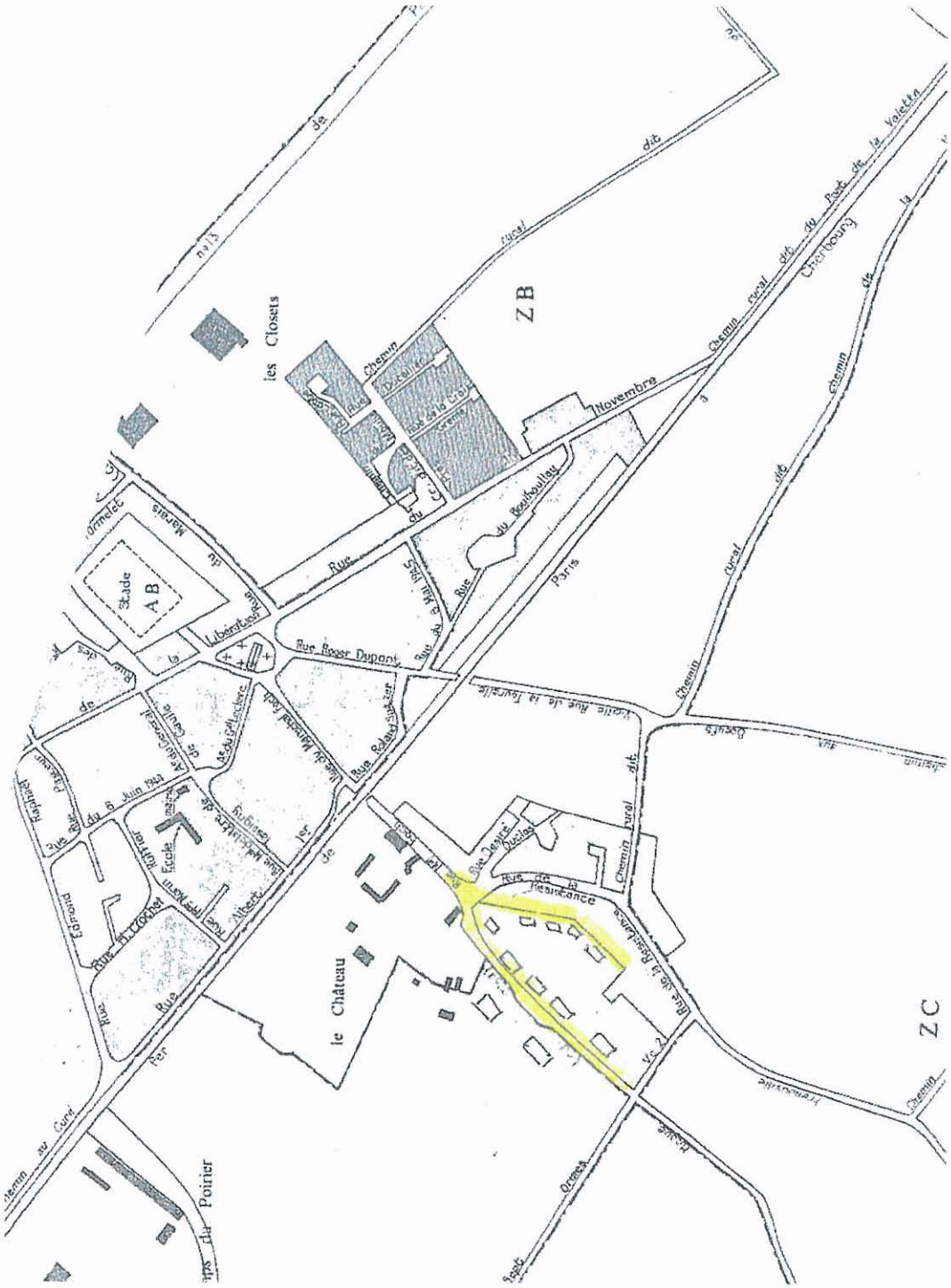


Fig. 10 - Frénouville (14) : situation de la partie concernée par le débordement de nappe sur la carte topographique à 1/25 000 (Caen 1512 Est et Bretteville-sur-Laize 1613O, ©IGN).


les Closets
ZB
ZC
le Château
Stade
A B
Rue Roger Dupont
Rue du 8 Mai 1945
Rue du Bouthoullay
Rue de la Résistance
Chemin rural dit
Chemin rural dit du Puits de la Valette
Chemin rural dit de Cherbourg
Chemin rural dit de Paris
Chemin rural dit de la Fontaine
Rue du 8 Juin 1944
Rue Albert Schweitzer
Rue Edmond Michelet
Rue Raphaël Lemkine
Rue Jean Moulin
Rue Jean Jaurès
Rue Rabelais
Rue du Maréchal Foch
Rue du Général de Gaulle
Rue Alexandre Dumas
Rue Jean Rostand
Rue Albert Camus
Rue Jean Mermoz
Rue Antoine de Saint-Exupéry
Rue Jean Racine
Rue Jean Giraudoux
Rue Jean Cocteau
Rue Jean Zay
Rue Jean Rostand
Rue Jean Mermoz

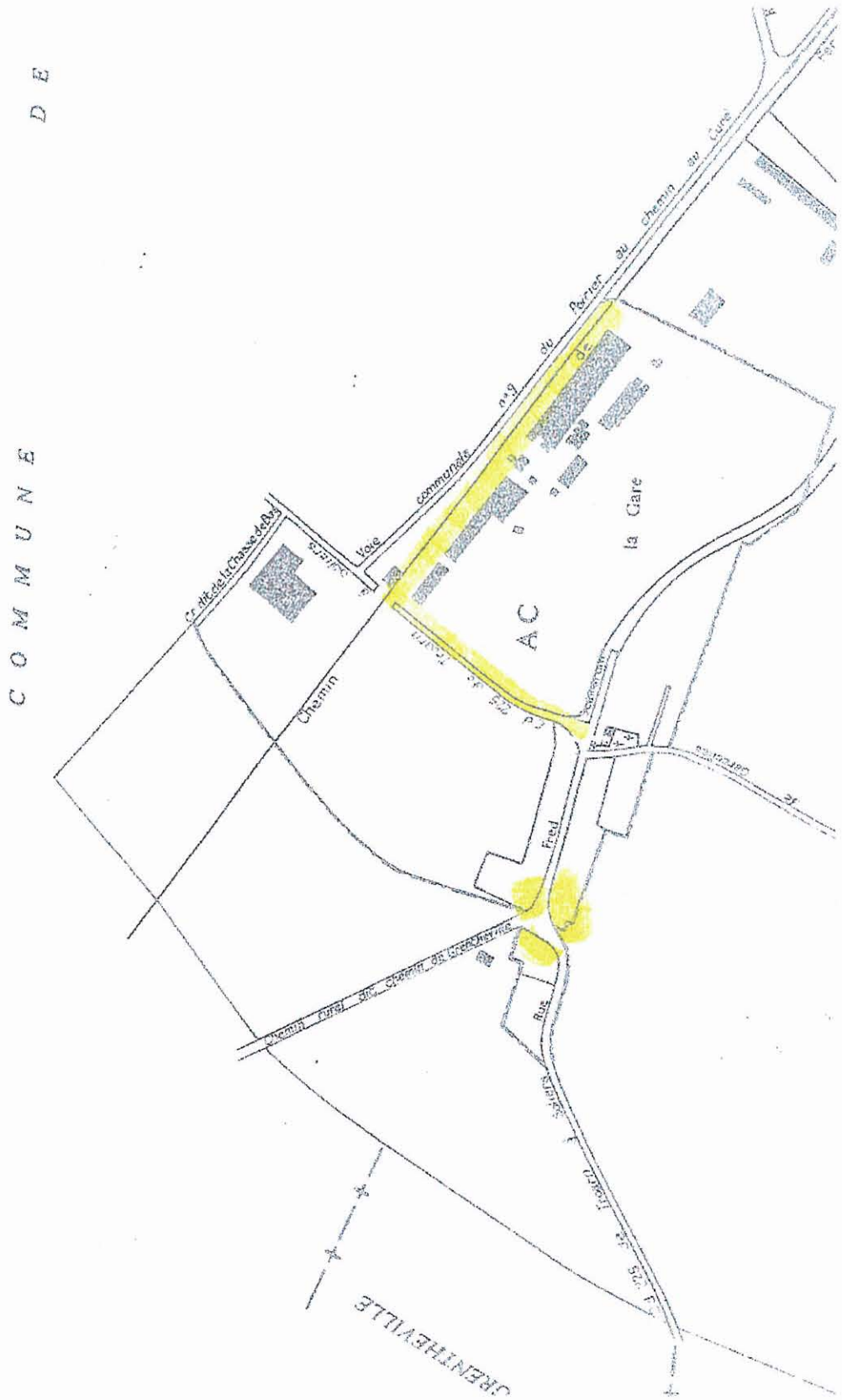


Fig. 11b - Frénouville (14) : extrait réduit du cadastre ; situation des parcelles concernées par l'inondation.

3.6.2. Faits examinés

La date de visite du BRGM est le 25 avril 2001.

Route de la Hogue, une douzaine de maisons ont été touchées. Cela s'est traduit par un sous-sol inondé, mais pas d'eau dans les maisons.

Au Hameau de Poirier, 3 à 4 maisons ont été touchées, dont une avec 40 cm d'eau au rez-de-chaussée.

Les champs cultivés ont également été atteints : un champ de 10 ha et un autre de 4 ha de lin. Les cultures du printemps sont compromises.

3.7. COMMUNE DE GRENTHEVILLE (14)

3.7.1. Cadre géographique

La commune de Grentheville est située dans la plaine de Caen, à 4 km au sud-est du centre de la capitale basse-normande, Caen. Le centre bourg est situé au sud des axes Paris-Caen (A13, N13, voie SNCF). La commune se trouve en plaine avec une pente douce vers le nord, qui définit, en butant sur la voie de chemin de fer construite en remblai, une zone topographique en point bas. La zone inondée concerne la place centrale du bourg et les lotissements nouveaux à l'est immédiat (fig. 12 ; x = 408,80 ; y = 1164,50 ; Lambert Zone 1 ; z = 24 +/- 2 m NGF).

D'un point de vue géologique, d'après la carte à 1/50 000 de Caen (n°120, 1989, Ed. BRGM) et les données BSS (Banque de données du sous-sol gérée par le BRGM et accessible au public), le substratum géologique est constitué par les calcaires de la formation des calcaires de Ranville (Bathonien). Le bourg est situé dans un axe géomorphologique de vallée sèche où le fond du talweg est comblé pour l'essentiel par des colluvions limoneuses dérivées des calcaires et caillasses en place qui débouchent dans la vallée de la Gronde.

D'après la carte hydrogéologique du Calvados (1991, Ed. BRGM), la surface libre de l'aquifère du Bathonien est située en situation normale à la profondeur de 10 m NGF (niveau moyen interprété des données disponibles lors de cette publication), soit à une profondeur estimée à 14 m environ sous la surface du sol du site examiné en période de moyennes eaux.

3.7.2. Faits examinés

La visite sur le terrain a eu lieu le 10 avril 2001. Les premiers effets des débordements datent du 25 janvier 2001 et dès le 9 février, la voirie était touchée.

Le centre bourg est inondé et la circulation coupée.

Plusieurs pavillons récents avec sous-sols (nombre estimé à 20 maisons) ont ainsi été touchés par la remontée des niveaux aquifères (cf. documents en ann. 1.1).

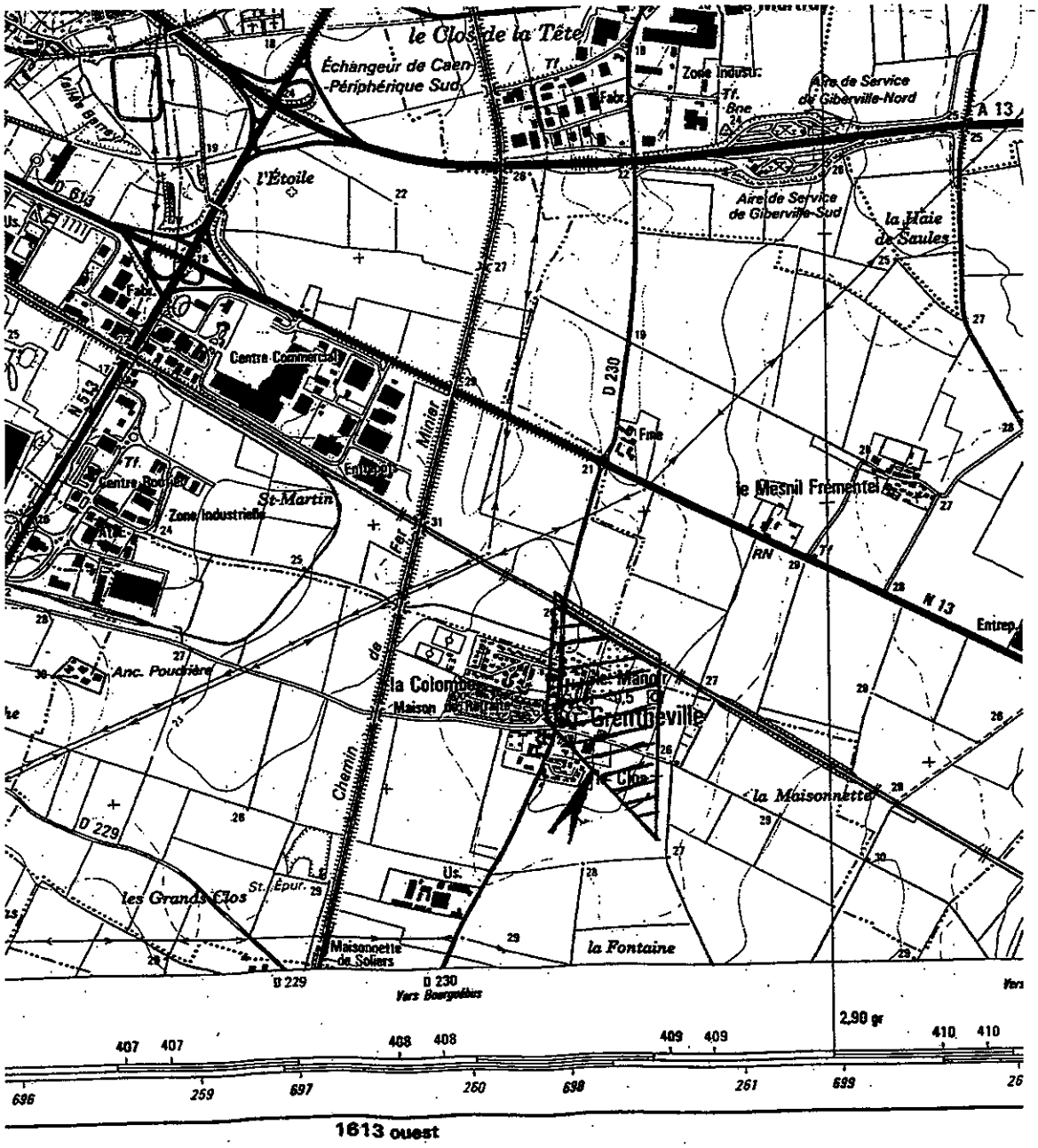


Fig. 12 - Grentheville (14) : situation de la partie concernée par le débordement de nappe sur la carte topographique à 1/25 000 (Caen 1512 Est, ©IGN).

Les caves en sous-sols ont été inondées sur 15 à 40 cm, avec possible atteinte des installations sensibles (chaufferie, électroménager, canalisations des eaux usées), avec envahissement du réseau d'assainissement (sanitaires hors d'usage, remontées d'eaux usées dans le réseau eau potable privé...) hors d'usage.

Les pompages par vide cave ou pompes plus grosses restaient sans grands effets et n'étaient pas en mesure de limiter les oscillations naturelles de l'aquifère, variant tant à la hausse qu'à la baisse (capacités de pompage de plus de 500 m^3/h) en début avril.

Les pompes de relevages du réseau d'assainissement fonctionnent à régime continu (4 h/24 h au lieu des 5 heures par jour).

De plus, les renvois des eaux d'exhaure dans le réseau d'eaux pluviales a dû contribuer à accentuer la zone de débordement au cœur du village, malgré une pompe d'évacuation de plus de 200 m^3/h. On observe entre les points de pompage et de renvois des circuits qui s'entrecroisent parfois curieusement...

Les arrivées importantes d'eaux de ruissellement en provenance de Soliers et surtout du bassin versant agricole plus en amont (dévalant les terres labourées laissées à nu) ont conduit la municipalité à créer une, deux puis trois digues de terre (hautes d'un mètre), en amont du bourg pour contenir cette eau piégée en surface et ne pouvant s'infiltrer dans un sol déjà saturé. Deux retenues d'eaux de 2 ha se sont ainsi formées en amont du bourg, plus deux retenues de 1 et 0,5 ha en aval est du centre bourg.

En direction de Soliers au-delà des points de retenues des plans d'eaux dans les champs laissées à nu correspondent vraisemblablement à des affleurements de l'aquifère calcaire bathonien en points bas (à moins qu'il s'agisse des eaux stagnantes ne pouvant s'infiltrer dans le sol totalement saturé).

L'eau de surface ainsi stockée est ensuite renvoyée par gravité dans les champs en herbe en bordure de voie ferrée à l'est du bourg puis par des renvois successifs de pompes, basculée par-dessus la voie SNCF dans un champ enherbé situé entre la voie ferrée et la RN 13. L'effet des pompages pourrait avoir contribué au moins à évacuer l'excédent des eaux pluviales reçues par la commune.

En conclusion, les dégâts subis par les inondations durables par débordement d'aquifère phréatique correspondent bien au cas moyen des dégâts subis par les communes en plaine de Caen : en effet si le nombre de maisons touchées dépasse le nombre moyen des habitations, la hauteur des débordements dans la cave est en dessous des situations courantes observées.

Les problèmes particuliers à Grentheville sont plus liés à la paralysie du centre bourg inondé, au risque de rupture d'une des digues, au problème sanitaire qui pourrait se poser ultérieurement en période estivale par le renvoi des eaux mélangées (eaux usées + eaux pluviales) dans les champs (pollution organique et bactériologique) qui nécessitera l'intervention des services de la DDASS.

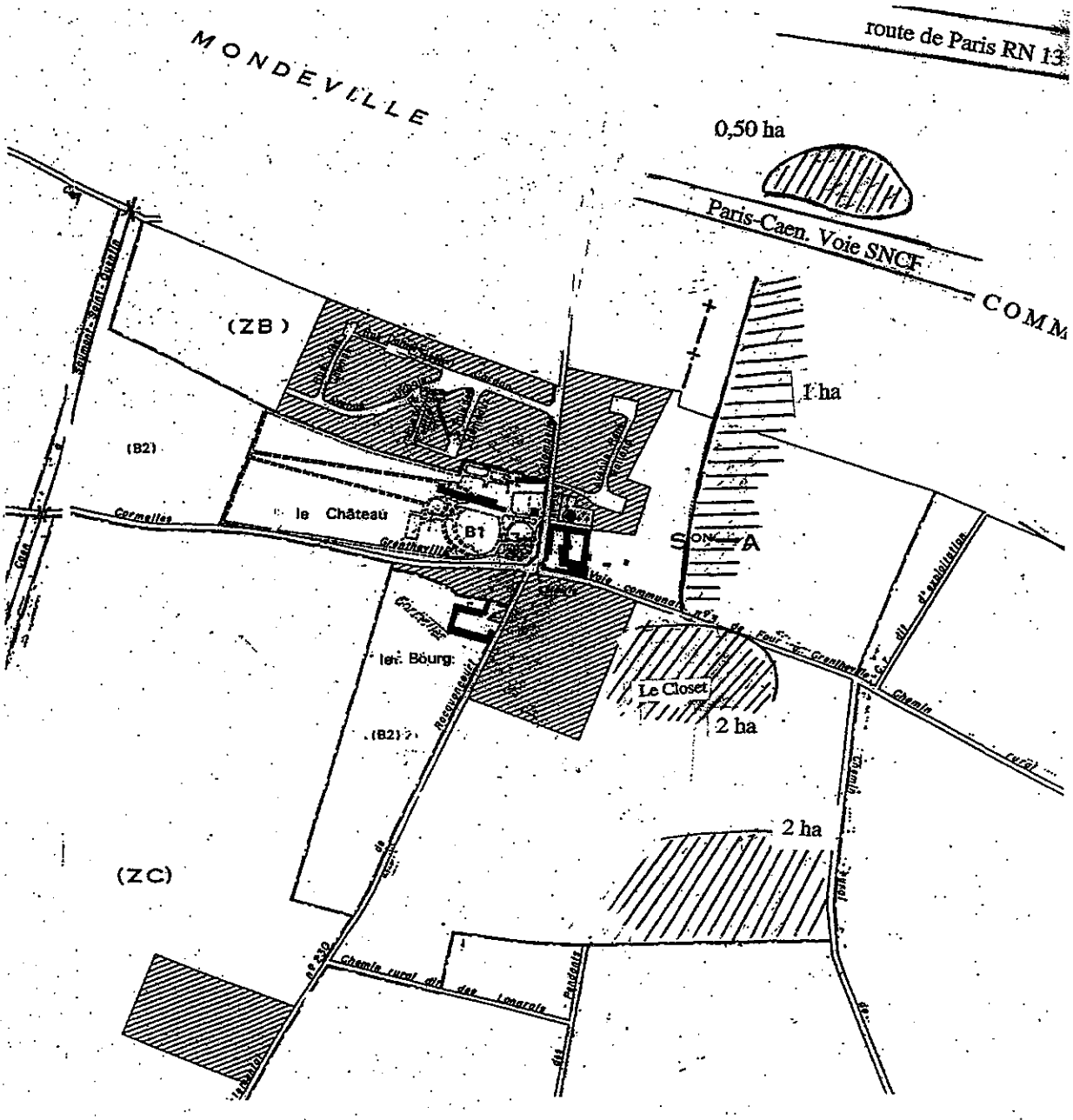


Fig. 13 - Grentheville (14) : extrait réduit du cadastre : situation des parcelles concernées par l'inondation.

Il est à noter le cas particulier du Maire, Monsieur Péan, qui outre sa fonction, a payé plus que quiconque sur la commune un lourd tribut : il est l'un des plus touchés, dans sa maison, ayant de plus eu ses serres agricoles dévastées (source importante de ses revenus), et ayant aussi sacrifié ses champs à la cause publique.

3.8. COMMUNE DE SOLIERS (14)

3.8.1. Cadre géographique

La visite sur le terrain a eu lieu le 10 avril 2001.

La commune de Soliers se trouve dans la plaine, en amont immédiat de Grentheville, soit à environ 6 à 7 km au sud-ouest du centre de la capitale basse-normande, Caen.

La commune se trouve en plaine avec une pente douce vers le nord, qui se prolonge sur Grentheville.

Les parcelles touchées concernent surtout le nord-ouest de la commune et le centre est jusqu'au hameau du Four (fig. 14 ; centroïde de zone approximativement en x= 408,010 ; y = 1162,890 ; Lambert Zone 1 ; z = 30 +/- 2 m NGF).

D'un point de vue géologique, d'après la carte provisoire à 1/50 000 de Mézidon (n°146, 2002, Ed. BRGM) et les données BSS (Banque de données du sous-sol gérée par le BRGM et accessible au public), le substratum géologique est constitué par les calcaires de la formation des calcaires de Ranville. Le bourg est situé dans un axe géomorphologique de vallée sèche où le fond du talweg est comblé pour l'essentiel par des colluvions limoneuses dérivées des calcaires et caillasses en place qui débouchent dans la vallée de la Gronde.

D'après la carte hydrogéologique du Calvados (1991, Ed. BRGM), la surface libre de l'aquifère du Bathonien est située en situation normale à la profondeur de 16 m NGF (niveau moyen interprété des données disponibles lors de cette publication), soit à une profondeur estimée à 14 m environ sous la surface du sol du site examiné en période de moyennes eaux.

3.8.2. Faits examinés

Les faits concernent au moins une centaine de parcelles et plus d'un tiers des pavillons modernes de la commune étaient ou avaient été touchés (soit 50 à 75 maisons ainsi touchées). La zone industrielle avait été également touchée et trois entreprises lors de la visite du 10 avril 2001 étaient menacées en plus de pertes, de chômage technique en cas d'aggravation même légère de la situation (ann. 1.2).

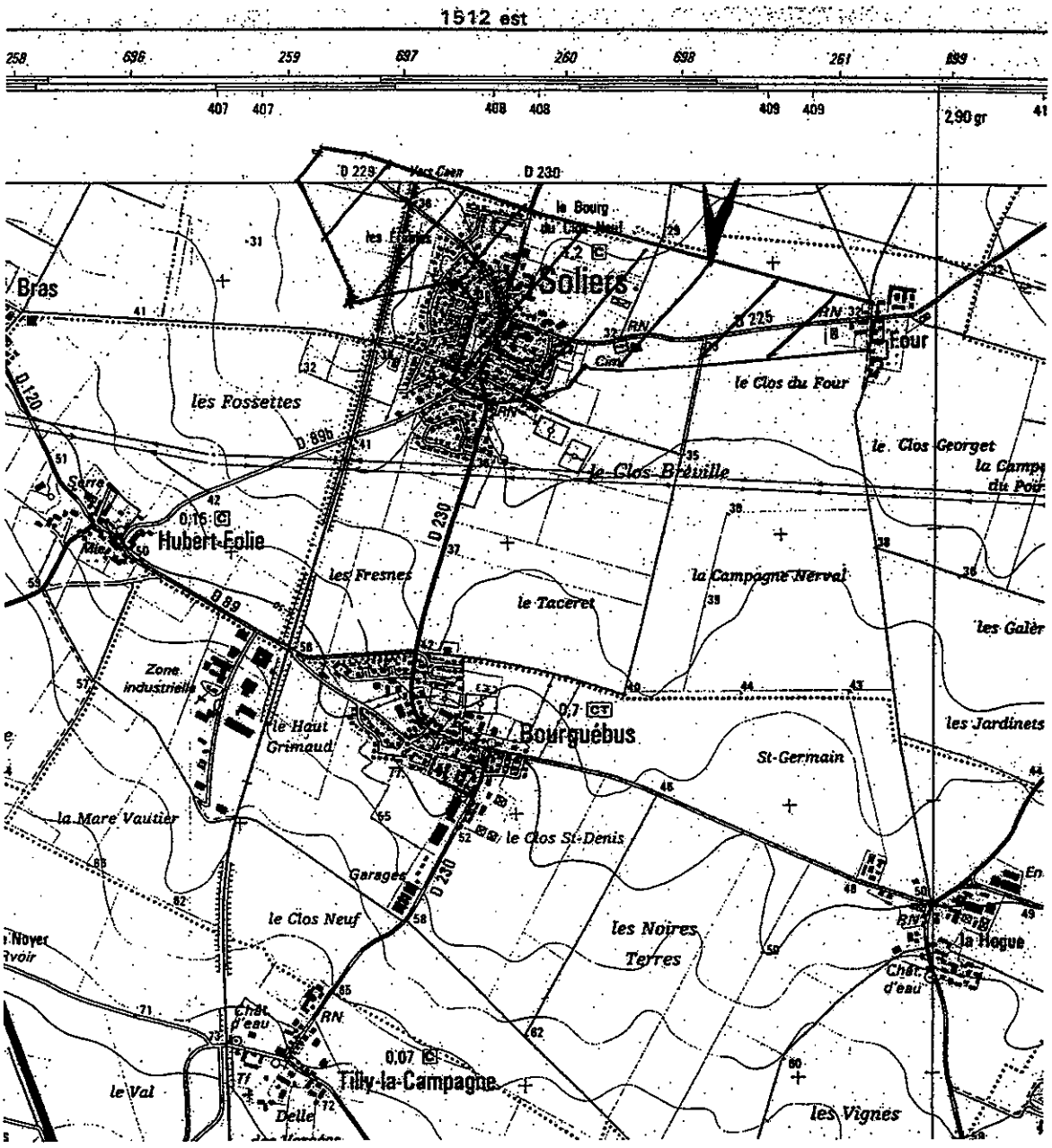


Fig. 14 - Soliers : situation de la partie concernée par le débordement de nappe sur la carte topographique à 1/25 000 (Bretteville-sur-Laize 1613O, ©IGN).

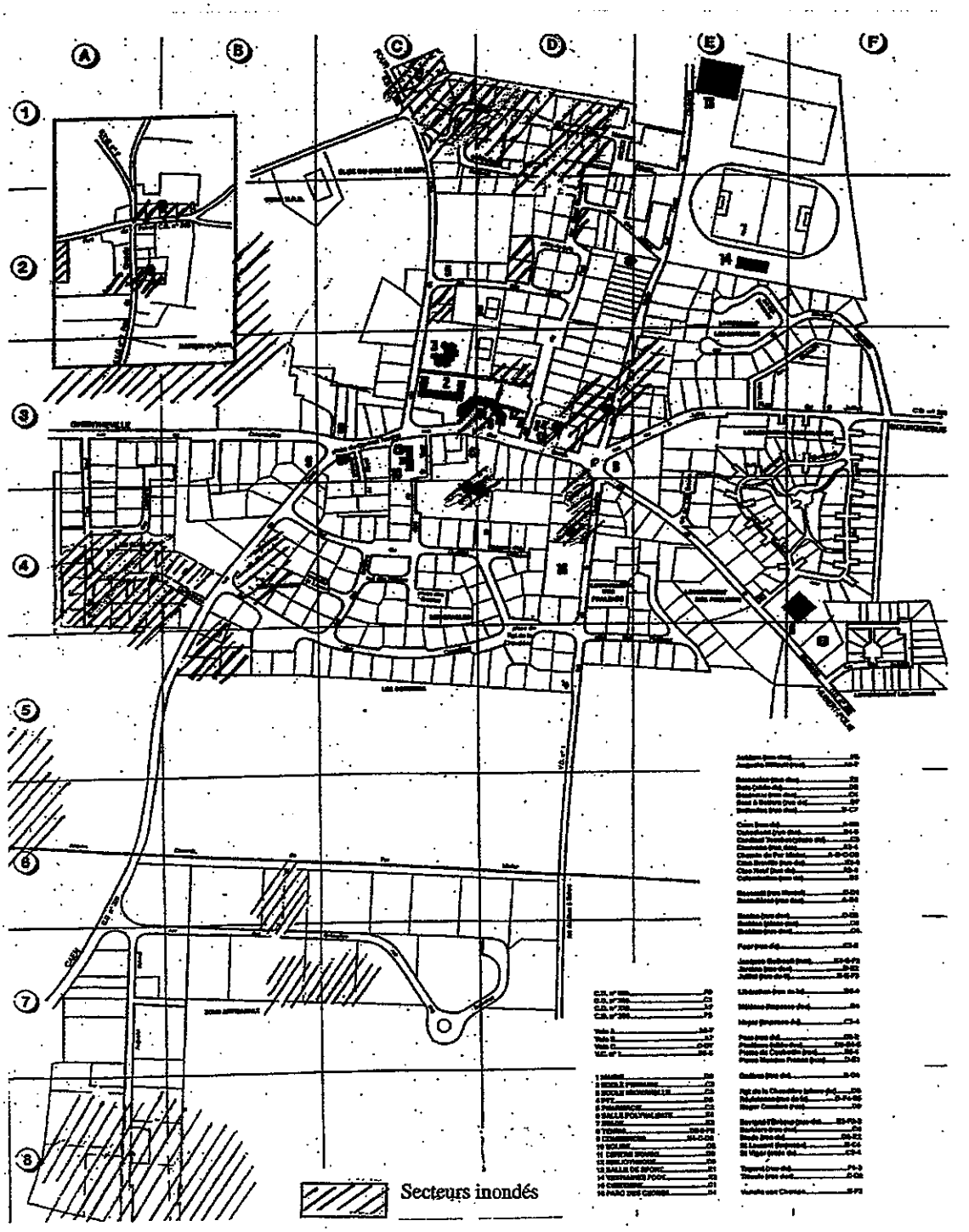


Fig. 15 - Soliers (14) : report des désordres sur plan réduit de la commune.

La plupart des débordements étaient réduits à quelques centimètres ou dizaine de centimètres dans les caves mais sur le hameau du Four, l'inondation précoce (depuis fin janvier 2001) a même dépassé le mètre de hauteur de débordement dans le sous-sol, inondation durable qui n'avait jamais été constatée auparavant par les anciens du village (1944, voire plus tôt encore).

Un puits de ferme sur le hameau de Four dont les niveaux oscillent en général à 11-12 m de profondeur a été relevé à 1,50 m en janvier 2001.

D'importantes arrivées d'eaux du bassin versant agricole amont sans dispositifs d'aménagements suffisants de ruissellement, et en absence d'exutoire naturel existant, aggravent la situation.

Il se pose de manière au moins aussi cruciale pour Soliers que pour Grentheville la question de l'exutoire naturel et du drainage des eaux de sub-surface, bloqué par la voie ferrée puis la RN 13.

Si l'ancien oléoduc d'Armines, conduisant des mines de May-sur-Orne à Mondeville, qui serait en partie fissuré, ne peut jouer ce rôle, il restera à étudier comment pouvoir évacuer les excédents d'eau piégés en surface (passage d'ouvrages hydrauliques sous la voie ferrée avant de rejoindre la vallée humide lorsque la rivière Gronde ou la rivière Orne ne sont pas saturées).

En conclusion, les dégâts subis par les inondations durables par débordement d'aquifère phréatique sont particulièrement nombreux avec quelques cas très critiques, sur la commune de Soliers, d'autant plus que les débordements menacent de toucher à l'activité économique du bourg. La recherche d'un exutoire en surface des eaux, une meilleure maîtrise des ruissellements agricoles en concertation avec les communes mitoyennes amont et aval devraient pouvoir rendre moins vulnérables les zones d'habitations touchées.

3.9. COMMUNE DE CHICHEBOVILLE (14)

3.9.1. Cadre géographique

La commune du Chicheboville (fig. 16) est située à environ 10-15 km au sud-est de Caen, près de la route nationale 13 en direction de Lisieux, et à proximité immédiate des communes de Bellengreville et Vimont situées sur cette nationale. La commune de Chicheboville, dont le bourg est un village-rue, est située en bas d'un grand glacis en pente douce vers le nord-est, à la limite entre ce glacis et une zone de marais qui sont drainés à l'ouest par le ruisseau des Petits marais vers le Sémillon qui draine la partie est du marais et se jette en rive gauche de la Dives. On peut noter que la géométrie des écoulements dans le marais démontre un impact anthropique important sur le drainage du marais, vraisemblablement depuis le Moyen-Âge.

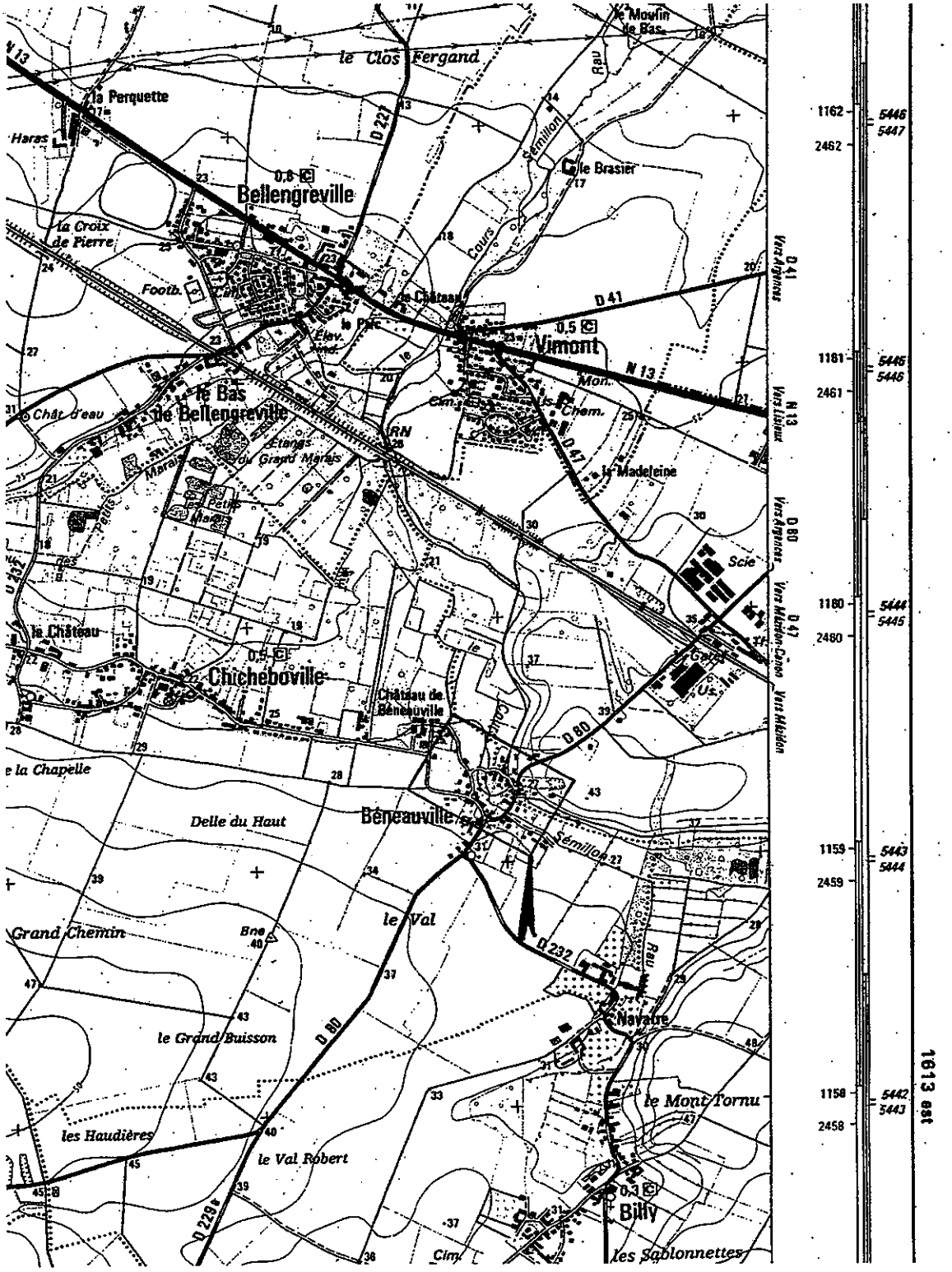


Fig. 16 - Chicheboville (14) : situation de la partie concernée par le débordement de nappe sur la carte topographique à 1/25 000 (Saint-Pierre-sur-Dives/Mézidon 1613E, ©IGN).

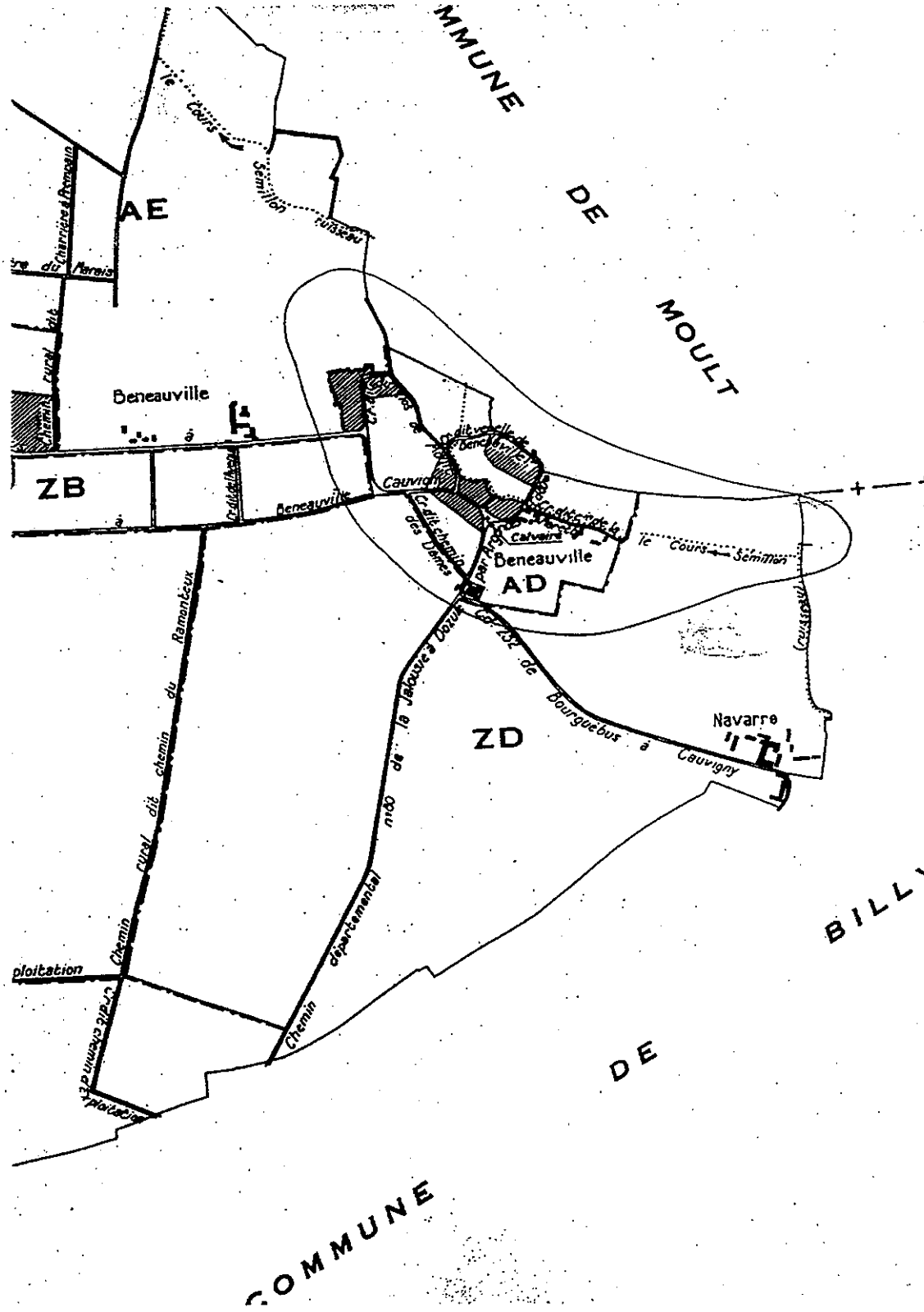


Fig. 17 - Chicheboville (14) : extrait réduit du cadastre : situation des parcelles concernées par l'inondation.

La partie examinée se situe dans le hameau est, à Béneauville, à proximité du thalweg du Sémillon (fig. 16; centroïde en x = 415,000 ; y = 1159,300 ; Lambert Zone 1 ; z = 27 +/- 5 m NGF). On notera qu'une inondation par ruissellement de surface sensu stricto a eu lieu à l'opposé, près du château de Chicheboville.

D'un point de vue géologique, d'après la carte à 1/80 000 de Falaise (n°45, 1948, Ed. BRGM) et les données BSS (Banque de données du sous-sol gérée par le BRGM et accessible au public), les assises géologiques concernées sont constituées de calcaires bathoniens (J///) recouverts près de Béneauville de formations de bas de versant (A), les marais correspondant à des alluvions récentes holocènes (a2).

D'après la carte hydrogéologique du Calvados (1991, Ed. BRGM), la surface libre de l'aquifère du Bathonien (niveau moyen interprété des données disponibles lors de cette publication) se situe en période de moyennes eaux approximativement vers 10 m NGF, soit à une profondeur estimée de quelques mètres à 15 m environ sous la surface du sol du site examiné.

3.9.2. Faits examinés

Le constat BRGM a été effectué le 14 juin 2001, le phénomène ayant commencé fin janvier 2001 avec un paroxysme en mars 2001 et s'est arrêté vers la fin avril - début mai 2001.

Ce sont environ 10 parcelles qui ont été touchées, avec 3-4 garages en rez-de-chaussée inondés, un sous-sol d'une maison construite dans la décennie 50. La maison avec sous-sol comme les garages en rez-de-chaussée se situent dans l'axe du thalweg naturel du Sémillon, ce dernier ayant été dérivé et circulent désormais à une cote topographique légèrement plus haute que le niveau de son thalweg naturel. L'inondation qui a eu lieu, provoquée par la saturation en eau des terrains (débordement de nappe) a provoqué l'inondation d'un sous-sol par arrivée d'eaux souterraines (petits griffons à travers les murs du sous-sol). Les garages sont en fait les éléments de maisons anciennes du hameau qui forment un barrage dans le thalweg naturel du Sémillon. Le débordement de l'aquifère a provoqué en même temps un ruissellement qui a emprunté cette voie et est venu se bloquer contre ces constructions, celles-ci faisant aussi certainement barrage au niveau de leurs fondations, à l'écoulement souterrain de la nappe. La position de ces constructions anciennes, certainement associées au château situé à proximité, tendrait à démontrer la nature exceptionnelle de ce phénomène : il apparaît peu vraisemblable qu'un hameau aussi ancien soit resté intact dans sa position si ces habitants avaient eu à subir fréquemment de telles inondations par effets d'aquifère.

3.10. COMMUNE DE BILLY (14)

3.10.1. Cadre géographique

La commune de Billy (fig. 18) est située dans la plaine de Caen à environ 15 km au sud-est de la capitale basse-normande, à 5 km au sud d'Argences et 9 km à l'est de Mézidon, et à proximité immédiate des communes de Chicheboville et Saint-Sylvain.

La commune de Billy est située dans un vallon sec qui se termine en aval par une zone de marais, à hauteur du hameau de Beneauville sur la commune Chicheboville.

La partie examinée se situe dans la partie haute du village en tête de vallon sec, autour de l'église et du cimetière au lieu-dit le Val Familieux (fig. 18 ; centroïde en x = 414,750 ; y = 1157,250 ; Lambert Zone 1 ; z = 33 +/- 3 m NGF).

D'un point de vue géologique, d'après la maquette provisoire de la carte à 1/50 000 de Mézidon (n°146, 2000, Ed. BRGM) et les données BSS (Banque de données du sous-sol gérée par le BRGM et accessible au public), les assises géologiques concernées sont constituées de calcaires de la formation de Rouvre (Bathonien moyen) en partie haute du village et des calcaires de la formation de Bon Mesnil (Bathonien moyen) en partie basse de vallon, recouverts dans l'axe du vallon par des colluvions de versant (Cv), les marais correspondant à des alluvions récentes holocènes (Fz).

D'après la carte hydrogéologique du Calvados (1991, Ed. BRGM), la surface libre de l'aquifère du Bathonien (niveau moyen interprété des données disponibles lors de cette publication) se situe en période de moyennes eaux approximativement vers 20 m NGF, soit à une profondeur estimée de 13 m environ sous la surface du sol du site examiné.

3.10.2. Faits examinés

Le constat BRGM a été effectué le 9 mai 2001.

Un quartier de ce village a été inondé (environ 7 rez-de-chaussée et 7 sous-sols) alors qu'il se situe en dehors de secteurs d'écoulement de surface. Des pompes ont été mises en place et assurent depuis plusieurs semaines l'évacuation des eaux des sous-sols.

Un puits agricole situé sur la zone permet de créer un cône de rabattement en son voisinage et soulage les pompages réalisés dans les maisons proches. On notera que certains habitants du secteur considèrent que c'est ce puits agricole qui a créé les désordres en favorisant l'émergence de l'eau souterraine. Ce point de vue semble totalement irréaliste. C'est la mise en charge de la nappe sur toute son étendue qui a noyé le secteur.

On se situe donc bien dans le cadre d'une inondation de nappe.

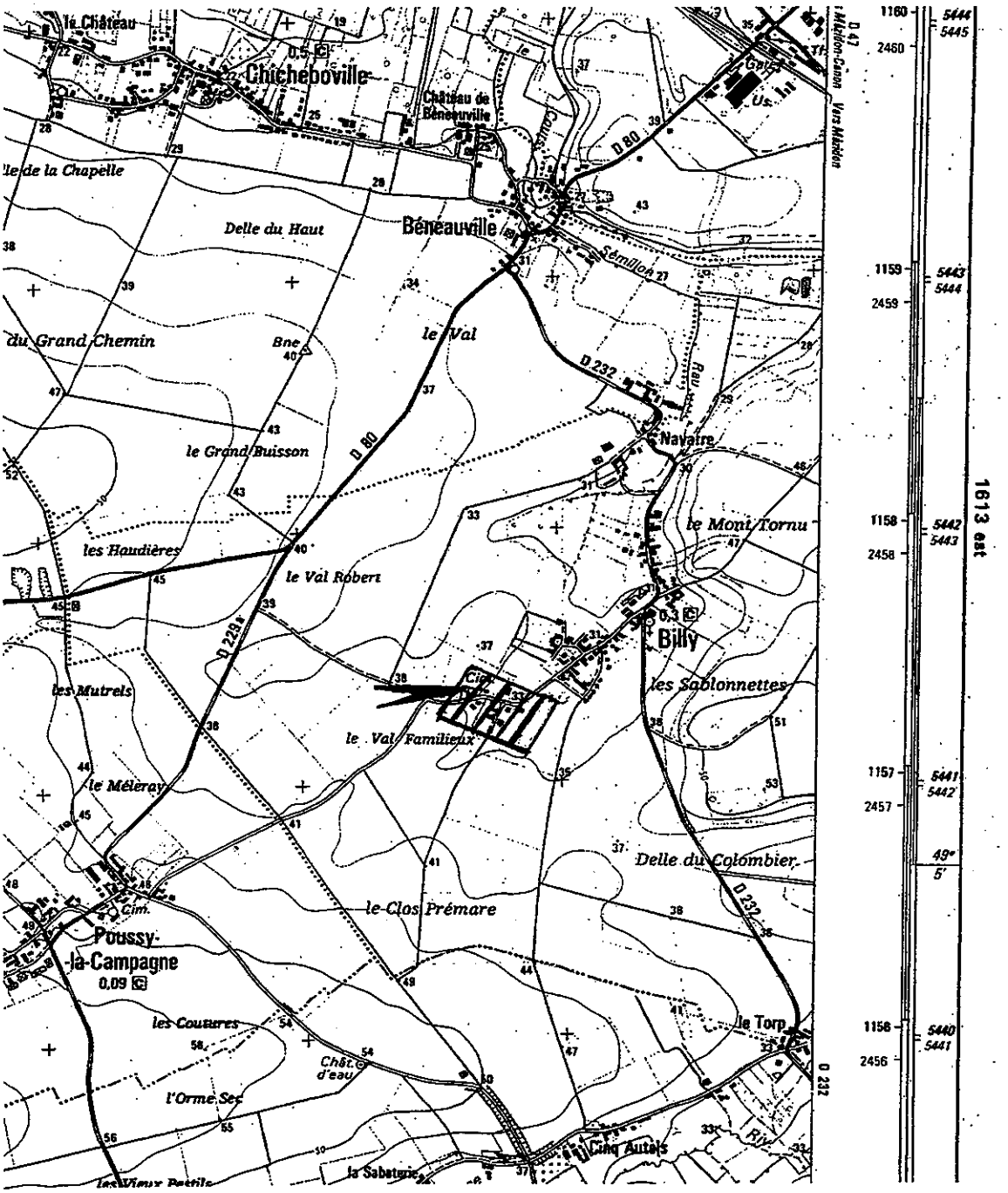


Fig. 18 - Billy (14) : situation de la partie concernée par le débordement de nappe sur la carte topographique à 1/25 000 (Bretteville-sur-Laize 1613O, ©IGN).

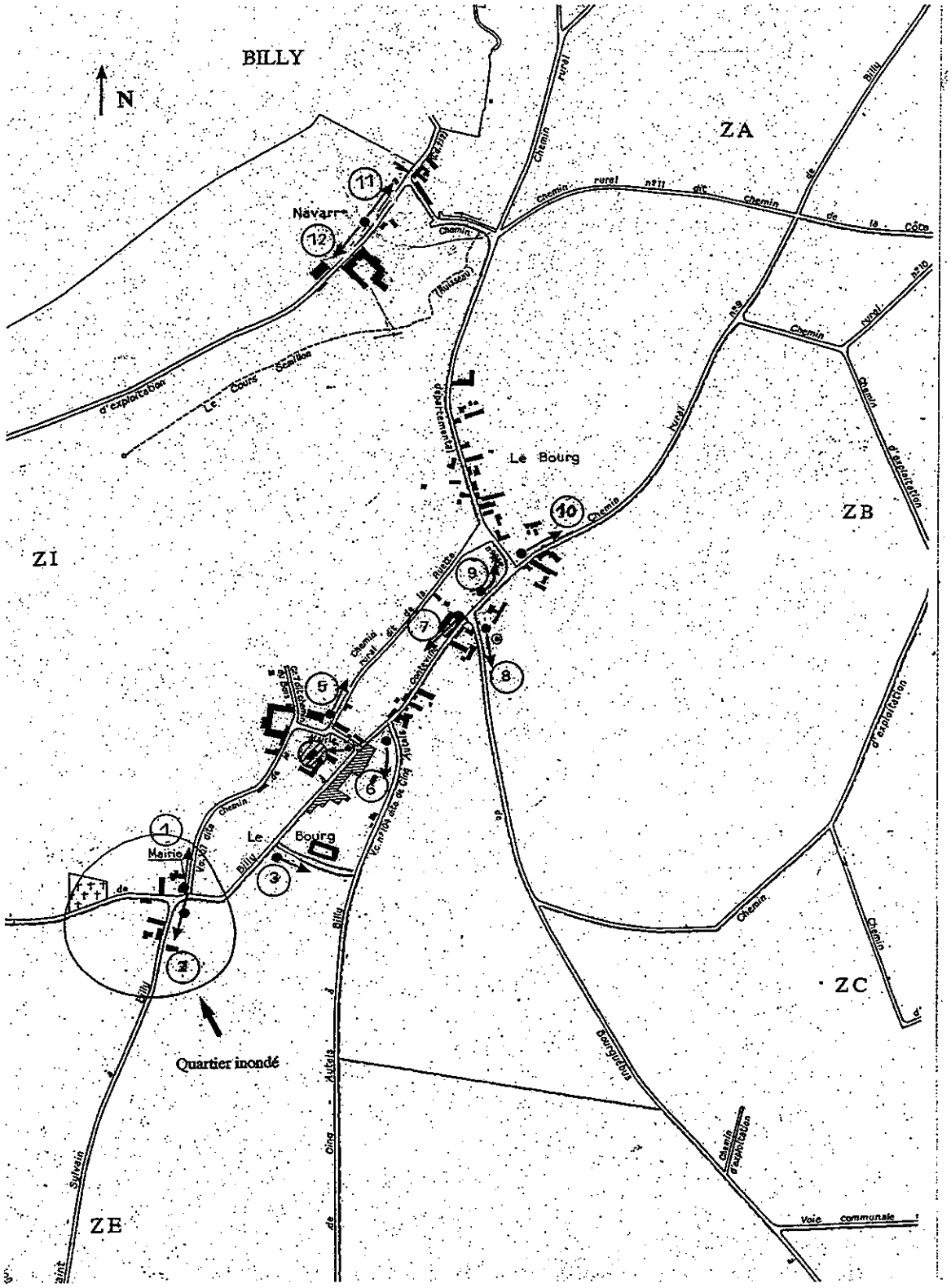


Fig. 19- Billy (14) : extrait réduit du cadastre : situation des parcelles concernées par l'inondation.

3.11. COMMUNE DE SAINT-SYLVAIN (14)

3.11.1. Cadre géographique

La commune de Saint-Sylvain se situe dans la plaine de Caen, à 15 km au sud-est du centre de la capitale basse-normande, Caen. La commune se trouve en tête d'une vallée humide, drainée par la rivière Muance, qui se prolonge vers le nord-est.

La zone inondée concerne l'ensemble du centre ancien du bourg et des deux flancs de vallées côté aval (fig. 20 ; x= 413,30 ; y = 1153,85 ; Lambert Zone 1 ; z = 45 +/- 5 m NGF).

D'un point de vue géologique, d'après la maquette provisoire à 1/50 000 de Mézidon (n° 146, 2002, Ed. BRGM) et les données BSS (Banque de données du sous-sol gérée par le BRGM et accessible au public), le substratum géologique est constitué par les calcaires de la formation des calcaires de Rouvres dans la partie amont de la commune (Bathonien moyen) et des calcaires de la formation de calcaires de Caen (Bathonien moyen à inférieur). Les colluvions limoneuses de versants recouvrent le substratum dans tout l'axe de la vallée et sur le plateau, l'ensemble de la surface étant en grande partie recouvert par les lœss.

D'après la carte hydrogéologique du Calvados (1991, Ed. BRGM), la surface libre de l'aquifère du Bathonien est située en situation normale à la profondeur de 40 m NGF (niveau moyen interprété des données disponibles lors de cette publication), soit à une profondeur estimée à 4 m environ sous la surface du sol du site examiné en période de moyennes eaux. La source de la Muance est située à 39 m NGF dans la partie immédiate en aval du centre bourg.

3.11.2. Faits examinés

La visite a eu lieu le 5 avril 2001. Le débordement de la nappe phréatique se produit par des remontées d'eaux jaillissantes notamment à travers le réseau d'assainissement : des petits jets artésiens de 5 à 10 cm sortent des plaques d'égout et envahissent le centre imperméabilisé du village : outre les dégâts au réseau d'assainissement, à la station d'épuration, on note de très gros dégâts à la voirie dont les terrains de remblais saturés ne permettent plus une bonne tenue à la route, et qui se déforme et se fragilise ainsi qu'une quarantaine de maisons relativement anciennes en terre plein, qui sont également touchées (ann. 1.3). Des survenues d'eaux avec fissuration des murs ont été aussi observées.

En conclusion, la commune de Saint-Sylvain a été l'une des plus touchées du département, tant de part le nombre de maisons (touchées en terre plein et hors zone de lotissement récent) que par l'ampleur du débordement de l'aquifère.

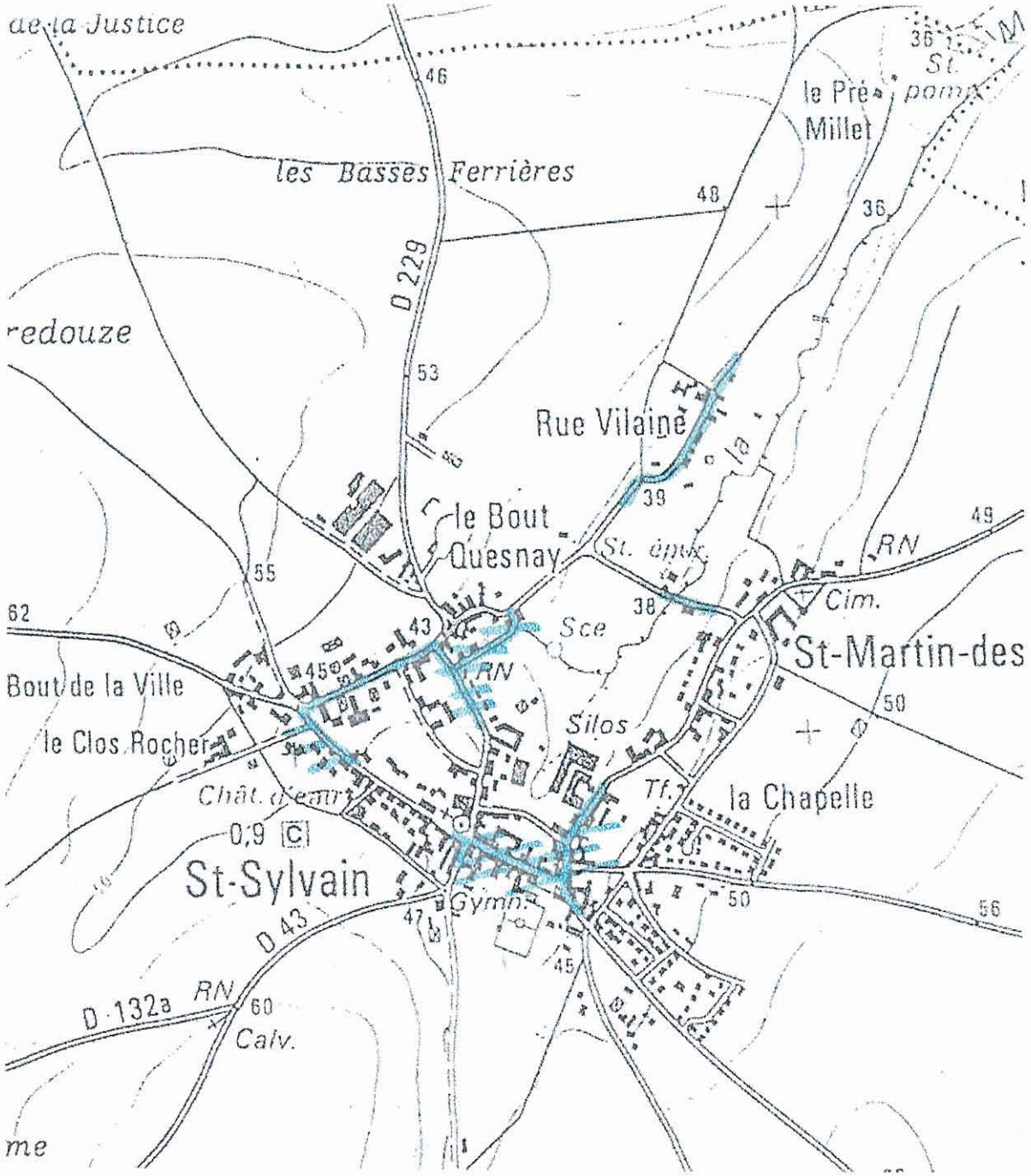


Fig. 20 - Saint-Sylvain (14) : situation de la partie concernée par le débordement de nappe sur la carte topographique à 1/25 000 (Bretteville-sur-Laize 1613 O, ©IGN).

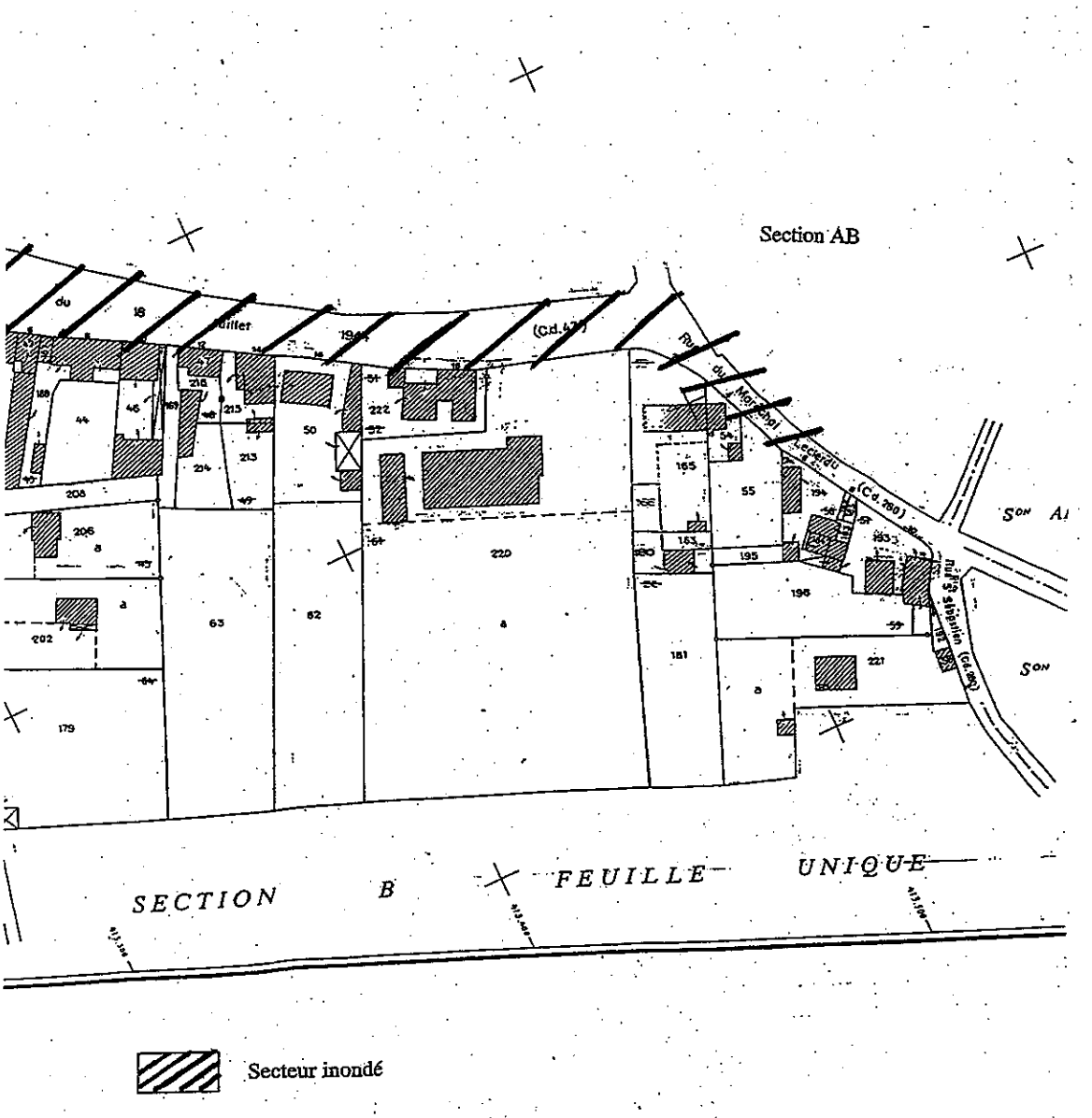


Fig. 21a - Saint-Sylvain (14) : extrait réduit du cadastre : situation des parcelles concernées par l'inondation.

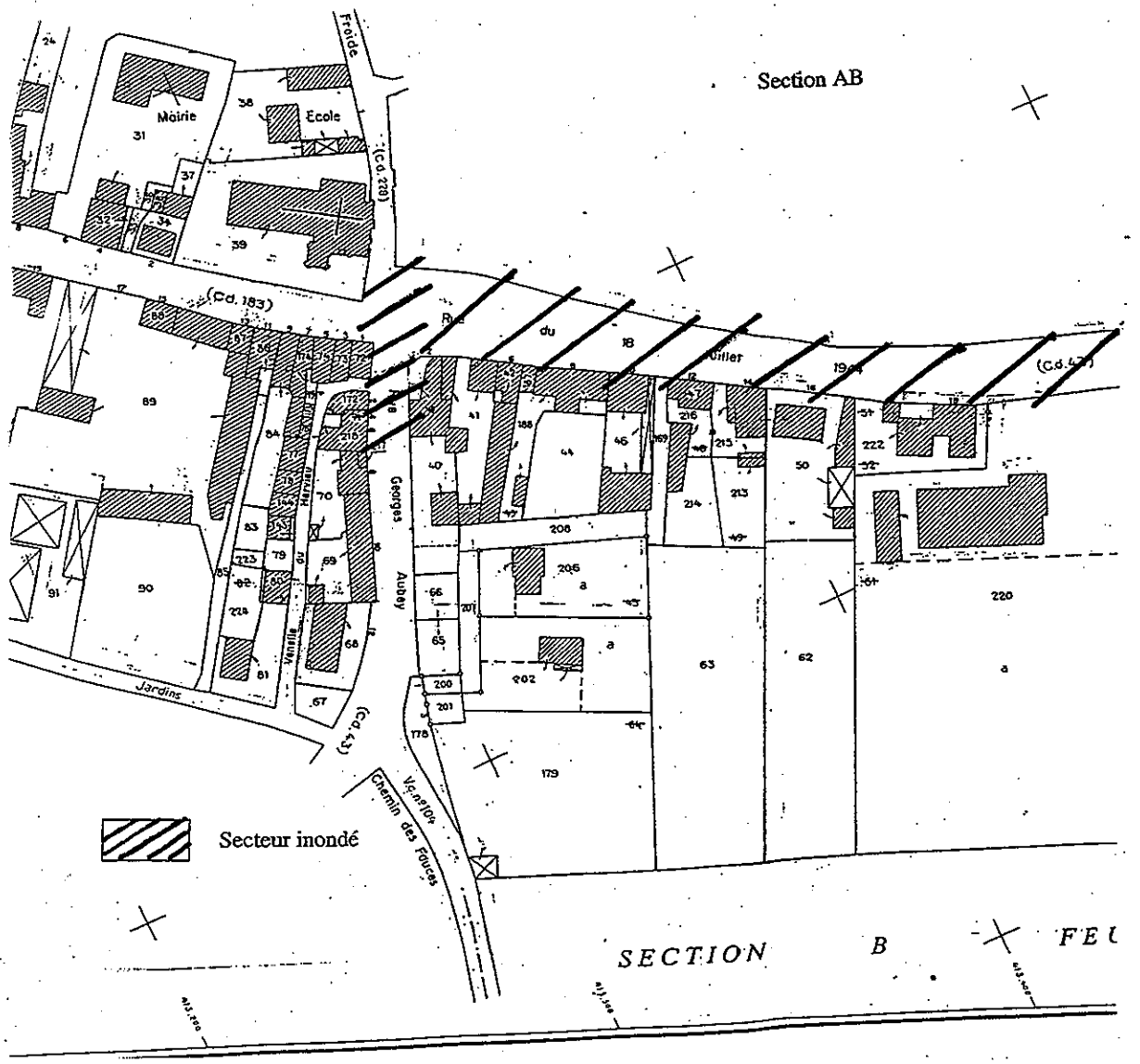


Fig. 21b - Saint-Sylvain (14) : extrait réduit du cadastre : situation des parcelles concernées par l'inondation.

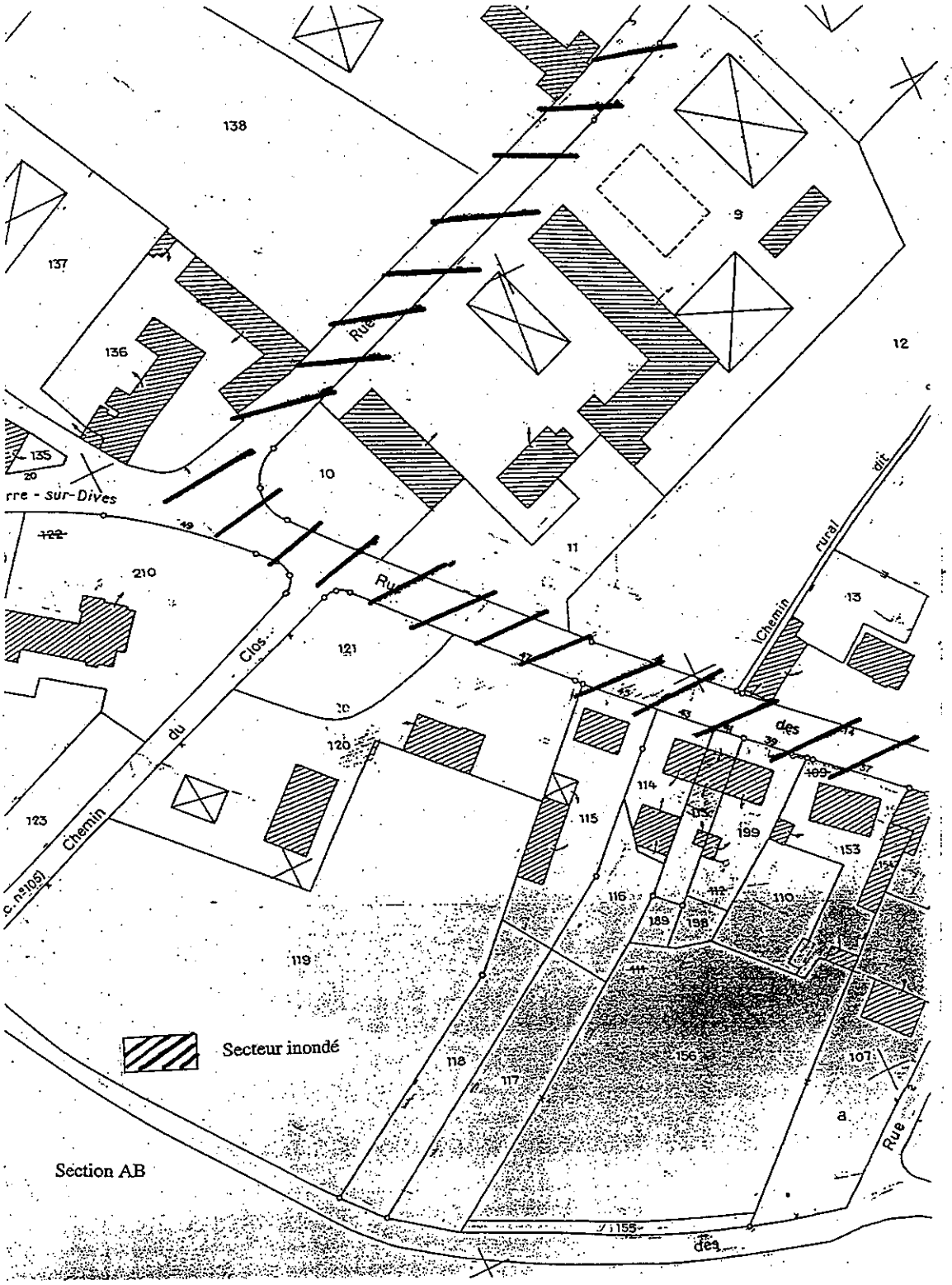


Fig. 21c - Saint-Sylvain (14) : extrait réduit du cadastre : situation des parcelles concernées par l'inondation.

Fig. 21d - Saint-Sylvain (14) : extrait réduit du cadastre : situation des parcelles concernées par l'inondation.

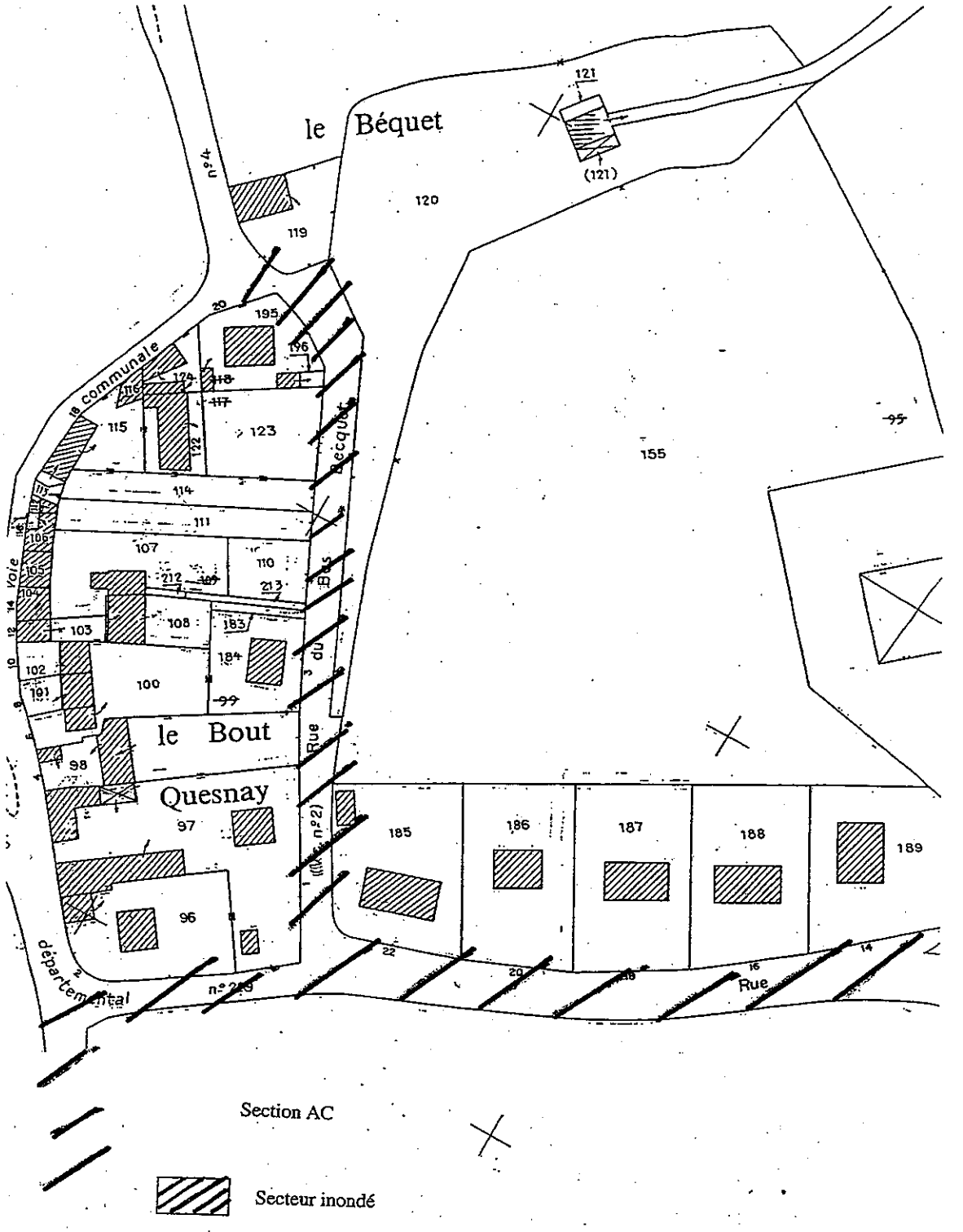


Fig. 21e - Saint-Sylvain (14) : extrait réduit du cadastre : situation des parcelles concernées par l'inondation.

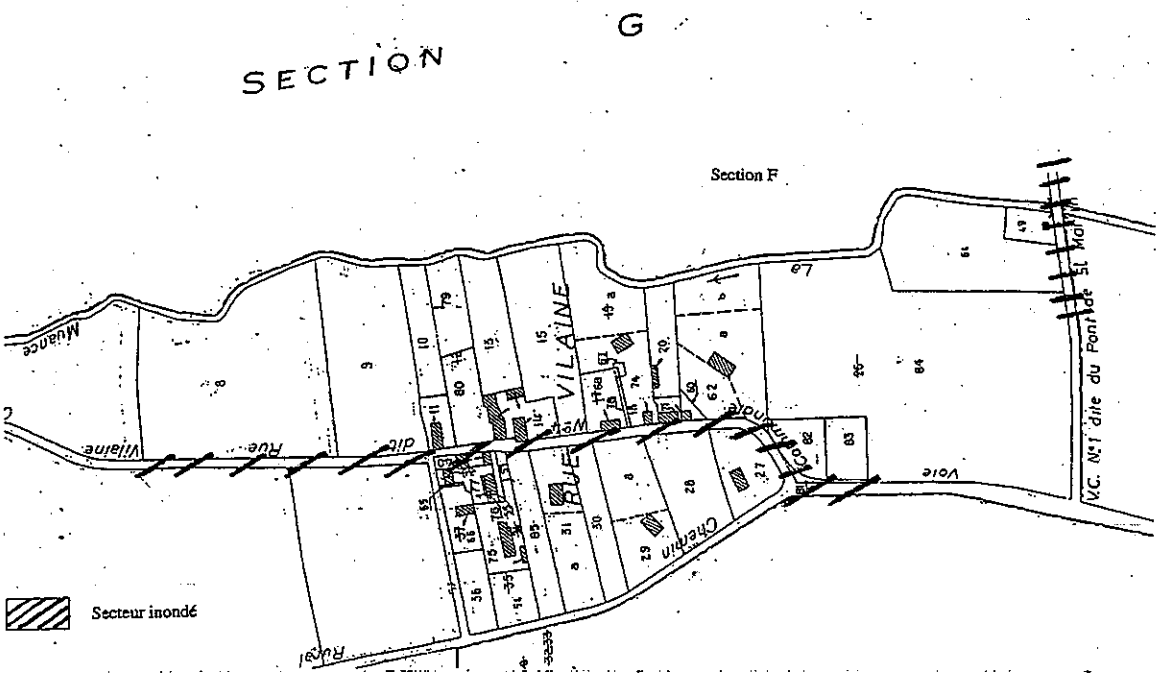


Fig. 21f - Saint-Sylvain (14) : extrait réduit du cadastre : situation des parcelles concernées par l'inondation.

3.12. COMMUNE DE FIERVILLE-BRAY

3.12.1. Cadre géographique

La commune de Fierville-Bray se situe dans la plaine de Caen, à 15 km au sud-est du centre de la capitale basse-normande, Caen. La commune se trouve dans le prolongement aval de Saint-Sylvain dans la vallée de la Muance.

La zone inondée concerne le hameau de « la commune de Boissay » le long de la RD 43 entre le bourg de Fierville-Bray et celui de Saint-Sylvain. (fig. 22. ; x = 415,00 ; y = 1154,91 ; Lambert Zone 1 ; z = 39 +/- 2 m NGF).

D'un point de vue géologique, d'après la maquette provisoire à 1/50 000 de Mézidon (n°146, 2002, Ed. BRGM) et les données BSS (Banque de données du sous-sol gérée par le BRGM et accessible au public), le substratum géologique est constitué par les calcaires de Rouvres (Bathonien moyen). Les colluvions limoneuses de versants recouvrent le substratum dans tout l'axe de la vallée et sur le plateau, l'ensemble de la surface étant en grande partie recouvert par les lœss.

D'après la carte hydrogéologique du Calvados (1991, Ed. BRGM), la surface libre de l'aquifère du Bathonien est située en situation normale à la profondeur environ de 32 m NGF (niveau moyen interprété des données disponibles lors de cette publication), soit à une profondeur estimée à 7 m environ sous la surface du sol du site examiné en période de moyennes eaux.

3.12.2. Faits examinés

La visite a eu lieu le 11 avril 2001. Ce sont deux caves en sous-sols de pavillons récents, plus environ deux à trois maisons plus anciennes en terre-plein qui ont été touchées dans la partie amont de la commune

Une première phase de débordement a eu lieu en fin janvier - début février 2001 tandis que la deuxième phase de débordement s'est produite en mars 2001.

A hauteur d'une maison traditionnelle en pierre qui fait face aux deux pavillons récents, le débordement se fait par le trop-plein du puits en pierre et à travers les têtes d'assainissement avec des petits jets artésiens de 2 à 3 cm de haut. Une lame d'eau d'un centimètre en écoulement continu avait envahi la maison.

Les travaux de curage des fossés en surface avec renvoi vers la Muance a soulagé quelque peu les effets d'inondations.

La partie touchée en amont de la commune et hors de l'axe de talweg le plus bas montre bien que la géométrie de la nappe n'obéit pas toujours à la géométrie de la topographie. En l'occurrence, ces cas de débordements sont à rattacher à ceux de Saint-Sylvain avec des effets qui sont moindres du fait du caractère plus rural du point d'inondation (zone non aussi dense en structures d'habitation, pas d'imperméabilisation du sous-sol faisant obstacle à l'écoulement naturel des eaux).

Malgré plusieurs relances de demande tant à l'écrit (télécopie si possible sinon courrier) qu'à oral (essai de contact par voie téléphonique), il n'a pas été possible d'obtenir de la commune le report des zones inondées sur un plan à l'échelle de la commune.

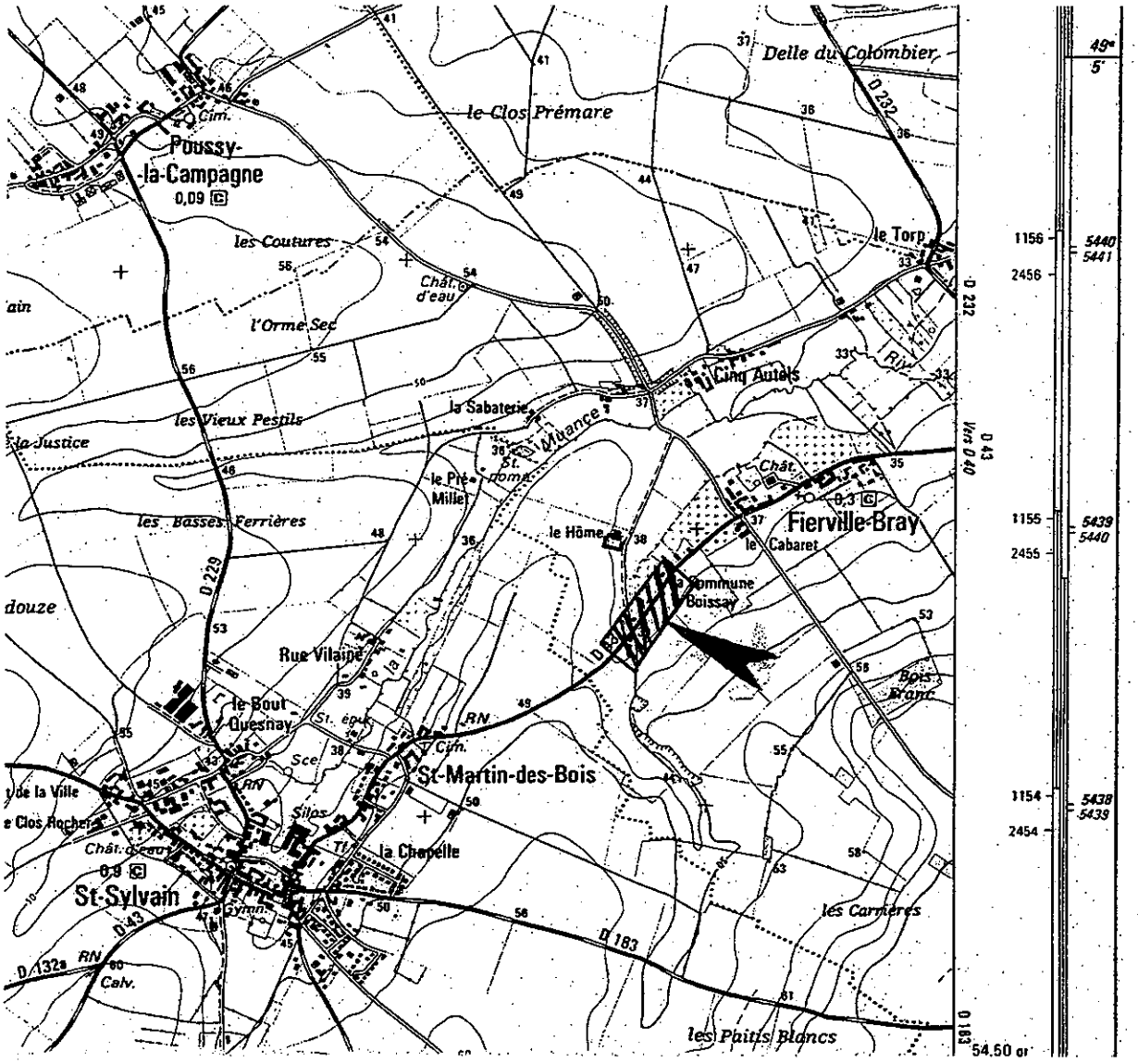


Fig. 22 - Fierville-Bray (14) : situation de la partie concernée par le débordement de nappe sur la carte topographique à 1/25 000 (Bretteville-sur-Laize 1613 O, ©IGN).

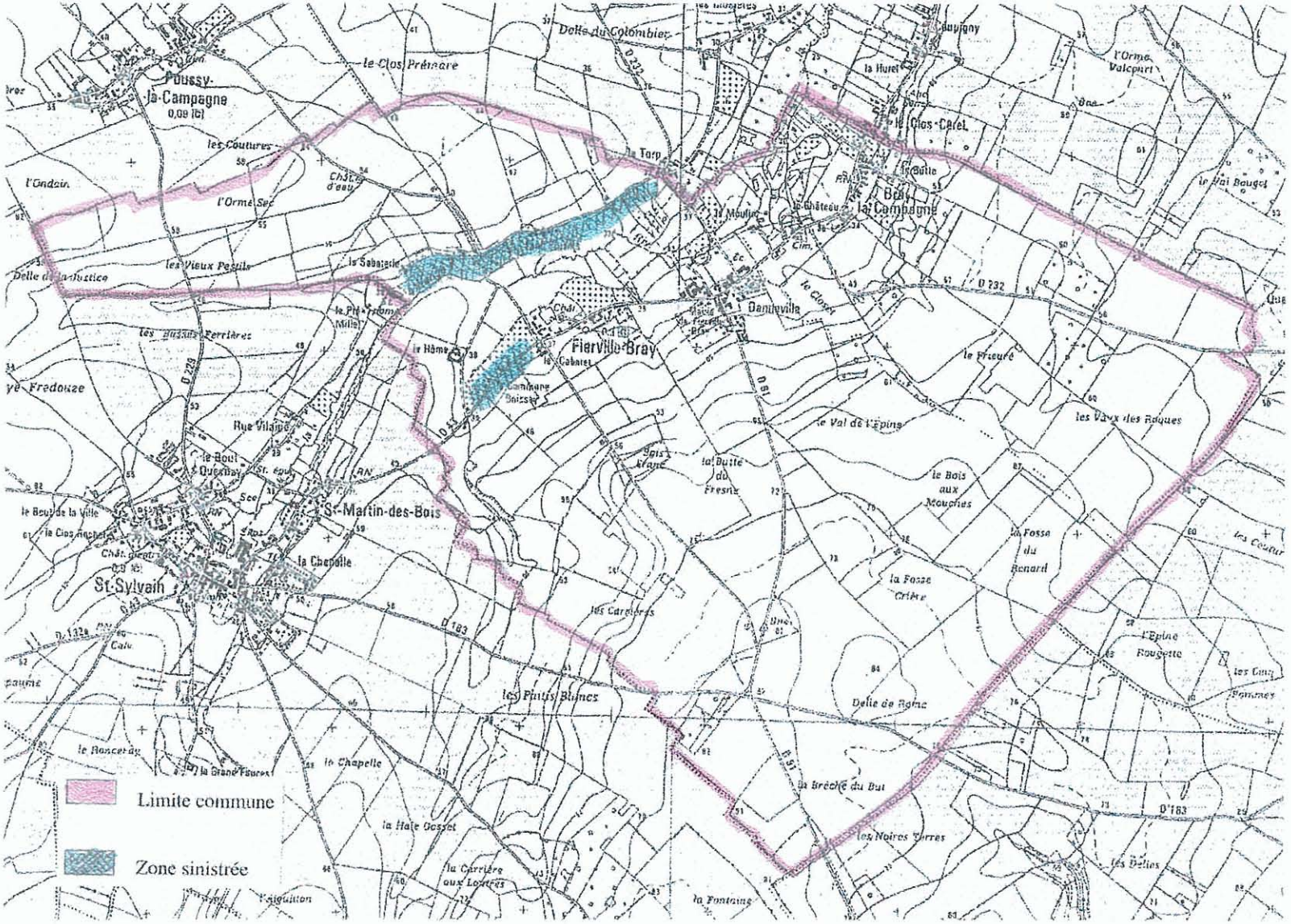


Fig. 23 - Fierville-Bray (14) : extrait réduit du cadastre : situation des parcelles concernées par l'inondation.

3.13. COMMUNE D'ERNES

3.13.1. Cadre géographique

La commune d'Ernes se situe dans la plaine de Caen, à 24 km au sud-est du centre de la capitale basse-normande, Caen. La commune se trouve en fond d'un vallon sec avant sa ramification avec la vallée humide du Laizon.

La zone inondée concerne le hameau de « la commune de Boissay » le long de la RD 43 entre le bourg de Fierville-Bray et celui de Saint-Sylvain. (fig. 24 ; x = 415,00 ; y = 1154,91 ; Lambert Zone 1 ; z = 43-49 +/- 2 m NGF).

D'un point de vue géologique, d'après la maquette provisoire de la carte à 1/50 000 de Mézidon (n°146, 2000, Ed. BRGM) et les données BSS (Banque de données du sous-sol gérée par le BRGM et accessible au public), les assises géologiques concernées sont constituées de calcaires de la formation de Bon Mesnil (Bathonien moyen), recouverts ou non par des colluvions de versant (Cv).

D'après la carte hydrogéologique du Calvados (1991, Ed. BRGM), la surface libre de l'aquifère du Bathonien est située en période de moyennes eaux à la profondeur environ de 40 m NGF (niveau moyen interprété des données disponibles lors de cette publication), soit à une profondeur estimée à 3 à 10 m environ sous la surface du sol sous le bourg de la commune examinée.

3.13.2. Faits examinés

La visite a eu lieu le 9 mai 2001.

Plusieurs habitations ont eu leurs caves inondées par suite du débordement de la nappe et de la pente très réduite pour l'évacuation des eaux superficielles. Un rez-de-chaussée a été également touché.

L'inondation des terrains a perduré plusieurs semaines.

Des problèmes dans le fonctionnement des fosses sceptiques ont été signalés, ils résultent de la situation d'une nappe totalement saturée pour laquelle l'évacuation des flux souterrains vers les exutoires naturels ont été longs.

On se situe donc bien dans le cadre d'une inondation de nappe.

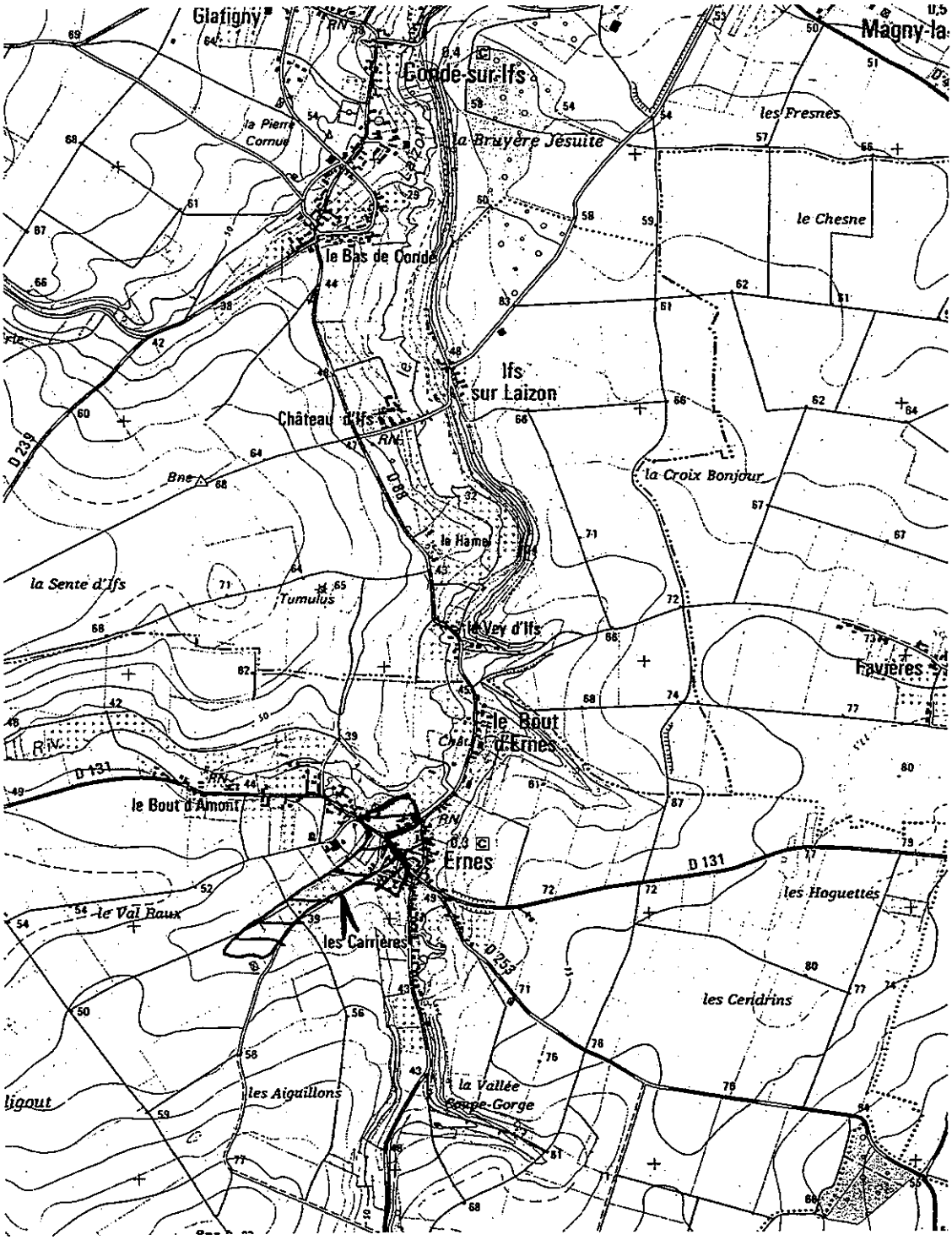


Fig. 24 - Ernes (14) : situation de la partie concernée par le débordement de nappe sur la carte topographique à 1/25 000 (Saint-Pierre-du-Dives Mézidon 1613 E, ©IGN).

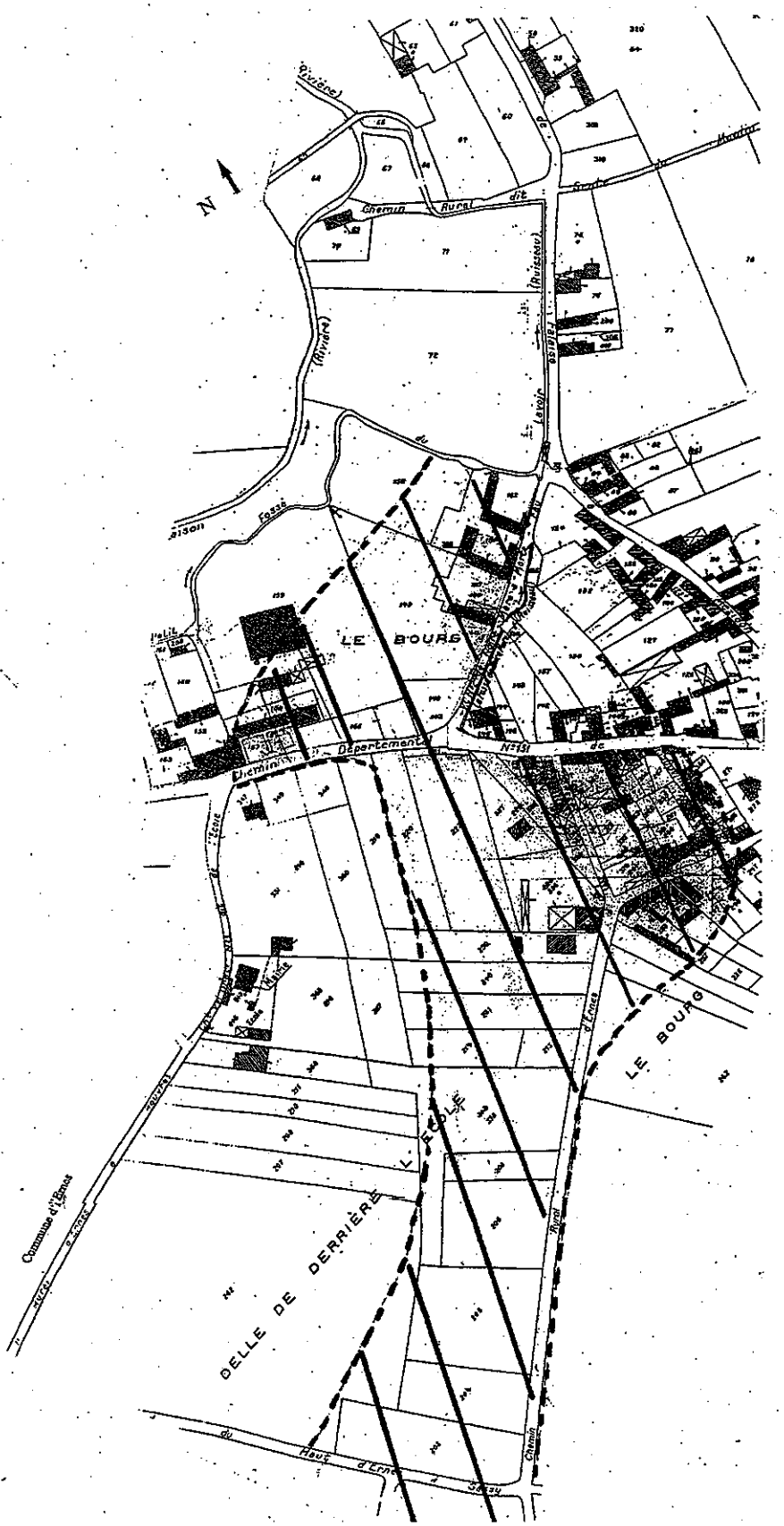


Fig. 25 - Ernes (14) : extrait réduit du cadastre : situation des parcelles concernées par l'inondation.

3.14. COMMUNE DE VENDEUVRE

La commune de Vendeuvre est située dans la plaine de Caen, à 29 km au sud-est du centre de la capitale basse-normande, Caen. La commune se trouve en rive gauche immédiate de la Dives.

D'après la mairie, il n'y a jamais eu d'inondation durable pouvant indiquer un phénomène de remontée de nappe phréatique.

3.15. COMMUNE DE BERNIÈRES D'AILLY

3.15.1. Cadre géographique

La commune de Bernières d'Ailly se situe dans la campagne de Falaise, à 31 km au sud-est du centre de la capitale basse-normande, Caen et 11 km au nord-est de Falaise. La commune se trouve sur le flanc de versant ouest de la vallée de la Dives (rive gauche).

La zone inondée concerne le lieu-dit «Le Canton » (fig. 26 ; x= 422,625 ; y = 1141,800 ; Lambert Zone 1 ; z = 43+/- 3 m NGF).

D'un point de vue géologique, d'après la maquette provisoire de la carte à 1/50 000 de Falaise (n°176, 1999, Ed. BRGM) et les données BSS (Banque de données du sous-sol gérée par le BRGM et accessible au public), les assises géologiques concernées sont constituées de calcaires de la formation de Bon Mesnil (Bathonien moyen), recouverts par des colluvions de versant (Cv) sur un mètre environ.

D'après la carte hydrogéologique du Calvados (1991, Ed. BRGM), la surface libre de l'aquifère du Bathonien est située en période de moyennes eaux à la profondeur environ de 38-42 m NGF (niveau moyen interprété des données disponibles lors de cette publication), soit à une profondeur estimée à quelques mètres environ sous la surface du sol.

3.15.2. Faits examinés

La visite a eu lieu le 11 avril 2001.

Une ancienne zone de carrière en cuvette topographique (servant à l'occasion de bassin de rétention d'orage) s'est totalement rempli d'eau dès la mi-janvier 2001.

L'affleurement de l'aquifère atteint le pied d'une maison habitation en aval immédiat sans la toucher (hormis les problèmes de remontées capillaires ?) et a inondé les rez-de-chaussées des bâtiments annexes (grange et garage). L'eau est retenue le long d'un mur de propriété en béton.

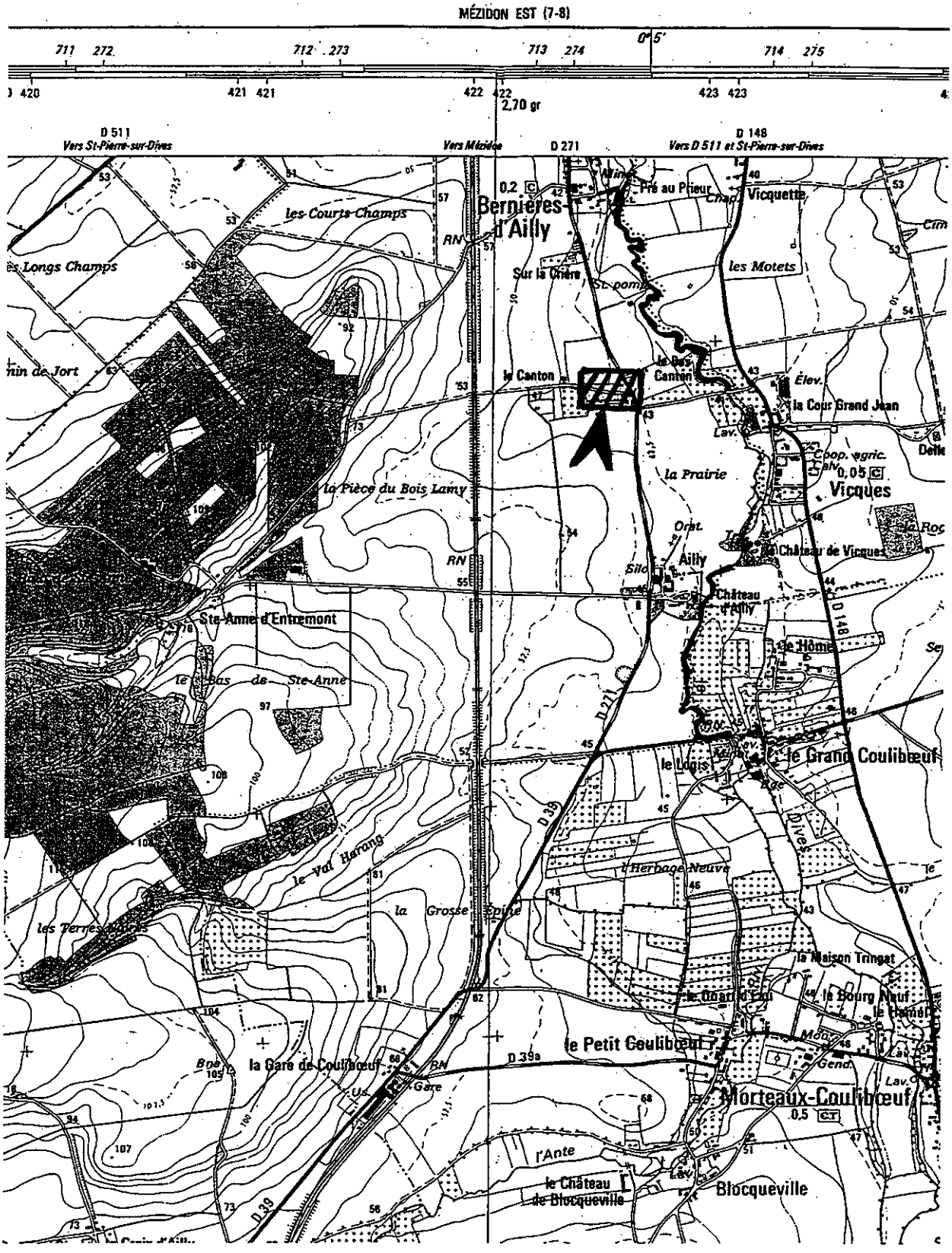


Fig. 26 - Bernières-d'Ailly (14) : situation de la partie concernée par le débordement de nappe sur la carte topographique à 1/25 000 (Falaise Est 1614 E, ©IGN).

Deux à trois pavillons (post 1960), situés sur le flanc nord du bassin de l'autre côté de la chaussée ont leur cave inondée sur plusieurs dizaines de centimètres.

Des travaux de pose d'une traversée hydraulique sous chaussée (sous la RD 271) allaient être démarrés ce même jour pour renvoyer la frange supérieure des eaux débordantes dans un fossé d'eaux pluviales de la route.

Malgré plusieurs relances de demandes tant à l'écrit (télécopie si possible sinon courrier) qu'à l'oral (essai de contact par voie téléphonique), il n'a pas été possible d'obtenir de la commune le report des zones inondées sur un plan à l'échelle de la commune.

3.16. COMMUNE DE MORTEAUX-COULIBOEUF

3.16.1. Cadre géographique

La commune de Morteaux-Couliboeuf se situe dans la campagne de Falaise, à 31 km au sud-est du centre de la capitale basse-normande, Caen et 11 km au nord-est de Falaise. La commune se trouve en fond de vallée entre la Dives et son affluent, l'Ante juste avant leur confluence.

La zone inondée concerne toutes les parties basses de la commune, essentiellement autour des hameaux dispersés du «Petit Couliboeuf » et de « Morteaux » (fig. 27 ; x= 423,5 ; y = 1138,850 ; Lambert Zone 1 ; z = 45+/- 3 m NGF).

D'un point de vue géologique, d'après la maquette provisoire de la carte à 1/50 000 de Falaise (n° 176, 1999, Ed. BRGM) et les données BSS (Banque de données du sous-sol gérée par le BRGM et accessible au public), les assises géologiques concernées sont constituées par les alluvions récentes et/ou anciennes de la vallée de la Dives sur les calcaires de la formation de Bon Mesnil ou de Caen (Bathonien moyen).

D'après la carte hydrogéologique du Calvados (1991, Ed. BRGM), la surface libre de l'aquifère du Bathonien (sous-jacent sous la nappe alluviale) est située en période de moyennes eaux à la profondeur environ de 38-42 m NGF (niveau moyen interprété des données disponibles lors de cette publication), soit à une profondeur estimée à 0 à 2 m environ sous la surface du sol.

3.16.2. Faits examinés

L'affleurement des eaux souterraines a commencé en début janvier pour se finir en début avril 2001. Lors de la visite du BRGM, le 11 avril 2001, les eaux de débordements n'étaient plus visibles mais les traces laissées étaient encore fraîches, notamment dans les champs inondés.

Le fond de vallée est un secteur propice aux inondations récurrentes de la surface (une carte des zones inondables a été élaborée par la DIREN de Basse-Normandie). La commune renferme de vastes étendues de zones humides (« Morteaux »).

La nappe d'accompagnement alluviale de la Dives étant connectée à la nappe du Bathonien par les graves de fonds des alluvions anciennes, les eaux souterraines sont remontées jusqu'à l'affleurement.

Une vingtaine de maisons environ, la plupart anciennes, ont été inondées soit en rez-de-chaussée (une bonne moitié) jusqu'à plus d'une dizaine de centimètres de hauteur d'eau, soit en sous-sol.

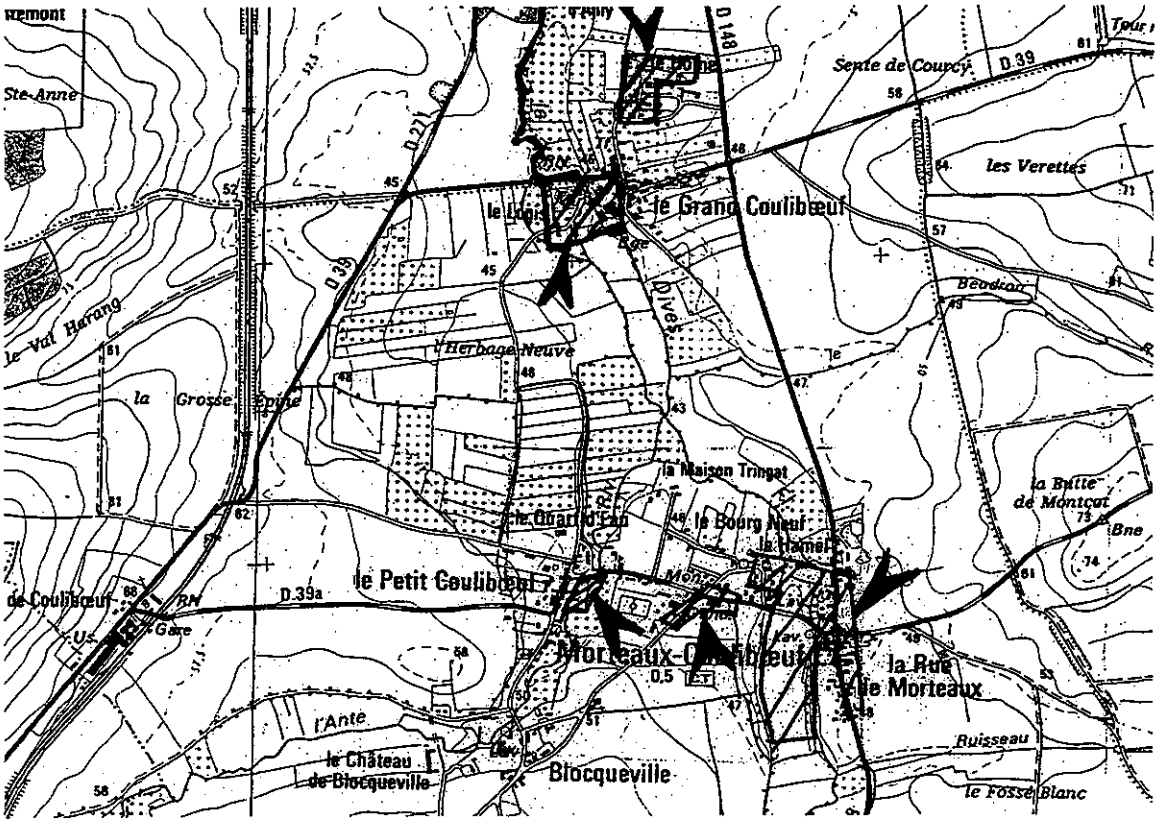


Fig. 27 - Morteaux-Couliboeuf (14) : situation de la partie concernée par le débordement de nappe sur la carte topographique à 1/25 000 (Falaise Est 1614 E, ©IGN).

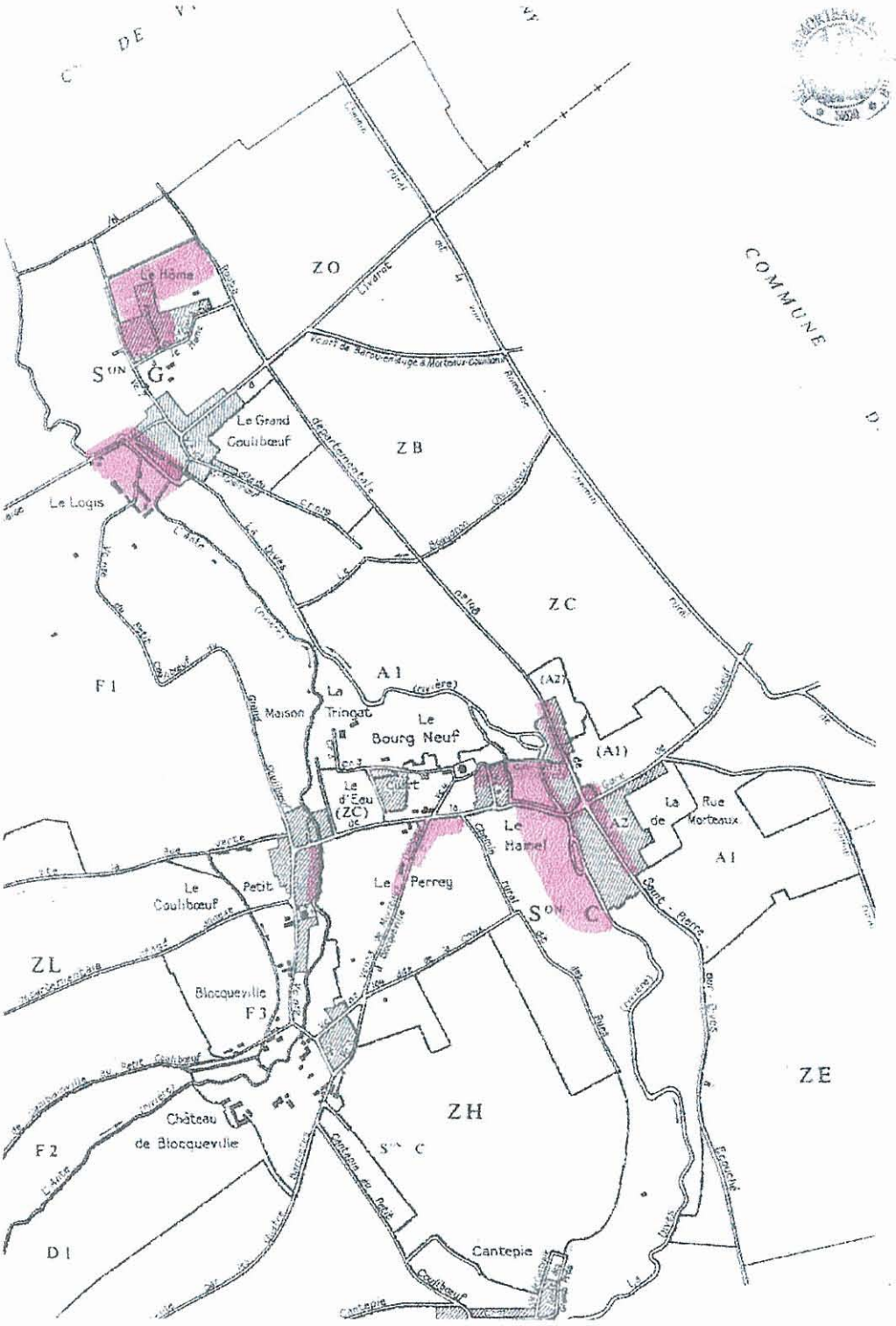


Fig. 28 - Morteaux-Couliboeuf (14) : extrait réduit du cadastre : situation des parcelles concernées par l'inondation.

3.17. COMMUNE DU MARAIS-LA-CHAPELLE (14)

3.17.1. Cadre géographique

La commune du Marais-la-Chapelle (fig. 29) est située à la limite sud-est du Calvados, près de la frontière avec le département de l'Orne, le long de la route départementale RD 63a, entre Falaise (WNW) et Trun (ESE). La commune est répartie en deux hameaux principaux (La Chapelle et le Marais) tous deux touchés par le phénomène de débordement de l'aquifère bathonien. La rivière qui coule près du Petit Marais est le Radon, affluent en rive droite de la Dives (fig. 29 ; centroïde en x = 427,500 ; y = 1133,900 ; Lambert Zone 1 ; z = 65 à 76 +/- 5 m NGF).

D'un point de vue géologique (fig. 2), d'après la carte à 1/50 000 de Falaise (n°176, 1999, Ed. BRGM) et les données BSS (Banque de données du sous-sol gérée par le BRGM et accessible au public), les assises géologiques concernées sont constituées :

- sous la terre végétale, le sous-sol est composé de calcaires bathoniens (formation du Calcaire de Caen – J3Ca) ;
- au lieu-dit « le Petit-Marais », dans le fond de la vallée du Radon, le fond alluvial sur les calcaires est composé de colluvions (C) limono-argileuses qui passent latéralement aux alluvions plus développées de la vallée de la Dives vers l'ouest.

On peut noter que cette commune se situe en aval pendage des calcaires de Caen.

D'après la carte hydrogéologique du Calvados (1991, Ed. BRGM), la surface libre de l'aquifère du Bajocien/Lias (niveau moyen interprété des données disponibles lors de cette publication) se situe en période de moyennes eaux approximativement vers 60 m NGF, soit à une profondeur estimée de quelques mètres à 10 m environ sous la surface du sol du site examiné.

3.17.2. Faits examinés

Le constat BRGM a été effectué le 18 mai 2001, le débordement de nappe étant de moindre ampleur qu'à son paroxysme. Le débordement a débuté vers le début avril 2000 et était résiduel au 15 mai 2001, une baisse sensible ayant été enregistrée vers le 5 mai 2001.

Environ deux ou trois maisons d'habitations (dont une partie d'entre elles récentes et post 1960) ont été concernées, dont au moins deux dans la partie haute (La Chapelle) avec sous-sol inondé d'environ 60 cm d'eau. Dans l'une des habitations, le mur de bordure de l'accès au garage en sous-sol s'est partiellement effondré sous les effets du débordement phréatique. Les pompages effectués ont limité l'impact du débordement phréatique sans en éliminer tous les effets.

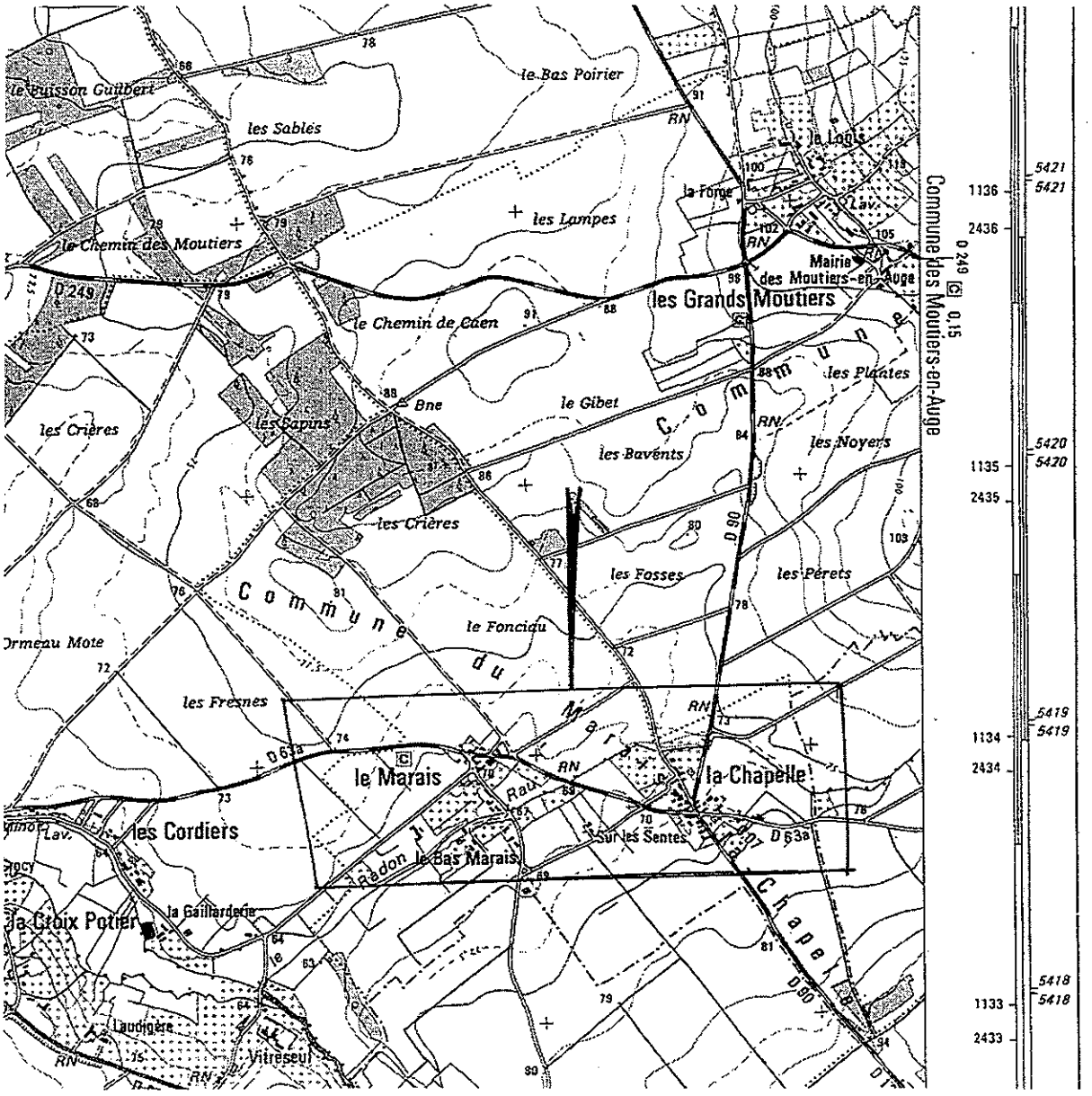


Fig. 29 - Le-Marais-la-Chapelle (14) : situation de la partie concernée par le débordement de nappe sur la carte topographique à 1/25 000 (1614 E, ©IGN).

Dans la partie « Le Marais » de la commune, ce sont environ six habitations qui ont subi le débordement de nappe avec infiltration par le sol ou ruissellement au niveau des rez-de-chaussée. Si au moins une fosse septique étant rendue inopérante du fait du débordement de nappe, il ne semblait pas y avoir de dommages détectés sur voiries.

Enfin, d'après le témoignage du maire, si le Marais a connu assez fréquemment dans le passé des inondations par crue du Radon et ponctuellement des effets de débordement de nappe, jamais sur environ 60-80 ans, le phénomène n'avait pris une telle ampleur et n'avait atteint la partie « La Chapelle » de la commune.

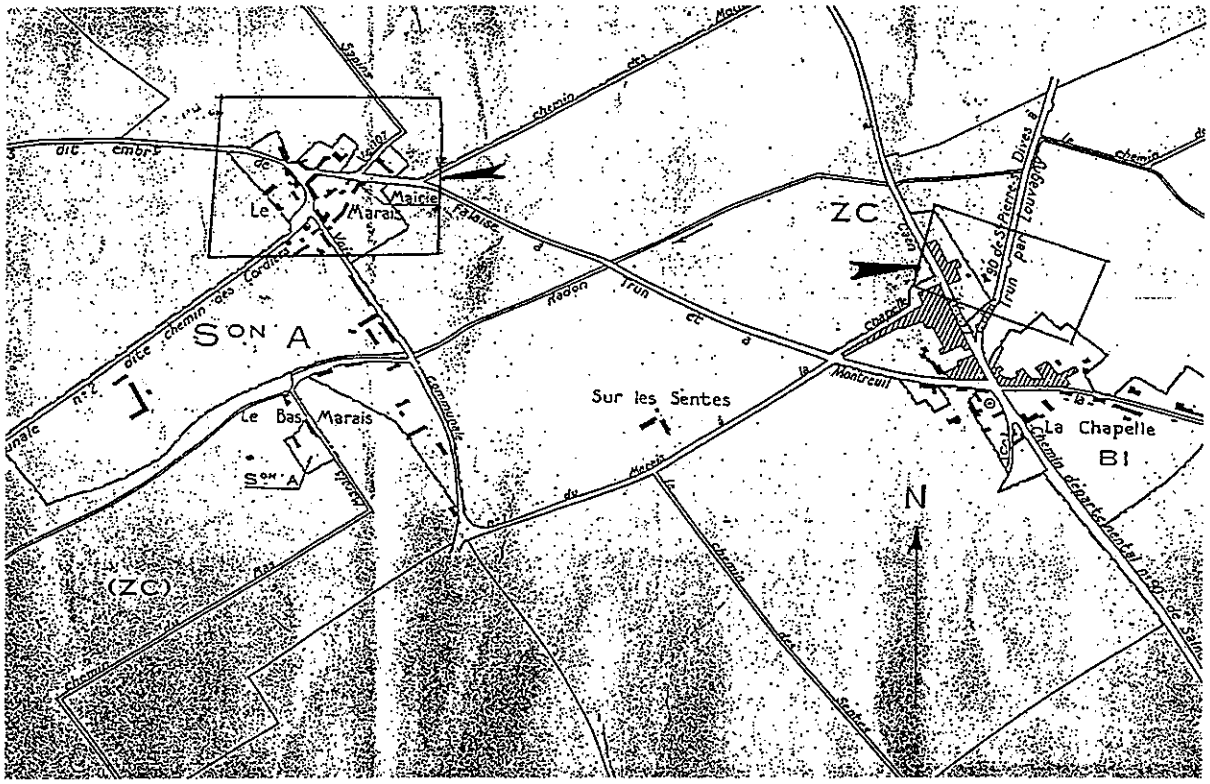


Fig. 30 -Le-Marais-la-Chapelle (14) : extrait réduit du cadastre : situation des parcelles concernées par l'inondation.

3.18. COMMUNE D'USSY (14)

3.18.1. Cadre géographique

La commune d'Ussy est située sur le plateau dans la campagne de Falaise, à 9 km de Falaise (NW) et 24 km de Caen (SSE).

La principale zone de débordement est située en tête de vallon bocager au lieu-dit « Le Marais » (fig. 31 ; centroïde en x = 408,600 ; y = 1142,400 ; Lambert Zone 1 ; z = 165 +/- 5 m NGF).

D'un point de vue géologique, d'après la carte à 1/50 000 de Falaise (n°176, 1999, Ed. BRGM) et les données BSS (Banque de données du sous-sol gérée par le BRGM et accessible au public), les assises géologiques concernées sont constituées :

- sous la terre végétale et localement d'un placage de limons de plateau ou de colluvions de fond de vallon ; le sous-sol est constitué :
  . soit de calcaires bathoniens (Formation du Calcaire de Caen – J3Ca) ;
  . soit de calcaires bajociens (Formation du Calcaire de Fresné-La-Mère- J2) ;
  . soit de la formation (argiles) du Jurassique résiduel, issue de l'altération et de la décalcification des calcaires du Dogger) ;
  . soit en partie basse de bourg par des formations détritiques fluviatiles du Trias supérieur (argiles, sables, sablons ou conglomérats).

D'après la carte hydrogéologique du Calvados (1991, Ed. BRGM), la surface libre de l'aquifère du Dogger (niveau moyen interprété des données disponibles lors de cette publication) se situe en période de moyennes eaux approximativement vers 145-150 m NGF, soit à une profondeur estimée de 15 à 20 m à 10 m environ sous la surface du sol du site examiné.

3.18.2. Faits examinés

Le constat BRGM a été effectué le 11 avril 2001, le débordement de nappe étant de moindre ampleur qu'à son paroxysme. Le débordement a débuté à la mi-janvier 2001 et restait bien actif.

Au lieu-dit « le Marais », dans deux maisons d'habitation traditionnelles du début du siècle, des arrivées d'eaux résurgentes issues du versant amont immédiat formant une lame d'eaux à écoulement continu d'un centimètre de hauteur (ayant atteint 5 cm environ) dans toutes les pièces en rez-de-chaussée (terre plein). Le débit de ces résurgences atteint de manière estimée près de 1000 m^3/j.

Sur le versant opposé du même vallon, une troisième maison guère plus récente, est inondée dans son sous-sol et dans une serre (excavé dans le terrain naturel) sur plusieurs dizaines de centimètres.

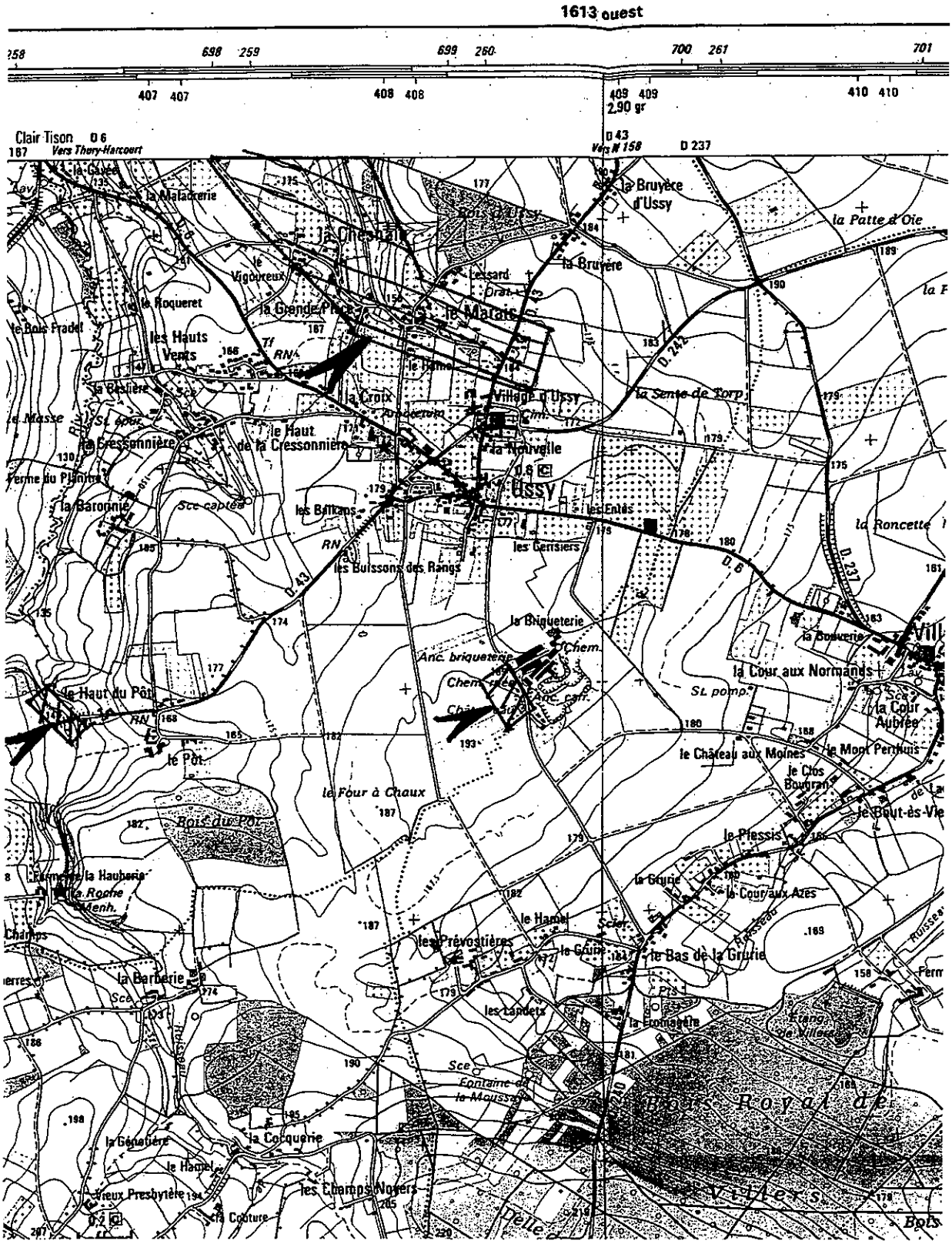


Fig. 31 - Ussy (14) : situation de la partie concernée par le débordement de nappe sur la carte topographique à 1/25 000 (1614 O, ©IGN).

Les eaux souterraines ruissellent ensuite dans le fond du vallon, grossissent par d'autres apports latéraux (source du lavoir entre autres) et détériorent de manière importante la route bitumée et les terrains alentours.

Enfin des remontées d'eaux phréatiques ont également touché la voirie aux lieux-dits « le Chesnaie » et la Briqueterie et une maison au Hameau du Pot

Enfin, d'après le témoignage des élus municipaux, si la commune a connu des rares épisodes de débordements d'aquifère (quelques dégâts en 1995), jamais sur environ 60-80 ans, le phénomène n'avait pris une telle ampleur.

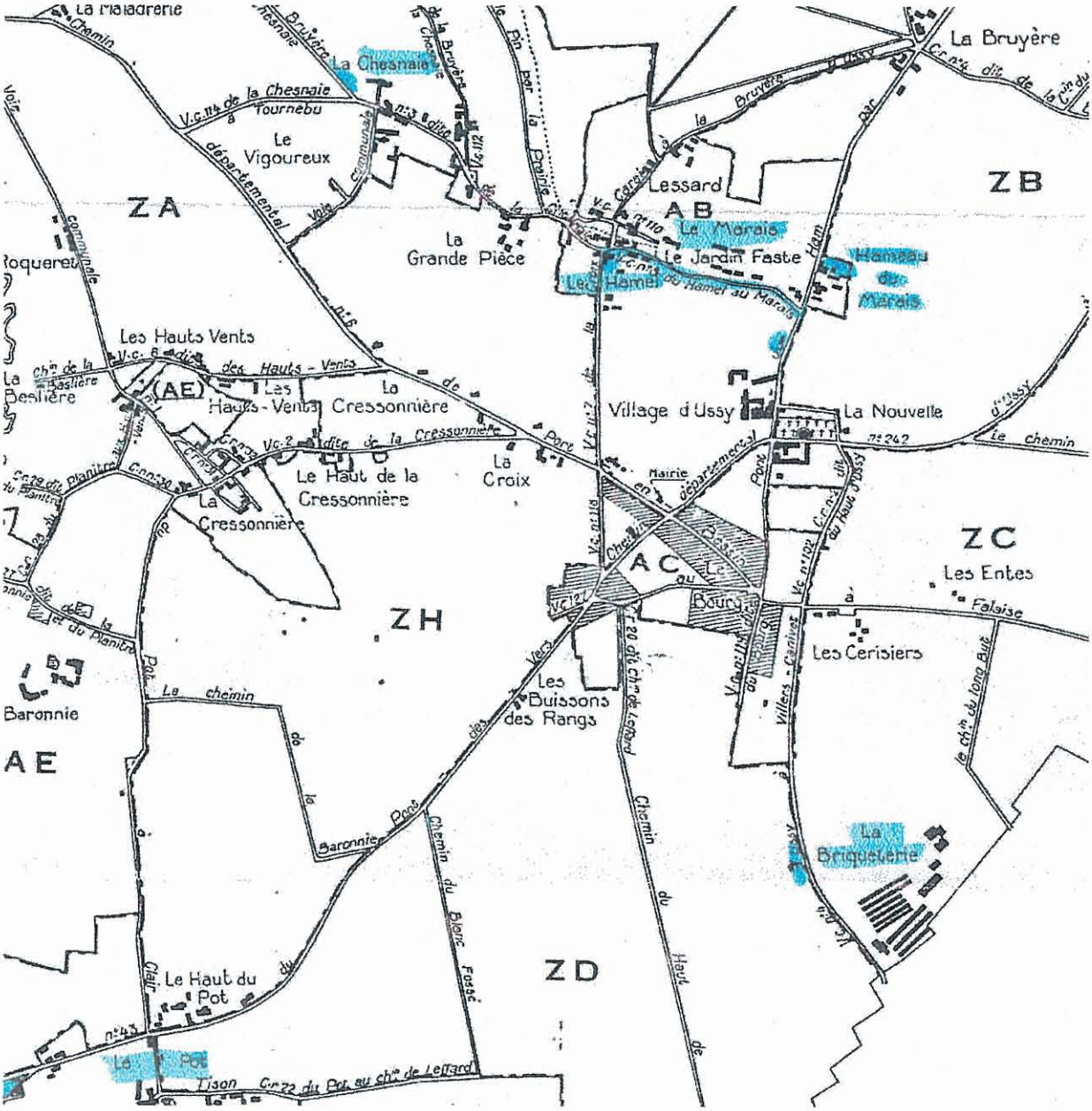


Fig. 32 - Ussy (14) : extrait réduit du cadastre : situation des parcelles concernées par l'inondation.

3.19. COMMUNE DE COURVAUDON (14)

3.19.1. Cadre géographique

La commune de Courvaudon se situe au sud-ouest de Caen, à 4 km environ à l'est de Aunay-sur-Audon, au croisement des routes départementales 121 et 213 (fig. 33). La majeure partie de la commune est située sur un versant aux altitudes situées entre 175 et 190 m NGF, en arrière de buttes topographiques situées à l'ouest du bourg et atteignant des altitudes situées entre 235 et 250 m NGF (fig. 33 ; centroïde 1 : en x = 386,000 ; y = 1151,600 ; Lambert Zone 1 ; z = 215 +/- 5 m NGF ; centroïde 2 : en x= 387,325 ; y = 1150,500 ; Lambert Zone 1 ; z = 194 +/- 5 m NGF).

D'un point de vue géologique, d'après la carte à 1/80 000 de Falaise (n°45, 1948, Ed. BRGM), les assises géologiques concernées sont constituées de schistes briovériens, ensemble de terrains fortement plissés et constitués généralement d'alternances plus ou moins régulières de bancs plus schisteux et de bancs plus finement gréseux. La topographie des buttes situées à l'ouest du bourg laisse supposer la possibilité de résidus de dépôts en buttes témoin de formations du Trias (argiles, conglomérats) ou du Jurassique inférieur (marnes, argiles et calcaires du Lias).

D'après la carte hydrogéologique du Calvados (1991, Ed. BRGM), le site se situe en dehors des systèmes aquifères de la campagne de Caen et correspond aux zones à écoulements souterrains sur champs de fissures de la partie armoricaine du département. Il est toutefois fort possible, s'il y a des niveaux altérés en sommet de butte (anciennes paléo-surfaces altérées sur substrat déformé ? résidu de butte témoin de terrains sédimentaires non déformés ?), que des micro-aquifères perchés (ou assimilés) constituent autant de réserves en eau s'écoulant vers les thalwegs.

3.19.2. Faits examinés

Le constat BRGM a été effectué le 31 mai 2001, le débordement de nappe étant terminé. Le phénomène a commencé début janvier 2001 et s'est poursuivi jusqu'à la fin mars 2001. Il a affecté deux tronçons de voirie, un situé en zones topographiquement basses, mais pas en position de fond de thalweg, l'autre dans le versant en aval d'une butte topographique (Butte de Cabouilly). Vu le contexte sur le terrain, le plus vraisemblable est que l'on est face à un cas de systèmes fissuraux associés à des effets de micro-nappes perchées totalement saturées d'eau et qui ont généré des sorties d'eau (imbibition généralisée et ruissellements consécutifs) en bas de versant, avec pour conséquences la dégradation des tronçons de voirie n'ayant plus de fondations portantes adaptées aux charges circulant sur ces voies (VL, engins agricoles). Une partie de voie montrait clairement des effets d'effondrements rebouchés rapidement pour raisons de sécurité (1 m de diamètre pour 30 à 50 cm de profondeur selon le témoignage du maire) : de tels affaissements peuvent s'expliquer soit par lessivage des fines du

soubassement érodées par les eaux en résurgence, soit par processus de suffosion (lessivage et transfert de fine dans les assises altérées près de la surface du sol).

Enfin, d'après le témoignage du maire, un tel phénomène « d'imbibition générale » n'a jamais été identifié depuis environ 70-80 ans.

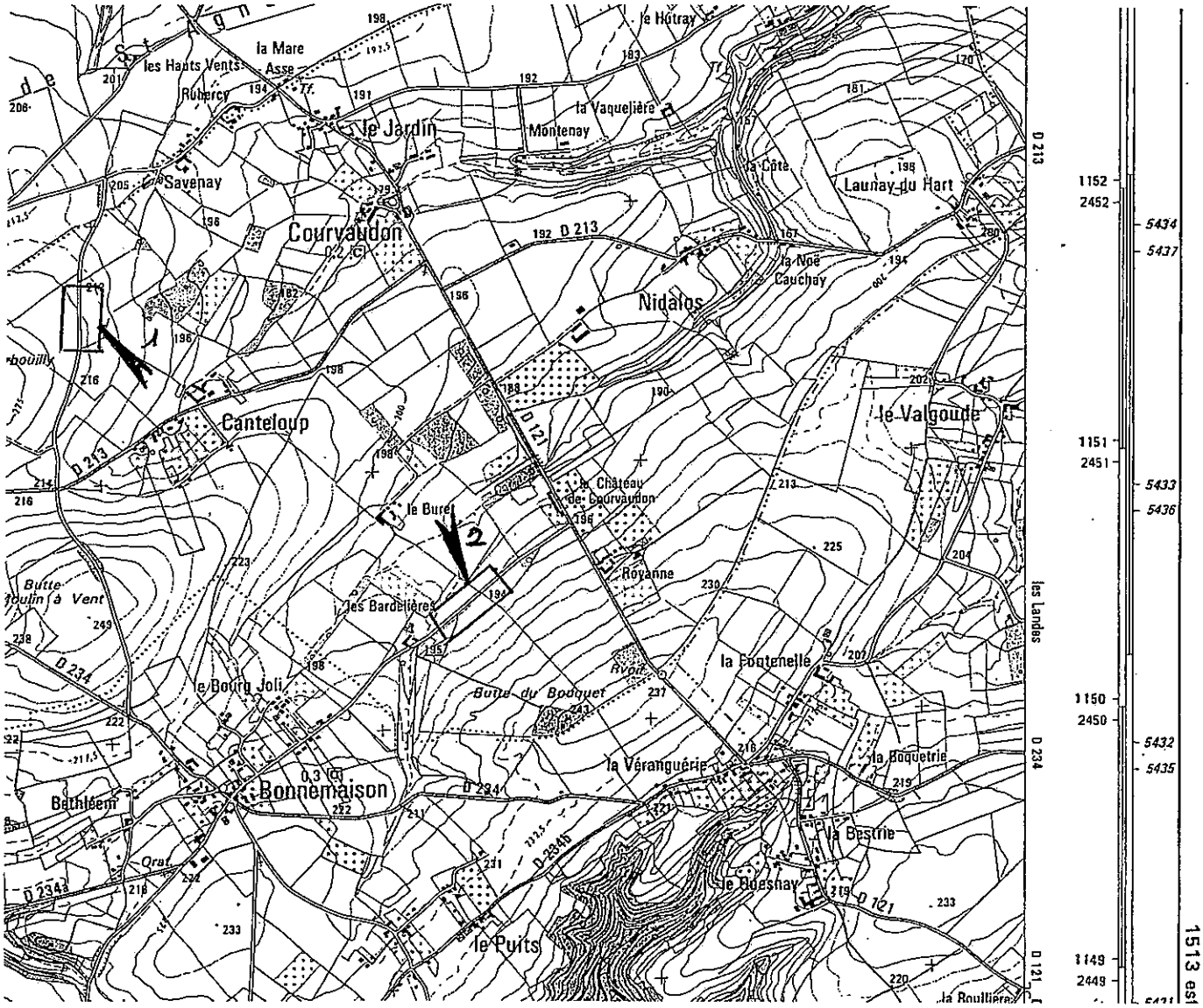


Fig. 33 - Courvaudon (14) : situation de la partie concernée par le débordement de nappe sur la carte topographique à 1/25 000 (Aunay-sur-Odon/Villers-Bocage 1513O, ©IGN).

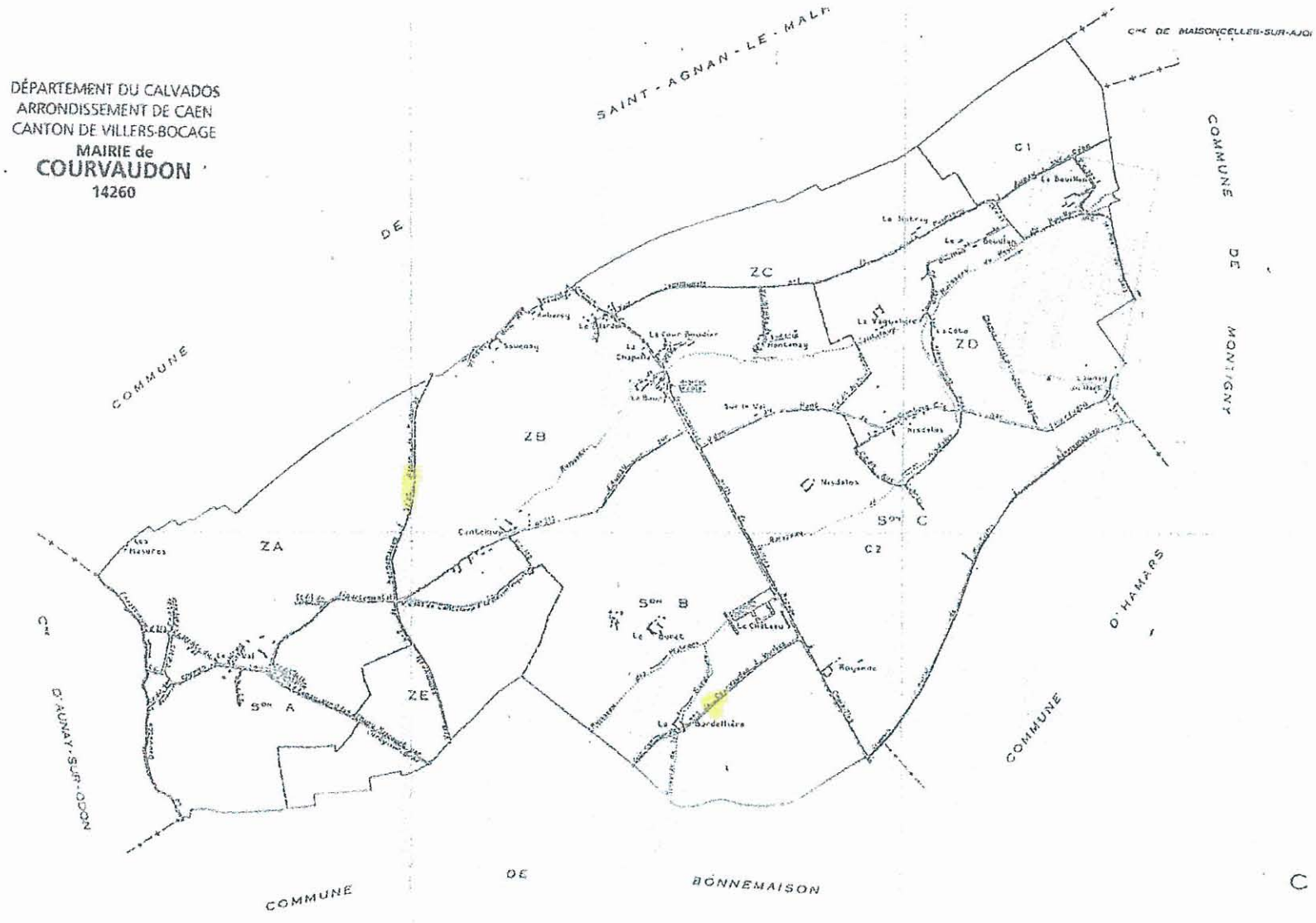


Fig. 34 - Courvaudon (14) : extrait réduit du cadastre : situation des parcelles concernées par l'inondation.

3.20. COMMUNE DE SAINT-MARTIN-DE-FONTENAY (14)

3.20.1. Cadre géographique

La commune de Saint-Martin-de-Fontenay (fig. 35) est située dans la banlieue sud-ouest de Caen, sur les glacis de la campagne de Caen, le long de la route départementale RD 62 vers Falaise. La commune se situe en rive droite de l'Orne, la partie concernée par le débordement de nappe se situant sur le plateau à l'est de la vallée. Le bourg est situé au débouché en haut de plateau d'un petit thalweg qui devient étroit et descend en forte pente ensuite vers l'Orne. C'est la partie orientale du bourg qui est principalement touchée par le débordement de nappe (fig. 35; centroïde en x= 402,400 ; y = 1161,000 ; Lambert Zone 1 ; z = 36 à 43 +/- 5 m NGF).

D'un point de vue géologique, d'après la carte à 1/80 000 de Caen (n° 29, 1936-1962, Ed. BRGM) et les données BSS (Banque de données du sous-sol gérée par le BRGM et accessible au public), les assises géologiques concernées sont constituées :

- en sommet de plateau, par une couverture de limons des plateaux (LP) ;
- sous les limons, le sous-sol est constitué des calcaires bathoniens de la Campagne de Caen (J///c) ;
- et sur le bord de versant vers l'Orne, la succession des calcaires marneux du Bajocien (JIV), du Lias (I à 4) avant d'atteindre en fond de vallée les niveaux paléozoïques du synclinal de May et les schistes du Briovérien. On peut supposer la présence de failles affectant les calcaires jurassiques dans cette zone et induisant des densités de fracturation de la roche encaissante plus importantes que la moyenne.

Le bourg se situe juste en sommet de versant, sur le plateau, la partie touchée par le débordement de nappe concernant surtout les calcaires bathoniens à l'est de l'agglomération, dans la partie où ils affleurent vers la vallée de l'Orne.

D'après la carte hydrogéologique du Calvados (1991, Ed. BRGM), la surface libre de l'aquifère du Bajocien/Lias (niveau moyen interprété des données disponibles lors de cette publication) se situe en période de moyennes eaux approximativement vers 30 m NGF, soit à une profondeur estimée de 5 à 10 m environ sous la surface du sol du site examiné.

3.20.2. Faits examinés

Le constat BRGM a été effectué le 18 mai 2001, le débordement de nappe étant de moindre ampleur qu'à son paroxysme. Le débordement a débuté vers le début janvier 2001 et était encore actif lors de la visite BRGM. Dans l'est du bourg, ce sont environ 10 parcelles construites qui ont été touchées (jardins imbibés d'eau, ruissellements externes), et environ six à huit sous-sols inondés de bâtiments récents (post 1960).

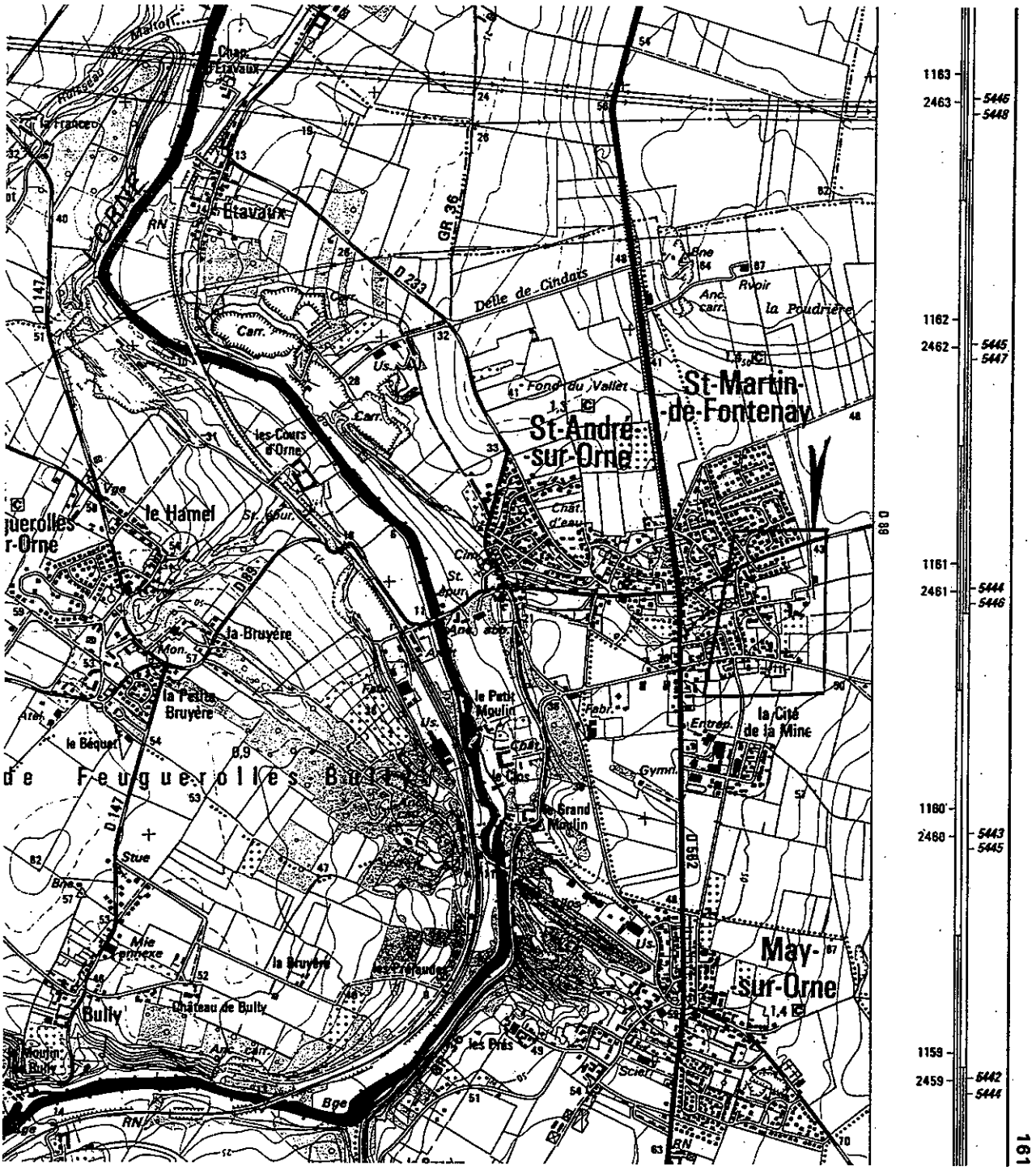


Fig. 35 - Saint-Martin-de-Fontenay (14) : situation de la partie concernée par le débordement de nappe sur la carte topographique à 1/25 000 (1513E Thury Harcouyrt, ©IGN).

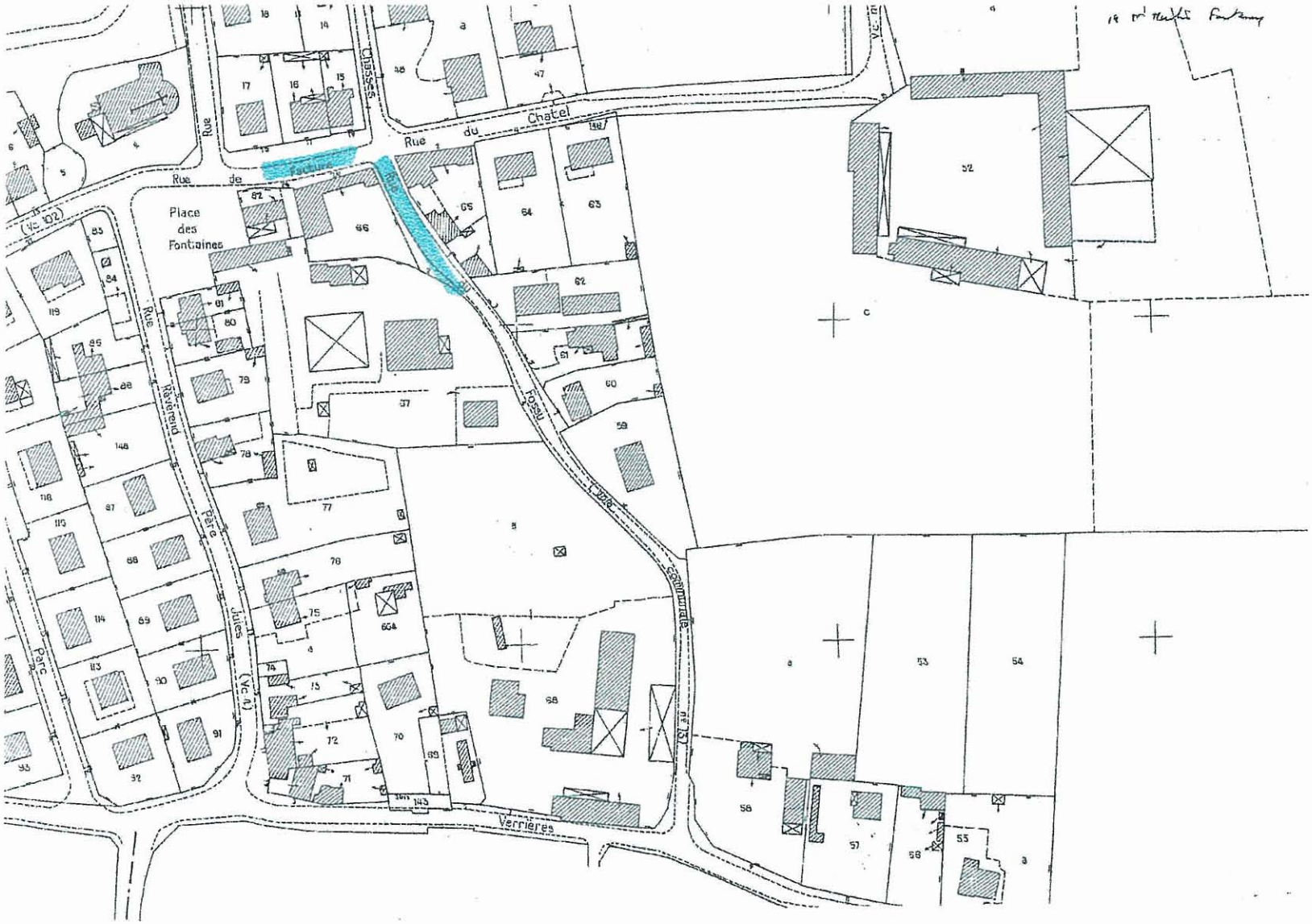


Fig. 36a - Saint-Martin-Fontenay (14) : extrait réduit du cadastre : situation des parcelles concernées par l'inondation.

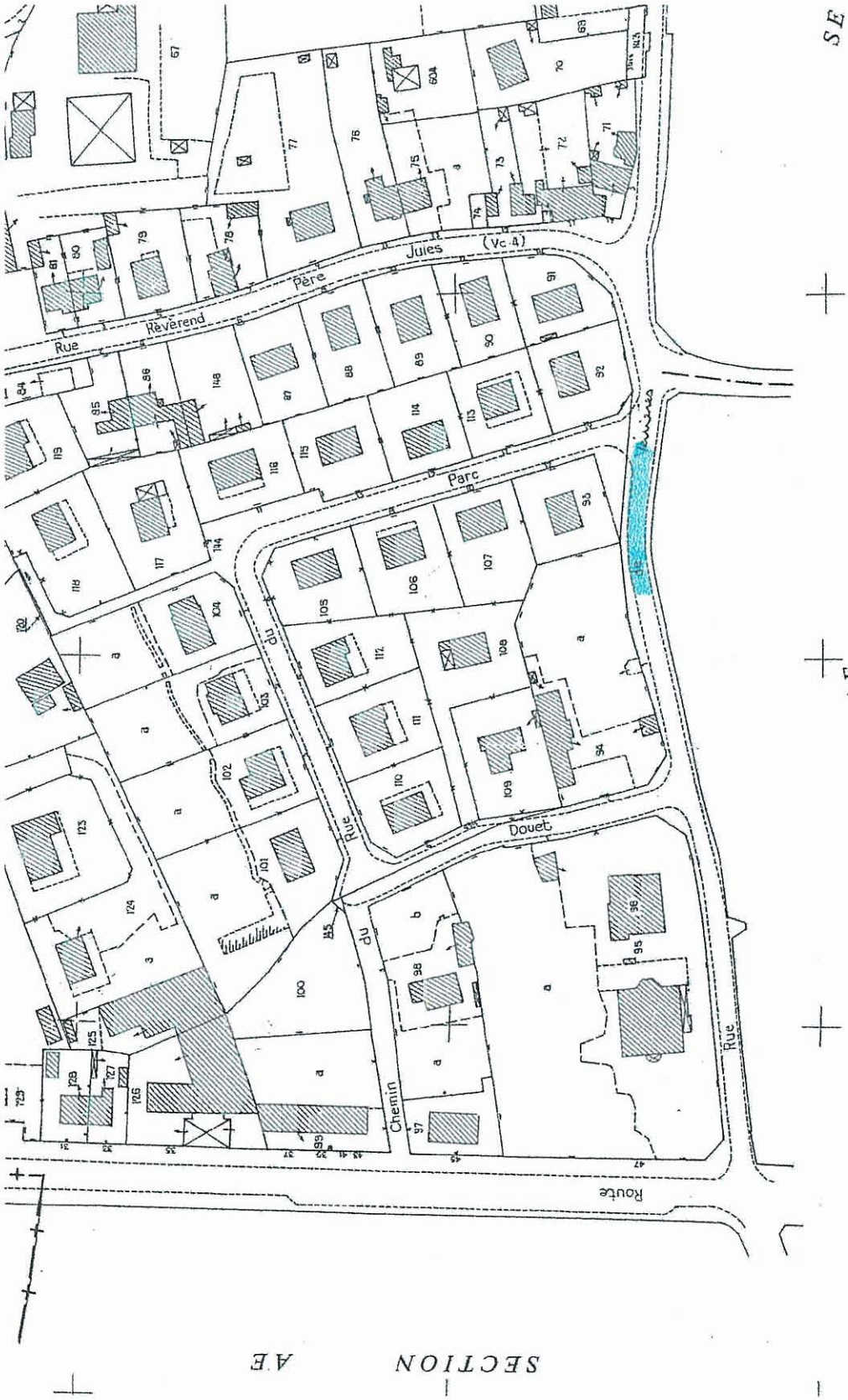


Fig. 36b - Saint-Martin-Fontenay (14) : extrait réduit du cadastre : situation des parcelles concernées par l'inondation.

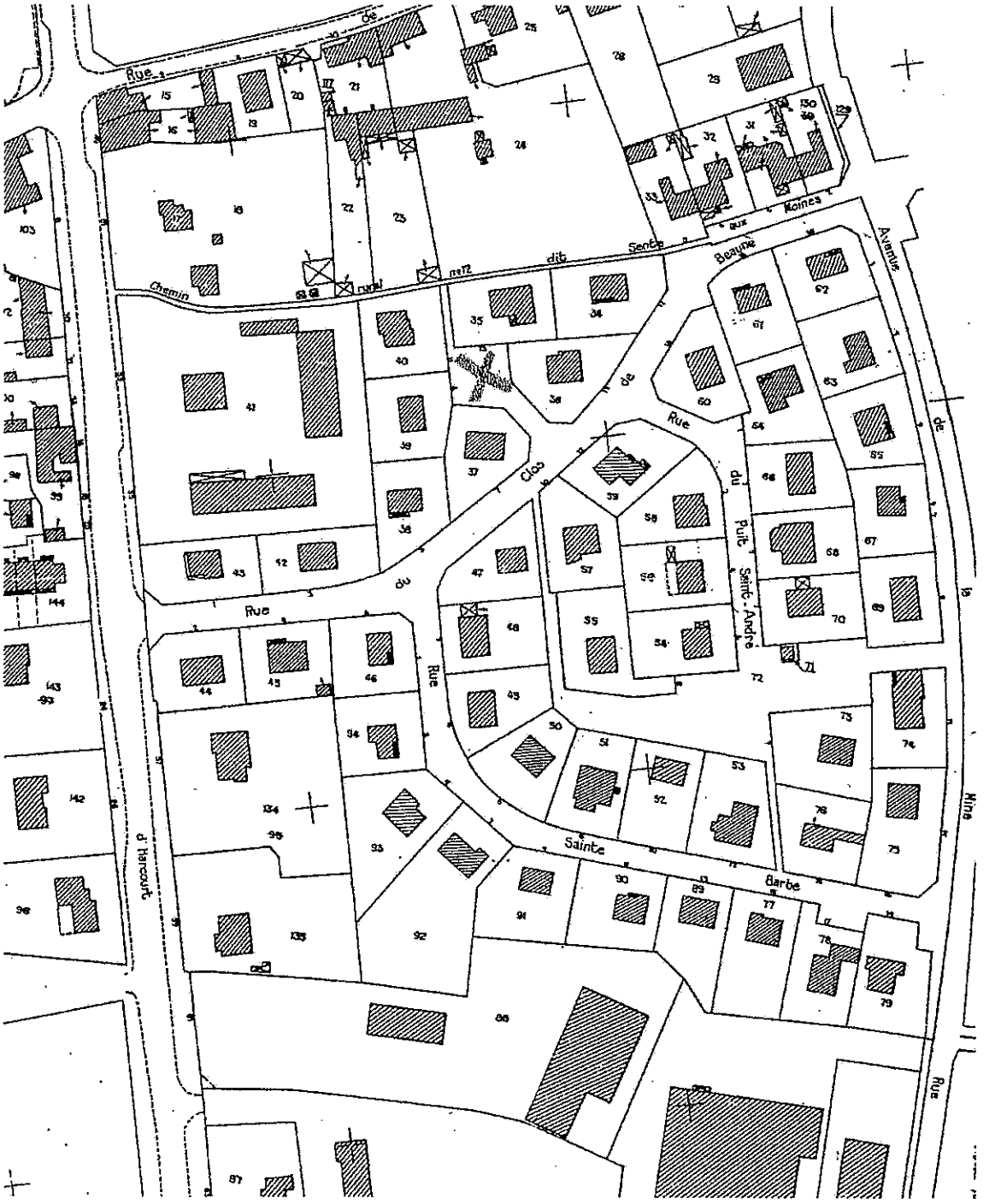


Fig. 36c - Saint-Martin-Fontenay (14) : extrait réduit du cadastre : situation des parcelles concernées par l'inondation.

On notera qu'un atelier professionnel a connu des difficultés, voire des dommages à ses installations électriques situées près du sol et affectées par le débordement de nappe (directement ou par percolation dans les murs ?). Parmi les sous-sols affectés, trois dans un lotissement récent ont été pompés pour limiter l'impact des remontées d'eau, le pompage de 110m³/h permettant de stabiliser les niveaux d'eau. Ces pompages ont été déversés dans les réseaux d'assainissement.

Enfin trois voiries et une placette (un des endroits s'appelle la rue des fontaines...) sont affectés par le débordement de nappe (ruissellements de surface, fondations de chaussées saturées d'eau) et vont vraisemblablement être en partie endommagées bien que les dégâts n'aient pas été visibles lors de la visite du BRGM. De même, on peut supposer quelques désordres sur certaines canalisations enterrées, d'assainissement en particulier, soit par mise en pression et surcroît d'eau pouvant endommager des joints d'étanchéité, soit par manque de portance des terrains saturés d'eau.

3.21. COMMUNE D'IFS (14)

3.21.1. Cadre géographique

La commune d'Ifs est mitoyenne (côté sud) de la capitale basse-normande, Caen. Le centre bourg est situé au sud immédiat du périphérique sud de Caen. La zone inondée concerne et le périphérique sud de Caen et un quartier d'habitation au nord du périphérique (fig. 37 ; x = 404,30 ; y = 1164,250 ; Lambert Zone 1 ; z = 22 +/- 4 m NGF).

D'un point de vue géologique, d'après la carte à 1/50 000 de Caen (n° 120, 1989, Ed. BRGM) et les données BSS (Banque de données du sous-sol gérée par le BRGM et accessible au public), les assises géologiques, sous la terre végétale) sont constituées par les calcaires de la formation des calcaires de Blainville (Bathonien moyen).

D'après la carte hydrogéologique du Calvados (1991, Ed. BRGM), la surface libre de l'aquifère du Bathonien est située en période de moyennes eaux à la profondeur de 10 m NGF (niveau moyen interprété des données disponibles lors de cette publication), soit à une profondeur estimée à 10-12 m environ sous la surface du sol du site examiné.

3.21.2. Faits examinés

La visite a été effectuée le 25 avril 2001.

A proximité de la commune d'Ifs, le périphérique sud de Caen est fermé à la circulation à cause des remontées de la nappe.

Le quartier touché est celui du quartier du Val. Une vingtaine de maisons ont vu leur sous-sol inondé par des remontées de la nappe (même nappe et même phénomène que le périphérique sud de Caen). L'eau a atteint 80 cm dans les sous-sols.

Les habitants ont plus été gênés par la durée des inondations que par leur intensité. Celles-ci ont duré six semaines, à partir du 12 février.

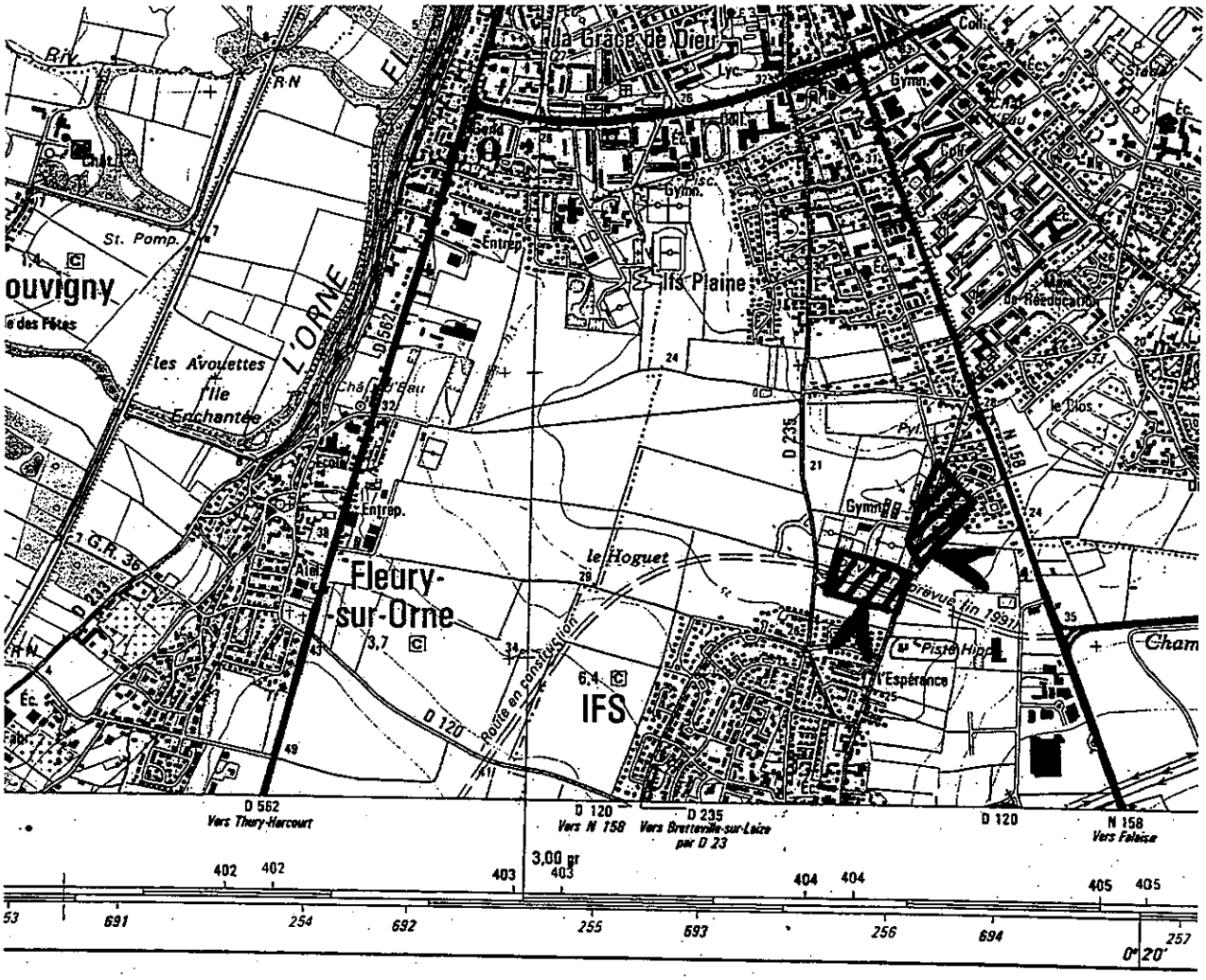


Fig. 37- Ifs (14) : situation de la partie concernée par le débordement de nappe sur la carte topographique à 1/25 000 (Caen 1512 Est, ©IGN).

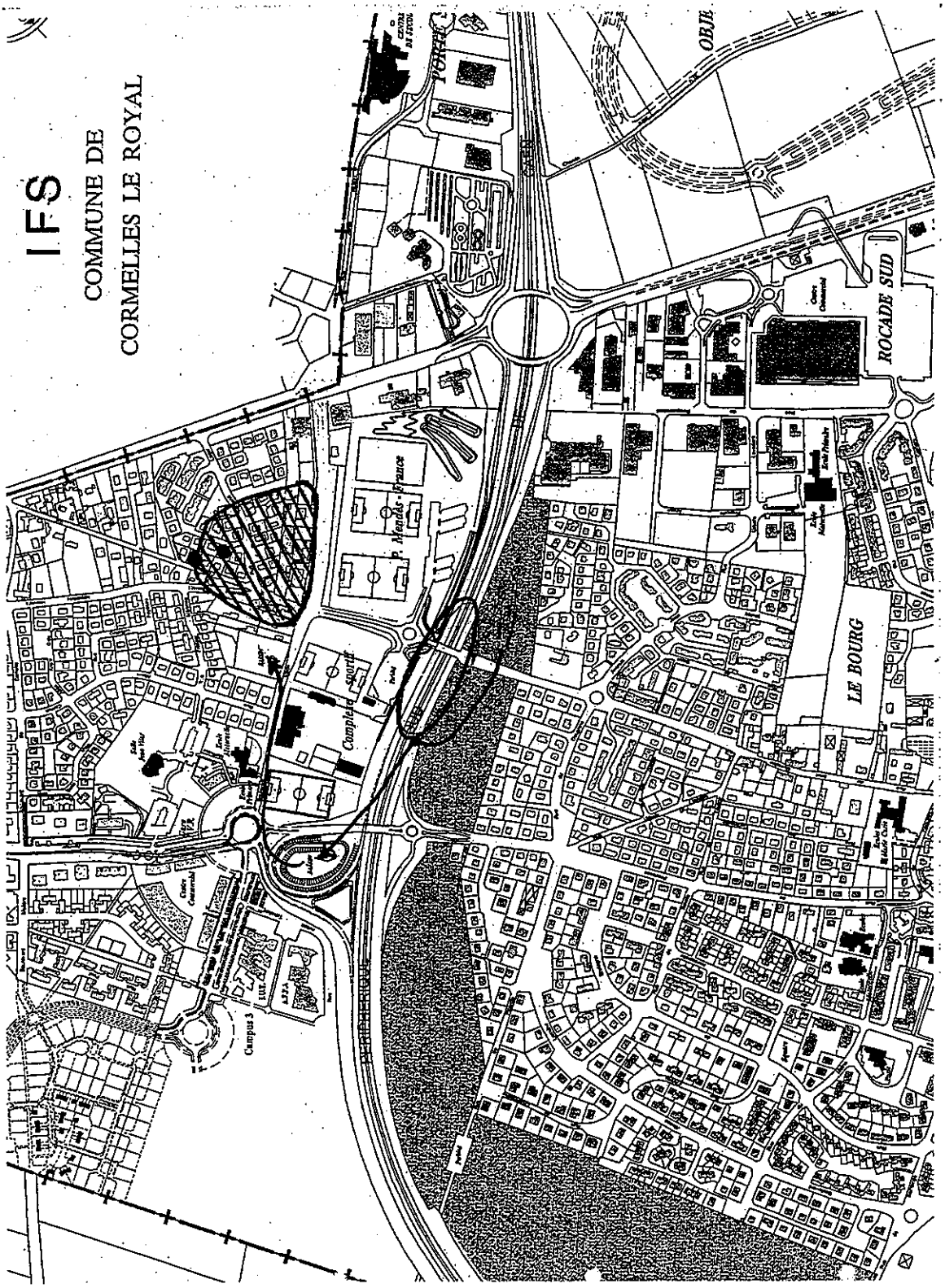


Fig. 38 - Ifs (14) : extrait du cadastre : situation des parcelles concernées par l'inondation.

3 .22. COMMUNE DE FLEURY-SUR-ORNE (14)

3.22.1. Cadre géographique

La commune de Fleury-sur-Orne est mitoyenne (côté sud-ouest) de la capitale basse-normande, Caen. Le centre bourg est situé sur la rive gauche de l'Odon à l'ouest du périphérique sud de Caen et l'Orne (fig. 39 ; x = 401,50 ; y = 1164,00 ; Lambert Zone 1 ; z = 5 +/- 2 m NGF).

D'un point de vue géologique, d'après la maquette provisoire de la carte à 1/50 000 de Bayeux-Courseulles (n° 119, 2001, Ed. BRGM) et les données BSS (Banque de données du sous-sol gérée par le BRGM et accessible au public), les assises géologiques de la zone inondée sont constituées sous la terre végétale par des alluvions anciennes (Fx) épaisses de quelques mètres, suivies par les calcaires de la formation des calcaires de Caen (Bathonien moyen) sur quelques mètres puis par les marnes de Port-en-Bessin du Bathonien inférieur à moyen (marnes de Port-en-Bessin qui affleurent même directement dans l'axe de la rue Louis Pasteur).

D'après la carte hydrogéologique du Calvados (1991, Ed. BRGM), la surface libre de l'aquifère du Bathonien est située en période de moyennes eaux à la profondeur de 10 m NGF (niveau moyen interprété des données disponibles lors de cette publication), soit à une profondeur estimée à 10-12 m environ sous la surface du sol du site examiné.

3.22.2. Faits examinés

La visite a été effectuée le 25 avril 2001.

Le phénomène rencontré est bien une remontée de la nappe (et non pas un débordement de l'Orne) qui est bien canalisée. La nappe est remontée de + 8 m au piézomètre d'Ifs (situé sur la commune voisine) depuis octobre 1999.

Le quartier touché est celui de la zone du bas Fleury (de la rue Saint-André à la rue Serges Rouzière) où une trentaine de maisons ont été concernées.

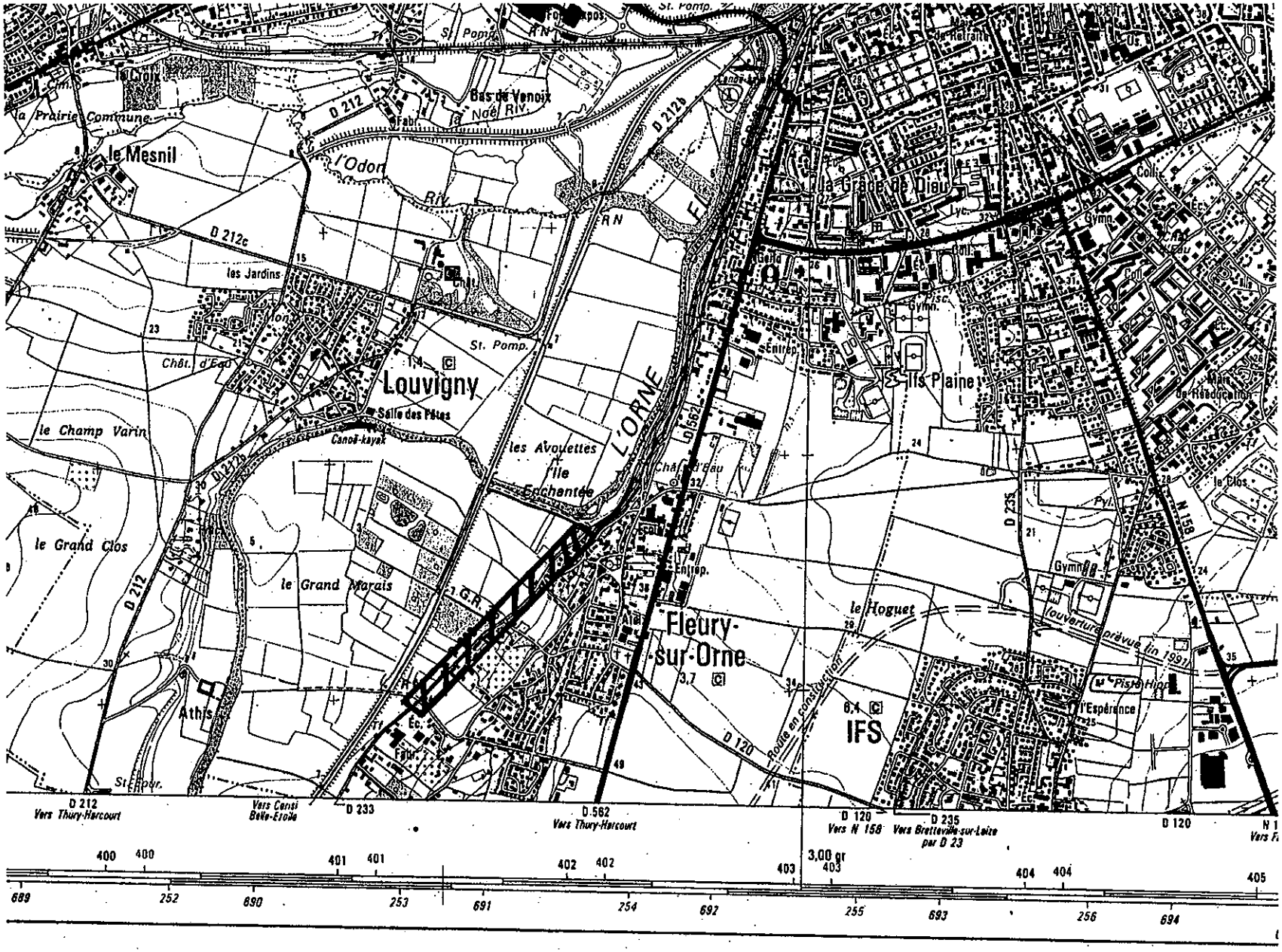


Fig. 39- Fleury-sur-Orne (14) : situation de la partie concernée par le débordement de nappe sur la carte topographique à 1/25 000 (Caen 1512 Est, ©IGN).

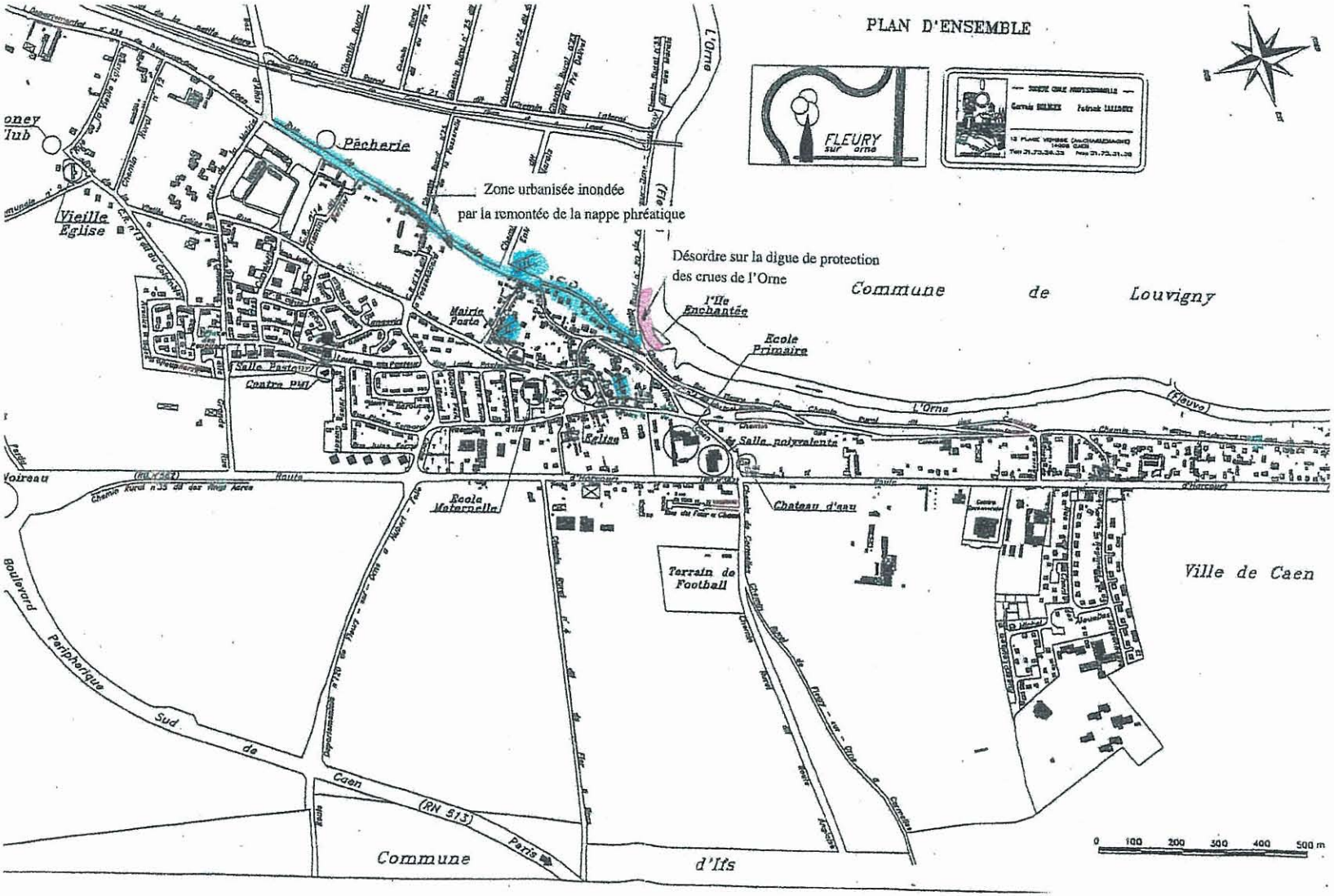


Fig. 40 -Fleury-sur-Orne (14) : extrait réduit du cadastre : situation des parcelles concernées par l'inondation.

3.23. COMMUNE D'AVENAY (14)

3.23.1. Cadre géographique

La commune d'Avenay se situe au sud-ouest de Caen (12 km), à 3 km environ à l'est de Evrecy (fig. 41). La majeure partie de la commune est située sur le flanc de versant sud de la vallée de la Guigne (petit affluent de l'Orne). Les inondations ont eu en pied de versant principalement aux altitudes situées entre 175 et 190 m NGF, en arrière de buttes topographiques situées à l'ouest du bourg et atteignant des altitudes situées entre 235 et 250 m NGF (fig. 41 ; centroïde : en x= 395,500 ; y = 1159,400 ; Lambert Zone 1 ; z = 60 +/- 5 m NGF ;).

D'un point de vue géologique, d'après la carte à 1/80 000 de Falaise (n° 45, 1948, Ed. BRGM) les assises géologiques en fonds de vallées sont constituées sous les alluvions modernes de la Guigne (moins d'un mètre d'épaisseur), de schistes précambriens, ensemble de terrains fortement plissés et constitués généralement d'alternances plus ou moins régulières de bancs plus schisteux et de bancs plus finement gréseux.

A hauteur du bourg, sur le socle précambrien, affleurent ensuite les calcaires marneux ou durs du Lias (Pliensbachien) qui peuvent atteindre jusqu'à douze mètres d'épaisseur.

En continuant de remonter sur le plateau, affleurent ensuite les argiles à poissons du Toarcien inférieur (substratum de l'aquifère Bajocien), qui évoluent vers les marnes (Toarcien moyen à Aalénien inférieur) puis à des faciès nettement calcaires (Aalénien supérieur et Bajocien). Le sommet du plateau est recouvert par les limons de plateau.

D'après la carte hydrogéologique du Calvados (1991, Ed. BRGM), la surface libre de ce compartiment aquifère du Bajocien (butte résiduelle) n'est pas précisée mais peut être évaluée à la profondeur de 50 à 80 m NGF en période de moyennes eaux, soit à une profondeur estimée de 5 m en vallée jusqu'à 30 m sur le plateau.

3.23.2. Faits examinés

Le constat BRGM a été effectué le 9 mai 2001.

Cinq rez-de-chaussée de maison et deux sous-sols ont été inondés et ont nécessité des opérations de pompage.

Les dégâts restent minimes sauf pour une des maisons en plain-pied.

Par suite de la remontée inhabituelle des niveaux phréatiques, l'aquifère du Bajocien et probablement celui de l'Infra-Lias se sont mis à déborder sous forme d'émergences sur le flanc du versant ou dans les sous-sols. Les eaux débordantes ont ensuite ruisselé, occasionnant des inondations de maisons et des dégâts tant sur la voirie (deux voies

communales touchées l'un légèrement et l'autre de manière importante) que sur le mur du cimetière.

Aucun désordre sur les réseaux d'assainissement n'a été signalé.

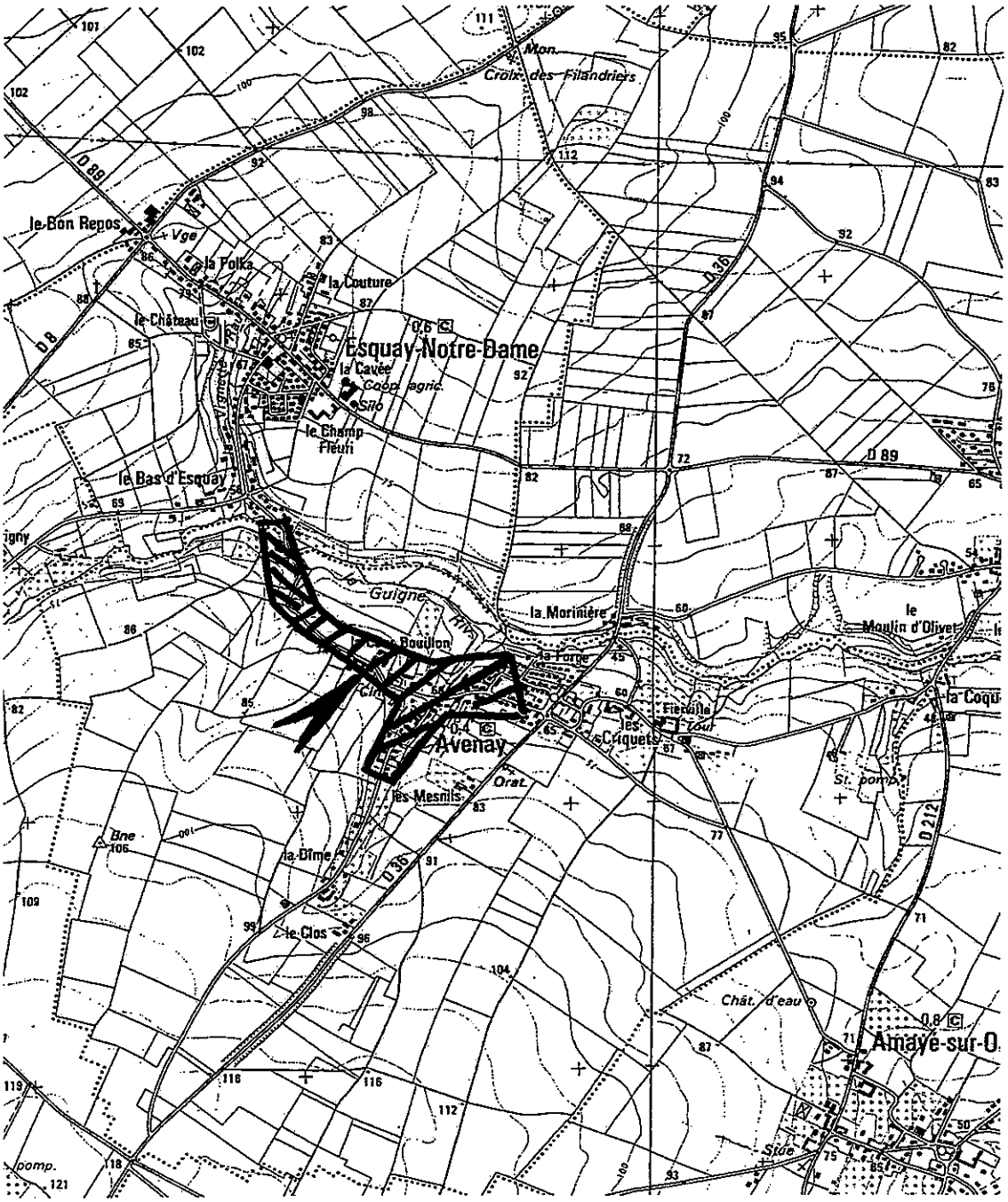


Fig. 41 - Avenay (14) : situation de la partie concernée par le débordement de nappe sur la carte topographique à 1/25 000 (Thury Harcourt 1513 Est, ©IGN).

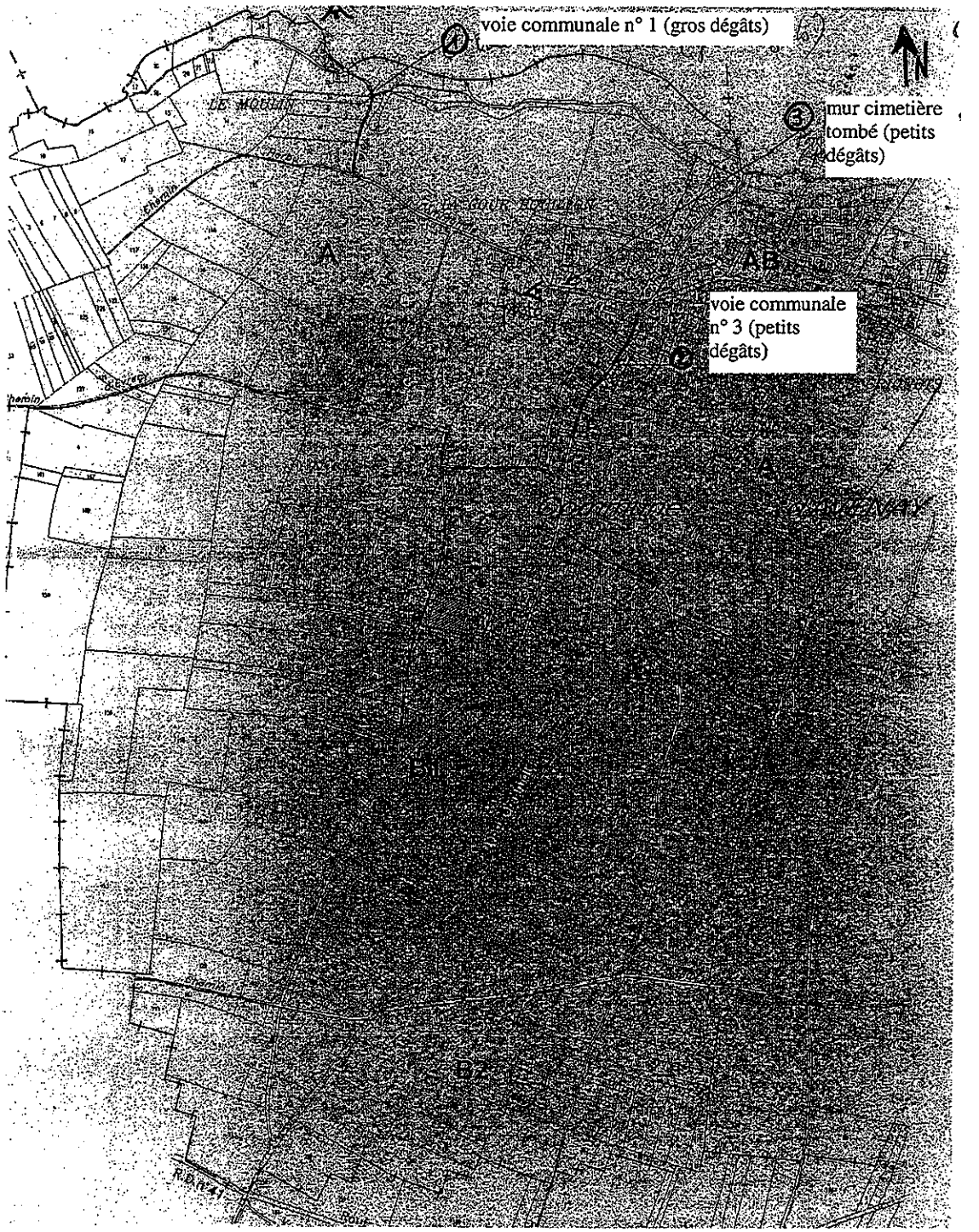


Fig. 42 - Avenay (14) : extrait réduit du cadastre : situation des parcelles concernées par l'inondation.

3.24. COMMUNE DE BRETTEVILLE-SUR-ODON (14)

3.24.1 Cadre géographique

La commune de Bretteville-sur-Odon est mitoyenne (côté sud-ouest) de la capitale basse-normande, Caen. Le centre bourg est situé entre le périphérique sud de Caen et l'Orne (fig. 43 ; x = 399,30 ; y = 1166,30 ; Lambert Zone 1 ; z = 12 à 15 +/- 4 m NGF).

D'un point de vue géologique, d'après la maquette provisoire de la carte à 1/50 000 de Bayeux Courseulles (n°119, 2001, Ed. BRGM), les données BSS (Banque de données du sous-sol gérée par le BRGM et accessible au public) et les Services Techniques de la ville, le versant de la rive gauche, sous la terre végétale est constitué par des dépôts colluvionnaires de bas de versants. Ces dépôts de colluvions, sont formés pour l'essentiel d'argiles, limons, de faible perméabilité. A la base de ces colluvions, on retombe sur des alluvions anciennes (Fx) comprenant en base une couche de graves grossières (perméables) au contact des calcaires du substratum géologique (formation de calcaires à Spongiaires du Bajocien supérieur).

D'après la carte hydrogéologique du Calvados (1991, Ed. BRGM), la surface libre de l'aquifère du Bathonien est située en période de moyennes eaux à la profondeur de 11 m NGF (niveau moyen interprété des données disponibles lors de cette publication), soit à une profondeur estimée de 1 à 4 m environ sous la surface du sol du site examiné.

3.24.2. Faits examinés

La visite a été effectuée le 12 avril 2001. Les premiers effets se sont faits sentir en fin décembre 2000 début 2001.

C'est un rez-de-chaussée de maison et une trentaine de sous-sols qui sont touchés, pour l'essentiel en pied de versant. On trouve néanmoins des sous-sols inondés en milieu de versant, avec des rejets importants des eaux pompées, qui posent des problèmes de ruissellement en aval en pleine zone urbanisée.

En pied de versant, un canal a été créé aux siècles précédents par apport d'un talus argileux. Les résurgences des eaux souterraines en pied de versant ressortent, soit sous les remblais imperméables de ce canal sous forme de griffons dans les zones humides enherbées de fonds de vallée, soit par rejet des eaux de pompages et/ou de ruissellement dans la berge amont du canal. L'étroit et raide talus de cette berge amont de canal a été fragilisé par ces intenses circulations d'eaux et des petits décapements, glissements superficiels ou déstabilisation des ouvrages de soutènement sont visibles en plusieurs points de talus.

La veille de notre visite, une voiture en stationnement a manqué d'être engloutie sous la chaussée de la RN 175 et a révélé un important effondrement (environ 3 m de large sur 5 à 10 m de long), obligeant à neutraliser partiellement la voie côté aval.

A ce niveau, le réseau d'assainissement et les remblais venaient d'être refaits l'année précédente. L'effondrement a eu lieu à proximité d'un regard du réseau d'assainissement. Des arrivées d'eaux, à écoulements rapides et nettement visibles dans ce regard, laissent supposer, soit qu'il s'agit d'intrusions d'eaux épidermiques du versant, soit plus vraisemblablement qu'il s'agit d'un refoulement dans le réseau d'assainissement, au fonctionnement perturbé par des envahissements d'eaux souterraines.

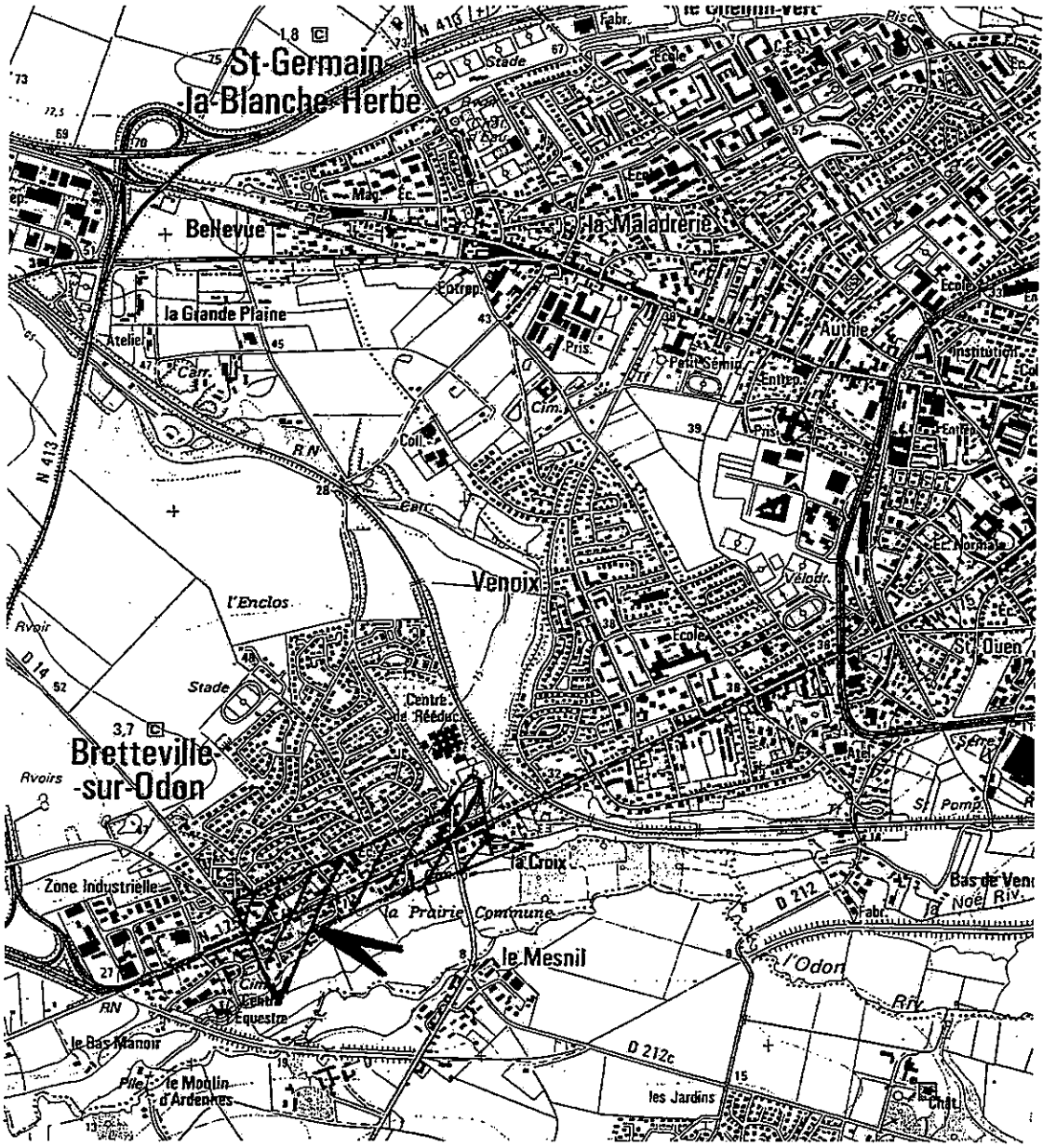


Fig. 43 - Bretteville-sur-Odon (14) : situation de la partie concernée par le débordement de nappe sur la carte topographique à 1/25 000 (Caen 1512 Est, ©IGN).

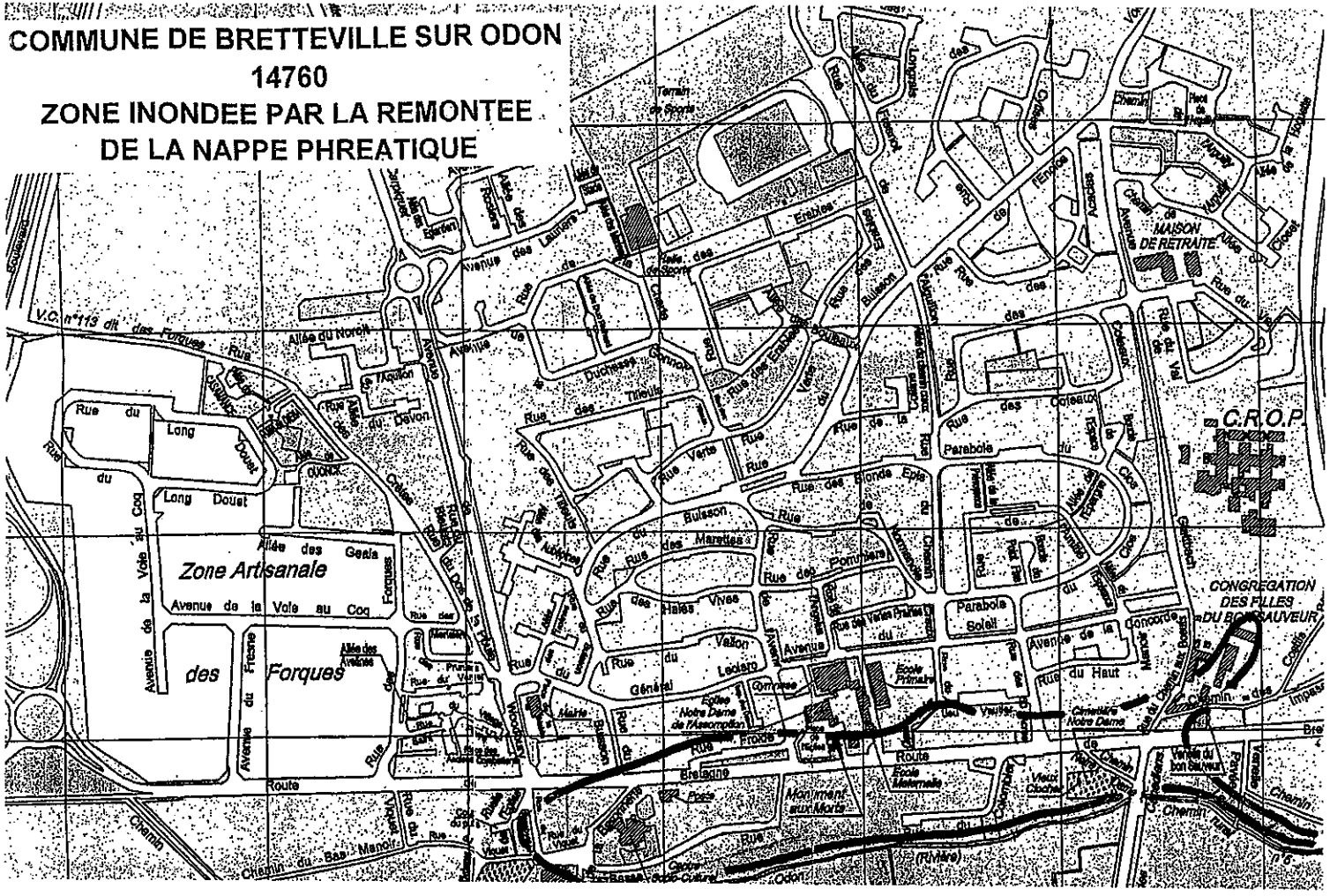


Fig. 44 -Bretteville-sur-Odon (14) : extrait réduit du cadastre : situation des parcelles concernées par l'inondation.

3.25. COMMUNE DE ROTS (14)

3.25.1. Cadre géographique

La commune de Rots est située à 9 km à l'ouest de la capitale basse-normande, Caen. La partie en plaine du centre bourg est située au nord immédiat de la RN 13 (fig. 45 ; x = 395,25 ; y = 1170,50 ; Lambert Zone 1 ; z = 53 +/- 4 m NGF).

D'un point de vue géologique, d'après la maquette provisoire de Bayeux Courseulles à 1/50 000 (n°119, 2000, Ed. BRGM) et les données BSS (Banque de données du sous-sol gérée par le BRGM et accessible au public), le sous-sol sous la terre végétale est constitué par les calcaires de Blainville (sommet du Bathonien moyen).

D'après la carte hydrogéologique du Calvados (1991, Ed. BRGM), la surface libre de l'aquifère du Bathonien est située en période de moyennes eaux à la profondeur de 45 à 50 m NGF (niveau moyen interprété des données disponibles lors de cette publication), soit à une profondeur estimée de 3 à 8 m environ sous la surface du sol du site examiné.

3.25.2. Faits examinés

La visite a été effectuée le 11 avril 2001.

C'est dans la partie sud du centre bourg (lieu dit « La Haute Bonny ») au nord de la RD n°83c que 15 à 20 sous-sols de maisons ont été envahis par remontée des eaux souterraines (jusqu'à près d'un mètre). Une à deux maisons ont été également provisoirement touchées en rez-de-chaussée. Des champs agricoles entre bourg et lotissement ont été également envahis et ont servi comme points de rejets des eaux de débordements des zones habitées.

Le réseau d'assainissement et d'eaux usées a été complètement envahi et des débordements artésiens (jusqu'à 10 cm environ de haut) par des plaques d'égouts ont nécessité de neutraliser pour grande partie la voie amont de la RD 83c.

Au sud-est de la commune (au sud de la RN 13), un bassin de rétention créé par la D.D.E quelques années auparavant, et implanté directement sur les calcaires du Bathonien est resté toujours à sec. Par contre, dans une maison en contrebas (2 à 3 m en moins en altimétrie), un garage semi-enterré a nécessité un pompage important en continu.

Une tranchée a été créée en pied du talus séparant le bassin en partie haute des maisons en parties basses. Dans cette tranchée, les arrivées ponctuelles d'eaux de résurgence (griffons) dans la terre végétale sont matérialisées par un façonnage de l'argile en forme de bulles.

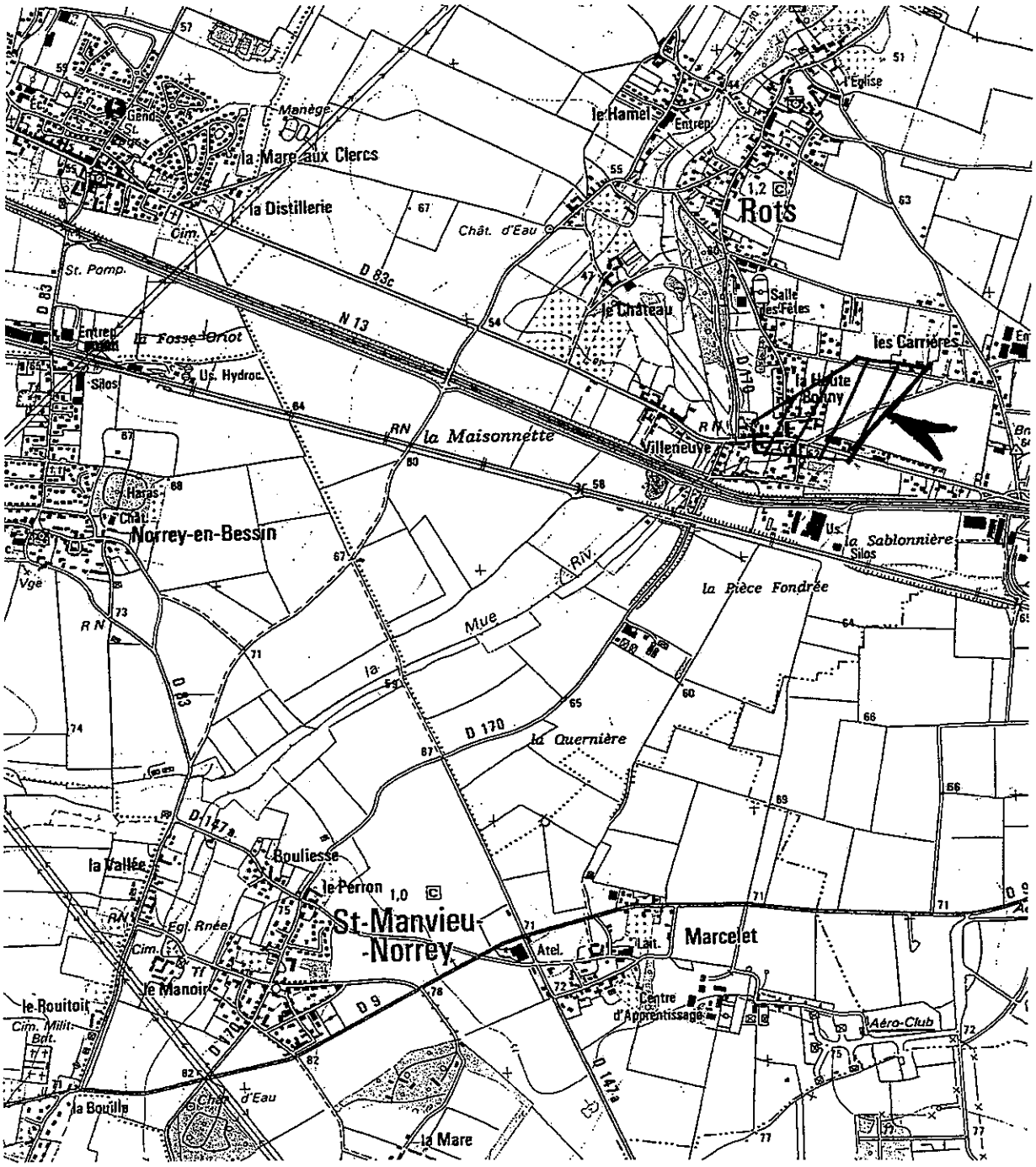


Fig. 45- Rots (14) : situation de la partie concernée par le débordement de nappe sur la carte topographique à 1/25 000 (Caen 1512 Est, ©IGN).

Pour faciliter l'écoulement des eaux de rejets de pompage (au volume très important), des travaux d'urgence sur le réseau pluvial ont permis de faciliter le renvoi vers la rivière Mue.

Malgré plusieurs relances de demandes tant à l'écrit (télécopie si possible sinon courrier) qu'à l'oral (essai de contact par voie téléphonique), il n'a pas été possible d'obtenir de la commune le report des zones inondées sur un plan à l'échelle de la commune.

3.26. COMMUNE DE BRETTEVILLE-L'ORGUEILLEUSE (14)

3.26.1. Cadre géographique

La commune de Bretteville-l'Orgueilleuse est située à 11 km à l'ouest de la capitale basse-normande, Caen et 14 km à l'est de Bayeux. La partie en plaine du centre bourg est située au nord immédiat de la RN 13 (fig. 46 ; x = 392,7 ; y = 1171,90 ; Lambert Zone 1 ; z = 57 +/- 4 m NGF).

D'un point de vue géologique, d'après la maquette provisoire de Bayeux Courseulles à 1/50 000 (n° 119, 2000, Ed. BRGM) et les données BSS (Banque de données du sous-sol gérée par le BRGM et accessible au public), le sous-sol sous la terre végétale est constitué par les calcaires du Creully (Bathonien moyen), surmontés éventuellement d'une couche superficielle de limons des plateaux.

D'après la carte hydrogéologique du Calvados (1991, Ed. BRGM), la surface libre de l'aquifère du Bathonien est située en période de moyennes eaux à la profondeur de 50 m NGF (niveau moyen interprété des données disponibles lors de cette publication), soit à une profondeur estimée de 7 m environ sous la surface du sol du site examiné.

3.26.2. Faits examinés

La visite a été effectuée le 10 avril 2001.

C'est une petite trentaine de sous-sols de maisons qui sont touchés dans plusieurs parties de la commune. La plupart des sous-sols ont été inondés en mars 2001, mais les plus vulnérables ont été déjà inondés lors d'une première phase de remontée en janvier 2001. Si l'essentiel des maisons touchées sont des pavillons récents d'un lotissement au grand herbage, plusieurs maisons anciennes au sud de la RD n° 83c sont également concernées. Une à deux maisons ont été également provisoirement touchées en rez-de-chaussée.

Les maisons les plus touchées avaient déjà été inondées en 1995.

Pour mettre à sec un sous-sol aménagé en pièces de séjour, les pompages atteignent 400 m³/h sur une maison. Sur la maison la plus touchée, la cave du pavillon est inondée sur 2 m jusqu'au plafond : ce garage en sous-sol de ce pavillon a déjà été inondé de manière récurrente (1995, 1999, 2000). Dans ce cas, la meilleure solution consisterait sans équivoque à combler ce sous sol.

Plusieurs sources de résurgence en pied de talus nord de la R.N. 13 ont été constatées.

Ces débordements ont été augmentés par des arrivées d'eaux de ruissellement (agricole ?), venant du sud depuis Putôt-en-Bessin dans un vallon sec qui vient buter contre la RN 13.

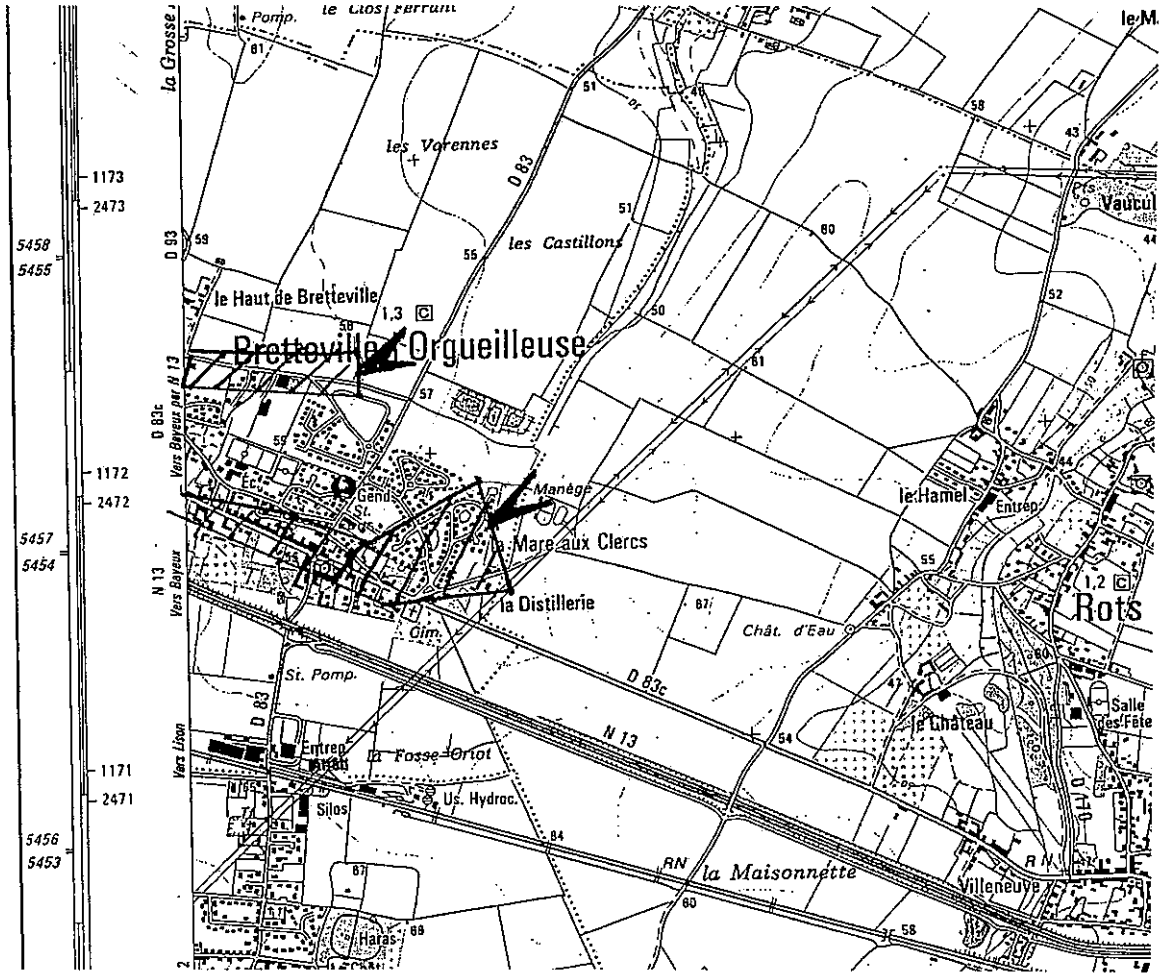


Fig. 46 - Bretteville-L'Orgueilleuse (14) : situation de la partie concernée par le débordement de nappe sur la carte topographique à 1/25 000 (Caen 1512 Est, ©IGN).

Fig. 47 - Bretteville-L'Orgueilleuse (14) : extrait du cadastre : situation des parcelles concernées par l'inondation.

3.27. COMMUNE DU MESNIL-PATRY (14)

3.27.1. Cadre géographique

La commune du Mesnil-Patry (fig. 48) est située entre Caen et Bayeux, au sud de la RN 13, en amont de la Thue, affluent de la Seulles (fleuve côtier), en plaine de Caen, dans un paysage de basses collines. Le bourg est un village carrefour qui se situe en contrebas du sommet du plateau sur un versant large et ouvert vers un vallon sec à 6 km environ de sa confluence avec la vallée de la Thue. Le site examiné concerne le centre bourg et ses abords (routes et parcelles agricoles concernées) (fig. 48 ; centroïde en x = 390,000 ; y = 1170,000 ; Lambert Zone 1 ; z = 79 à 88 +/- 5 m NGF).

D'un point de vue géologique, d'après la carte à 1/80 000 de Caen (n°29, 1936-1962, Ed. BRGM) et les données BSS (Banque de données du sous-sol gérée par le BRGM et accessible au public), les assises géologiques concernées sont constituées :

- en sommet de plateau par une couverture de limons des plateaux (LP) ;

- sous les limons, le sous-sol est constitué des calcaires de la Campagne de Caen (J///c).

Le sud du Mesnil-Patry est constitué des calcaires et marnes du Bajocien et du Lias, le bourg étant sur des niveaux plus marneux situé sous les calcaires du Bathonien de la Campagne de Caen qui apparaissent au nord du bourg.

D'après la carte hydrogéologique du Calvados (1991, Ed. BRGM), la surface libre de l'aquifère du Bajocien/Lias (niveau moyen interprété des données disponibles lors de cette publication) se situe en période de moyennes eaux approximativement vers 70 m NGF, soit à une profondeur estimée de 5 à 10 m environ sous la surface du sol du site examiné.

3.27.2. Faits examinés

Le constat BRGM a été effectué le 18 mai 2001, le débordement de nappe étant de moindre ampleur qu'à son paroxysme. Le débordement a débuté vers la fin décembre 2000 et était encore actif lors de la visite BRGM. Dans le centre du bourg, ce sont environ 30 à 40 parcelles construites qui ont été touchées (jardins imbibés d'eau, ruissellement au sol), correspondant à environ 20 sous-sols inondés de bâtiments récents (post 1960). Sans pompage, il apparaît que la plupart des sous-sols auraient environ 1 m d'eau. On notera une cuve à fuel en sous-sol qui a bougé du fait de l'eau sans se déverser. Trois voiries sont atteintes par le débordement : la plupart du linéaire de voirie sert de caniveau de ruissellement à l'évacuation des eaux phréatiques et ponctuellement, c'est la fondation de chaussée qui s'est dégradée suite à saturation en eau du sous-sol. Les mois futurs devraient faire apparaître très vraisemblablement des dégradations supérieures à ce qui pouvait être identifié le jour du constat. Aucun élément n'a pu être identifié concernant des dégâts ou effets du débordement sur des canalisations (assainissement) ou installations sanitaires spécifiques (fosses septiques par exemple), il est vraisemblable que le débordement de nappe affecte certaines de ces installations.

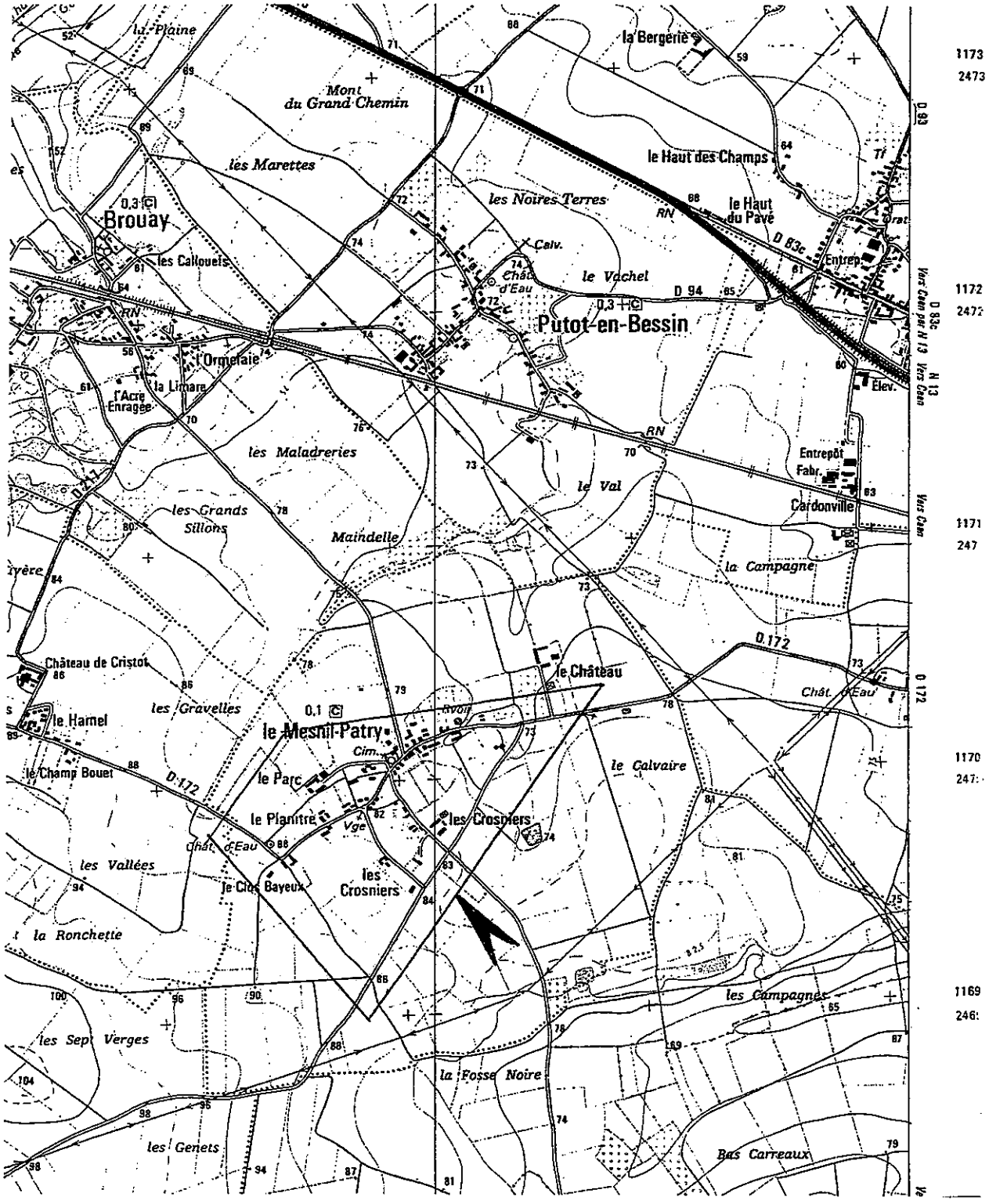


Fig. 48 -Le Mesnil-Patry (14) : situation de la partie concernée par le débordement de nappe sur la carte topographique à 1/25 000 (Bayeux 1512 Ouest, ©IGN).

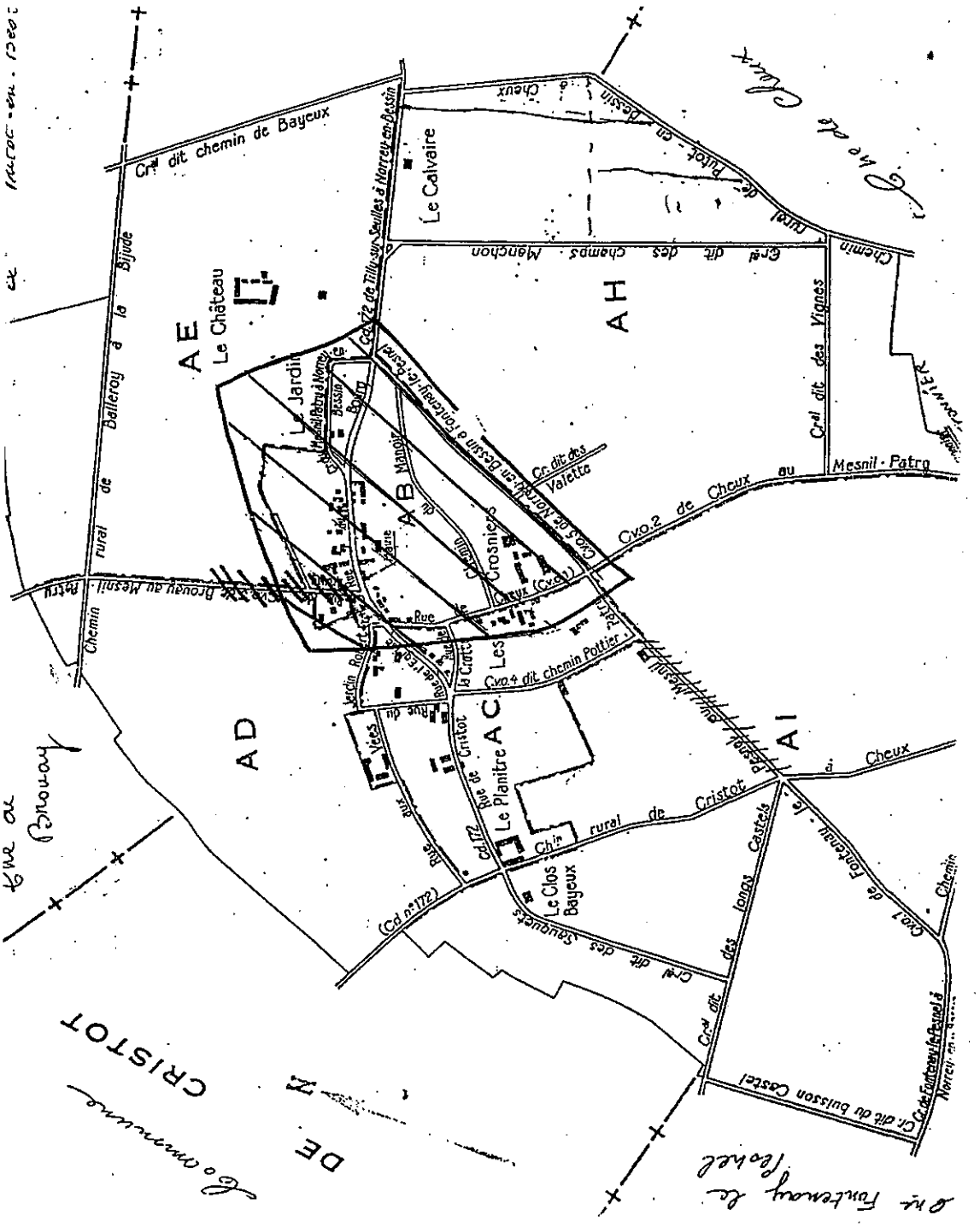


Fig. 49a - Le Mesnil-Patry (14) : extrait réduit du cadastre : situation des parcelles concernée par l'inondation.

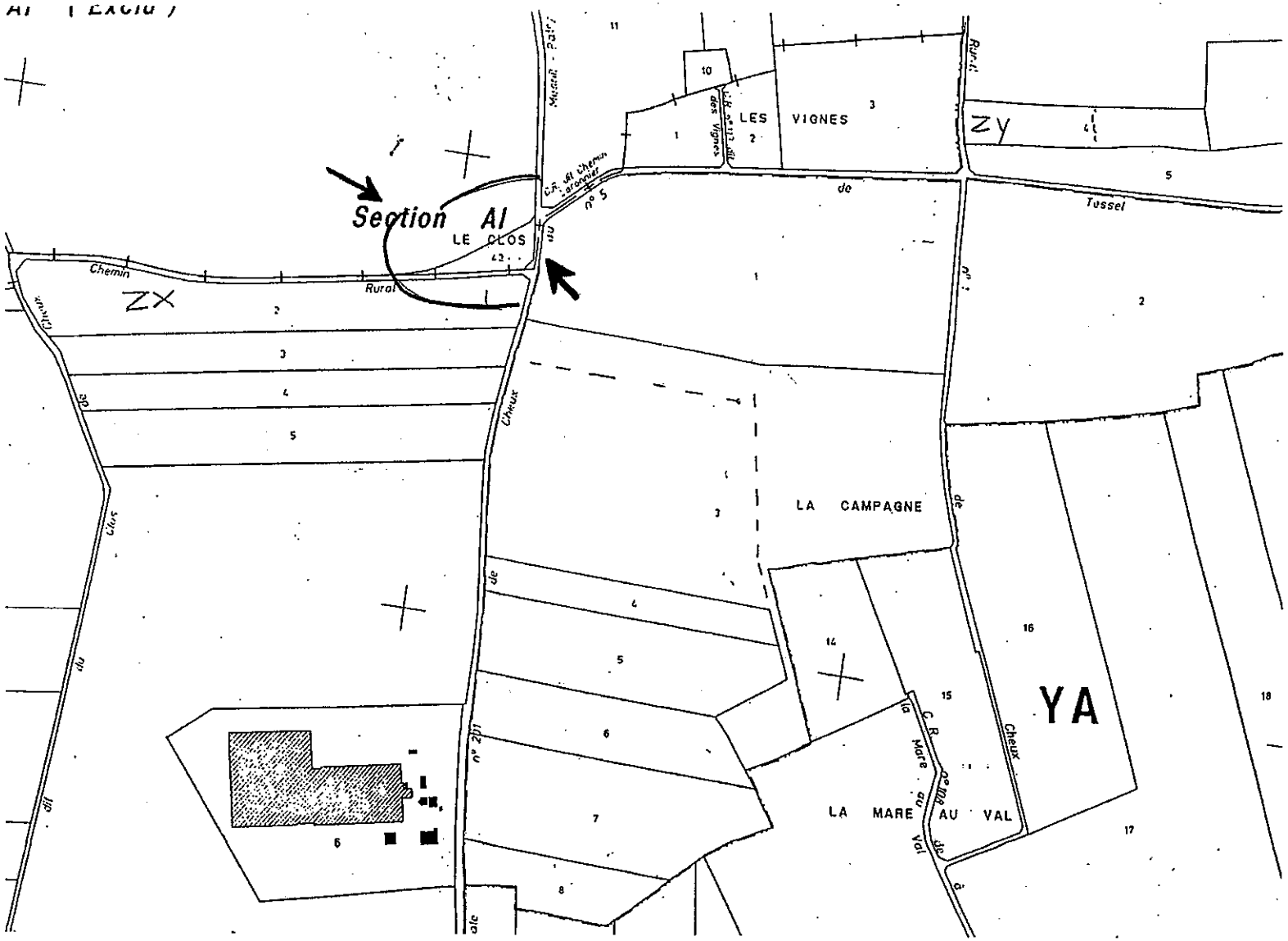


Fig. 49b - Le Mesnil-Patry (14) : extrait réduit du cadastre : situation des parcelles concernées par l'inondation.

3.28. COMMUNE DE SECQUEVILLE-EN-BESSIN (14)

3.28.1. *Cadre géographique*

La commune de Secqueville-en-Bessin (fig. 50) est située entre Caen et Bayeux, au nord de la route Nationale 13, en amont de la Thue, affluent de la Seulles (fleuve côtier), en plaine de Caen, dans un paysage de basses collines. Le site examiné concerne le centre bourg et ses abords (routes et parcelles agricoles concernées) (fig. 50 ; centroïde en x = 390,000 ; y = 1170,000 ; Lambert Zone 1 ; z = 79 à 88 +/- 5 m NGF).

D'un point de vue géologique, d'après la carte provisoire à 1/50 000 de Bayeux Courseulles (n°96-119, 2000, Ed. BRGM) et les données BSS (Banque de données du sous-sol gérée par le BRGM et accessible au public), les assises géologiques sont constituées en tête de plateau par une couche de limons de plateau, épaisses de quelques mètres environ, suivis éventuellement d'un niveau d'Argile à Silex résiduel issu de l'altération des calcaires par décalcification, puis des calcaires du Bathonien moyen (essentiellement de la formation des calcaires de Caen, mais aussi de la formation des calcaires de Creully).

Sur le versant en rive droite de la Thue à l'ouest immédiat du hameau de Guerville, les marnes de Port-en-Bessin du Bathonien inférieur sont même directement affleurantes.

D'après la carte hydrogéologique du Calvados (1991, Ed. BRGM), la surface libre de l'aquifère du Bathonien (niveau moyen interprété des données disponibles lors de cette publication) se situe en période de moyennes eaux approximativement vers 30-40 m NGF, soit à une profondeur estimée de 5 à 10 m environ sous la surface du sol du site examiné.

3.26.2. Faits examinés

Le constat BRGM a été effectué le 11 mai 2001 : l'aquifère ne débordait plus. Un rez-de-chaussée a été concerné. Le village est constitué de plusieurs hameaux situés sur des buttes. Il existe un bon exutoire des eaux d'écoulement de surface. Des dégâts particuliers de voirie ont cependant été observés, ils sont liés à des émergences de nappes inhabituelles, encore bien visibles sur le terrain. Ces émergences, situées au niveau de murs construits, ont duré plusieurs semaines.

Malgré plusieurs relances de demandes tant à l'écrit (télécopie si possible sinon courrier) qu'à l'oral (essai de contact par voie téléphonique), il n'a pas été possible d'obtenir de la commune le report des zones inondées sur un plan à l'échelle de la commune.

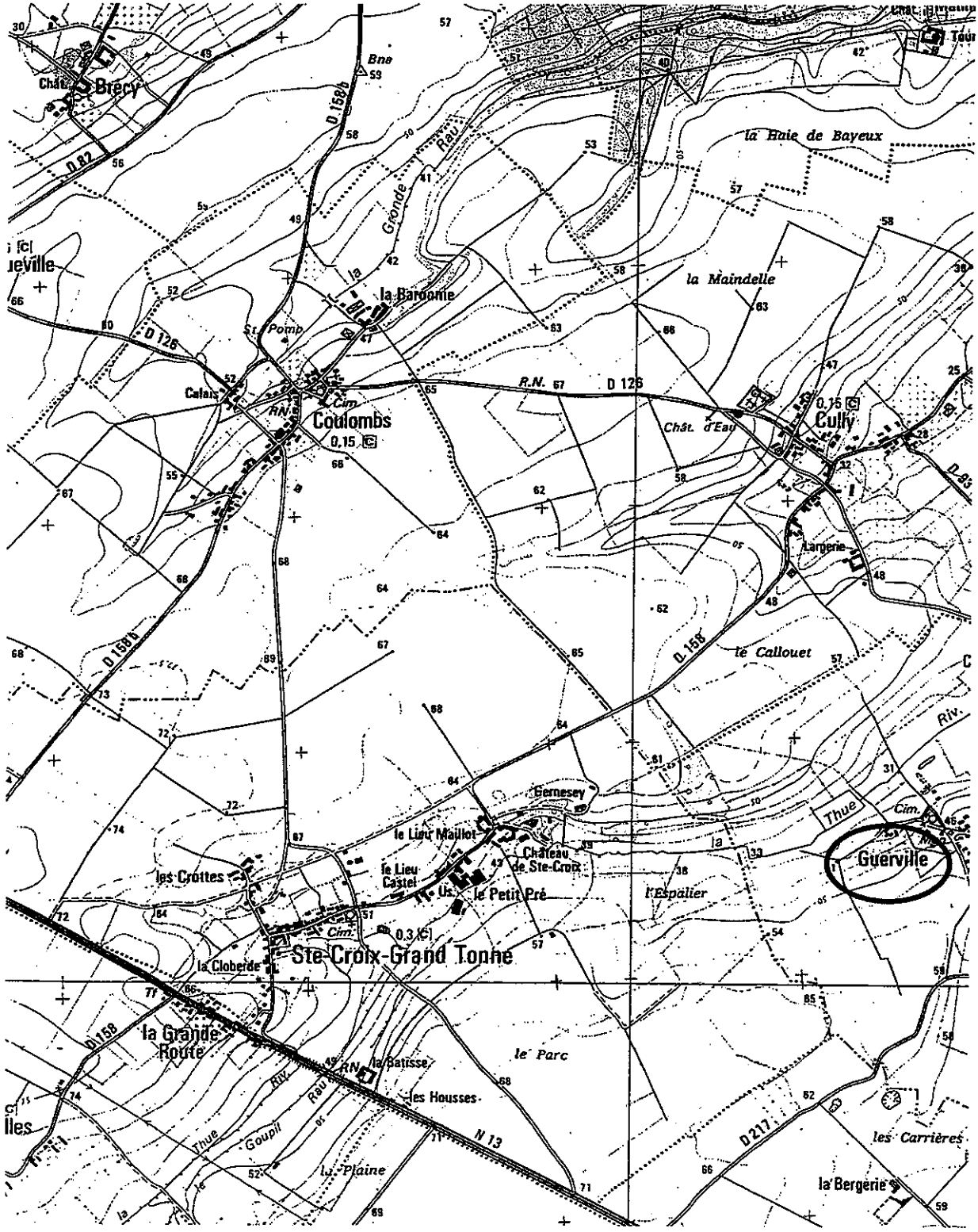


Fig. 50 - Secqueville-en-Bessin (14) : situation de la partie concernée par le débordement de nappe sur la carte topographique à 1/25 000 (Bayeux 1512 Ouest, ©IGN).

3.29. COMMUNE DE BAYEUX (14)

3.29.1. Cadre géographique

La ville de Bayeux (fig. 51) se situe en centre du pays Bessin à 28 km de Caen sur le cours de l'Aure, fleuve côtier.

Le site examiné concerne le centre (fig. 51 ; centroïde en x = 379,25 ; 0 y = 1180,000 ; Lambert Zone 1 ; z = 40 à 50 +/- 5 m NGF).

D'un point de vue géologique, d'après la carte provisoire à 1/50 000 de Bayeux Courseulles (n° 96-119, 2000, Ed. BRGM) et les données BSS (Banque de données du sous-sol gérée par le BRGM et accessible au public), les assises géologiques sont constituées par un placage résiduel de limons de plateau, suivi d'un niveau d'Argiles à Silex résiduelles issues de l'altération des calcaires de la formation de la Malière par décalcification, puis des calcaires de la Malière (Aalénien et Bajocien inférieur).

On retrouve à l'affleurement au nord de la ville, les calcaires de la formation de la Malière mais aussi des niveaux de l'Oolithe ferrugineuse de Bayeux (Bajocien moyen à supérieur) et des calcaires à spongiaires du Bajocien supérieur.

D'après la carte hydrogéologique du Calvados (1991, Ed. BRGM), la surface libre de l'aquifère du Bathonien (niveau moyen interprété des données disponibles lors de cette publication) se situe en période de moyennes eaux approximativement vers 40 m NGF, soit à une profondeur estimée de 5 à 10 m environ sous la surface du sol du site examiné.

3.29.2. Faits examinés

Le constat BRGM a été effectué le 25 avril 2001.

Le pic des inondations a débuté le 28 mars et a duré deux jours. La rivière l'Aure, en centre ville, a débordé, inondant la rue des Teinturiers. Quatre magasins ont signalé de l'eau dans leurs locaux. Outre ces quatre magasins, une douzaine d'habitations ont eu à souffrir de ces inondations.

D'après les services techniques, la cause principale de ces inondations réside dans la durée de la période de pluie. En effet, le réseau d'eau pluviale permet l'évacuation des fortes pluies ; par contre, les bassins d'orage étaient saturés par les pluies continuelles de ces deux derniers mois.

Comparativement à la tempête de décembre 1999, cette année, la ville a été peu touchée. En 1999, les cinq secteurs sensibles de la ville ont été touchés :

- Hôpital ;
- Rue des Teinturiers (seul secteur touché en mars 2001) ;
- Av. Clémenceau ;

- Rue Saint-Laurent ;

- Rues Saint-Quentin.

En 1999, le niveau de la rivière était 20 cm au-dessus de celui de mars 2001.

Rien des événements relatés ne semble relever d'inondation par remontée phréatique débordante.

La remontée de la nappe phréatique jusqu'à hauteur de la nappe d'accompagnement de l'Aure a dû constituer un facteur aggravant de cette inondation par débordement de cours d'eaux.

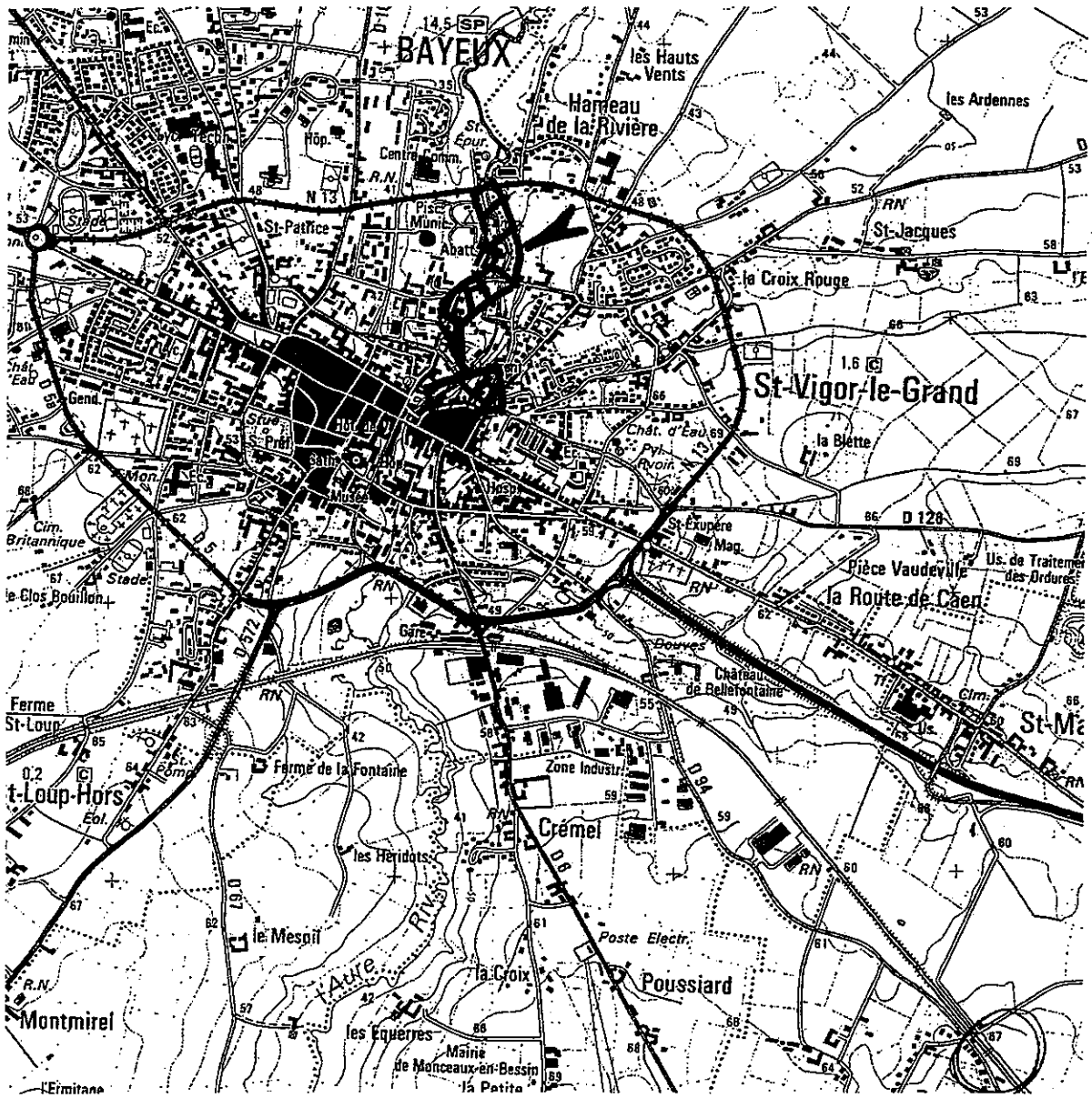


Fig. 51 -Bayeux (14) : situation de la partie concernée par le débordement de nappe sur la carte topographique à 1/25 000 (Bayeux 1512 Ouest, ©IGN).

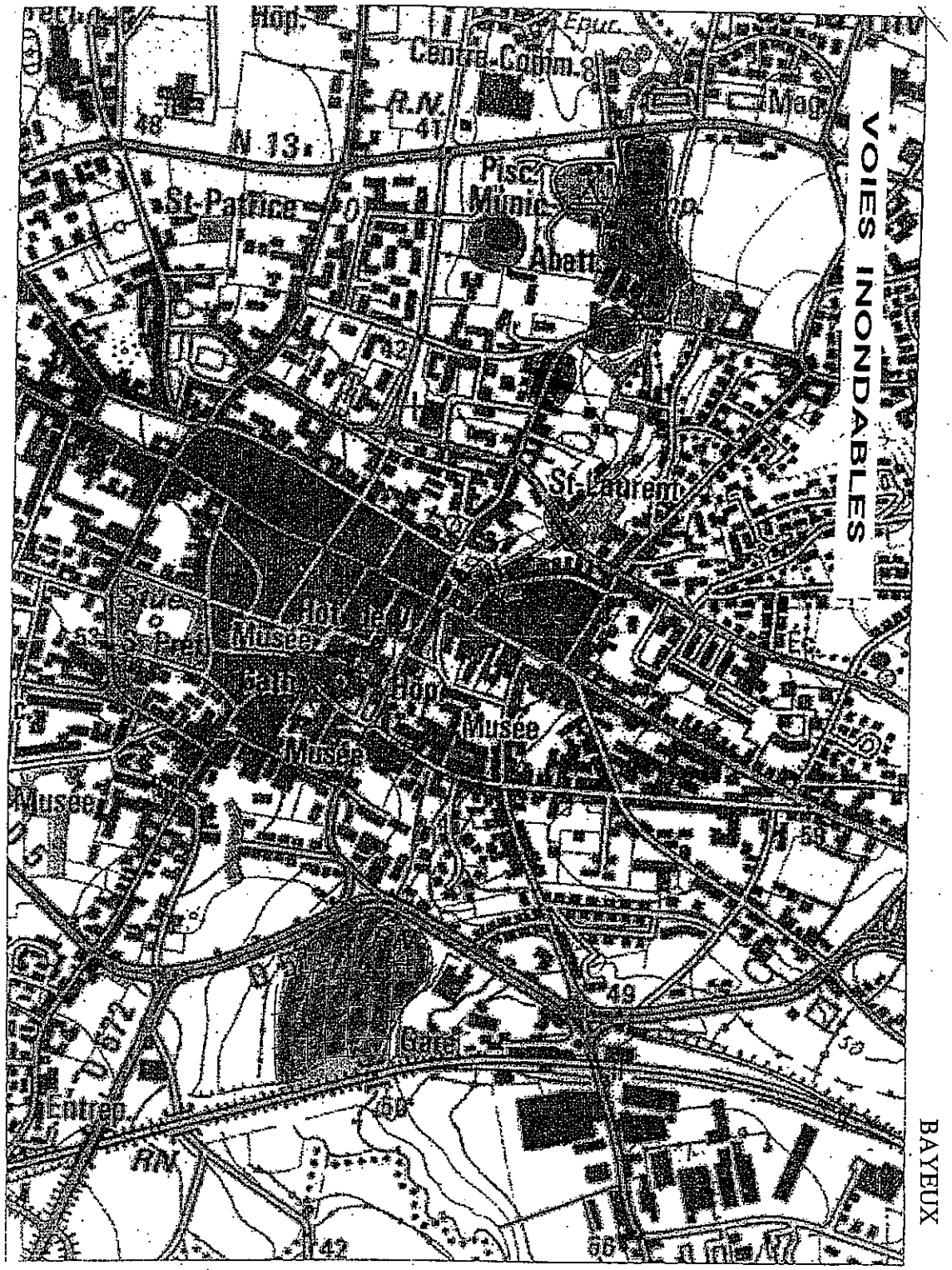


Fig. 52 -Bayeux (14) : extrait réduit du cadastre : situation des parcelles concernées par l'inondation.

3.30. COMMUNE DE LONGUEVILLE (14)

3.30.1. Cadre géographique

La commune de Longueville (fig. 53) est située entre Bayeux (20 km) et Isigny-sur-Mer (8 km), le long de la route Nationale 13, en rive droite de la vallée de l'Aure, sur les plateaux. Le site examiné concerne la partie du village, rue située entre la mairie et les lieux-dits « le Roulage » et « la Place au Puits » (fig. 53 ; centroïde en x = 360,600 ; y = 1187,500 ; Lambert Zone 1 ; z = 25 à 30 +/- 5 m NGF).

D'un point de vue géologique, d'après la carte à 1/50 000 de Grandcamp-Maisy (n° 95, 1987, Ed. BRGM) et les données BSS (Banque de données du sous-sol gérée par le BRGM et accessible au public), les assises géologiques concernées sont constituées :

- en sommet de plateau par une couverture de limons des plateaux (LP) ;
- sous les limons, il existe en sommet de plateau, des résidus plus ou moins altérés et épais, de calcaires à silex (Malière) et calcaires glauconieux (« couche verte »), la forme altérée de ces calcaires (argiles à silex) étant le principal faciès visible (I9-j1a) ;
- les calcaires à ammonites du Toarcien (I7-8) ;
- les niveaux du Pliensbachien (« Banc de Roc », marnes et calcaires à bélemnites – I5-6) ;
- l'ensemble reposant en fond de vallon sur les marnes du Sinémurien (I3-4).

On notera de plus, que le thalweg où est installé le lavoir de « la Londe » (source d'un ruisseau se jetant dans l'Aure) est implanté sur une faille masquée qui décale les assises jurassiques : la zone concernée est donc très vraisemblablement fortement fracturée.

D'après la carte hydrogéologique du Calvados (1991, Ed. BRGM), la surface libre de l'aquifère du Bajocien/Lias (niveau moyen interprété des données disponibles lors de cette publication) se situe en période de moyennes eaux à moins de 20 m NGF, soit à une profondeur estimée de 5 à 10 m environ sous la surface du sol du site examiné.

3.30.2. Faits examinés

Le constat BRGM a été effectué le 18 mai 2001, en fin de période de débordement de nappe. D'après témoignage de l'adjoint au maire présent lors du constat, le début de débordement aurait commencé vers le mois d'octobre, avec des variations de sorties d'eau. Dans une des parcelles touchées, deux phases de pompage maximum, près du rez-de-chaussée de l'habitation concernée, auraient été enregistrées : novembre 2000 et mars 2001. Deux à trois habitations (maisons traditionnelles anciennes *a priori*) ont été touchées (humidité dans les murs, suintements limités au sol), l'une encore affectée plus légèrement en rez-de-chaussée lors de la visite BRGM. La voie d'accès au lavoir (aménagement d'une source permanente) montrait des traces de ruissellement induit par le débordement de nappe, une partie de cette voie près du lavoir ayant été dégradée sur

1 à 2 m de long pour 1 m de large avec constitution d'un creux d'environ 50 cm de profondeur. On a pu constater la présence d'un écoulement encore notable d'eau depuis la double voie rapide au nord de Longueville vers le bourg, ce ruissellement étant clairement provoqué par un débordement de nappe. Enfin, il est estimé à environ 2 à 3 ha les parcelles agricoles touchées par le phénomène.

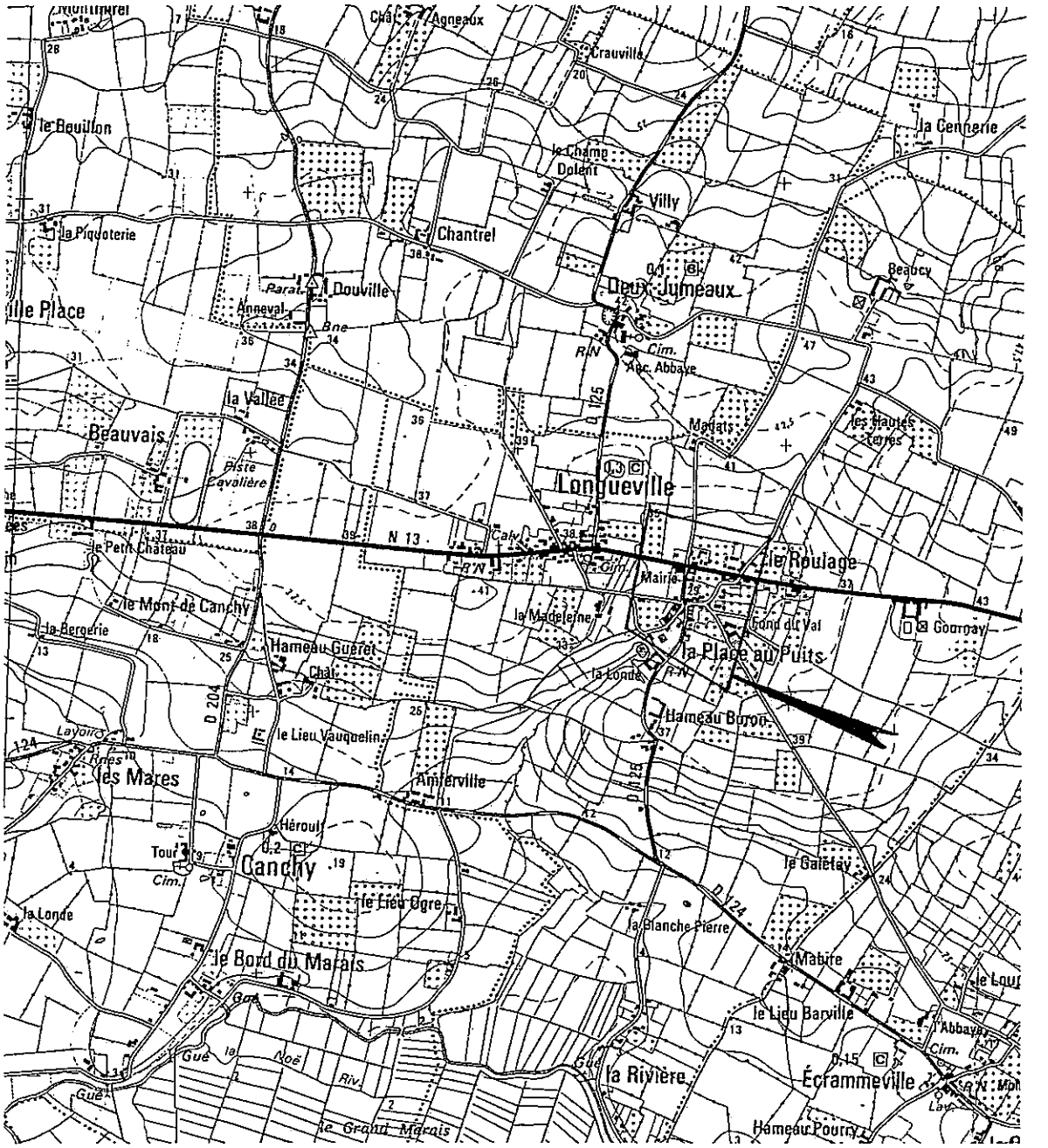
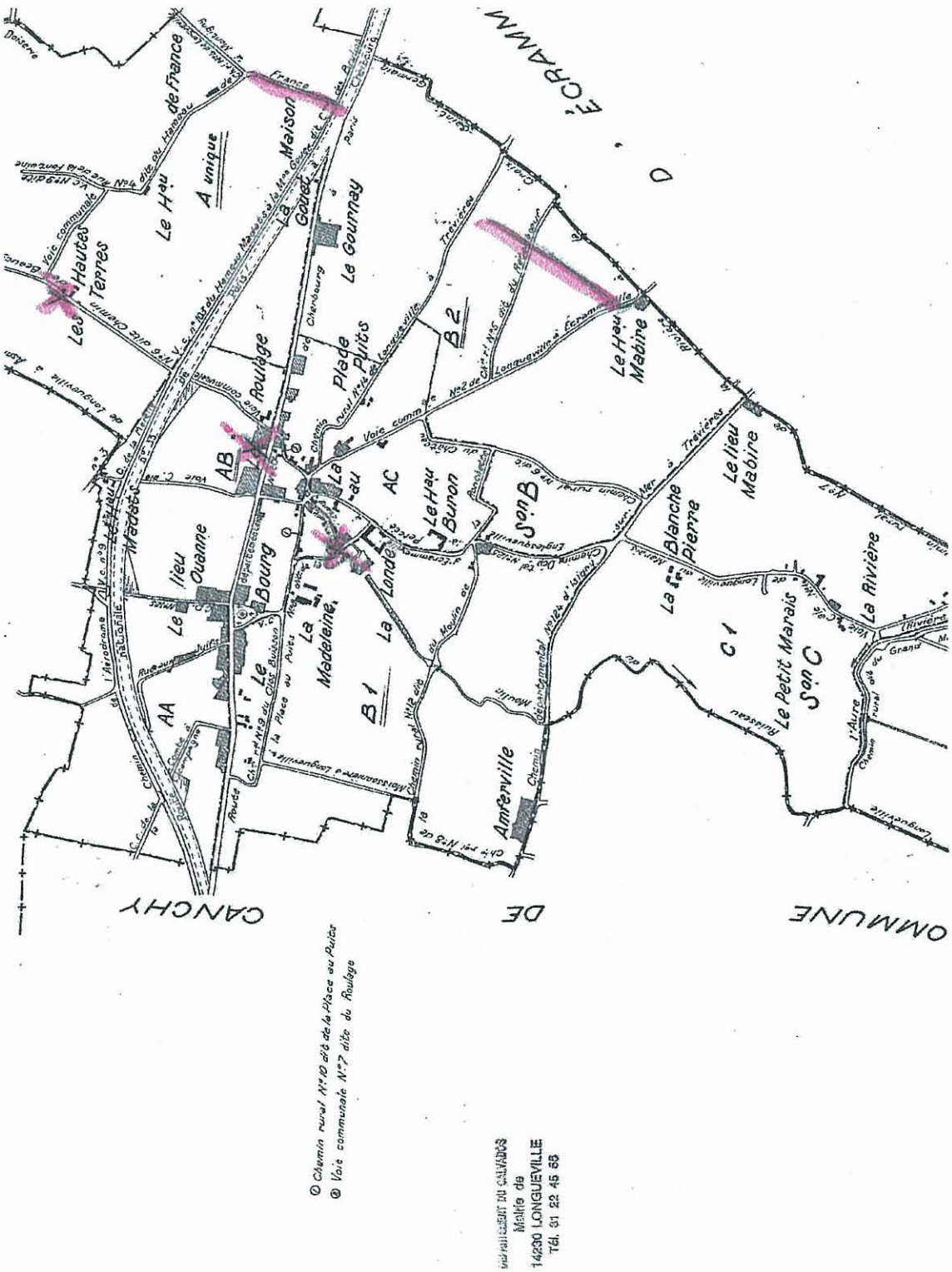


Fig. 53 - Longueville (14) : situation de la partie concernée par le débordement de nappe sur la carte topographique à 1/25 000 (Grandcamp Maisy 1411 Sud, ©IGN).



© Chemin rural N°10 dit de la Place au Puits
® Voie communale N°7 dite du Rouage

Mairie de
14230 LONGUEVILLE
Tél. 31 22 45 55

Fig. 54 - Longueville (14) : extrait réduit du cadastre : situation des parcelles concernées par l'inondation.

3.31. COMMUNE DE LA CAMBE (14)

3.31.1. Cadre géographique

La commune de La Cambe (fig. 55) est située entre Bayeux (23 km) et Isigny-sur-Mer (8 km), le long de la route Nationale 13, en rive droite de la vallée de l'Aure, sur les plateaux. La zone inondée concerne une grande partie du plateau, essentiellement au nord du bourg (fig. 55 ; centroïde en x = 358,700 ; y = 1188,500 ; Lambert Zone 1 ; z = 33 à 35 +/- 2.5 m NGF).

D'un point de vue géologique, d'après la carte à 1/50 000 de Grandcamp-Maisy (n° 95, 1987, Ed. BRGM) et les données BSS (Banque de données du sous-sol gérée par le BRGM et accessible au public), les assises géologiques concernées sont constituées

- en sommet de plateau par une couverture de limons des plateaux (LP) ;
- sous les limons, il existe en sommet de plateau, des résidus plus ou moins altérés et épais, de calcaires à silex (Malière) et calcaires glauconieux (« couche verte »), la forme altérée de ces calcaires (argiles à silex) étant le principal faciès visible (I9-j1a) ;
- les calcaires à ammonites et des Argiles à poissons du Toarcien (I7-8), plus bas dans la vallée de l'Aure ;
- les niveaux du Pliensbachien (« Banc de Roc », marnes et calcaires à bélemnites – I5-6) ;
- l'ensemble reposant en fond de vallée de L'Aure sur les marnes du Sinémurien (I3-4).

D'après la carte hydrogéologique du Calvados (1991, Ed. BRGM), la surface libre de l'aquifère du Bajocien/Lias (niveau moyen interprété des données disponibles lors de cette publication) se situe en période de moyennes eaux à moins de 20 m NGF, soit à une profondeur estimée de 10 à 15 m environ sous la surface du sol du site examiné.

Un ruisseau en fond de vallée côté ouest et sud du village draine les eaux du plateau vers l'Aure.

3.31.2. Faits examinés

Le constat BRGM a été effectué le 24 avril 2001. Le 9 février, 13 habitations ont été touchées par les inondations. Durant la semaine du 20 au 22 mars, 12 habitations ont été touchées par les inondations. Au total, 25 habitations ont été concernées par des problèmes de ruissellement. Les dégâts ont été occasionnés par des arrivées d'eau dans les maisons : 10 cm pour certaines.

Il s'agit probablement de simples ruissellements sur des sols limoneux saturés en surface.

La configuration du terrain est la cause de ces inondations : le haut de la commune est un terrain plat où les écoulements sont difficiles (Beauvais, la Vallée, l'Hermitage).

Le ruisseau qui traverse le village a inondé la boulangerie et le bureau de tabac.

La voirie a été endommagée par les écoulements (route de Mont Mirel).

Selon la mairie, plusieurs routes seront restées inondées ou parcourues par des écoulements de surface continus pendant plus d'un mois : il ne s'agirait alors plus uniquement de problèmes de ruissellement mais bien d'un affleurement de l'aquifère du Bajocien comme sur la commune de Longueville.

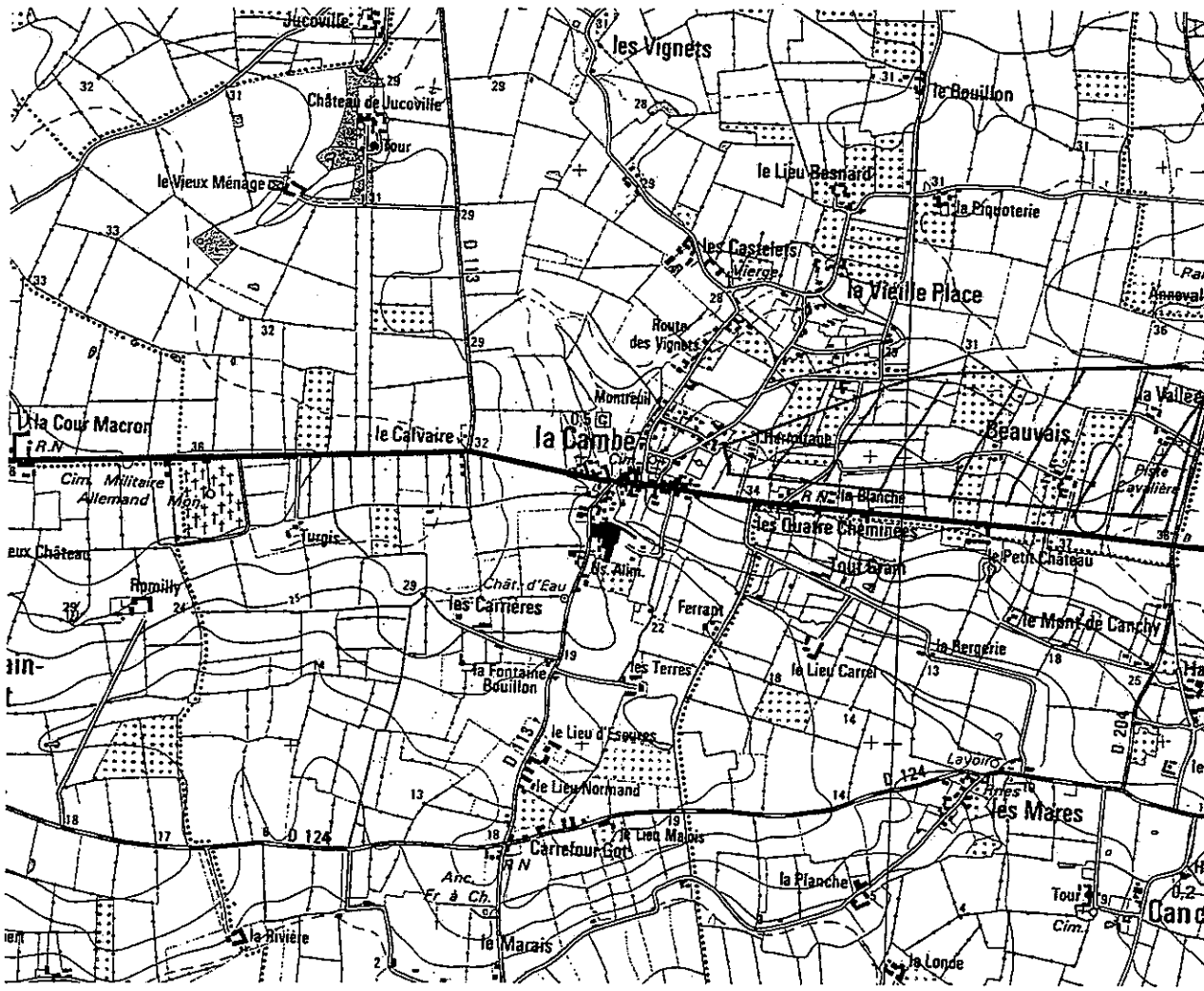


Fig. 55 - La Cambe (14) : situation de la partie concernée par le débordement de nappe sur la carte topographique à 1/25 000 (Grandcamp Maisy 1411 Sud, ©IGN).

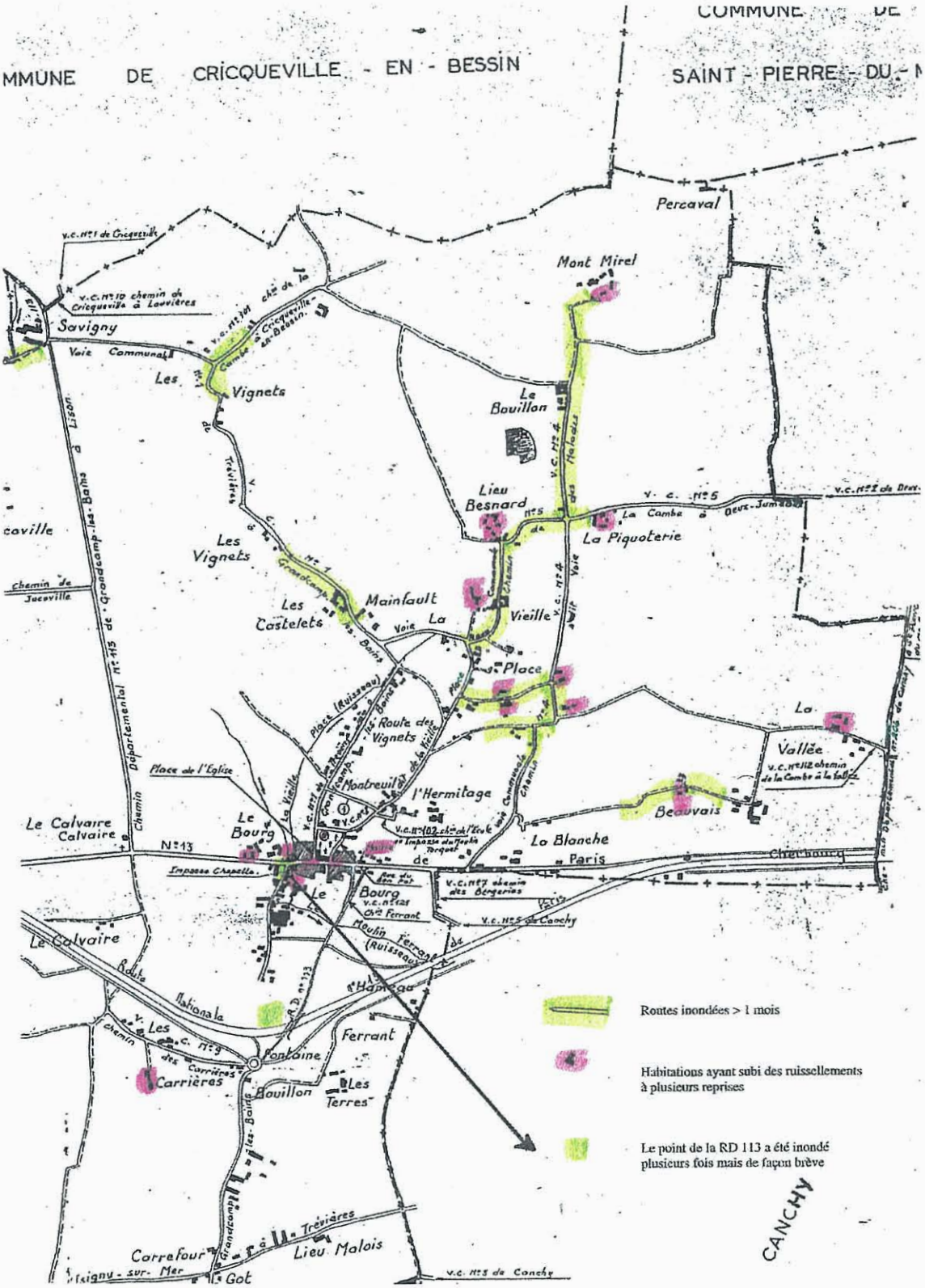


Fig. 56 - La Cambe (14) : extrait réduit du cadastre : situation des parcelles concernées par l'inondation.

3.32. COMMUNE DE GEFOSSE-FONTENAY (14)

3.32.1. Cadre géographique

La commune de Gefosse-Fontenay (fig. 57) est située sur l'extrémité nord-ouest du Bessin à 29 km à l'ouest de Bayeux, et 56 km à l'ouest de Caen et 3 km au nord d'Isigny-sur-Mer, en rive droite à l'embouchure de la vallée de l'Aure. Les zones inondées concernent les lieux-dits « Le Hommet - Saint Felix », « Fontenay » et « Le Bas de Gefosse » (fig. 57 ; centroïde de en x = 360,600 ; y = 1187,500 ; Lambert Zone 1 ; z = 33 à 35 +/- 2,5 m NGF).

D'un point de vue géologique, d'après la carte à 1/50 000 de Grandcamp-Maisy (n°95, 1987, Ed. BRGM) et la carte à 1 /80 000 de Saint-Lô (n° 29,1967, Ed. BRGM) et les données BSS (Banque de données du sous-sol gérée par le BRGM et accessible au public), les assises géologiques concernées sont constituées :

- en sommet de plateau par une couverture de limons des plateaux (LP) ;
- sous les limons, des formations quaternaires d'âges variés : en sommet de plateau, des sables, grès quartzite et schistes de la Formation des Deux Jumeaux, et dans la vallée littorale des argiles et silts argileux du Flandrien en position d'arrière-dune littorale récente (« Le Bas de Gefosse » et « Fontenay »).
- sur le flanc de versant « L'Hommet - Saint Felix », on retrouve à l'affleurement ou sous les limons des résidus plus ou moins altérés et épais de calcaires à silex (Malière) et calcaires glauconieux (« couche verte »), la forme altérée de ces calcaires (argiles à silex) étant le principal faciès visible (I9-j1a)

D'après la carte hydrogéologique du Calvados (1991, Ed. BRGM), la surface libre de l'aquifère du Bajocien/Lias (niveau moyen interprété des données disponibles lors de cette publication) n'est pas connue précisément (moins de 20 m NGF), soit à une profondeur estimée de 3 à 10 m environ sous la surface du sol selon les endroits examinés.

Derrière le cordon littoral dunaire, dans la dépressionnaire d'arrière-dune, coule un cours d'eau, le Rhin, qui se jette en mer au nord sur Grandcamp-Maisy.

3.32.2. Faits examinés

Ce village, situé à proximité immédiate de la mer, a subi quelques inondations de caves (moins d'une dizaine) liées à un remplissage inhabituel de la nappe. Le niveau de la nappe est resté élevé durant plusieurs semaines. Les ruisseaux permanents qui existent et prennent naissance dans le secteur n'ont pas pu évacuer avec efficacité le surplus d'écoulement en provenance de la nappe, d'autant que la topographie des lieux étant très plate, les écoulements vers la mer sont difficiles (en particulier en période de marée haute).

Le cimetière ainsi que l'église ont été partiellement inondés. De même le château de Gefosse, habituellement à l'écart d'inondation, et qui n'est pas situé dans une dépression topographique, a été inondé. Les agriculteurs signalent avoir perdu des récoltes.

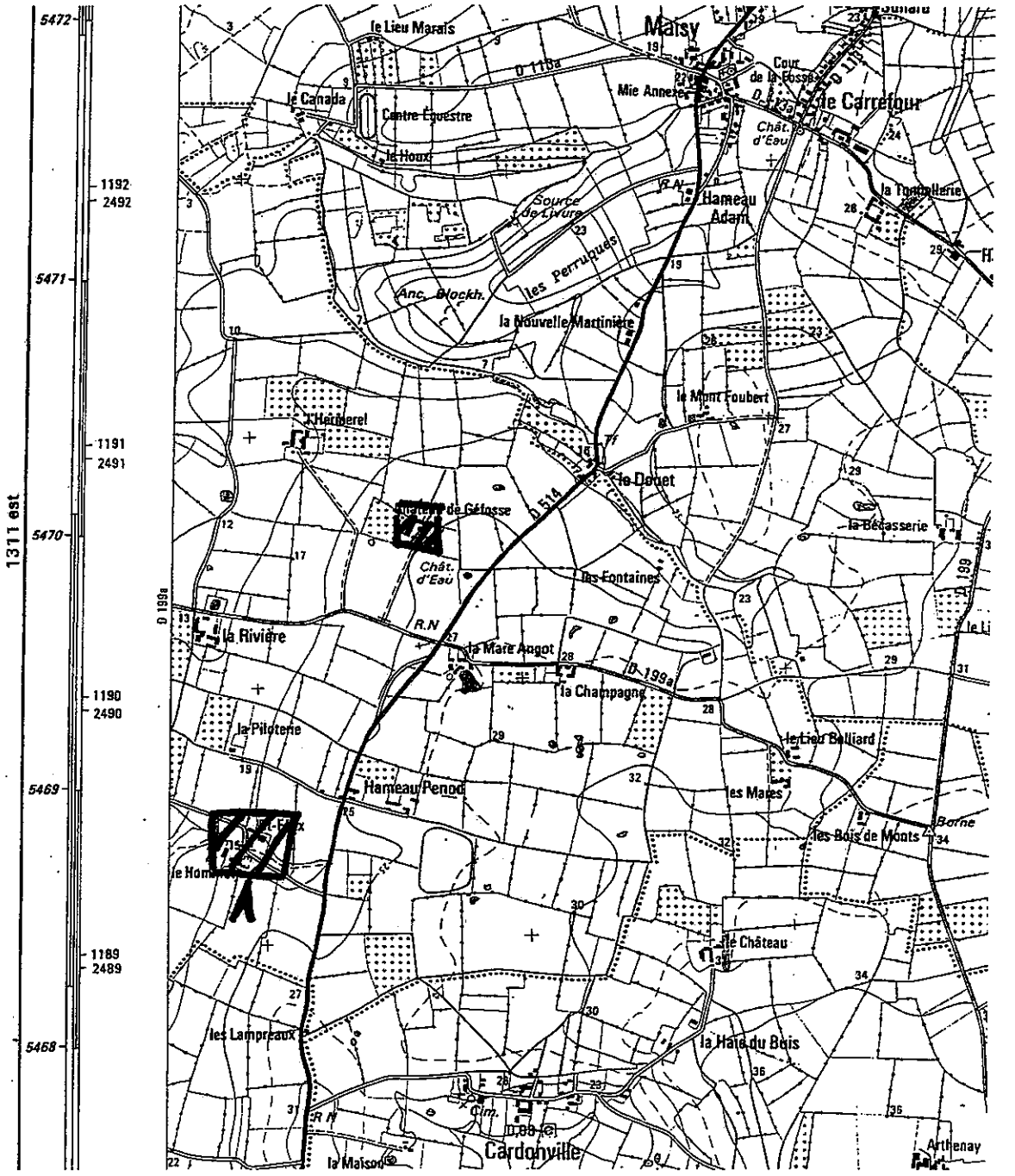


Fig. 57a - Gefosse-Fontenay (14) : situation de la partie concernée par le débordement de nappe sur la carte topographique à 1/25 000 (Sainte-Marie-du-Mont 1311 Est, Grand Camp Maisy 1411 Sud, ©IGN).

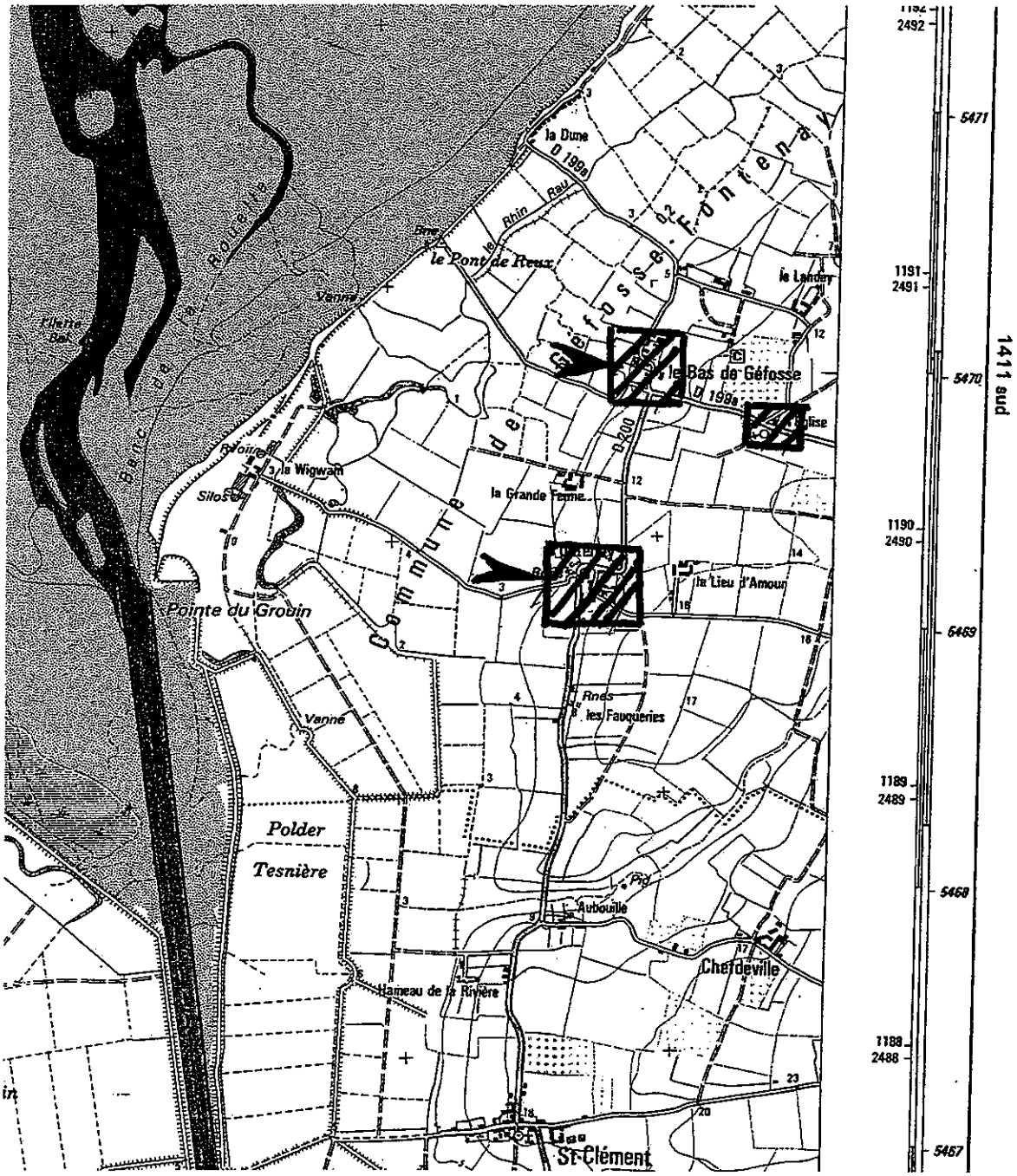


Fig. 57b - Gefosse-Fontenay (14) : situation de la partie concernée par le débordement de nappe sur la carte topographique à 1/25 000 (Sainte-Marie-du-Mont 1311 Est, Grand Camp Maisy 1411 Sud, ©IGN).

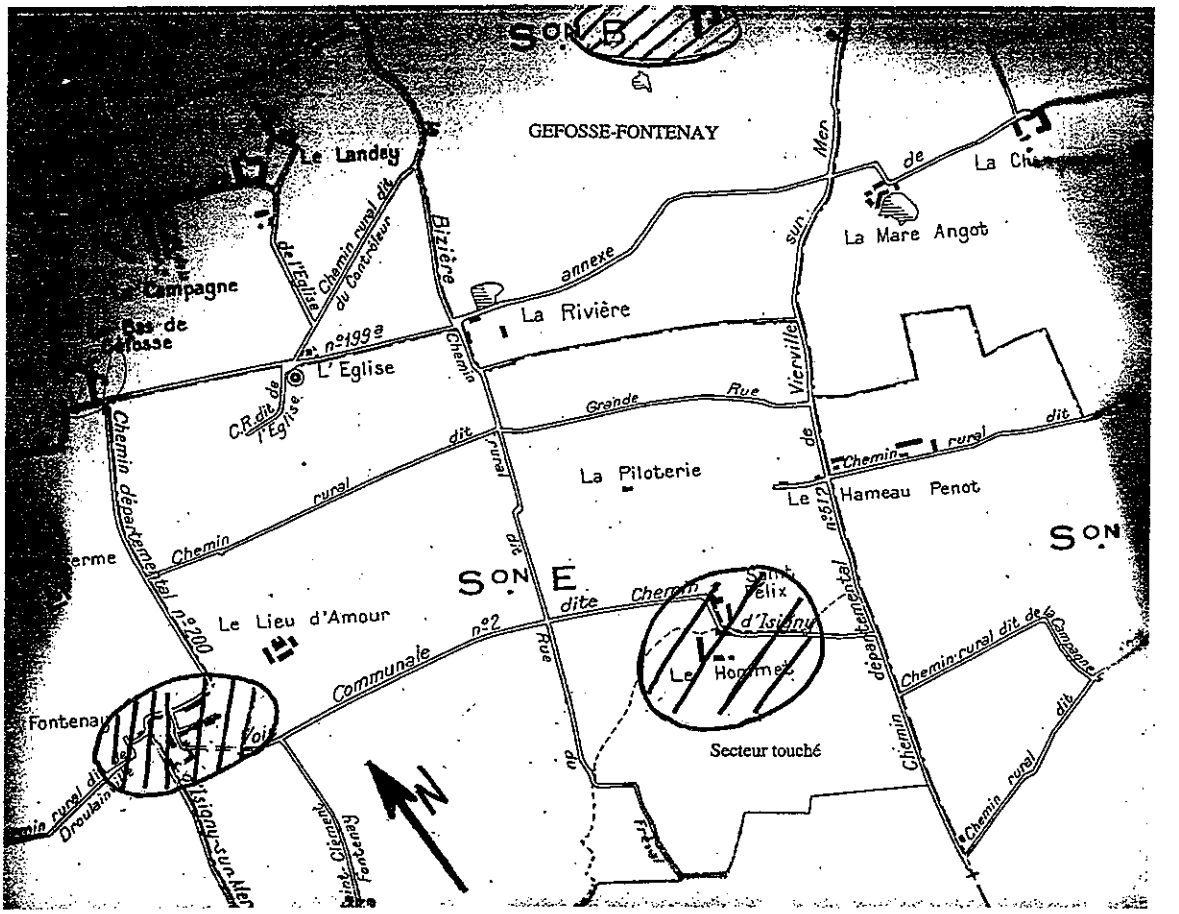


Fig. 58 - Gefosse-Fontenay (14) : extrait réduit du cadastre : situation des parcelles concernées par l'inondation.

3.33. COMMUNE DE SAINT-LAURENT-SUR-MER (14)

3.33.1. Cadre géographique

La commune de Saint-Laurent-sur-Mer (fig. 59) est le long du littoral, à l'ouest de Bayeux, près de la frontière avec le département de la Manche, le long de la route départementale RD 514. Le site examiné se situe au lieu-dit « Les Moulins », situé en bord de littoral et qui était anciennement le lieu d'implantation de moulins hydrauliques utilisant les eaux de sources captées en flanc de falaise. Le versant dans cette zone est affecté de sources permanentes qui déversent les eaux vers la mer en ruisselant depuis le bas versant sur les terrains en arrière du cordon littoral (fig. 59 ; centroïde de la zone : x= 366,525 ; y = 1190,345 ; Lambert Zone 1 ; z = 25 +/- 5 m NGF).

D'un point de vue géologique, d'après la carte à 1/50 000 de Grandcamp-Maisy (n°95, 1987, Ed. BRGM) et les données BSS (Banque de données du sous-sol gérée par le BRGM et accessible au public), les assises géologiques concernées sont constituées :

- en sommet de plateau par une couverture de limons des plateaux (LP) ;
- sous les limons, le sous-sol et le versant littoral sont constitués par des calcaires de Saint-Pierre-du-Mont (J2b) du Bathonien moyen surmontant les Marnes de Port-en-Bessin (J2a) du Bathonien inférieur et moyen.

D'après la carte hydrogéologique du Calvados (1991, Ed. BRGM), la surface libre de l'aquifère discontinu du Bathonien se situe en période de moyennes eaux (niveau moyen interprété des données disponibles lors de cette publication) approximativement à moins de 40 m NGF dans cette partie de la commune, soit à moins de 10 m sous la surface du plateau. Sur le versant littoral, le passage des Calcaires de Saint-Pierre-du-Mont refermant l'aquifère bathonien sur les Marnes de Port-en-Bessin plus imperméables, correspond à un niveau de sources ou de suintements correspondant au déversement de l'aquifère du Bathonien vers la mer.

3.33.2. Faits examinés

Le constat BRGM a été effectué le 20 juillet 2001. Le phénomène de débordement d'aquifère a commencé début mars 2001 et était encore actif lors de la visite du BRGM, mais avec une moindre ampleur. La partie touchée est une voirie qui descend du versant. Cette voirie est le lieu de sources drainées (caniveau, canalisation) permanentes dont le niveau de débordement en altitude a augmenté de 5-6 m provoquant suintements d'eaux au-dessus des aménagements de drainage permanents et dégradant la voirie. Ce phénomène est bien à rapporter à un débordement de nappe phréatique, les niveaux piézométriques de hautes eaux exceptionnelles que la région a connu en hiver et printemps 2001 ayant provoqué l'apparition de sources ou sorties d'eau à des hauteurs topographiques inhabituelles.

On notera que ce versant est connu pour sa quantité de sources et a subi en 1995 des débordements d'aquifères beaucoup plus importants sur le versant et les basses terres de la frange littorale (ruissellements de surface induit par les sources pendant trois mois en grands volumes, mouvements de terrains et dégâts sur constructions dans cette partie de terrain). Contrairement aux autres constats où la situation actuelle locale de débordement d'aquifère est plus importante qu'en 1995, il est surprenant de constater que sur ce site, c'est l'inverse qui s'est produit. Parmi les hypothèses possibles à vérifier éventuellement, on peut envisager des circulations rapides (fissures, karst) réactivées depuis l'amont des plateaux en situation de hautes eaux utilisant des itinéraires différents de ceux de 1995, ces derniers ayant pu être colmatés entre 1995 et 2001. Ce décalage entre 1995 et 2001 dans l'importance locale du phénomène reste malgré tout étonnante et fondamentalement inexpliquée, ceci d'autant plus qu'aucun aménagement anthropique d'importance n'a été réalisé entre temps dans cette zone : c'est *a priori* une modification du milieu naturel qui pourrait être à l'origine de ce comportement de l'aquifère.

Malgré plusieurs relances de demandes tant à l'écrit (télécopie si possible sinon courrier) qu'à l'oral (essai de contact par voie téléphonique), il n'a pas été possible d'obtenir de la commune le report des zones inondées sur un plan à l'échelle de la commune.

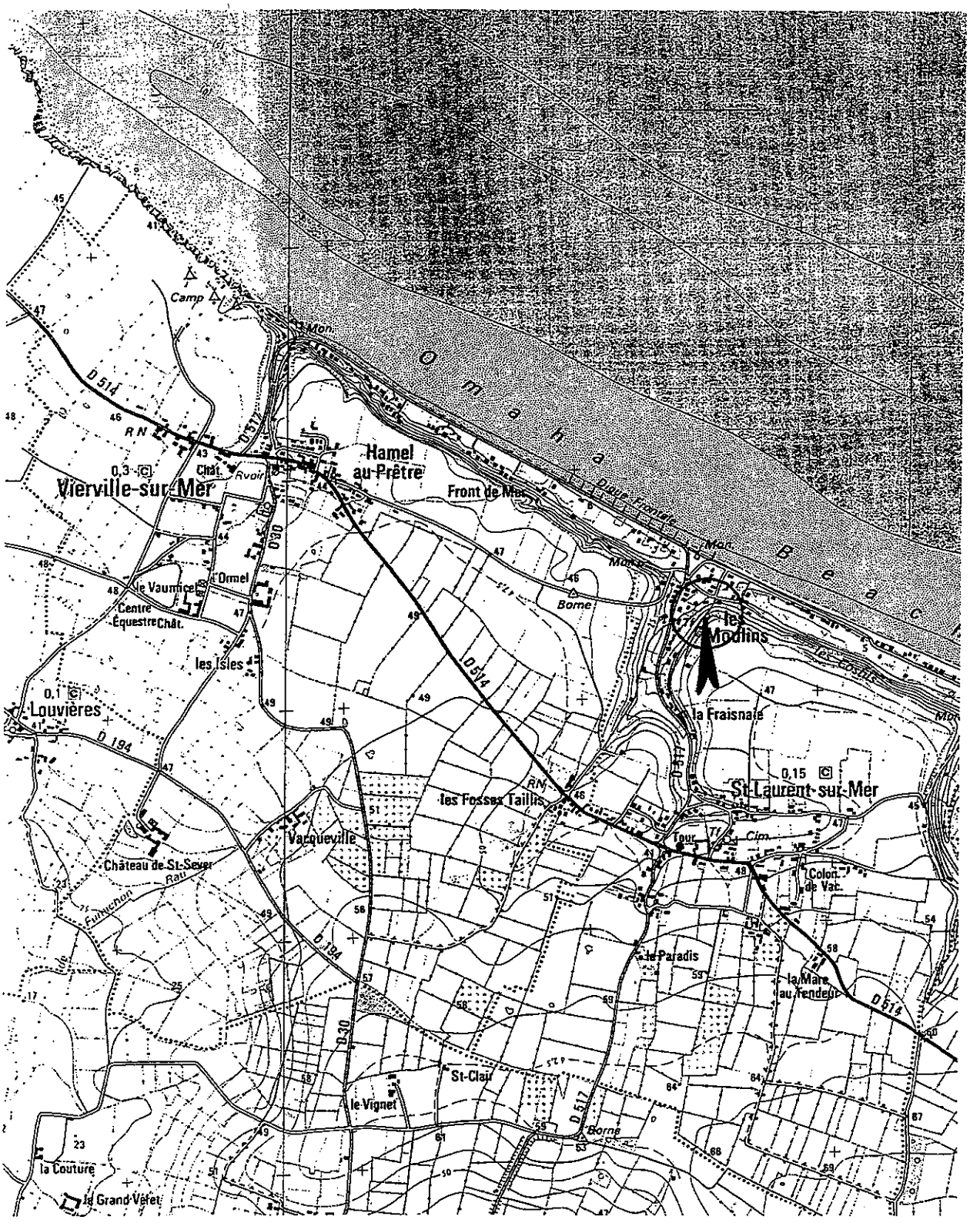


Fig. 59 -Saint-Laurent-sur-Mer (14) : situation de la partie concernée par le constat sur la carte topographique à 1/25 000 (Grandcamp-Maisy 1411S, ©IGN).

3.34. COMMUNE DE LONGUES-SUR-MER (14)

3.34.1. Cadre géographique

La commune de Longues-sur-Mer (fig. 60) est située au nord de Bayeux à 5 km environ à l'est de Port-en-Bessin, près du littoral de la Manche, le long de la route départementale RD 514. Le site examiné concerne l'école du bourg d'une part, et sa partie sud, à proximité de l'abbaye de Sainte-Marie d'autre part (fig. 60 ; école : x = 379,660 ; y = 1186,275 ; Lambert Zone 1 ; z = 51 +/- 5 m NGF, abbaye : x = 379,475 ; y = 1185,675 ; Lambert Zone 1 ; z = 31 +/- 5 m NGF).

D'un point de vue géologique, d'après la carte à 1/80 000 de Caen (n° 29, 1936-1962, Ed. BRGM) et les données BSS (Banque de données du sous-sol gérée par le BRGM et accessible au public), les assises géologiques concernées sont constituées :

- en sommet de plateau par une couverture de limons des plateaux (LP) ;
- sous les limons, le sous-sol est constitué des calcaires et calcaires marneux bajociens et bathoniens de la Campagne de Caen (J///).

D'après la carte hydrogéologique du Calvados (1991, Ed. BRGM), la surface libre de l'aquifère discontinu du Bathonien se situe en période de moyennes eaux (niveau moyen interprété des données disponibles lors de cette publication) approximativement entre 20 et 40 m NGF suivant les endroits de la commune, cet aquifère devenant sub-affleurant dans le fond du thalweg du ruisseau du Ponchot.

3.34.2. Faits examinés

Le constat BRGM a été effectué le 13 juin 2001. Deux phénomènes séparés ont été constatés, l'un au sud de l'abbaye Sainte-Marie, une zone de thalweg, immédiatement en amont de la source du ruisseau de Ponchot (affluent de la haute vallée de l'Aure), et concerne une parcelle agricole en pente douce vers ce thalweg (parcelle ZH65) et le sous-sol de la maison d'habitation située au bord de la route départementale RD 104 et dont le sous-sol a été envahi par les eaux de ruissellement (parcelle ZH62a). Cette inondation a eu lieu le 18 mars 2001 et a duré quelques heures suite à une forte pluie. Il est clair qu'au vu des faits, ce constat ne relève pas de la procédure de débordement des nappes phréatiques mais des dossiers d'inondation de surface. Le présent texte a été transmis à la DIREN BNO.

Le second fait constaté concerne l'école de la commune (parcelle A277) qui présente des signes d'instabilité dus à des mouvements du sous-sol. Suite à témoignage de l'adjoint au maire, cette école reconstruite en pierre de Caen après la seconde guerre mondiale, dans les années 50, a été édifiée sur une zone anciennement construite et bombardée en 1944. L'école apparaît construite sur des remblais de qualité inconnue ayant pu laisser subsister des vides résiduels (anciennes caves), voire des anciennes caves complètes en sous-sol. Des signes d'instabilité (fissures, mouvements du bâtiment

bien visible dans les alignements de niveau des appuis de fenêtre) se sont déjà produits dans le passé, justifiant alors des réfections ponctuelles. Lors de la visite BRGM, il a pu être constaté la réactivation de fissures démontrant des affaissements du bâtiment (zone du préaux). L'intervention d'un bureau d'étude est prévue afin de sonder le sol et déterminer les causes de l'instabilité avant de proposer des solutions curatives. Il a été conseillé, lors de la visite BRGM, d'isoler une zone de vitrage dans le préau ou d'en démonter les vitres, le châssis bois de cette fenêtre étant sous contraintes (cintrage évident) pouvant provoquer la chute des vitres sur la zone de jeu des enfants de l'école : ce travail devait être effectué dès le lendemain de la visite du BRGM. Par contre les autres traces d'instabilité ne justifient pas, au vu des faits constatés une évacuation de l'école.

S'il apparaît clair que la nature du sous-sol est la cause première des instabilités constatées, il est aussi net que la saturation en eau des terrains suite aux hivers pluvieux cumulés de 1999-2000 et 2000-2001 est le facteur réactivant les instabilités anciennes.

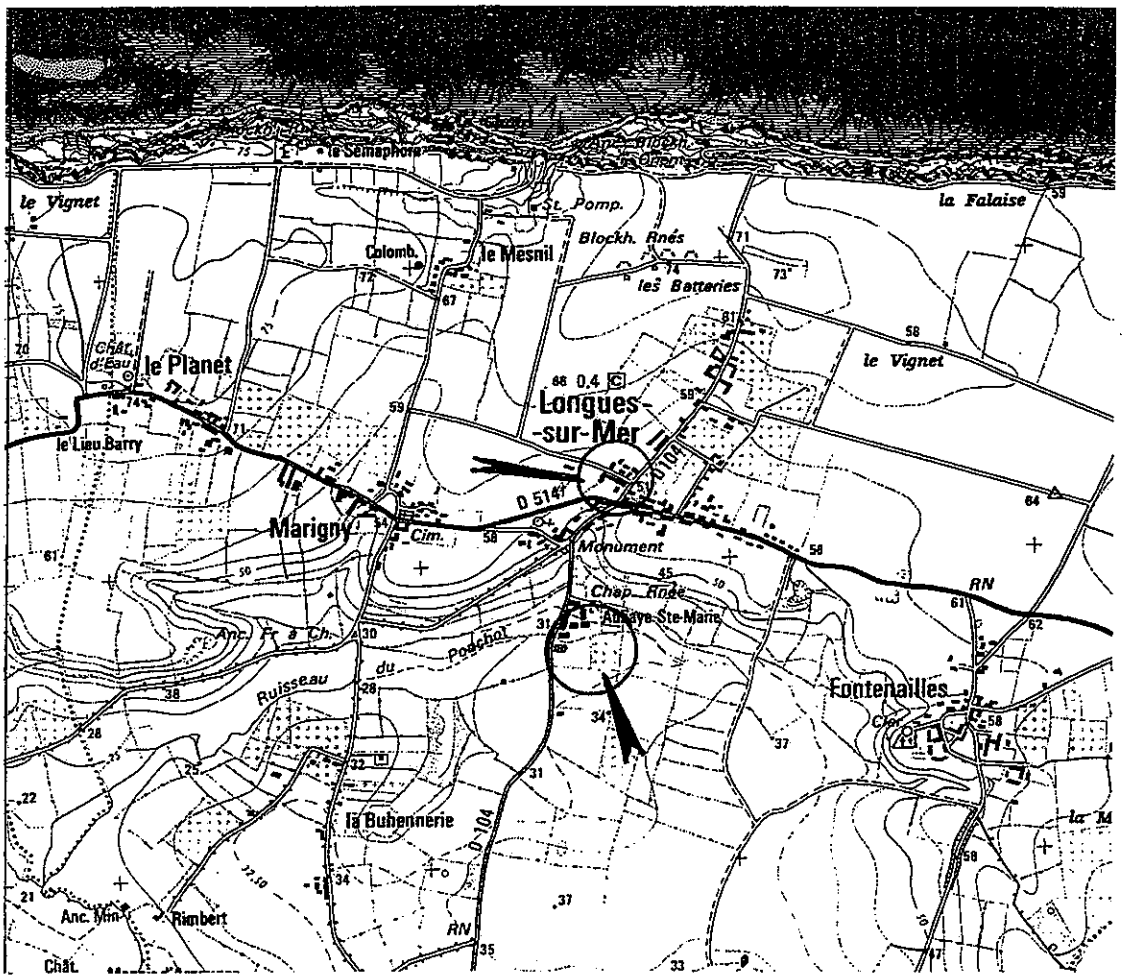


Fig. 60 - Longues-sur-Mer (14) : situation de la partie concernée par le constat sur la carte topographique à 1/25 000 (Bayeux 1512O, ©IGN).

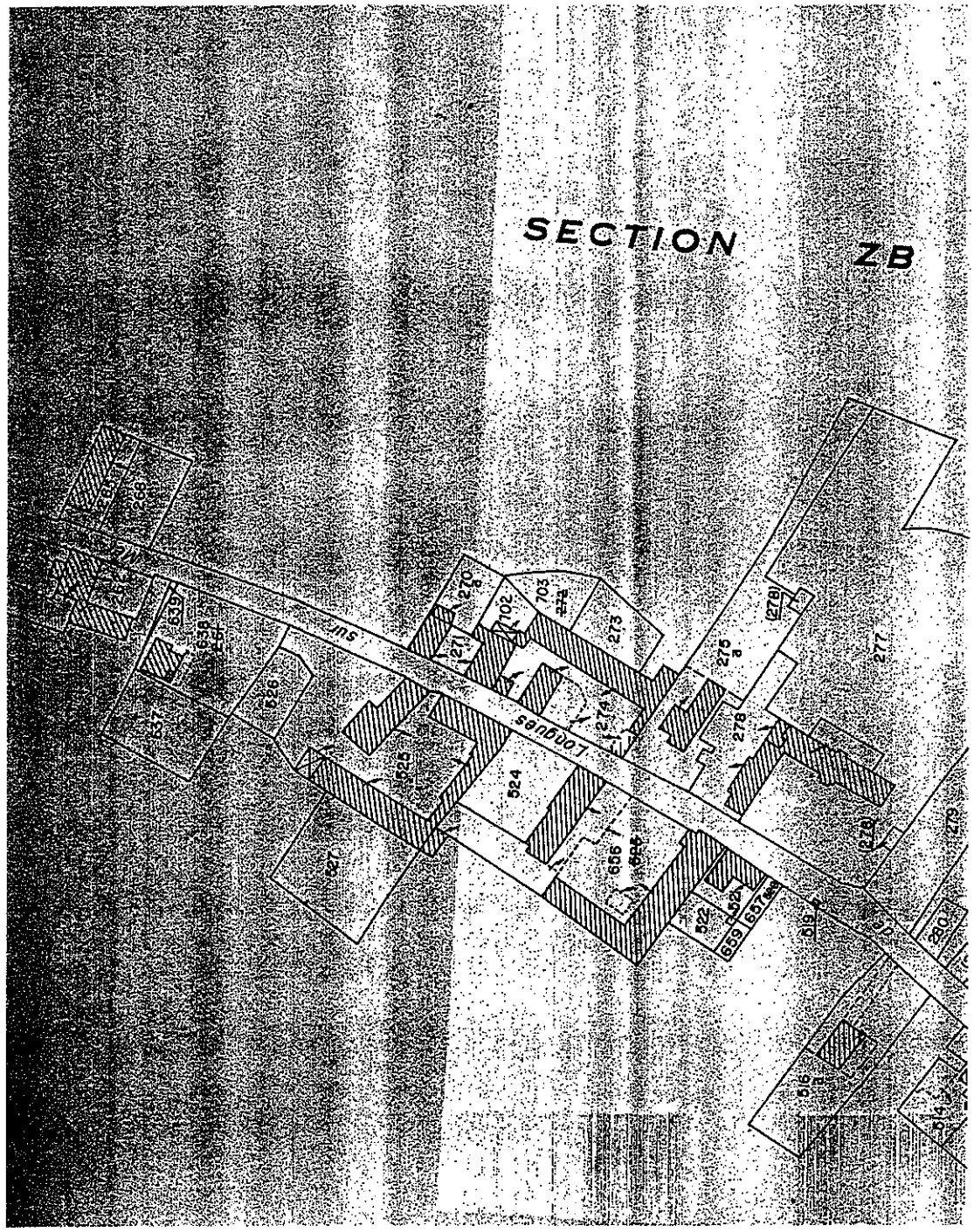


Fig. 61a - Longues-sur-Mer (14) : extrait réduit du cadastre : situation des parcelles concernées par l'inondation par ruissellement de surface.

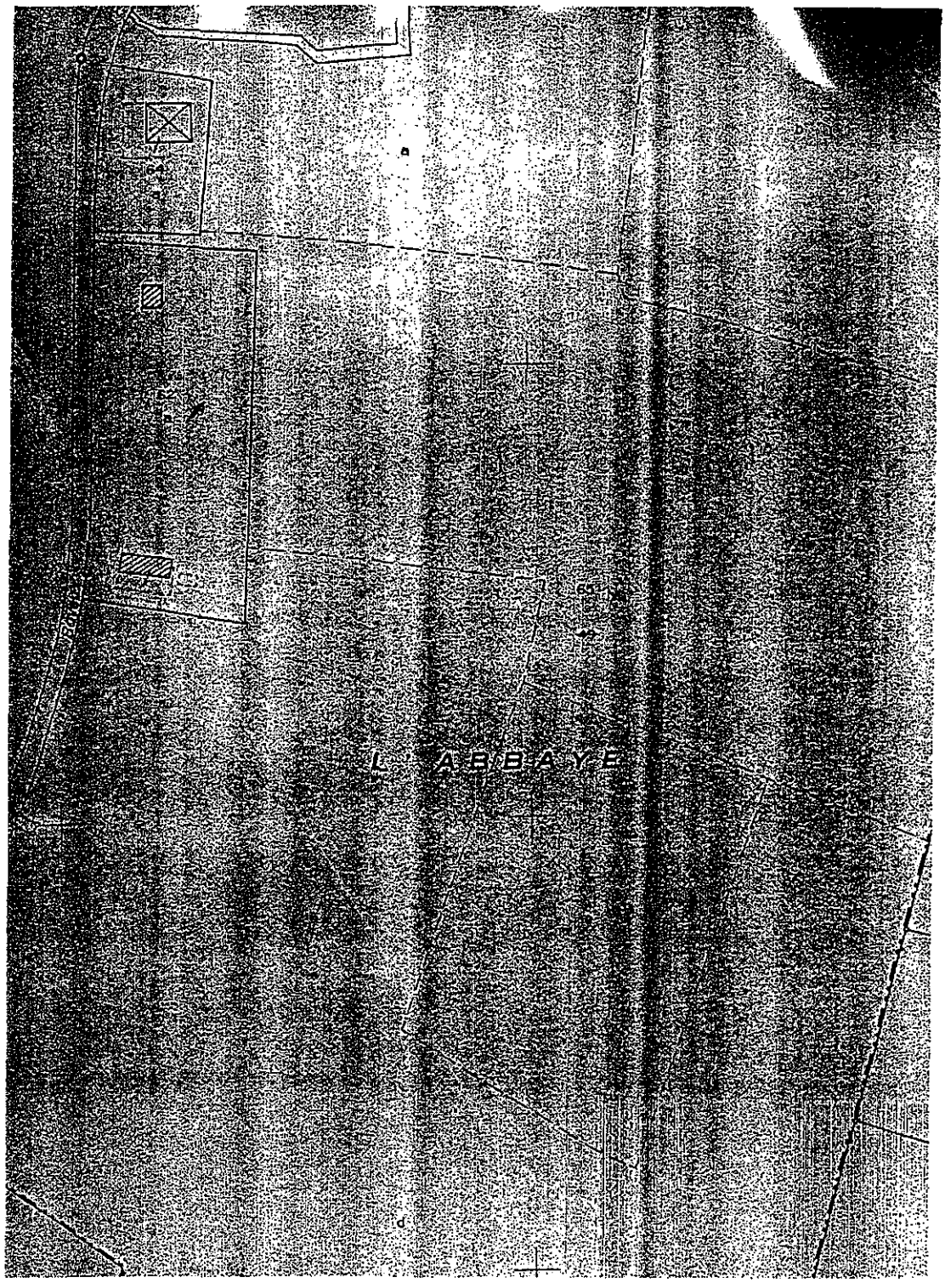


Fig. 61b - Longues-sur-Mer (14) : extrait réduit du cadastre : situation des parcelles concernées par l'inondation par ruissellement de surface.

3.35. COMMUNE D'ARROMANCHES-LES-BAINS (14)

Le constat BRGM a été effectué le 24 avril 2001.

Le ruisseau Arro a temporairement débordé en ville. Il y a eu des remontées d'eau au travers des carrelages dans les maisons du centre ville.

Les dégâts occasionnés par la tempête de décembre 1999 ont été plus importants.

La ville d'Arromanches est entourée de terrains argileux (marnes de Port-en-Bessin). Située en bordure de mer et au pied d'une falaise, les ruissellements sur la commune sont souvent importants. Les falaises en bordure de mer voient leur érosion s'accélérer.

Lors des pluies d'orage, le puits d'alimentation en eau potable de la commune a été pollué par les eaux de ruissellement. Un branchement provisoire a été fait sur le réseau de Tracy-sur-Mer (commune voisine) durant quinze jours.

On signale comme autres problèmes sur la commune des maisons fissurées suite au phénomène de retrait-gonflement des argiles dû à la sécheresse de 1989-1992.

Aucun indice de remontée phréatique n'a été constaté. Le corps alluvial du ruisseau Arro reste trop petit pour être même cartographié et être considéré comme une nappe d'accompagnement.

La remontée de l'aquifère du Bajocien en fond de vallée et la remontée conjointe de l'aquifère du Bathonien sur le plateau saturant une bonne partie du sous-sol constitue un facteur aggravant de cette inondation d'eaux de surface.

Des ruissellements exceptionnels ont été constatés sur la commune de Tracy-sur-Mer (qui n'a de ce fait pas été visité).

3.36. COMMUNE DE RYES (14)

Le constat BRGM a été effectué le 26 avril 2001.

Le phénomène d'inondation est dû au ruissellement et au débordement de la Gronde qui est dans un point bas du bassin versant. La route Ryes - Saint-Vigor-le-Grand se transforme rapidement en rivière lorsqu'il y a de forts orages.

Une vingtaine de pavillons ont été inondés. Les routes ont été détériorées.

Le maximum des inondations a eu lieu entre le 18 et le 21 mars 2001.

La remontée de l'aquifère du Bajocien en fond de vallée et la remontée conjointe de l'aquifère du Bathonien sur le plateau saturant une bonne partie du sous-sol constitue un facteur aggravant de cette inondation d'eaux de surface.

3.37. COMMUNE DU MANOIR (14)

3.37.1. Cadre géographique

La commune du Manoir (fig. 62) est située à 21 km au nord-ouest de Caen et 7 km à l'est de Bayeux, sur le flanc de vallée nord de la vallée de la Seulles (fig. 62 ; centroïde : x = 387,660 ; y = 1180,500 ; Lambert Zone 1 ; z = 30 +/- 5 m NGF.

D'un point de vue géologique, d'après la carte provisoire de Bayeux-Courseulles à 1/50 000 de Caen (n° 119, 2001, Ed. BRGM) et les données BSS (Banque de données du sous-sol gérée par le BRGM et accessible au public), les assises géologiques dans le bourg sont constituées par les Marnes de Port-en-Bessin (Bathonien inférieur).

Plus en aval dans la vallée, affleurent les alluvions récentes et anciennes de la Seulles.

En remontant sur les hauteurs du plateau (vers Villiers Le Sec), les calcaires de la Formation du Creully (Bathonien moyen) affleurent, démarrant notamment par des alternances de calcaires et de marnes bioturbées, avant d'être recouverts par les limons de plateau.

D'après la carte hydrogéologique du Calvados (1991, Ed. BRGM), la surface libre de l'aquifère discontinu du Bathonien se situe en période de moyennes eaux (niveau moyen interprété des données disponibles lors de cette publication) approximativement entre 20 et 25 m NGF soit à une profondeur de 30 m sous le plateau et 2 à 3 m dans la vallée, cet aquifère devenant sub-affleurant dans le fond du thalweg de la vallée de la Seulles.

3.37.2. Faits examinés

Le constat BRGM a été effectué le 24 avril 2001.

Il y a eu des débordements d'eaux souterraines dans les vieux puits installés dans les fermes.

Les ruissellements ont endommagé la voirie avec des écoulements de boue.

Il y a eu jusqu'à 1 m d'eau dans les rues de la commune. Les murs des habitations ont été fragilisés. Les systèmes d'assainissements individuels n'ont pas pu fonctionner pendant plusieurs semaines.

La Seulles, qui passe à proximité du village, voit son niveau remonter plus rapidement à cause de travaux de busage faits en amont.

Il a été signalé que certaines pratiques culturales aggravantes, avec des sillons parallèles à la pente, augmentent les ruissellements et accélèrent la vitesse des écoulements.

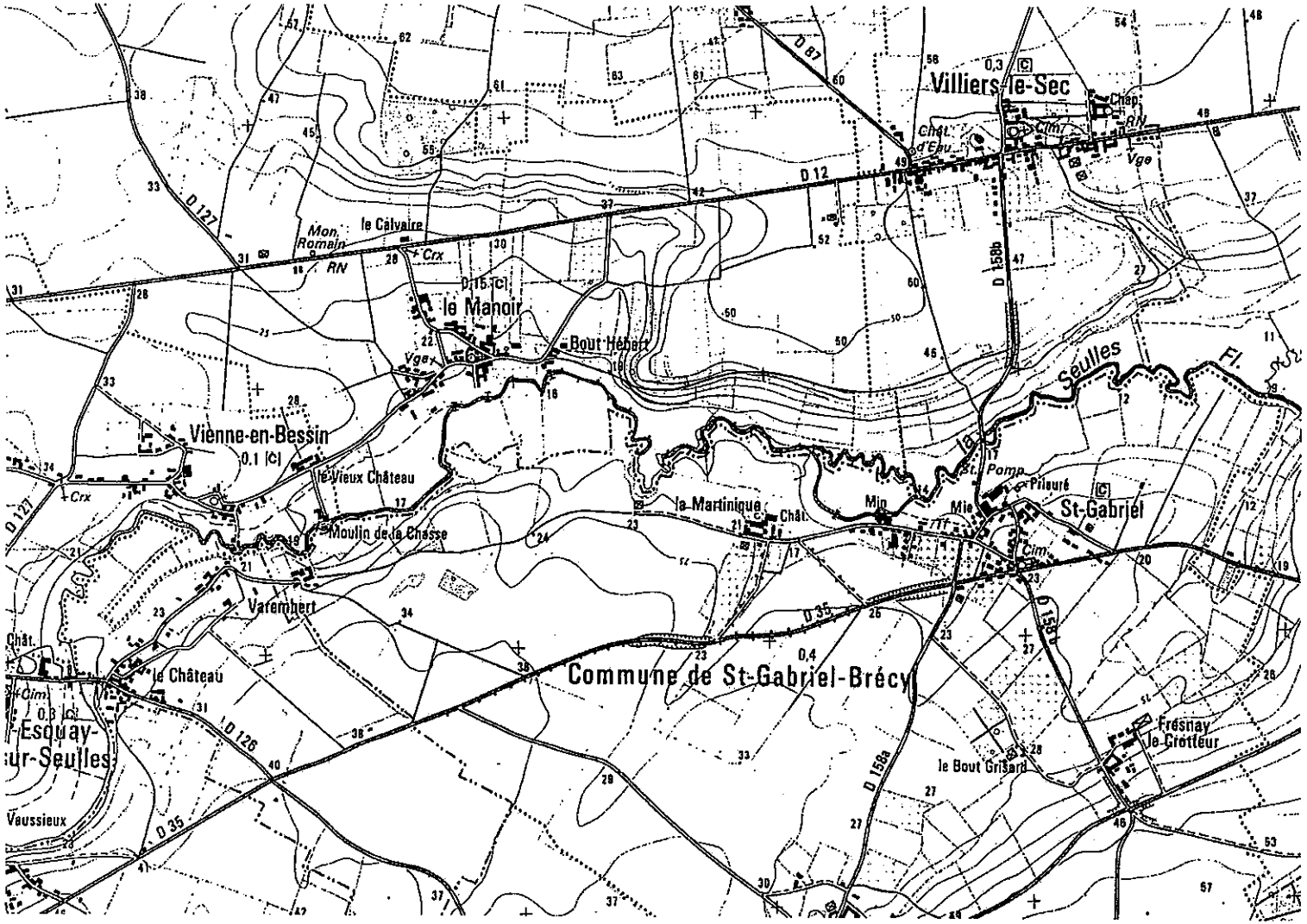


Fig. 62 - Le Manoir (14) : situation de la partie concernée par le constat sur la carte topographique à 1/25 000 (Bayeux 1512O, ©IGN).

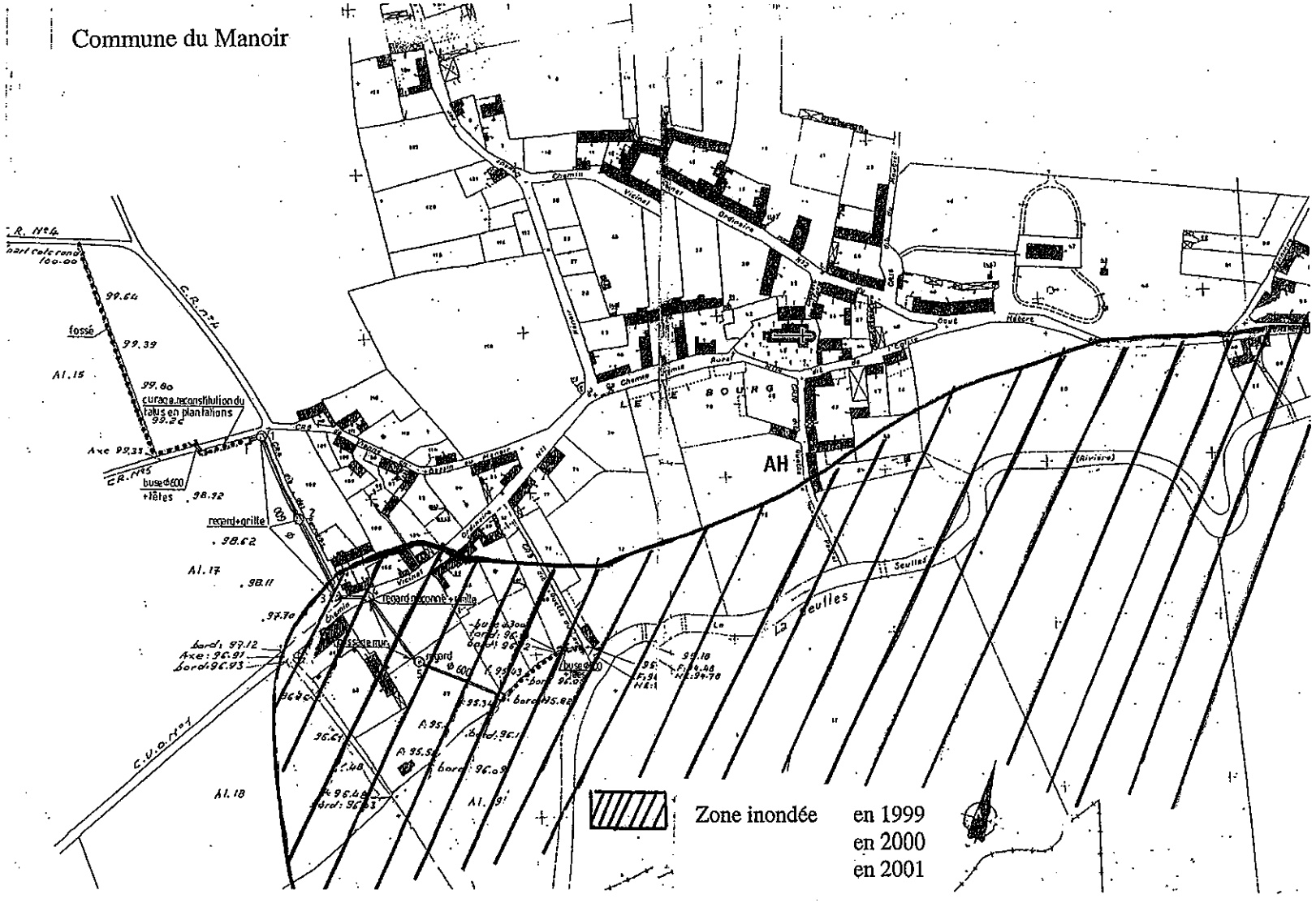


Fig. 63 - Le Manoir (14) : extrait du cadastre : situation de la partie concernée par le débordement.

3.38. COMMUNE DE BAZENVILLE (14)

3.38.1. Cadre géographique

La commune de Bazenville (fig. 64) est située à 21 km au nord-ouest de Caen et 7 km à l'est de Bayeux, sur le plateau entre les vallées de la Gronde et de la Seulles (fig. 64) ; centroïde : x = 387,600 ; y = 1182,250 ; Lambert Zone 1 ; z = 63 +/- 2,5 m NGF.

D'un point de vue géologique, d'après la carte provisoire de Bayeux-Courseulles à 1/50 000 de Caen (n° 119, 2001, Ed. BRGM) et les données BSS (Banque de données du sous-sol gérée par le BRGM et accessible au public), les assises géologiques dans le bourg sont constituées par une couche de limons de plateau, puis les calcaires de la Formation du Creully (Bathonien moyen), comportant notamment à leur base des alternance de calcaires et de marnes bioturbées, avant d'atteindre les Marnes de Port-en-Bessin (Bathonien inférieur).

D'après la carte hydrogéologique du Calvados (1991, Ed. BRGM), la surface libre de l'aquifère discontinu du Bathonien se situe en période de moyennes eaux (niveau moyen interprété des données disponibles lors de cette publication) approximativement entre 25 à 30 m NGF soit à une profondeur de 30-35 m sous le plateau.

3.38.2. Faits examinés

Le constat BRGM a été effectué le 10 mai 2001.

Une dizaine de rez-de-chaussée et quatre sous-sols ont été touchés.

Ce village, situé principalement sur une butte, n'a pas subi de gros dégâts. Des cours d'eau temporaires évacuent vers plusieurs secteurs périphériques les eaux pluviales. Cependant, dans la partie la plus basse du village, une stagnation d'eau a été observée sur une durée de plusieurs semaines. De même, des puits ont débordé, traduisant la saturation totale de l'aquifère Bathonien.

Des problèmes dans le fonctionnement des fosses septiques ont été signalés, ils résultent de la situation d'un aquifère phréatique totalement saturé pour lequel l'évacuation des flux souterrains vers les exutoires naturels ont été longs. Des dégâts de voirie ont également été observés.

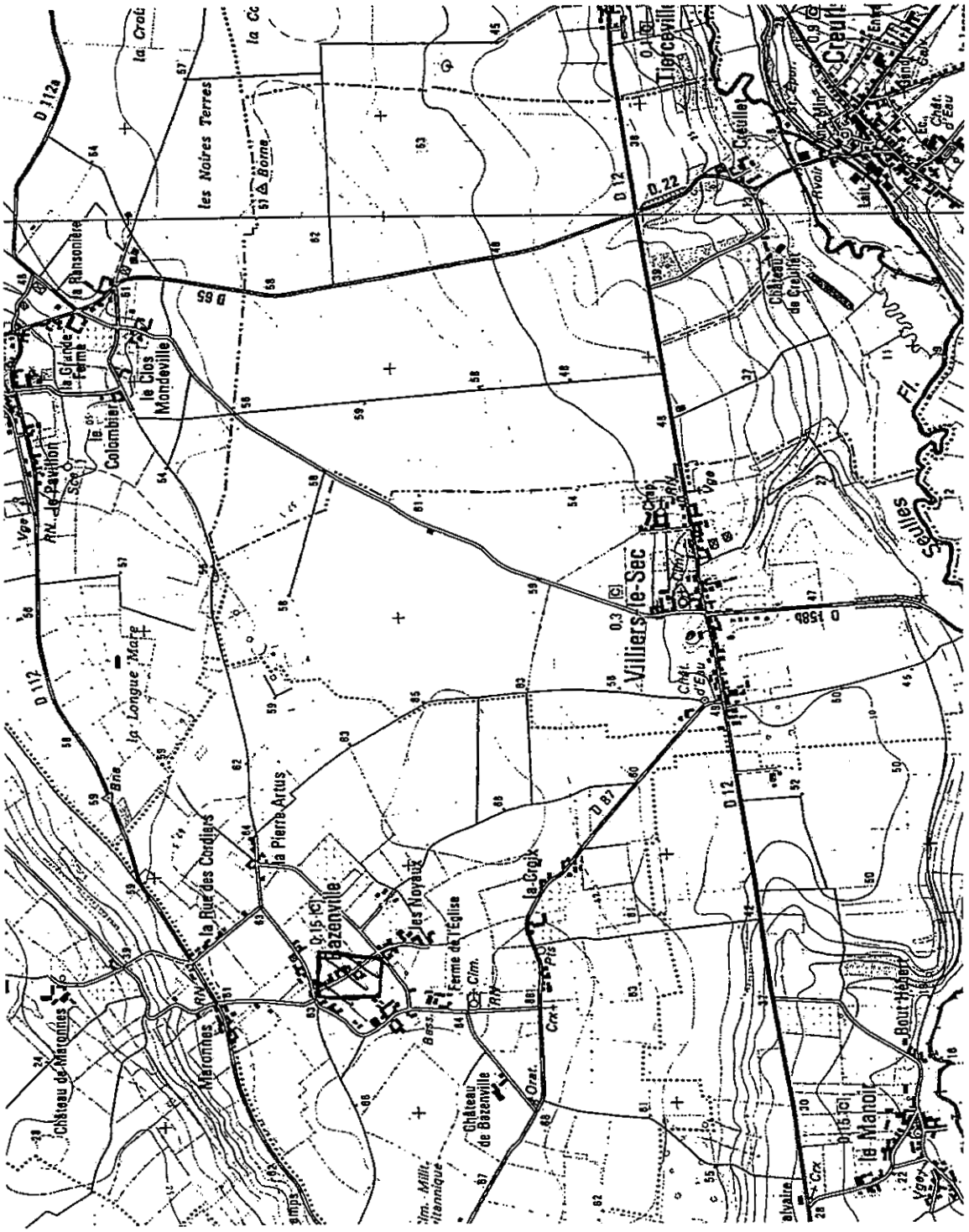


Fig. 64 - Bazenville (14) : situation de la partie concernée par le constat sur la carte topographique à 1/25 000 (Bayeux 1512O, ©IGN).

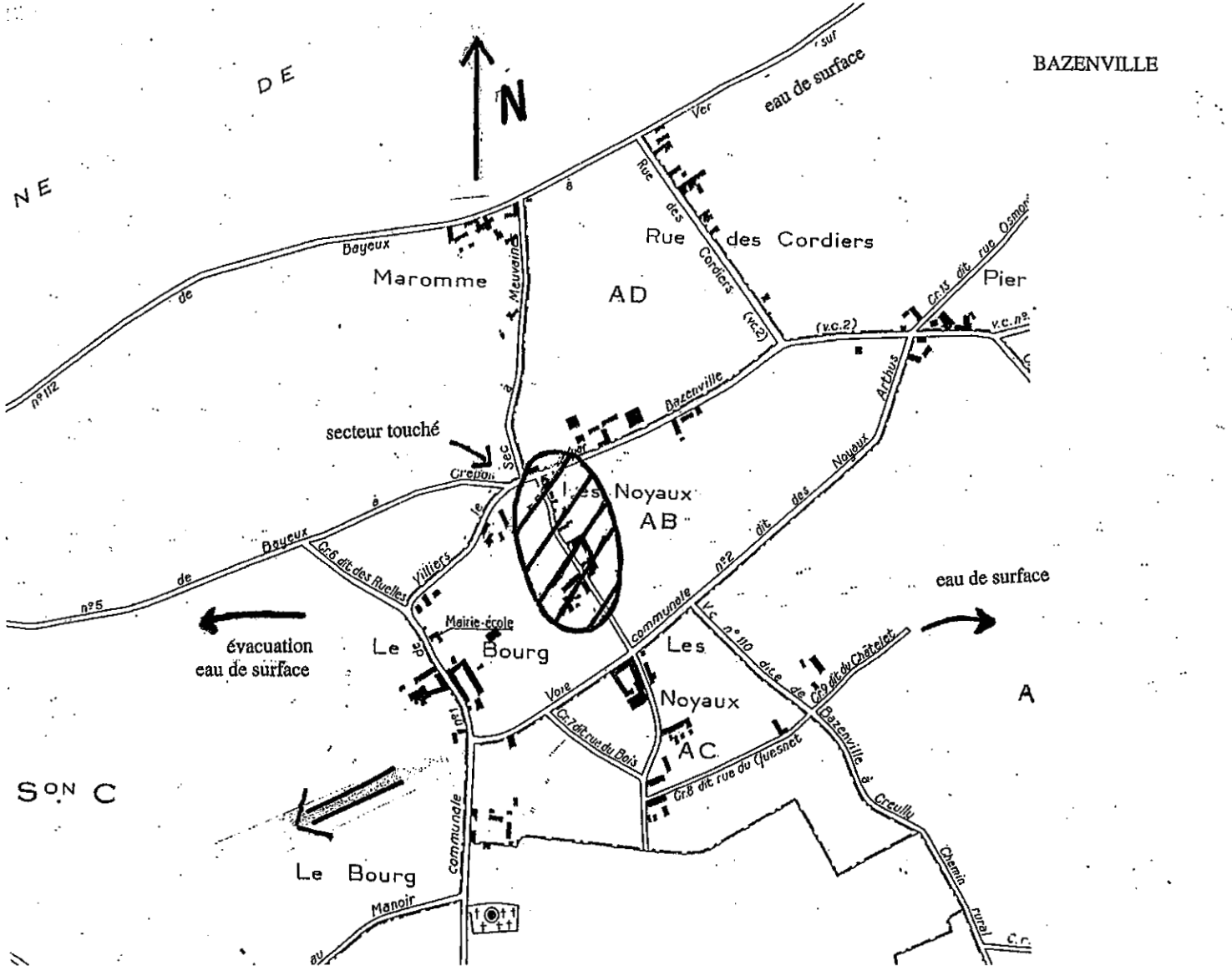


Fig. 65 - Bazenville (14) : extrait réduit du cadastre : situation de la partie concernée par le débordement.

3.39. COMMUNE DE VILLIERS-LE-SEC (14)

3.39.1. Cadre géographique

La commune de Villiers-le-Sec (fig. 66) est située à 19 km au nord-ouest de Caen et 9 km à l'est de Bayeux, sur le plateau en bordure nord de la vallée de la Seulles (fig. 66) ; centroïde : x = 389,000 ; y = 1180,700 ; Lambert Zone 1 ; z = 40 +/- 5 m NGF).

D'un point de vue géologique, d'après la carte provisoire de Bayeux-Courseulles à 1/50 000 de Caen (n° 119, 2001, Ed. BRGM) et les données BSS (Banque de données du sous-sol gérée par le BRGM et accessible au public), les assises géologiques dans le bourg sont constituées par une couche de limons de plateau, puis les calcaires de la Formation du Creully (Bathonien moyen), en partie affleurant, comportant notamment à leur base des alternances de calcaires et de marnes bioturbées, avant d'atteindre les Marnes de Port-en-Bessin (Bathonien inférieur).

D'après la carte hydrogéologique du Calvados (1991, Ed. BRGM), la surface libre de l'aquifère captif du Bajocien se situe en période de moyennes eaux (niveau moyen interprété des données disponibles lors de cette publication) à 20 m NGF soit à une profondeur de 30-35 m sous le plateau. Les niveaux dans l'aquifère du Bathonien ne sont pas connus.

3.39.2. Faits examinés

Le constat BRGM a été effectué le 11 mai 2001. Les phénomènes de débordements étaient finis.

Cinq maisons en rez-de-chaussée ont été touchées.

Ce village est situé dans un secteur assez vallonné et l'exutoire des écoulements d'eaux de surface (pluviales) est bon. Plusieurs écoulements de surfaces inhabituels, en provenance de secteurs alentour, ont induit des phénomènes d'inondations assez temporaires (deux à trois jours). Il est probable que les écoulements de surface observés, importants, ont été, au moins partiellement, amplifiés par des écoulements de nappe, cette dernière étant saturée.

Malgré plusieurs relances de demandes tant à l'écrit (télécopie si possible sinon courrier) qu'à l'oral (essai de contact par voie téléphonique), il n'a pas été possible d'obtenir de la commune le report des zones inondées sur un plan à l'échelle de la commune.

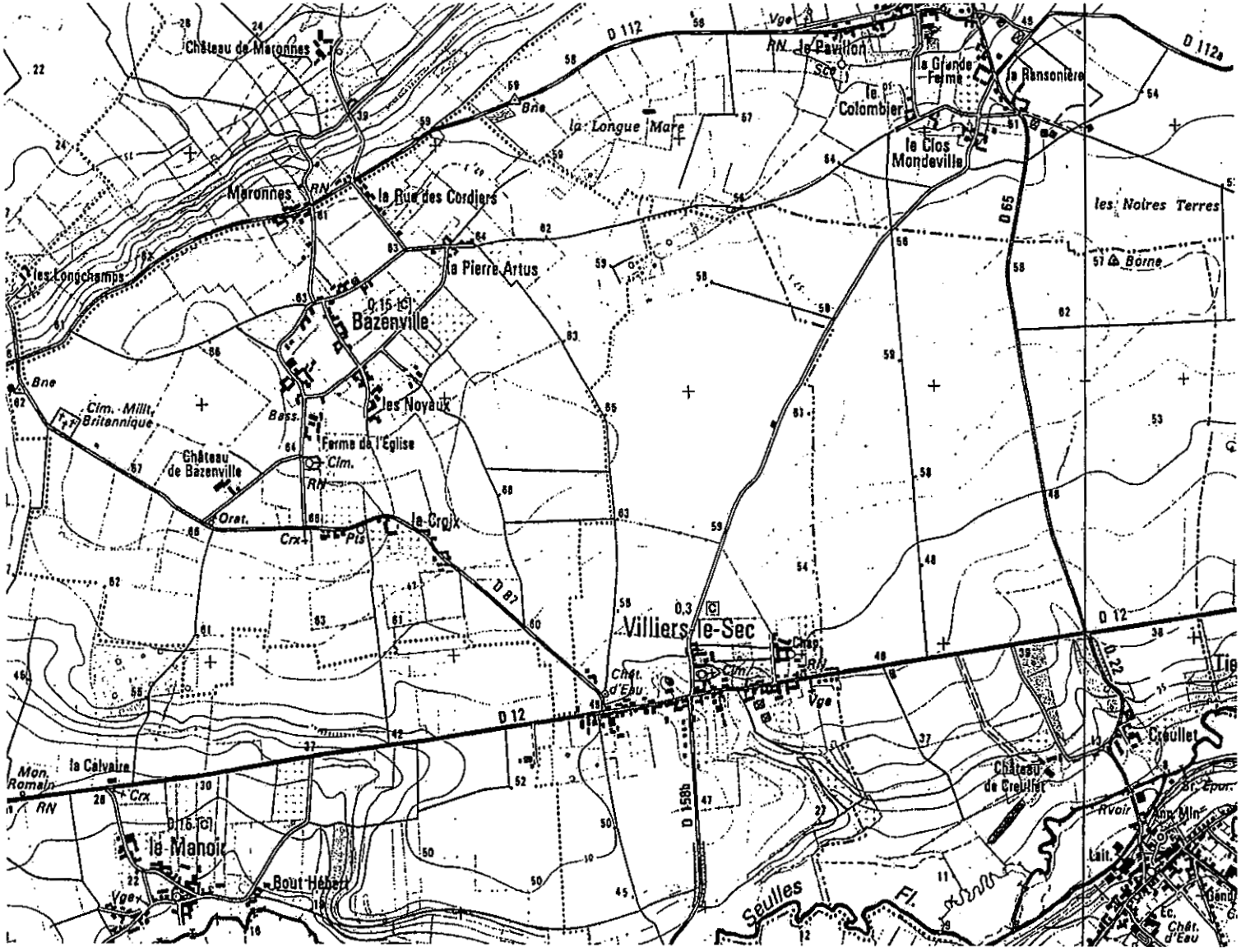


Fig. 66 - Villiers-le-Sec (14) : situation de la partie concernée par le constat sur la carte topographique à 1/25 000 (Bayeux 1512O, ©IGN).

3.40. COMMUNE DE VERS-SUR-MER (14)

La commune de Vers-sur-Mer est située sur le littoral à 20 km au nord-ouest de la capitale basse-normande, Caen et 13 km au nord-est de Bayeux. La commune a été brutalement inondée le 20 mars 2001 (60 maisons touchées, cinq à six fractions de murs détruits, voirie). C'est le débordement d'un cours d'eau aménagé, la Provence, dans un vallon encaissé urbanisé (urbanisation ancienne) qui est à l'origine des inondations.

En partie haute sur le plateau, l'aquifère a, pour grande partie, affleuré en surface pendant les mois de février et mars sans déborder en masse.

La remontée de la nappe phréatique saturant totalement le sous-sol constitue sans équivoque un net facteur aggravant de cette inondation d'eaux de surface.

3.41. COMMUNE DE BANVILLE (14)

3.41.1. Cadre géographique

La commune de Banville (fig. 67) est située à 17 km au nord-ouest de Caen et 16 km à l'est de Bayeux, sur le plateau en bordure ouest de la vallée de la Seulles, peu avant le littoral (fig. 67 ; centroïde : x = 394,500 ; y = 1182,850 ; Lambert Zone 1 ; z = 40 +/- 5 m NGF).

D'un point de vue géologique, d'après la carte provisoire de Bayeux Courseulles à 1/50 000 de Caen (n°119, 2001, Ed. BRGM) et les données BSS (Banque de données du sous-sol gérée par le BRGM et accessible au public), les assises géologiques dans le bourg sont constituées par, éventuellement, une couche de limons de plateau, puis les calcaires de Ranville (Bathonien supérieur), les Cailloutis de Blainville, les calcaires de la formation de Blainville (sommet de Bathonien moyen).

Le fond de la vallée est recouvert par les alluvions holocènes récentes de la Seulles, en partie associé avec du remblaiement fluvio-marin datant du Flandrien en aval.

D'après la carte hydrogéologique du Calvados (1991, Ed. BRGM), la surface libre de l'aquifère captif du Bajocien se situe en période de moyennes eaux (niveau moyen interprété des données disponibles lors de cette publication) à plus de 20 m NGF soit à une profondeur de 15 m environ sous le plateau.

3.41.2. Faits examinés

Le constat BRGM a été effectué le 11 mai 2001. Les débordements étaient encore en cours.

Plusieurs caves (10 à 20 environ) et un rez-de-chaussée ont été inondés dans ce village qui ne se situe pas particulièrement dans un bas fond. Des pompes ont fonctionné plusieurs semaines. La situation est, à l'évidence, liée à la remontée de la nappe qui a causé comme dégâts, outre les inondations de sous-sol, des complications dans l'exécution du chantier en cours pour le passage des tuyaux d'assainissement. S'il apparaît que le réseau pluvial est relativement sous dimensionné pour les événements exceptionnels qui ont eu lieu, il ressort cependant que la situation a été assez bien maîtrisée au cas par cas par chacun des sinistrés.

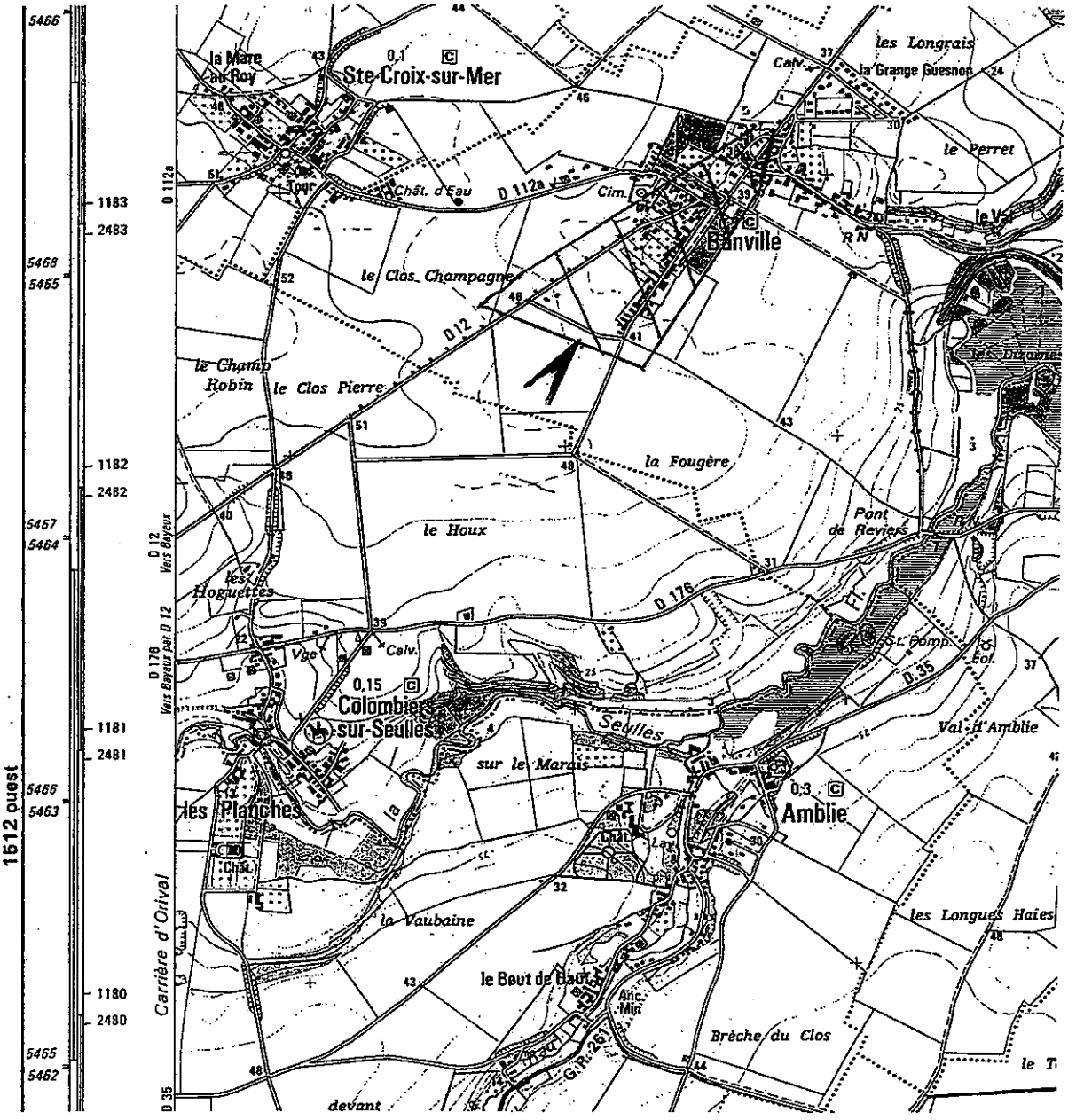


Fig. 67 - Banville (14) : situation de la partie concernée par le constat sur la carte topographique à 1/25 000 (Bayeux 1512 Ouest, ©IGN).

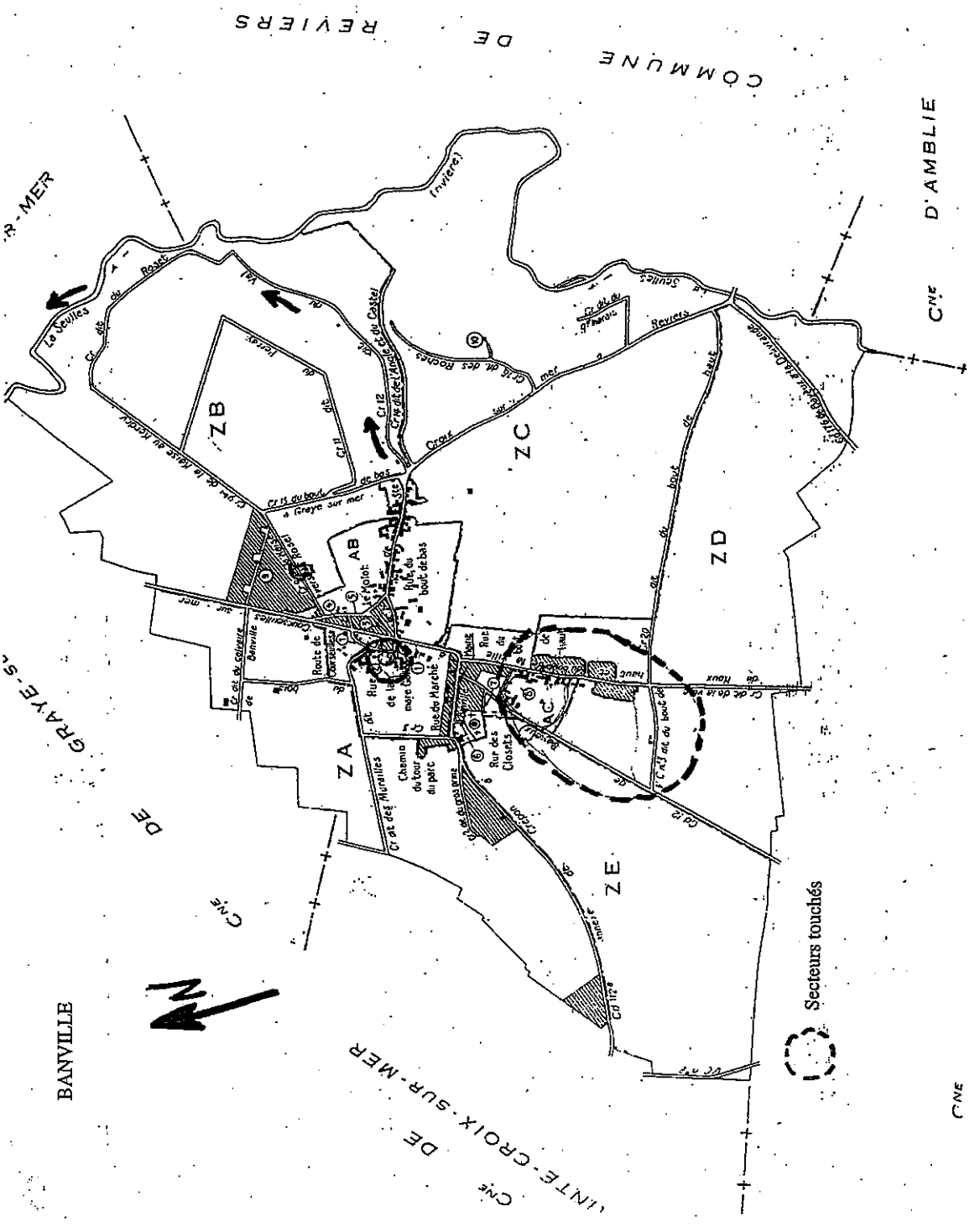


Fig. 68 - Banville (14) : extrait réduit du cadastre : situation de la partie concernée par le débordement.

3.42. COMMUNE DE REVIERS (14)

3.42.1. Cadre géographique

La commune de Reviers (fig. 69) est située à 16 km au nord-ouest de Caen et 17 km à l'est de Bayeux, dans un fond de vallée à la confluence de la Seulles et de la Mue. La zone inondée se situe sur la rive droite après la confluence (fig. 69 ; centroïde : x = 396,40 ; y = 1181,850 ; Lambert Zone 1 ; z = 12 +/- 5 m NGF).

D'un point de vue géologique, d'après la carte provisoire de Bayeux Courseulles au 1/50 000 de Caen (n°119, 2001, Ed. BRGM) et les données BSS (Banque de données du sous-sol gérée par le BRGM et accessible au public), les assises géologiques dans le bourg sont constituées par les alluvions holocènes récentes de la Mue et de la Seulles, reposant sur les calcaires de la formation de Blainville (sommet de Bathonien moyen).

En partie haute de versant, on trouve une couche de limons de plateau, puis les calcaires de Ranville (Bathonien supérieur) et les Cailloutis de Blainville.

Les alluvions sur Reviers sont constituées par des niveaux de travertins, témoin d'un concrétionnement calcaire lié à des résurgences karstiques datant a priori du précédent épisode interglaciaire.

D'après la carte hydrogéologique du Calvados (1991, Ed. BRGM), la surface libre de l'aquifère captif du Bajocien se situe en période de moyennes eaux (niveau moyen interprété des données disponibles lors de cette publication) à 10 m NGF soit à une profondeur de 2,3 m environ sous le sol.

3.42.2. Faits examinés

Le constat BRGM a été effectué le 11 mai 2001.

La rivière a débordé entraînant les désordres d'inondations constatés (un rez-de-chaussée inondé, une petite dizaine de caves touchées). Le débit provenant de la rivière Mue est resté très important, semble-t-il, durant une période longue (plusieurs mois). Ce phénomène traduit, a priori, le rôle de drain que la rivière a joué vis-à-vis d'écoulements d'un aquifère saturé dont le niveau décroît lentement. Un limnigraphe (DIREN Basse-Normandie) a été repéré sur cette rivière dans le village. La courbe enregistrée doit permettre de juger du caractère inhabituel de l'écoulement de surface à ce niveau.

Il s'agit essentiellement d'un débordement de cours d'eau, débordement favorisé par un important débit drainé, les aquifères étant particulièrement hauts.

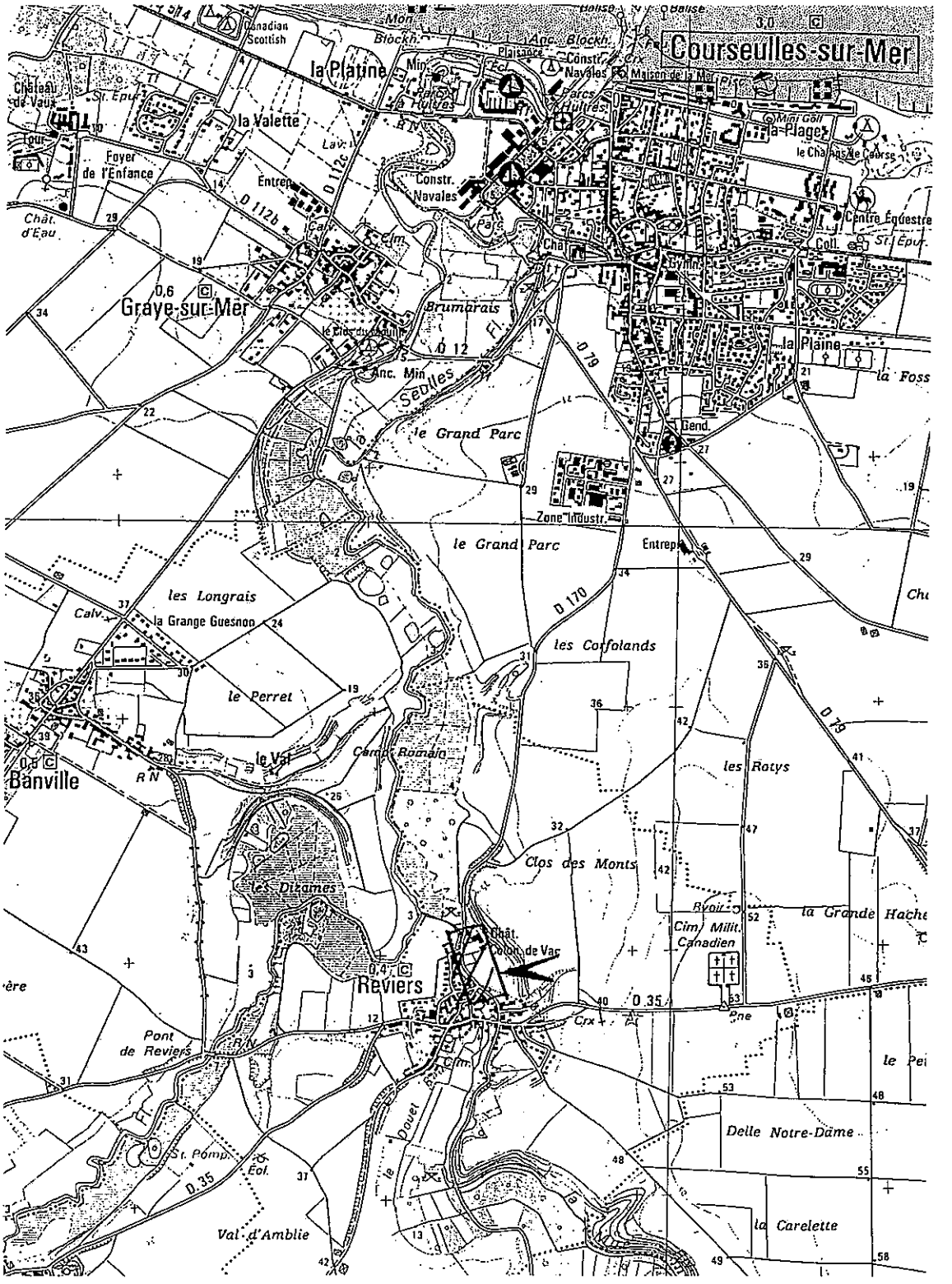


Fig. 69 - Reviers (14) : situation de la partie concernée par le constat sur la carte topographique à 1/25 000 (Bayeux 1512 Ouest, ©IGN).

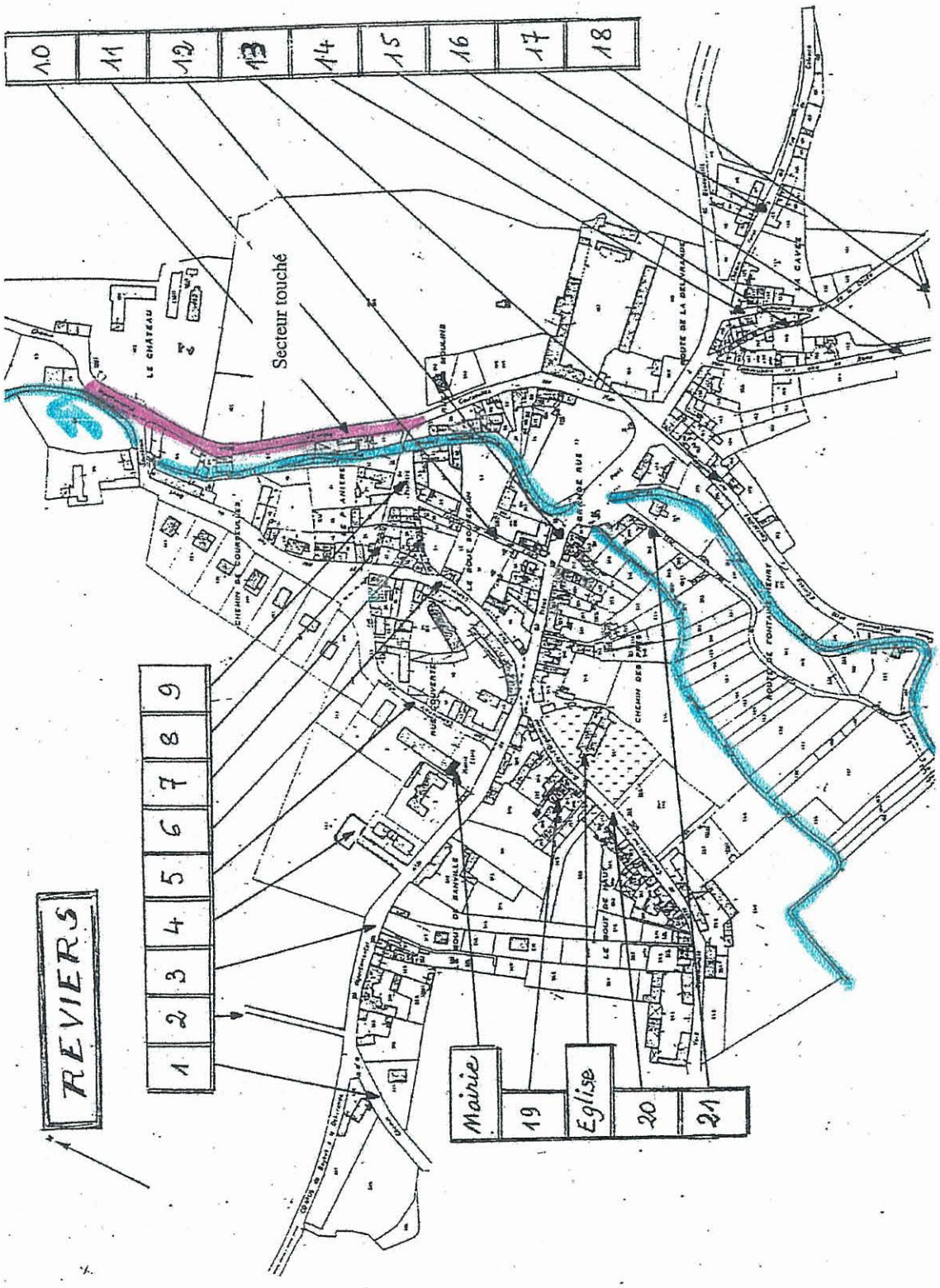


Fig. 70 - Reviers (14) : extrait réduit du cadastre : situation de la partie concernée par le débordement.

3.43. COMMUNE D'AMBLIE (14)

3.43.1. Cadre géographique

La commune d'Amblie (fig. 71) est située à 16 km au nord-ouest de Caen et 15 km à l'est de Bayeux, dans un fond de vallée à la confluence de la Seulles et de son affluent la Thue. La zone inondée se situe sur la Thue avant sa confluence du « bout en Haut » jusque dans le centre bourg (fig. 71 ; centroïde : x = 394,400 ; y = 1180,500 ; Lambert Zone 1 ; z = 14 +/- 5 m NGF).

D'un point de vue géologique, d'après la carte provisoire de Bayeux Courseulles au 1/50 000 de Caen (n° 119, 2001, Ed. BRGM) et les données BSS (Banque de données du sous-sol gérée par le BRGM et accessible au public), les assises géologiques dans le bourg sont constituées par les alluvions holocènes récentes de la Thue et de la Seulles, reposant sur les calcaires de la formation de Creully (Bathonien moyen).

En partie haute de versant, on trouve une couche de limons de plateau, puis les calcaires de Blainville (Bathonien moyen), les Cailloutis de Fontaine-Henry avant de retrouver en fond de vallée, les calcaires de Creully.

A la hauteur du hameau des Planches au sud de Colombier-sur-Seulles, les calcaires de Caen affleurent directement ou sont masqués par les alluvions de la Seulles.

D'après la carte hydrogéologique du Calvados (1991, Ed. BRGM), la surface libre de l'aquifère captif du Bajocien se situe en période de moyennes eaux (niveau moyen interprété des données disponibles lors de cette publication) à moins de 10 m NGF et moins soit à une profondeur de 4-6 m environ sous le sous-sol.

3.43.2. Faits examinés

Le constat BRGM a été effectué le 11 mai 2001.

Le phénomène de débordement n'était plus actif.

Plusieurs habitations (23 recensées) ont été inondées non seulement par débordement du ruisseau qui traverse le village mais également par des venues diffuses en provenance directe de la nappe (de nombreux exutoires inhabituels ont pu être identifiés). Les dégâts les plus apparents qui ont été observés concernent la voirie (outre probablement les rez-de-chaussées).

L'évacuation des eaux à l'aval a noyé une vaste plaine non habitée qui est restée noyée plus longtemps qu'à l'habitude compte tenu des nombreuses émergences de la nappe.

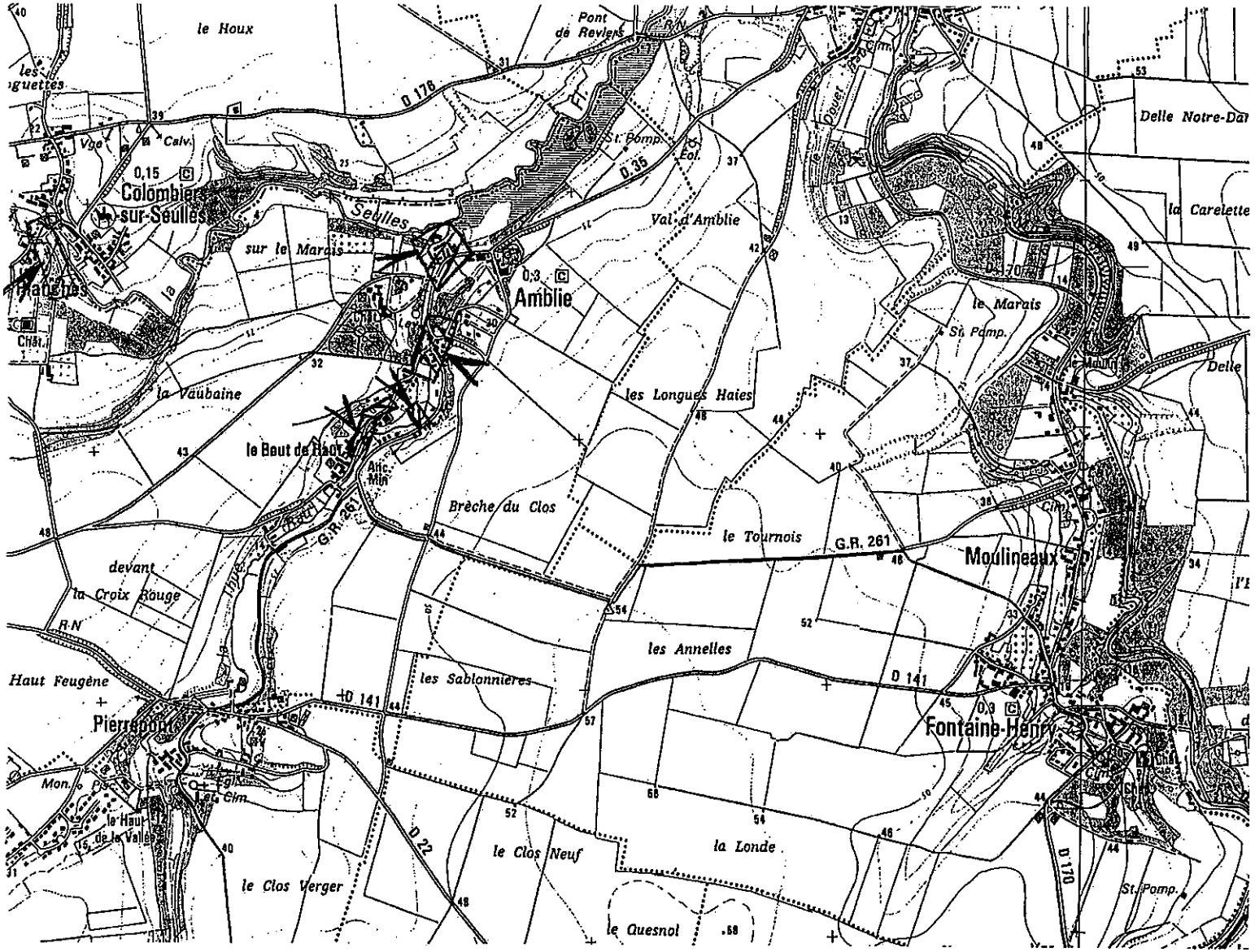


Fig. 71 - Amblie (14) : situation de la partie concernée par le constat sur la carte topographique à 1/25 000 (Bayeux 1512 Ouest, ©IGN).

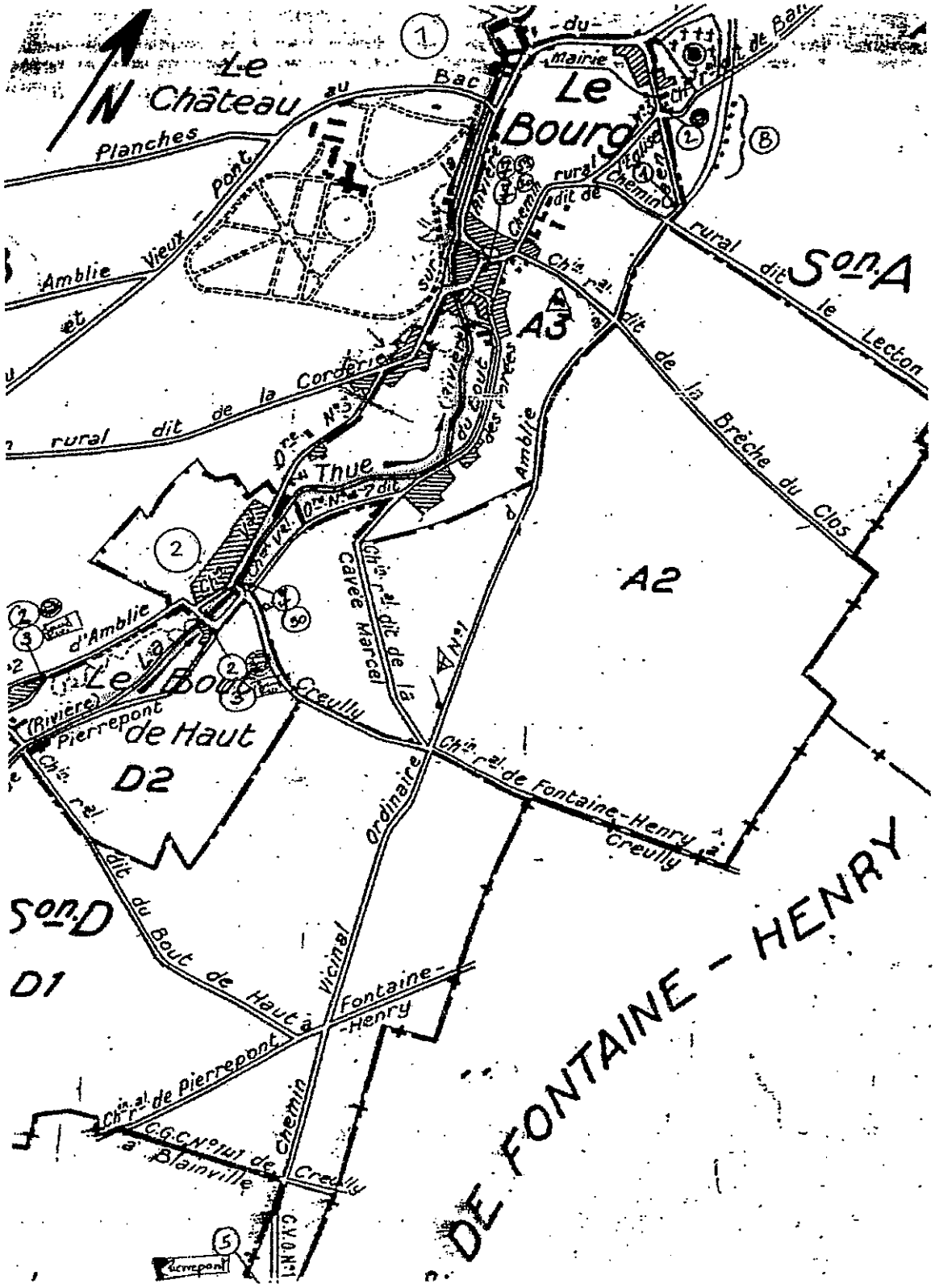


Fig. 72a - Amblie (14) : extrait réduit du cadastre : situation de la partie concernée par le débordement.

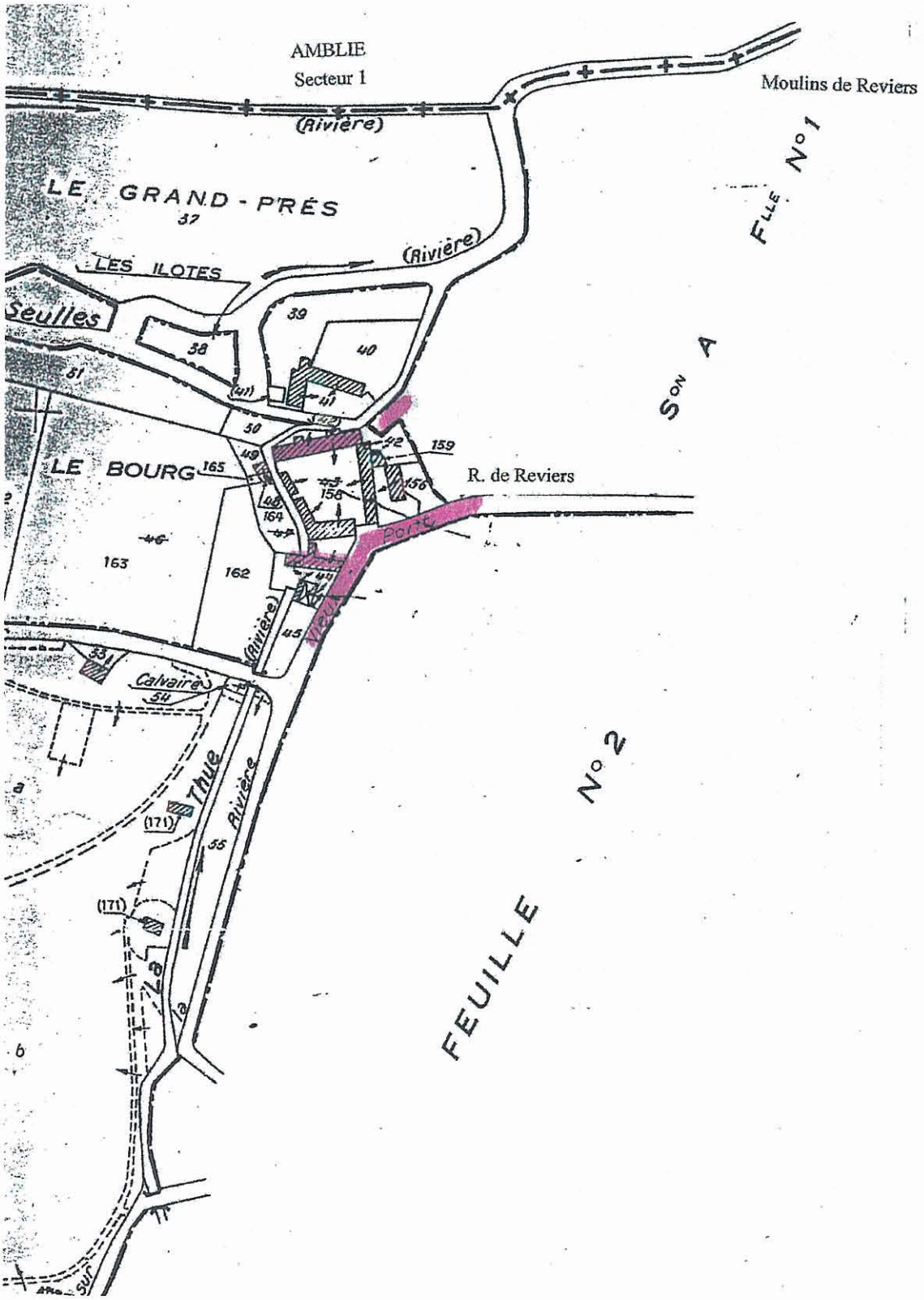


Fig. 72b - Amblie (14) : extrait du cadastre : situation de la partie concernée par le débordement.

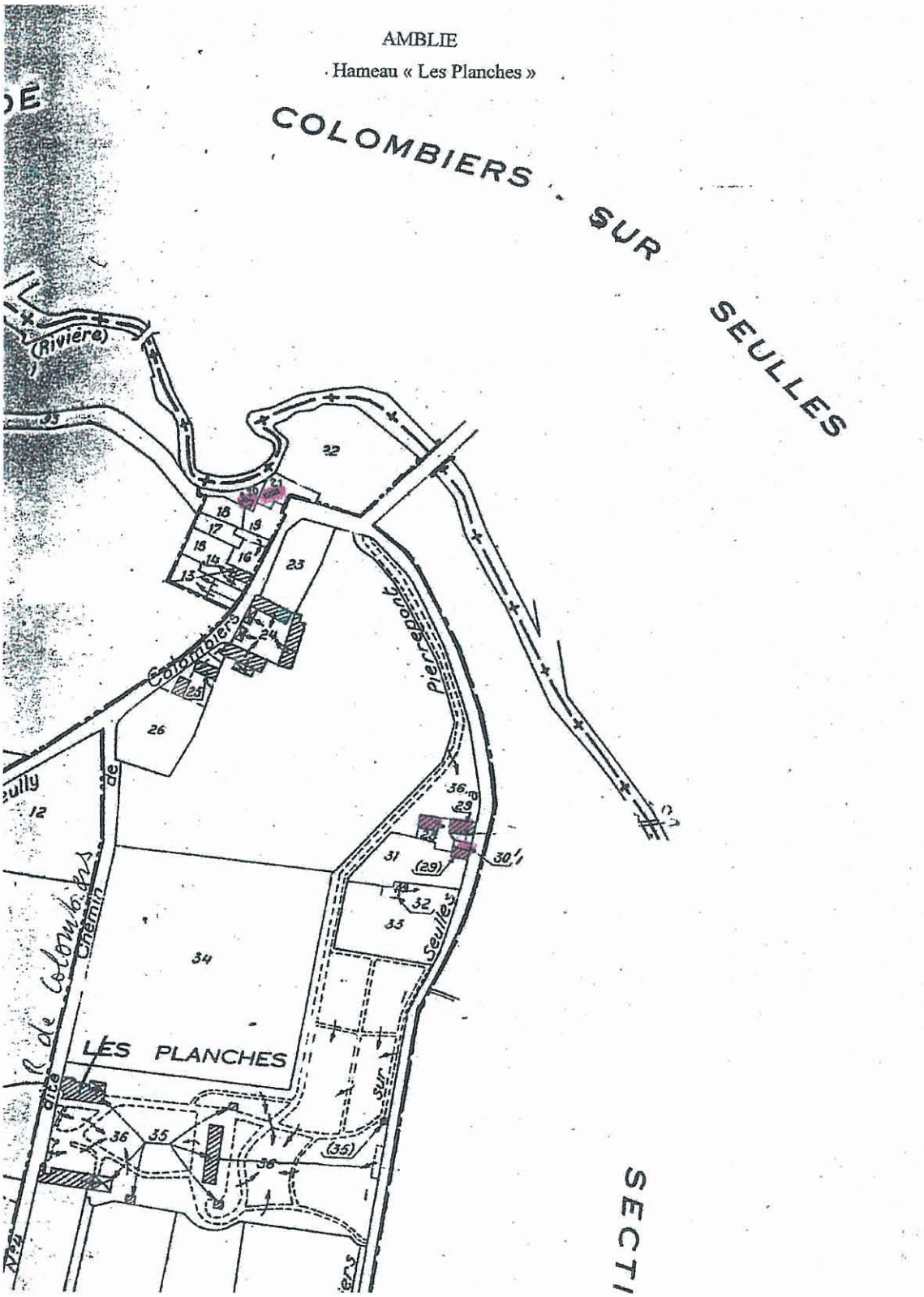


Fig. 72c - Amblie (14) : extrait réduit du cadastre : situation de la partie concernée par le débordement.

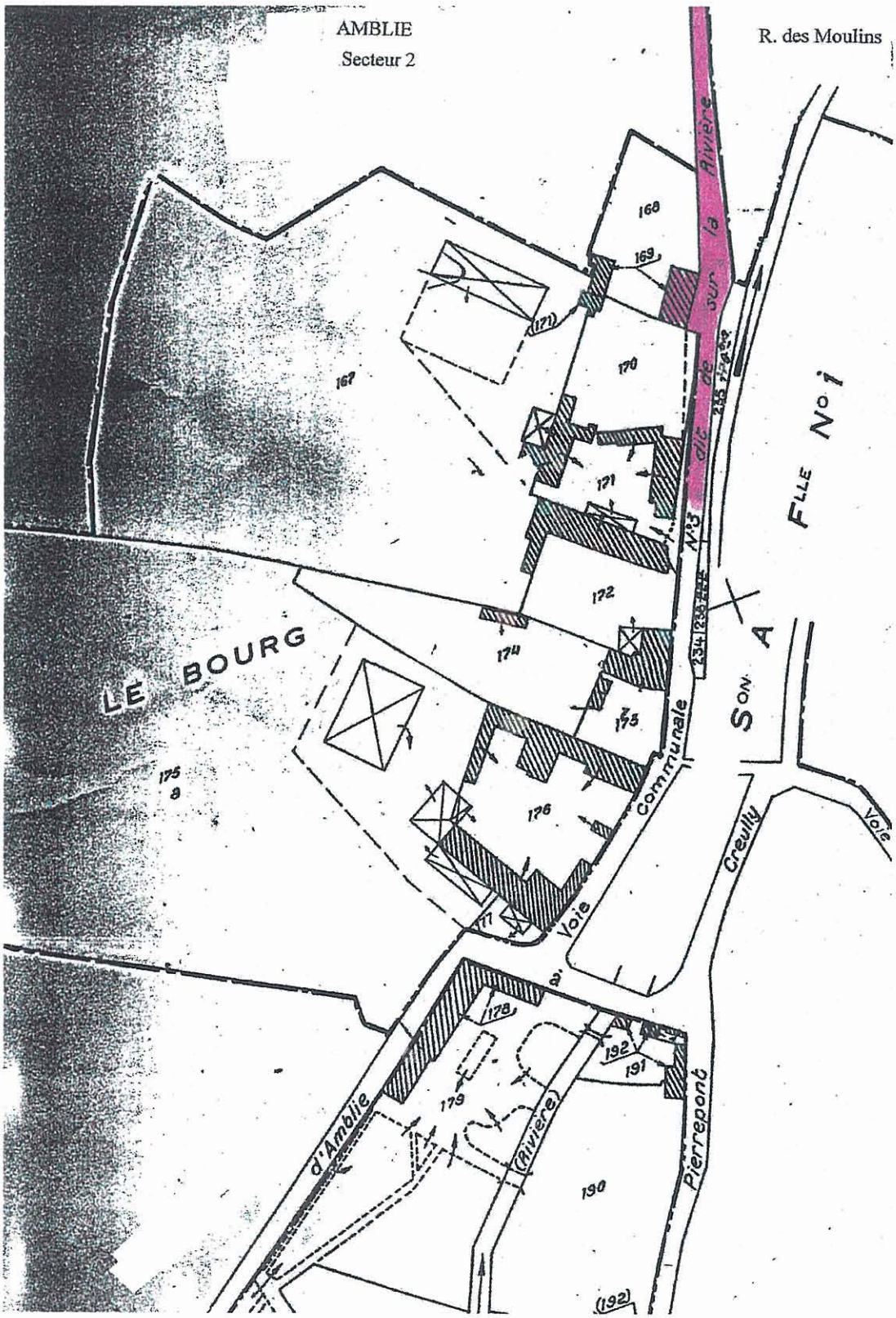


Fig. 72d - Amblie (14) : extrait réduit du cadastre : situation de la partie concernée par le débordement.

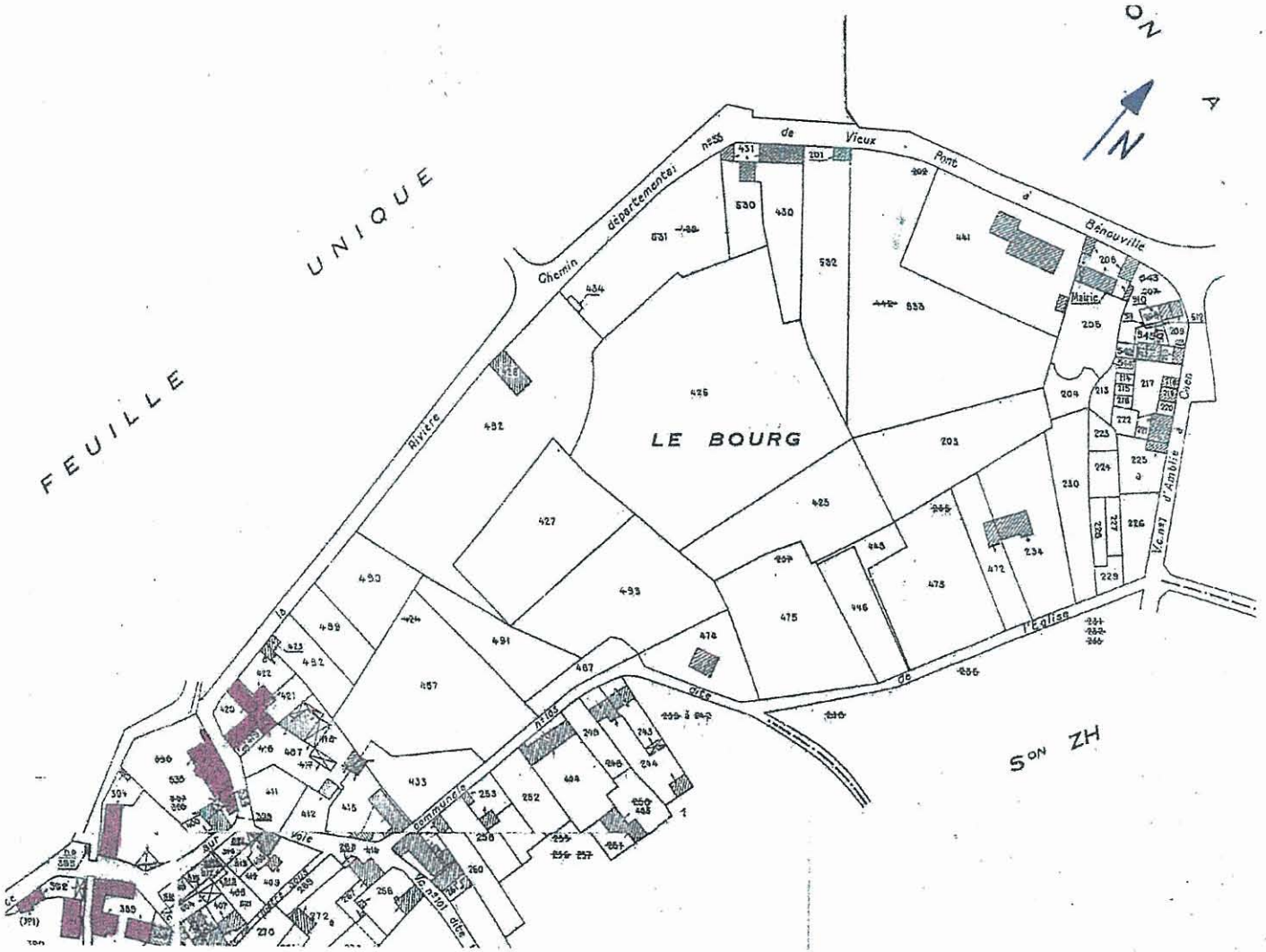


Fig. 72e - Amblie (14) : extrait réduit du cadastre : situation de la partie concernée par le débordement.

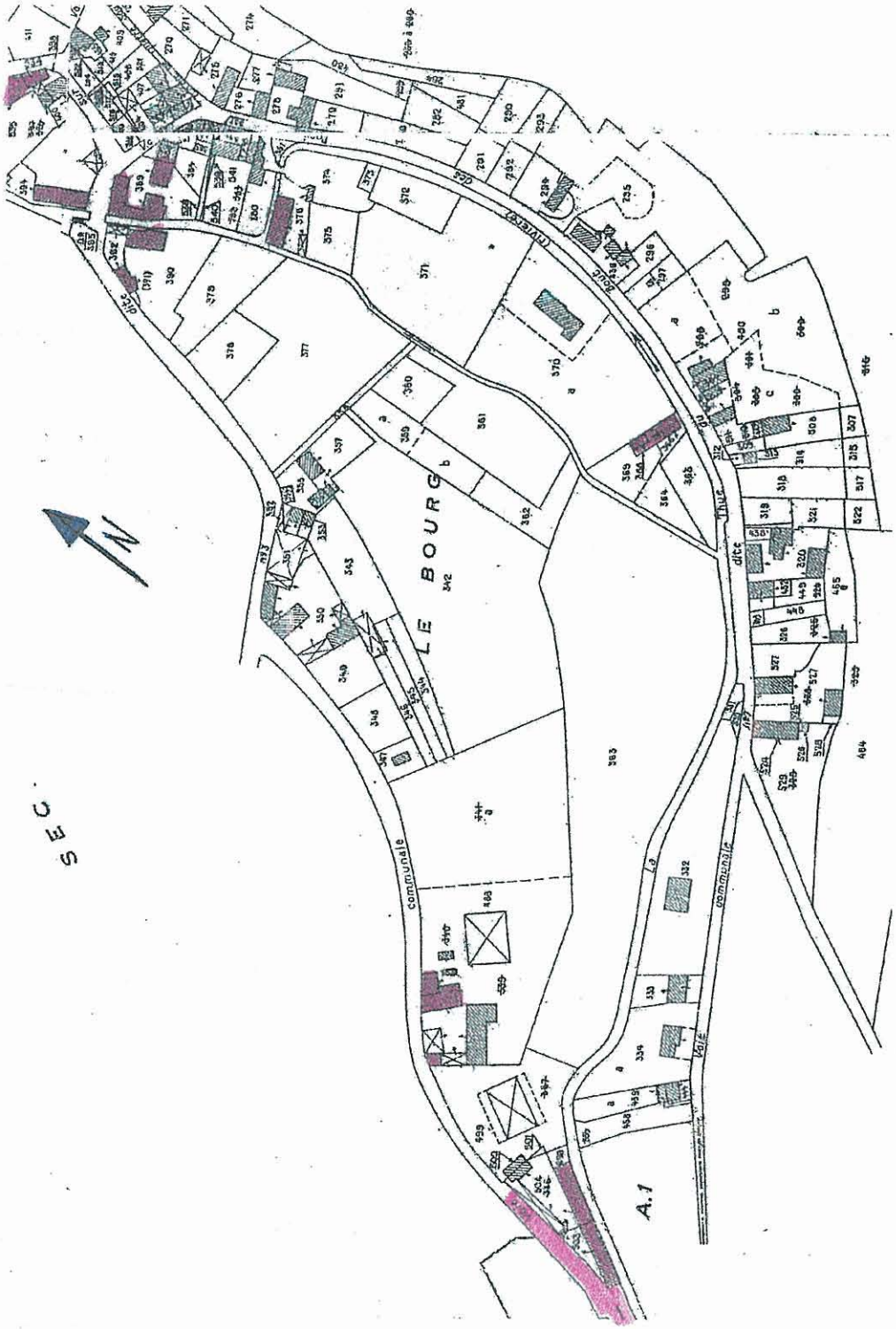


Fig. 72f - Amblie (14) : extrait réduit du cadastre : situation de la partie concernée par le débordement.

3.44. COMMUNE DE CAIRON (14)

3.44.1. Cadre géographique

La commune de Cairon est située à 10 km (NW) de la capitale basse-normande, Caen et 18 km à l'est de Bayeux. La partie inondée concerne essentiellement la partie basse du bourg de Cairon-le-Jeune (fig. 73 ; x = 397,1 ; y = 1175,10 ; Lambert Zone 1 ; z = 32 +/- 5 m NGF).

D'un point de vue géologique, d'après la maquette provisoire de Bayeux Courseulles à 1/50 000 (n° 120, 2000, Ed. BRGM) et les données BSS (Banque de données du sous-sol gérée par le BRGM et accessible au public), le sous-sol sous la terre végétale est constitué par les alluvions récentes. Sous ces alluvions récentes, le substratum géologique est constitué par les calcaires de Creully (Bathonien moyen).

D'après la carte hydrogéologique du Calvados (1991, Ed. BRGM), la surface libre de l'aquifère du Bathonien est située en période de moyennes eaux à la profondeur de 29 à 31 m NGF (niveau moyen interprété des données disponibles lors de cette publication), soit à une profondeur estimée de 2 à 3 m environ sous la surface du sol du site examiné.

3.44.2. Faits examinés

La visite a été effectuée le 12 avril 2001.

C'est de 10 à 15 sous-sols qui ont été touchés par les remontées de nappes phréatiques.

La quasi-totalité des maisons (pavillons récents) sont implantées sur l'ancien lit naturel de la rivière Mue. Ce cours d'eau a, en effet, été canalisé sur tout le bourg de Cairon 10 m plus à l'est.

C'est donc le corps alluvial, déconnecté de la rivière elle-même, qui déborde.

En partie haute du bourg, à hauteur du château, la rivière canalisée a débordé et remplit son lit majeur et l'ancien lit mineur. Un lac s'est ainsi formé en début mars au-dessus des alluvions de la rivière dans une vaste prairie en forme de cuvette. Ce lac en point haut, entretient une mise en charge des alluvions et le débordement dans les sous-sols en contrebas.

Une petite tranchée a été réalisée en urgence pour canaliser en surface les eaux de débordement du lac et les renvoyer dans le lit artificiel.

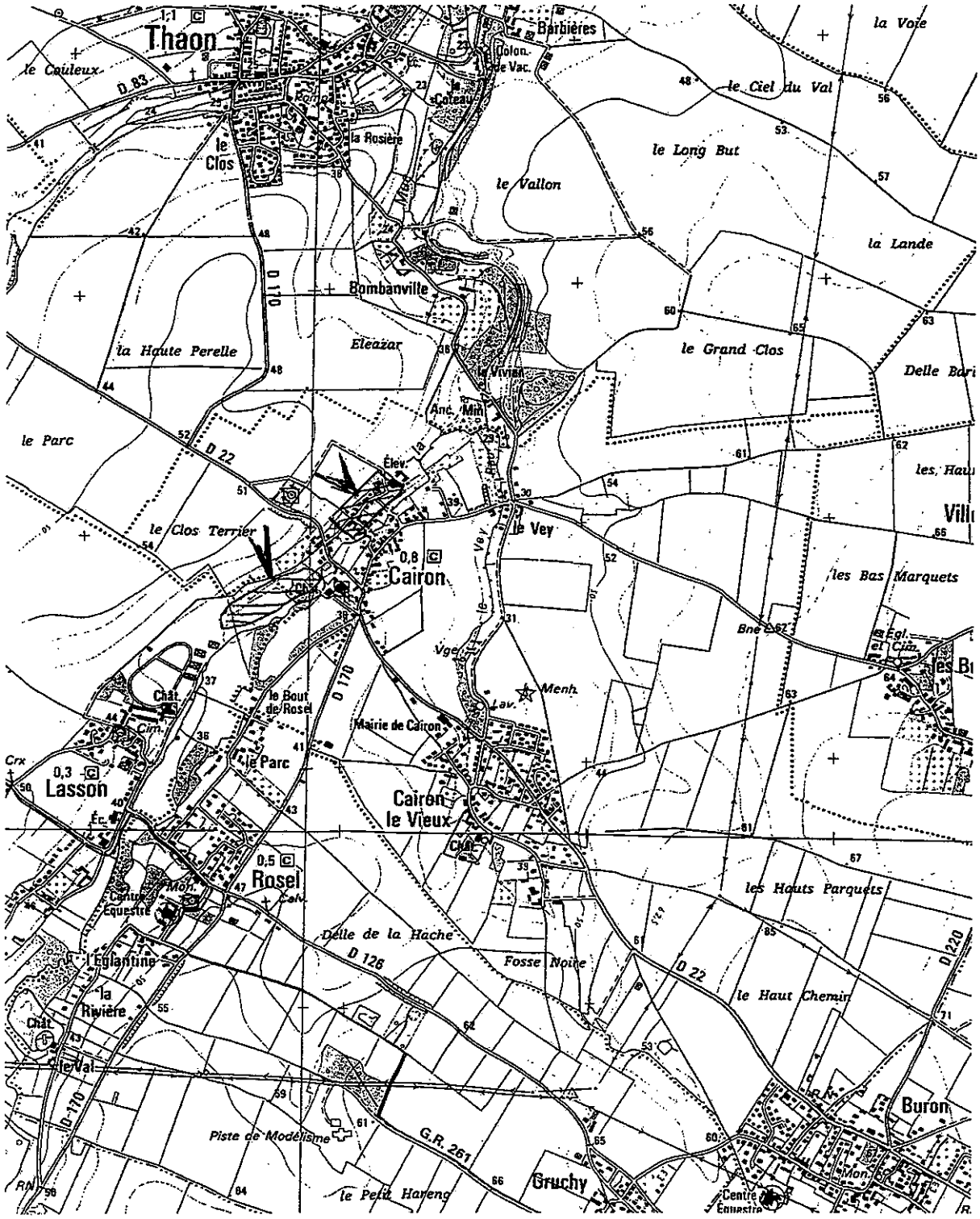


Fig. 73 - Cairon (14) : situation de la partie concernée par le débordement de nappe sur la carte topographique à 1/25 000 (Caen 1512 Est, ©IGN).

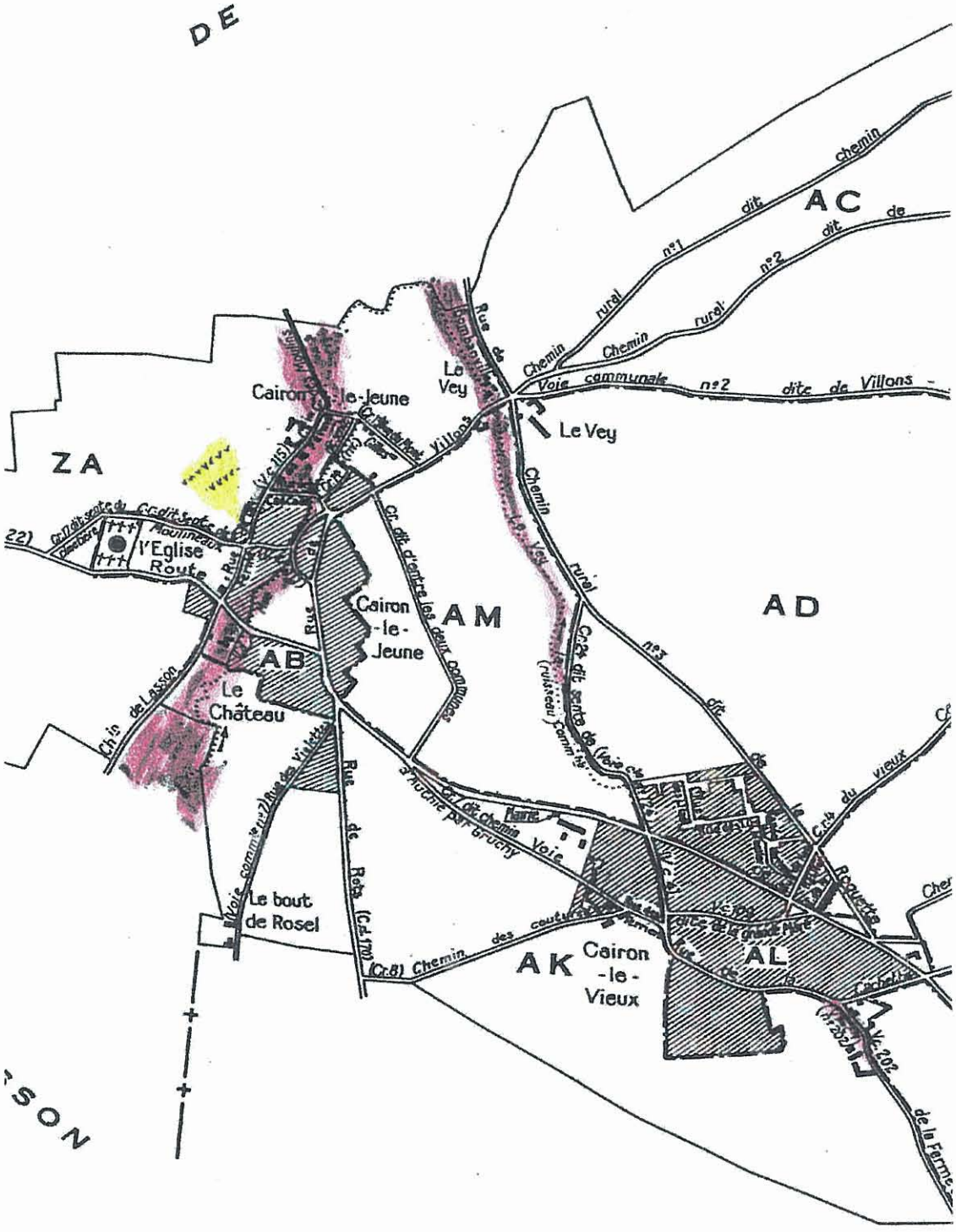


Fig. 74 - Cairon (14) : extrait réduit du cadastre : situation des parcelles concernées par l'inondation.

3.45. COMMUNE DE CAMBES-EN-PLAINE

3.45.1. Cadre géographique

La commune de Cambes-en-Plaine est située à 6 km au nord de la capitale basse-normande, Caen. Les débordements sont répartis de manière homogène dans le bourg (fig. 75 ; x= 401,875 ; y = 1173,875 ; Lambert Zone 1 ; z = 53 +/- 5 m NGF).

D'un point de vue géologique, d'après la maquette provisoire de Bayeux Courseulles à 1/50 000 (n° 119, 2000, Ed. BRGM) et les données BSS (Banque de données du sous-sol gérée par le BRGM et accessible au public), le sous-sol sous la terre végétale est constitué par les calcaires de Ranville (Bathonien supérieur) surmontés par une couverture de limons de plateau épaisse de 2 à 3 m environ.

D'après la carte hydrogéologique du Calvados (1991, Ed. BRGM), la surface libre de l'aquifère du Bathonien est située en période de moyennes eaux à la profondeur de 40 m NGF (niveau moyen interprété des données disponibles lors de cette publication), soit à une profondeur estimée de 13 m environ sous la surface du sol du site examiné.

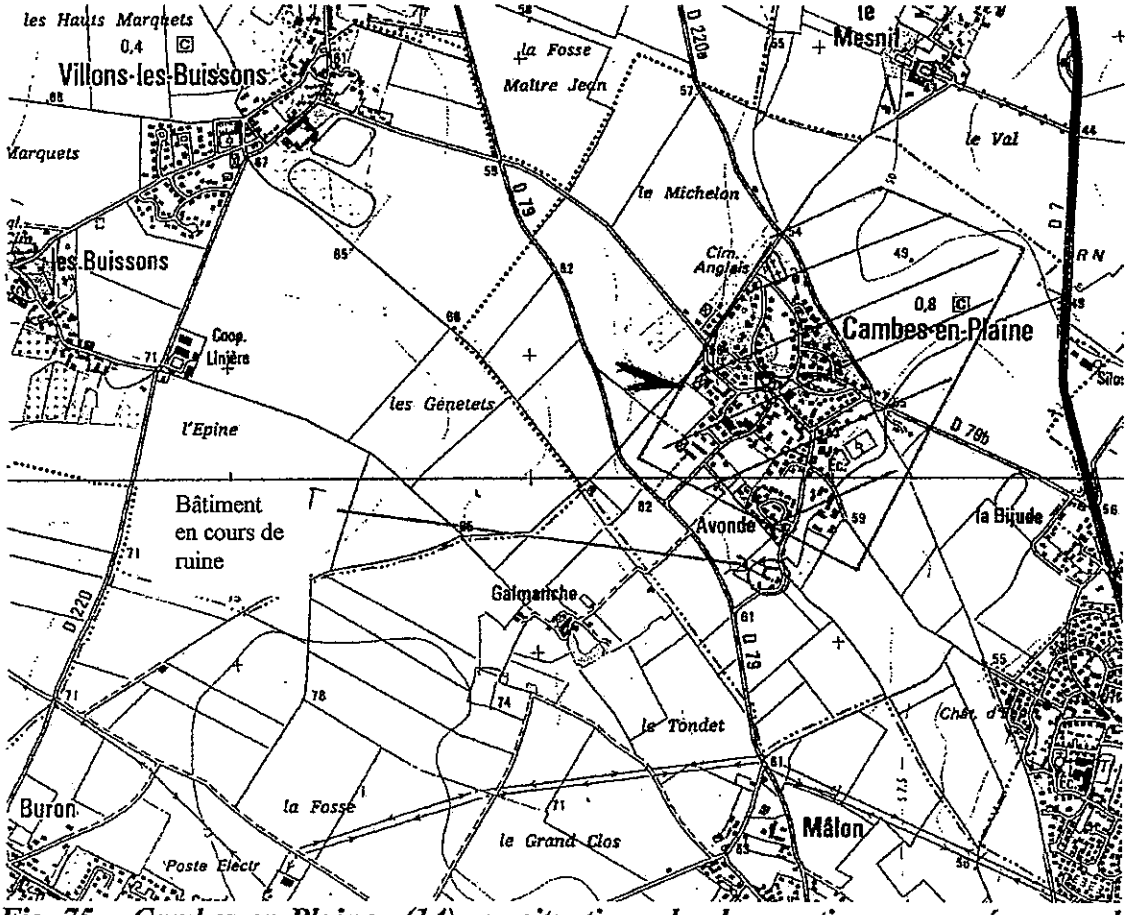


Fig. 75 - Cambes-en-Plaine (14) : situation de la partie concernée par le débordement de nappe sur la carte topographique à 1/25 000 (Caen 1512 Est, ©IGN).

3.45.2. Faits examinés

La visite a été effectuée le 9 avril 2001.

Les premières maisons touchées l'ont été dès la fin janvier 2000 pour un maximum fin mars 2001.

C'est une bonne quinzaine de maisons qui ont été touchées par les remontées de nappes phréatiques, uniquement en sous-sols.

Sur la maison la plus touchée, la cave a été inondée sur plus d'un mètre (1,32 m) et restait encore à une hauteur élevée (1,20 m) en début avril.

Une salle de l'école, construite dans un point bas sous le niveau moyen du sol, a été fermée car envahie par une lame d'eau de quelques centimètres (1 à 2 cm en début avril).

Un bassin de rétention d'eaux pluviale reste à niveau constant depuis plusieurs semaines.

La plaine est inondée : la nappe affleure dans les champs à hauteur de plusieurs points bas ponctuels.

Dans un corps de ferme du sud de la commune, un bâtiment annexe légèrement enterré d'un coté a subi une importante poussée d'eaux du talus sur la base encastrée du mur : une partie du mur en pierres (quelques mètres carrés) s'est rompue.

Plusieurs fissures sur les murs porteurs témoignent de la progression de l'instabilité à l'ensemble de la structure.

Un étaiement d'urgence a été mis en place pour soutenir la charpente du premier étage. A l'étage, une fissure verticale ouverte de plusieurs centimètres sur un des murs sous charpente annonce une dislocation à court ou moyen terme du bâtiment (de dimensions 20 à 30 m de long, 10 m, 5-7 m de haut).

La zone de chute probable du bâtiment, coté extérieur, a été balisée entre le corps de ferme et la route toute proche.

La prise du niveau sur l'ancien puits de la ferme a permis de préciser que la nappe phréatique d'eau est profonde de 40 cm lors de la visite du début avril 2001.

La fragilisation des assises est au moins autant due à des écoulements hypodermiques en sub-surface (en relation avec des ruissellements) qu'à la remontée de l'aquifère du Bathonien. Les fissures n'ayant pas un aspect frais, il est probable que le mouvement soit déjà amorcé depuis un certain nombre d'années et que les événements inondants ont pu jouer un rôle d'accélérateur et de déclencheur d'une instabilité déjà en cours.

Une surveillance de l'évolution des désordres est indispensable pour prendre les mesures conservatoires qui pourraient s'imposer. En cas, notamment, d'apparition d'une inclinaison marquée des cheminées, des chutes d'éléments de pierres des cheminées pourraient dépasser la zone balisée et atteindre la voie routière sous-jacente (où circulent entre autres des cars).

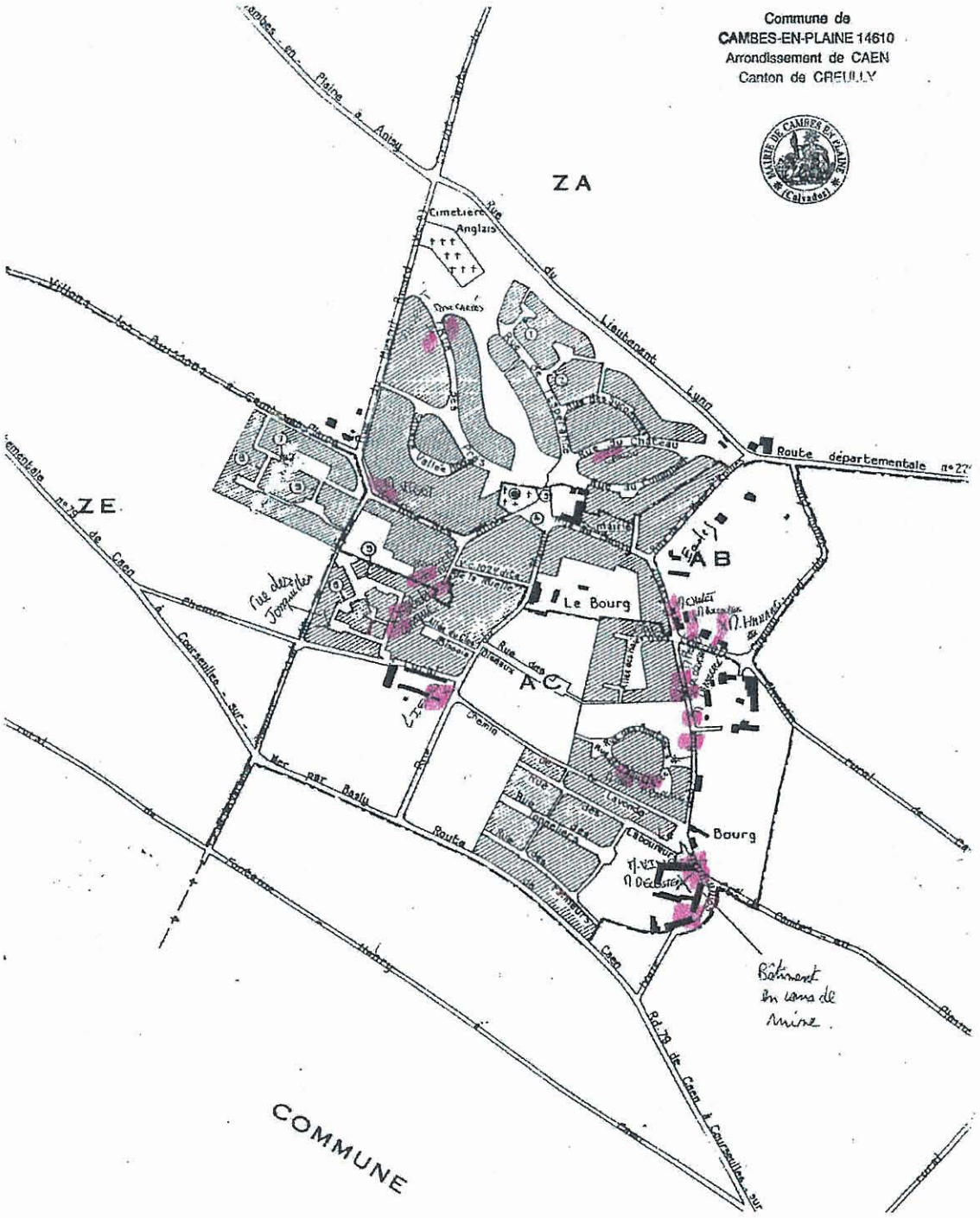


Fig. 76 - Cambes-en-Plaine (14) : extrait réduit du cadastre : situation des parcelles concernées par l'inondation.

3.46. COMMUNE D'ANISY (14)

3.46.1. Cadre géographique

La commune d'Anisy se situe dans la plaine de Caen à 9 km (NNW) de la capitale basse-normande, Caen et 24 km à l'est de Bayeux. La partie inondée concerne le sud du bourg (fig. 77 ; x= 401,350 ; y = 1175,900 ; Lambert Zone 1 ; z = 50 +/- 5 m NGF).

D'un point de vue géologique, d'après la maquette provisoire de Bayeux Courseulles à 1/50 000 (n° 119, 2000, Ed. BRGM) et les données BSS (Banque de données du sous-sol gérée par le BRGM et accessible au public), le sous-sol sous la terre végétale est constitué par les calcaires de Ranville (Bathonien supérieur).

D'après la carte hydrogéologique du Calvados (1991, Ed. BRGM), la surface libre de l'aquifère du Bathonien est située en période de moyennes eaux à la profondeur de 40-45 m NGF (niveau moyen interprété des données disponibles lors de cette publication), soit à une profondeur estimée de 5 à 10 m environ sous la surface du sol du site examiné.

3.46.2. Faits examinés

La visite a été effectuée le 9 mai 2001, le phénomène était encore actif.

Les inondations ont touché une douzaine de sous-sol de maisons récentes (bien que les sous-sol aient été, semble-t-il, déconseillés dans ce secteur ; information à vérifier).

Il n'existe pas de ruisseaux sur le secteur touché, ce qui exclut un quelconque phénomène d'inondation par débordement de cours d'eau. Des systèmes de pompage ont été mis en place par les habitants, ils ont fonctionné plusieurs semaines (ils étaient en fonctionnement lors de la visite). L'exutoire naturel du réseau pluvial, vers une marre puis par l'intermédiaire d'un fossé, n'est pas des plus efficace à cause d'une pente assez réduite ; cependant, le secteur touché se situe à l'écart de cette zone d'évacuation des eaux de ruissellement.

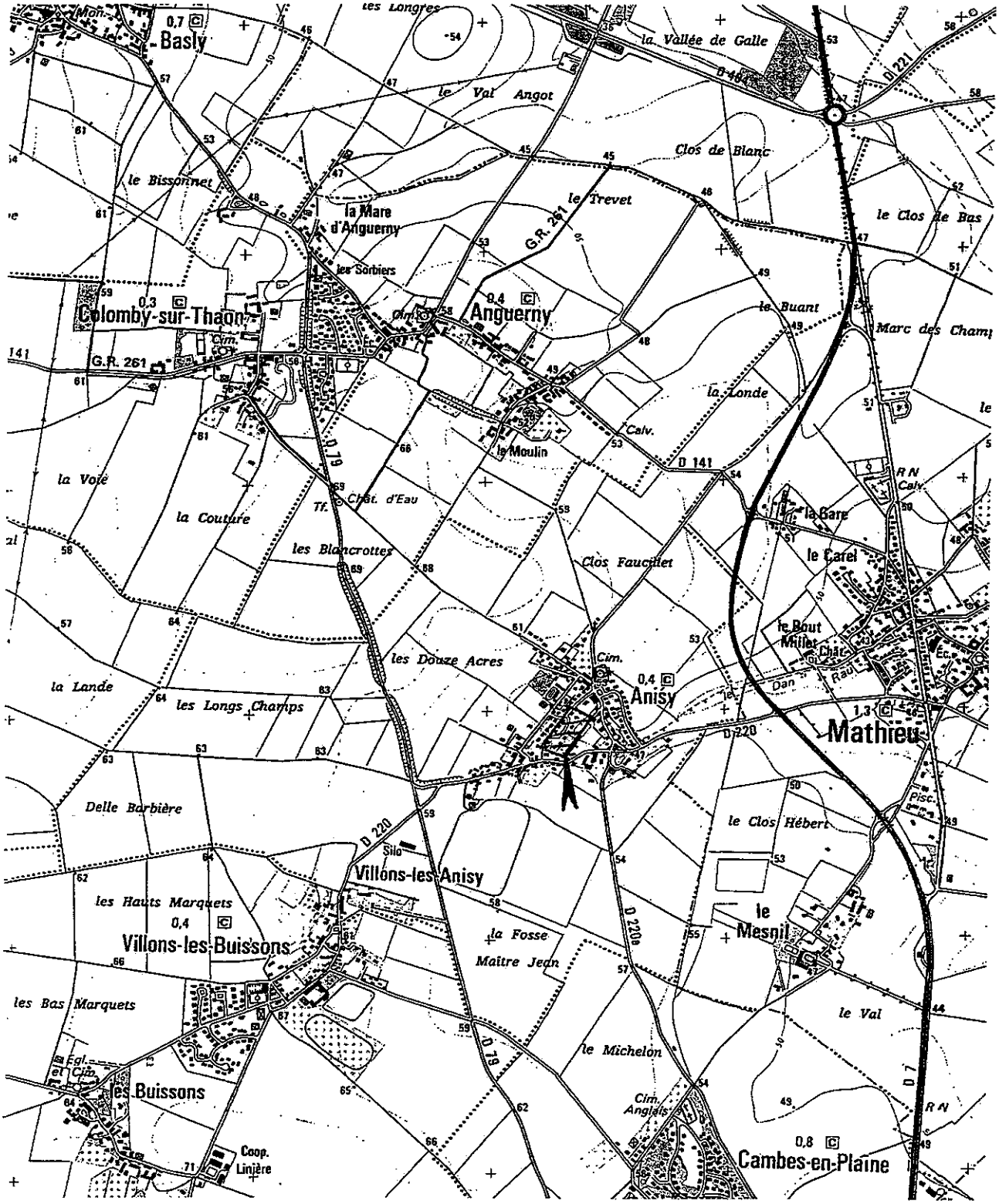


Fig. 77 - Anisy (14) : situation de la partie concernée par le débordement de nappe sur la carte topographique à 1/25 000 (Caen 1512 Est, ©IGN).

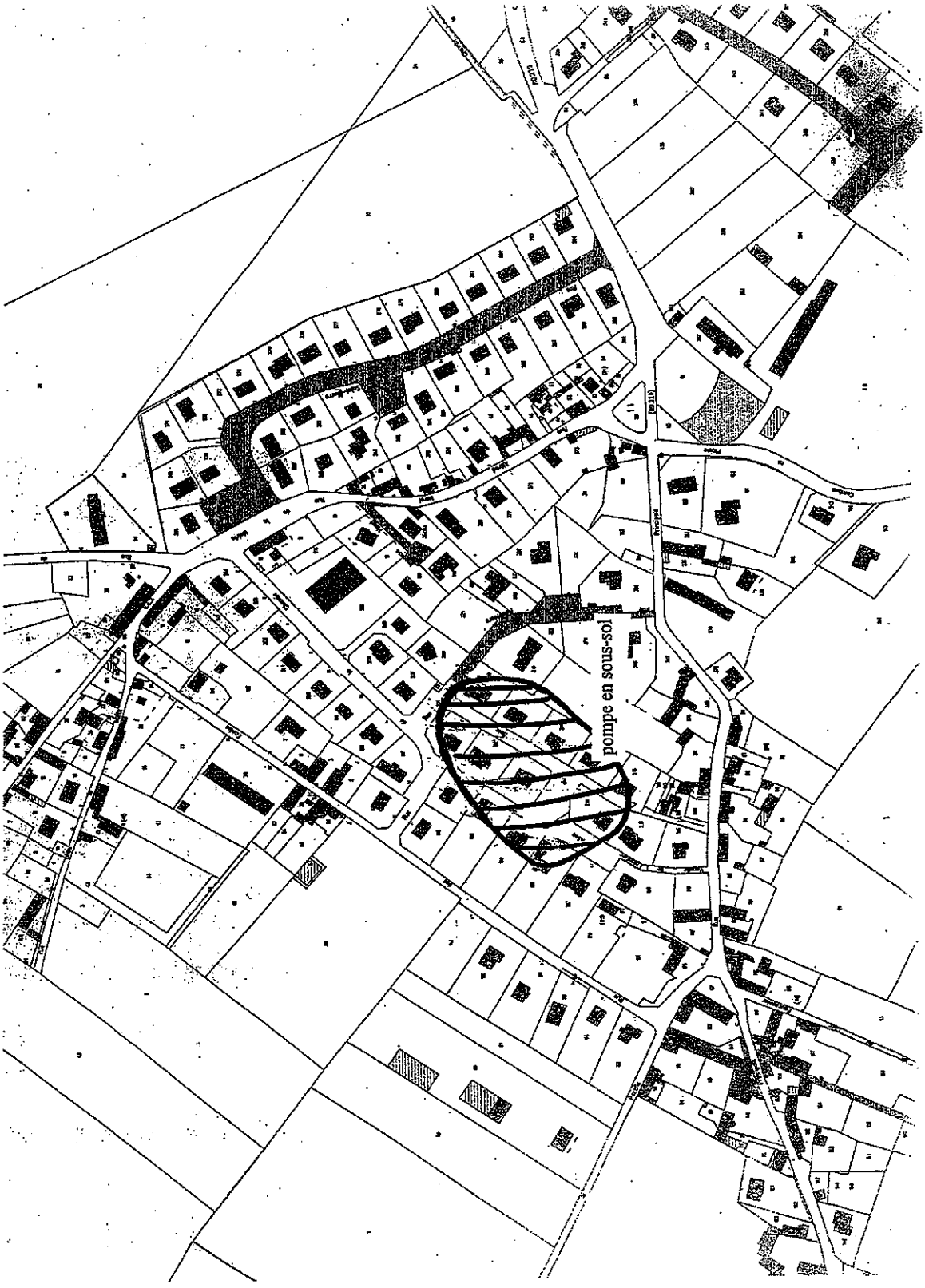


Fig. 78 - Anisy (14) : extrait réduit du cadastre : situation des parcelles concernées par l'inondation

3.47. COMMUNE DE MATHIEU (14)

3.47.1 Cadre géographique

La commune de Mathieu se situe dans la plaine de Caen à 9 km (NNW) de la capitale basse-normande, Caen et 25 km à l'est de Bayeux. La partie inondée concerne le sud du bourg (fig. 79 ; x= 403,000 ; y = 1176,200 ; Lambert Zone 1 ; z = 42 +/- 5 m NGF).

D'un point de vue géologique, d'après la maquette provisoire de Bayeux Courseulles à 1/50 000 (n°119, 2000, Ed. BRGM) et les données BSS (Banque de données du sous-sol gérée par le BRGM et accessible au public), le sous-sol sous la terre végétale est constitué par une couche de limons de plateau (d'épaisseur 1 à 2 m) suivi des calcaires de la formation de Ranville (Bathonien supérieur).

D'après la carte hydrogéologique du Calvados (1991, Ed. BRGM), la surface libre de l'aquifère du Bathonien est située en période de moyennes eaux à la profondeur de 35-40 m NGF (niveau moyen interprété des données disponibles lors de cette publication), soit à une profondeur estimée de 2 à 7 m environ sous la surface du sol du site examiné.

3.47.2. Faits examinés

La visite a été effectuée le 26 avril 2001, le phénomène était encore actif.

Le cœur du bourg a été complètement inondé. La place Jean Marot reçoit beaucoup d'eau depuis le mois de décembre 2000.

On peut observer encore le 26 avril des écoulements dans les rues provenant d'un débordement de la nappe. Dans le quartier des écoles, l'eau sort au niveau des trottoirs. Les conduites d'assainissement sont pleines et évacuent mal les eaux usées. Il y a des remontées du tout-à-l'égout.

Les personnes possédant un sous-sol ont été obligées de pomper en permanence.

Depuis le 28 mars, un total de 25 particuliers s'est plaint à la mairie.

Malgré plusieurs relances de demandes tant à l'écrit (télécopie si possible sinon courrier) qu'à l'oral (essai de contact par voie téléphonique), il n'a pas été possible d'obtenir dans les délais de la commune le report des zones inondées sur un plan à l'échelle de la commune.

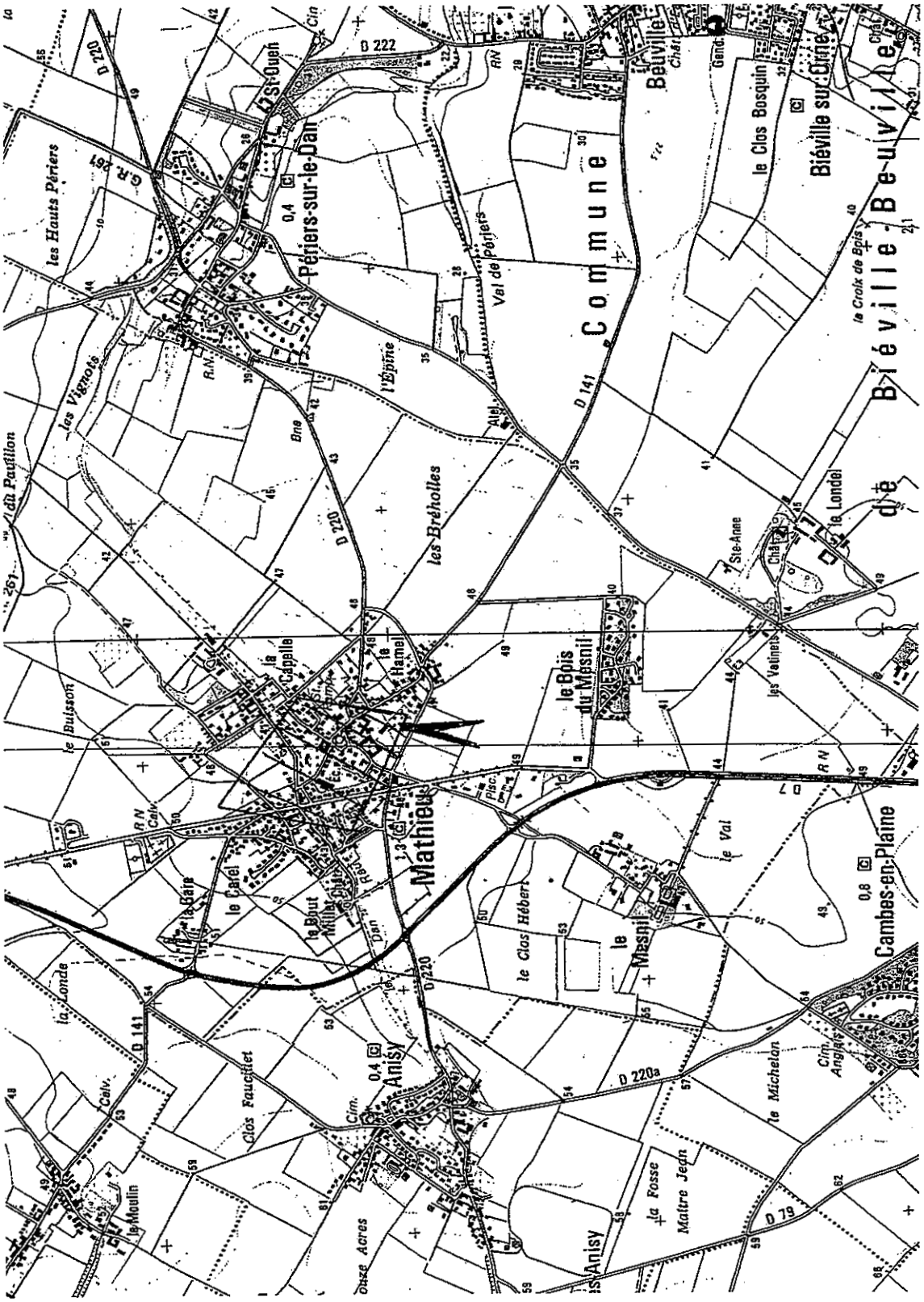


Fig. 79 - Mathieu (14) : situation de la partie concernée par le débordement de nappe sur la carte topographique à 1/25 000 (Caen 1512 Est, ©IGN).

3.48. COMMUNE D'ANGUERNY (14)

3.48.1. Cadre géographique

La commune d'Anguerny est située à 10 km (NNW) de la capitale basse-normande, Caen et 21 km à l'est de Bayeux. La partie inondée concerne la partie basse de la commune au sud est du centre bourg (fig. 80 ; x= 401,3 ; y = 1177,40 ; Lambert Zone 1 ; z = 49 +/- 5 m NGF).

D'un point de vue géologique, d'après la maquette provisoire de Bayeux Courseulles à 1/50 000 (n°119, 2000, Ed. BRGM) et les données BSS (Banque de données du sous-sol gérée par le BRGM et accessible au public), le sous-sol sous la terre végétale est constitué par les calcaires de la formation de Ranville (Bathonien supérieur).

D'après la carte hydrogéologique du Calvados (1991, Ed. BRGM), la surface libre de l'aquifère du Bathonien est située en période de moyennes eaux à la profondeur de 41 m NGF (niveau moyen interprété des données disponibles lors de cette publication), soit à une profondeur estimée de 8 m environ sous la surface du sol du site examiné.

3.48.2. Faits examinés

La visite a été effectuée le 12 avril 2001. Les premières maisons touchées l'ont été dès le début de janvier 2000 pour un maximum fin mars 2001.

C'est une bonne dizaine de sous-sols qui ont été touchés par les remontées de nappes phréatiques et quelques maisons en terre plein, toutes situées dans la partie basse du centre bourg. Lors de la visite, des écoulements diffus en surface par débordement de la nappe à l'affleurement étaient encore visibles.

Lors du plus fort des phases pluvieuses, des maisons ont été inondées en rez-de-chaussée avec une lame d'eau de 2 à 5 cm de haut.

Les pompages depuis le début des inondations auraient dépassé les 80 000 - 100 000 m^3. Ces renvois dans le réseau d'eaux pluviales (vers un bassin d'orages) ont amené la commune à refouler par pompage l'eau hors du bassin dans les champs.

Pour assurer la mise hors d'eau de son sous-sol, un des riverains touchés a réalisé un drainage assez profond et à lui seul rejette une bonne partie des eaux pompées, saturant de manière exagérée le réseau communal.

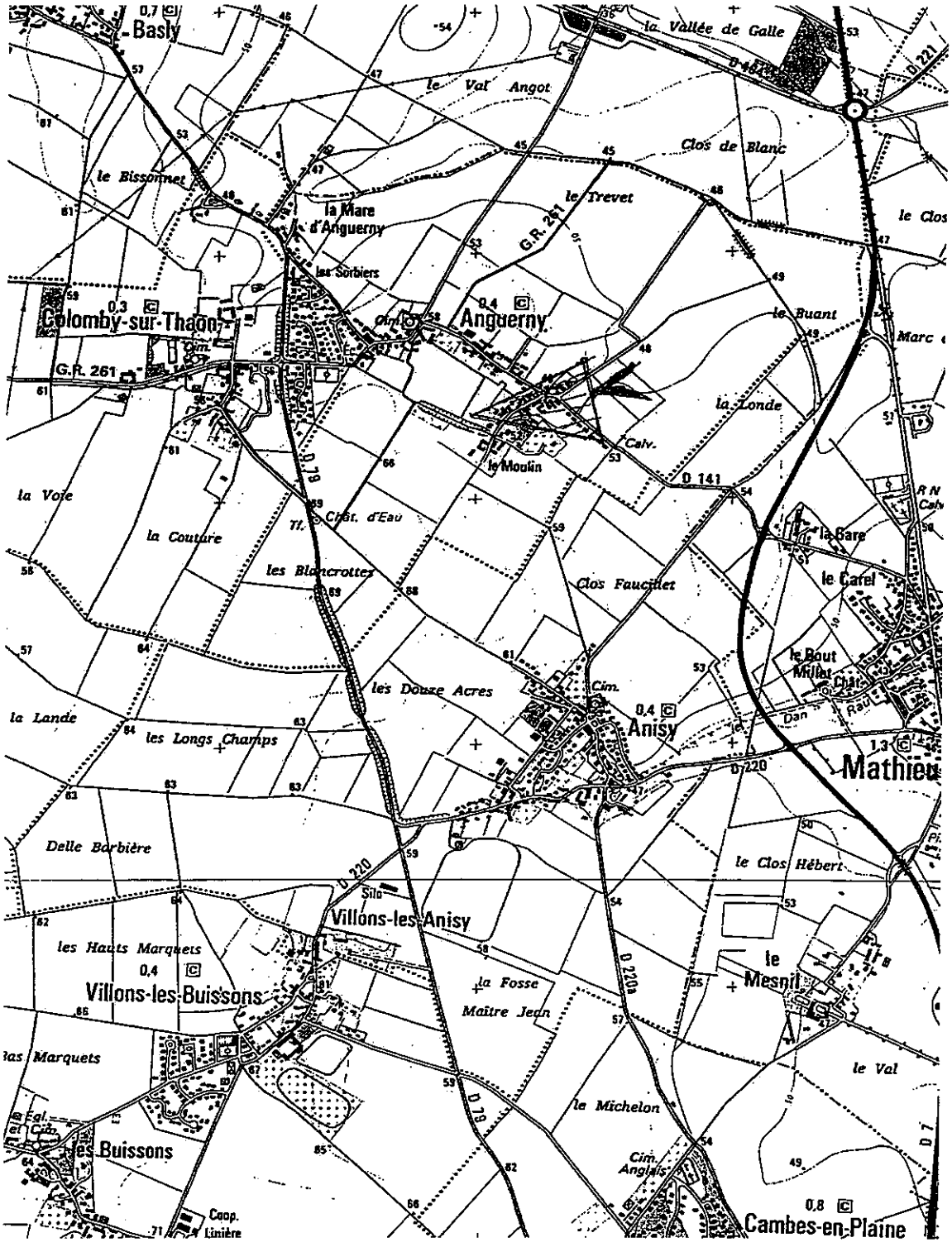


Fig. 80 - Anguerny (14) : situation de la partie concernée par le débordement de nappe sur la carte topographique à 1/25 000 (Caen 1512 Est, ©IGN).

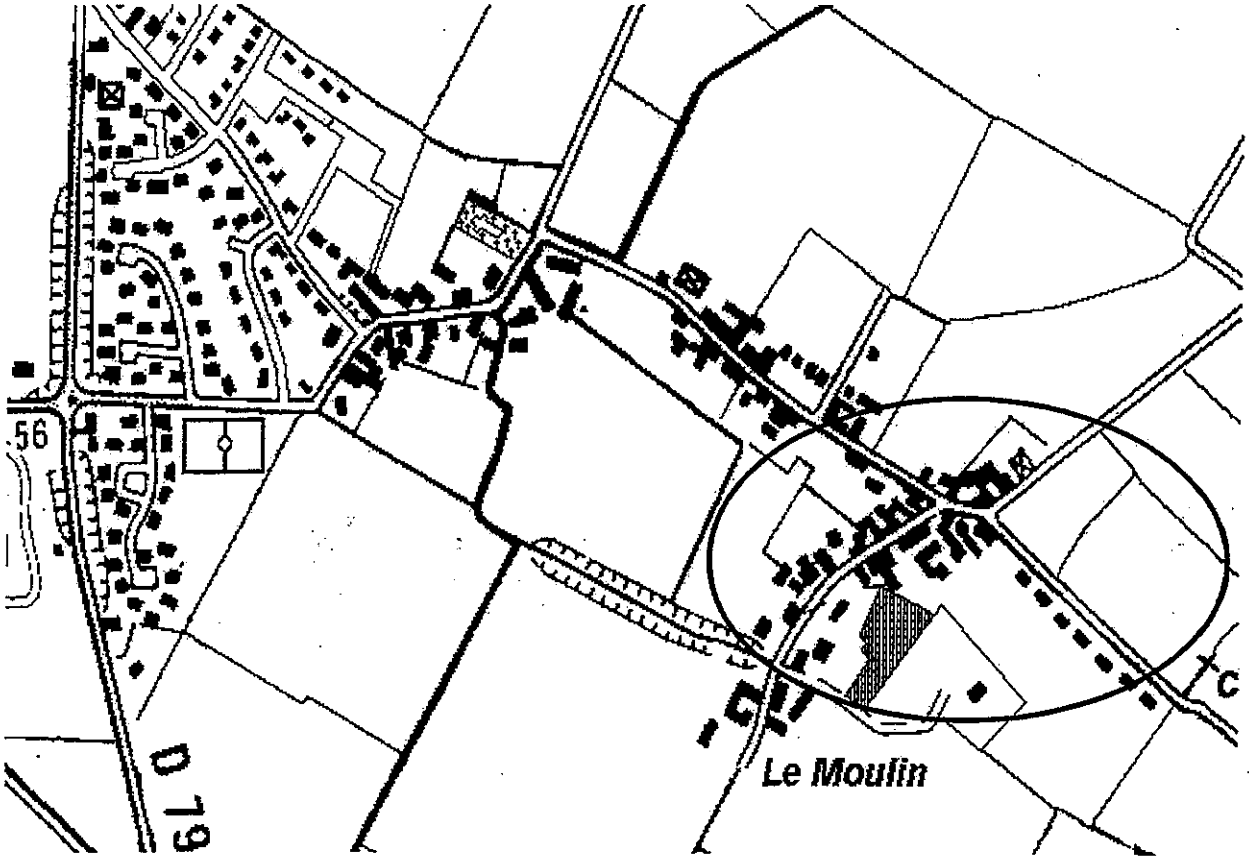


Fig. 81 - Anguerny (14) : extrait du cadastre : situation des parcelles concernées par l'inondation.

3.49. COMMUNE DE DOUVRES-LA-DELIVRANDE (14)

3.49.1. Cadre géographique

La commune de Douvres-la-Délivrande (fig. 82) est située au nord de Caen, à 4 km environ du littoral de la Manche, le long de la route départementale RD 7. Le site examiné concerne une partie du bourg ancien et un lotissement plus récent, l'ensemble étant situé dans la partie sud du bourg, sur le versant est d'un thalweg à écoulement intermittent constituant l'amont du ruisseau « la Capricieuse », petit fleuve côtier (fig. 82 ; centroïde de la zone : x = 402,100 ; y = 1 180,625 ; Lambert Zone 1 ; z = 25 +/- 5 m NGF).

D'un point de vue géologique, d'après la carte à 1/80 000 de Caen (n° 29, 1936-1962, Ed. BRGM) et les données BSS (Banque de données du sous-sol gérée par le BRGM et accessible au public), les assises géologiques concernées sont constituées :

- en sommet de plateau par une couverture de limons des plateaux (LP) ;
- sous les limons, le sous-sol est constitué des calcaires et calcaires marneux bajociens et bathoniens de la Campagne de Caen (J///).

D'après la carte hydrogéologique du Calvados (1991, Ed. BRGM), la surface libre de l'aquifère discontinu du Bathonien se situe en période de moyennes eaux (niveau moyen interprété des données disponibles lors de cette publication) approximativement vers 10 m NGF dans cette partie de la commune, soit environ 10 m sous la surface du plateau.

3.49.2. Faits examinés

Le constat BRGM a été effectué le 14 juin 2001. Le phénomène de débordement d'aquifère a commencé fin avril 2001 et était encore actif lors de la visite du BRGM, mais avec une moindre ampleur. Onze parcelles au moins ont été concernées correspondant *a priori* toutes à des habitations récentes (post 1950) dont les sous-sols ont été inondés de façon durable (pompages encore actifs localement lors de la visite BRGM). Quelques murs anciens en moellons de Calcaire de Caen (1 ou 2 ?) en bordures de propriétés se sont localement effondrés. Par contre, les eaux de pompage ayant été principalement déversées dans le thalweg de la Capricieuse, on peut supposer que les canalisations d'assainissement de la commune n'ont pas subi de charge excessive et ne devrait pas avoir subi de dommages de ce fait. Un tel phénomène, mais d'ampleur nettement moindre, avait été perçu dans la suite des trois mois pluvieux de l'hiver 1995 et les témoignages des anciens (soit un temps de mémoire de 80 ans environ) ne signalent pas d'événements passés de cette taille.

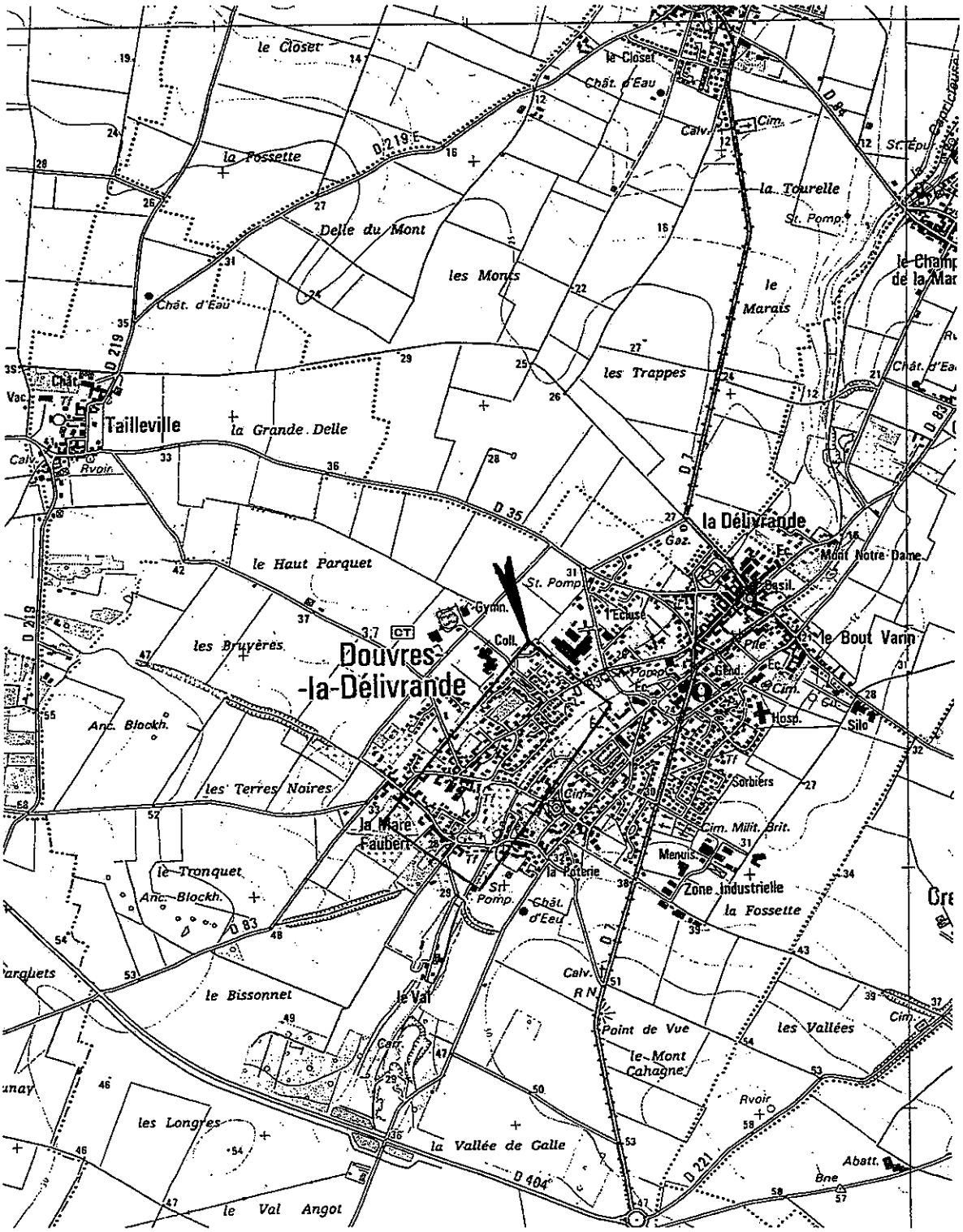


Fig. 82 - Douvres-la-Délivrande (14) : situation de la partie concernée par le constat sur la carte topographique à 1/25 000 (Caen 1512E, ©IGN).

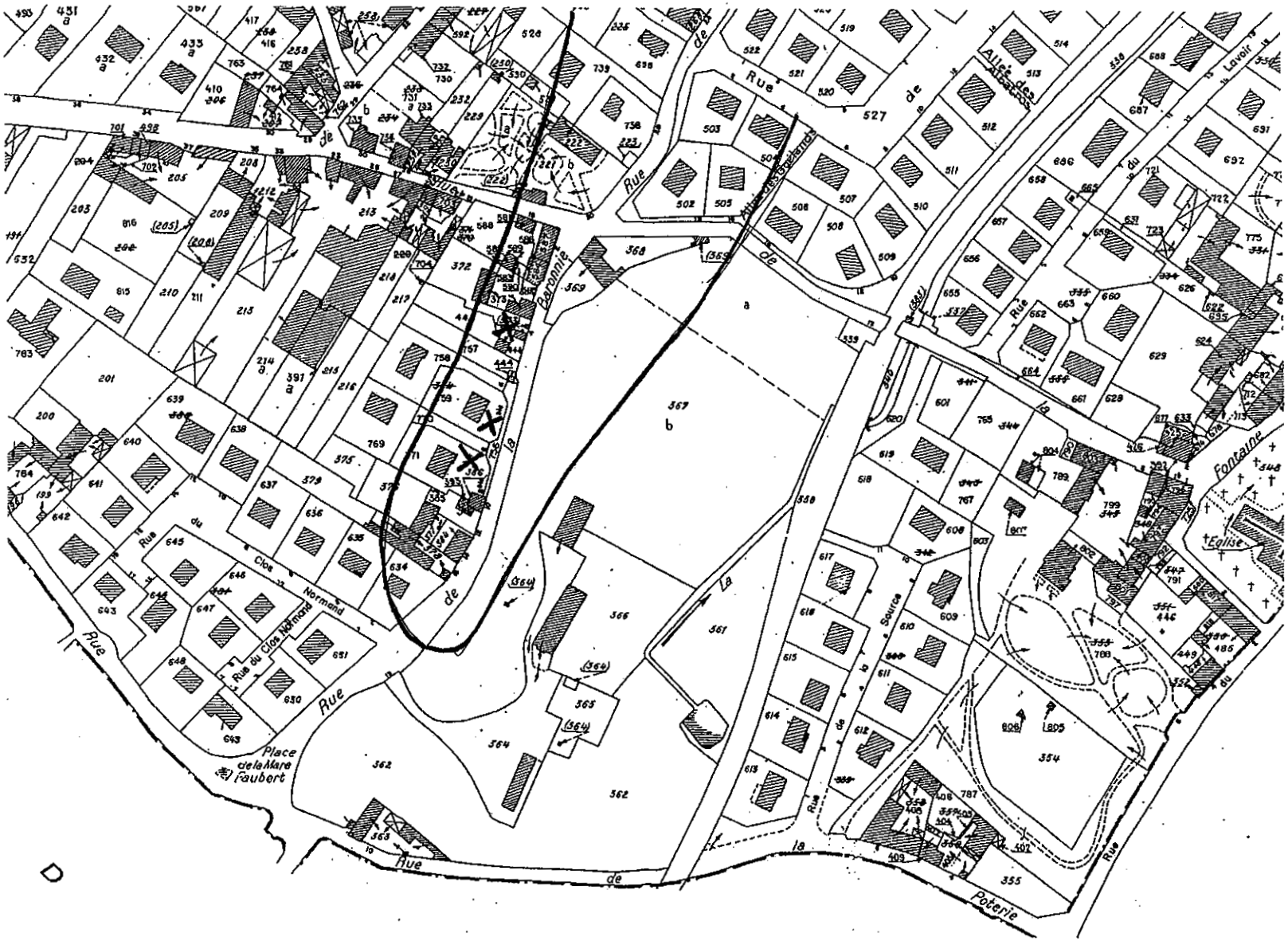


Fig. 83a - Douvres-la-Délivrande (14) : situation de la partie concernée par le débordement ; extrait réduit cadastral.

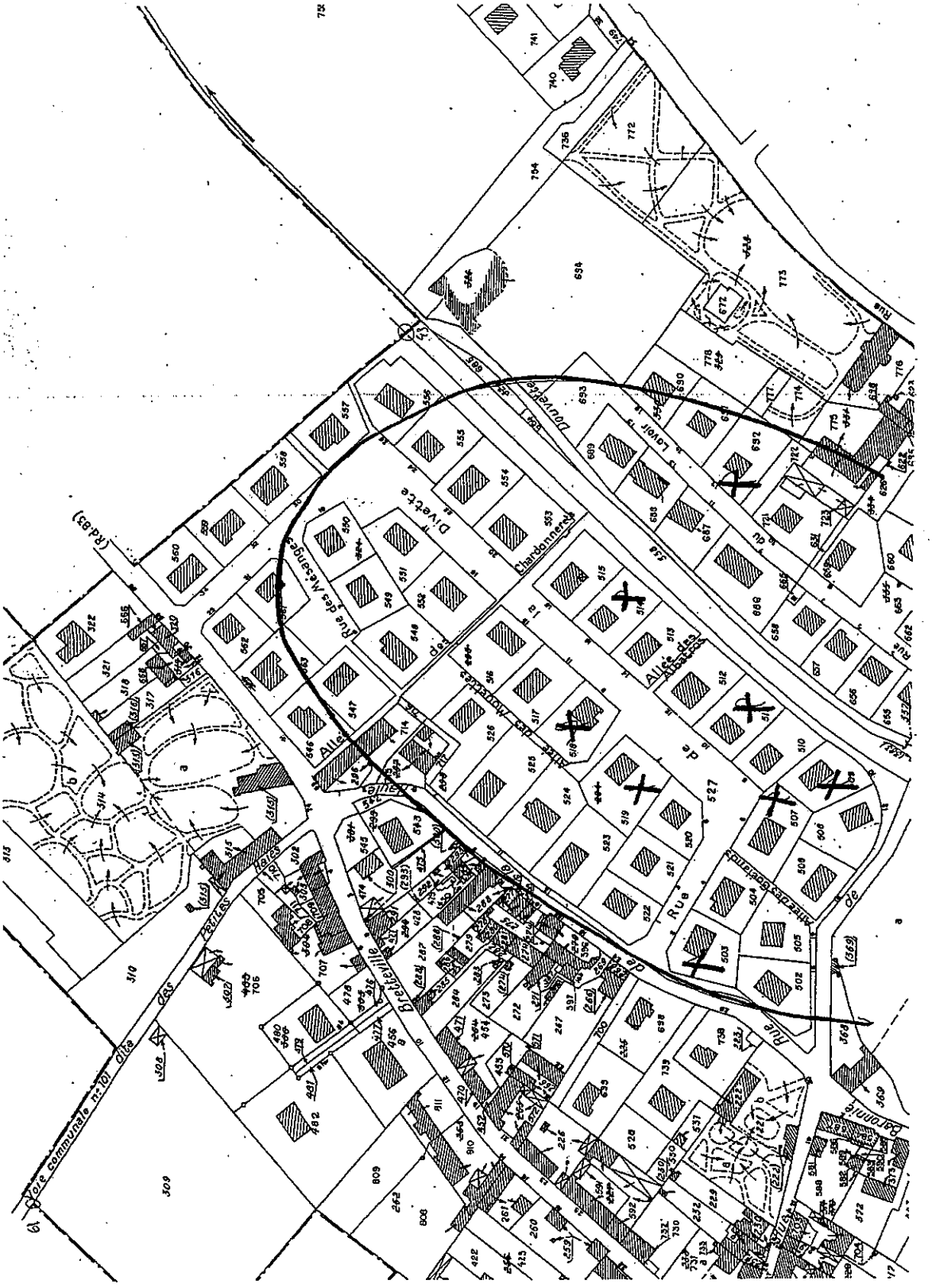


Fig. 83b - Douvres-la-Délivrande (14) : situation de la partie concernée par le débordement ; extrait réduit cadastral.

3.50. COMMUNE DE BERNIÈRES-SUR-MER (14)

3.50.1. Cadre géographique

La commune de Bernières-sur-Mer se situe au nord de Caen, le long du littoral de la Manche (fig. 84), et est implantée en bas des glacis de la campagne de Caen, le long de la route départementale RD 514. C'est la partie proche du bas de glacis qui a été principalement touchée, la bordure littorale directe étant moins affectée par le débordement d'aquifère (fig. 85 ; centroïde en x = 399,800 ; y = 1185,000 ; Lambert Zone 1 ; z =5 +/- 2,5 m NGF).

D'un point de vue géologique, d'après la carte à 1/80 000 de Caen (n°29, 1936-1962, Ed. BRGM) et les données BSS (Banque de données du sous-sol gérée par le BRGM et accessible au public), les assises géologiques concernées sont constituées :

- en sommet de plateau par une couverture de limons des plateaux (LP) ;
- sous les limons, le sous-sol est constitué des calcaires bathoniens de la campagne de Caen (J///c).

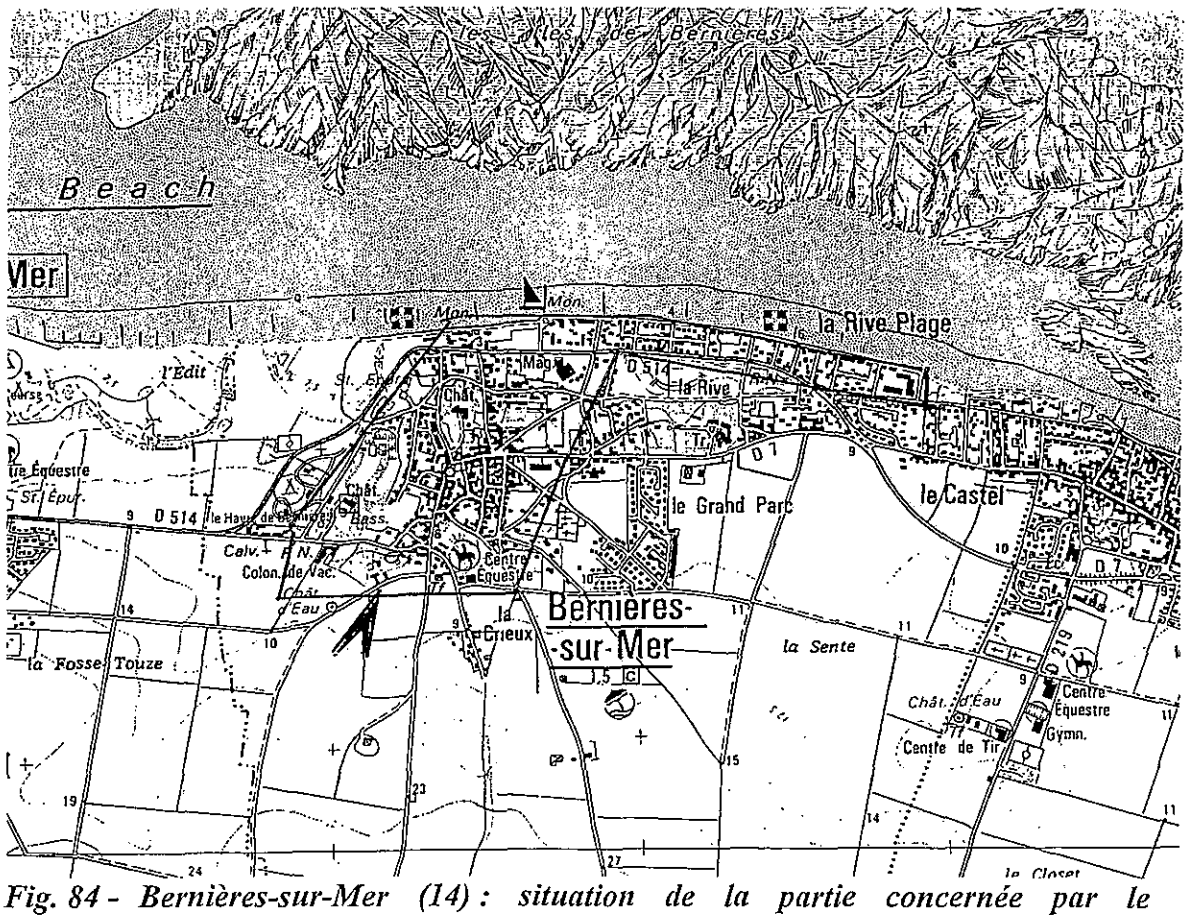


Fig. 84 - Bernières-sur-Mer (14) : situation de la partie concernée par le débordement de nappe sur la carte topographique à 1/25 000 (Caen 1512 Est, ©IGN).

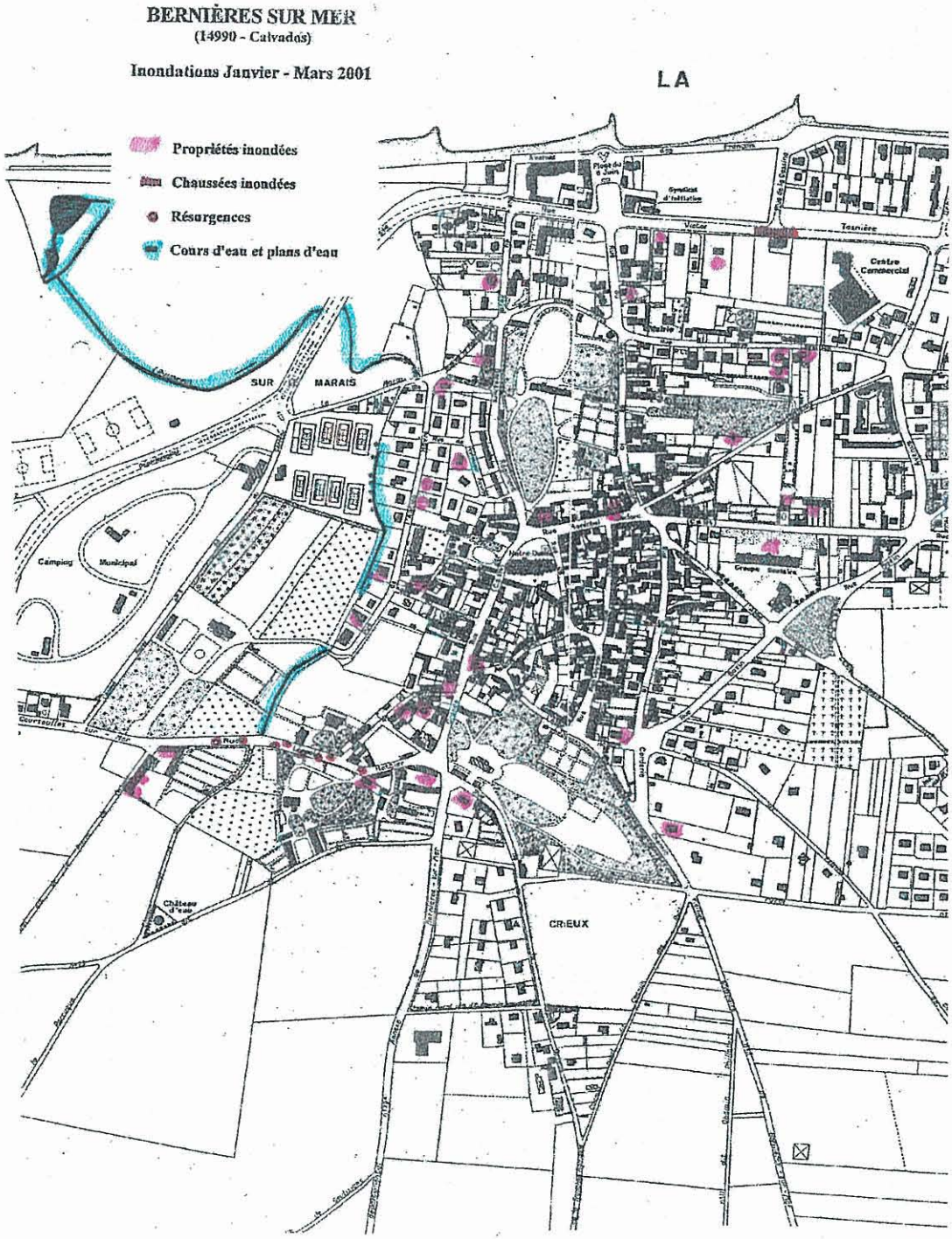


Fig. 85a - Bernières-sur-Mer (14) : extrait réduit du cadastre : situation des parcelles concernées par l'inondation. Plan découpé en trois sous-ensembles.

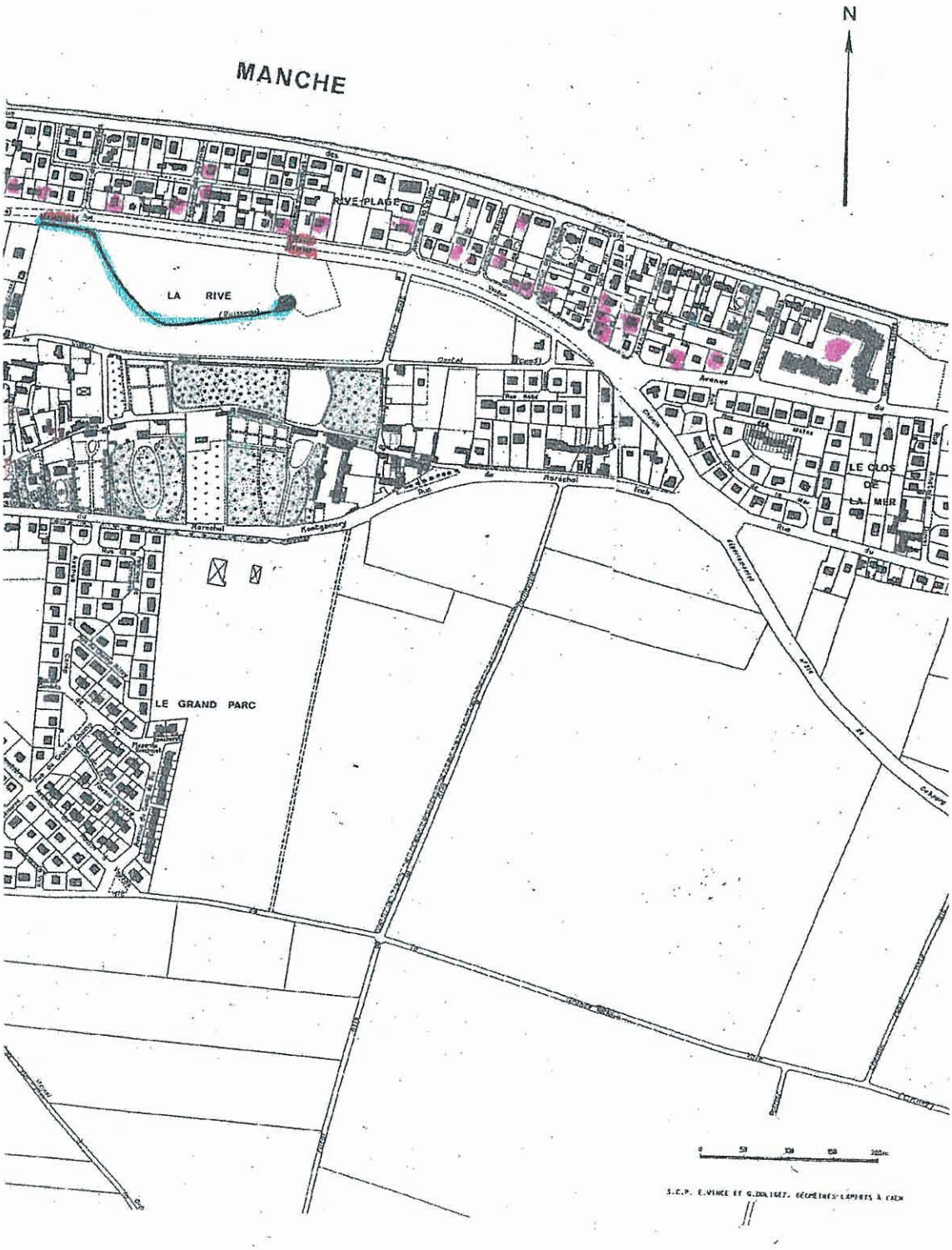


Fig. 85b - Bernières-sur-Mer (14) : extrait réduit du cadastre : situation des parcelles concernées par l'inondation. Plan découpé en trois sous-ensembles.

Le bourg se situe sur la bande littorale et s'appuie sur les bas de versants du glacis en pente douce de la campagne de Caen. Le pendage général des assises bathoniennes est ESE à échelle régionale.

D'après la carte hydrogéologique du Calvados (1991, Ed. BRGM), la surface libre de l'aquifère du Bathonien (niveau moyen interprété des données disponibles lors de cette publication) se situe en période de moyennes eaux approximativement à moins de 10 m NGF, soit à une profondeur estimée de quelques mètres environ sous la surface du sol du site examiné.

3.50.2. Faits examinés

Le constat BRGM a été effectué le 31 mai 2001, le débordement de nappe étant de moindre ampleur qu'à son paroxysme. Le débordement a débuté vers le début novembre 2000 par ses premiers effets (apparition d'eau), a connu son maximum en janvier 2001 et était encore actif lors de la visite BRGM. La commune avait préparé un état très complet qui sera transmis dans le dossier communal vers la préfecture mais dont la qualité démontrait implicitement le sérieux des observations effectuées par les servies techniques (voir document et chronique photographique en ann. 2). Ce sont environ cent parcelles construites qui ont été touchées (jardins imbibés d'eau, ruissellement externes), avec environ quarante sous-sols de maisons récentes (principalement post 1960), le sous-sol d'un immeuble collectif, et une quinzaine de rez-de-chaussée de maisons anciennes (leur seuil est traditionnellement à 15-20 cm sous le niveau du sol naturel) qui ont connu des arrivées d'eau à travers les pavages ou les fissures en pied de mur. Les canalisations d'assainissement (pluvial comme eaux usées) ont été affectées avec mise en pression des canalisations et débordement associé, mélanges visibles de qualités d'eau (quelques papiers hygiéniques ont été repérés dans des débordements de canalisation destinés aux recueils des eaux pluviales. Certaines installations de chaufferies (écoles) en sous-sol ont nécessité des pompages pour éviter leur arrêt de fonctionnement. On notera aussi diverses dégradations déjà sensibles sur les voiries (revêtement) dues au ruissellement induit par le débordement de nappe ou les pompages dans les sous-sols privés déversés sur domaine public. On peut supposer que des dégâts plus profonds sur les structures de chaussée peuvent être décelés dans le futur, bien que la nature du sous-sol (assises calcaires) et l'absence de fait déjà visible laisse supposer des dégâts sur fondation de chaussée d'ampleur relativement limitée. C'est toutefois environ 2 km de voirie qui sont potentiellement affectés sur la commune. Le dernier point qui doit être signalé est qu'en parallèle des effets du débordement direct, l'urbanisation locale à modifier certaines pentes et notamment des petits thalwegs, fermant leur exutoire vers la mer : la conséquence a été, tant vis-à-vis des fortes pluies que des ruissellements induits par le débordement phréatique, des accumulations d'eau ne pouvant s'évacuer aisément et contribuant à l'imbibition généralisée des zones touchées.

3.51. COMMUNE DE SAINT-AUBIN-SUR-MER (14)

3.51.1. Cadre géographique

La commune de Saint-Aubin-sur-Mer se situe au nord de Caen, le long du littoral de la Manche (fig. 86), et est implantée en bas des glacis de la campagne de Caen, le long de la route départementale RD 514. C'est la partie proche du bas de glacis qui a été principalement touchée, la bordure littorale directe étant moins affectée par le débordement d'aquifère (fig. 86 ; centroïde en x = 401,750 ; y = 1184,400 ; Lambert Zone 1 ; z = 8 +/- 2.5 m NGF).

D'un point de vue géologique, d'après la carte provisoire à 1/50 000 de Bayeux Courseulles Caen (n° 96 et n° 119, 2001, Ed. BRGM) et les données BSS (Banque de données du sous-sol gérée par le BRGM et accessible au public), les assises géologiques concernées sont constituées :

- en sommet de plateau par une couverture de limons des plateaux (LP) ;
- sous les limons, le sous-sol est constitué de dépôts marins (Mx) du Pléistocène surmontant des calcaires de la formation de Langrune (J_{3La}) ou éventuellement les calcaires de Ranville (J_{3Ra}), calcaires d'âge Bathonien supérieur de faciès analogue (bioclastiques ou calcarénites) fréquemment karstiques et aquifères.

Le bourg se situe sur la bande littorale et s'appuie sur les bas de versants du glacis en pente douce de la campagne de Caen. Le pendage général des assises bathoniennes est ESE à échelle régionale.

D'après la carte hydrogéologique du Calvados (1991, Ed. BRGM), la surface libre de l'aquifère du Bathonien (niveau moyen interprété des données disponibles lors de cette publication) se situe en période de moyennes eaux approximativement à moins de 10 m NGF, soit à une profondeur estimée de quelques mètres environ sous la surface du sol du site examiné.

3.51.2. Faits examinés

Le constat BRGM a été effectué le 10 mai 2001 et les débordements étaient encore actifs en 4 secteurs en pied aval d'une avancée topographique peu marquée.

Ce village, situé à proximité immédiate de la mer, a subi quelques inondations de caves (environ 20) et un rez-de-chaussée (salle des sports) liées à un remplissage inhabituel de la nappe. Le niveau de la nappe est resté élevé durant plusieurs semaines, des habitants ont mis en place des pompes. Le secteur de la salle des sports a également nécessité la mise en œuvre d'un pompage.

L'exutoire naturel des eaux de ruissellement est bon sur le secteur et on ne peut pas imputer les désordres observés à des problèmes de gestion des eaux de surface.

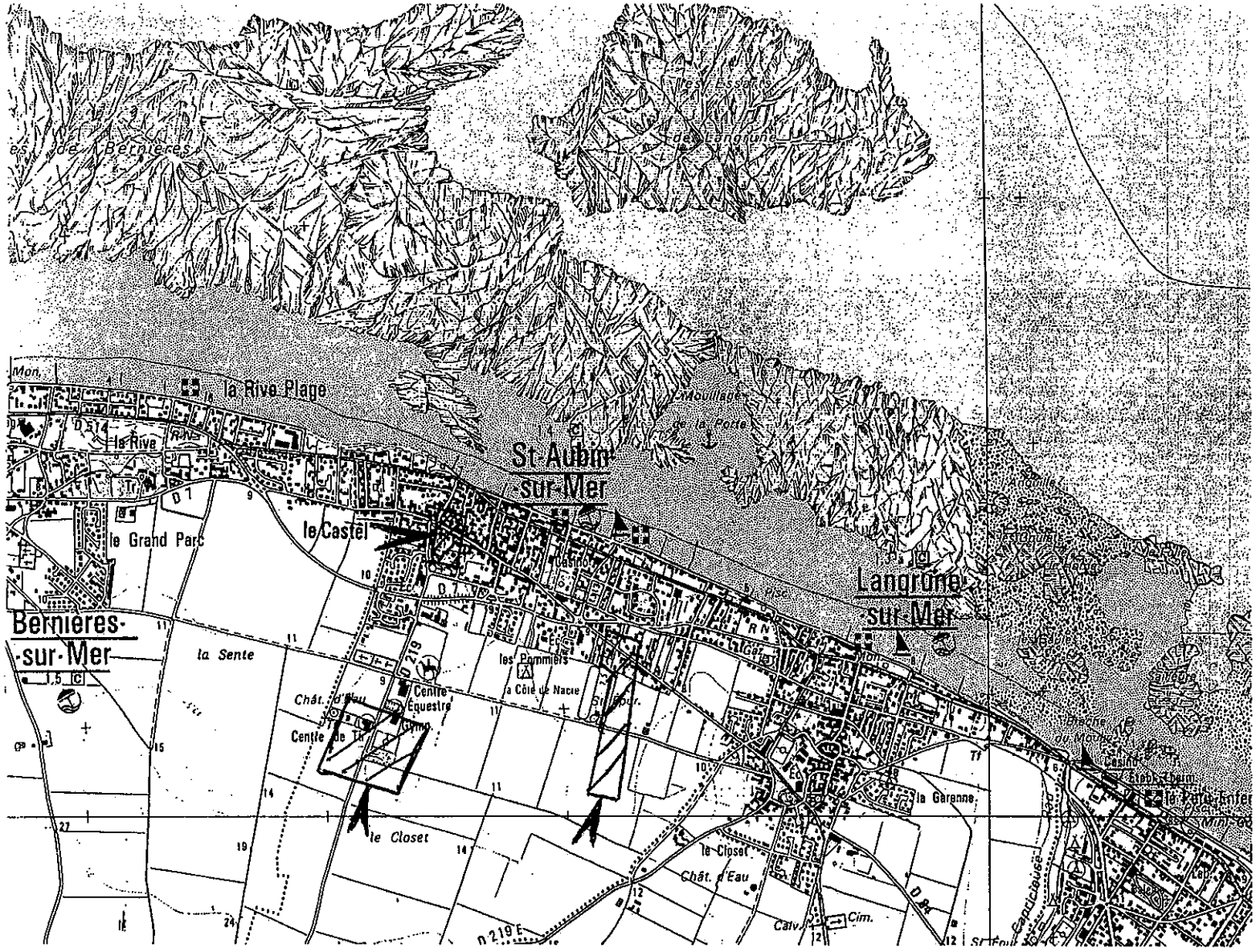


Fig. 86 - Saint-Aubin-sur-Mer (14) : situation de la partie concernée par le débordement de nappe sur la carte topographique à 1/25 000 (Caen 1512 Est, ©IGN).

Fig. 87 - Saint-Aubin-sur-Mer (14) : extrait réduit du cadastre : situation des parcelles concernées par l'inondation.

3.52. COMMUNE DE LANGRUNE-SUR-MER(14)

3.52.1. Cadre géographique

La commune de Langrune-sur-Mer (fig. 88) est située au nord de Caen, sur le bord du littoral de la Manche, le long de la route départementale RD 514 . Le site examiné concerne le bourg dont la partie en situation de bas de versant dans la suite de la Plaine de Caen a été soumise à un débordement de l'aquifère du Bathonien (fig. 88 ; centroïde en x= 403,00 ; y = 1184,000 ; Lambert Zone 1 ; z = 5 +/- 2,5 m NGF).

D'un point de vue géologique, d'après la carte provisoire à 1/50 000 de Bayeux Courseulles Caen (n° 96 et n° 119, 2001, Ed. BRGM) et les données BSS (Banque de données du sous-sol gérée par le BRGM et accessible au public), les assises géologiques concernées sont constituées :

- en sommet de plateau par une couverture de limons des plateaux (LP) ;
- sous les limons, le sous-sol est constitué de dépôts marins (Mx) du Pléistocène surmontant des calcaires de la formation de Langrune (J_{3La}) ou éventuellement les calcaires de Ranville (J_{3Ra}), calcaires d'âge Bathonien Supérieur de faciès analogue (bioclastiques ou calcarénites) fréquemment karstiques et aquifères.

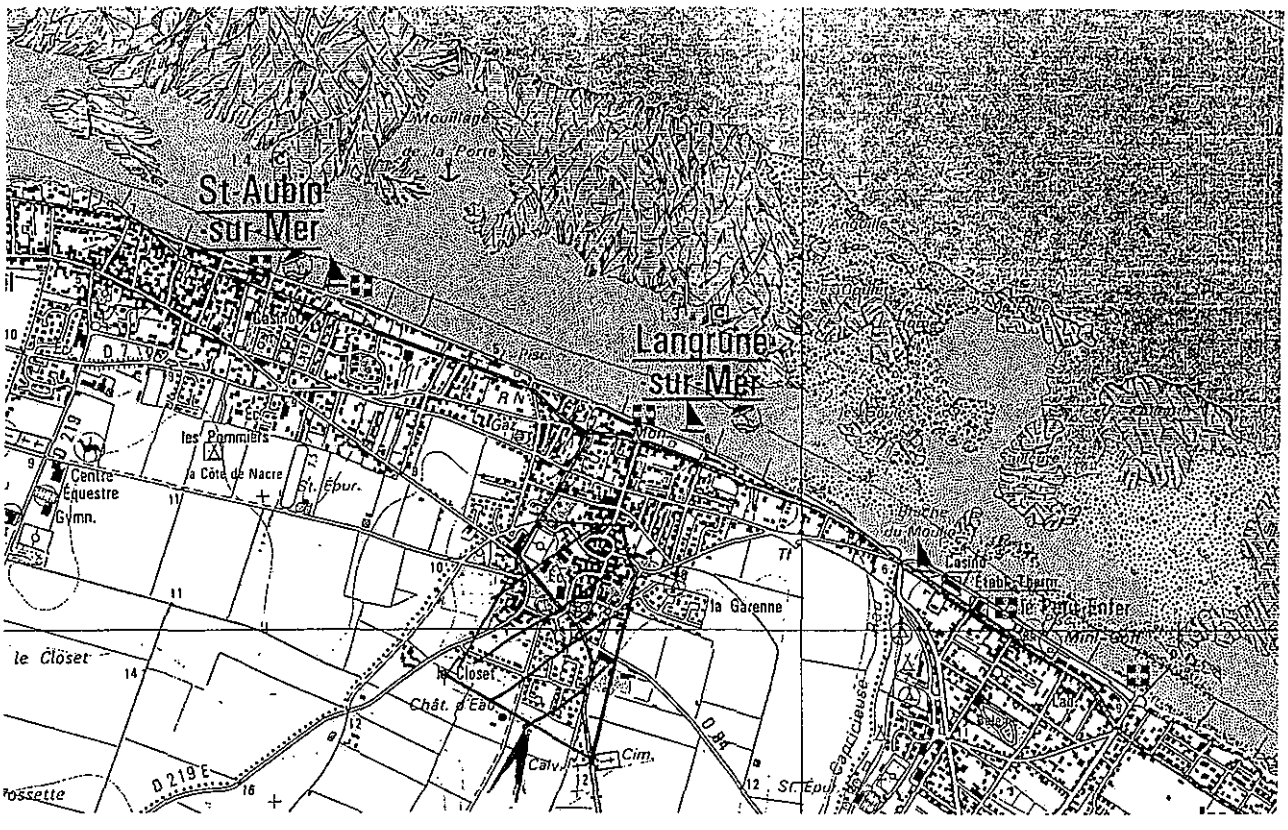


Fig. 88 -Langrune-sur-Mer (14) : situation de la partie concernée par le débordement de nappe sur la carte topographique à 1/25 000 (Caen 1512 Est, ©IGN).

Le bourg se situe sur la bande littorale et s'appuie sur les bas de versants du glacis en pente douce de la campagne de Caen. Le pendage général des assises bathoniennes est ESE à échelle régionale.

D'après la carte hydrogéologique du Calvados (1991, Ed. BRGM), la surface libre de l'aquifère du Bathonien (niveau moyen interprété des données disponibles lors de cette publication) se situe en période de moyennes eaux approximativement à moins de 10 m NGF, soit à une profondeur estimée de quelques mètres environ sous la surface du sol du site examiné.

3.52.2. Faits examinés

Le constat BRGM a été effectué le 31 mai 2001, le débordement de nappe étant de moindre ampleur qu'à son paroxysme. Le débordement a débuté vers la mi-novembre 2000 pour ses premiers effets (apparition d'eau dans les sous-sols), a connu son maximum vers fin décembre début janvier 2001 et était encore actif lors de la visite BRGM. Ce sont environ 60-70 parcelles construites qui ont été touchées (jardins imbibés d'eau, ruissellement externes), avec environ 50 sous-sols de maisons récentes (environ 40 post 1960 en lotissement et une dizaine un peu plus anciennes) qui ont subi des inondations par débordement phréatique et au moins trois rez-de-chaussée de maisons anciennes (leur seuil est traditionnellement à 15-20 cm sous le niveau du sol naturel) qui ont connu des arrivées d'eau à travers les pavages ou les fissures en pied de mur. On notera l'ennoiement de la fosse de l'atelier mécanique de la commune qui va être désaffectée (installations d'éclairage sous l'eau d'infiltration) et l'absence dans cette fosse de résidus d'hydrocarbures démontrant sa propreté d'usage. Les canalisations d'assainissement (pluvial comme eaux usées) ont été affectées : 1 tampon sur un regard (eaux usées) offrait en janvier 2001 un geyser d'eau d'environ 7 à 10 cm de hauteur démontrant les arrivées d'eaux phréatiques dans ces canalisations et leur mise en pression (par effets cumulés de pompages renvoyés vers ces canalisations et vraisemblablement dégradation de l'étanchéité de ces canalisations). Un local (affectation non précisée) a connu une « source débordante » pendant 3-4 mois environ. On notera aussi quelques champs inondés et diverses dégradations déjà sensibles sur les voiries (revêtement) dues au ruissellement induit par le débordement de nappe ou les pompages dans les sous-sols privés déversés sur domaine public. On peut supposer que des dégâts plus profonds sur les structures de chaussée peuvent être décelés dans le futur, bien que la nature du sous-sol (assises calcaires) et l'absence de fait déjà visible laissent supposer des dégâts sur fondation de chaussée d'ampleur relativement limitée. Enfin, il faut signaler l'effondrement d'au moins trois tronçons de mur ancien très correctement entretenus et réfectionnés récemment : la hauteur d'environ 5 m de ces murs (et leur poids au sol) associée aux arrivées du sol n'ont pas permis de maintenir la stabilité de ces ouvrages. De plus, on peut supposer que les fondations de ces murs, sur sous-sol naturel, en partie composées de limons, ont flué légèrement, l'ensemble de ces paramètres provoquant la chute de ces édifices.

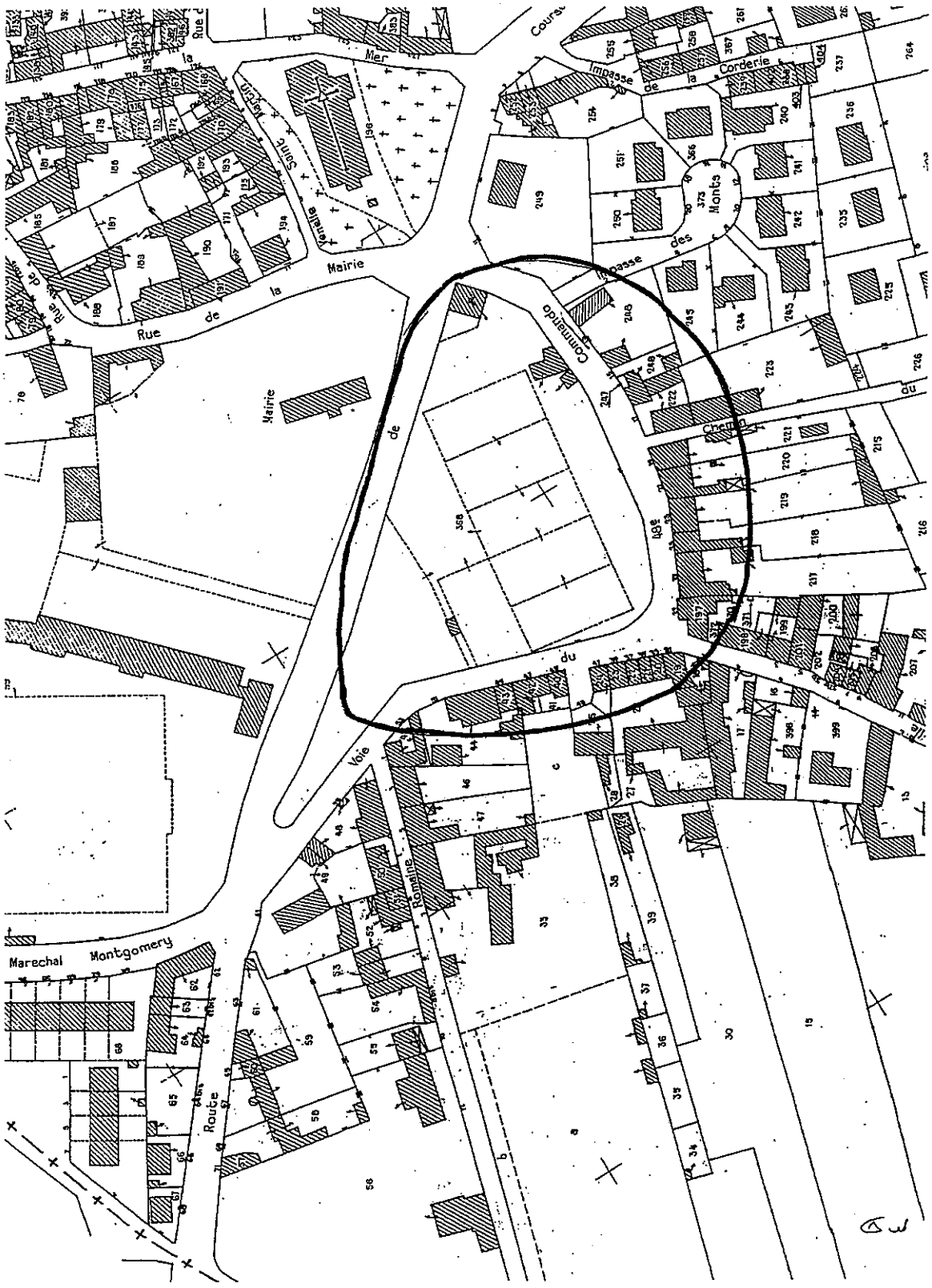


Fig. 89a - Langrune-sur-Mer (14) : extrait réduit du cadastre : situation des parcelles concernées par l'inondation.

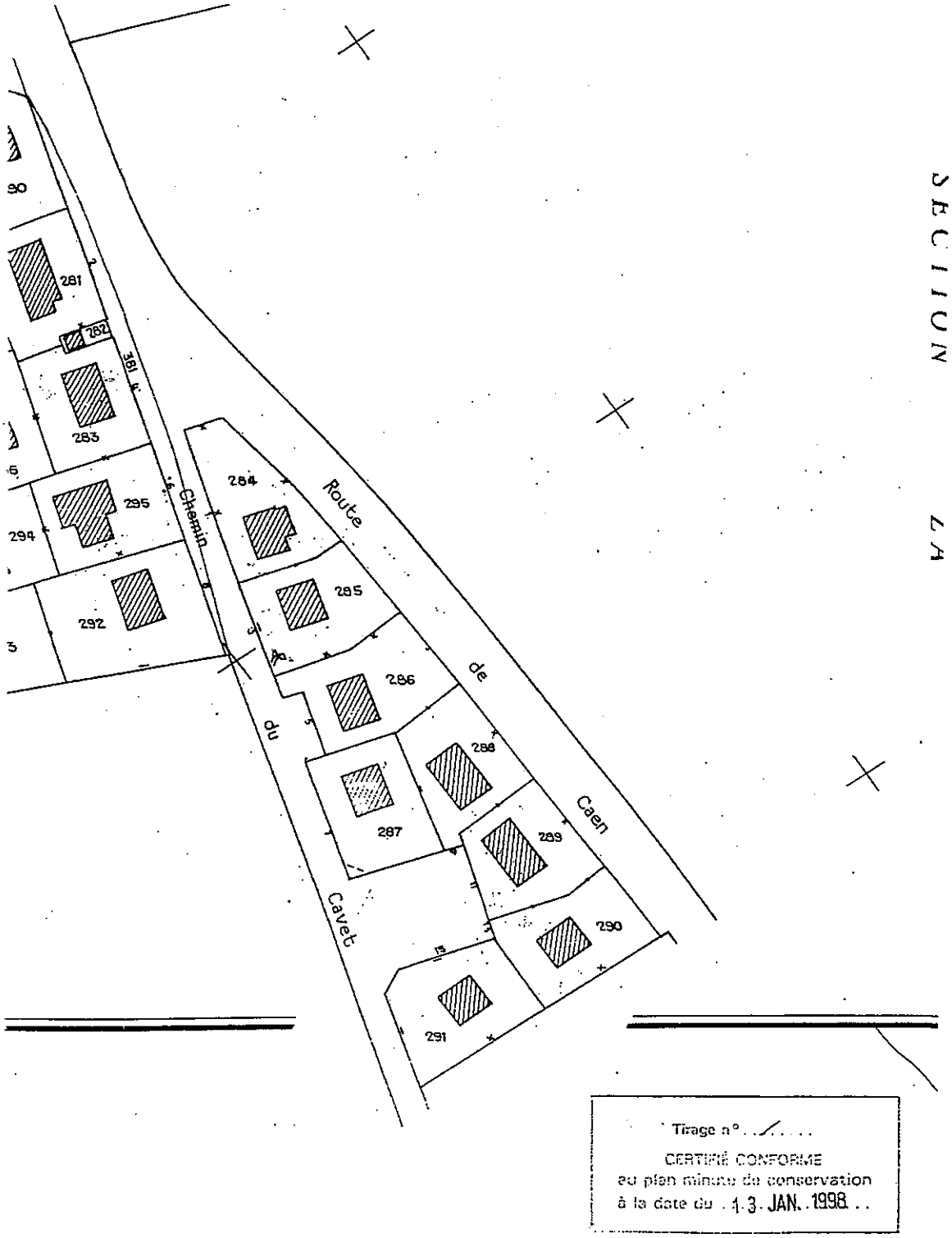


Fig. 89b - Langrune-sur-Mer (14) : extrait réduit du cadastre : situation des parcelles concernées par l'inondation.

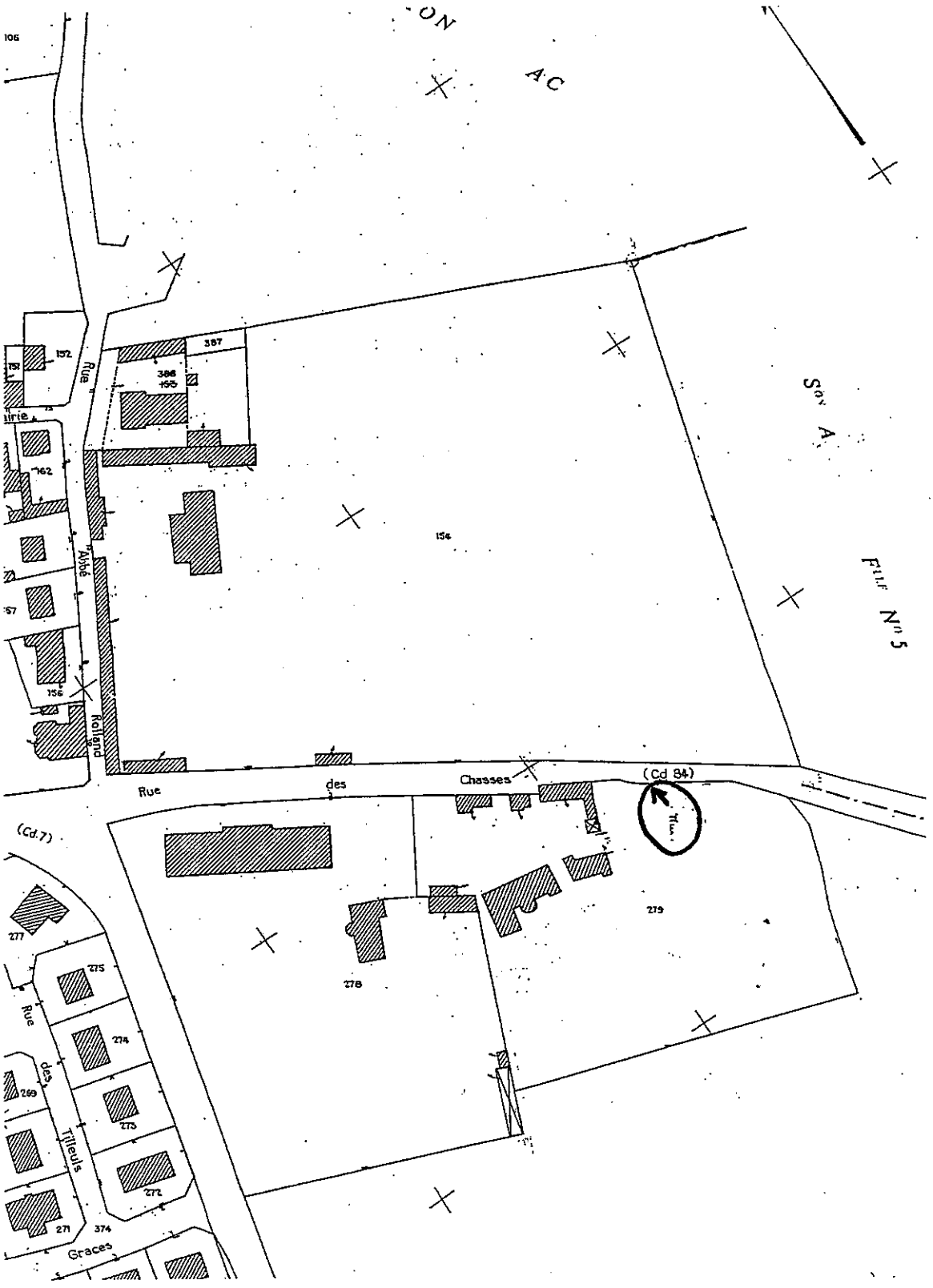


Fig. 89c - Langrune-sur-Mer (14) : extrait réduit du cadastre : situation des parcelles concernées par l'inondation.

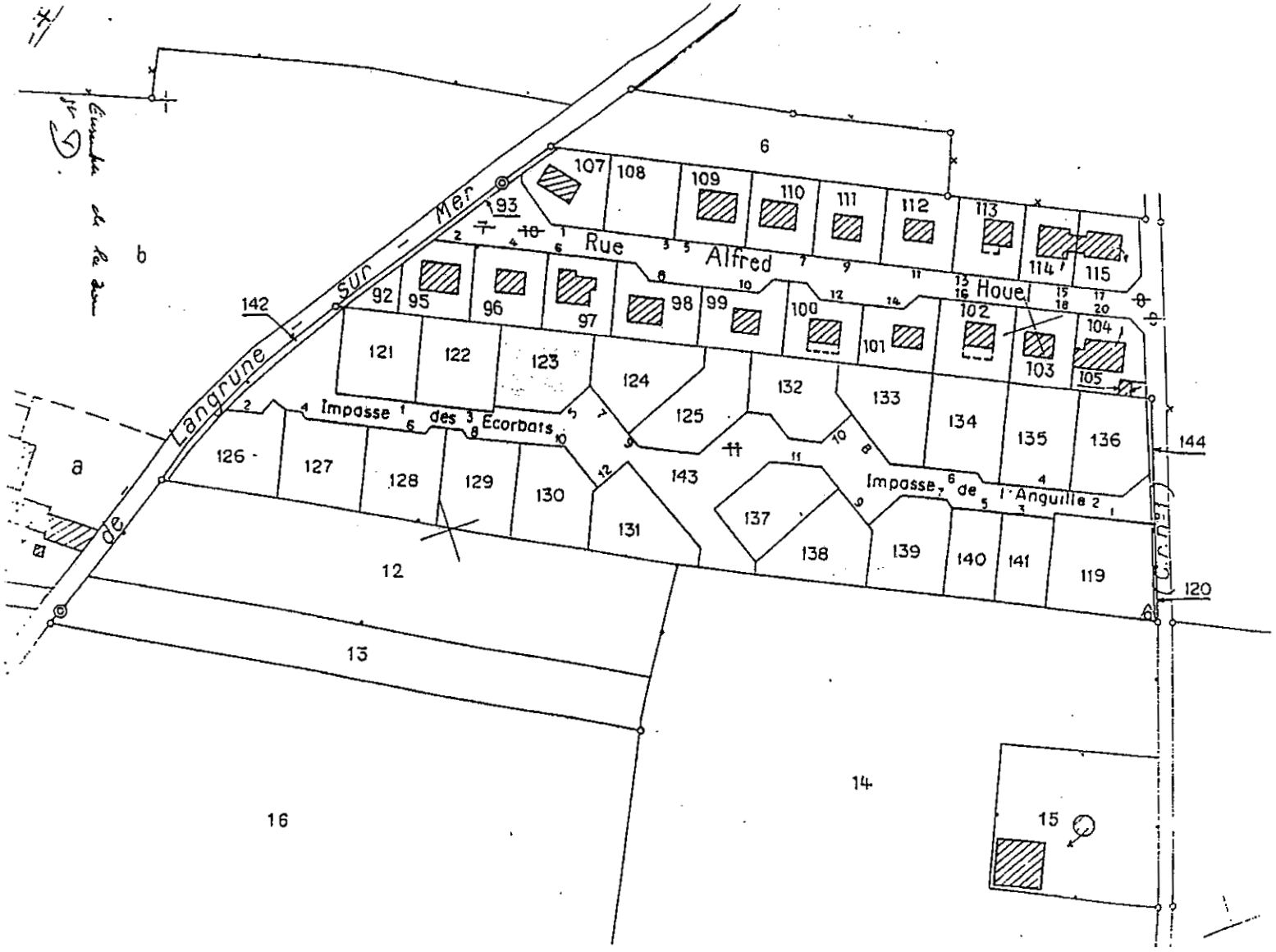


Fig. 89d - Langrune-sur-Mer (14) : extrait réduit du cadastre : situation des parcelles concernées par l'inondation.

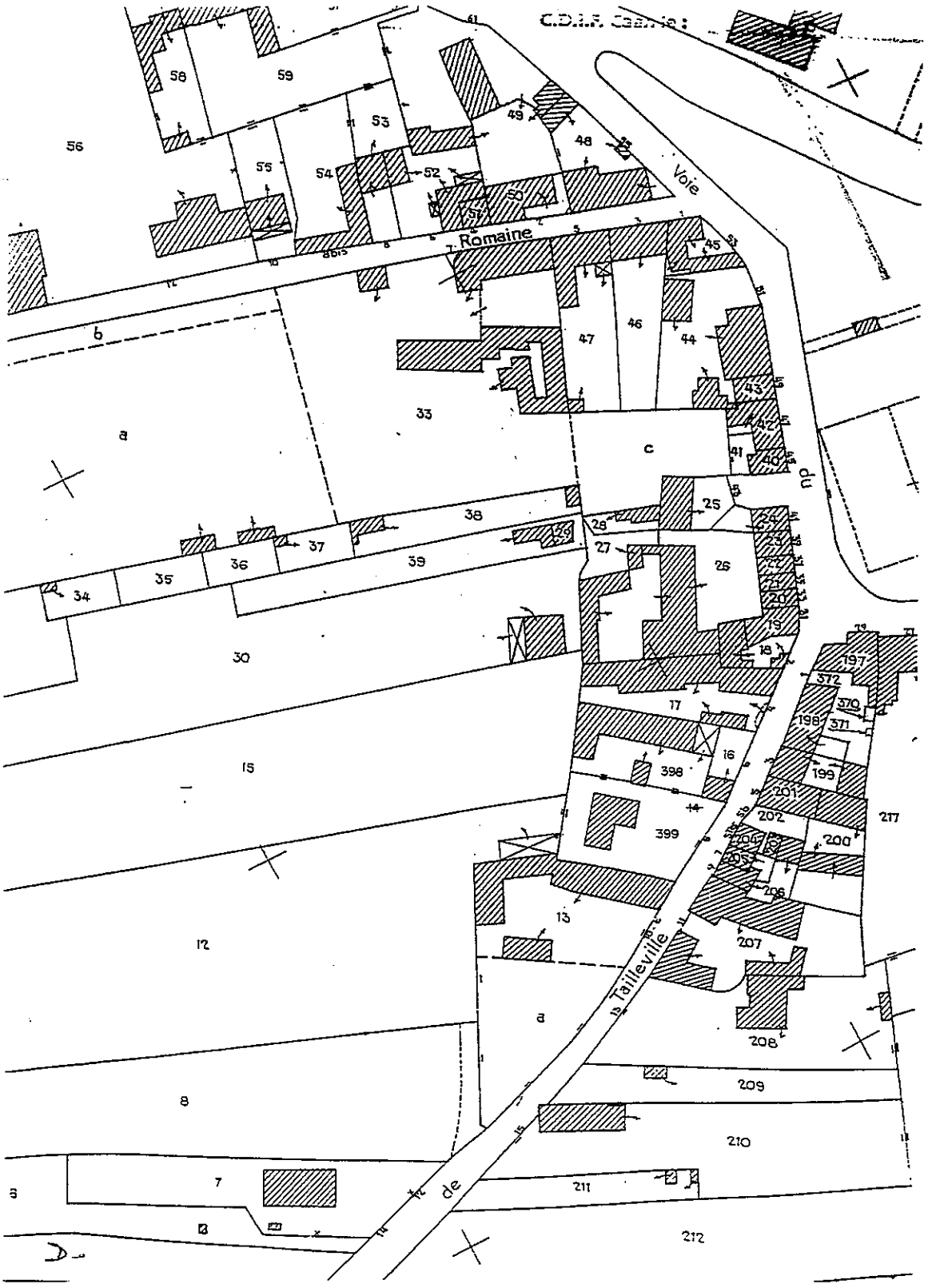


Fig. 89e - Langrune-sur-Mer (14) : extrait réduit du cadastre : situation des parcelles concernées par l'inondation.

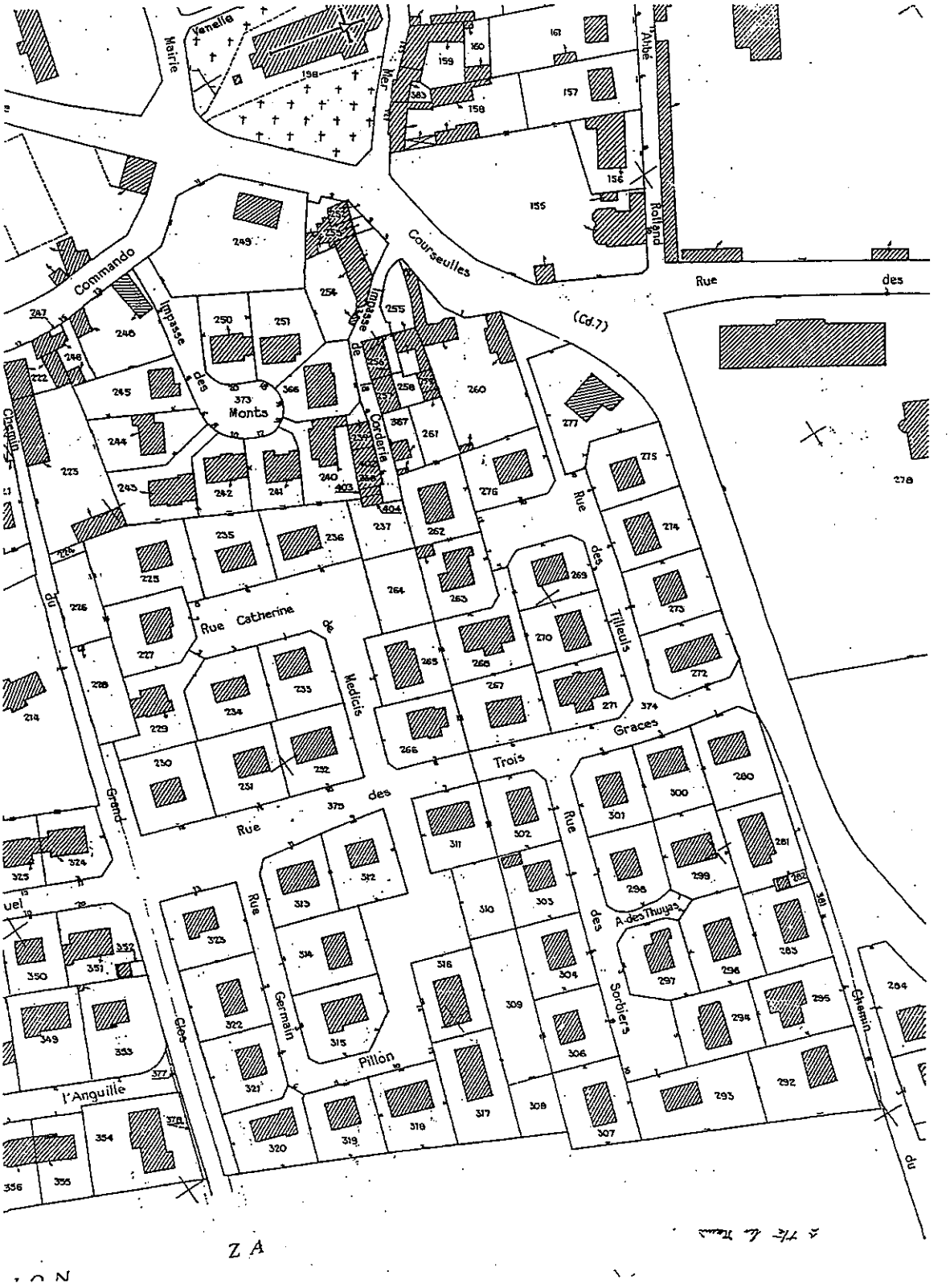


Fig. 89f - Langrune-sur-Mer (14) : extrait réduit du cadastre : situation des parcelles concernées par l'inondation.

3.53. COMMUNE DE LION-SUR-MER (14)

3.53.1. Cadre géographique

La commune de Lion-sur-Mer se situe au nord de Caen, à 5 km environ à l'ouest de Ouistreham-Riva-Bella (Sword Beach), le long de la route départementale RD 514 qui longe la côte (fig. 90). La commune est située sur un bas de versant provenant de la plaine de Caen, aux altitudes situées entre 15 et 10 m NGF. On notera que sur la carte topographique à 1/25000, les courbes de niveau montrent la présence de deux petits thalwegs secs ouverts vers le littoral et qui traversent l'agglomération : les phénomènes constatés proviennent de deux zones situées sur les versants des abords de ces petits thalwegs (fig. 90 ; Zone 1 : centroïde en x = 406,125 ; y = 1181,500 ; Lambert Zone 1 ; z = 12 +/- 5 m NGF ; Zone 2 : : centroïde en x = 407,000 ; y = 1181,1425 ; Lambert Zone 1 ; z = 10 +/- 5 m NGF).

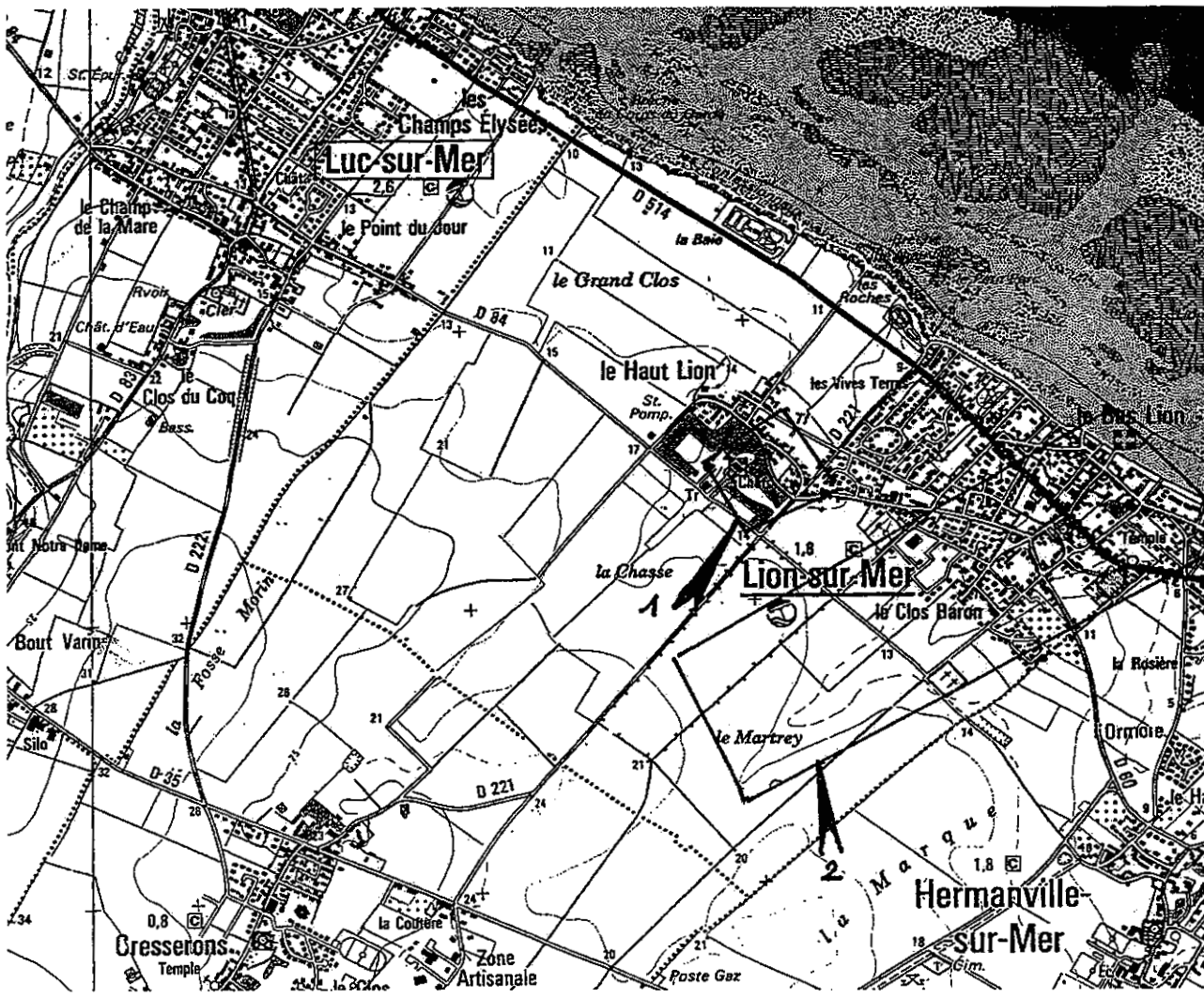


Fig. 90 - Lion-sur-Mer (14) : situation de la partie concernée par le débordement de nappe sur la carte topographique à 1/25 000 (Caen 1512E, ©IGN).

D'un point de vue géologique, d'après la carte à 1/50 000 de Caen (n° 120, 1986, Ed. BRGM) les assises géologiques concernées sont constituées, sous les limons des plateaux, des faciès marneux du Bathonien terminal - Callovien basal (Cornbrash), qui surmontent en placages peu épais (quelques mètres) les Calcaires de Langrune d'âge Bathonien (J2g) ou éventuellement les calcaires de Ranville (J2e), calcaires de faciès analogue (bioclastiques ou calcarénites) fréquemment karstiques et aquifères.

D'après la carte hydrogéologique du Calvados (1991, Ed. BRGM), le site se situe dans le système aquifère discontinu du Bathonien de la campagne de Caen. La surface libre de l'aquifère se situe, en période de moyennes eaux (niveau moyen interprété des données disponibles lors de cette publication), approximativement entre 0 et 10 m NGF suivant les endroits de la commune, soit à environ une dizaine de mètres sous le sol dans les parties où les altitudes sont les plus élevées.

3.53.2. Faits examinés

Le constat BRGM a été effectué le 14 juin 2001, le débordement de nappe étant encore actif (pompes actives dans quelques sous-sols après avoir commencé fin décembre 2000- début janvier 2001 et avoir connu une légère accalmie (début de baisse limité des niveaux d'eau) à l'occasion d'une accalmie de pluviosité (début avril ?). Deux zones ont été touchées et représentent globalement au moins un rez-de-chaussée d'une maison ancienne (mais sans seuil surbaissé comme traditionnellement dans la région) avec un puits proche dans la parcelle de cette maison montrant un niveau d'eau au ras du sol, quatre sous-sols inondés dans des maisons récentes (lotissement post 1950). En outre, le fait des pompages comme des évidences de saturation en eau des terrains provoquant des ruissellements consécutifs sont des facteurs qui ont vraisemblablement affecté les canalisations d'assainissement, des effets ponctuels futurs (perte d'étanchéité par exemple) sont possibles sur ces réseaux. Il n'a pas été signalé de dégâts sur voirie mais quelques murs traditionnels anciens en moellons de pierre de Caen ont connu quelques effondrements ponctuels que l'on peut attribuer à la conjonction de la pluviométrie régionale soutenue et à des effets de saturation en eau des fondations n'ayant alors plus de capacités portantes. On notera toutefois que si certains murs partiellement effondrés ont fait l'objet d'un entretien réel (joints, réfections, d'autres semblent avoir été plus négligés). Une parcelle agricole, barrée par la voie située en bordure sud du lotissement « Baron » a subi une inondation mixte (ruissellement de surface normal et effets de débordement de nappe) mais la voirie a constitué un barrage qui a certainement évité des dommages plus conséquents à certaines habitations cet hiver lors de plus fortes pluies.

Enfin, historiquement, un phénomène analogue avait été enregistré en 1995, suite aux trois mois de fortes pluies de l'hiver de l'époque, mais n'a pas atteint l'intensité du phénomène de cette année.

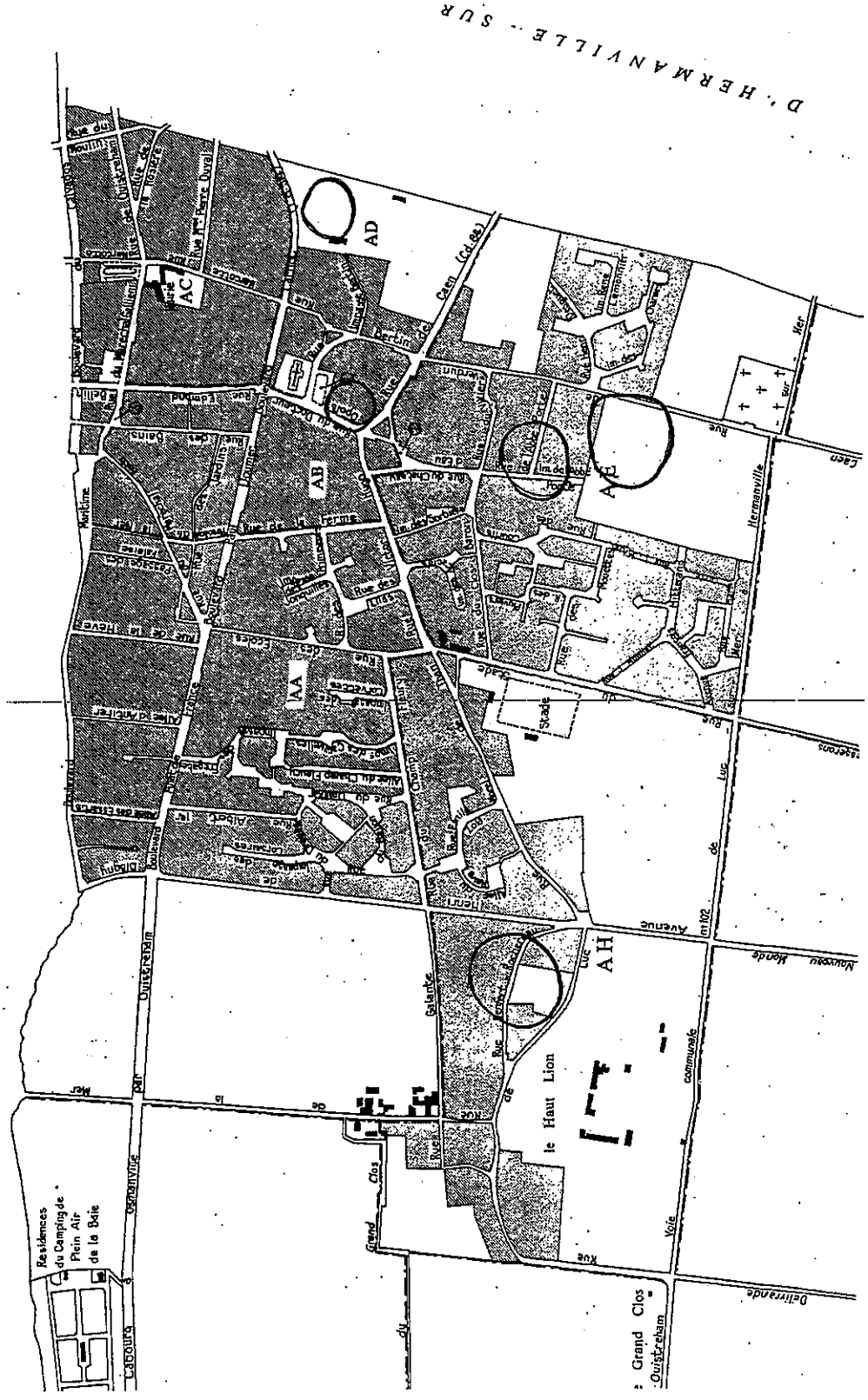


Fig. 91 - Lion-sur-Mer (14) : extrait réduit du cadastre : situation des parcelles concernées par l'inondation.

Il est clair que la commune a connu un débordement de l'aquifère du Bathonien, vraisemblablement jusqu'à atteindre le niveau du contact avec les marnes plus imperméables qui existent en placage sur les plateaux. Outre la saturation en eau des terrains et les inondations de sous-sols que cela a provoqué, le ruissellement induit par ces débordements de nappe a utilisé les thalwegs fortement modifiés par les activités humaines depuis la fin 1950. L'utilisation naturelle de ces axes d'écoulement peut avoir généré des problèmes connexes ou pourrait en créer ultérieurement si ces paramètres topographiques sont trop oubliés.

3.54. COMMUNE DE HERMANVILLE-SUR-MER (14)

3.54.1. Cadre géographique

La commune de Hermanville-sur-Mer se situe au nord de Caen (12 km), à 4 km environ à l'ouest de Ouistreham-Riva-Bella (Sword Beach), le long de la route départementale RD 514 qui longe la côte (fig. 92). La commune est située sur un bas de versant provenant de la plaine de Caen, aux altitudes situées entre 15 et 10 m NGF. (fig. 92 ; centroïde en x = 407,400 ; y = 1179,750 ; Lambert Zone 1 ; z = 6 à 12 +/- 5 m NGF).

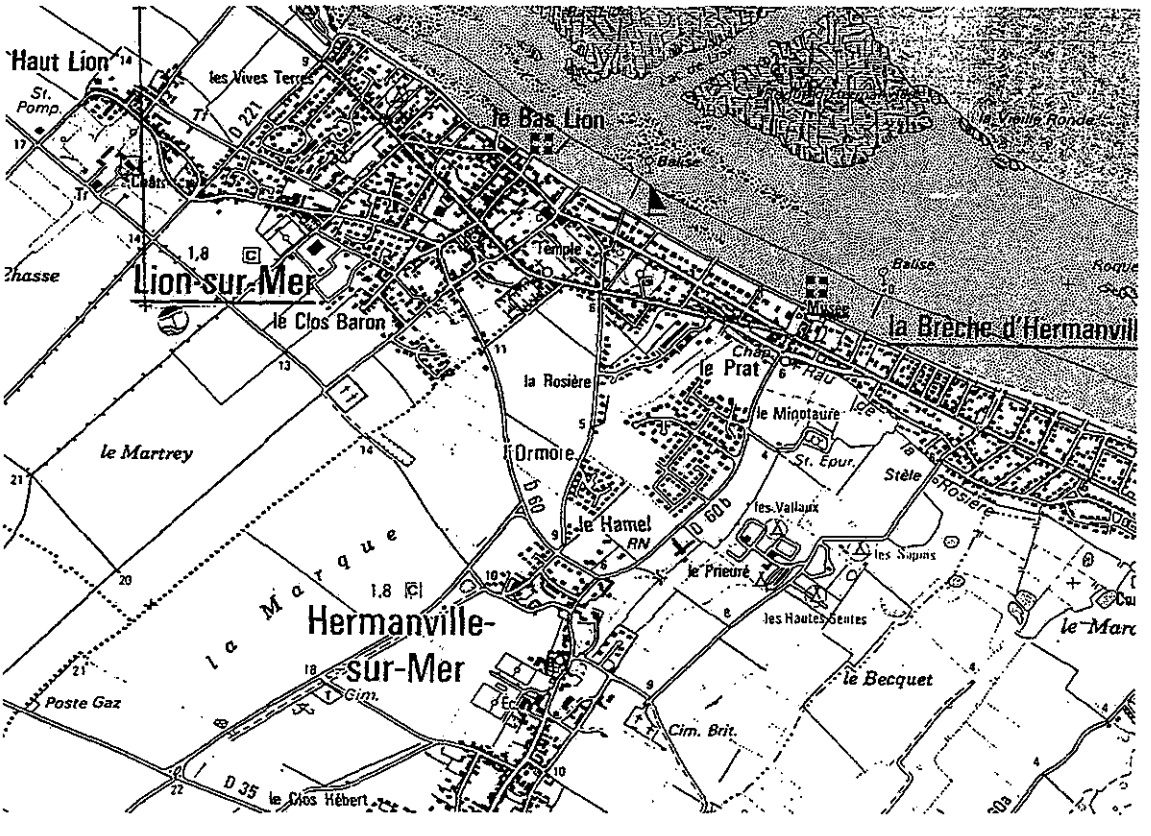


Fig. 92 - Hermanville-sur-Mer (14) : situation de la partie concernée par le débordement de nappe sur la carte topographique à 1/25 000 (Caen 1512E, ©IGN).

D'un point de vue géologique, d'après la carte à 1/50 000 de Caen (n° 120, 1986, Ed. BRGM) les assises géologiques concernées sont constituées, sous les limons des plateaux, des faciès marneux du Bathonien terminal – Callovien basal (Cornbrash), qui surmontent en placages peu épais (quelques mètres) les Calcaires de Langrune d'âge Bathonien (J2g) ou éventuellement les calcaires de Ranville (J2e), calcaires de faciès analogue (bioclastiques ou calcarénites) fréquemment karstiques et aquifères.

La bordure littorale est constituée par un cordon dunaire récent (D), avec en arrière-dune des dépôts sablo-argileux de remblaiement marin flandrien (Mz). Ces dépôts de comblement recouvrent généralement des dépôts tourbeux.

D'après la carte hydrogéologique du Calvados (1991, Ed. BRGM), le site se situe dans le système aquifère discontinu du Bathonien de la campagne de Caen. La surface libre de l'aquifère se situe, en période de moyennes eaux (niveau moyen interprété des données disponibles lors de cette publication), approximativement entre 0 et 10 m NGF suivant les endroits de la commune, soit à environ une dizaine de mètres sous le sol dans les parties où les altitudes sont les plus élevées.

3.54.2. Faits examinés

Le constat BRGM a été effectué le 25 avril 2001.

Cinq secteurs touchés par les inondations :

- rue de la Délivrance ;
- impasse du Bec ;
- chemin des Romains ;
- chemin Duhamel ;
- rue d'Angerville.

Une quinzaine de pavillons ont été touchés. Cela s'est traduit par des sous-sols inondés et des vides sanitaires avec de l'eau. Les habitants ont été obligés de faire fonctionner des pompes sur une longue période, ce qui entraîne des coûts d'électricité importants.

Il faut noter toutefois que les sous-sols étaient déconseillés lors de l'attribution des permis de construire dans les secteurs inondés.

Malgré plusieurs relances de demandes tant à l'écrit (télécopie si possible sinon courrier) qu'à l'oral (essai de contact par voie téléphonique), il n'a pas été possible d'obtenir de la commune le report des zones inondées sur un plan à l'échelle de la commune.

3.55. COMMUNE D'OUISTREHAM (14)

3.55.1. Cadre géographique

La commune d'Ouistreham se situe au nord de Caen (12 km), à l'embouchure de l'Orne, le long de la route départementale RD 514 qui longe la côte (fig. 93). La commune est située sur un bas de versant provenant de la plaine de Caen, aux altitudes situées entre 15 et 10 m NGF (fig. 93 ; centroïde en x = 411,075 ; y = 1179,785 ; Lambert Zone 1 ; z = 5 +/- 5 m NGF).

D'un point de vue géologique, d'après la carte à 1/50 000 de Caen (n° 120, 1986, Ed. BRGM) les assises géologiques concernées par les débordements sont constituées par le cordon sableux dunaire.

Sous le cordon dunaire, des dépôts marins ou fluvio-marins anciens résiduels (My), argilo-sableux voire avec des niveaux de vases et tourbes sont probables avant d'atteindre les calcaires de Langrune. En arrière-dune, affleurent des dépôts sablo-argileux de remblaiement marin flandrien(Mz). Ces dépôts de comblement recouvrent généralement des dépôts tourbeux.

Sur les parties hautes, les niveaux bathoniens, sont essentiellement des calcaires de la formation de Langrune-sur-Mer, mais aussi à l'ouest des faciès marneux du Bathonien terminal - Callovien basal (Cornbrash). Ils sont peu affleurants directement, généralement recouverts par les limons de plateaux, mais aussi par des terrasses alluviales anciennes de l'Orne d'âge varié, saalienne (Fx) à 7 m au-dessus de la vallée et elstérienne (Fw) 22 m au-dessus de la vallée, de dépôts marins anciens (My) et enfin des colluvions de pente en rive gauche de l'Orne.

D'après la carte hydrogéologique du Calvados (1991, Ed. BRGM), le site se situe dans le système aquifère discontinu du Bathonien de la campagne de Caen. La surface libre de l'aquifère se situe, en période de moyennes eaux (niveau moyen interprété des données disponibles lors de cette publication), approximativement entre 0 et 10 m NGF suivant les endroits de la commune, soit à environ une dizaine de mètres sous le sol dans les parties où les altitudes sont les plus élevées.

3.55.2. Faits examinés

Le constat BRGM a été effectué le 25 avril 2001.

Les remontées de nappe sont localisées au front de mer. Cinq personnes inondées se sont signalées à la Mairie (av. G. Clemenceau, av. Andry, rue Boivin-Champeau, rue Elie de Beaumont). Il n'y a pas eu d'eau dans les maisons, par contre les caves (pertinence ?) ont été inondées. Les bâtiments de la commune n'ont pas souffert des inondations. Cette inondation a duré trois semaines.

Le secteur de Ouistreham, où la nappe est peu profonde, est très sensible aux remontées de nappe comme le laissent présumer le nom des rues : « rue des eaux », « rue des sources ».

Des aménagements ont été faits depuis 1995 le long du canal qui permettent de mieux protéger la commune des inondations.

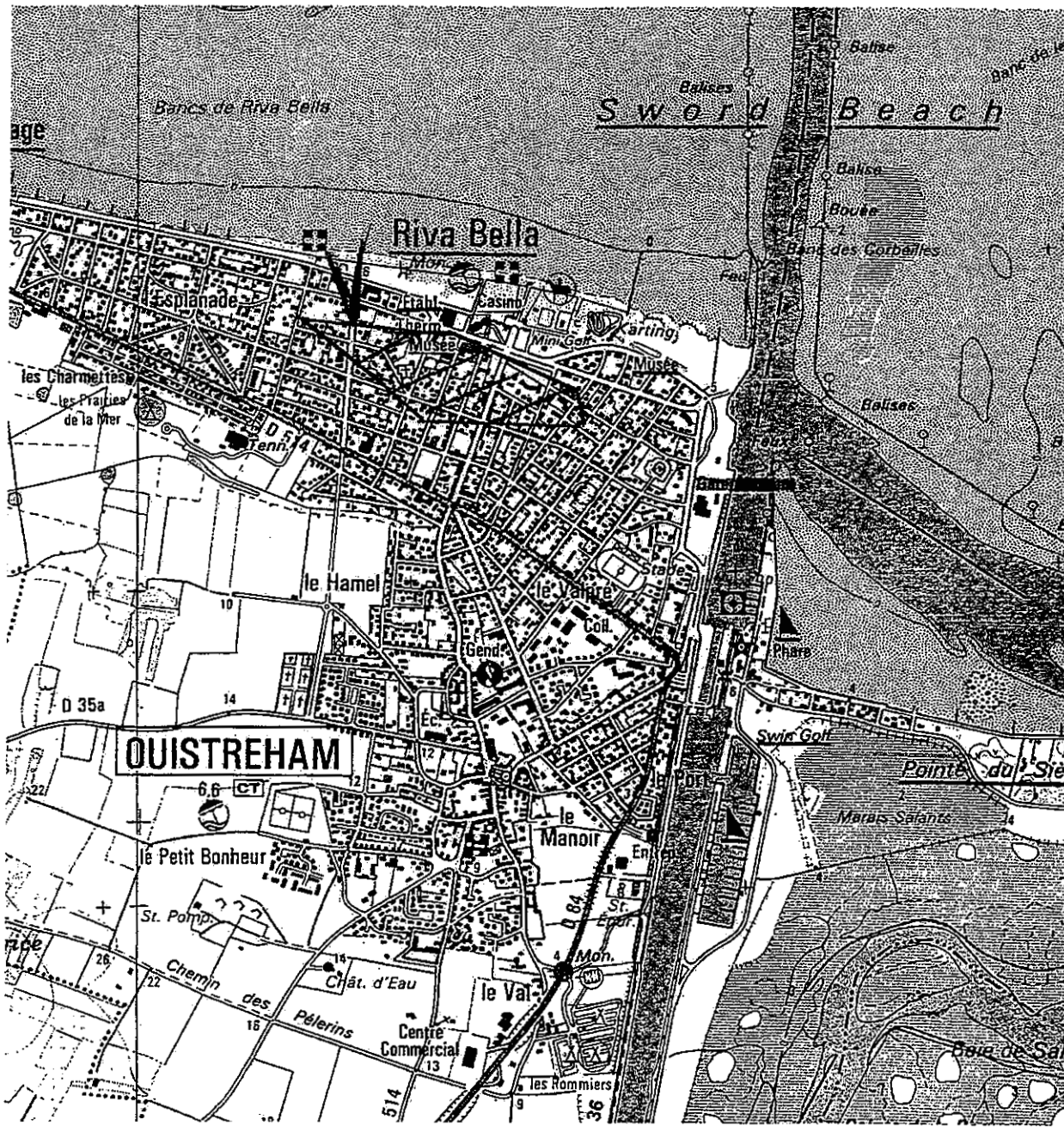


Fig. 93 - Ouistreham (14) : situation de la partie concernée par le débordement de nappe sur la carte topographique à 1/25 000 (Caen 1512E, ©IGN).

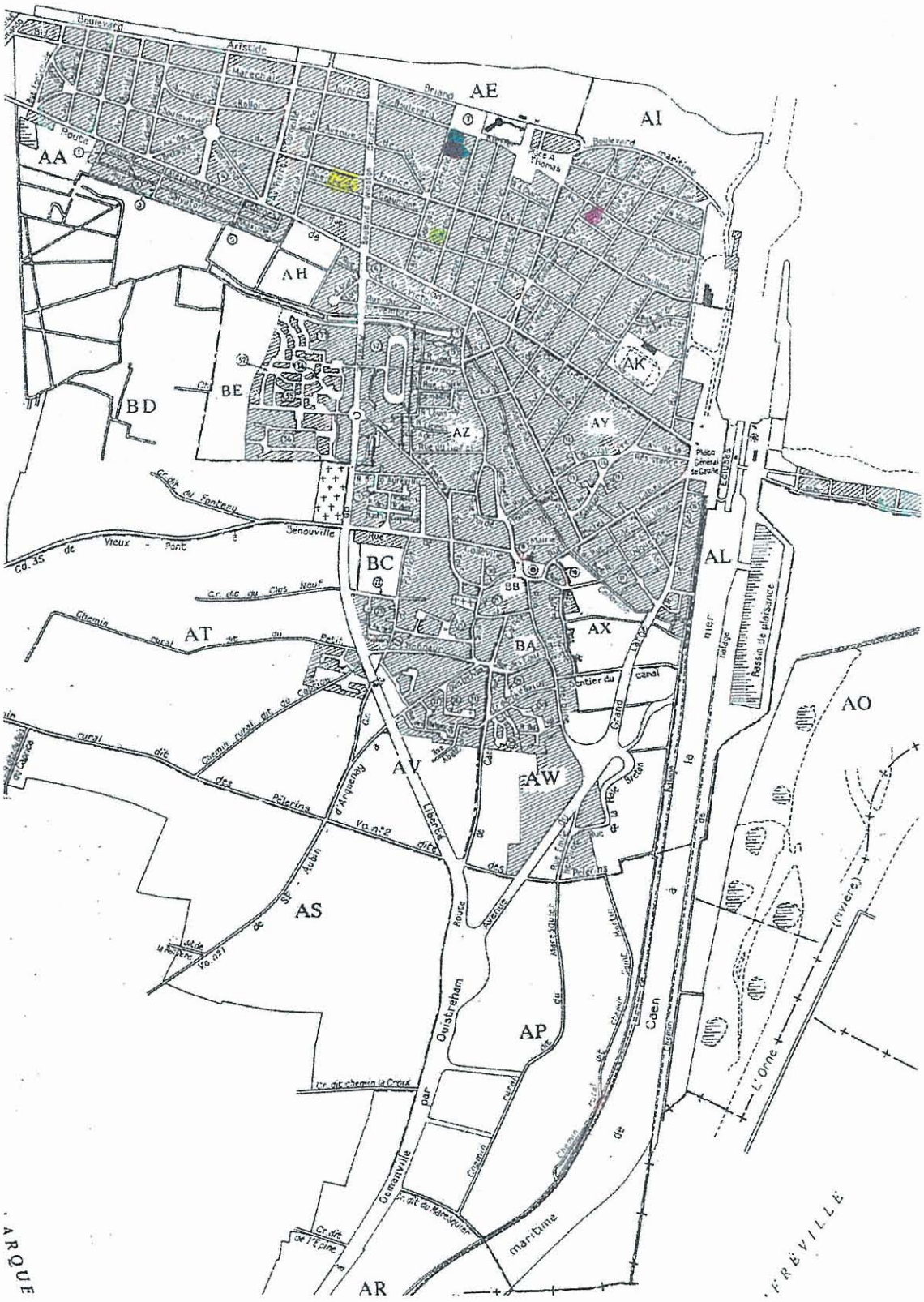


Fig. 94a - Ouistreham (14) : extrait réduit du cadastre : situation des parcelles concernées par l'inondation.

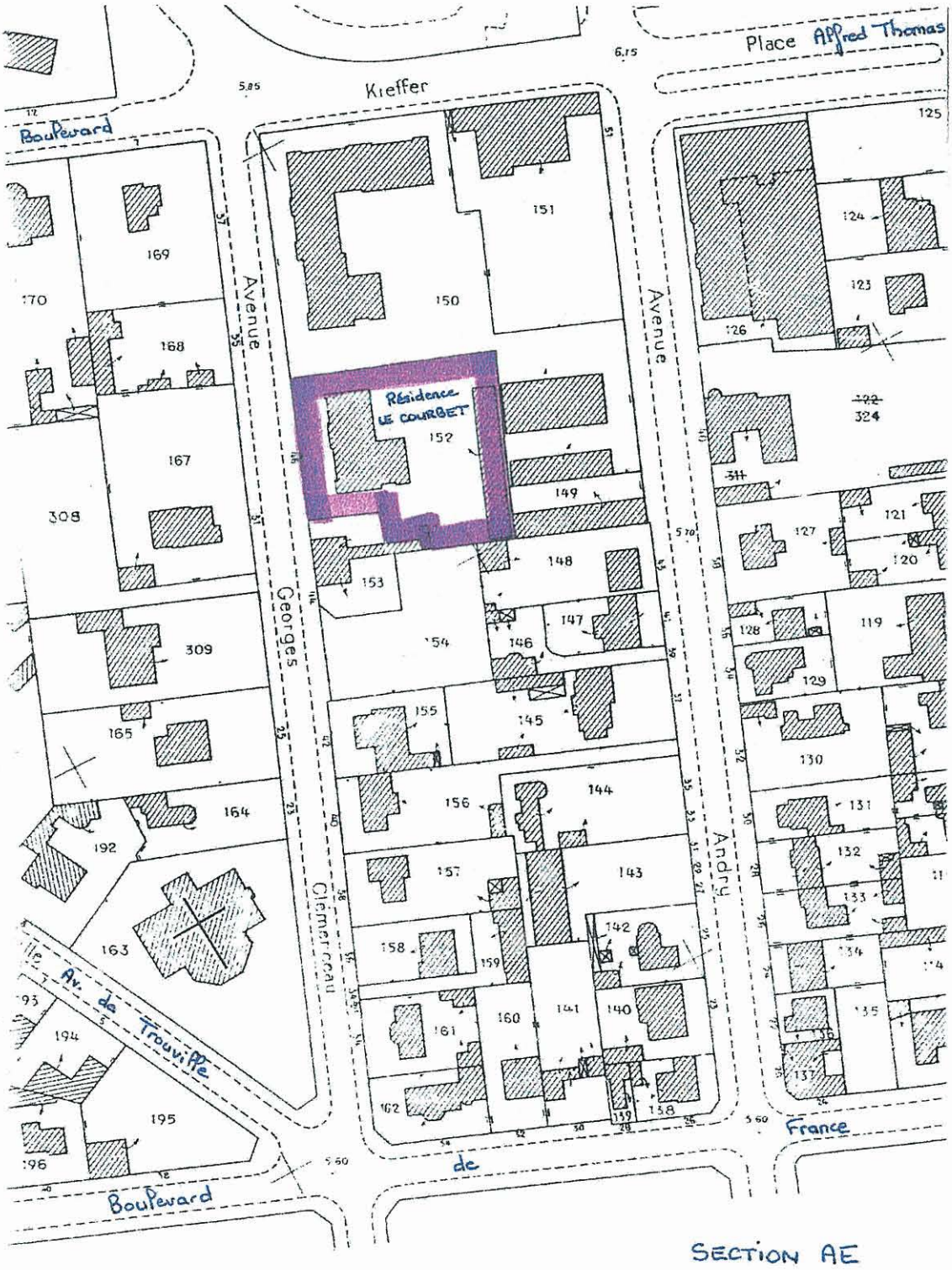


Fig. 94b - Ouistreham (14) : extrait réduit du cadastre : situation des parcelles concernées par l'inondation.

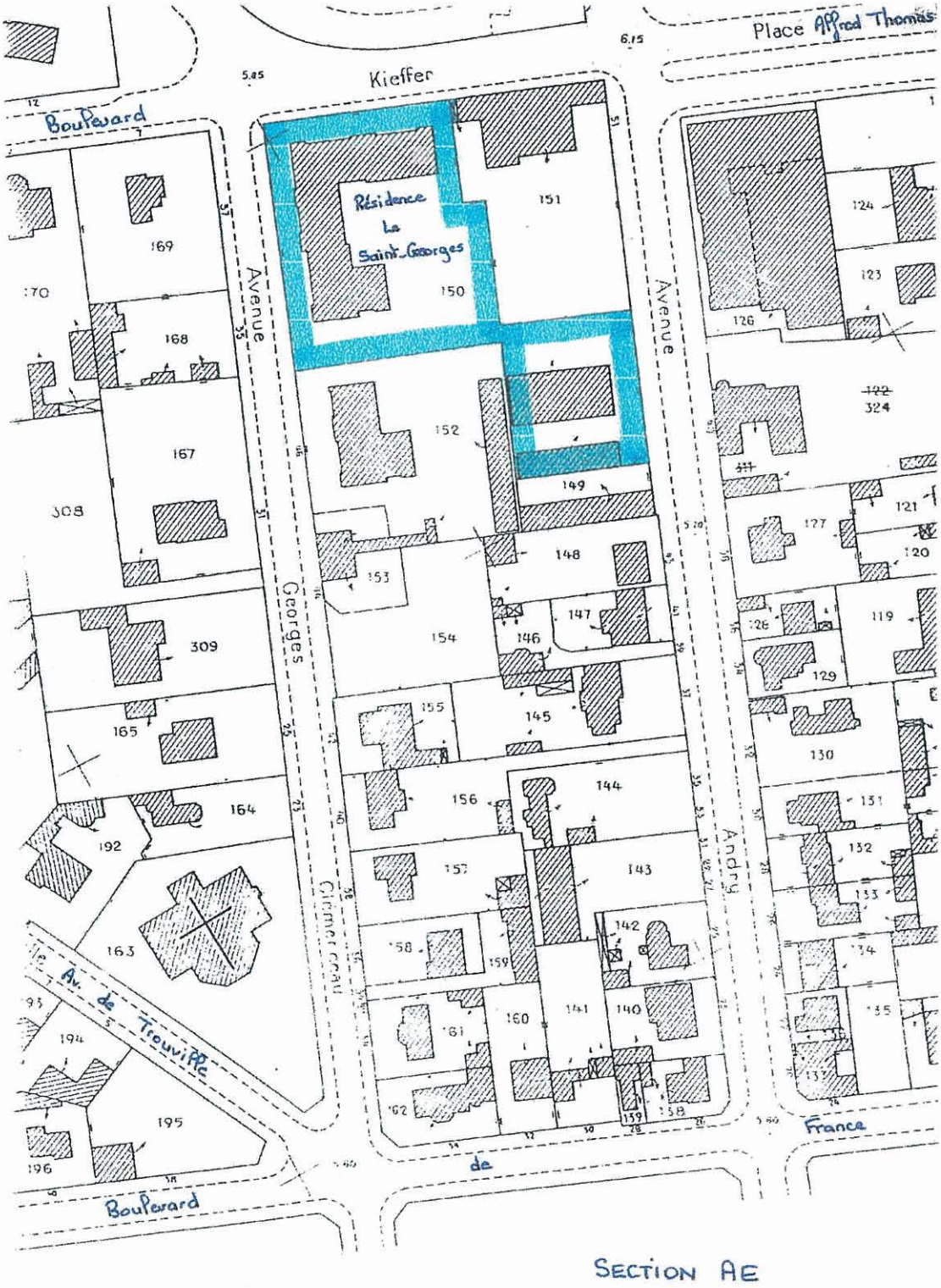


Fig. 94c - Ouistreham (14) : extrait réduit du cadastre : situation des parcelles concernées par l'inondation.

Fig. 94d - Ouistreham (14) : extrait réduit du cadastre : situation des parcelles concernées par l'inondation.

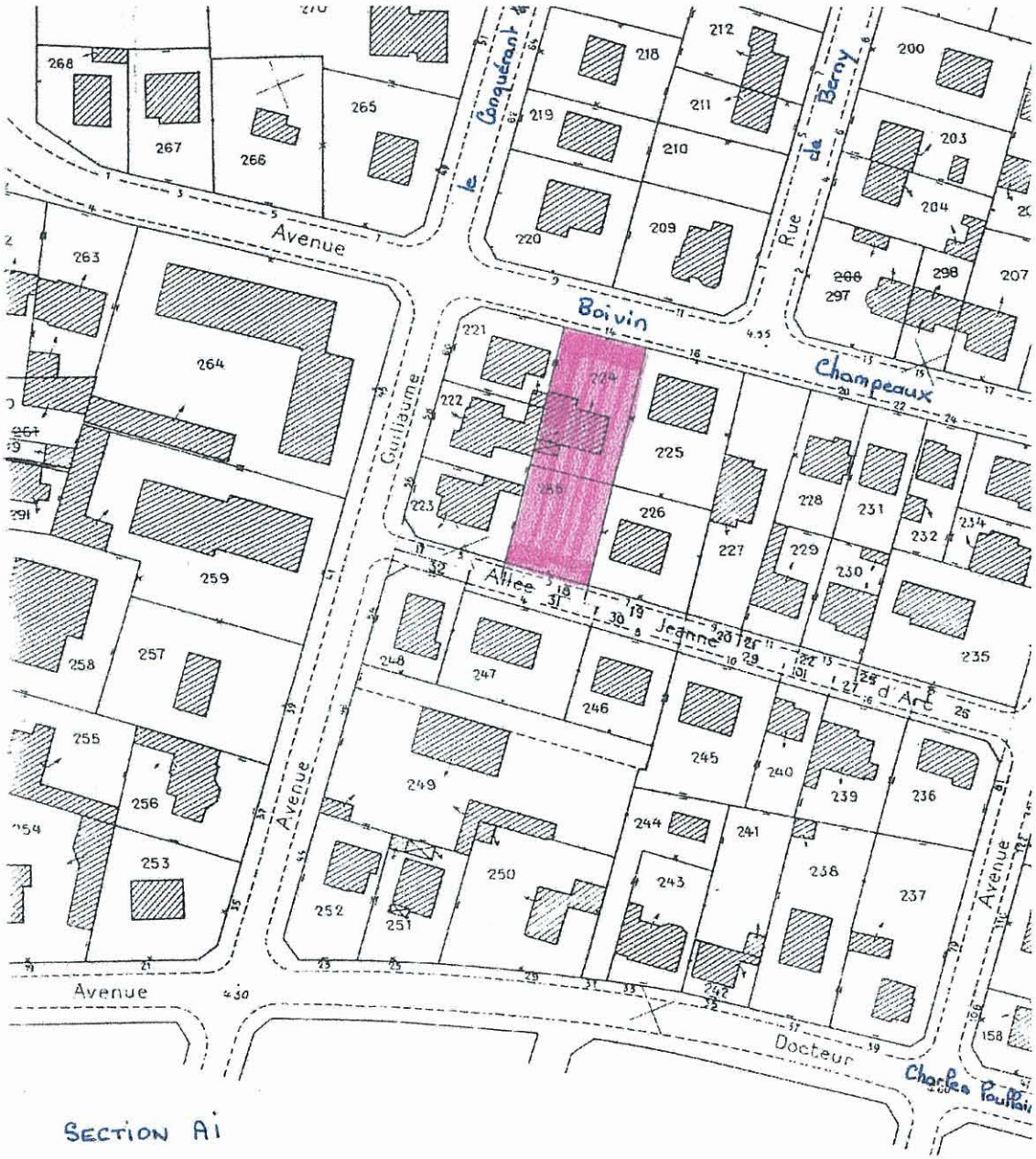


Fig. 94e - Ouistreham (14) : extrait réduit du cadastre : situation des parcelles concernées par l'inondation.

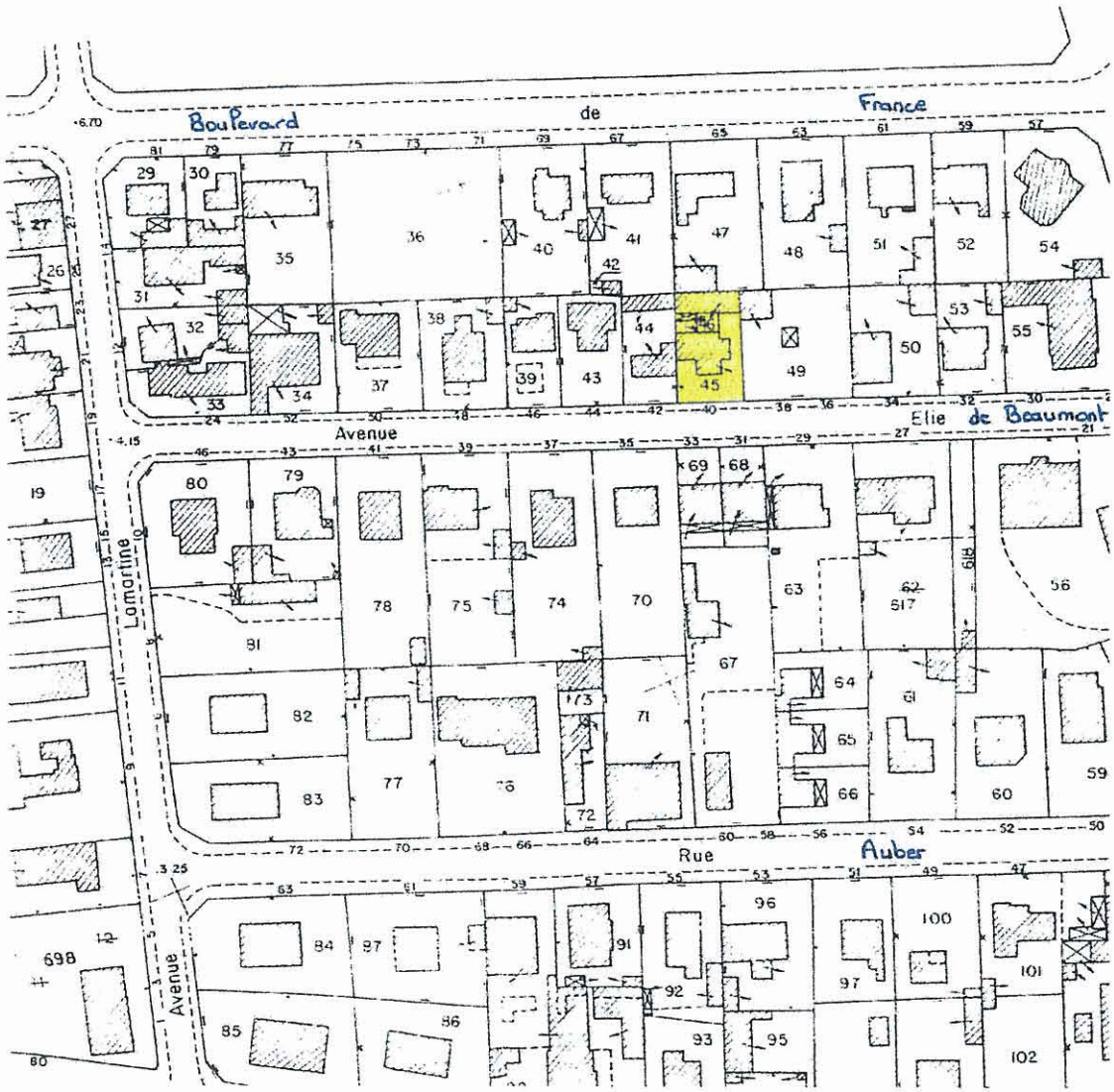


Fig. 94f - Ouistreham (14) : extrait réduit du cadastre : situation des parcelles concernées par l'inondation.

3.56. COMMUNE DE DANESTAL

3.56.1. Cadre géographique

La commune de Danestal est située dans le pays d'Auge à hauteur du passage de l'autoroute A13 à 27 km à l'est de la capitale basse-normande, Caen. Les débordements ruissellent sur l'axe d'un éperon crayeux depuis une résurgence sur le plateau au lieu-dit « La Roussecrotte » à l'est de la commune (fig. 95; point d'émergence ; x = 434,100 ; y = 1173,250 ; Lambert Zone 1 ; z = 145 +/- 5 m NGF).

D'un point de vue géologique, d'après la carte de Lisieux à 1/50 000 (n° 121, 1970, Ed. BRGM) et les données BSS (Banque de données du sous-sol gérée par le BRGM et accessible au public), le sous-sol sous la terre végétale est constitué par une couche peu épaisse de limons des plateaux (de 1 à 2 m), puis par une couverture d'Argile à Silex issue de l'altération de la craie par décalcification, épaisse de 5 à 10 m, avant d'atteindre la craie du Cénomanien (C2), craie franche, puis craie sableuse et enfin glauconieuse.

D'après la carte hydrogéologique du Calvados (1991, Ed. BRGM), la surface libre de l'aquifère du Bathonien est située en période de moyennes eaux à la profondeur de 115-120 m NGF (niveau moyen interprété des données disponibles lors de cette publication) à hauteur d'un petit dôme piézométrique local, soit à une profondeur estimée de 25 m environ sous la surface du sol du site examiné.

3.56.2. Faits examinés

La visite a été effectuée le 16 juin 2001.

Une résurgence, jamais encore observée, est apparue sur un éperon rocheux non loin d'un sommet de butte et s'est mise à couler entre février et fin mai 2001 avec de grosses variations de débits à l'émergence. L'eau s'est mise à ruisseler le long de la route communale n°3 sur 2,5 km environ.

Un garage et une écurie ont été inondés.

La plupart des vallons qui entaillent le plateau sont parcourus par des cours d'eaux pérennes ou temporaires (actifs en période de Hautes Eaux).

Ainsi, le ruisseau pérenne dans le fond de vallon au pied sud de l'éperon crayeux (vallée de Danestal ou encore Val aux loups ou vallée Roussel) avait un débit qui avait au moins doublé.

Les sources AEP captées dans la même vallée pour alimenter Dives-sur-Mer ont enregistré une turbidité très importante.

Une bétoire située en amont de la résurgence s'est révélé très active.

Il n'est pas à exclure que la résurgence soit connectée à ladite bétoire et est constituée un point d'émergence inhabituelle de la bétoire, qui s'écoule normalement dans le plateau crayeux et resurgit en fond de vallée. La saturation complète du réseau karstique reliée à la bétoire, aurait amené à une telle émergence en trop plein sur le plateau.

Au nord est de la commune, le chemin rural n°3 a été aussi inondé dans un fond de vallon au lieu-dit « le Cour Vauquelin ».

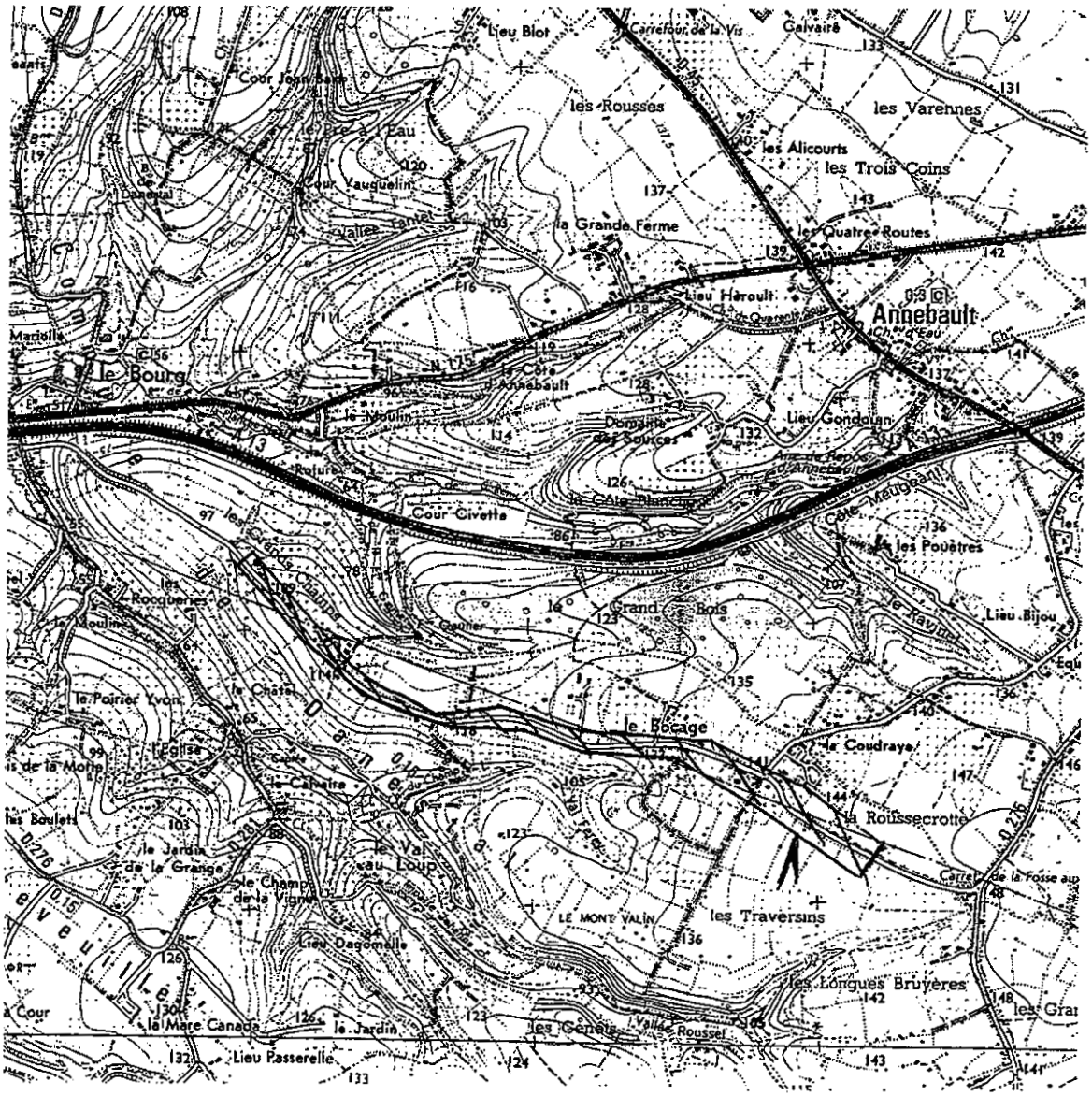


Fig. 95 - Danestal (14) : situation de la partie concernée par le débordement de nappe sur la carte topographique à 1/25 000 (Cambremer 1712 Ouest, ©IGN).

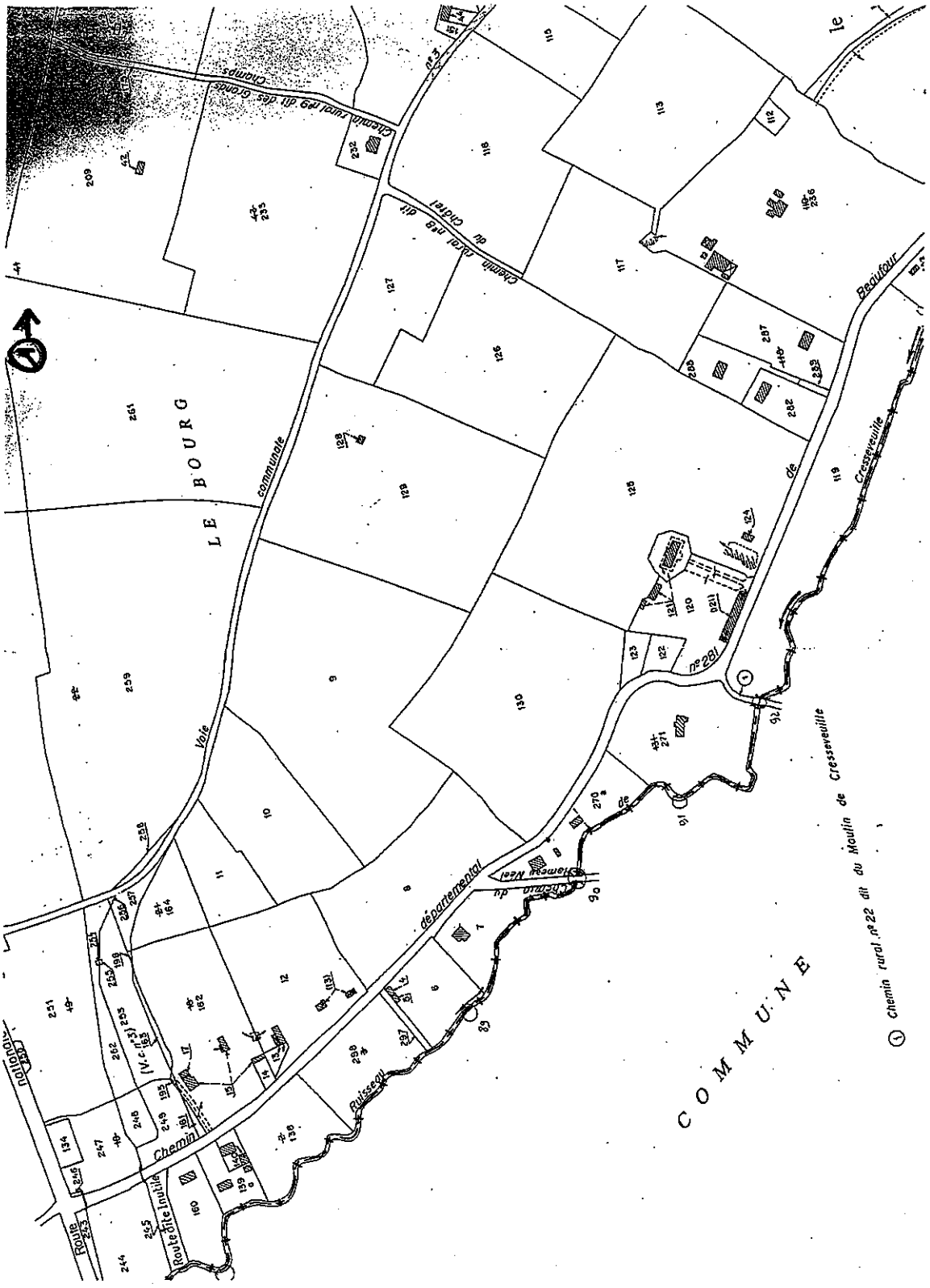


Fig. 96a - Danestal (14) : extrait réduit du cadastre : situation des parcelles concernées par l'inondation.

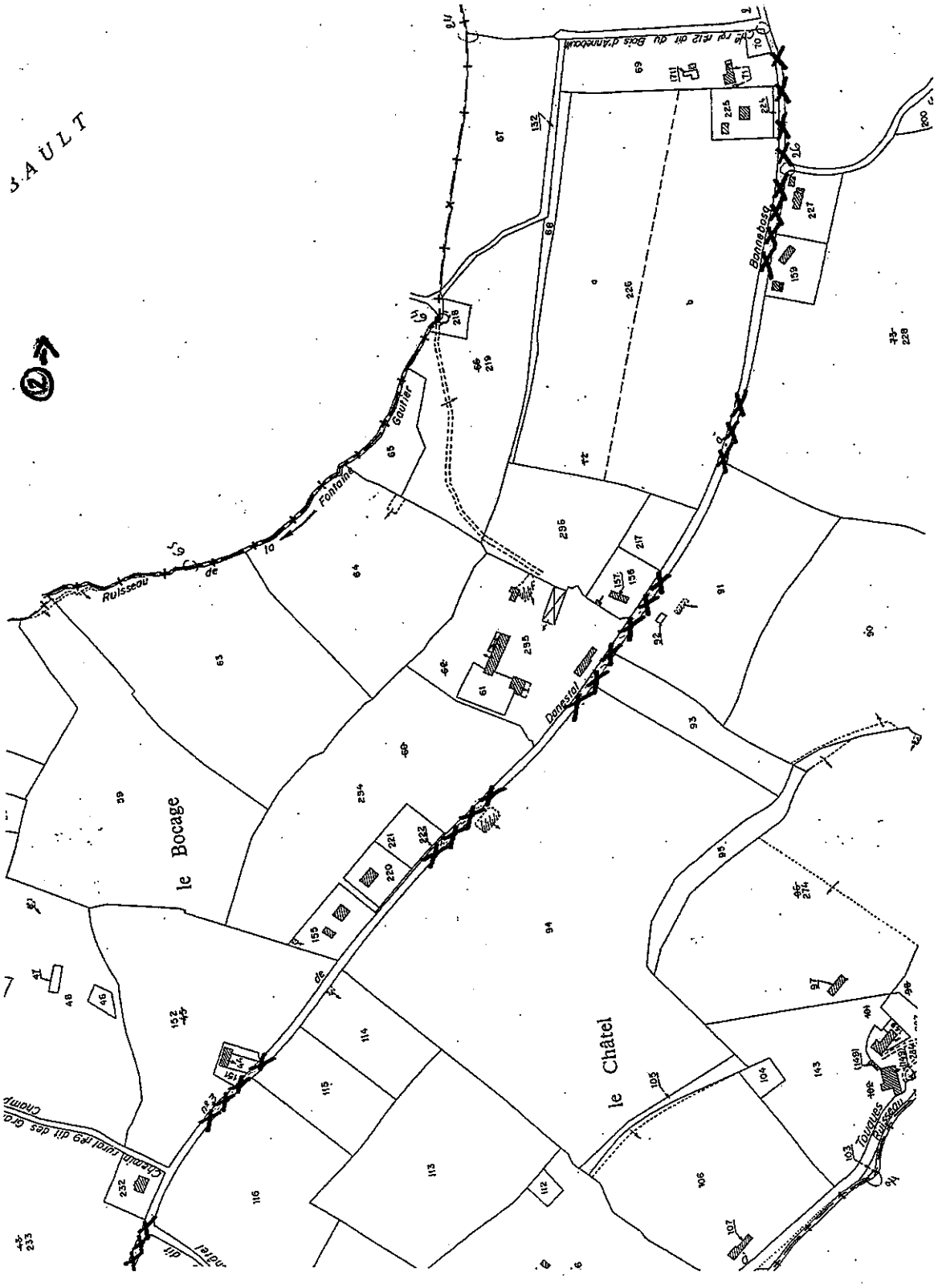


Fig. 96b - Danestal (14) : extrait réduit réduit du cadastre : situation des parcelles concernées par l'inondation.

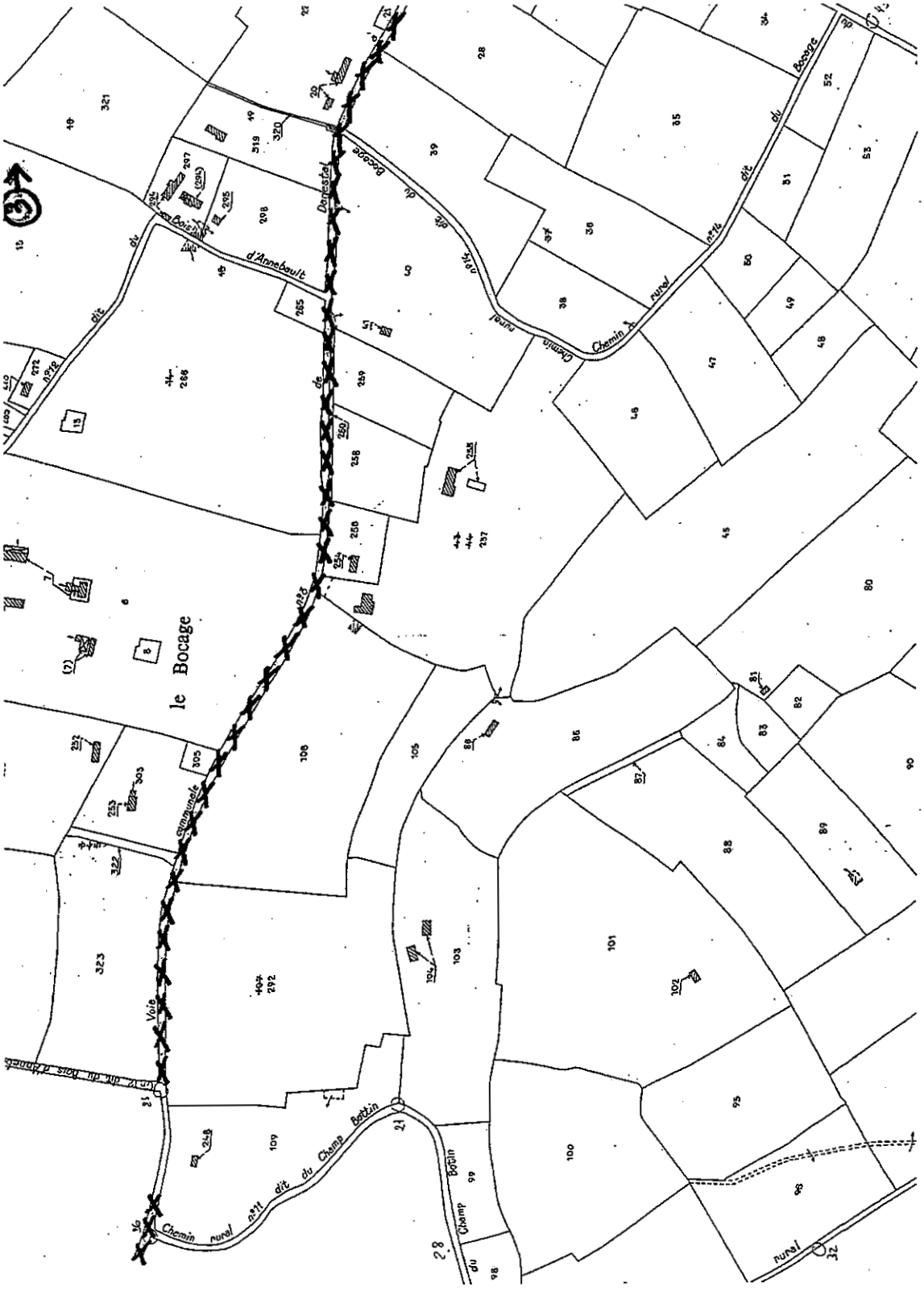
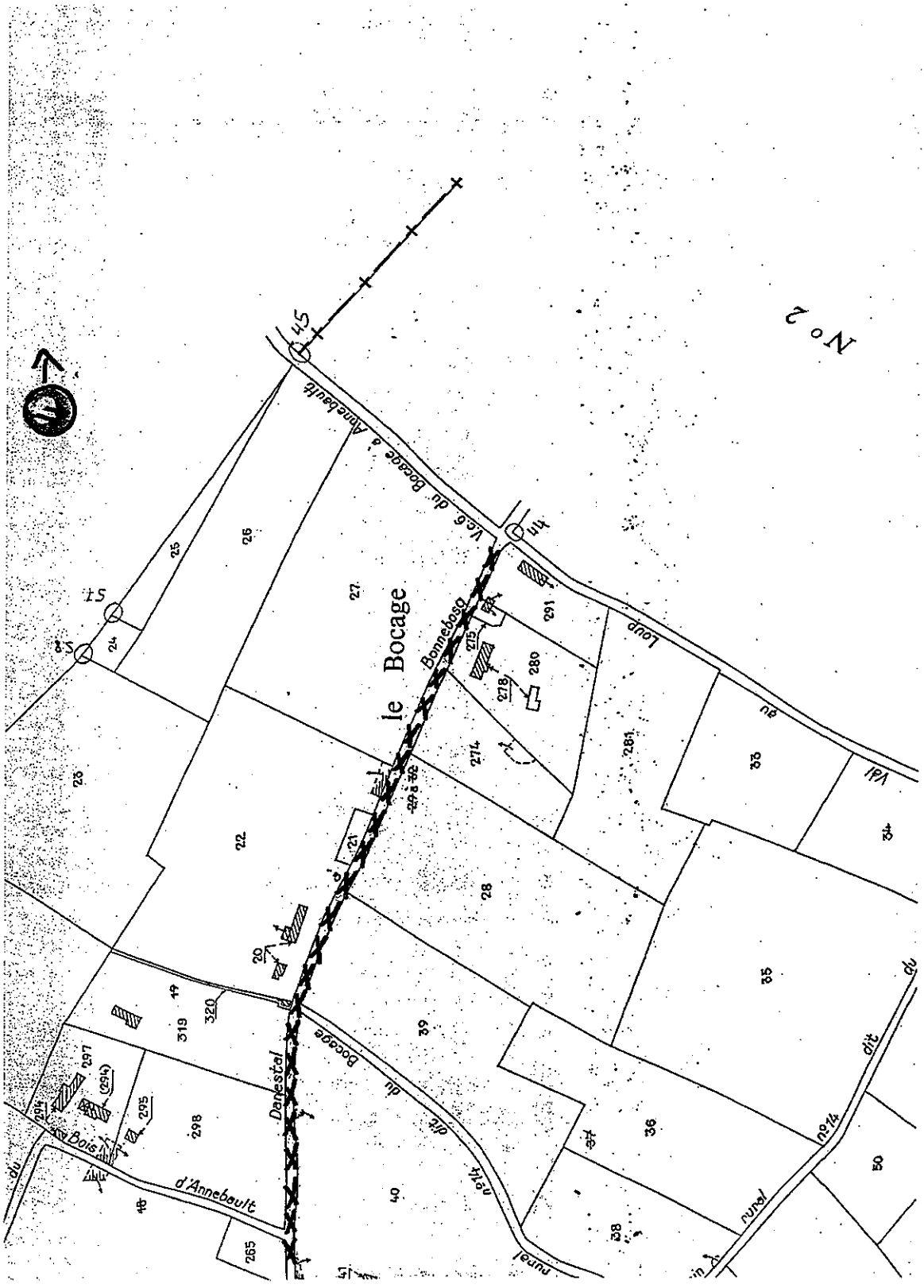


Fig. 96c - Danestal (14) : extrait réduit du cadastre : situation des parcelles concernées par l'inondation.


N° 2
le Bocage
Vc 6 du Bocage à Annebault
Bonnebosq
Danestel
Bois d'Annebault
d'Annebault
Loup
Vall
Rural
Rural
Rural

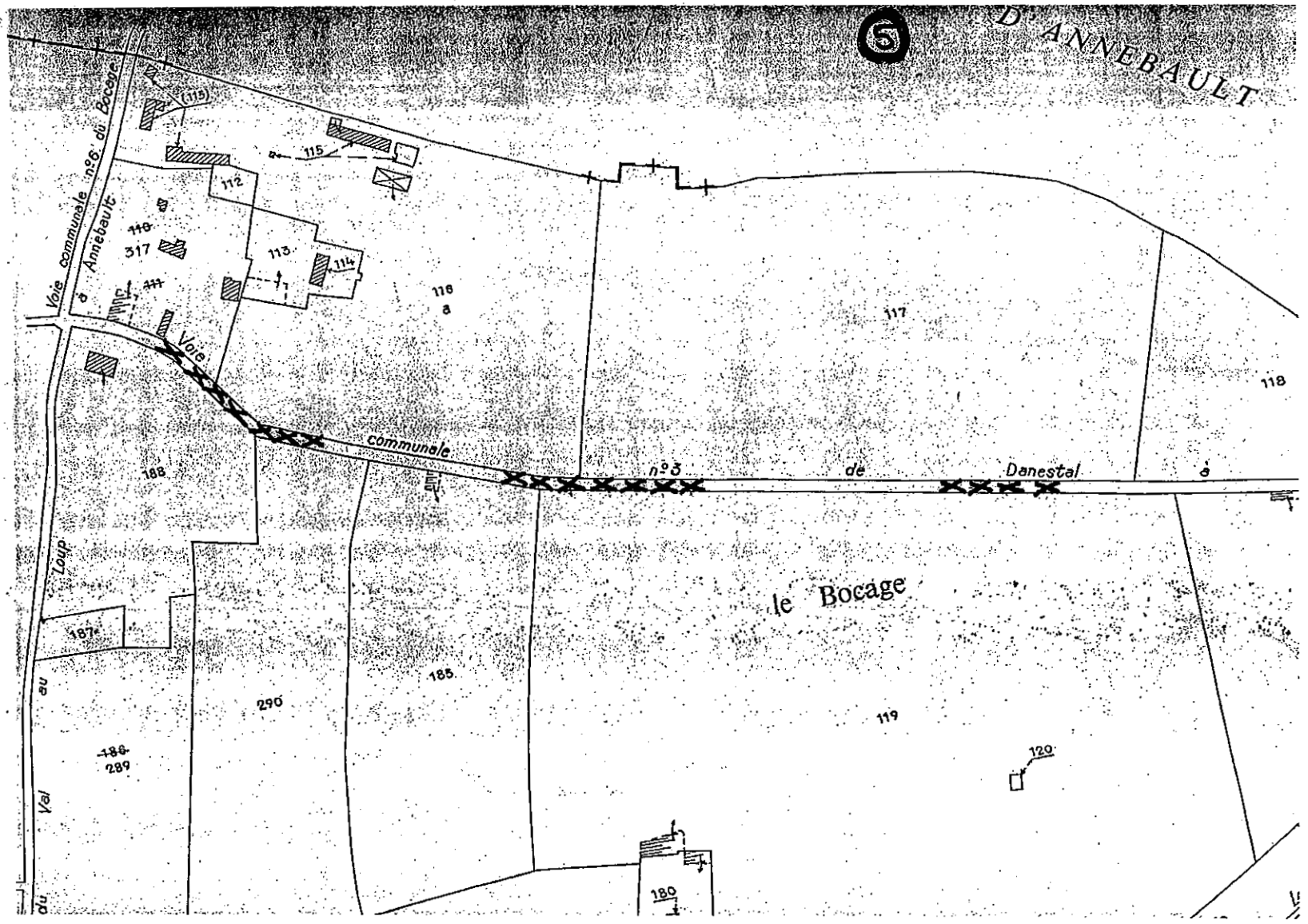


Fig. 96e - Danestal (14) : extrait réduit du cadastre : situation des parcelles concernées par l'inondation.

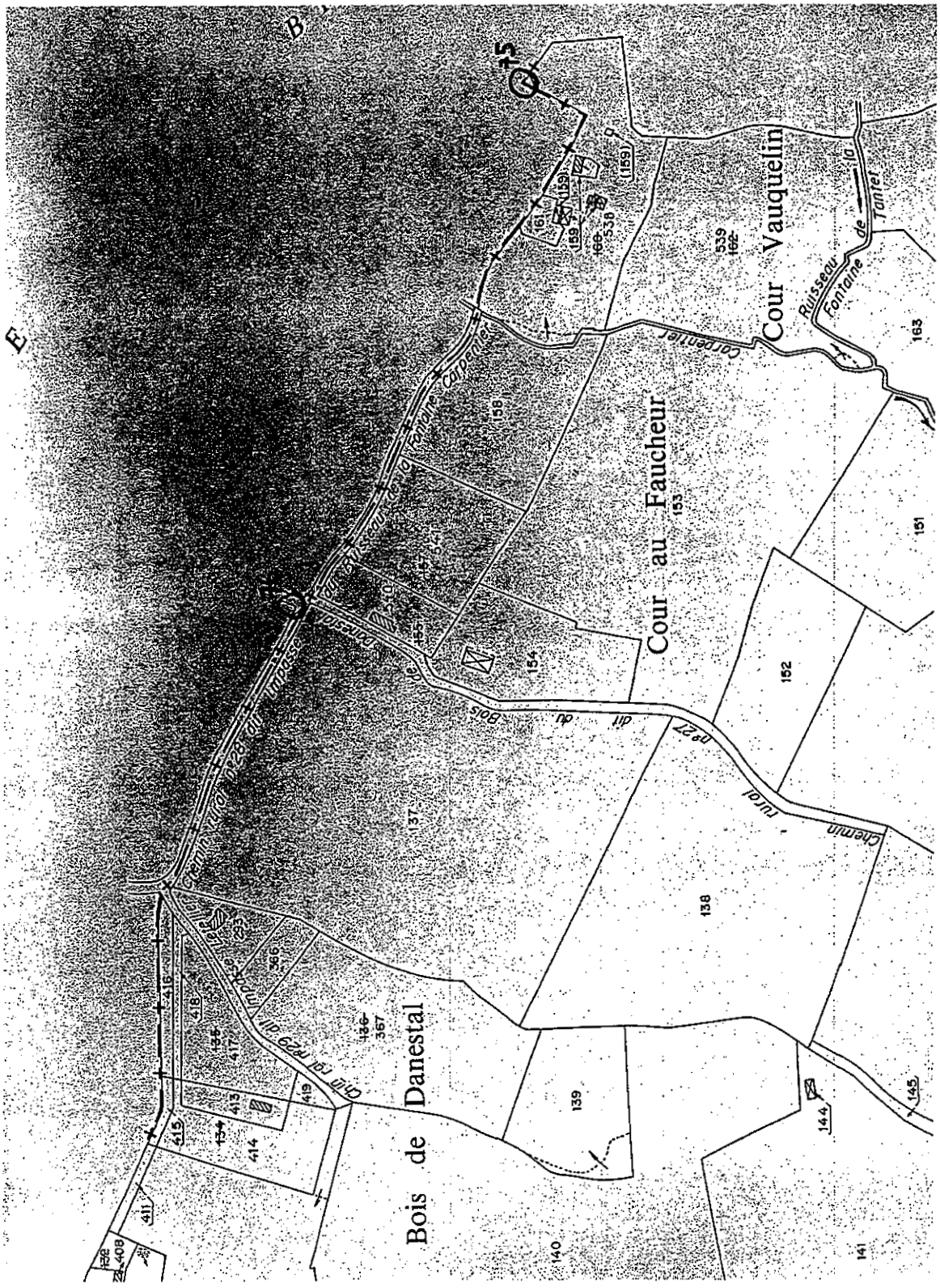


Fig. 96f - Danestal (14) : extrait réduit du cadastre : situation des parcelles concernées par l'inondation.

4. Synthèse des constats

Le premier constat que l'on peut faire est le **coté exceptionnel des débordements** des aquifères dans la région.

Bien que le présent rapport ne concerne que les communes où ont été signalés ces phénomènes en préfecture avec, dans la plupart des cas, un souhait de passage selon la procédure « catastrophe naturelle », on peut constater que la quantité de demandes de constat (une petite cinquantaine), les témoignages des habitants, ou les indicateurs de mesures (valeurs piézométriques) signalent tous le **caractère exceptionnel sur une centaine d'années** de ces débordements d'aquifère en nombre comme en ampleur.

Toutefois, on notera que ce phénomène s'est déjà produit de manière nettement plus discrète en 1995, à la suite des trois mois très pluvieux de l'hiver 1994-95, et que, localement, sur des sites particuliers, des occurrences antérieures existent (1982 par exemple).

Le tableau 1 résume les principaux éléments des constats effectués dans le département.

On voit clairement que les dommages principaux concernent surtout les sous-sols d'habitations généralement récentes (post 1950-1960) implantées le plus souvent en fonds de vallées, mais en second lieu, les installations d'infrastructures (canalisations d'assainissement notamment) et voiries. Il est vraisemblable qu'avec la décrue et dans les temps qui suivent, d'ici quelques mois, apparaissent sur ces infrastructures des dommages qui ne sont pas encore apparus ou qui n'ont pas encore été détectés.

Si des cas de débordements ont en effet été constatés dans le passé, ils sont restés localisés et circonstanciels. Les chiffres du tableau 1 confirment la situation exceptionnellement haute des aquifères phréatiques, et donc l'importance des phénomènes de crues constatés dans le département principalement dans la plaine de Caen et le Bessin.

Si quelques-uns des cas d'inondations ne relèvent en rien de problèmes de remontées de nappes phréatiques (Arromanches, Ryes, Isigny-sur-Mer, Tracy-sur-Mer, Vendeuvre, Saint-Paul-du-Vernay) ou juste à titre de facteurs secondaires aggravants à des problèmes d'inondation par les eaux de surface (Vers-sur-mer, Bayeux, Reviers), les problèmes d'inondations constatés par le BRGM sur les autres communes relèvent avant tout de problèmes de remontées phréatiques.

On notera un cas particulier, la commune de La Cambe, où les deux types d'inondations ont du être rencontrés (inondations ou écoulements durables sur plus d'un mois sur les routes et ruissellement de surfaces sur les maisons).

Les inondations phréatiques sont fréquemment aggravées, associées à des problèmes d'eaux de surface, par ruissellements en surface (sur les quelques cas répertoriés, on note au moins huit cas avérés et quatre probables), par débordement direct du cours d'eau (deux cas au moins), ou par la nappe d'accompagnement du cours d'eau associé (trois cas).

La grande majorité (quarante-trois des quarante-neuf cas) concernent des débordements de l'aquifère des calcaires du Bathonien seul ou combiné avec des mises en charges de l'aquifère sous-jacent des calcaires du Bajocien (ensemble multicouche généralement en continuité dit de l'aquifère du Dogger).

Dans les parties où les calcaires du Bajocien sont directement à l'affleurement, la remontée de l'aquifère bajocien s'est accompagnée de débordements dans quatre cas (Avenay, Saint-Martin-de-Fontenay, Longueville, Gefosse Fontenay) et sans mise en évidence de débordement dans trois cas (Isigny-sur-Mer, La Cambe, Bayeux) : pour ces deux derniers cas au moins, l'intensité anormale des ruissellements marque le niveau exceptionnellement haut de l'aquifère Bajocien et la forte saturation de la zone traditionnellement non saturée sous le sol.

Les débordements concernent également de manière unique le cordon dunaire associé au Bathonien (Ouistreham) et l'arrière-dune littorale avec le Bajocien (Gefosse Fontenay), l'aquifère de la craie du Cénomanien (Danestal) et enfin un aquifère fissuré du socle armoricain (Courvaudon).

En termes de risques, peu de dégâts sur des constructions sont à envisager *a priori* si l'été permet un séchage des constructions touchées. De plus, le département ne présente pas ou peu d'argiles gonflantes : le séchage des sols ne devrait pas avoir pour conséquences de mouvements de sols importants. Ce constat général ne doit pas occulter certains problèmes : les quelques maisons traditionnelles touchées construites en bois et torchis devraient subir des dommages importants lors de leur séchage, ces dommages étant initiés par de la percolation de l'humidité dans les murs en torchis. Dans ce type de cas, les dégâts peuvent être importants et concerner toute ou partie des murs, fondations incluses. De même, et bien que non révélées lors des constats, des constructions sur des remblais de mauvaise qualité ou sur des horizons tourbeux en fond de vallée peuvent connaître des rejeux non négligeables lors du séchage par rétraction des sols, influant sur les constructions (fissures, légers mouvements...). Cette synthèse ne prend pas en compte d'éventuelles malfaçons ou mauvais matériaux des constructions qui pourraient se révéler lors du séchage des constructions concernées par les débordements de nappe. On notera un seul cas de maison fissurée par effets de pression des eaux souterraines sur les fondations.

Certaines voiries ne pourront être mises en réfection que lorsque la décrue de nappe sera amorcée notablement, ce qui peut reporter les travaux en août ou ultérieurement. Le linéaire de voirie concernée pourrait concerner plusieurs kilomètres. Une inspection des canalisations sera certainement nécessaire en de nombreux points, particulièrement les canalisations d'eaux pluviales et eaux usées, des désordres (déplacement, voire rupture de canalisations, joints défectueux...). Enfin, certaines stations d'épuration ou de

pompage, des installations sanitaires type fosses septiques (sens large, y compris de type semi-industriel) devront être révisées et réparées avant toute remise en route.

Il faut aussi signaler qu'en de nombreux endroits, les débordements d'aquifères induisent des ruissellements qui provoquent des dommages supplémentaires à l'effet direct de la nappe. Ces effets sont particulièrement sensibles sur les voiries ou les canalisations qui continuent à recevoir de grandes quantités d'eau en l'absence de ruissellement de surface au sens strict, mais sont aussi des facteurs aggravant le débordement de nappe dans certains points qui sont dans ou à proximité des écoulements de l'eau (lignes de thalweg). Dans ces cas de figure, souvent de manière très ponctuelle, les variations progressives de l'altimétrie des voiries et autres aménagements urbains ont peu à peu isolé des points bas sans exutoire qui constituent autant de zones soumises à inondation par débordement de nappe et ruissellement consécutif qui ne peut s'évacuer.

Il a été constaté de manière dispersée dans le département que de nombreuses maisons anciennes, traditionnelles, se trouvaient légèrement enterrées par rapport au terrain, ce qui pouvait laisser penser à une pratique de construction régionale. Après renseignements pris auprès des services de la DRAC de Basse-Normandie, il s'avère que cela n'est pas du tout le cas : les routes au fur et à mesure des opérations de maintenance et de modernisation ont été peu à peu légèrement surélevées depuis 1950. Cette surélévation, bien qu'atténuée, se répercute sur le terrain « naturel » entourant les maisons et bloque l'écoulement en surface des eaux suintant des parcelles construites.

Tableau n°1 : récapitulatif des cas d'inondations phréatiques dans le département du Calvados

	Commune	Date demande	Date visite	Inondations phréatiques	Pb Eaux de Surfaces (Ruissellement, rivières)	Caves inondées	RdC inondés	Rés Assainissement	Exutoire possible	Remarques
1	Anguerny	29/03/01	12/04/01	débordement de l'aquifère Bathonien en plaine	non	10 à 15	2 à 4		très éloigné	
2	Banneville La Camp.	22/03/01	10/04/01	débordement de l'aquifère Bathonien en plaine	probable (R agricol)	1			très éloigné	déversement d'un cuvel fuel domestique dans la nappe
3	Bazenville	29/03/01	10/05/01	débordement de l'aquifère Bathonien en plateau	non à priori	4	10	pb de fonctionnemt des fosses individ	bon	Le village est construit sur des buttes, bon exutoire vers la vallée, dégat de voirie principalement.
4	Bernières d'Ailly	22/03/01	11/04/01	débordement de l'aquifère Bathonien en vallon sec	probable (R agricol)	2	1		bon (Dives)	travaux imminents d'écrêtement d'un trop plein
5	Bretteville L'O.	22/03/01	10/04/01	débordement de l'aquifère Bathonien en plaine	Ruiss. Agricol	15 à 20	1 à 2		bon (Riv. Chironn	1 pompage sur maison privé à plus de 400 m3/h
6	Bretteville sur Odon	29/03/01	12/04/01	débordement de l'aquifère Bathonien en pied de versant	probable	30	1	affecté	difficile (milieu urbain) Riv. Odon	affaissement très important sur chaussée RN 175 deux très grosses résurgences
7	Caton	29/03/01	12/04/01	débordement de l'aquifère Bathonien et de la nappe d'accompagnement de la Mue	Ruiss. Agricol + débordement de la Mue	5 à 10			bon (Riv. Mue)	débordement sous l'ancien lit naturel de la Mue lac de débordement en partie haute de bourg
8	Cambes en Plaine	29/03/01	09/04/01	débordement de l'aquifère Bathonien en plaine	non (ou leger)	10 à 15	non			mur de pierre de ferme en ruine imminente
9	Cuverville	09/04/01	11/04/01	débordement de l'aquifère Bathonien en vallon sec	non (ou leger)	5	non		mediocre (Gronde)	
10	Flerville Bray	22/03/01	11/04/01	débordement de l'aquifère Bathonien en vallon humide	Ruiss. Agricol + effet de la rivière Muance	2	2 à 5		bon (Riv Muance)	
11	Grentheville	22/03/01	10/04/01	débordement de l'aquifère Bathonien en plaine	fort (Ruiss. Agricol)	10	tres agricol	sérieusement affecté (eaux usées+eaux	très difficile (Gron	centre bourg inondé, retenues d'eaux à risques (état des digues inquiétant)
12	Morteaux Couliboeuf	09/04/01	11/04/01	débordement de l'aquifère Bathonien et de la nappe d'accompagnement de la Dives	probable (R agricol)	20	5	non	bon (Dives)	
13	Rots	29/03/01	12/04/01	débordement de l'aquifère Bathonien en plaine	Ruiss. Agricol	15 à 20	1 à 2	envahissement arlé	bon (Mue)	gros désordres d'assainissement à redouter
14	Saint Sylvain	22/03/01	05/04/01	débordement de l'aquifère Bathonien en tête de vallon humide	probable	2 à 5	30 à 40	sérieusement affecté (eaux usées+eaux	correcte (Muanc	démolition de voirie et d'assainissement à redouter
15	Soliers	22/03/01	10/04/01	débordement de l'aquifère Bathonien en plaine	fort (Ruiss. Agricol)	40 ou +	entreprises		très difficile (Gron	1/3 des maisons à sous sol ZAC touché
16	Ussy	22/03/01	11/04/01	débordement de l'aquifère du Dogger en plateau	non (ou léger)	3 à 4	2		correcte (Laize)	1 grosse résurgence dans une maison

les chiffres communiqués sont sommairement évalués et constituent un minimum susceptibles d'encore augmenter

Tableau n°1 : récapitulatif des cas d'inondations phréatiques dans le département du Calvados

17	Ver sur mer	29/03/01	18/04/01	secondaire (plateau Bathonien)	inondation très forte		60						
18	Arromanches	09/04/01	24/04/00	non	débordement surface + ruisseau				ruisseau Arro	fissurations dues aux argiles gonflantes			
19	Bayeux	09/04/01	24/04/00	secondaire (plaine Bajocien)	débordement rivière (L'Aure)		4 magasins		La Laure				
20	Fleury sur Orne	09/04/01	24/04/00	débordement de l'aquifère Bathonien en pied de versant			30 environ		Orne				
21	Frenouville	09/04/01	25/04/00	débordement de l'aquifère Bathonien en plaine		1	3 à 4			cultures agricoles touchées			
22	Giberville	09/04/01	25/04/00	débordement de l'aquifère Bathonien en vallon humide		2	ZI	saturation du réseau					
23	Hermanville sur Mer	09/04/01	26/04/01	débordement de l'aquifère Bathonien en plaine		15				sous sols déconseillées pour les permis de construire cultures agricoles touchées			
24	Ifs	09/04/01	04/05/00	débordement de l'aquifère Bathonien en plaine		20				périphérique sud de Caen inondé et coupé			
25	La Cambe	09/04/01	04/05/00	secondaire (plaine Bajocien)	ruisseau débordant					Réseau routier abimé			
26	Le Manoir	09/04/01	24/04/00	débordement de l'aquifère Bathonien en plateau	ruissellement agricole (coulées boueuses) + débordement de rivière			H.S plusieurs semaines					
27	Le Mesnil Patry	09/04/01	17/05/01	débordement de l'aquifère Bathonien en vallon sec		20				voirie touchée			
28	Mathieu	09/04/01	26/04/01	débordement de l'aquifère Bathonien en plaine		25		envahissement artésien réseau saturé		Centre bourg inondé			
29	Ouistreham	09/04/01	26/04/01	débordement du cordon dunaire et de l'aquifère Bathonien en plaine		5				Aménagements de protection contre les inondations faits par la commune et efficaces			
30	Ryes	09/04/01	05/05/00	non	débordement de la rivière Gronde et ruissellement		20			Réseau routier abimé			
31	Sannerville	09/04/01	05/05/00	débordement de l'aquifère Bathonien en plaine		0	0			vides sanitaires touchés			
32	Anisy	23/04/01	09/05/01	débordement de l'aquifère Bathonien en plaine	non	12	0	pas de dommage	moyen (pente faible)	Secteur peu touché, seuls qq sous-sol en eau (réalisés hors autorisation) sont pompés			
33	Amblie	18/04/01	10/05/01	débordement de l'aquifère Bathonien et des nappe d'accompagnement de la Seulles et de la Thue	effet couplé des rivières, surtout la Thue	0	23	pb de fonctionnemt des fosses individ	évacuation réduite (la Seulles)	La vallée de la Seulles est inondée jusqu'à la mer mais pas d'habitat. Il y a eu inondation nappe + rivière			
34	Aveney	18/04/01	09/05/01	débordement de l'aquifère Bajocien en pied de versant	non	2	5	pas de dommage	bon	dégats sur plusieurs petites maisons dégats de voirie + le mur du cimetière			
35	Banville	18/04/01	10/05/01	débordement de l'aquifère Bathonien en plateau	non	20	1	retard sur travaux en cours mais pas de dommage	Pas de gros pb	Réseau eau pluvial un peu sous dimensionné pour les évènements actuels			

les chiffres communiqués sont sommairement évalués et constituent un minimum susceptibles d'encore augmenter

Tableau n°1 : récapitulatif des cas d'inondations phréatiques dans le département du Calvados

36	Billy	18/04/01	09/05/01	débordement de l'aquifère Bathonien en tête de vallon sec	non	7	7	pas de dommage	moyen pente très	un quartier touché (7 maisons) pompage sur puits agricole soulage le situat			
37	Ernes	18/04/01	09/05/01	débordement de l'aquifère Bathonien en vallon sec	non	plusieurs	1	pb de fonctionnemt des fosses individ	moyen pente assez réduite	Il s'agit bien d'effets de remontée de nappe.			
38	Gefosse Fontenay	18/04/01	11/05/01	débordement de l'aquifère Bajocien en plateau et plaine	à priori non	pas de sous-sol	Inf à une dizaine	pas de dommage	médiocre - village niveau mer	Cimetière légèrement touché, dégats assez réduits.			
39	Janville	18/04/01	09/05/01	débordement de l'aquifère Bathonien en plaine depuis la zone de marais	probable	0	2	pas de dommage	zone de marais	Secteur peu touché (batiment pisciculture + 1 maison semble-t-il, située sur la pente, qui a fait une déclaration)			
40	Marais La Chapelle	18/04/01	17/05/01	débordement de l'aquifère Bathonien en vallon humide		2 à 3	6	au moins 1 fossé sepitque touché		effondrement partiel de mur associé au débordement			
41	St Aubin s/mer	18/04/01	08/05/01	débordement de l'aquifère Bathonien en plaine	non	20	1	pas de dommage apparent	bon (mer, surtout à marée basse)	Il s'agit bien d'effets de remontée de nappe qui ont touché la salle des sports et quelques maisons.			
42	Tracy s/Mer	18/04/01	non	non									
43	St Paul du Vernay	18/04/01	non	non									
44	Villers Le Sec	18/04/01	11/05/01	débordement de l'aquifère Bathonien en plateau	réseau pluvial limitée	0	5	pas de dommage	très bon (la Seuil	Secteur valonné, effet très réduit de l'espace et ds le temps, principalement origine pluvial.			
45	Isigny /Mer	23/04/01	non	non									
46	Longueville	23/04/01	17/05/01	débordement de l'aquifère Bajocien en vallon humide		0	2 à 3			champs agricoles touchés			
47	Reviers	10/05/01	11/05/01	Débordement de la Mue et/ou de la Seulles favorisée par les nappes d'acccompagnement et l'aquifère Bathonien		< 10	1	pas de dommage	bon, vers zone de marais (la Seulles)	Des dégats de voirie principalement, fort écoulement de surface accentué par écoulement de nappe. Voir limnigraphe sur la rivière.			
48	Secqueville en Bessin	10/05/01	11/05/01	débordement de l'aquifère Bathonien en plateau	non	0	1	pas de dommage	bon, vers zone de marais	Le village est construit sur des buttes, bon exutoire vers la vallée, dégat de voirie principalement.			
49	Saint Martin de Fonten	14/05/01	17/05/01	débordement de l'aquifère Bajocien en vallon sec		0	6 à 8			voirie touchée			
50	Vendeuvre	14/05/01	17/05/01	non	oui								
51	Bernières sur Mer	16/05/01	31/05/01	débordement de l'aquifère Bathonien en plaine		40	15	sérieusement affecté (eaux usées+eaux		voirie sérieusement touchée			
52	Danestal	23/05/01	31/05/01 puis 13/06/2001	débordement de l'aquifère crayeux Cénomanien en plateau		0	1 (garage) + Ecurie			route commune et rural très touchée (ruissellement pendant trois mois)			
53	Langrune sur Mer	28/05/01	31/05/01	débordement de l'aquifère Bathonien en plaine		50 env.	3	sérieusement affecté (eaux usées+eaux		champs inondés, voirie sérieusement touchée, trois sections de murs anciens tombées			
54	Lions sur Mer	07/06/01	14/06/01	débordement de l'aquifère Bathonien en plaine	oui (effets aggravants)	4	1	réseau affecté		effondrements ponctuels de murs + 1 champs agricole touché			
55	Douvres La Délivrande	07/06/01	14/06/01	débordement de l'aquifère Bathonien en plaine		5 à 10	0	a priori pas réseau non touché	ruisseau temporaire La Capricieuse	portions de murs anciens effondrés			

les chiffres communiqués sont sommairement évalués et constituent un minimum susceptibles d'encore augmenter

Tableau n°1 : récapitulatif des cas d'inondations phréatiques dans le département du Calvados

56	Courvaudon	07/06/01	13/06/01	débordement d'aquifère fissuré de socle	oui (effets aggravants)	0	0	RAS	bon, (sous-sous-affluent de l'Odon)	voirie touchée			
57	Longues sur Mer	07/06/01	13/06/01	débordement de l'aquifère Bathonien en plaine			1			instabilité a priori mineure de remblais sous l'école communale + champs agricole touché par l'inondation			
58	Chicheboville	07/06/01	14/06/01	débordement de l'aquifère Bathonien en plateau	oui	3 à 4	1			hameau ancien touché			
59	St Laurent /Mer	02/07/01	19/07/01	débordement de l'aquifère Bathonien en vallon humide		0	0	RAS		voirie dégradée			

5. Données climatiques, hydrologiques et hydrogéologiques

5.1. DONNÉES CLIMATIQUES (MÉTÉO FRANCE)

La situation climatique reste exceptionnellement arrosée depuis décembre 1999.

Les valeurs mensuelles de pluviométries enregistrées en décembre 1999 ont été exceptionnelles et ont battu les records de décembre depuis au moins trente ans (trois fois la normale).

De plus, six mois de l'année 2000 ont été fortement excédentaires (avril ou mai, juillet, septembre, octobre, novembre, décembre).

Ainsi, sur la station de Caen Carpiquet (fig. 97), les pluies des mois d'octobre et de novembre 2000 ont atteint trois fois la normale :

- les pluies du mois de septembre 2000 ont atteint deux à trois fois la normale ;
- les pluies des mois de mai, juillet et décembre 2000, deux fois la normale.

Hors juillet, tous ces mois sont favorables à la saturation des sols et la recharge de la nappe (la quantité d'eau précipitée en juillet 2000 a été néanmoins suffisante pour observer des alimentations non négligeables, via les réseaux fissuraux et karstiques, pour freiner, retarder, voire, interrompre provisoirement la décrue estivale en plusieurs secteurs des aquifères).

Seuls deux mois de l'année 2000 se sont avérés secs. Il s'agit des mois de janvier 2000, favorables à la recharge des nappes, mais faisant suite à un mois exceptionnellement pluvieux (décembre 1999), et juin 2000, non propice à la recharge des nappes (évapotranspiration forte limitant drastiquement les apports possibles à la nappe).

En 2001, deux des premiers trois mois ont été excédentaires :

- les pluies du mois de janvier 2001 ont atteint deux fois la normale, les pluies de février 2001 ont été normales ;
- les pluies de mars 2001 correspondent à des excédents records avec trois fois la normale qui, en période de hautes eaux des niveaux des aquifères, ont largement contribué à l'ampleur et l'étendue du débordement des nappes.

Les températures de 2000 ont notamment été plus basses durant l'été ainsi que l'ensoleillement faible (par rapport aux normales saisonnières), ce qui a largement limité les pertes hydrologiques par évapotranspiration, pertes qui constituent en temps normal le facteur limitant à toute infiltration significative des aquifères en période estivale.

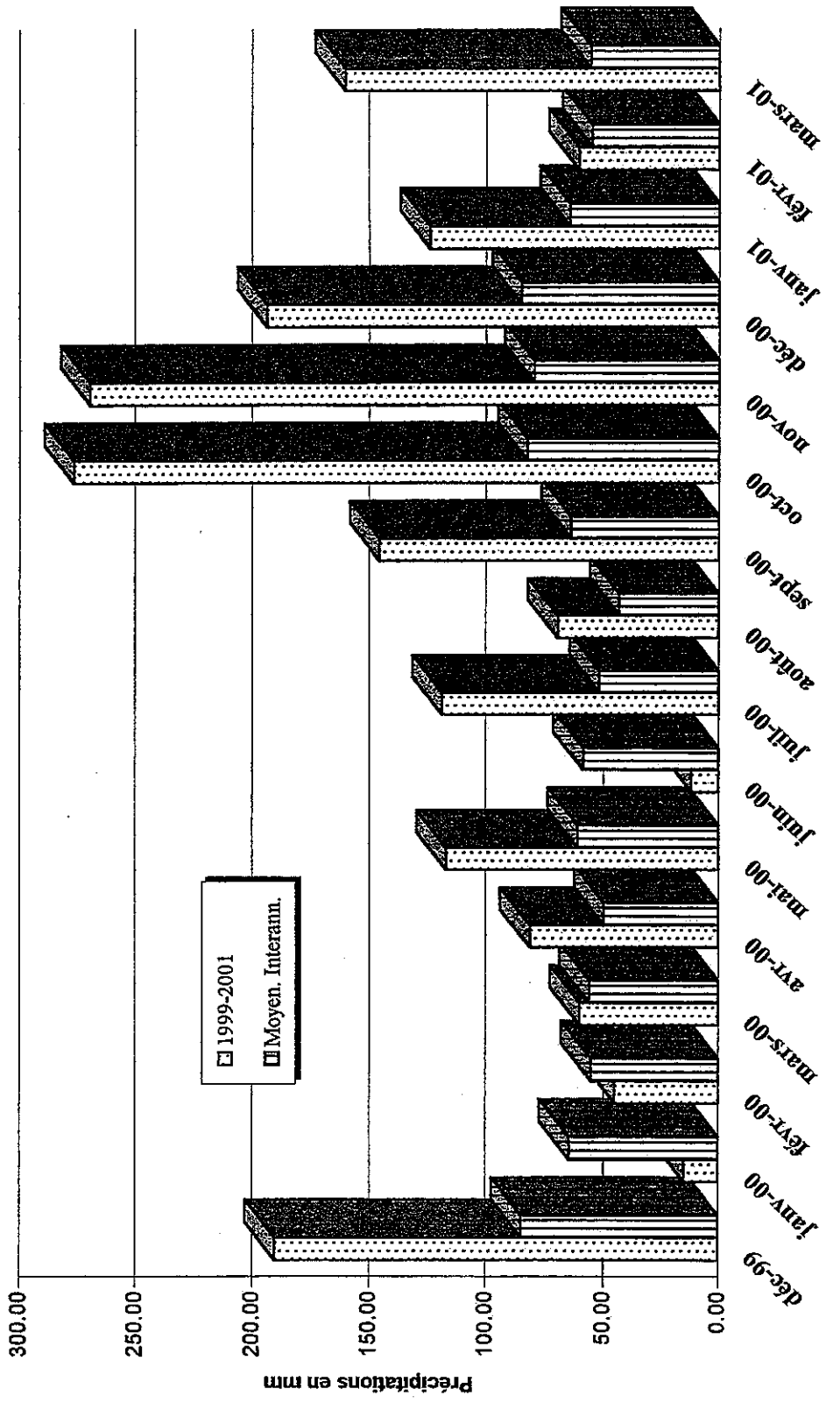


Fig. 97 - Comparaison des précipitations mensuelles et moyennes interannuelles à Caen Carpiquet.

On retrouve sur les autres stations pluviométriques d'Englesqueville La Percée, Lisieux et L'Oudon (fig. 98 à 100) les mêmes tendances : plus la station sera littorale, plus le caractère exceptionnel de la pluviométrie sera manifeste.

Secteur géographique	Pluviométrie sur 12 mois (2000 /2001)	% par rapport à la normale	Pluviométrie sur 16 mois (1999 /2001)	% par rapport à la normale
Caen Carpiquet	1 628 mm	+ 117 %	1 938 mm	+ 92 %
Englesqueville La Percée	1 726 mm	+109 %	2 135 mm	+ 88 %
Lisieux	2 078 mm	+ 134 %	2 247 mm (déc. 1999 non inclus)	+ 105 %
L'Oudon	1 012 mm	+ 54%	1 107 mm (déc. 1999 non inclus)	+ 35 %

Tabl. 2 - Comparaison des mesures de pluviométries avec les moyennes.

Sur seize mois, la pluviométrie est donc partout près de deux fois la normale (sauf sur la station du sud du département de L'Oudon) et le caractère exceptionnel est encore plus marqué sur les douze derniers mois où l'on atteint près de 2,5 fois les normales saisonnières.

5.2. DONNÉES HYDROLOGIQUES (DIREN BNO)

Les débits de base ont monté en puissance au cours de l'automne et de l'hiver 2000-2001.

Les données journalières à la station de Mesnil Mauger sur la Dives (fournies gracieusement par la DIREN de Basse-Normandie), dont le lit est en bonne partie situé sur les calcaires bathoniens affleurants et où le débit drainé par les rivières des formations aquifères du Bathonien est important, ont été examinées (fig. 101).

Dès novembre 2000, le débit journalier dépasse ponctuellement la crue de fréquence de retour deux ans (> 20 m^3/s). Les débits restent forts en décembre 2001 (10 m^3/s), probablement également en janvier (absence de données), remontent de fin février 2001 de 8-10 m^3/s à plus de 20 m^3/s dès le 20 mars, ce qui correspond à une crue de fréquence de retour 10 ans en débit moyen, pour une pointe journalière à 35 m^3/s au 26 mars (crue du débit journalier instantanée correspondant aussi à une fréquence de retour de 10 ans). Dans la partie sédimentaire (auréoles du Bassin de Paris), l'essentiel des débits des rivières de Normandie est en grande partie assuré (été notamment) par les eaux souterraines (par drainage gravitaire des aquifères) et les aspects hydrogéologiques et hydrologiques évoluent généralement en interrelations fortes.

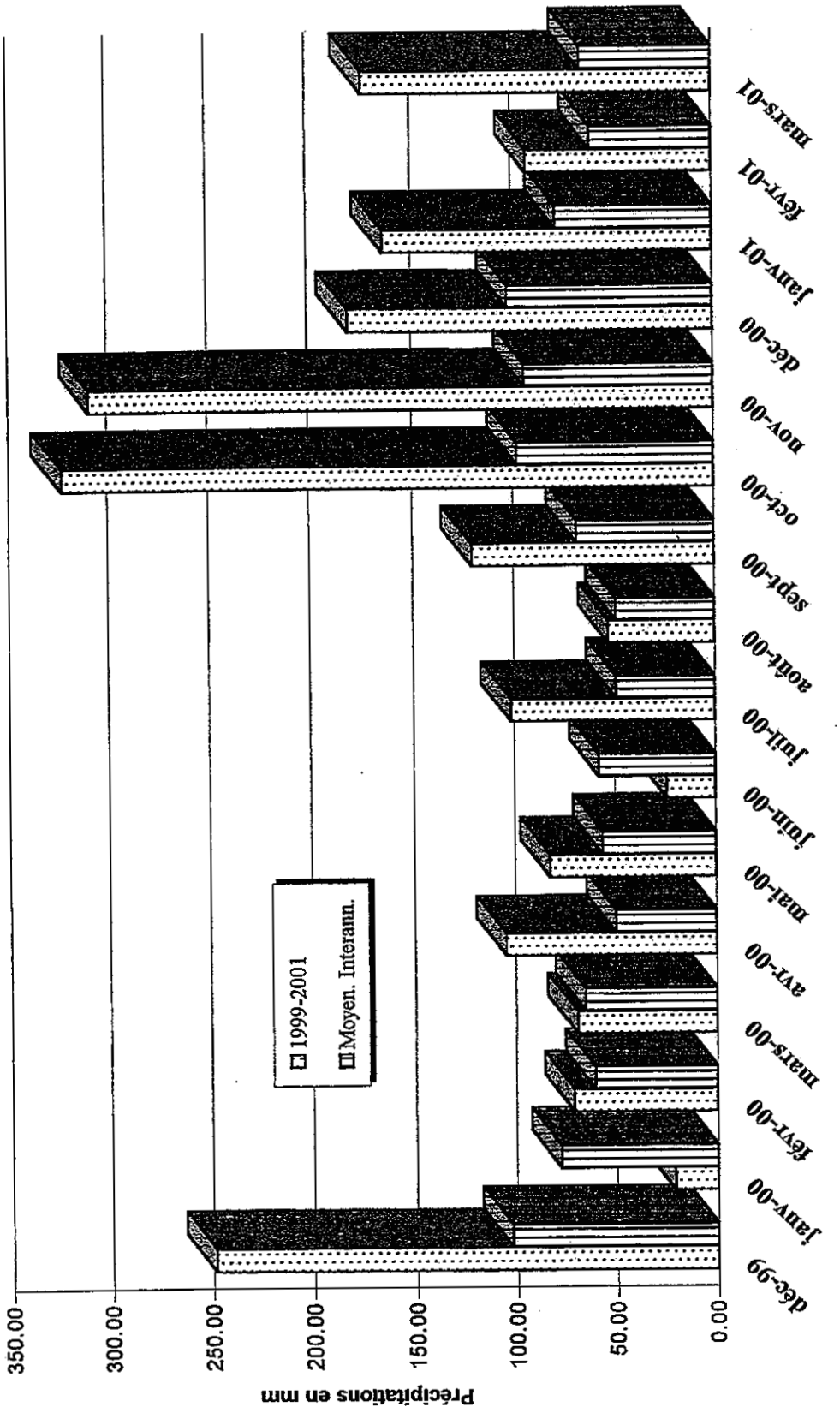


Fig. 98 - Comparaison des précipitations mensuelles et moyennes interannuelles à Englesqueville La Percée.

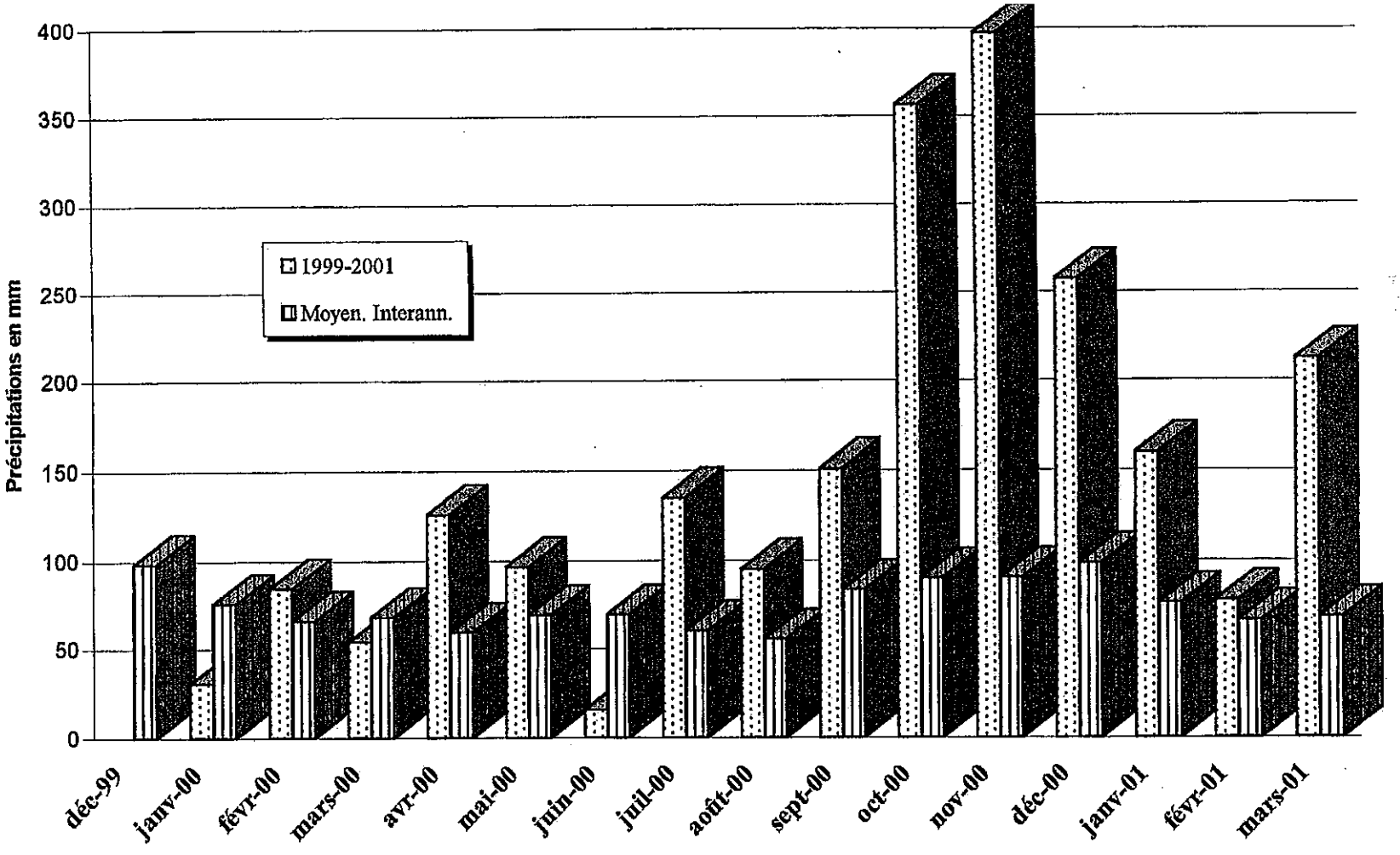


Fig. 99 - Comparaison des précipitations mensuelles et moyennes interannuelles à Lisieux.

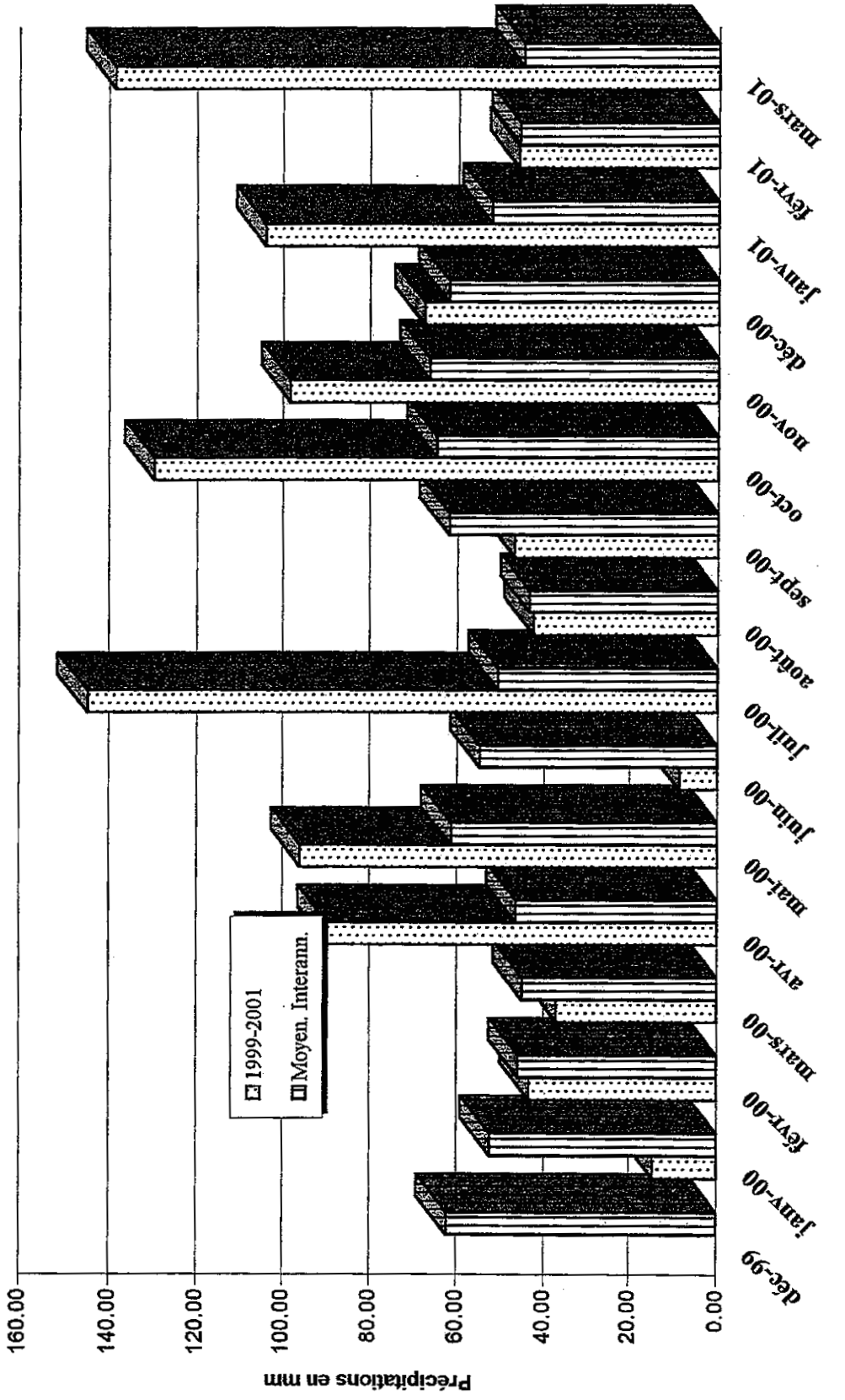


Fig. 100 - Comparaison des précipitations mensuelles et moyennes interannuelles à L'Oudon.

MINISTERE DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE ET DE L'ENVIRONNEMENT

Banque Nationale de Données pour l'Hydrométrie et l'Hydrologie — **Données extraites le 30/03/2001**

I2051040 La Dives au Mesnil-Mauger - 638 km2

Zone hydrographique : I2051040 *Altitude :*17 m *Département :* 14 Calvados

Producteur : DIREN Basse-Normandie *Tél. :* 2.31.46.70.30

E-Mail : hubert.caplet@basse-normandie.environnement.gouv.fr

DEBITS JOURNALIERS ET MENSUELS 2000-01

1	2.130	2.340	5.650 I	7.180 I			9.540					
2	2.270	2.270	4.950 I	6.960 I			10.300					
3	2.340	2.140	5.800 I	8.950 I			9.790					
4	2.240	2.010	4.770 I	6.170 I			9.820					
5	2.320	1.990	4.420 I	8.950 I			9.310					
6	2.310	1.980	12.600 I	8.480 I			8.910					
7	2.320	1.910	19.000 I	12.300 I			9.230					
8	2.310	2.050	22.900 I	10.400 I			11.300					
9	2.290	2.260	19.700 I	8.150 I			14.700					
10	2.190	3.250	9.080 I	6.040 I			14.200					
11	2.190	6.260	5.090 I	7.585 I			13.600					
12	2.130	6.820	7.070 I	8.630 I			13.000					
13	2.140	4.200	18.300 I	9.070 I			12.600					
14	2.090	3.150	10.100 I	9.120 I			12.900					
15	2.060	2.750	7.090 I	12.300 I			13.700					
16	2.000	4.410	7.130 I	9.720 I			13.100					
17	2.050	11.200	8.330 I	8.010 I			12.200					
18	2.130	7.370	7.260 I	8.110 I			15.400					
19	2.280	9.450	7.060 I	10.500 I			17.200					
20	2.810	8.950	7.590 I	8.420 I			17.900					
21	2.550	10.700	7.530 I	7.460 I			23.300					
22	2.390	12.200	10.600 I	7.130 I			26.000					
23	2.270	9.700	13.000 I	6.850 I		10.200	28.700					
24	2.090	8.230	17.000 I	6.680 I		10.100	28.900					
25	2.050	4.890	13.500 I	6.560 I		9.750	32.500					
26	2.040	3.910 I	12.000 I	7.740 I		9.440	35.700					
27	1.990	3.550 I	14.000 I	8.200 I		9.630	28.100					
28	2.100	3.550 I	9.650 I	7.710 I		9.620	20.100					
29	2.580	3.630 I	8.480 I	7.230 I			23.700					
30	2.630	4.760 I	7.610 I	7.100 I								
31		9.840		6.400								

Code validité
< Inconnu faible
> Inconnu fort
Estimé
I Reconstitué
Bon

Ecoulements mesurés de l'année

Hmax (cm)	38.400	87.700				71.200	200.000					200.000
QIX (m3/s)	3.040											
QMM (m3/s)	2.240	5.140 I	10.500 I	8.340 I								

Ecoulements naturels de l'année

m3/s	2.240	5.140 I	10.500 I	8.340 I								1
l/s/km2	3.5	8.1 I	16.5 I	13.1 I								
Lame d'eau (mm)	9	22 I	43 I	35 I								

Ecoulements mensuels de référence sur la période connue de 1972 - 2000

m3/s	1.730 #	2.550 #	3.380 #	4.810 #	5.380 #	5.590 #	5.050 I	4.560 #	3.950	3.050 #	2.250 #	1.790 #	3.660
Lame d'eau (mm)	7 #	10 #	13 #	20 #	22 #	21 #	21 I	18 #	16	12 #	9 #	7 #	181
Hydraulicité	1.295	2.016	3.107	1.734									

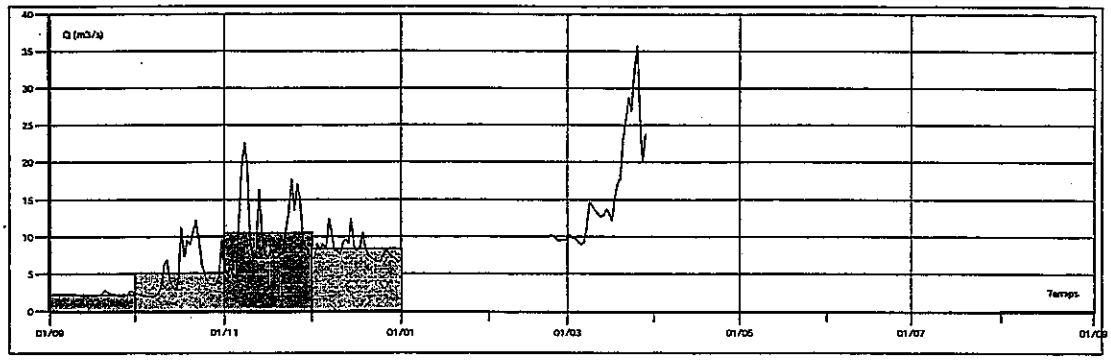


Fig. 101 - Débits journaliers et mensuels 2000-2001.

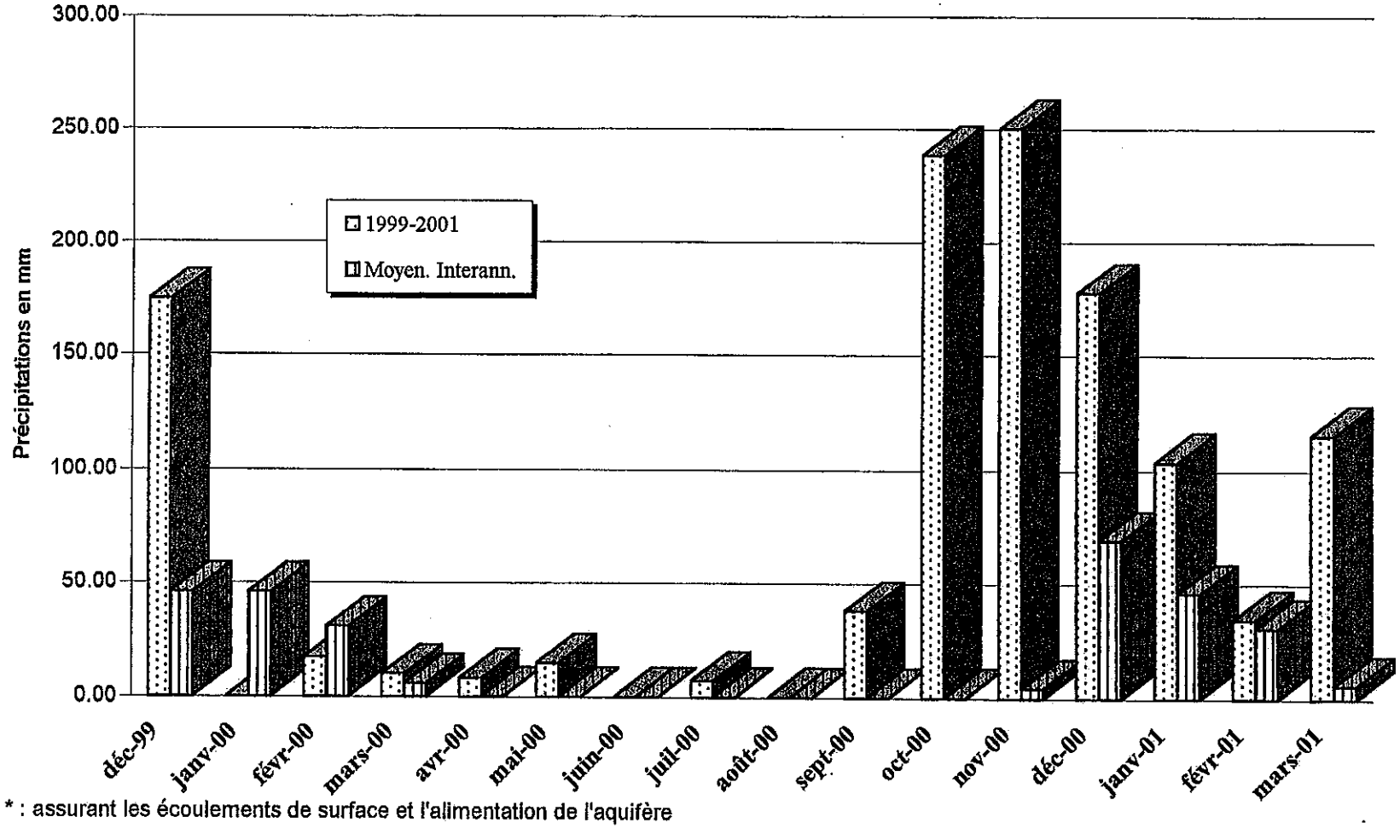


Fig. 102 - Comparaison des précipitations efficaces mensuelles observées et moyennes interannuelles à Caen Carpiquet.*

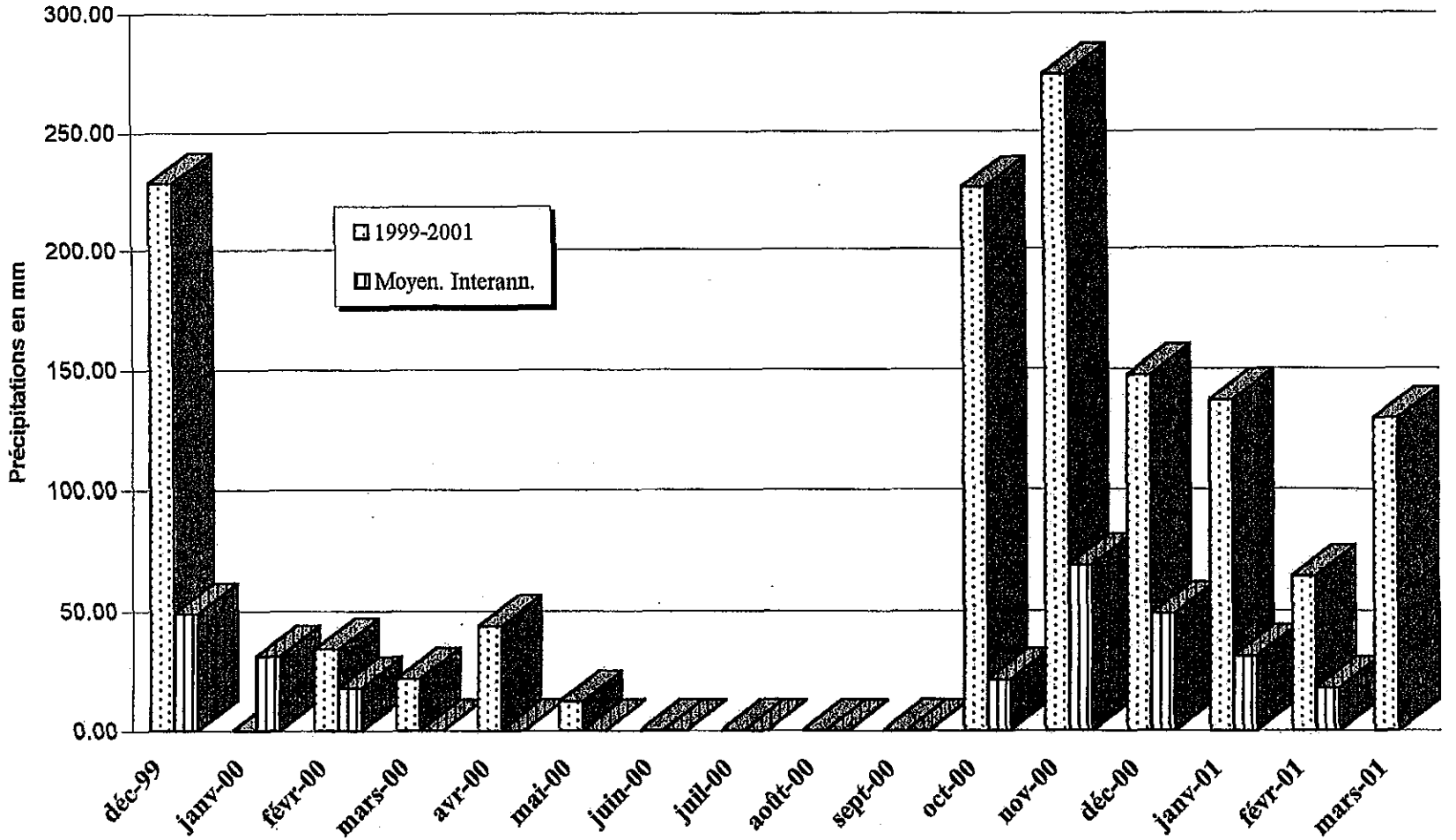


Fig. 103 - Comparaison des précipitations efficaces mensuelles observées et moyennes interannuelles à Englesqueville La Percée.*

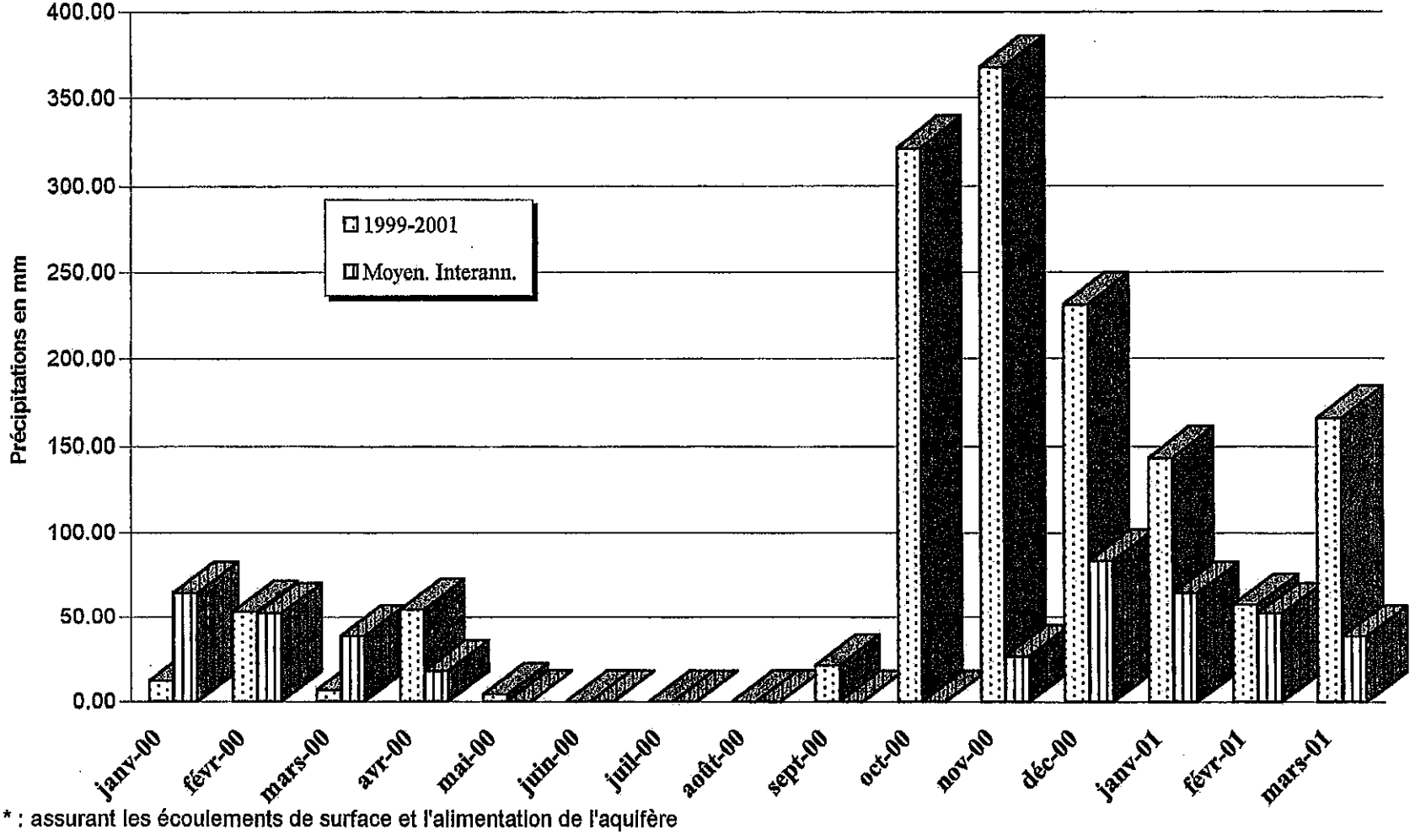


Fig. 104 - Comparaison des précipitations efficaces mensuelles observées et moyennes interannuelles à Lisieux.*

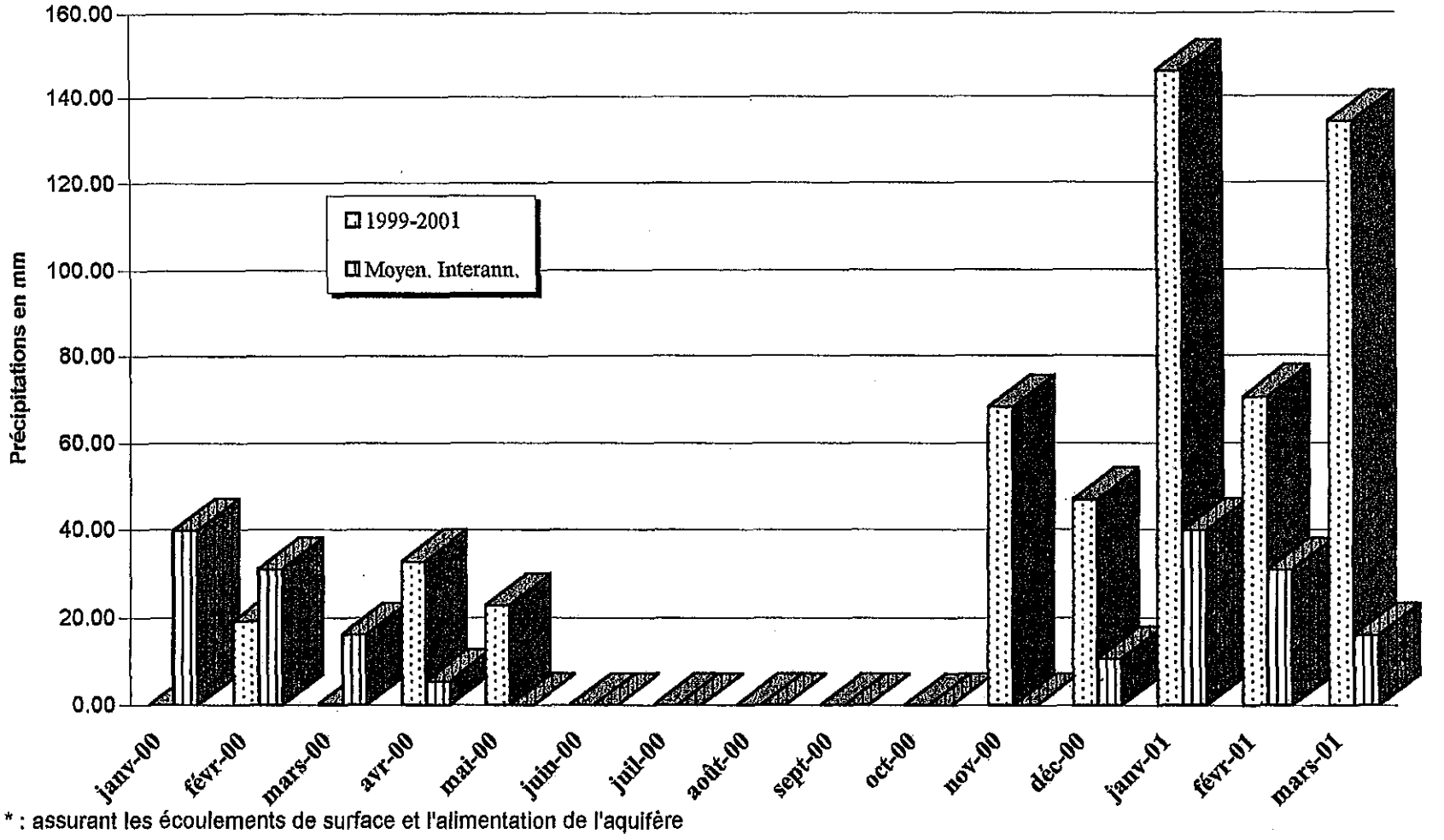


Fig. 105 - Comparaison des précipitations efficaces mensuelles observées et moyennes interannuelles à L'Oudon.*

5.3. DONNÉES HYDROGÉOLOGIQUES

5.3.1. Bilan hydrique

Hormis juillet, tous les mois excédentaires (neuf mois depuis décembre 1999), sont situés à des périodes favorables à la réalimentation des nappes (et également au ruissellement), car la part de l'évapotranspiration est faible à très faible.

En temps normal, les précipitations efficaces (assurant les ruissellements et la réalimentation des eaux souterraines) ne permettent sur Caen Carpiquet qu'une alimentation annuelle moyenne de 155 mm, recharge limitée aux mois d'hiver entre novembre à mars, soit 284 mm depuis décembre 1999 (fig. 102 à 105).

Depuis décembre 1999, les précipitations efficaces sur Caen Carpiquet sont de près 1 200 mm environ, soit quatre fois la normale. Sur les douze derniers mois, la recharge de l'aquifère atteint 990 mm, soit plus de six fois la normale annuelle.

Sur les autres stations, on retrouve à peu près les mêmes résultats :

Secteur géographique	Pluviométrie sur 12 mois (2000/2001)	% par rapport à la normale	Pluviométrie sur 16 mois (1999 /2001)	% par rapport à la normale
Caen Carpiquet Englesqueville	987 mm	+ 536 %	1 189 mm	+ 319 %
La Percee	1 033 mm	+ 450 %	1 318 mm	+ 272 %
Lisieux	2 078 mm	+ 382 %	2 247 mm	+ 228 %
L'Oudon	1 012 mm	+ 406 %	1 107 mm	+ 185 %

Tabl. 3 - Comparaison des mesures de précipitations efficaces avec les moyennes.

Cette comparaison montre clairement que l'excédent pluviométrique (deux fois la normale au tableau 2) s'accompagne d'un excédentaire amplifié de la recharge des aquifères (de près de quatre fois la normale à plus de six fois).

Cette amplification des extrêmes climatiques sur la recharge des nappes est normale mais, dans le cas présent, elle tient également compte du fait que les excédents pluviométriques ont surtout concerné les mois les plus favorables à l'infiltration (terrains saturés en surfaces, peu d'évapotranspiration potentielle).

On remarquera que les excédents les plus marqués (Caen Carpiquet et Englesqueville La Percée) correspondent fortuitement aux zones les plus inondées (plaine de Caen et Bessin).

5.3.2. Données piézométriques

a) Organisation du suivi des aquifères

Le Service géologique régional de Haute-Normandie (BRGM) assure, dans le cadre de sa mission de Service public, le suivi piézométrique des aquifères carbonatés bas-normands qui constituent les principales ressources en eau du département du Calvados.

Ce suivi des eaux souterraines est effectué depuis plus de 35 ans pour le compte de l'AESN, Agence de l'Eau Seine-Normandie sur son réseau de bassin (autrefois réseaux de l'AFBSN et du ministère de l'Industrie) et pour le compte du réseau départemental du Conseil général du Calvados.

Ces réseaux comportent à l'heure actuelle vingt-trois points de suivi.

Les localisations des points des différents réseaux sont reportées sur la figure 106.

Un bulletin départemental de l'état quantitatif de l'aquifère crayeux est diffusé mensuellement aux principaux acteurs de l'eau en région (AESN, CG 14, DIREN, DDAF, DDASS).

La remontée des niveaux phréatiques est progressive depuis l'hiver 1997/1998 où les niveaux de l'aquifère étaient particulièrement bas. Après une hausse brutale en décembre 1999, les niveaux ont globalement stagné jusqu'en août. La décrue saisonnière de l'aquifère n'a été qu'à peine amorcée par endroits et, dès le mois d'octobre, la hausse a nettement repris, si bien que dès novembre 2000, les niveaux atteignaient sur un tiers des points de suivis les plus hauts niveaux mensuels jamais atteints.

Dès février 2001, les niveaux atteignaient sur les points de Sannerville, Poussy La Campagne, Garcelles Secqueville, Vieux Fumé, les plus hauts niveaux aquifères jamais atteints.

L'analyse des données piézométriques depuis le début mars 2001 n'a pas encore été faite (la tournée venant de s'achever) mais de nombreux records historiques ont certainement eu lieu.

Les conséquences possibles d'une telle situation exceptionnellement haute de l'aquifère avaient été clairement annoncées par le service géologique régional dès le bulletin mensuel de novembre 2000 : « Si les pluies se prolongent avec la même intensité, il est à **craindre des débordements de certaines sources actuellement considérées comme taries et le risque de remontée de nappe subaffleurante en certains fonds de vallées** ».

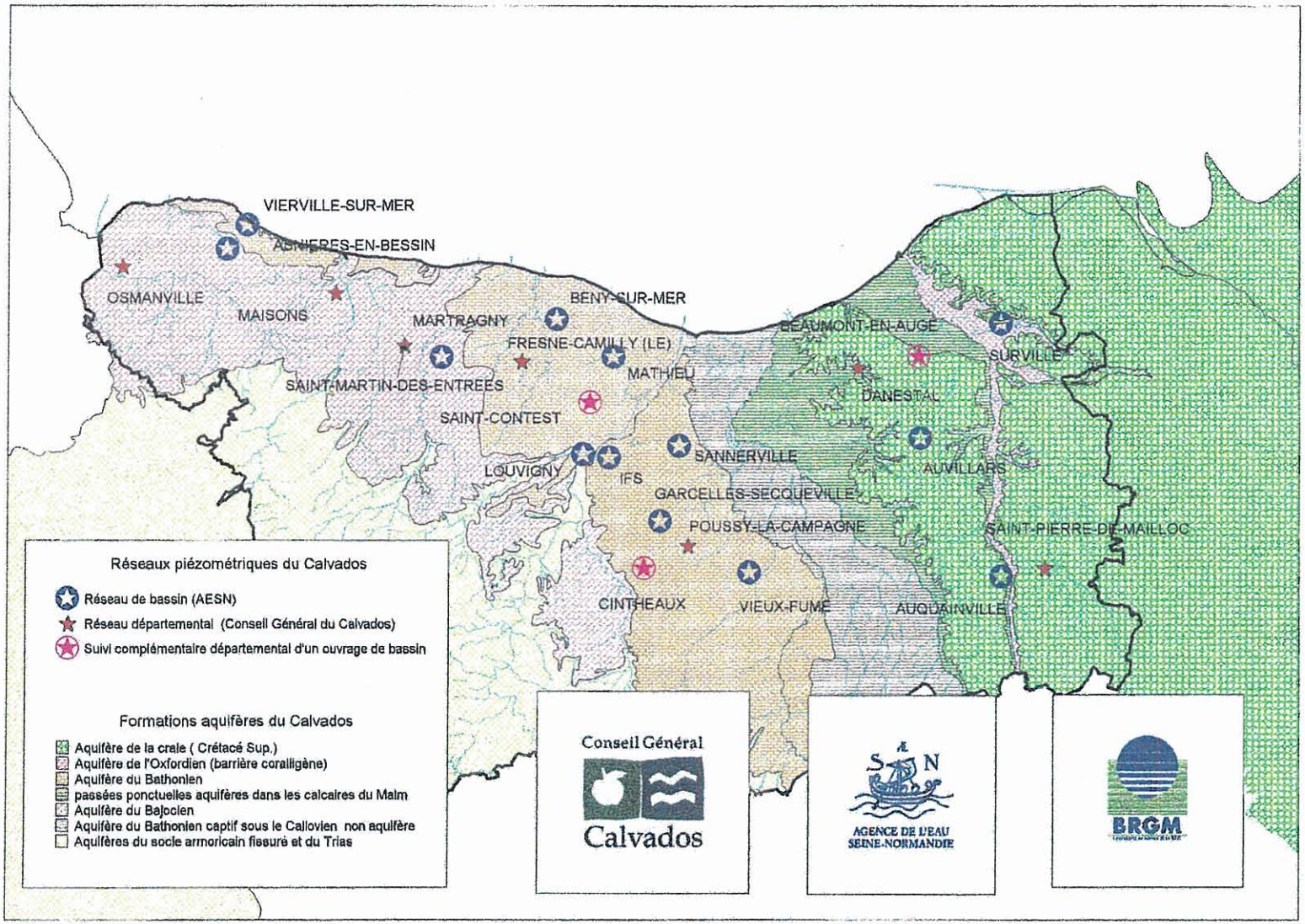


Fig. 106 - Réseaux piézométriques du Calvados sur fond cartographique des systèmes aquifères.

Cette remarque avait été maintenue en mars 2001, bien qu'après l'accalmie pluvieuse relative de la fin février et du début mars 2001, une stabilisation, voire une amorce de décrue des niveaux aquifères sur certains points, avaient été enregistrées.

Les bulletins piézométriques pour le département du Calvados de novembre 2000 et juillet 2001 (dernier en date) ont été joints dans l'annexe 2.

b) Examen des courbes piézométriques

L'examen des chroniques complètes et des historiques des quatre dernières années (fig. 107, 108 et 109) est éloquent et traduit sans plus de commentaires le caractère exceptionnel et brutal des débordements des aquifères carbonatées. Hormis les figures ci-dessus fournies à titre d'illustration, les chroniques complètes sur les ouvrages concernés par les débordements seront jointes en annexe 1.

Les tendances générales des fluctuations de niveaux phréatiques durant les derniers cycles hydrologiques peuvent brièvement se résumer :

- durant l'année 1998, la tendance des aquifères carbonatées, de part notamment leur inertie, reste encore à la décrue, et le cycle annuel est peu marqué à absent ;
- le cycle hydrologique suivant 1998/1999 est plus prononcé, par une recharge hivernale 1998/1999 notable ;
- la décrue de l'été 1999 se prolonge jusqu'à décembre 1999, où on observe généralement une remontée brutale des niveaux de base. Le cycle hydrologique 1999/2000 se poursuit avec une stagnation des niveaux et l'absence de décrue marquée durant l'été 2000 ;
- le cycle suivant 2000/2001 démarre précocement en octobre 2000 avec une remontée rapide et massive des niveaux qui, après une petite stabilisation en décembre 2000, se poursuit aussi brutalement jusqu'à la mi-février 2001. La hausse brutale de mars 2001 survient alors qu'on se situe déjà au plus haut niveau saisonnier du cycle hydrologique traditionnel ;
- sur les ouvrages piézométriques les plus réactifs, les niveaux les plus hauts se situent fin mars 2001. Pour les autres points de suivi, plus inertes, les niveaux les plus hauts atteints s'étalent jusqu'en fin mai 2001 et la tendance à la décrue des niveaux (étiage annuel des aquifères) s'est généralisée peu à peu en fin de printemps. Seuls deux ouvrages continuent de monter de manière résiduelle en juillet 2001 : Cintheaux (fig. 110) et Beaumont-en-Auge.

Durant ce cycle hydrologique 2000/2001, de nouveaux records des plus hautes eaux connues ont été enregistrés dès février 2001 : sur douze des vingt-trois points de suivi les records ont été battus (tabl. 4).

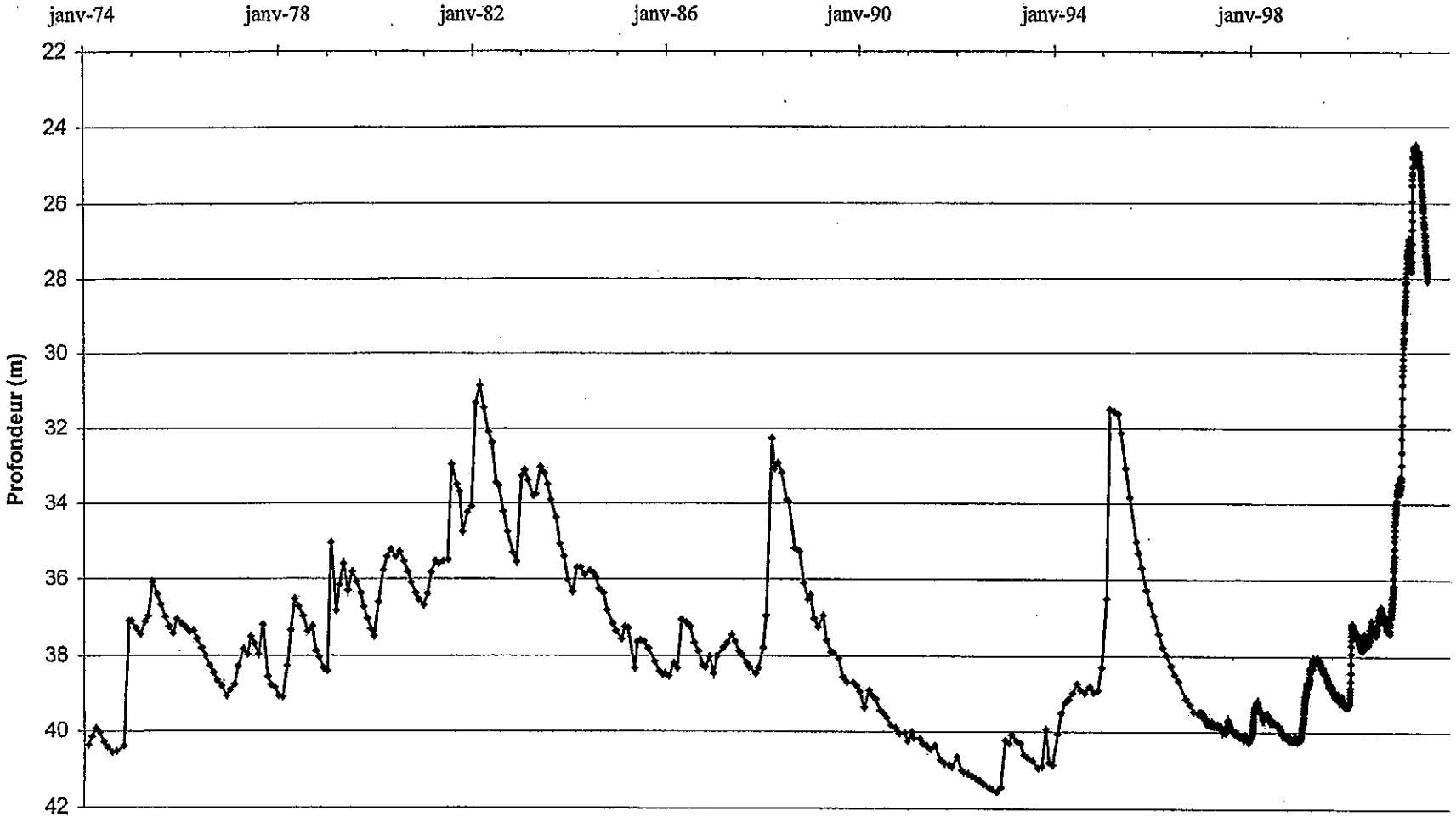


Fig. 107 - Garcelles Secqueville.

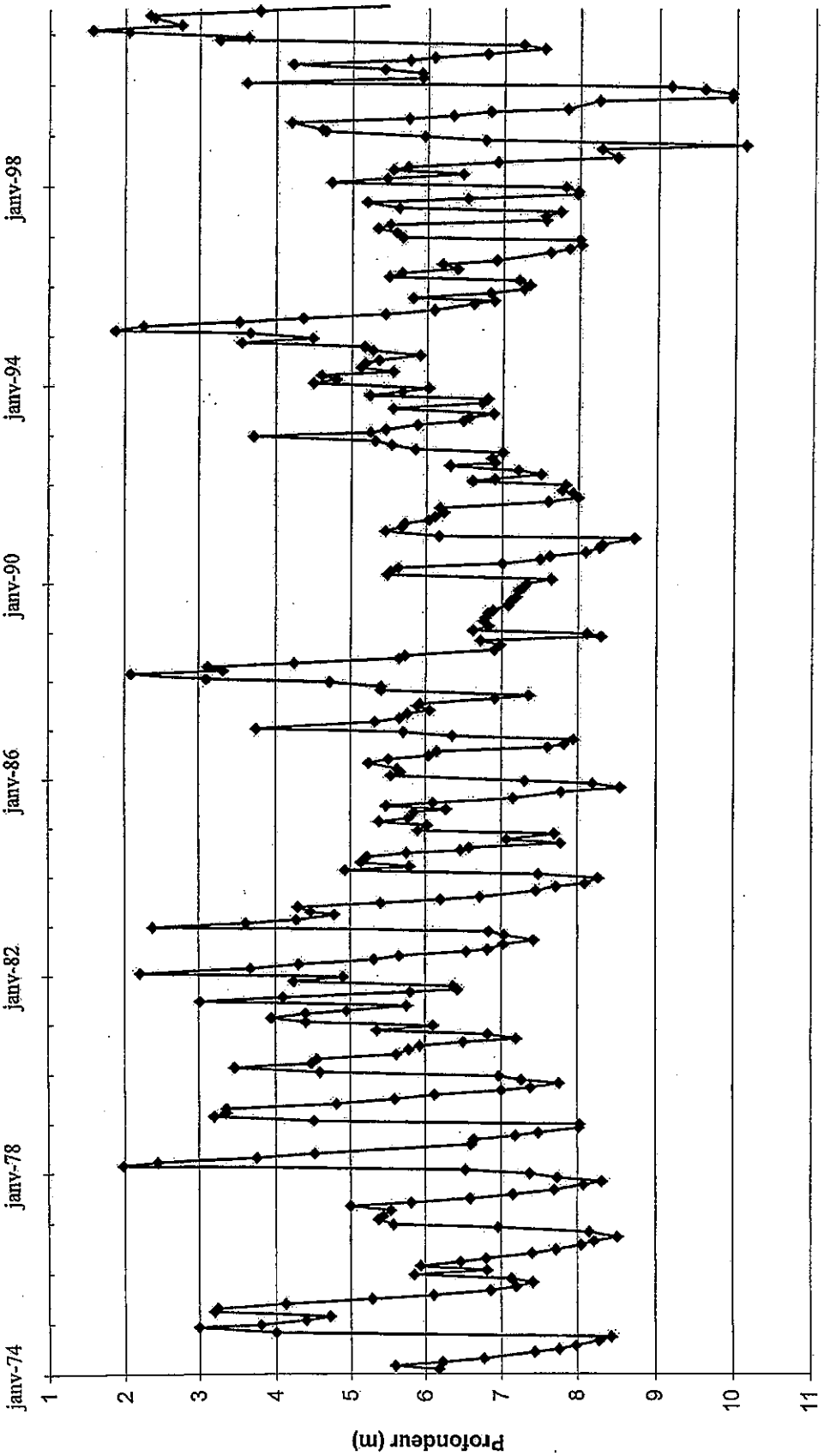


Fig. 108 - Sannerville.

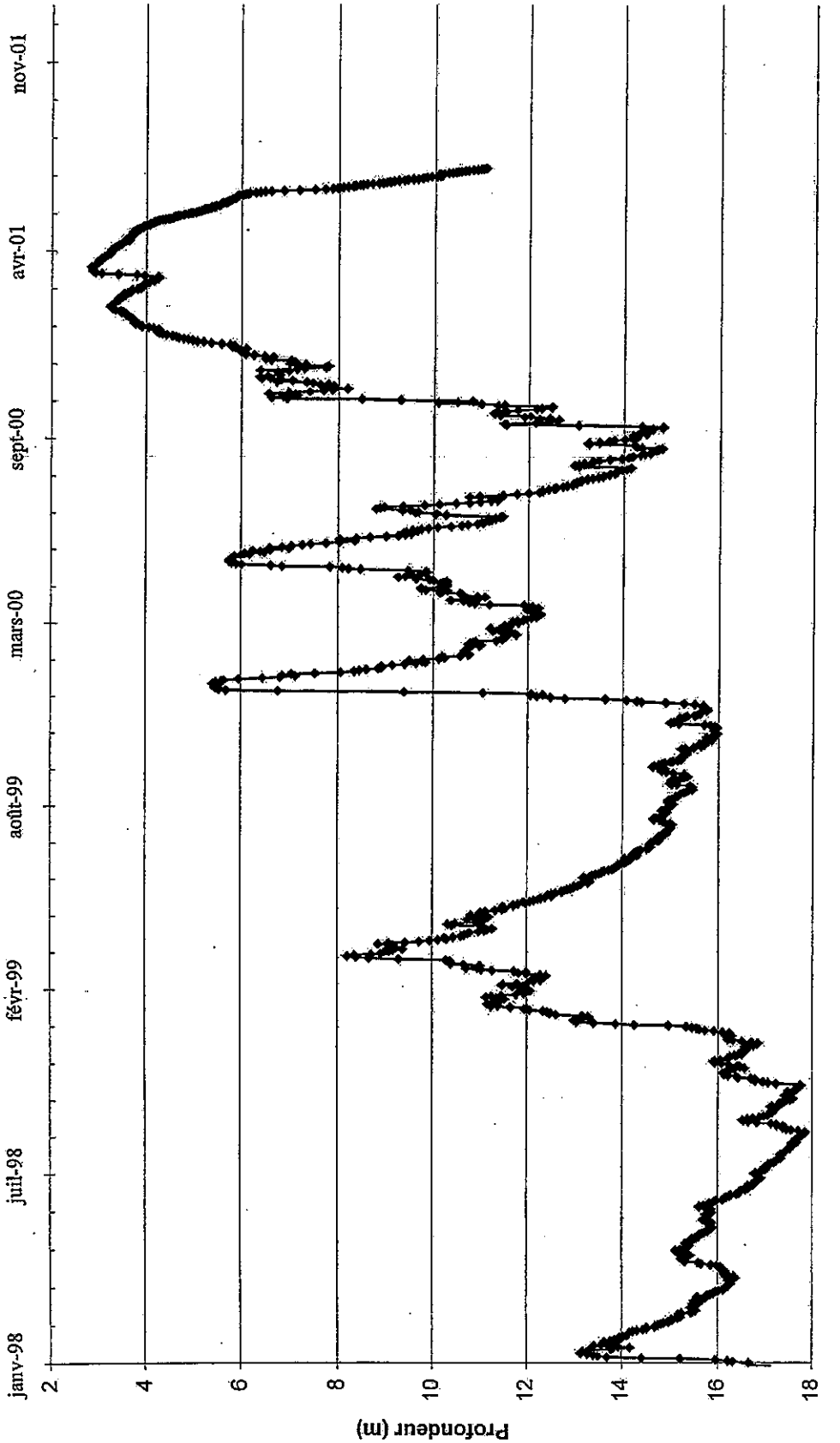


Fig. 109 - Beny-sur-Mer.

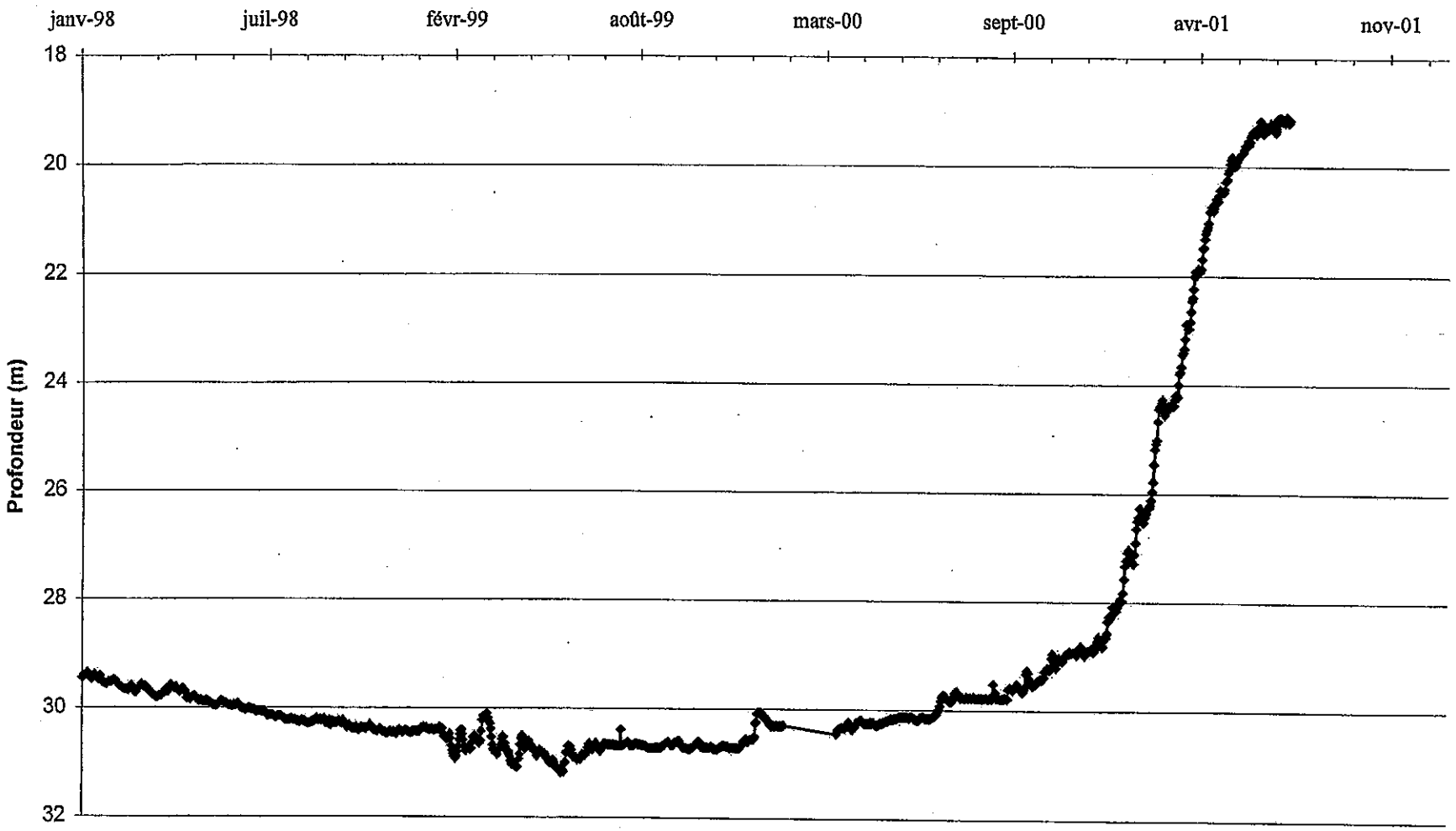


Fig. 110 - Cintheaux.

CALVADOS

23 piézomètres existants
12 nouveaux records enregistrés

Indice BRGM Commune	Début obs	Prof mini en m Année	Prof mini en m avant Sept 2000	Evolution du record en mètre
0095.5X.0023 Osmanville	28/01/74	8.92 2001	8.94 1988	0.02
0095.6X.0055 Asnières-en-Bessin	22/09/76	0.12 2001	0.41 1979	0.29
0095.7X.0005 Vierville-sur-Mer	28/01/74	1.4 2001	1.62 1988	0.22
0119.4X.0069 Beny-sur-Mer	16/12/68	2.71 2001	3.26 1995	0.55
0119.8X.0002 Saint-Contest	09/09/64	11.31 2001	13.66 1967	2.35
0120.5X.0229 Ifs	09/03/65	14.87 2001	16.08 1995	1.21
0120.6X.0009 Sannerville	04/02/74	1.57 2001	1.88 1995	0.31
0121.6X.0086 Auvillars	04/02/74	8.04 2001	9.26 1988	1.22
0146.1X.0012 Cintheaux	16/05/70	18.99 2001	22.68 1983	3.69
0146.2X.0072 Garcelles-Secq.	30/01/74	24.48 2001	30.86 1982	6.38
0146.2X.0079 Poussy-la-Camp.	30/01/74	12.68 2001	14.60 1979	1.92
0146.3X.0103 Vieux-Fumé	30/01/74	13.62 2001	18.03 1995	4.41

Tabl. 4 - Nouvelles valeurs des plus hautes eaux connues sur les stations piézométriques du Calvados en 2001.

Les données piézométriques sont consultables par internet sur le site Web de l'Agence de l'Eau Seine Normandie, à l'adresse suivante :

Adresse directe : http://agences-eau.brgm.fr/ ou via http://www.aesn.fr
(site WEB général de l'Agence de l'Eau Seine Normandie)

5.3.3. Perspectives pour la fin de l'année 2000-2001

L'examen des courbes piézométriques indique sur la quasi-totalité des ouvrages une baisse des niveaux, baisse que l'on constate généralement également sur le terrain depuis la mi-avril 2001 avec la fin progressive des débordements et le retour à la normale sur différentes zones inondées.

L'étiage des aquifères reste bien marqué jusqu'à la mi-juillet 2001 (dernière tournée effectuée). Mais depuis, le retour de pluies en juillet et début août 2001, pourrait dès fin août 2001 freiner les baisses, voire même inverser au moins temporairement les fluctuations enregistrées avant que les niveaux n'atteignent leur plus bas niveau saisonnier annuel (en septembre/octobre).

La période actuelle, naturellement à l'accalmie (cycle annuel avec niveau bas en septembre-octobre et niveau haut en mars–avril), pourrait n'être que temporaire.

Les niveaux restent plus élevés d'un bon mètre par rapport à juillet 2000. Deux ouvrages, Cintheaux au sud de Caen dans l'aquifère du Bathonien, et Beaumont en Auge dans l'aquifère de la craie cénomanienne en Pays d'Auge continuent de monter légèrement et n'ont pas encore amorcé leur étiage annuel.

Le retour de la pluie, même provisoire cet été (pouvant faire effet sur les aquifères durant trois à six mois à venir), augmente la probabilité de problèmes inondants futurs. **Le risque de remontées d'aquifères jusqu'à l'affleurement se précise peu à peu.** Avec une pluviométrie même normale, on pourrait déjà s'attendre à des retours de débordement. Autrement dit, les événements inondants ne sont probablement pas finis.

En cas de retour d'un temps sec dans la durée, ou au moins un début d'automne assez sec, le maintien de la décrue des aquifères pourrait éviter des nouveaux affleurements débordants et inondants (les perspectives d'inondations phréatiques n'apparaissent pas encore inéluctables).

6. Diagnostic

6.1. NATURE DE L'ÉVÈNEMENT

La plupart des communes visitées (liste fournie en tableau 1, chapitre 4), qui ont déclaré être soumises à des remontées des aquifères phréatiques (« crues de nappe ») à la Protection Civile du Calvados (SIDPC 14), sont effectivement soumises à des inondations par débordement des eaux souterraines des aquifères phréatiques, ceci après constat sur le terrain dans chaque cas.

Ces inondations durables par débordements des eaux souterraines des aquifères phréatiques se répartissent en **quatre** principaux types :

- des crues par débordements d'eaux souterraines dans la plaine de Caen à pente douce, soit localisées dans des petits points bas topographiques à peine marqués, soit généralisées sur de vastes surfaces planes ;
- des crues par débordements d'eaux souterraines en fonds de vallons secs, actuellement occupés par des rivières provenant, elles aussi, de la crue des aquifères affleurants, avec effets en fond de vallon ou en bord de versant en amont des sources des rivières (rivières type Orne, Seulles , Muance, etc.) ;
- des crues par débordement de la nappe d'accompagnement, relais de la nappe de la craie dans le fond des vallées, en relation avec les rivières, et qui génèrent les mêmes effets que précédemment listés, mais dans la partie de vallée traditionnellement occupée par une rivière (vallée dite « humide » type Thue, Mue, Seulles) ;
- enfin, des débordements en plateau, correspondant soit à des secteurs de zone saturée peu profonde (recoupement de la surface piézométrique en remontée avec la surface topographique) et/ou des compartiments aquifères de taille réduite (buttes résiduelles) du Bathonien (exemples Bazenville, Banville ou Villiers-le-Sec dans le Bessin) ou Bajocien (Avenay) et/ou soit à des zones naturellement peu perméables (Longueville) et où les effets de drainance naturelle ont été plus faibles que les flux de recharge.

Enfin, bien qu'ils répondent à la logique précédente, quelques débordements phréatiques correspondent à des contextes particuliers :

- en zone de socle armoricain à Courvaudon ,
- en milieu dunaire (Ouistreham) ou d'arrière-dune littorale (parties basses de Gefosse Fontenay) ;
- un unique débordement dans la craie du Cénomanien sur une crête piézométrique. On notera que dans l'aquifère de la craie, côté département de l'Eure, près de quatre-vingt-dix communes ont été touchées par les remontées phréatiques débordantes de l'aquifère crayeux, dont neuf communes dans le canton de Thiberville limitrophe.

Les bassins versants qui sont affectés par les crues par débordements des aquifères phréatiques sont l'Aure, la Seulles, la Thue, la Mue, l'Odon, l'Orne, la Laize, la Dives, la Muance, la Gronde.

Si on peut supposer que les autres rivières et fleuves côtiers du département sont affectés, on constate que l'absence d'urbanisation dans les zones sensibles, mais aussi la logique de la procédure « catastrophe naturelle » expliquent vraisemblablement en grande partie l'absence de demandes de constats par les communes dans ces endroits. On peut aussi supposer que les débordements de nappe étant peu habituels, en certains endroits, une confusion peut rester entre les résultats de ces phénomènes et ceux plus habituels d'inondations par ruissellement ou forte pluie directe.

6.2. ORIGINE NATURELLE MAJEURE DE L'ÉVÉNEMENT

6.2.1. Aspects climatiques

Comme il l'a été longuement détaillé et justifié, chiffres à l'appui, dans le chapitre 5, **la principale cause de ces hautes eaux est due aux fortes précipitations, largement excédentaires depuis deux ans**, qui dépassent les valeurs annuelles observées depuis plus de vingt ans sur plusieurs stations météorologiques. Il en découle une réalimentation largement excédentaire des eaux souterraines qui se cumulent sur deux ans. Cette alimentation a largement rechargé les aquifères bas-normands, à commencer par le plus important d'entre eux, l'aquifère du Bathonien, qui est actuellement en très hautes eaux.

L'aquifère Bathonien dépasse la situation historique de hautes eaux de 1995, la situation de début 2001 constituant globalement le record absolu enregistré depuis environ trente ans, date du début des mesures piézomètriques régulières dans le département.

Pour finir, il est rappelé comme dans la partie 4 et à l'aide des données des hauteurs enregistrées sur les différents aquifères dans le chapitre 5, **le coté exceptionnel de tels débordements de nappe phréatique dans la région.**

Certaines maisons anciennes touchées ne seraient plus là si ce cas de figure avait été fréquent lors des deux-cent – trois-cent dernières années, et les témoignages des riverains montrent dans plusieurs cas que des phénomènes de débordement durables n'ont pas laissé de mémoire : des analogues à la situation actuelle sont donc anciens.

Les effets des débordements ont été plus ou moins influencés, aggravés à des échelles plus locales, par la conjonction d'autres effets qu'ils soient d'origine naturelle (conditions locales de site) ou d'origine anthropique (modalités de construction ou d'urbanisation répondant à des abaques validées sur dix ou vingt ans par exemple).

6.2.2. Effets de sites

L'importance de ces effets de sites est bien mise en évidence dans le paraphe 6.1 ci-dessus, la typologie des débordements étant faite sur des considérations purement géomorphologiques.

La description des différents contextes et comportements hydrogéologiques des aquifères bas-normands dans le chapitre 2 explique bien que les zones les plus favorables sont localisées dans des contextes géomorphologiques bien particuliers (débordement en vallon sec, remontée anormale des cours d'eaux dans les vallées humides, inondation en bas de versant de vallée humides, débordement en plateau, en zone dunaire).

On apportera néanmoins les précisions complémentaires suivantes :

- du fait de pentes peu marquées dans le Bessin et la campagne de Caen en dehors des grandes vallées (Orne, Seulles), la simple présence de relief en collines suffit sur le plateau pour créer des points de débordements (Ussy, Bazenville, Secqueville en Bessin...) ;
- l'imbibition poussée en pied de versant (vallée de l'Orne et de la Laize par exemple) est accentuée par la verticalité du terrain encaissant l'aquifère (pente marquée du versant), qui permet une mise en charge élevée en arrière de paroi et contribue vraisemblablement au maintien en hautes eaux de l'aquifère de fond de vallée, les arrières du massif calcaire étant eux-mêmes en situation de très hautes eaux phréatiques ;
- les remontées des niveaux d'eaux dans le milieu souterrain ont pu réactiver des circuits d'écoulements préférentiels par des réseaux fissuraux ou karstiques, normalement dénoyés et dont la résurgence en pied de versant ou non (Danestal, Bessin) contribue au débordement ponctuel phréatique ;
- des effets de barrières hydrauliques par crue de rivière contribuant à des remontées de nappes phréatiques en fond de vallée par transfert de pression comme c'est le cas en vallée de l'Orne, de la Laize de la Seulles, de la Mue, mais qui ont pu, de façon non identifiée, contribuer à amplifier certaines inondations ponctuelles par crues de rivières ou par temps de forte pluie.

6.3. FACTEURS ANTHROPIQUES

Depuis la survenue de tels épisodes dans un passé plus ou moins lointain, soit, depuis au moins une cinquantaine d'années de façon certaine, les facteurs d'environnements hydrologiques ont souvent changé de manière marquée au sein des différents bassins versants.

6.3.1. Généralités

Les principales modifications, du fait des surfaces concernées, sont liées à l'évolution du milieu rural avec les changements de pratiques culturales, le remembrement et ses conséquences.

On retrouve également ces modifications de l'environnement à une ampleur moindre, en zone urbaine ou périurbaine.

Ces changements des facteurs de ruissellement sont davantage soulignés sur les sols totalement saturés.

6.3.2. Changement de pratiques culturales

Les zones de cultures d'herbage traditionnel ont fait place, ces dernières décennies, en forte proportion à des cultures de labours (notamment avec le maïs). Les sols sont laissés à nu au repos, en période hivernale.

Le caractère naturel des limons des plateaux laissés ainsi non recouverts est à la battance (refus d'infiltration des pluies, d'autant plus marqué que les pluies sont fortes) et ainsi, à l'augmentation du ruissellement agricole.

Les eaux météoritiques ainsi « bloquées » en surface se chargent rapidement en éléments limoneux (également de nitrates, pesticides) et forment soit des mares en point bas, soit en suivant la pente topographique rejoignent les talwegs, les eaux fortement chargées en particules de terre finissant dans les cours d'eaux des vallées humides ou par rejoindre directement le milieu souterrain absorbé dans des points d'engouffrement (pertes karstiques).

Les sillons des labours sont généralement tracés dans l'axe principal du champ, qui est souvent l'axe de la pente naturelle, ce qui accélère les phénomènes de ruissellements.

Les sols avec couverture végétale (herbage entre autres) présentent trois atouts majeurs : ils atténuent fortement, voire, suppriment la battance des sols, ils freinent par rugosité les écoulements, et enfin ils ont une capacité de rétention en eaux : ils apparaissent en diminution régulière dans le département.

Des cultures intermédiaires d'hiver ou pour des cultures particulières d'été (semis sous maïs) permettent de maintenir une couverture des sols, sans épuiser la terre végétale en éléments nutritifs (pouvant même contribuer à un enrichissement naturel de celui-ci). Ces techniques mériteraient *a priori* d'être davantage utilisés.

En aval de champs drainants, les réseaux pluviaux de surfaces n'ont pas été systématiquement réajustés et peuvent localement concourir à aggraver la situation.

6.3.3. Remembrement et autres aménagements similaires

Une des conséquences du remembrement a été une réduction importante (localement totale) des haies traditionnelles dont les atouts hydrologiques pour la maîtrise des écoulements de surface ont été longtemps mésestimés (frein à l'eau limitant les débits instantanés lors de fortes pluies).

Dans le même esprit de rationalisation poussée, il est à noter la suppression des rideaux d'arbres, le comblement des zones humides et des mares, situées souvent en point bas. Le rôle essentiel de ces mares était, dans le passé, d'assurer les besoins en eau pour la consommation humaine (ce qui pouvaient occasionner quelques incidents sanitaires sévères) et les besoins des élevages.

Cette logique a été poussée à l'extrême dans le centre et le littoral de la plaine de Caen et dans une mesure légèrement moindre dans le Bessin. De plus, une partie de ces vastes surfaces agricoles sont alors à leur tour progressivement conquises par le développement urbain, qui modifie encore d'avantage les changements environnementaux alors que ces zones d'habitations se révèlent dans le même temps de plus en plus vulnérables.

Chaque hiver d'année pluvieuse, en de nombreux points bas, des mares réapparaissent malgré leur comblement.

6.3.4. Milieu urbain ou périurbain

Les changements en milieu urbain restent de même nature, à savoir, d'un point de vue global, l'augmentation des phénomènes de ruissellement par imperméabilisation des surfaces.

Les remblais, notamment ceux de réseaux enterrés (VRD) peuvent constituer des voies privilégiées d'écoulement des eaux souterraines en position de sub-surface.

L'envahissement des réseaux pluviaux et d'assainissement, avec localement des petits griffons, jaillissant (Saint Sylvain, Rots) ou des débordements de puits de fermes traditionnelles à margelle basse (Fierville Bray, Bazenville, Le Manoir...) ont été plusieurs fois observés.

Il a été constaté de manière dispersée dans le département que de nombreuses maisons anciennes, traditionnelles, se trouvaient légèrement enterrées par rapport au terrain, ce qui pouvait laisser penser à une pratique de construction régionale. Après renseignements pris auprès des services de la DRAC de Basse-Normandie, il s'avère que cela n'est pas du tout le cas : les routes, au fur et à mesure des opérations de maintenance et de modernisation, ont été peu à peu légèrement surélevées depuis 1950. Cette surélévation, bien qu'atténuée, se répercute sur le terrain « naturel » entourant les maisons et bloque l'écoulement en surface des eaux suintant des parcelles construites.

6.3.5. impacts sur la qualité chimique

En absence de réseaux opérationnels de suivi de la qualité chimique naturelle des eaux souterraines de l'aquifère de la craie, l'évaluation en périodes de hautes eaux de l'impact chimique des activités humaines reste inconnu.

Néanmoins, l'ensemble des observations éparses (études ponctuelles, analyses DDASS...) semble en moyenne indiquer dans la grande majorité des cas une large dégradation de la qualité des eaux souterraines lorsque les niveaux de l'aquifère sont hauts.

Dans la mesure également où le degré de pollution des terrains superficiels en milieu non saturé est souvent élevé (nitrates, phytosanitaires, matières organiques, éléments métalliques, et autres produits des décharges), un tel constat n'a rien de surprenant.

Il est de plus à craindre des dégradations sensibles de la qualité chimique des eaux souterraines en cours de décrue par concentration de produits divers associés aux eaux de pompage, eaux usées rejetées, ou entraînées lors de l'envahissement des réseaux d'assainissement par les eaux souterraines (matière organique, hydrocarbures ou autres molécules organiques, localement métaux lourds à proximité de chaussées, etc.) comme à Grentheville, Saint-Sylvain, Banneville-la-Campagne.

La remontée des niveaux, jusqu'à ces horizons plus largement contaminés, s'accompagne inévitablement de phénomènes de rééssuyage, de lixiviation par les eaux souterraines, ce qui explique très vraisemblablement les dégradations de qualité chimique généralement constatées.

Il a été signalé oralement à deux ou trois reprises des pratiques d'épandages agricoles pour le moins curieuses : des boues seraient préférentiellement épandues avant les forts épisodes pluvieux signalés. Du fait du lessivage poussé pendant ces périodes climatiques défavorables, une nouvelle couche de boues serait alors répandue dans les champs. Il n'a pas pu être déterminé si ces mauvaises pratiques relevaient de l'inconscience de certains exploitants agricoles ou obéissaient à une logique pour le moins indélicate.

7. Recommandations

Face à ces phénomènes d'inondation durable (semaines à mois) par débordement des eaux souterraines des aquifères bas-normands, il n'existe malheureusement aucun moyen technique simple pour régler définitivement ce problème d'envahissement d'eau.

On peut proposer, sans prétention à l'exhaustivité, les mesures suivantes dont l'objectif est plus de limiter l'impact des débordements des aquifères phréatiques sur la vie des gens que supprimer ces inondations, chose impossible à réaliser à cette échelle :

- en effet, seul un rabattement de nappe par pompage adapté (gros volume, installation permanente avec entretien et suivi) permettent de baisser localement le niveau de la nappe et donc de limiter les conséquences d'un débordement par remontée des niveaux phréatiques. Toutefois, non seulement des volumes énormes seraient à pomper (que ce soit dans les aquifères carbonatés ou les nappes d'accompagnement des cours d'eaux), le coût de maintenance des installations serait totalement dissuasif, et une question simple reste insoluble : le rejet des eaux pompées en période très humide, avec rivières en crue n'est pas envisageable sans augmenter en aval l'impact de ces inondations déjà très sensibles dans la région. En effet, en absence d'un exutoire en surface (réseau d'assainissement de surface, cours d'eaux, zone humide) ou lorsque l'exutoire naturel en surface est saturé au plus fort des périodes de crises pluviométriques (inondations de surface associées), le pompage s'effectue en circuit fermé. De plus, il faut savoir que les opérations de pompage peuvent développer les fissures empruntées par l'eau et, par augmentation de la perméabilité, peuvent avoir pour conséquences d'augmenter le débit de l'eau ;
- des travaux de drainage de terrain peuvent être ponctuellement envisagés si la pente vers l'exutoire naturel est suffisamment marquée. En cas de débordement généralisé à l'ensemble du site, les ouvrages de drainage ont par contre plus tendance à favoriser la remontée rapide de l'aquifère (et plus tard sa décrue) et deviennent inopérants ;
- **une des seules actions qui puisse faire preuve d'une efficacité certaine est l'écrêtement des aquifères en partie superficielle du sol par le réseau pluvial de surface, à condition** de pouvoir rejeter les eaux interceptées dans un exutoire naturel capable d'évacuer le débit drainé, sans créer plus en aval d'autres dégâts par inondation de surface cette fois-ci. Cette solution n'est donc uniquement possible que lorsque les phénomènes de ruissellement pluvial ne saturent plus l'exutoire en aval. En attendant, les eaux de débordements doivent être stockées aussi longtemps que nécessaire dans des secteurs à enjeux moindres (hors des habitations, et si possible des abords). On voit très clairement les limites de cette technique dans des endroits sensibles par inondations de surface... ;
- des aménagements du réseau pluvial peuvent être entrepris (curage de fossé, ouvrage hydraulique sous chaussée...) pour soulager des points bas ponctuels en permettant l'évacuation, à condition que les dispositifs créés puissent être laissés en temps normal fermés pour ne pas aggraver les phénomènes ponctuels et intenses de ruissellement pluvial (de type orage) et donc les risques d'inondations associés, par accentuation des

effets de concentration des eaux de ruissellement. Des aménagements durables, dits « d'hydraulique douce », sont vivement à préconiser pour assurer un rôle de rétention des eaux ou freiner les écoulements (réhabilitations ou créations de mares, zones humides, haies, fossés enherbés ou autres « freins à l'eau »).

Tous ces réaménagements ne peuvent être pensés que dans l'esprit de la loi sur l'eau où eaux de surface et eaux souterraines sont à considérer comme une seule entité indissociable.

Dans les sites fortement urbanisés comme les agglomérations de Caen, de Bayeux ou du littoral de la Manche, il pourrait être utile de mettre en place un réseau de surveillance piézométrique utilisé comme moyen d'alerte et d'information des riverains potentiellement concernés. De tels réseaux pourraient aussi fournir, à échelle locale, des nuances et subtilités sur l'écoulement local des nappes phréatiques permettant une gestion plus fine de l'urbanisme, les réseaux actuels, à la dimension du bassin Seine-Normandie ou à celle du département ne pouvant prétendre à cette finesse d'analyse.

Certaines des propositions énoncées ci-dessous doivent être chiffrées par un bureau d'étude compétent au cas par cas, tout travail mal dimensionné pouvant être plus dommageable qu'utile.

Pour les habitations de plain-pied ayant des infiltrations d'eau au niveau du rez-de-chaussée :

- rehausser le sol des pièces les plus basses de rez-de-chaussée de plain-pied : cette solution n'étant adaptée que lorsque la construction le permet (plafond suffisamment haut, sol portant...) ;
- étancher l'ensemble de la semelle de fondation et les sols supports de la construction, pour éviter les infiltrations par fissures ou porosité des matériaux actuels ; un tel cuvelage est très onéreux et doit être effectué par un professionnel ;
- éviter, dans certains cas, que des habitations ou murs fassent office de barrage à l'écoulement des eaux de nappe en surface, rehaussant alors localement le niveau de l'eau ; un système drainant autour des habitations ou un jeu de canalisation reportant l'eau d'amont en aval de la construction peut éviter cet effet barrage. Par contre, ce type de travaux n'aura pas de conséquences sur la crue de nappe elle-même, le drainage n'étant efficace qu'au-dessus du niveau piézométrique ;
- localement, un pompage limité (mais potentiellement continu) peut éviter qu'un débordement de l'aquifère phréatique de nappe soit catastrophique pour une habitation. Cette mesure, qui limite l'impact de la crue de nappe, doit être effectuée alors en ayant bien maîtrisé les rejets d'eau pompée qui ne doivent pas causer des désagréments supplémentaires, notamment à d'autres habitations proches. Cette mesure ne peut raisonnablement être envisagée que dans le cas du pompage d'un surplus d'eau et non pas dans une logique de rabattement de nappe.

Pour des habitations ayant des infrastructures enterrées ou semi-enterrées.

Depuis la seconde partie du XIX^{e} siècle, dans certaines cités ouvrières normandes en zones sensibles, il est apparu une pratique de construction qui était rare en Normandie auparavant, à l'exception de quelques bâtiments particuliers : les caves et sous-sols. Pour les cités ouvrières construites à la fin du XIX^{e} siècle, la plupart des habitants se sont habitués aux infiltrations d'eau et se sont adaptés à cette situation régulière. Par contre, le cas des maisons récentes, en fond de vallée (sèche ou non) et équipées d'un sous-sol avec accès véhicule démontre un décalage évident entre zones potentiellement humides et techniques de construction utilisées. Il n'est pas surprenant de voir que de la liste de constats effectués, le cas le plus fréquent est le sous-sol plus ou moins inondé de façon durable par infiltration d'eau, sans parler des inondations par ruissellement de surface. Les propositions listées ci-dessous visent à limiter l'impact des inondations par débordement des aquifères phréatiques mais ne peuvent modifier le phénomène souterrain :

- mettre en place un système de pompes à activer en cas de besoins pour éviter l'ennoiement des sous-sols ou rez-de-chaussée concernés. Dans le cas de forts débits de nappes (altimétrie insuffisamment au-dessus du niveau piézométrique des nappes en crue par exemple), cette solution est illusoire, les débits à pomper (et à éjecter en dehors des zones sensibles) étant beaucoup trop importants pour que des aménagements durables et raisonnables soient envisageables. De plus, le rejet des eaux pompées pose un problème, notamment en zone urbanisée où le réseau d'assainissement pluvial ne doit pas être utilisé à cet usage, mais aussi simplement parce que de telles crues de nappe surviennent en année pluvieuse avec des rivières déjà en haut niveau voire en crue ;
- déplacer, depuis le sous-sol vers le rez-de-chaussée ou dans des appentis attenants aux habitations, les installations sensibles (chaudières, alimentations électriques et compteurs, vannes ou compteurs des divers réseaux) ou les équipements potentiellement polluants (cuves à fuel pour chauffage domestique par exemple). On s'assurera alors que l'ancrage en surface est adapté pour éviter toute déstabilisation par l'eau des réservoirs d'hydrocarbures ou des canalisations associées. Ces mesures présentent l'avantage qu'en cas de problème d'inondations récurrentes, on peut éviter des désagréments comme l'absence de lumière ou de chauffage en cas d'inondation, ce qui limite l'impact du traumatisme subi ;
- si en théorie, des solutions techniques permettent d'étancher totalement un sous-sol d'habitation (« cuvelage »), leur coût et les contraintes imposées par ce type de travaux apparaissent très onéreux à réaliser à partir d'une construction individuelle déjà en place. Le dimensionnement des procédés d'étanchéification intégrale implique un examen et des modifications des fondations d'ancrage des habitations pour éviter que ces habitations ne bougent (comme un « flotteur ») sous la pression des eaux souterraines en crue ; outre leur coût élevé, ces travaux peuvent être difficiles à mettre en œuvre sur des habitations déjà construites. Par contre, une bonne étanchéification des murs par injection de consolidants hydrofuges, un dallage béton et la mise en place d'une pompe en point bas dans une cuve étanche peut suffire à résorber les eaux d'infiltration dans certaines habitations. L'équilibre est atteint lorsque les infiltrations de nappe sont suffisamment limitées pour être pompées par un équipement normal

sans pour autant que la construction ne soit proche d'une poussée par pression d'eau. Outre le coût des travaux, il faut intégrer ensuite la consommation en énergie de ces équipements. Ces travaux, pour être correctement faits sans conséquence indirecte sur la stabilité de la construction, doivent être effectués avec l'aide d'un professionnel ;

- ponctuellement, selon le même esprit, un pompage en amont d'habitation pourrait permettre un rabattement de nappe et éviter certains désagréments en rez-de-chaussée d'habitation. Cette solution reste toutefois difficile à mettre en œuvre dans le cas de grandes surfaces à rabattre en cas de crue de nappe : les volumes à pomper seraient très importants, le coût de l'installation onéreux, et il faudrait disposer d'un exutoire aux eaux pompées ; les cas examinés dans le Calvados dans ce présent document montrent que l'exutoire des eaux de pompage est déjà plus qu'insuffisant du fait des inondations de surface quand la crise survient. Cette option apparaît donc à limiter à de très rares cas particulièrement sensibles, après étude précise et sont des travaux onéreux à mettre en place et dont il faut ensuite assurer le fonctionnement, ce qui implique des coûts de maintenance supplémentaires ;
- une solution « plus simple » mais parfois difficile à accepter peut être la suppression du sous-sol des habitations concernées : cette solution n'a pas pour but de supprimer les inondations par débordements des eaux souterraines ; elle évite aux habitants de subir ces crues, en supprimant notamment les fragilisations sur le long terme des murs des sous-sols, ceux-ci devenant de simples fondations en « pleine terre ». Dans ce cas ; il s'agit de combler le sous-sol avec un matériau chimiquement inerte (gravelle, tout-venant, terre) en laissant un vide sanitaire sous le rez-de-chaussée permettant à la fois une bonne aération des murs et le maintien d'un accès à certains réseaux. Cette option doit être envisagée avec du recul mais n'est pas obligatoirement la plus mauvaise dans le cas d'habitations ayant déjà subi des inondations répétitives depuis quelques années ;
- dans plusieurs cas, les matériaux de construction utilisés pour les habitations permettent des remontées d'humidité par capillarité (limons et torchis, mortiers à la chaux, vieux ciments). L'injection de produits hydrofuges en pied de mur, ou mieux, quand c'est possible, en mur de fondation sous le sol du rez-de-chaussée, devraient limiter ces effets de remontée d'humidité ;
- enfin, en terme de risques, si les constructions anciennes à colombage et torchis risquent de subir des dommages lors du séchage, les risques de dommages sur les habitations à la décrue semblent limités dans la région (pas ou très peu de sols gonflants). Toutefois, il reste aussi évident que si une seule crue de nappe ne devrait pas affecter de façon importante les habitations en parpaing de béton ou en béton coulé (dans la mesure ou un séchage par aération est bien effectué), il est clair que des dommages pourraient survenir sur un plus long terme si ces crues de nappe devenaient fréquentes.

Autres infrastructures

- **Voirie** : plusieurs voiries sont touchées par ces crues de nappe qui, imbibant le sous-sol de fondation de chaussée, suppriment alors toute portance à la voie. Un certain nombre de tronçons de voirie devront être refaites jusqu'à la couche de fondation, celle-ci ayant perdu, lors de sa saturation complète lors de la remontée débordante des eaux souterraines, une bonne partie de sa résistance mécanique. Certaines voies ont ainsi été partiellement, voire, totalement détruites, lors du passage de charges lourdes (poids lourds, tracteurs et remorques) lors de la crue de nappe. Pour d'autres tronçons, il semblerait judicieux de s'interroger si certaines voiries, ne servant que de raccourci ou de « shunt », ne doivent pas être abandonnées (fermeture à la circulation de véhicules et usage en chemin de randonnée par exemple). Leur entretien pour maintenance en état risque d'être de plus en plus coûteux si ces phénomènes de remontée de nappe jusqu'au débordement deviennent fréquents. De plus, dans certains cas, de telles chaussées empruntent souvent la ligne de thalweg de vallées sèches et constituent des accélérateurs aux eaux de ruissellement en général.

- **Voierie** : la pratique de recouvrir directement, sans décapage préalable, d'une nouvelle couche de béton-bitumineux les voiries, devrait être évitée dans les tronçons sensibles (plus de matériaux à décaisser pour refaire la fondation de chaussée) aux abords de parties urbanisées ou construites ; l'augmentation de la hauteur de chaussée a créé des zones de points bas sans écoulement de surface. Si ces faits ne gênent pas en zone non construite (ils sont même très utiles de fait en freinant l'eau de ruissellement), ces pratiques provoquent parfois des inondations d'habitation (que ce soit par ruissellement ou débordement d'aquifère phréatique) qui seraient facilement évitées avec une voirie moins haute. Un examen détaillé de chaque zone de chantier permettrait d'éviter ces désagréments dans le futur.

- **Canalisations** : en règle générale, les crues de nappe phréatique sont susceptibles de causer des dommages aux canalisations. Celles-ci peuvent rejouer du fait de l'absence de portance des terrains d'une part, mais aussi pour les canalisations qui se trouvent remplies d'eau et en charge du fait des déversements de pompage dans ces tuyaux. Elles sont soumises à des pressions internes inhabituelles faisant jouer les joints et provoquant des fuites d'eaux parasites dommageables à la portance du sous-sol local. Des inspections devraient être envisagées dans les zones les plus touchées, principalement pour ce qui concerne les canalisations d'eaux usées. Celles-ci peuvent en effet lors de climats plus secs, déverser des produits organiques dans le milieu et générer des pollutions avec risques sanitaires.

- **Stations d'épuration, installations sanitaires diverses** : il a été constaté (hors Calvados) l'ennoiement de stations d'épurations situées en fond de vallée, à l'aval des bourgs qui en ont l'usage. La pluviosité des derniers six mois et les crues de nappe associées provoquent actuellement des effets de dilution qui limitent l'impact sanitaire de ces stations inopérantes. Toutefois, avec l'été, un climat plus sec risque de voir des quantités non négligeables de matière organique (avec cortège bactérien associé) exister en surface dans les résidus d'eaux stagnantes ou par lessivage dans les rivières.

Ces pollutions pourraient, outre la zone locale directement concernée, se retrouver à l'aval et toucher les estuaires ou parties de littoral à la sortie des fleuves côtiers. Un contrôle de la qualité des eaux littorales aux exutoires pour les divers fleuves côtiers du département est donc conseillé. Outre les stations d'épuration, il est difficile d'estimer les dommages aux installations de types fosses septiques, réservoirs de recueil d'eaux polluées avant traitement ou vidange, etc. Ces ouvrages étant généralement enterrés, on peut supposer des pollutions diffuses à l'aval dues à des dommages par ce type d'installation.

- **Autres infrastructures de desserte de réseaux en fond de vallée** : bien que les constats réalisés n'ait pas révélé de tels cas, on évitera plus généralement, dans le futur, de construire des infrastructures en point bas. Le surcoût de cette prévention en phase projet devrait largement supprimer des coûts de maintenance ou de réfection en cas de dommages dus à un excès d'eau en fond de vallée.

8. Conclusion

Le Calvados connaît depuis le début 2001 un débordement général des aquifères bas normands en Plaine de Caen et dans le Bessin, débordements en grande majorité localisés dans le plus grand aquifère de la région basse-normande, l'aquifère des calcaires du Bathonien.

Ces remontées à l'affleurement des aquifères se traduisent par des sorties résurgentes d'eaux ou des ruissellements dans des sites de vallées ou de vallées sèches mais aussi dans les vastes zones de plaines et de plateaux de la Plaine de Caen et du Bessin, qui ne connaissent pas depuis plusieurs années, voire près d'un siècle au moins ce type de phénomène. On notera toutefois qu'en certains points, l'hiver pluvieux de 1994-1995 a initié de tels phénomènes mais en moindre ampleur.

Suite à la demande des cinquante-neuf mairies inondées de classement en état de catastrophe naturelle d'inondation au titre des remontées de nappes phréatiques, demande relayée par la Protection Civile du département du Calvados, le Service Géologique Régional (BRGM) de Basse-Normandie s'est rendu sur les différentes communes pour constater l'origine des inondations, l'ampleur des débordements et des dégâts, les spécificités de contexte propre à chaque site, informer les élus sur ces phénomènes phréatiques exceptionnels et restituer de manière synthétique, sous forme d'un unique rapport réalisé à l'échelle départementale, l'ensemble des éléments d'investigation récoltés.

Si quelques-uns des cas d'inondations ne relèvent en rien de problèmes de remontées de nappes phréatiques (Arromanches, Ryes, Isigny-sur-Mer, Tracy-sur-Mer, Vendeuvre, Saint Paul-du-Vernay) ou juste à titre de facteurs secondaires aggravants à des problèmes d'inondation par les eaux de surface (Vers-sur-Mer, Bayeux, Reviers), les problèmes d'inondations sur les autres communes ayant fait l'objet d'un constat par le BRGM relèvent avant tout de problèmes de remontées phréatiques : **cette situation est objectivement exceptionnelle.**

Ces inondations durables (les premiers cas ont démarré en décembre 2000 pour finir ou fortement diminuer en juin 2001) sont caractéristiques de débordements ponctuels par des eaux souterraines, imputables aux remontées des aquifères bas-normands jusqu'à l'affleurement (état exceptionnel de très hautes eaux).

La grande majorité (quarante-trois des quarante-neuf cas) concernent des débordements de l'aquifère des calcaires du Bathonien seul ou combiné avec des mises en charges de l'aquifère sous-jacent des calcaires du Bajocien qui, à l'affleurement, a de son côté débordé dans quatre cas.

Les débordements concernent également de manière individuelle le cordon dunaire associé au Bathonien (Ouistreham) et l'arrière-dune littorale avec le Bajocien (Gefosse

Fontenay), l'aquifère de la craie du Cénomanien (Danestal) et enfin un aquifère fissuré du socle armoricain (Courvaudon).

La principale cause de ces hautes eaux est due aux fortes précipitations, largement excédentaires depuis deux ans, qui dépassent souvent les valeurs annuelles observées depuis plus de vingt ans sur plusieurs stations météorologiques. Il en découle **une réalimentation largement excédentaire des eaux souterraines qui se cumulent sur deux ans** et rechargent de manière excessive les différents aquifères.

Des facteurs aggravants des phénomènes sont fréquemment observés, qu'il s'agisse d'effets naturels des sites (effet de barrière hydraulique des cours d'eaux en crue dans les fonds de vallée, verticalité locale) ou de facteurs anthropiques : maîtrise incomplète des eaux de ruissellement agricoles ou urbains, suppression des éléments de rétention des eaux en surface tels que les mares, les zones humides et les haies, le manque d'entretien des fossés du réseau pluvial, l'imperméabilisation marquée en secteur urbain.

Les changements environnementaux de ces dernières décennies ont pris une ampleur qui apparaît sans équivoque abusive en Plaine de Caen.

Les problèmes restent peu variés :

- inondation partielle ou totale de sous-sols ;
- terrains imbibés d'eau (voire noyés) à proximité des habitations, en position haute vis-à-vis du terrain inondé ;
- sorties d'eaux à travers les sols et les murs pour les rez-de-chaussée directement concernés par le débordement ;
- dégâts sur les canalisations, notamment sur les réseaux d'eaux usées, par envahissement des canalisations par les eaux souterraines, voire instabilité de terrains due à forte imbibition, ce qui justifiera en certains endroits des vérifications d'étanchéité ;
- champs inondés naturellement, notamment au niveau des anciennes mares situées en points bas et comblées depuis plusieurs décennies, ou artificiellement (rejets des eaux débordantes depuis les zones d'habitation) ;
- potentiels dégâts sur chaussées à prévoir avec la fin de la crue (surcharges sur voiries sans portance) ;
- ennoiement d'installations comme des stations d'épuration, ce qui impliquera inspection et modifications éventuellement à prévoir pour isoler certains éléments dans le futur ?

Si des techniques permettent pour partie de limiter les effets des débordements phréatiques, elles restent d'une efficacité généralement limitées, sont contraignantes et coûteuses (notamment les opérations de pompage). La seule mesure parfois efficace de réduction des débordements phréatiques consiste à écrêter la nappe dans la frange superficielle du sous-sol lorsque la morphologie du terrain le permet et que les réseaux

d'écoulement de surface ne sont pas saturés. La rehausse (altimétrique) des structures vulnérables, voire l'abandon ou le déplacement des structures trop exposées, constitue l'autre alternative réellement efficace. C'est en terme de limitation d'impact qu'il faut envisager des mesures face à un débordement phréatique.

L'amélioration attendue et observée (fin des débordements en fin de printemps et durant l'été 2001) ne doit pas faire oublier qu'il ne s'agit avant tout que de fluctuations saisonnières naturelles des aquifères bas-normands, la fin de la décrue et le retour des remontées des niveaux phréatiques pouvant démarrer si la fin de l'année n'est pas sèche.

Dans un contexte de pluviométrie persistante (malgré deux mois secs en mai et juin 2001), avec maintien de hauteurs saturées à des niveaux plus élevées que l'année précédente, le retour de débordements phréatiques apparaît **de manière de plus en plus prévisible**, avec comme principal inconnue l'ampleur de ces débordements, qui sera fonction de la pluviométrie à venir.

En cas de pluies persistantes d'intensité normale voire en partie au même degré que durant l'automne hiver 2000-2001, la situation de crise de mars-avril 2001 pourrait, après l'accalmie de l'été, être atteinte dès l'automne prochain et largement dépassée ensuite.

Enfin, bien qu'aucune base prospective fiable n'existe concernant l'évolution du climat dans les 10-15 prochaines années, une tendance au réchauffement aura pour conséquences vraisemblables que la situation actuelle des nappes, considérée à juste titre comme exceptionnelle, ne devienne sinon systématique à chaque printemps, du moins plus fréquente, voire « normale ».

Dans ces conditions, il apparaîtrait judicieux, même si les propos précédents sont des tendances prospectives sans base scientifique fiable et démontrée actuellement de façon quantitativement utilisable, de prévoir à ajuster quelques comportements de la société humaine vis-à-vis de ces phénomènes de débordement de nappe.

Dans cet esprit, on pourra citer comme précautions, une plus grande acuité dans la gestion de l'urbanisation des fonds de vallées ou sur les types de constructions à permettre (limiter les structures enterrées inadaptées par exemple, édifier de futures infrastructures sensibles hors de fonds de vallées afin d'éviter de trop grosses réparations mais aussi limiter ainsi l'impact sanitaire éventuel lié à la mise hors service de ces installations).

La consultation du site piézométrique de l'AESN http://agences-eau-brgm.fr peut permettre de visualiser par tous l'état des nappes phréatiques de la région, du fait de l'existence de deux réseaux piézométriques (réseau patrimonial de bassin et réseau départemental). Ce site présente les courbes des points suivis : sachant que ces débordements de nappe ont un temps de retard situé entre deux et six mois par rapport à la pluviométrie, l'examen des courbes peut permettre à tout public d'identifier une arrivée potentielle d'un débordement de nappe par simple comparaison entre les courbes

de ces deux dernières années et les données futures : des valeurs de piézométrie analogues à 2001 seront indicatrices de débordements de nappes potentiels.

Enfin, à titre d'illustration sur l'intensité des modifications des fonds de vallées de façon récente à échelle géologique (quelques millénaires) tant naturelles qu'anthropiques (les milieux strictement « naturels » en France n'existant plus du fait de l'impact de l'homme sur le paysage depuis quelques millénaires) sur la réactivité de ce milieu face aux aménagements anthropiques, la photocopie d'un article récemment paru dans le bulletin de l'association pour l'étude du Quaternaire est proposée en annexe du présent document.

Planches photographiques

Ces planches ne donnent pas une situation exhaustive de tous les sites et parcelles concernées mais illustrent la plupart des différents cas de figures rencontrés quant aux divers effets catastrophiques d'un débordement de nappe.

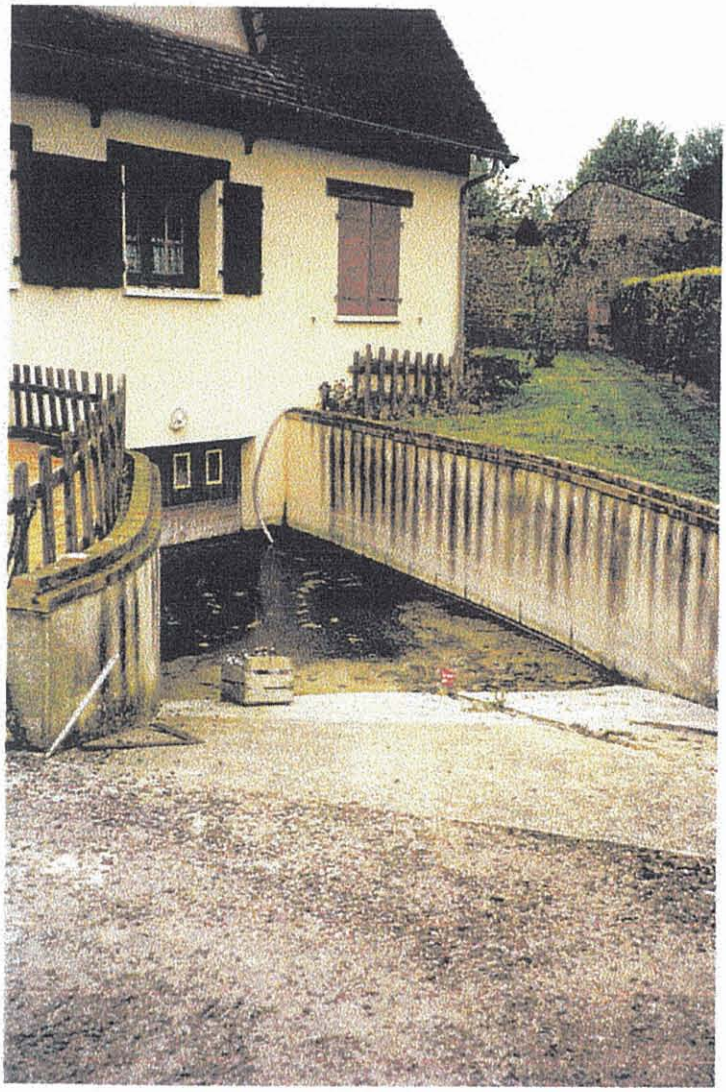


Photo 1 - Débordement de nappe phréatique dans le Calvados (printemps 2001) : cas le plus typiquement rencontré : cave inondée de pavillon récent (post 1960).

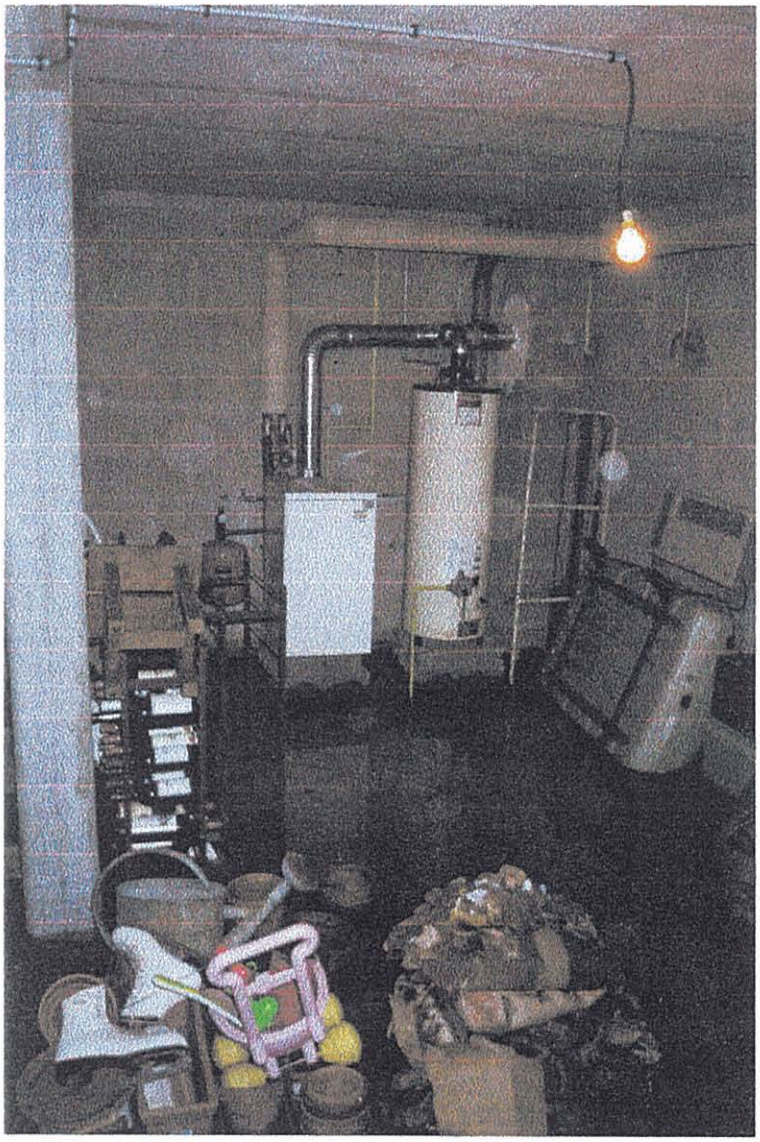


Photo 2 - Débordement de nappe phréatique dans le Calvados (printemps 2001) : installations vulnérables en sous-sol rehaussées.

Photo 3 - Débordement de nappe phréatique dans le Calvados (printemps 2001) : aquifère phréatique affleurant : salle de classe primaire condamnée.

Photo 4 - Débordement de nappe phréatique dans le Calvados (printemps 2001) : aquifère phréatique affleurant en pleins champs dans la plaine de Caen.

Photo 5 - Débordement de nappe phréatique dans le Calvados (printemps 2001) : centre bourg paralysé par l'affleurement de l'aquifère phréatique.

Photo 6 - Débordement de nappe phréatique dans le Calvados (printemps 2001) : zone industrielle touchée par l'affleurement de l'aquifère phréatique.

Photo 7 - Débordement de nappe phréatique dans le Calvados (printemps 2001) : débordement de cours d'eaux hors de son lit canalisé et réactivation de l'ancien corps alluvial naturel.

Photo 8 - Débordement de nappe phréatique dans le Calvados (printemps 2001) : envahissement et débordement par le réseau d'assainissement : phénomène photographié ici résiduel (après avoir été nettement artésien).

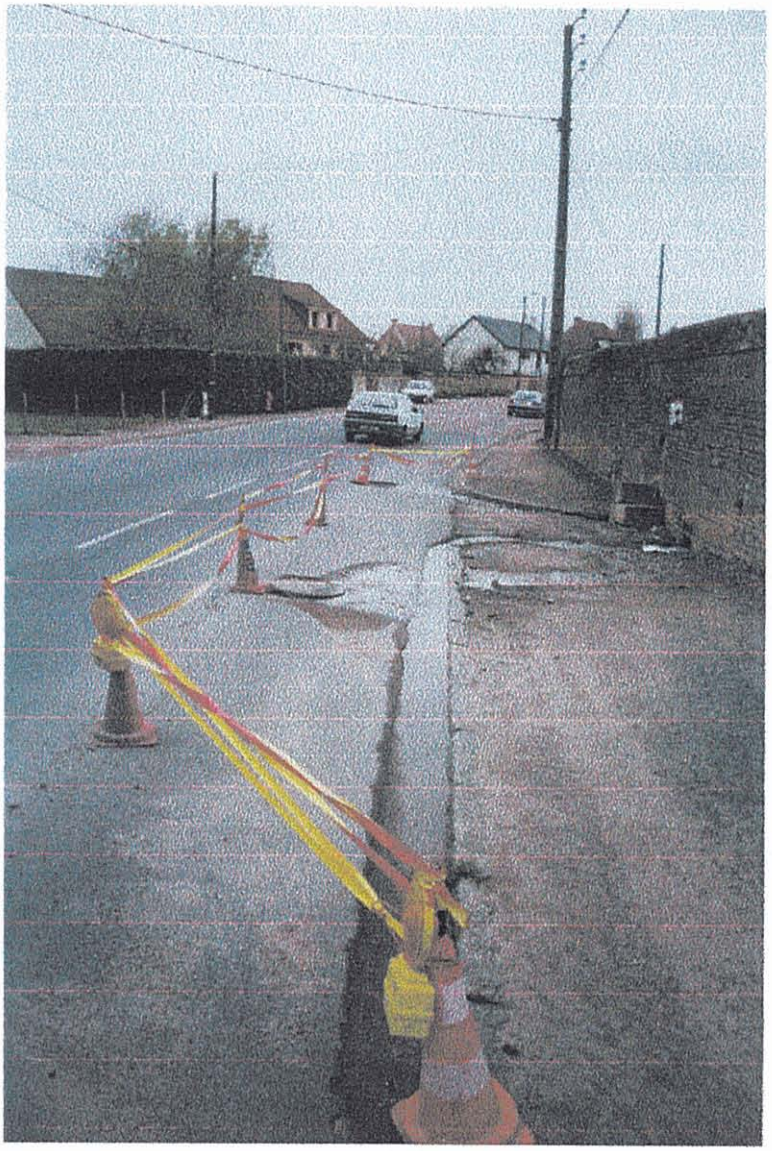


Photo 9 - Débordement de nappe phréatique dans le Calvados (printemps 2001) : envahissement du réseau d'assainissement avec écoulements visibles.

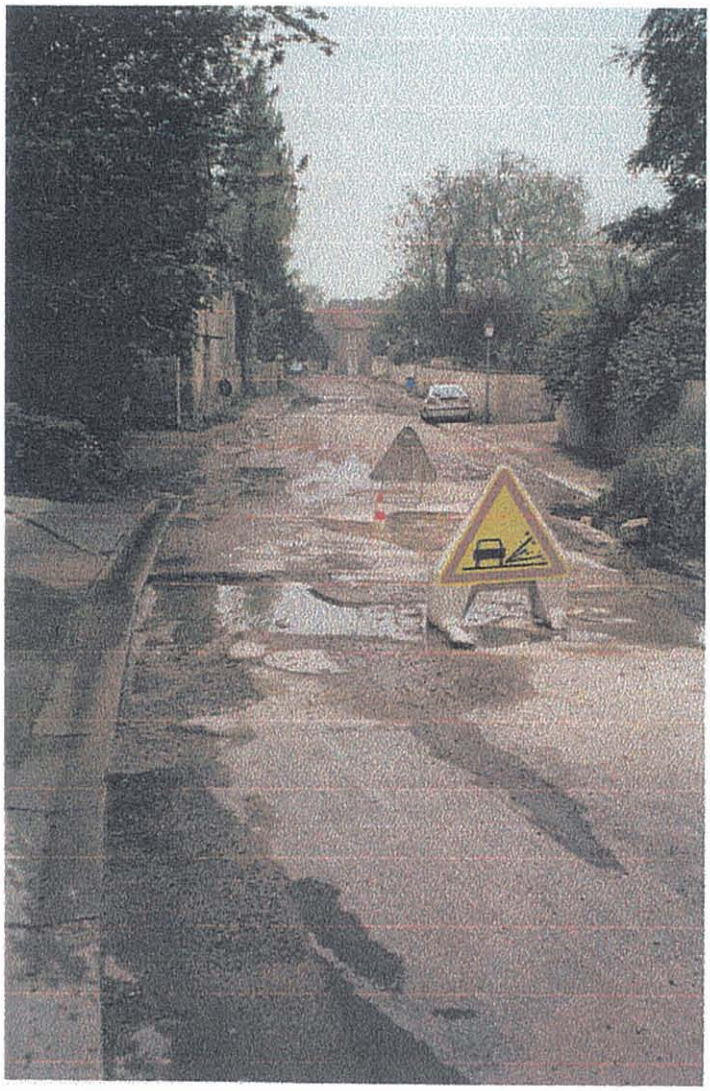


Photo 10 - Débordement de nappe phréatique dans le Calvados (printemps 2001) : impact sur voirie suite à imbibition des couches de fondation de la voie et passage de charges lourdes.

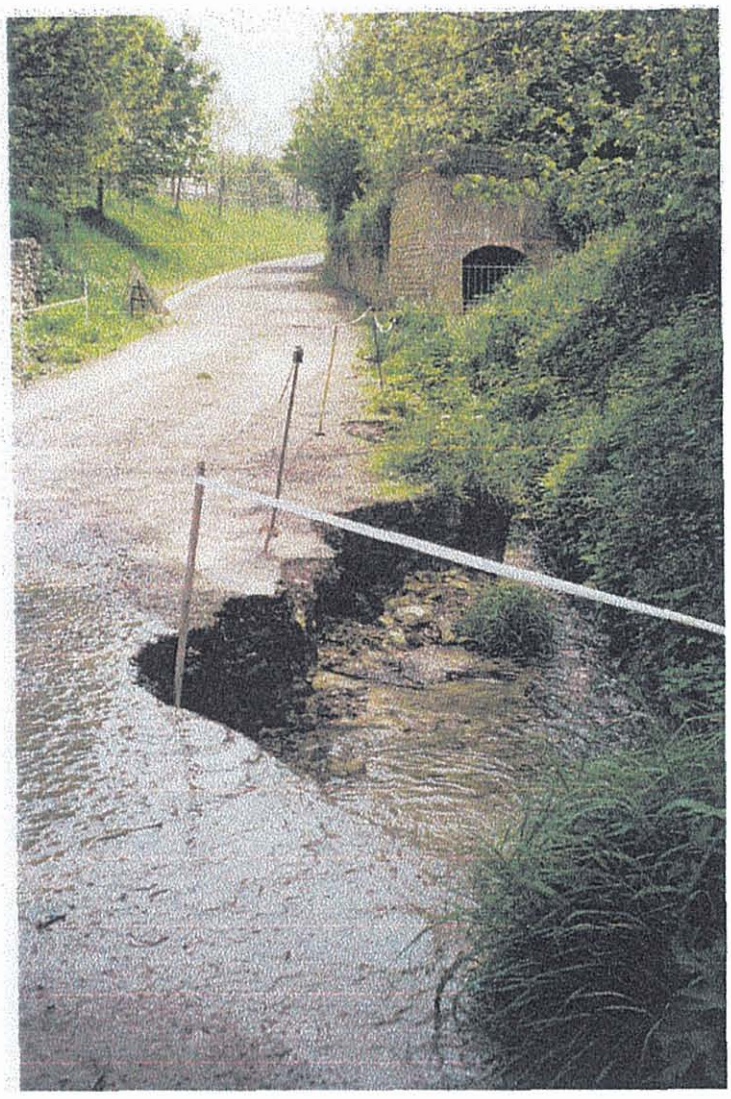


Photo 11 - Débordement de nappe phréatique dans le Calvados (printemps 2001) : impact sur voirie suite à imbibition des couches de fondation de la voie et sape par les fossés d'assainissement.

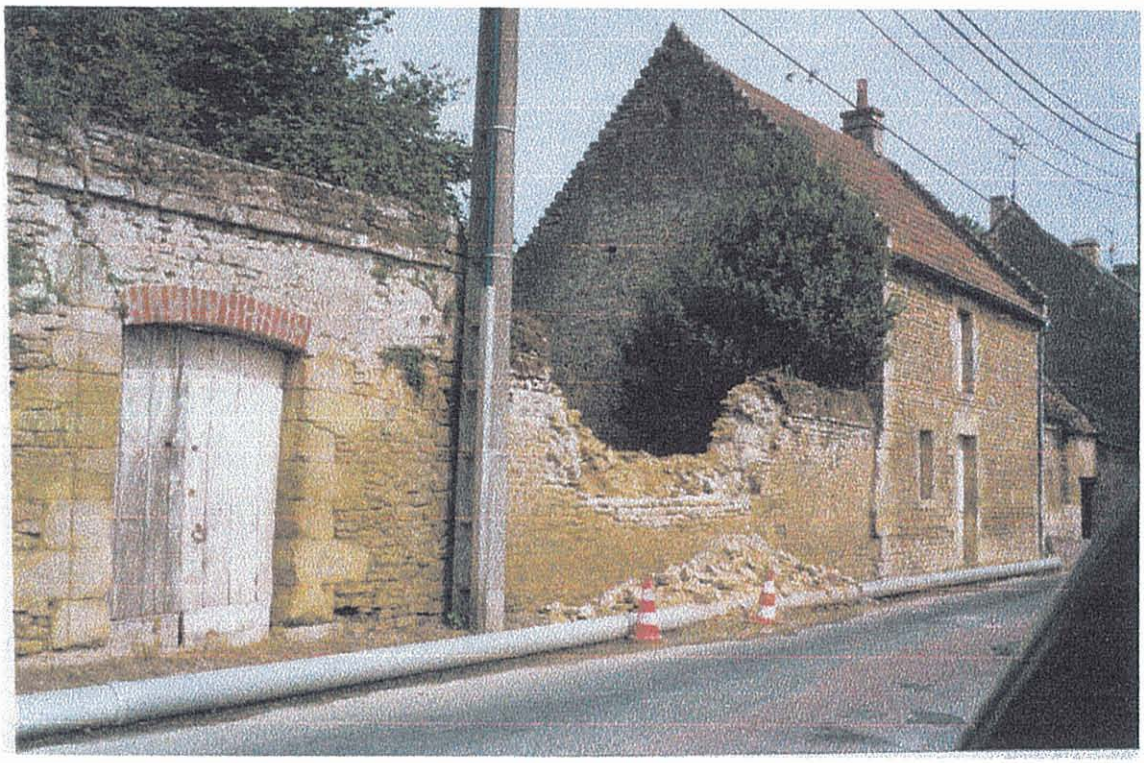


Photo 12 - Débordement de nappe phréatique dans le Calvados (printemps 2001) : instabilités associées du sous-sol : effondrement d'un mur traditionnel en pierre (bien entretenu) par défaut d'assises du terrain.

Photo 13 - Débordement de nappe phréatique dans le Calvados (printemps 2001): rejet incontrôlé et abusif des eaux de pompage d'un sous-sol en plein secteur urbain.

ANNEXE 1

Brochure sur les remontées de nappes phréatiques en Basse-Normandie (DIREN Basse-Normandie 2001)

Bulletins piézométriques du département du Calvados des mois de novembre 2000 et juillet 2001

Courbes piézométriques des ouvrages de suivis des aquifères bas-normands (réseaux de bassin et départemental)

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PREFECTURE DE LA REGION
BASSE-NORMANDIE

DIRECTION REGIONALE
DE L'ENVIRONNEMENT

Les remontées de nappes d'eau souterraine en Basse-Normandie

Mai 2001

Un phénomène naturel aux conséquences dommageables...

La Basse-Normandie dispose, dans le secteur du Bessin et des plaines de Caen, de Falaise et d'Argentan, de ressources en eaux souterraines abondantes et utiles à l'alimentation en eau des populations. Le niveau de ces nappes dépend étroitement de la pluviométrie et fluctue naturellement dans le sous-sol sans compromettre habituellement les activités qui s'exercent en surface. Dans un passé récent le niveau des nappes était d'ailleurs au plus bas et la sécheresse obligeait à limiter les usages de l'eau. La recharge exceptionnelle de ces nappes, consécutive à la très forte pluviométrie de l'automne et l'hiver derniers, se manifeste depuis plusieurs mois de façon diverse, accompagnée de dommages parfois importants.

... S'informer pour agir

Ce document indique les informations disponibles sur l'impact du phénomène en Basse-Normandie et sur les actions engagées ou à engager par l'Etat, les collectivités locales, les particuliers.

Pluviométrie et historique de la recharge des nappes

Le niveau des nappes varie naturellement de plusieurs mètres chaque année en fonction des apports pluviométriques. Cette variation s'inscrit également dans des cycles d'années humides et d'années sèches. Des inondations ponctuelles par remontée de nappe ont déjà été observées dans un passé récent en 1982, 1988, 1995.

Bien que ce phénomène ne soit pas nouveau en Basse-Normandie, il est aujourd'hui exceptionnel par l'importance de la recharge de la nappe et l'étendue des zones concernées. En effet, les niveaux atteints en mars 2001 sont très souvent supérieurs aux maxima observés au cours des 30 dernières années, la nappe ayant parfois remonté localement de plus de 10 mètres. Ce phénomène s'explique par l'importance des précipitations ayant touché la région depuis octobre 2000, faisant suite à une année humide.

Plus de 670 mm d'eau, soit environ la pluviométrie moyenne annuelle, sont tombés en 6 mois à Caen, à une période de l'année où l'essentiel de la pluie s'infiltre ou ruisselle.

Conséquences sur les écoulements superficiels

La remontée des nappes se manifeste également par la reprise des écoulements dans des vallées ou des vallons habituellement secs, par l'augmentation du débit des sources et celle des niveaux d'eau dans les marais et par un débit important des cours d'eau alimentés par les eaux souterraines. Le niveau de ces rivières est très élevé et le restera jusqu'à l'été, même en l'absence de nouvelles pluies. Dans ces conditions, en présence de sols encore gorgés d'eau, beaucoup de cours d'eau restent très réactifs et de nouveaux débordements sont possibles en cas de précipitations même faibles ou orageuses.

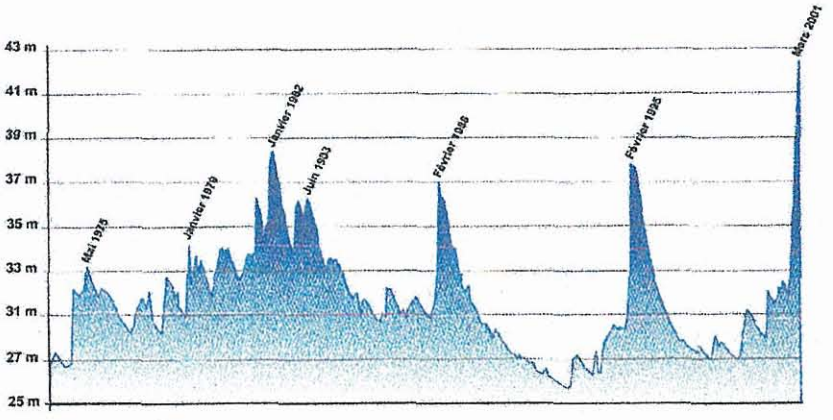
Glissements de pentes et éboulements

L'excès de pluviométrie se traduit également par des mouvements de terrain de deux natures distinctes. Les glissements de pente qui sont des mouvements lents, affectent les matériaux meubles ou argileux sur les versants des vallées et les bords de mer. Les éboulements qui sont des mouvements rapides, touchent des formations rocheuses.

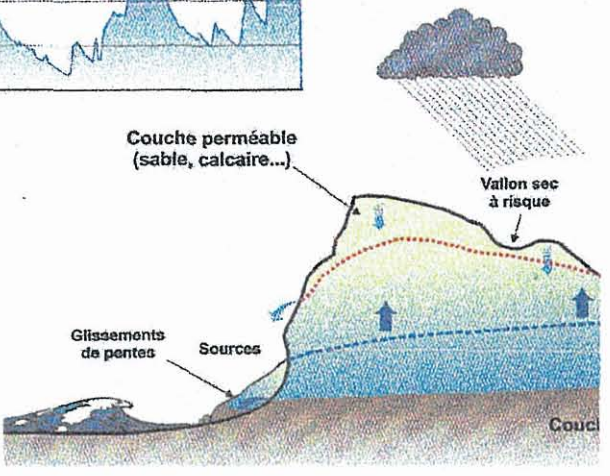
Dans les conditions actuelles, ces mouvements sont réactivés soit directement par la remontée du niveau de la nappe (phénomène de poussée), soit par la diminution des caractéristiques mécaniques des matériaux imbibés d'eau (perte de cohérence).

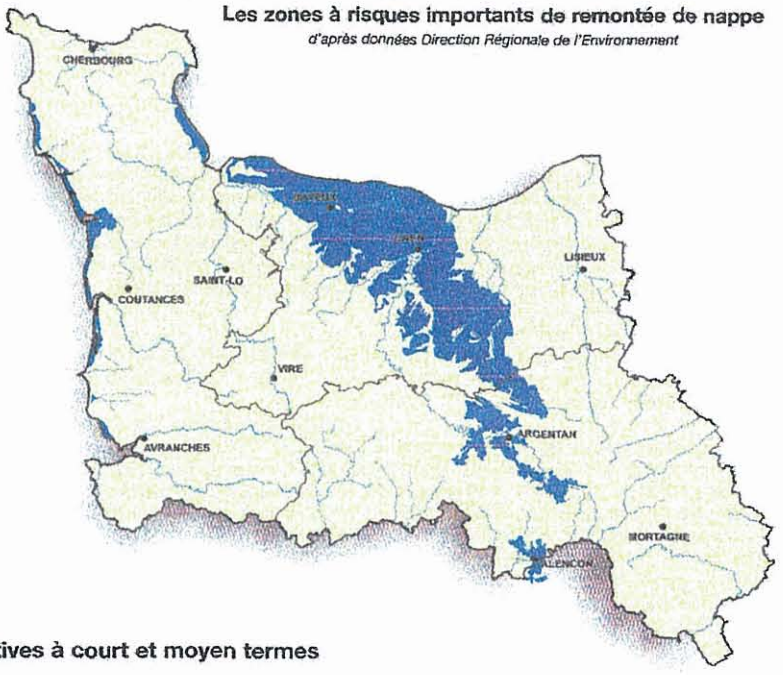
Evolution 1974-2001 de la nappe du bathonien

d'après données AESN et BRGM - station de Garcelles-Secqueville



L'évolution de la nappe des calcaires de la plaine de Caen montre clairement : une période de recharge importante au cours des années 1974-1982 ; une période de baisse générale des niveaux jusqu'en 1999, avec 2 années de forte recharge en 1988 et 1995.

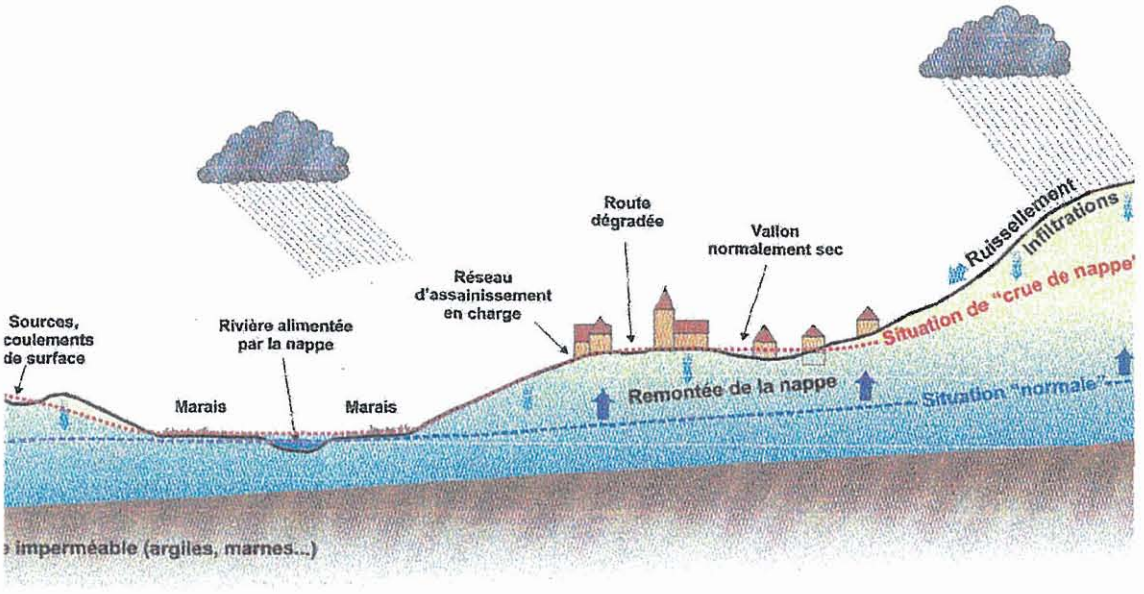




Les zones à risques importants de remontée de nappe
d'après données Direction Régionale de l'Environnement

Perspectives à court et moyen termes

La nappe des calcaires des plaines est alimentée par infiltration d'eau de pluie sur de grandes surfaces et la réserve en eau y est très importante. Ce système aquifère réagit avec une relative inertie. L'eau qui s'infiltre dans les sols met un certain temps à parvenir à la nappe, puis s'écoule par gravité vers les points les plus bas : vallons, vallées, marais, mer. La vitesse de transit de l'eau vers les exutoires est liée à la perméabilité de l'aquifère et aux différences de pression à l'intérieur de celui-ci. Elle varie de quelques mètres à quelques centaines de mètres par an. Les fortes pluies des derniers mois devraient faire encore sentir leurs effets pendant plusieurs semaines : même en l'absence de nouvelle précipitations, les niveaux d'eau peuvent continuer à monte localement, en particulier à l'aval de l'aquifère. Toutefois l'évapotranspiration par la végétation et l'approche de l période estivale devraient réduire l'alimentation des nappes Mais même dans ce cas, la baisse naturelle du niveau inte vient avec une relative lenteur, de 1 m à 30 cm par mois env ron. Les affleurements de nappes devraient disparaître pro gressivement dans les prochaines semaines, mais de nom breux sous-sols inondés continueront de l'être pendant plu sieurs mois, voire davantage en cas d'automne pluvieux.



L'action des pouvoirs publics

Instruire les demandes d'indemnisation

Les inondations consécutives aux remontées de nappes phréatiques sont des événements qui peuvent être reconnus comme catastrophe naturelle et ouvrir ainsi droit au dispositif d'indemnisation des sinistrés mis en place par la loi du 13 juillet 1982 et intégré dans le code des assurances. Cette garantie ne couvre toutefois que *" les dommages matériels directs non assurables ayant eu pour cause déterminante l'intensité anormale d'un agent naturel, lorsque les mesures habituelles à prendre pour prévenir ces dommages n'ont pu empêcher leur survenance ou n'ont pu être prises "*. Les biens sinistrés doivent par ailleurs être couverts par un contrat d'assurance " dommages aux biens ".

Il appartient aux maires de **rassembler les demandes des sinistrés, constituer un dossier de demande de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle** et de l'adresser à la préfecture du département. Ce dossier est transmis au ministère de l'Intérieur pour examen. Il est suivi, le cas échéant, d'un arrêté interministériel ouvrant droit à l'indemnisation. Les assurés disposent d'un délai de 10 jours après publication de l'arrêté interministériel au Journal Officiel, pour faire parvenir à leur compagnie d'assurance un état estimatif de leurs pertes, s'ils ne l'ont pas fait dès la survenance des dégâts.

Les délais d'envoi doivent être les plus réduits possibles et **les informations fournies par les communes précises et exhaustives** afin de ne pas retarder l'instruction des dossiers. Il est notamment essentiel de bien préciser la nature de l'événement à l'origine des désordres.

Pour plus de précisions sur la démarche à suivre par les communes, contacter le Service de Défense et de Protection Civile de votre Préfecture :

Calvados : 02.31.30.64.00
Manche : 02.33.06.50.50
Orne : 02.33.80.61.61

Mieux connaître pour mieux informer

Au regard de l'importance exceptionnelle du phénomène, les inondations par remontées de nappes sont mal connues en Basse-Normandie. Elles n'ont pas fait l'objet jusqu'à présent, contrairement aux inondations par débordement de cours d'eau, d'une cartographie permettant de préciser l'étendue des zones concernées.

A l'initiative des services de l'Etat, des campagnes de reconnaissance au sol, des prises de vue aériennes, des enquêtes auprès des communes et une campagne de nivellement pour connaître précisement le niveau atteint par les nappes ont été engagées. Dans le contexte actuel de hautes eaux **il est essentiel de tirer parti de toutes les informations disponibles localement,** qu'il s'agisse des zones inondées en surface, de la présence d'eau dans les sous-sols, des niveaux d'eau dans les puits et forages. Ces informations doivent être recueillies de façon sytématique pour être regroupées et exploitées.

Les données recueillies feront l'objet d'une synthèse en vue de **l'élaboration d'une cartographie des zones inondables par remontées de nappe (début 2002).** Celle-ci contribuera à renforcer l'information préventive des maires et de la population au regard de ce risque naturel. La Direction Régionale de l'Environnement est chargée de centraliser l'ensemble des informations à ce sujet.

Renforcer la prise en compte du risque dans le droit des sols

Lors de l'élaboration ou de la révision des documents d'urbanisme, l'Etat adresse un "porter-à-connaissance" dans lequel l'ensemble des risques connus est identifié. Ces informations doivent alors être prises en compte dans le projet des collectivités et traduites concrètement au travers du zonage et du règlement.

Par ailleurs, en cas de risques pouvant porter atteinte à la sécurité ou à la salubrité publique, l'autorité compétente en matière d'occupation du sol peut s'appuyer sur l'article R.111.2 du Code de l'Urbanisme pour interdire la construction, ou émettre des prescriptions pouvant aller jusqu'à l'interdiction de construction de sous-sols.

Le recensement des phénomènes naturels de remontées de nappes qui touchent la région Basse-Normandie va permettre de consolider la connaissance du risque et d'améliorer sa prise en compte dans le droit des sols. Les communes qui jusque-là, n'avait pas été concernées, devront intégrer le risque identifié dans leur Plan Local d'Urbanisme en prescrivant le cas échéant une révision.

Remettre en état les infrastructures publiques, mieux prendre en compte le risque dans leur conception et leur gestion

Les ouvrages publics qui ont été concernés par des remontées de nappes, ou des glissements de terrains, devront être remis en état en intégrant la connaissance supplémentaire en matière de risques acquise au cours des évènements qui viennent de se produire.

Ces remises en état pourront être l'occasion de mener des investigations complémentaires de manière à assurer la pérennité des ouvrages (études géotechniques ou hydrauliques par exemple).

De plus, des mesures de gestion spécifiques devront être définies de manière à garantir la sécurité des ouvrages, leur tenue dans le temps ainsi que la prévention des désordres (entretien des drainages, inspection systématique, mise en place de modalités de surveillance...).

Document réalisé par : la Direction Régionale de l'Environnement de Basse-Normandie avec la collaboration du Pôle de Compétence Eau du Calvados

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PREFECTURE DE LA REGION
BASSE-NORMANDIE

DIRECTION REGIONALE
DE L'ENVIRONNEMENT

Les remontées de nappes d'eau souterraine en Basse-Normandie

Mai 2001

Que faire ?

par les particuliers

Pendant la période d'inondation : se préparer à agir dans la durée

■ ETRE SOLIDAIRE : Si les inondations sont dues à des remontées de nappes, les problèmes rencontrés peuvent durer plusieurs mois. Ils vont accroître la situation de détresse de nombreuses personnes. Il est alors important de développer une solidarité de proximité envers les personnes les plus démunies ou isolées. Il ne faut pas hésiter à recourir aux mesures d'accompagnement social ou psychologique qui peuvent être proposées.

■ S'INFORMER tant sur la compréhension du phénomène que sur son évolution ainsi que sur les aides mises en place dans la commune (réunions, bulletins, permanences mairie ...).

■ ASSURER LA SÉCURITÉ DES PERSONNES : même si les dangers paraissent moindres qu'en cas d'inondation par débordement de cours d'eau, des mesures de prudence sont indispensables pour prévenir les risques de noyade ou d'électrocution.

Sécuriser l'accès aux caves, aux sous-sols inondés ainsi que les installations électriques et de chaufferie en sous-sol.

Protéger ou déplacer les appareils électroménagers (réfrigérateurs, congélateurs, lave-linge etc...).

Limiter au strict nécessaire les activités et déplacements en zones inondées et à proximité des éventuelles digues de protection en surveillant particulièrement les enfants.

■ LIMITER LES RISQUES DE POLLUTION : ne pas laisser de véhicules en zone inondée, déplacer et stocker à l'abri de l'eau les réserves de carburants, les produits chimiques et autres produits polluants (huiles, solvants, phyto-sanitaires...).

■ RENFORCER LES MESURES D'HYGIÈNE INDIVIDUELLE ET DE SALUBRITÉ : éviter tout contact avec les eaux stagnantes qui peuvent être contaminées par des matières fécales et surveiller les activités des enfants.

Nettoyer et désinfecter fréquemment les parties habitées des constructions.

Eliminer les denrées alimentaires souillées et stockées dans des réfrigérateurs ou congélateurs hors service.

Proscrire toute réutilisation des eaux pompées ou stagnantes y compris pour l'abreuvage des animaux. L'adduction d'eau potable est sécurisée, l'eau du réseau peut continuer à être consommée sauf avis contraire donné par la mairie. Il faut proscrire, comme d'habitude, l'utilisation d'eau de puits.

Respecter les consignes d'utilisation des équipements sanitaires individuels données par les gestionnaires des réseaux d'assainissement.

■ POMPAGE ET EVACUATION DES EAUX : compte tenu de l'importance du volume des nappes d'eau souterraine, pomper est peu efficace. Le gain n'est que de quelques dizaines de centimètres et rejeter dans la nappe à peu de distance est inopérant. Un pompage excessif peut même occasionner des désordres au niveau du gros oeuvre des bâtiments.

Ne pas réaliser de puits d'infiltration qui ne feront qu'aggraver la remontée des eaux. Pour éviter une surcharge du réseau d'assainissement, condamner les évacuations d'eaux usées inondées.

Dans tous les cas, ne pas agir seul mais contacter au préalable la mairie pour l'étude des possibilités de rejet afin de ne pas déplacer le risque ou en créer de nouveaux.

A la fin de l'inondation : assainir, réparer et prévoir

■ NETTOYER : laver et désinfecter à l'eau de javel les parties d'habitation touchées. Assécher et ventiler les locaux, utiliser les appareils de déshumidification qui accélèrent le séchage des murs et réduisent la prolifération des moisissures

■ NE PAS ENGAGER DE TRAVAUX PRÉMATURÉS : outre les petites réparations, il est souhaitable de faire étudier par des professionnels qualifiés les possibilités techniques de cuvelage des sous-sols, de drainage des bâtiments, d'étanchéification du gros oeuvre...

■ SE PRÉPARER POUR L'AVENIR : limiter les effets d'une nouvelle inondation, toujours possible, en réorganisant, autant que faire se peut, l'espace habitable : occupation des sous-sols, modification des installations électriques et de chauffage, stockage des carburants...

Ne pas négliger l'intérêt d'une approche collective dans l'étude et la réalisation d'éventuels travaux de protection envisageables dans certaines situations, à flanc de coteau par exemple.

Que faire ?

par la commune

■ **Sécuriser** les accès aux infrastructures publiques inondées, dégradées ou présentant un risque pour la sécurité des personnes.

■ **Organiser l'aide aux personnes** : mettre en place un accompagnement social et psychologique aux habitants de votre commune par les relais habituels (assistante sociale de secteur et service de santé mentale du secteur).

■ **Assurer une information** la plus large possible, auprès des habitants, sur la nature, les conséquences, l'évolution du phénomène actuel et les mesures prises pour en limiter les effets.

■ **Se concerter au niveau intercommunal** : traiter les difficultés dans un cadre intercommunal pour ne pas aggraver la situation des communes voisines.

■ **Préserver le fonctionnement du réseau d'assainissement** : la nappe pénètre dans les réseaux d'assainissement, empêchant une évacuation correcte des eaux usées. Avec les gestionnaires et les services techniques, il est nécessaire de reconstituer rapidement une relative capacité d'évacuation et de condamner les entrées d'eau les plus significatives.

■ **Prévenir la pollution** : être attentif au risque de pollution, sensiblement accru en période d'inondation, lié à la présence d'installations industrielles, commerciales, artisanales ou agricoles.

■ **Rassembler les demandes des sinistrés** susceptibles de constituer un dossier de demande de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle à transmettre à la Préfecture.

■ **Centraliser les informations** : recueillir et conserver toutes les informations concernant votre commune. Celles-ci seront utiles pour l'information des habitants et seront exploitées pour une meilleure connaissance du phénomène.

Informations communales

Document réalisé par la Direction Régionale de l'Environnement de Basse-Normandie
avec la collaboration du Pôle de Compétence Eau du Calvados

Mont Saint Aignan, le 7 Décembre 2000

Etat piézométrique "Novembre 2000 " dans le département du Calvados

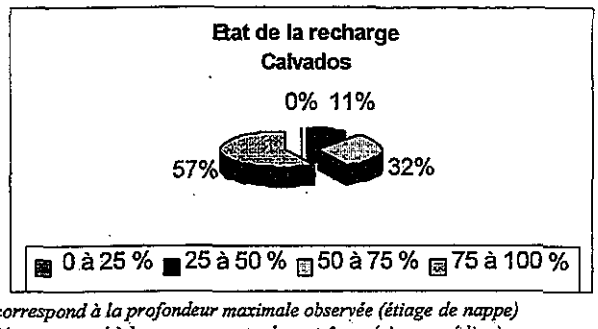
19 piézomètres observés

Les relevés piézométriques ont été réalisés du 17 au 20 Novembre .

Evolution annuelle :
On constate que d'une année sur l'autre, tous les ouvrages (19) présentent un niveau supérieur.
Les niveaux moyens observés sont largement supérieurs (en moyenne : +2.6 m) pour Novembre 2000 que pour Novembre 1999. Ils illustrent parfaitement les apports des pluies d'automne abondantes et continues associés aux effets de cumul de recharge sur deux années d'alimentation excédentaire des aquifères.
On observe sur 7 points de suivi une hauteur mensuelle observée record du niveau de la nappe sur les piézomètres d'Osmanville, Maisons, Saint Martin des Entrées, Martragny, Louvigny, Mathieu et Villiers sous Mortagne (Orne).

Par rapport aux valeurs extrêmes observées, exprimée en pourcentage de l'écart maximum, les recharges se répartissent comme suit :

- 0 ouvrage : entre 0 et 25 % (11 ouvrages en 1999),
- 2 ouvrages : entre 25 et 50 % (10 ouvrages en 1999),
- 6 ouvrages : entre 50 et 75 % (6 ouvrages en 1999),
- 11 ouvrages : entre 75 et 100 % (1 ouvrage en 1999).



Rappel : - 0 % correspond à la profondeur maximale observée (étiage de nappe)
- 50 % correspond à la moyenne entre les extrêmes (niveau médian)
- 100 % correspond à la profondeur minimale observée (crue de nappe)

Avec près de 90 % d'ouvrages au dessus de la médiane saisonnière au lieu de 25 % en Novembre 1999, la situation est nettement plus favorable en 2000 qu'en 1999.
La situation qualitative générale en Septembre des aquifères Bas Normand devient nettement au dessus des valeurs médianes saisonnières, après plusieurs années de situation médiocre à moyenne.

Un tiers des ouvrages observés ont dépassé la profondeur minimale mensuelle historique.
Si les pluies se prolongent avec la même intensité, il est même à craindre des débordements de certaines sources actuellement considérées comme taries et le risque de remontée de nappe subaffleurante en certains fonds de vallée.

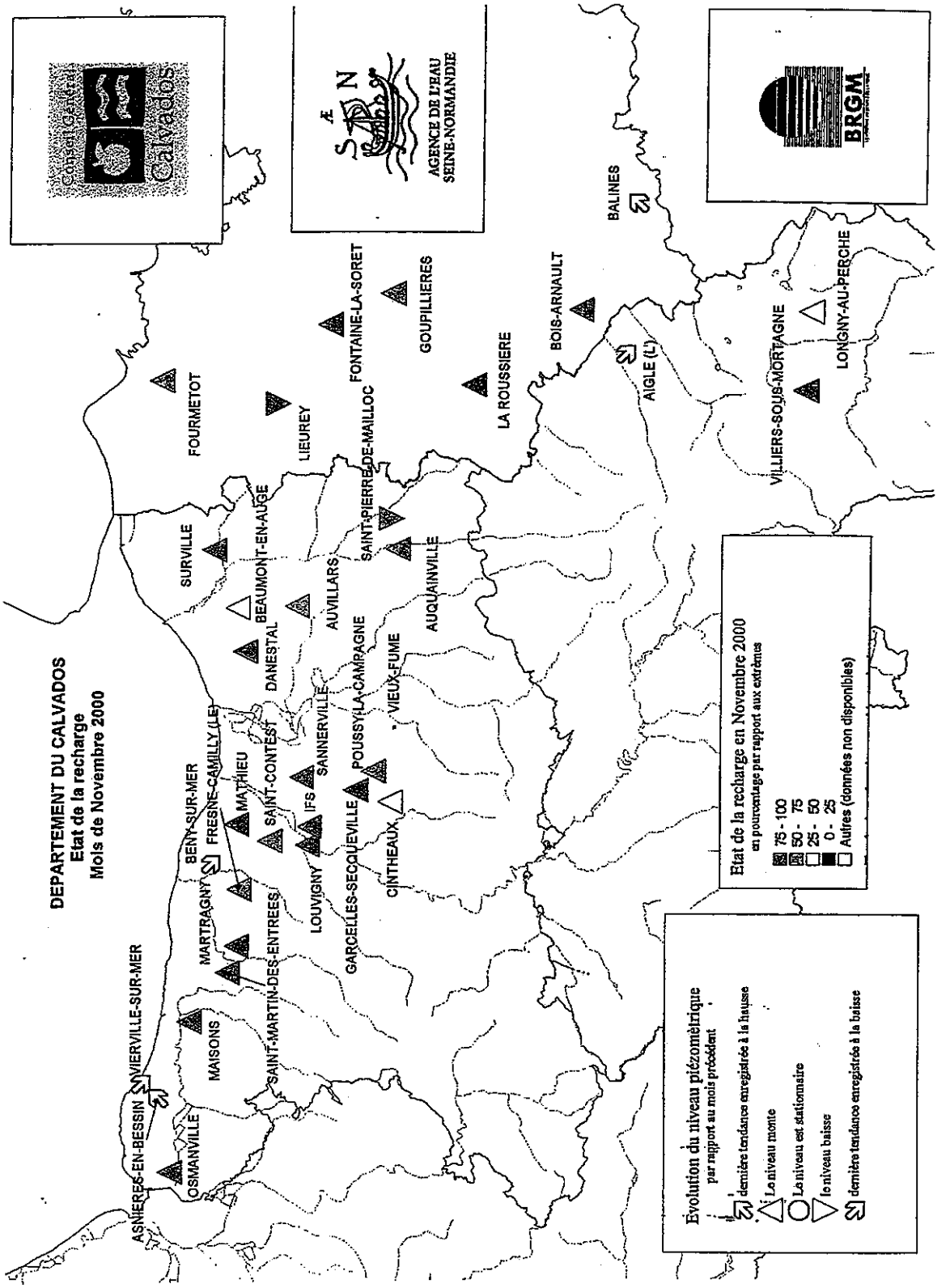
Evolution mensuelle :

Depuis Octobre :
- 18 points de mesure présentent un niveau supérieur,
- seul 1 piézomètre voit son niveau baisser,

La remontée constatée le mois précédent se poursuit en s'amplifiant du fait des pluies abondantes et continues avec une remontée moyenne de 1.43 mètre.

Cette amplitude moyenne reste néanmoins largement influencé par des mouvements très marquées sur certains ouvrages.
Huit piézomètres, tous localisés dans le Bessin ou la plaine de Caen, enregistrent des mouvements à la hausse de plus d'un mètre :
- dans l'aquifère du Bathonien, Martragny (+9.40 m), Mathieu (+6.02 m), Sannerville (+ 4.00), Mathieu (2.76 m), Fresnes Camilly (+ 1.27 m), Garcelles Secqueville (+ 1.89 m)
- dans l'aquifère du Bajocien, Maisons (+5.60 m), Saint-Martin-des-Entrées (+1.92 m)
Saint-Pierre-du-Mailloc (aquifère de la craie Cénomanienne) a connu une chute de 2.30 mètre ce mois-ci consécutive à une montée de plus de 9 mètres en Octobre.

La région du Bessin est particulièrement concernée par ces remontées et tous les ouvrages suivant l'aquifère Bajocien et/ou des aquifères du Lias ont dépassé leur profondeur mensuelle minimale.


DEPARTEMENT DU CALVADOS
Etat de la recharge
Mois de Novembre 2000
Conseil Général Calvados
AGENCE DE L'EAU SEINE-NORMANDIE
BRGM
ASNIERES-EN-BESSIN
VIERVILLE-SUR-MER
OSMANVILLE
MAISONS
MARTRAGNY
BENY-SUR-MER
FRESNE-CAMILLY (LE)
MATHIEU
SAINT-MARTIN-DES-ENTREES
SAINT-CONTEST
LOUVIGNY
IFS
SANNERVILLE
GARCELLES-SECQUEVILLE
POUSSY-LA-CAMPAGNE
CINTHEAUX
VIEUX-FUME
AUVILLARS
DANESTAL
BEAUMONT-EN-AUGE
SURVILLE
FOURMETOT
LIEUREY
SAINT-PIERRE-DE-MAILLOC
FONTAINE-LA-SORET
AUQUAINVILLE
GOUPILLIERES
LA ROUSSIERE
BOIS-ARNAULT
BALINES
AIGLE (L')
VILLIERS-SOUS-MORTAGNE
LONGNY-AU-PERCHE
Etat de la recharge en Novembre 2000
en pourcentage par rapport aux extrêmes
75 - 100
50 - 75
25 - 50
0 - 25
Autres (données non disponibles)
Evolution du niveau piézométrique
par rapport au mois précédent
dernière tendance enregistrée à la hausse
Le niveau monte
Le niveau est stationnaire
le niveau baisse
dernière tendance enregistrée à la baisse

BRGM

CALVADOS
SITUATION octobre 2000
(Mesures effectuées du 17 au 20 Novembre 2000)

Service Géologique Régional
Basse-Normandie
tél.: 02.31.06.66.40

Indice BRGM	Cote rep	Début	rof ml en m	Prof maxi en m	Amplitude maximale	Profondeur du niveau piézométrique / repère (en mètres) Pourcentage de recharge du mois / extrêmes observés du mois (%)*												Différence en m (**) /	Différence en m /
Commune	Cote sol	obs	Année	Année	en m	nov-99	déc-99	janv-00	févr-00	mars-00	avr-00	mai-00	juin-00	juil-00	août-00	sept-00	oct-00	nov-00	mois précéd	profond maxi
0095.5X.0023	+15.00	28/01/74	8.94	12.59	3.65	9.54	9.06	9.35	-	11.30	9.17	10.34	11.31	10.25	11.30	11.31	9.12	9.01		
Osmanville			1982	1982-1988		*76%*	*95%*	*86%*		*12%*	*96%*	*56%*	*3%*	*50%*	*11%*	*9%*	*94%*	*100%*	0.11	3.58
0095.6X.0055	+25.00	22/09/76	0.41	9.18	8.77	6.90	2.68	1.80	3.29	3.22	1.75	3.26	3.90	5.04	5.82	6.49	6.84	trim.		
Asnières-en-Bessin	+25.00		1979	1976		*26%*	*80%*	*84%*	*63%*	*63%*	*89%*	*69%*	*61%*	*44%*	*40%*	*33%*	*31%*			
0095.7X.0005	+45.70	28/01/74	1.62	8.05	6.43	6.92	6.78	3.98	4.57	4.89	4.70	4.63	5.05	5.44	5.84	6.23	6.43	trim.		
Vierville-sur-Mer	+45.00		1988	1997		*41%*	*22%*	*75%*	*53%*	*50%*	*62%*	*72%*	*65%*	*58%*	*74%*	*71%*	*62%*			
0118.4X.0021	+31.00	28/01/74	3.58	12.84	9.26	12.28	12.12	5.57	-	9.77	8.02	9.26	10.81	11.65	12.14	12.20	12.21	6.61		
Maisons	+31.00		1995	1990		*9%*	*8%*	*93%*		*35%*	*62%*	*55%*	*32%*	*30%*	*23%*	*19%*	*20%*	*100%*	5.60	6.23
0119.1X.0004	+65.80	28/01/74	3.6	12.83	9.23	11.54	11.55	8.57	-	10.23	9.68	10.02	10.90	11.09	11.49	11.52	11.54	9.62		
St-Martin-des-E.	+65.80		1995	1982		*5%*	*3%*	*54%*		*19%*	*36%*	*34%*	*35%*	*45%*	*23%*	*60%*	*66%*	*100%*	1.92	3.21
0119.2X.0043	+50.66	28/01/74	5.5	22.14	16.64	18.48	17.20	8.53	14.94	14.69	12.67	14.52	17.12	17.32	18.48	19.38	18.89	9.47		
Martragny	+50.66		1995	1998		*28%*	*30%*	*99%*	*42%*	*44%*	*82%*	*84%*	*51%*	*54%*	*52%*	*61%*	*44%*	*100%*	9.42	12.67
0119.3X.0044	+46.50	29/01/74	2.58	15.70	13.12	10.66	10.70	9.66	-	-	11.60	9.88	11.05	10.50	12.02	11.95	10.32	9.05		
Fresne-Camilly	+47.93		1974	1992		*39%*	*38%*	*53%*			*32%*	*48%*	*38%*	*42%*	*31%*	*28%*	*40%*	*52%*	1.27	6.65
0119.4X.0069	+55.65	18/12/68	3.26	19.3	16.04	15.20	14.30	7.62	11.00	11.82	10.25	7.11	9.28	10.60	13.28	14.12	13.76	trim.		
Beny-sur-Mer	+55.48		1995	1996		*37%*	*32%*	*79%*	*51%*	*46%*	*59%*	*90%*	*77%*	*71%*	*40%*	*48%*	*48%*			
0119.8X.0002	+60.31	09/09/64	13.66	32.44	18.78	27.11	27.19	26.83	26.40	26.31	26.08	25.15	24.63	24.11	23.93	23.79	23.68	22.94		
Saint-Contest	+59.51		1967	1974		*39%*	*31%*	*30%*	*32%*	*33%*	*36%*	*41%*	*46%*	*50%*	*53%*	*58%*	*60%*	*69%*	0.74	9.50
0119.8X.0029	+6.53		0.03	6.96	6.93					1.16	0.80	1.11	1.37	1.22	1.47	1.60	1.37	0.60		
Louvigny			1988	1995						*54%*	*73%*	*76%*	*67%*	*91%*	*68%*	*64%*	*76%*	*100%*	0.77	6.36
0120.1X.0108	+37.47	29/01/74	3.57	10.23	6.66	9.36	9.32	6.91	7.95	8.27	8.10	5.48	7.04	7.67	8.48	8.67	8.78	8.02		
Mathieu	+59.51		1987	1974		*15%*	*18%*	*100%*	*30%*	*31%*	*39%*	*95%*	*65%*	*52%*	*37%*	*28%*	*34%*	*100%*	2.76	4.21
0120.5X.0229	+32.36	08/03/65	16.08	24.38	8.30	23.63	23.15	21.02	21.60	21.87	21.84	21.02	20.66	20.21	20.27	20.43	20.43	20.06		
Ifs	+32.06		1995	1997		*10%*	*15%*	*45%*	*33%*	*28%*	*31%*	*43%*	*52%*	*69%*	*75%*	*73%*	*74%*	*86%*	0.38	4.32
0120.6X.0009	+22.05	04/02/74	1.88	10.12	8.24	9.59	9.16	3.61	5.93 *	5.92	5.42	4.22	5.76	6.08	6.78	7.52	7.28	3.26		
Sannerville	+21.55		1995	1998		*0%*	*0%*	*74%*	*24%*	*30%*	*48%*	*97%*	*42%*	*55%*	*60%*	*52%*	*47%*	*100%*	4.00	6.86
0121.1X.0037	+116.37	05/02/74	8.77	14.42	5.65	13.19	12.48	12.22	-	12.45	12.17	12.11	12.22	11.66	12.14	12.34	11.82	11.01		
Danestal	+116.07		1982	1990		*30%*	*33%*	*32%*		*26%*	*34%*	*31%*	*43%*	*55%*	*54%*	*56%*	*68%*	*82%*	0.81	3.41
0121.2X.0089	+125.65	05/02/74	25.03	34.47	9.44	33.02	33.06	32.61	panne	32.11	31.98	31.72	31.45	31.59	31.57	31.59	31.58	31.26		
Beaumont-en-Auge	+125.00		1989	1974		*19%*	*17%*	*17%*		*24%*	*33%*	*33%*	*42%*	*40%*	*40%*	*42%*	*42%*	*46%*	0.33	3.22
0121.3X.0168	+55.25	05/02/74	0.23	5.26	5.03	1.98	0.53	1.13	1.30	1.80	1.38	1.70	3.56	1.10	4.51	3.19	1.29	1.20		
Surville	+55.00		1979	1998		*63%*	*100%*	*85%*	*83%*	*57%*	*73%*	*59%*	*20%*	*88%*	*5%*	*59%*	*87%*	*80%*	0.09	4.06
0121.6X.0086	+147.27	04/02/74	9.26	19.64	10.38	16.80	14.25	15.62	14.83	16.19	14.75	15.31	15.97	13.98	14.90	15.91	14.66	14.09		
Auvillars	+147.27		1988	1992		*28%*	*60%*	*35%*	*53%*	*40%*	*62%*	*55%*	*51%*	*85%*	*72%*	*63%*	*80%*	*63%*	0.57	5.55

nm: Non mesuré, momentanément inaccessible (propriétaire absent)
trim : relevé trimestriel

BRGM

CALVADOS
SITUATION octobre 2000
(Mesures effectuées du 17 au 20 Novembre 2000)

Service Géologique Régional
Basse-Normandie
tél.: 02.31.06.66.40

Indice BRGM Commune	Cote rep Cote sol	Début obs	rof mi en m Année	Prof maxi en m Année	Amplitude maximale en m	Profondeur du niveau piézométrique / repère (en mètres) Pourcentage de recharge du mois / extrêmes observés du mois (%)*													Différence en m (**) / mois précéd	Différence en m / profond maxi
						nov-99	déc-99	janv-00	févr-00	mars-00	avr-00	mai-00	juin-00	juil-00	août-00	sept-00	oct-00	nov-00		
0146.1X.0012	+117.62	16/05/70	22.68	32.12	9.44	30.69	30.65	30.31	panne	30.43	30.43	30.44	30.13	29.76	29.74	29.63	29.48	29.06		
Cintheaux	+117.14		1983	1974		*15%*	*15%*	*18%*		*18%*	*16%*	*16%*	*20%*	*24%*	*25%*	*26%*	*29%*	*33%*	0.42	3.06
0146.2X.0072	+67.25	30/01/74	30.66	41.57	10.71	39.26	39.24	37.20	37.47	37.68	37.83	37.45	37.33	37.05	36.84	37.08	36.90	35.01		
Garcelles-Secq.	+66.55		1982	1992		*31%*	*19%*	*39%*	*35%*	*36%*	*37%*	*42%*	*48%*	*51%*	*58%*	*57%*	*68%*	*89%*	1.89	6.56
0146.2X.0079	+54.35	30/01/74	14.60	17.78	3.18	17.25	17.22	17.03	-	17.03	16.95	16.87	16.82	16.77	16.75	16.76	16.76	16.54		
Poussy-la-Camp.	+54.35		1979	1992		*16%*	*21%*	*47%*		*40%*	*45%*	*37%*	*33%*	*47%*	*50%*	*46%*	*49%*	*57%*	0.22	1.24
0146.3X.0103	+54.76	30/01/74	18.03	28.03	10.00	27.38	27.38	21.54	25.35	25.44	25.47	24.55	24.95	21.54	22.77	23.53	panne	panne		
Vieux-Fumé	+54.24		1995	1992		*17%*	*10%*	*100%*	*29%*	*45%*	*50%*	*67%*	*73%*	*100%*	*100%*	*100%*				
0147.3X.0087	+158.30	30/01/74	22.66	27.83	5.17	26.97	27.03	26.42	26.15	26.00	25.92	25.79	25.66	25.69	25.74	25.85	25.95	25.73		
Auquainville	+158.00		1978	1991		*20%*	*11%*	*27%*	*31%*	*33%*	*35%*	*37%*	*43%*	*45%*	*47%*	*47%*	*47%*	*54%*	0.21	2.10
0147.4X.0039	+162.38	04/02/74	12.18	27.30	15.12	18.40	15.10	18.14	-	21.50	17.83	18.96	22.50	15.72	20.44	22.94	13.90	16.20		
St-Pierre-de-Mailloc	+162.00		1982	1974		*56%*	*89%*	*55%*		*27%*	*71%*	*60%*	*36%*	*98%*	*57%*	*30%*	*100%*	*72%*	-2.30	11.10
02144X0005	+24.11	31.01/74	16.23	28.10	11.87	26.25	24.56	20.52	19.83	19.05	18.84	17.74	17.80	16.28	18.91	20.07	20.81	trim.		
AIGLE (L')	+23.49		1975	1992		*20%*	*39%*	*93%*	*73%*	*58%*	*58%*	*67%*	*76%*	*80%*	*90%*	*79%*	*83%*			
02523X0002	+6.53	27/02/87	6	9.36	3.36	7.78	7.24	6.48	6.44	6.53	6.62	6.72	6.91	7.11	7.25	7.55	7.32	6.76		
Villier sous Mortagne	+5.69		1988	1990		*59%*	*99%*	*100%*	*100%*	*83%*	*100%*	*91%*	*97%*	*100%*	*94%*	*90%*	*85%*	*100%*	0.56	2.60
02531X0001	+17.65	26/01/87	54.08	60.21	6.13	60.03	60.06	59.95	60	59.9	59.95	59.9	59.86	59.83	59.79	59.67	59.81	59.66		
Longny au Perche	+17.00		1988	1994		*12%*	*9%*	*10%*	*1%*	*3%*	*3%*	*5%*	*6%*	*6%*	*14%*	*13%*	*40%*	*40%*	0.15	0.55

BRGM

Mont Saint Aignan, le 30 Juillet 2001

Etat piézométrique " juillet 2001 " dans le département du Calvados

23 piézomètres observés

Les relevés piézométriques ont été réalisés du 6 au 18 juillet 2001.

Evolution annuelle :

On constate en juillet 2001 que d'une année sur l'autre,
- 16 ouvrages indiquent une remontée du niveau. -
- 7 ouvrages marquent une baisse du niveau

Les niveaux moyens observés sont nettement supérieurs (en moyenne : + 1.71 m) pour juillet 2001 que pour juillet 2000 (plus de 10 m sur Saint Contest, Cintheaux, Garcelles Secquenville). Ils illustrent parfaitement les apports des pluies d'automne abondantes et continues associés aux effets de cumul de recharge sur deux années d'alimentation très excédentaires des aquifères.

On observe sur les 8 points de suivi suivants une hauteur mensuelle observée record du niveau de la nappe : sur les piézomètres de Cintheaux, Garcelles Secquenville, Poussy-La-Campagne, Ifs, Saint Contest (aquifère du Bathonien), et pour l'aquifère de la craie Cénomanienne les ouvrages d'Auvillars, L'Aigle (Orne) et Villier sous Mortagne (Orne).

Sur l'ouvrage de Cintheaux dans l'aquifère du Bathonien qui continue de monter, le niveau a de nouveau dépassé la profondeur minimale jamais observée (record historique).

Par rapport aux valeurs extrêmes observées, exprimées en pourcentage de l'écart maximum, les recharges se répartissent comme suit :
- 1 ouvrage : entre 0 et 25 % (1 ouvrage en 2000),
- 5 ouvrages : entre 25 et 50 % (8 ouvrages en 2000),
- 7 ouvrages : entre 50 et 75 % (8 ouvrages en 2000),
- 10 ouvrages : entre 75 et 100 % (6 ouvrages en 2000).

Rappel : - *- 0 % correspond à la profondeur maximale observée (étiage de nappe)*
- 50 % correspond à la moyenne entre les extrêmes (niveau médian)
- 100 % correspond à la profondeur minimale observée (crue de nappe)

La situation piézométrique de très hautes eaux de juin à juillet 2001 reste la plus haute jamais observée depuis la mise en place des réseaux de suivi dans les grands aquifères du Bathonien et de la Craie cénomannienne dans les années 1966-1975 et depuis au moins une soixantaine d'années.

La tendance à l'étiage annuel est généralisée à l'ensemble des aquifères. Seuls deux ouvrages (Cintheaux dans l'aquifère du Bathonien et Beaumont en Auge dans la craie du Cénomanien) continuent encore de monter à un rythme toujours plus modéré. Les aquifères n'affleurent plus ou de manière résiduelle. Des débordements tardifs en plateaux restent toujours possibles.

La décrue annuelle des aquifères bas normands en Juillet 2001 est bien marquée alors que l'année dernière à la même époque, la tendance restait pour une bonne partie à la remontée. Malgré tout, les niveaux restent plus élevés et le retour d'abondantes pluies en automne ou hivers 2001 pourrait se traduire ensuite à court terme par de nouveaux débordements.

Evolution mensuelle :

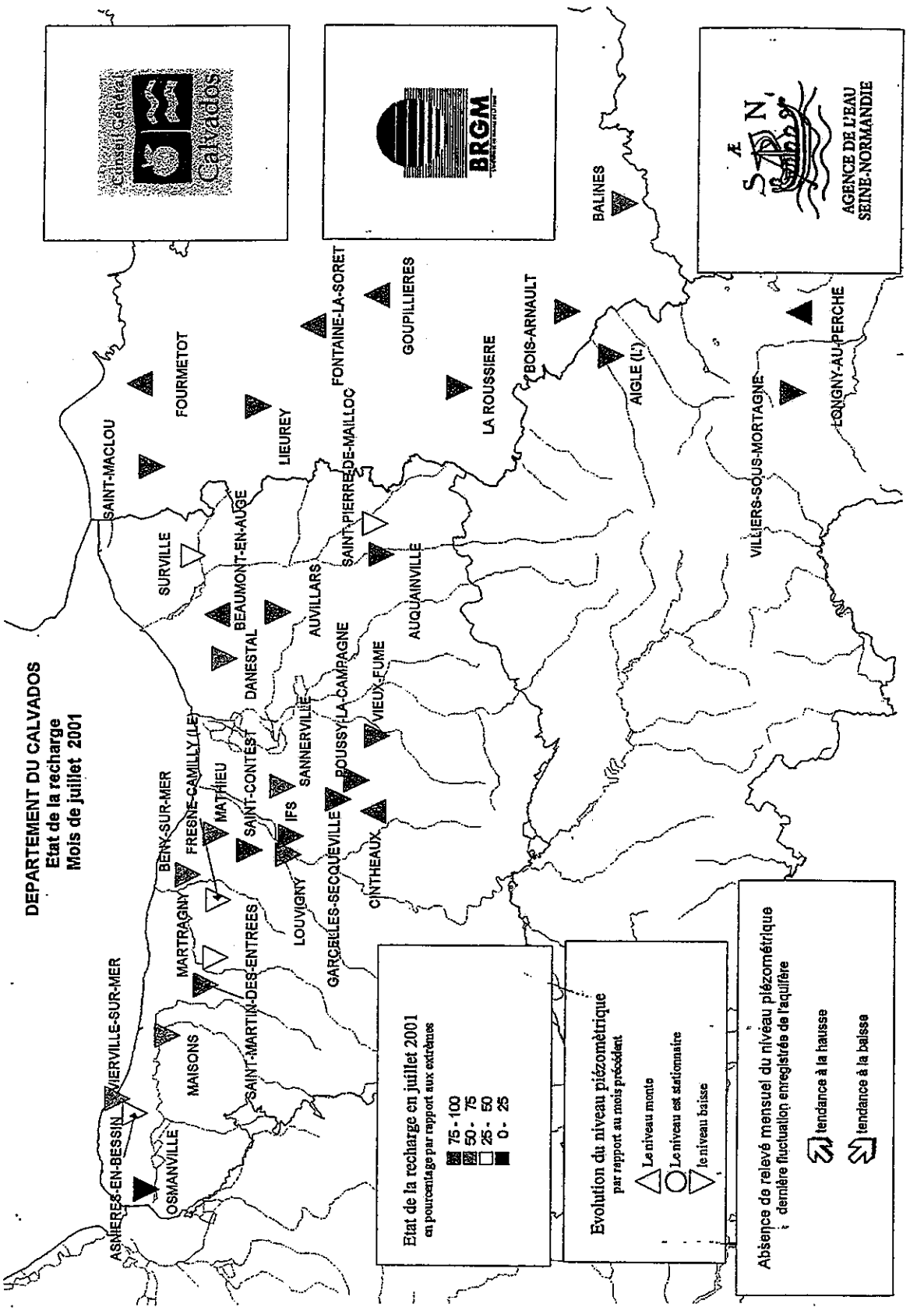
Depuis juin :

- 2 points de mesure présentent un niveau supérieur,
- 21 piézomètres voient leur niveau baisser,

La tendance générale des aquifères à la baisse généralisée des niveaux se poursuit en s'atténuant : cette atténuation pourrait traduire pour partie les effets immédiat des pluies du mois de Juillet 2001.

Sur les 2 derniers ouvrages continuant la hausse des niveaux, les variations sont de plus en plus faibles.

Les fluctuations sur les différents ouvrages restent de nouveau assez homogènes (baisses d'un petit mètre), contrairement à l'habitude où les variations marquent particulièrement une forte hétérogénéité.
Seul un ouvrage enregistre un mouvement de plus de 2 mètres à la baisse :
Bény sur Mer (ouvrage de suivi de l'aquifère du Bathonien au centre du Bessin littorale), avec 3.27 m de chute moyenne mensuelle. Ce piézomètre est situé à peu près au cœur des zones d'inondations du printemps.


DEPARTEMENT DU CALVADOS
Etat de la recharge
Mois de juillet 2001
Conseil général Calvados
BRGM
AGENCE DE L'EAU SEINE-NORMANDIE
ASNIERES-EN-BESSIN
VIERVILLE-SUR-MER
OSMANVILLE
MAISONS
MARTRAGNY
SAINT-MARTIN-DES-ENTREES
BENY-SUR-MER
FRESNE-CAMILLY (LE)
MATHIEU
LOUVIGNY
SAINT-CONTEST
IFS
GARCELLES-SECQUEVILLE
SANNERVILLE
CINTHEAUX
BOUSSY-LA-CAMPAGNE
VIEUX-FUME
AUVILLARS
AUQUAINVILLE
DANESTAL
BEAUMONT-EN-AUGE
LIEUREY
SURVILLE
SAINT-MACLOU
FOURMETOT
SAINT-PIERRE-DE-MAILLOC
FONTAINE-LA-SORET
GOUPILLIERES
LA ROUSSIERE
BOIS-ARNAULT
BALINES
AIGLE (L')
VILLIERS-SOUS-MORTAGNE
LONGNY-AU-PERCHE
Etat de la recharge en juillet 2001
en pourcentage par rapport aux extrêmes
75 - 100
50 - 75
25 - 50
0 - 25
Evolution du niveau piézométrique
par rapport au mois précédent
Le niveau monte
Le niveau est stationnaire
le niveau baisse
Absence de relevé mensuel du niveau piézométrique
dernière fluctuation enregistrée de l'aquifère
tendance à la hausse
tendance à la baisse

BRGM

CALVADOS
SITUATION juillet 2001
(Mesures effectuées du 6 au 18 juillet 2001)

Service Géologique Régional
Basse-Normandie
tél.: 02.31.06.66.40

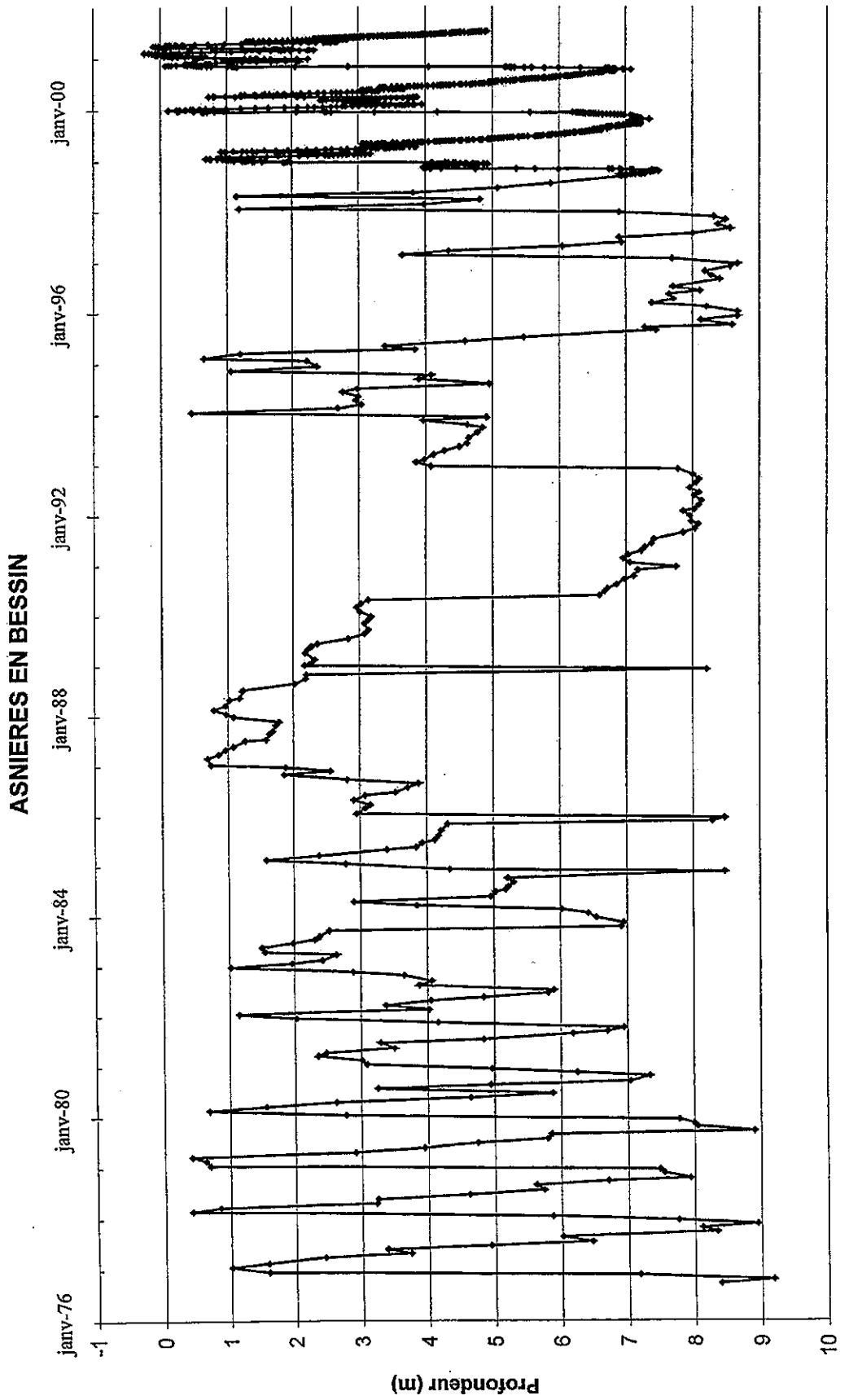
Indice BRGM	Prof mini en m	Prof maxi en m	Amplitude maximale	Profondeur du niveau piézométrique / repère (en mètres) Pourcentage de recharge du mois / extrêmes observés du mois (%)*													Différence en m (**) /	Différence en m /
Commune	Année	Année	en m	juil-00	août-00	sept-00	oct-00	nov-00	déc-00	janv-01	févr-01	mars-01	avr-01	mai-01	juin-01	juil-01	mois précéd	profond maxi
0095.5X.0023	8.92	12.59	3.67	10.25	11.30	11.31	9.12	9.01	9.05	9.09	9.07	9.40	9.92	10.36	11.32	11.33		
Osmanville	2001	982-1988		*50%*	*11%*	*9%*	*94%*	*100%*	*95%*	*96%*	*95%*	*85%*	*75%*	*56%*	*2%*	*4%*	-0.01	1.26
0095.6X.0055	0.12	9.18	9.06	5.04	5.82	6.49	6.31	0.66	1.45	0.67	1.13	1.22	2.68	2.42	3.84	4.73		
Asnières-en-Bessin	2001	1976		*44%*	*40%*	*33%*	*38%*	*100%*	*94%*	*97%*	*91%*	*90%*	*76%*	*81%*	*62%*	*48%*	-0.88	4.45
0095.7X.0005	1.4	8.05	6.65	5.44	5.84	6.23	6.42	4.52	3.10	2.50	2.19	2.48	3.03	3.56	4.39	4.89		
Vierville-sur-Mer	2001	1997		*58%*	*74%*	*71%*	*62%*	*100%*	*95%*	*95%*	*91%*	*92%*	*94%*	*96%*	*80%*	*72%*	-0.49	3.16
0118.4X.0021	3.56	12.84	9.28	11.65	12.14	12.20	12.21	6.61	6.58	4.62	4.29	5.90	5.56	6.32	8.30	9.93		
Maisons	1995	1990		*30%*	*23%*	*19%*	*20%*	*100%*	*77%*	*100%*	*92%*	*82%*	*95%*	*100%*	*75%*	*74%*	-1.63	2.91
0119.1X.0004	3.6	12.83	9.23	11.09	11.49	11.52	11.54	9.62	8.18	4.67	4.52	6.43	5.98	6.74	8.18	9.37		
St-Martin-des-E.	1995	1982		*45%*	*23%*	*60%*	*66%*	*100%*	*52%*	*100%*	*88%*	*74%*	*100%*	*100%*	*89%*	*88%*	-1.19	3.46
0119.2X.0043	5.5	22.14	16.64	17.32	18.48	19.38	18.89	9.47	11.54	6.69	7.81	12.85	11.89	13.58	16.19	17.72		
Martragny	1995	1996		*54%*	*52%*	*61%*	*44%*	*100%*	*69%*	*100%*	*86%*	*59%*	*90%*	*95%*	*63%*	*49%*	-1.53	4.42
0119.3X.0044	2.58	15.70	13.12	10.50	12.02	11.95	10.32	9.05	10.56	9.35	8.20	8.68	8.68	8.97	10.26	11.35		
Fresne-Camilly	1974	1992		*42%*	*31%*	*28%*	*40%*	*52%*	*39%*	*56%*	*65%*	*58%*	*56%*	*54%*	*44%*	*35%*	-1.09	4.35
0119.4X.0069	2.71	19.3	16.59	10.60	13.28	14.12	12.73	7.96	6.70	5.06	3.40105	3.48	3.64	4.40	7.15	10.42		
Beny-sur-Mer	1995	1996		*71%*	*40%*	*48%*	*57%*	*104%*	*86%*	*95%*	*99%*	*100%*	*100%*	*111%*	*94%*	*72%*	-3.27	8.88
0119.8X.0002	11.31	32.44	21.13	24.11	23.93	23.79	23.68	22.94	21.82	19.50	16.30	14.14	11.53	11.51	12.00	12.08		
Saint-Contest	2001	1974		*41%*	*53%*	*58%*	*60%*	*69%*	*62%*	*69%*	*86%*	*99%*	*100%*	*100%*	*100%*	*100%*	-0.08	20.36
0119.8X.0029	0.03	6.96	6.93	1.22	1.47	1.60	1.37	0.60	0.65	0.11	0.11	0.57	0.56	0.69	1.07	1.40		
Louvigny	1988	1995		*91%*	*68%*	*64%*	*76%*	*100%*	*86%*	*100%*	*100%*	*85%*	*100%*	*100%*	*95%*	*74%*	-0.33	5.56
0120.1X.0108	3.57	10.23	6.66	7.67	8.48	8.87	8.78	6.02	5.58	4.39	4.10	4.87	4.85	5.56	6.71	7.50		
Mathieu	1967	1974		*52%*	*37%*	*28%*	*34%*	*100%*	*100%*	*100%*	*92%*	*92%*	*100%*	*93%*	*72%*	*55%*	-0.79	2.73
0120.5X.0229	14.87	24.38	9.51	20.21	20.27	20.43	20.43	20.06	19.53	18.20	16.57	16.23	15.05	15.63	16.78	17.58		
Ifs	2001	1997		*62%*	*75%*	*73%*	*74%*	*86%*	*81%*	*88%*	*100%*	*98%*	*100%*	*100%*	*100%*	*100%*	-0.81	6.80
0120.6X.0009	1.57	10.12	8.55	6.08	6.78	7.52	7.26	3.26	3.63	2.05	1.57	2.76	2.4	2.33	3.78	5.45		
Sannerville	2001	1998		*55%*	*60%*	*52%*	*47%*	*100%*	*82%*	*100%*	*100%*	*90%*	*100%*	*100%*	*84%*	*69%*	-1.67	4.67
0121.1X.0037	8.77	14.42	5.65	11.86	12.14	12.34	11.82	11.01	10.76	10.45	9.59	10.52	9.93	9.91	10.73	11.21		
Danestal	1982	1990		*55%*	*54%*	*56%*	*68%*	*82%*	*69%*	*78%*	*93%*	*65%*	*82%*	*83%*	*79%*	*72%*	-0.48	3.21
0121.2X.0089	25.03	34.47	9.44	31.59	31.57	31.59	31.58	31.25	30.75	30.08	29.38	28.98	28.23	27.99	27.95	27.85		
Beaumont-en-Auge	1989	1974		*40%*	*40%*	*42%*	*42%*	*46%*	*52%*	*48%*	*60%*	*57%*	*87%*	*85%*	*90%*	*93%*	0.11	6.62
0121.3X.0166	0.23	5.26	5.03	1.10	4.51	3.19	1.29	1.20	1.19	1.36	0.46	1.50	1.40	1.64	2.48	2.99		
Surville	1979	1996		*88%*	*5%*	*58%*	*87%*	*80%*	*83%*	*79%*	*100%*	*69%*	*72%*	*61%*	*48%*	*37%*	-0.51	2.27
0121.6X.0086	8.04	19.64	11.60	13.98	14.90	15.91	14.66	14.09	14.45	13.58	10.12	12.76	11.93	11.97	12.59	12.94		
Auvillars	2001	1992		*84%*	*72%*	*63%*	*80%*	*63%*	*57%*	*56%*	*100%*	*87%*	*100%*	*100%*	*100%*	*100%*	-0.35	6.70

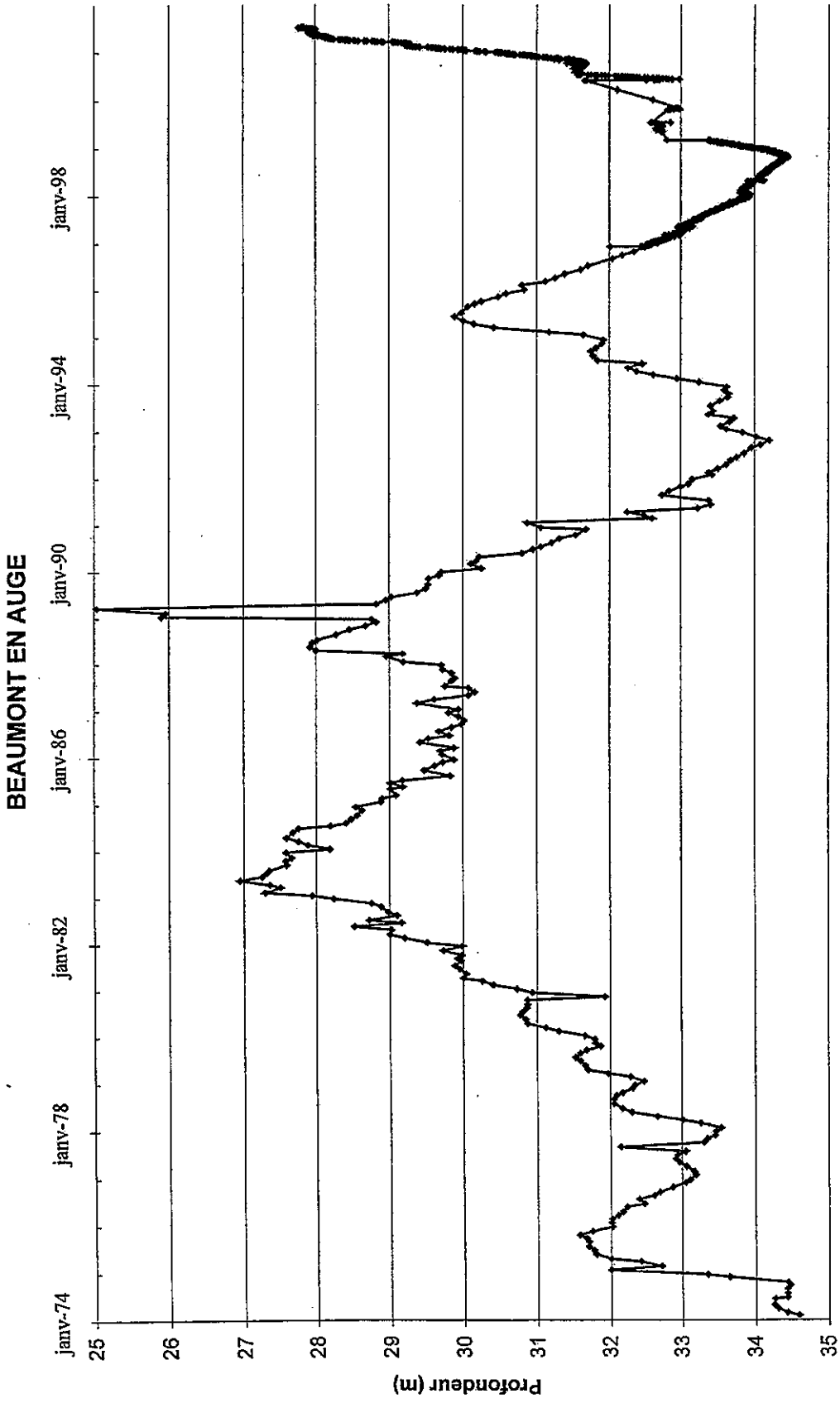
CALVADOS
SITUATION juillet 2001
(Mesures effectuées du 6 au 18 juillet 2001)

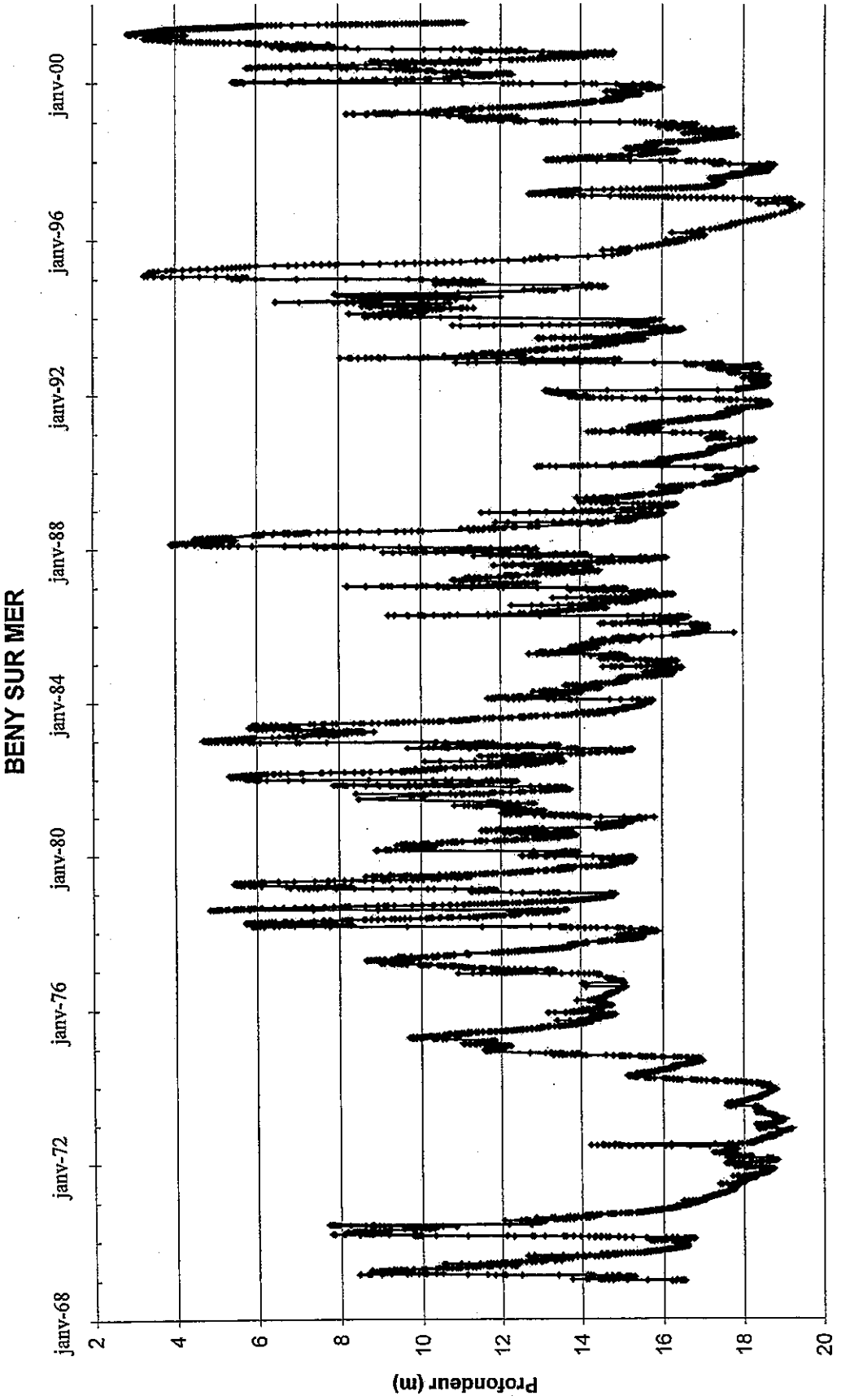
Service Géologique Régional
Basse-Normandie
tél.: 02.31.06.66.40

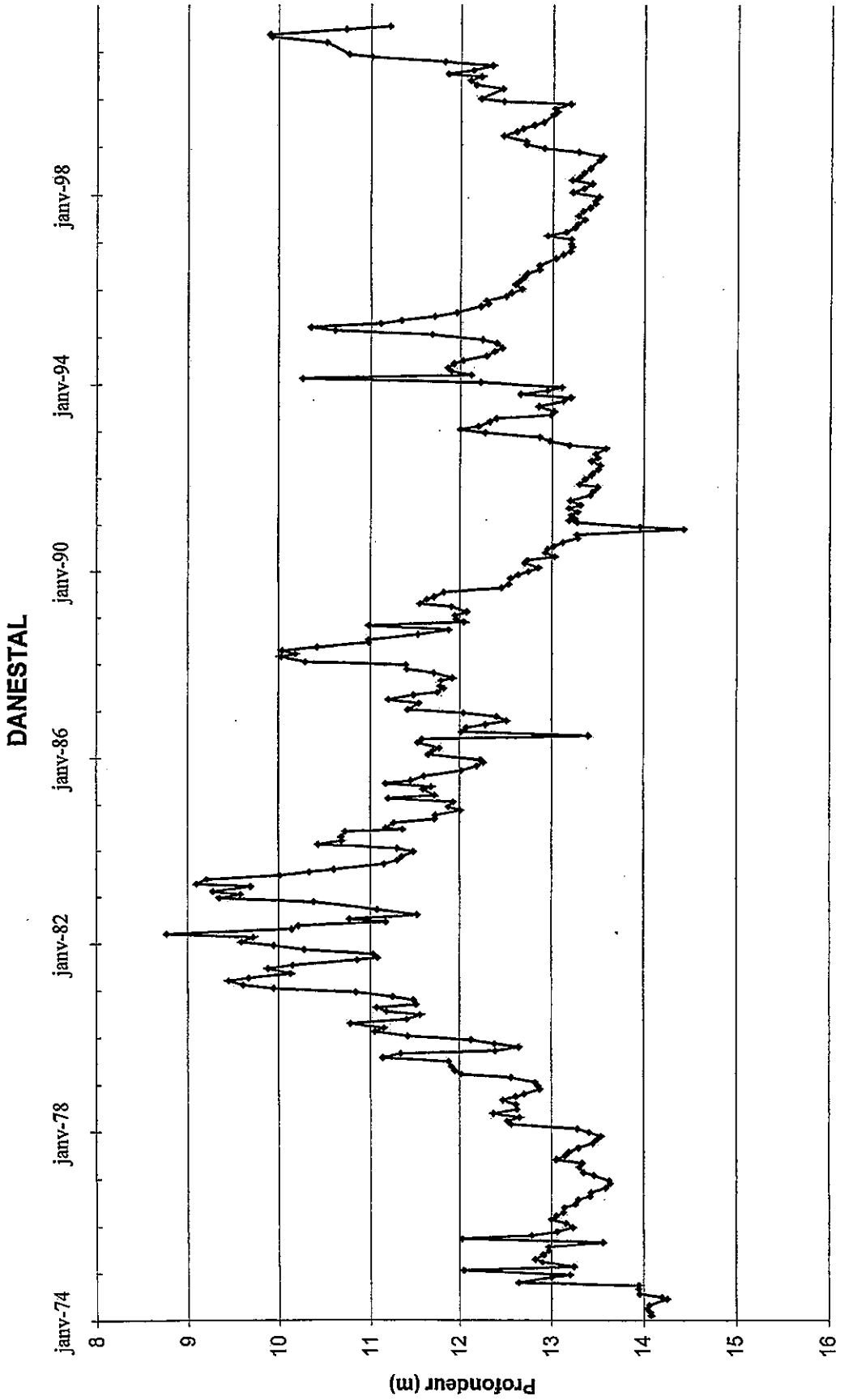
Indice BRGM	Prof mini en m	Prof maxi en m	Amplitude maximale	Profondeur du niveau piézométrique / repère (en mètres) Pourcentage de recharge du mois / extrêmes observés du mois (%)*												Différence en m (**) /	Différence en m /
Commune	Année	Année	en m	juil-00	août-00	sept-00	oct-00	nov-00	déc-00	janv-01	févr-01	mars-01	avr-01	mai-01	juin-01	juil-01	mois précéd	profond maxi
0146.1X.0012	18.99	32.12	13.13	29.76	29.74	29.63	29.48	29.06	28.87	27.93	26.14	24.02	21.58	20.08	19.35	19.16		
Cintheaux	2001	1974		*18%*	*25%*	*26%*	*29%*	*33%*	*34%*	*47%*	*70%*	*93%*	*100%*	*100%*	*100%*	*100%*	0.18	12.96
0146.2X.0072	24.48	41.57	17.09	37.05	36.84	37.08	36.90	35.01	33.50	30.71	27.84	27.12	24.69	24.96	26.21	27.53		
Garcelles-Secq.	2001	1992		*31%*	*68%*	*57%*	*68%*	*89%*	*97%*	*100%*	*100%*	*100%*	*100%*	*100%*	*100%*	*100%*	-1.32	14.04
0146.2X.0079	13.79	17.78	3.99	16.77	16.75	16.76	16.76	16.54	16.36	15.29	14.25	13.79	12.68	13.09	13.63	14.24		
Poussy-la-Camp.	2001	1992		*30%*	*50%*	*46%*	*49%*	*57%*	*74%*	*100%*	*100%*	*100%*	*100%*	*100%*	*100%*	*100%*	-0.61	3.54
0146.3X.0103	13.62	28.03	14.41	21.54	22.77	23.53	25.69	panne	23.39	18.72	18.17	19.29	18.26	20.78	22.94	24.68		
Vieux-Fumé	2001	1992		*100%*	*100%*	*100%*	*70%*		*98%*	*96%*	*99%*	*100%*	*100%*	*100%*	*100%*	*88%*	-1.74	3.35
0147.3X.0087	22.66	27.83	5.17	25.69	25.74	25.85	25.95	25.73	25.3068	24.84	24.32	24.04	23.72	23.62	23.77	23.87		
Auquainville	1978	1991		*45%*	*47%*	*47%*	*47%*	*54%*	*46%*	*58%*	*67%*	*74%*	*81%*	*81%*	*83%*	*85%*	-0.10	3.96
0147.4X.0039	12.18	27.30	15.12	15.72	20.44	22.94	13.90	16.20	16.00	18.20	17.14	15.67	18.53	19.83	21.87	22.72		
St-Pierre-de-Mailloc	1982	1974		*98%*	*57%*	*30%*	*100%*	*72%*	*81%*	*55%*	*59%*	*85%*	*65%*	*53%*	*44%*	*31%*	-0.85	4.58
02144X0005	4.32	28.10	23.78	18.28	18.91	20.07	20.67	18.85	15.03	11.70	7.94	6.89	5.12	6.33	8.80	10.40		
AIGLE (L')	2001	1992		*80%*	*90%*	*79%*	*85%*	*106%*	*149%*	*100%*	*100%*	*100%*	*100%*	*100%*	*100%*	*100%*	-1.60	17.70
02523X0002	5.73	9.36	3.63	7.11	7.25	7.55	7.32	6.76	6.38	6.06	5.73	6.00	5.80	5.98	6.37	6.65		
Villier sous Mortagne	2001	1990		*100%*	*94%*	*90%*	*85%*	*100%*	*100%*	*100%*	*100%*	*100%*	*100%*	*100%*	*100%*	*100%*	-0.28	2.71
02531X0001	54.08	60.21	6.13	59.83	59.79	59.67	59.81	59.66	59.64	59.45	59.55	59.49	59.38	59.33	59.2	59.14		
Longny au Perche	1988	1994		*6%*	*14%*	*13%*	*40%*	*40%*	*37%*	*45%*	*9%*	*11%*	*14%*	*17%*	*21%*	*22%*	0.06	1.07

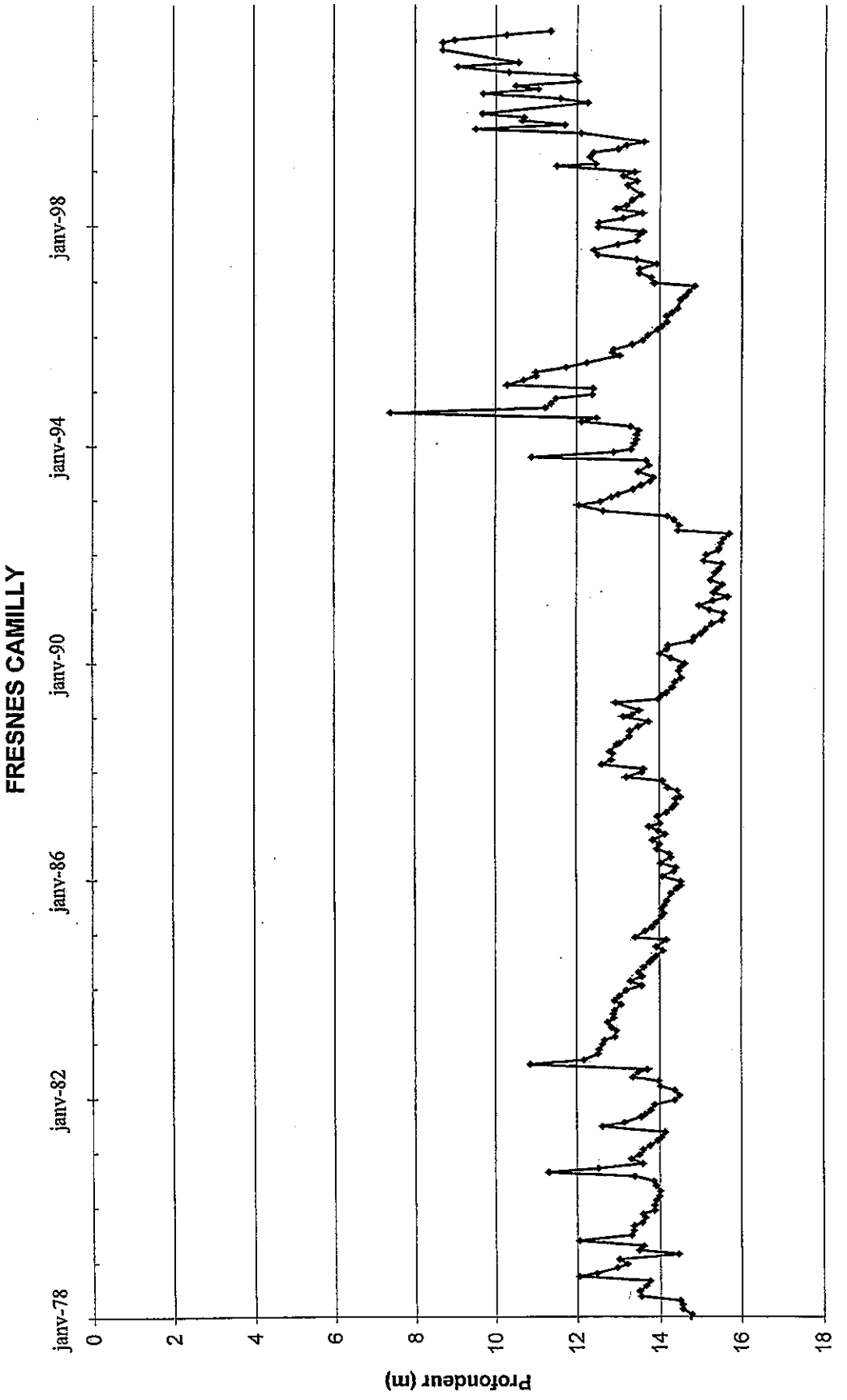
nm: Non mesuré, momentanément inaccessible (propriétaire absent)
trim : relevé trimestriel

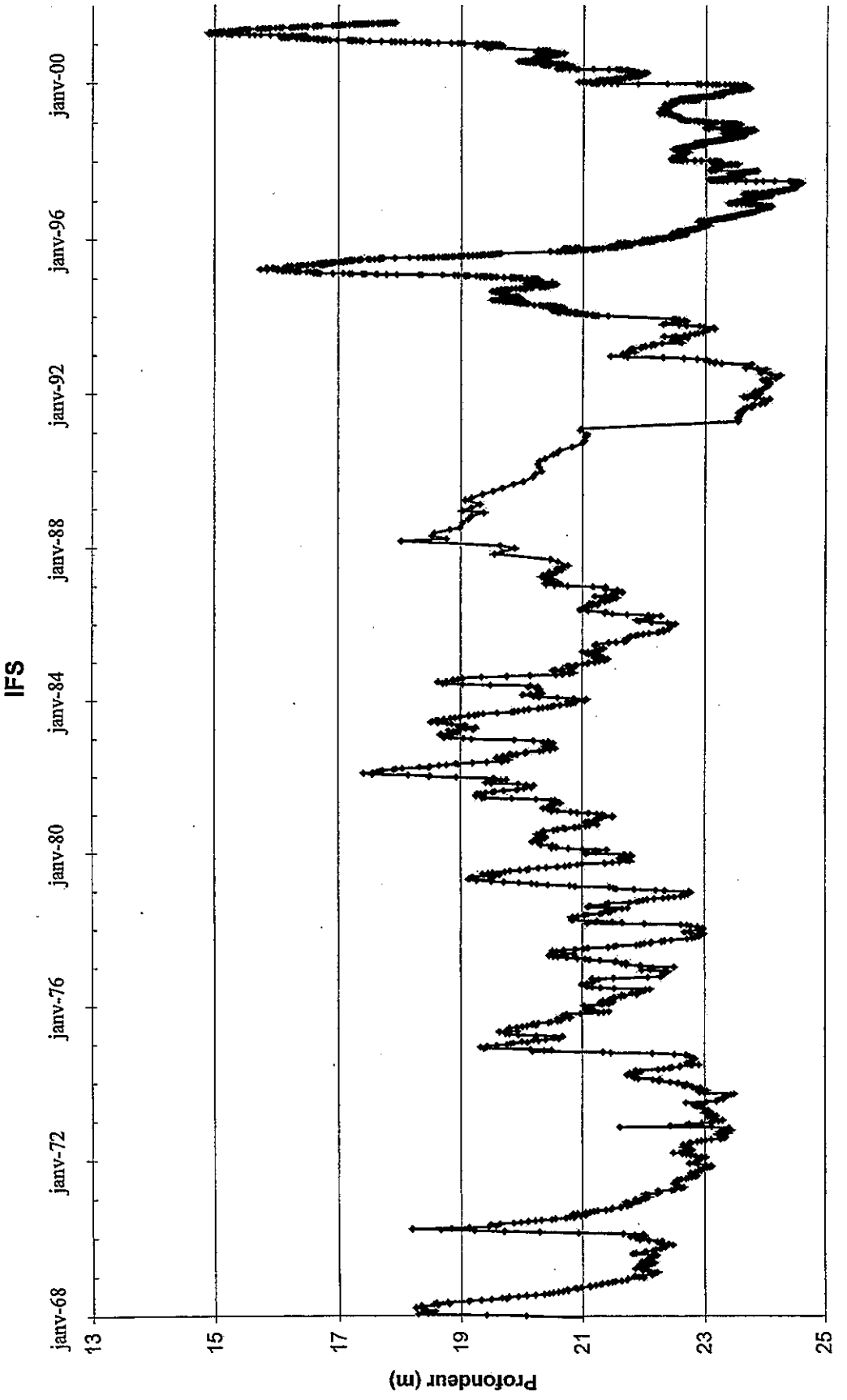

ASNIERES EN BESSIN
janv-76
janv-80
janv-84
janv-88
janv-92
janv-96
janv-00
-1
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
Profondeur (m)

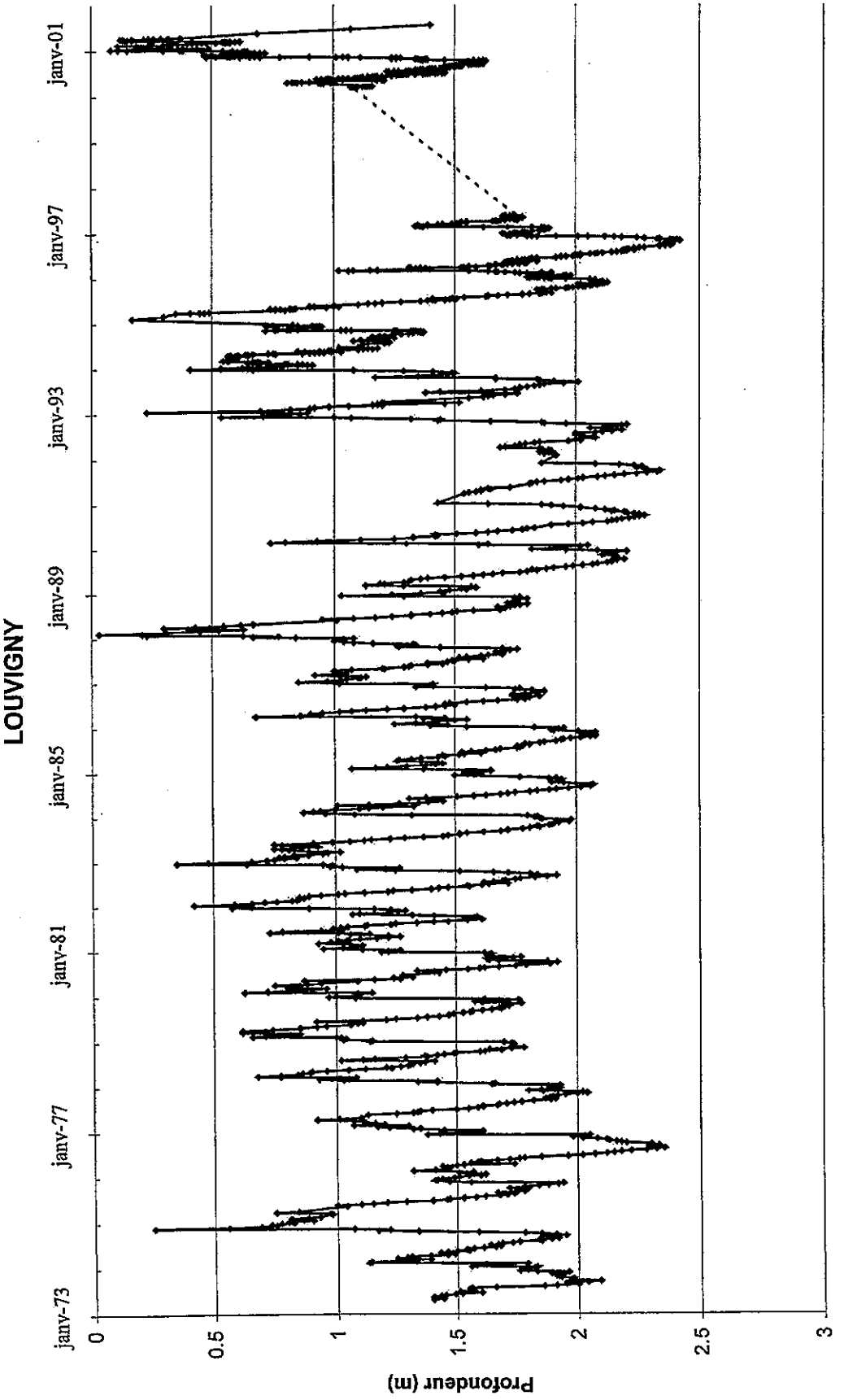

BEAUMONT EN AUGE
janv-74
janv-78
janv-82
janv-86
janv-90
janv-94
janv-98
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
Profondeur (m)

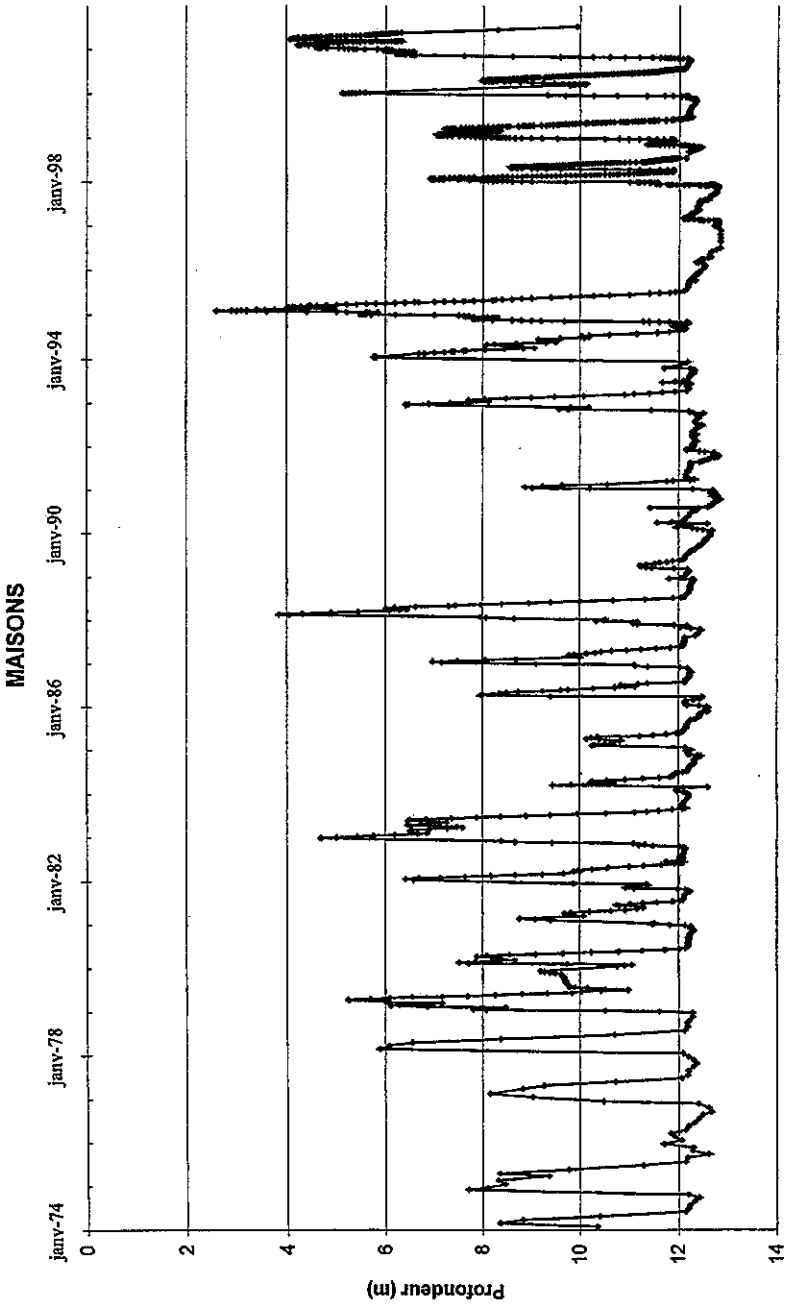

BENY SUR MER
janv-68
janv-72
janv-76
janv-80
janv-84
janv-88
janv-92
janv-96
janv-00
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
Profondeur (m)

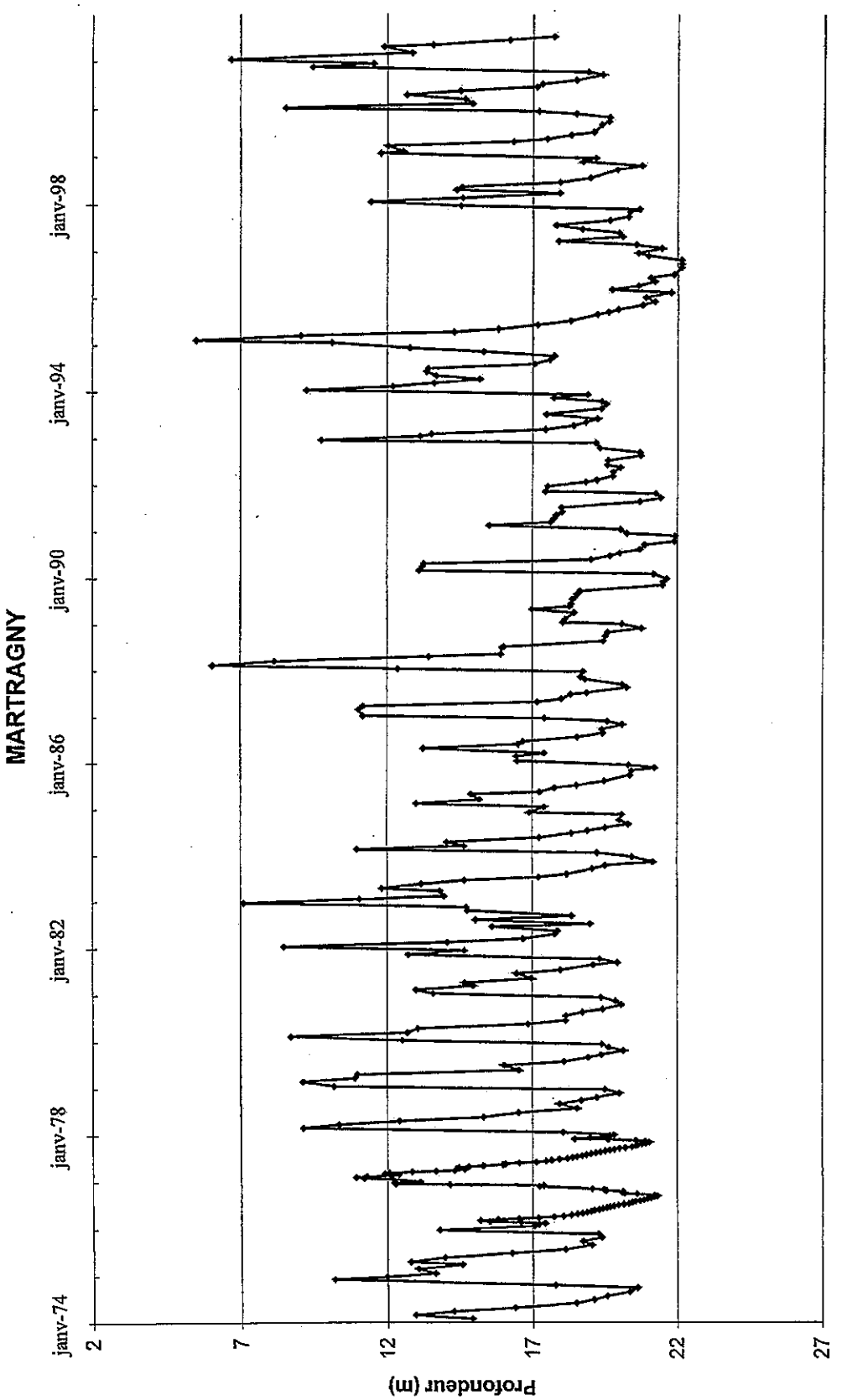

DANESTAL
janv-74
janv-78
janv-82
janv-86
janv-90
janv-94
janv-98
8
9
10
11
12
13
14
15
16
Profondeur (m)

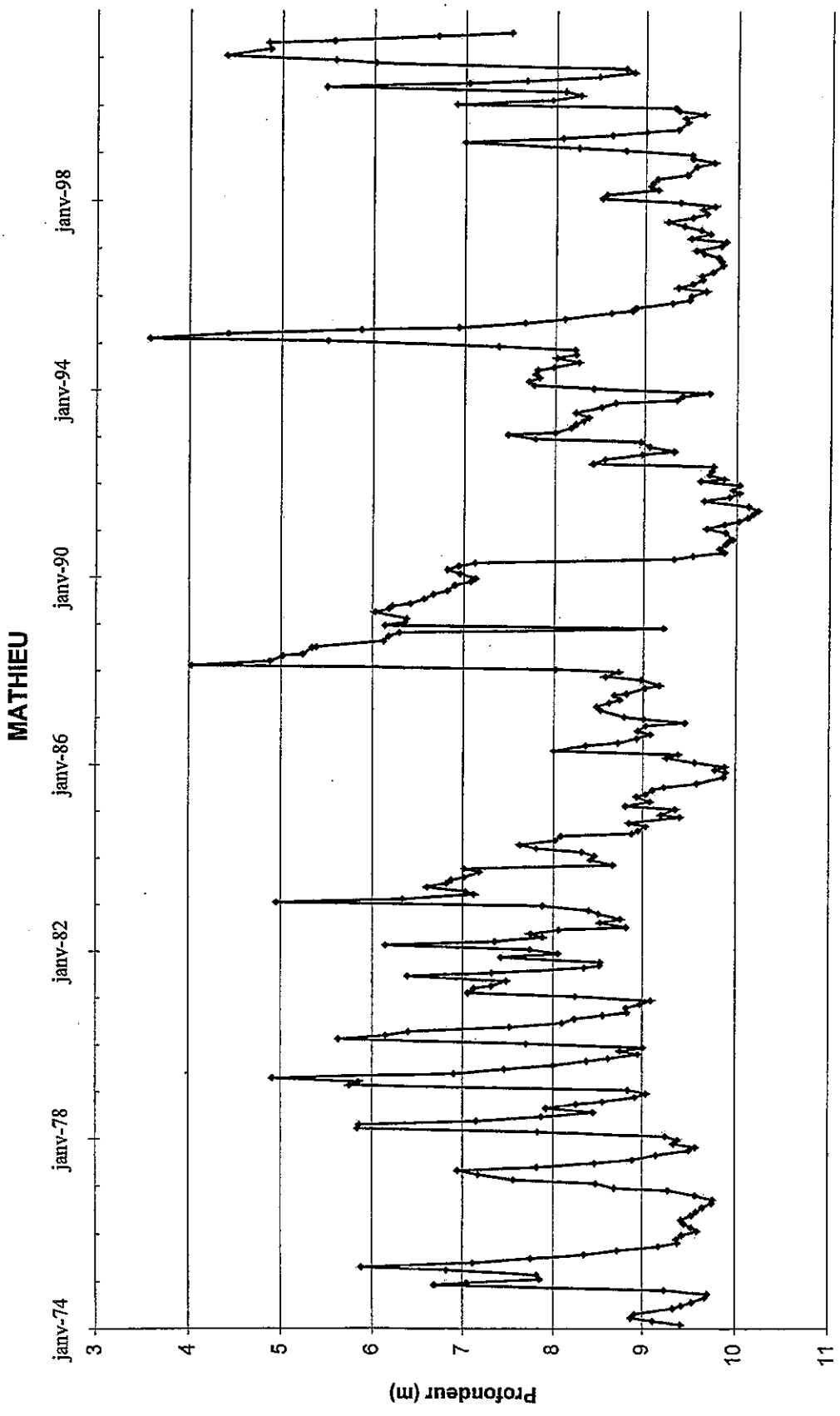

FRESNES CAMILLY
janv-78
janv-82
janv-86
janv-90
janv-94
janv-98
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
Profondeur (m)

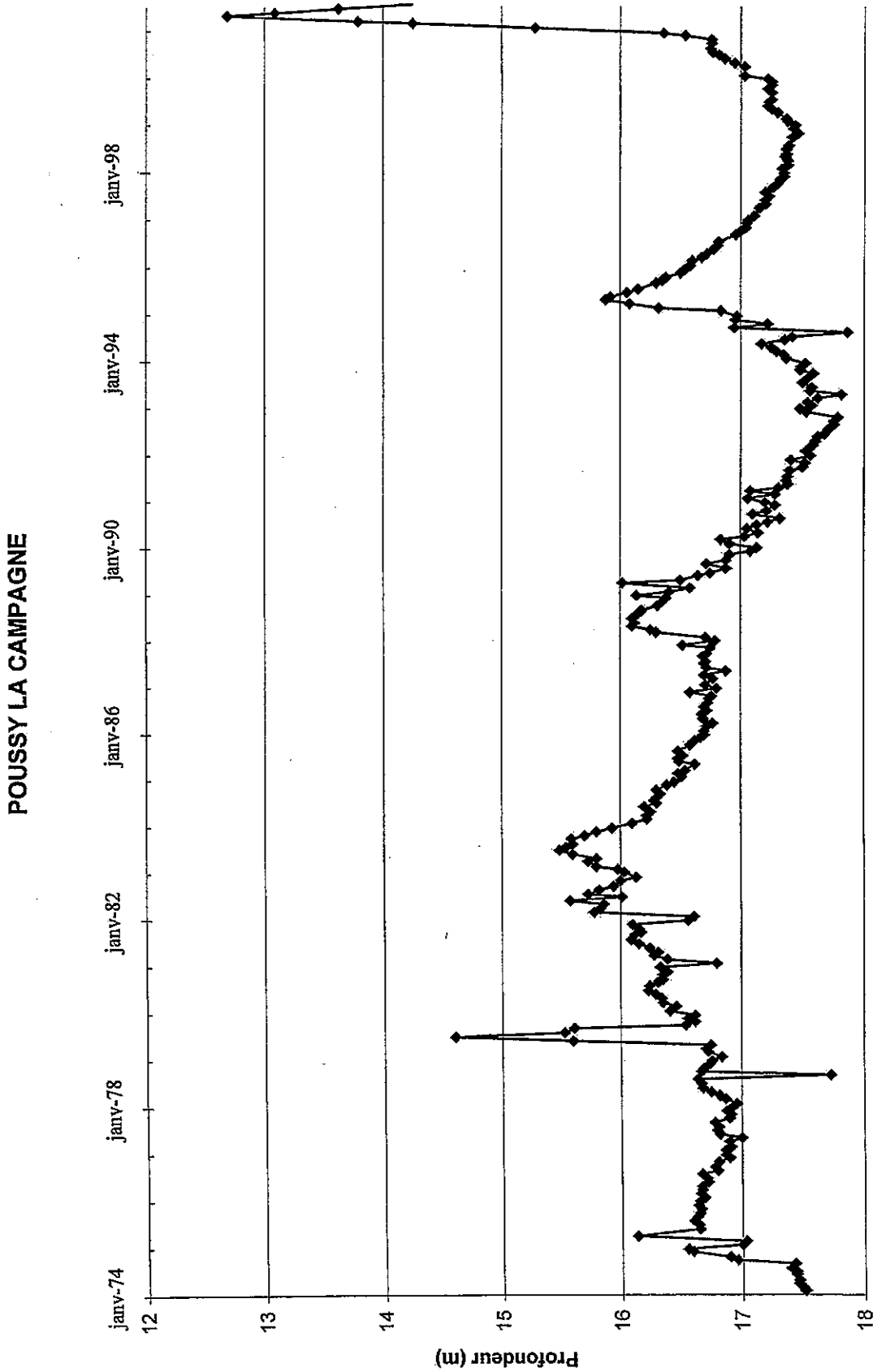

IFS
janv-68
janv-72
janv-76
janv-80
janv-84
janv-88
janv-92
janv-96
janv-00
13
15
17
19
21
23
25
Profondeur (m)

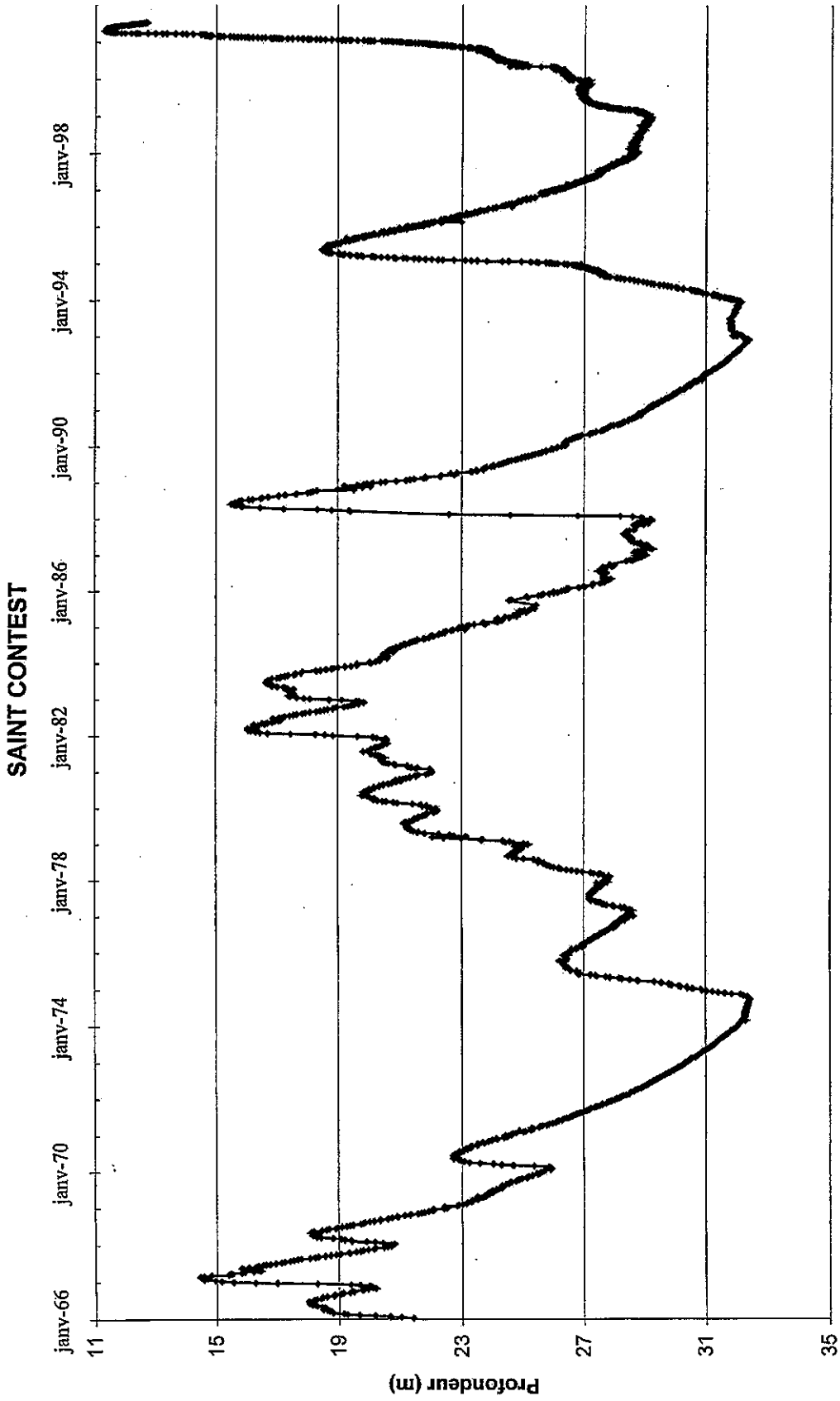

LOUVIGNY
janv-01
janv-97
janv-93
janv-89
janv-85
janv-81
janv-77
janv-73
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
Profondeur (m)

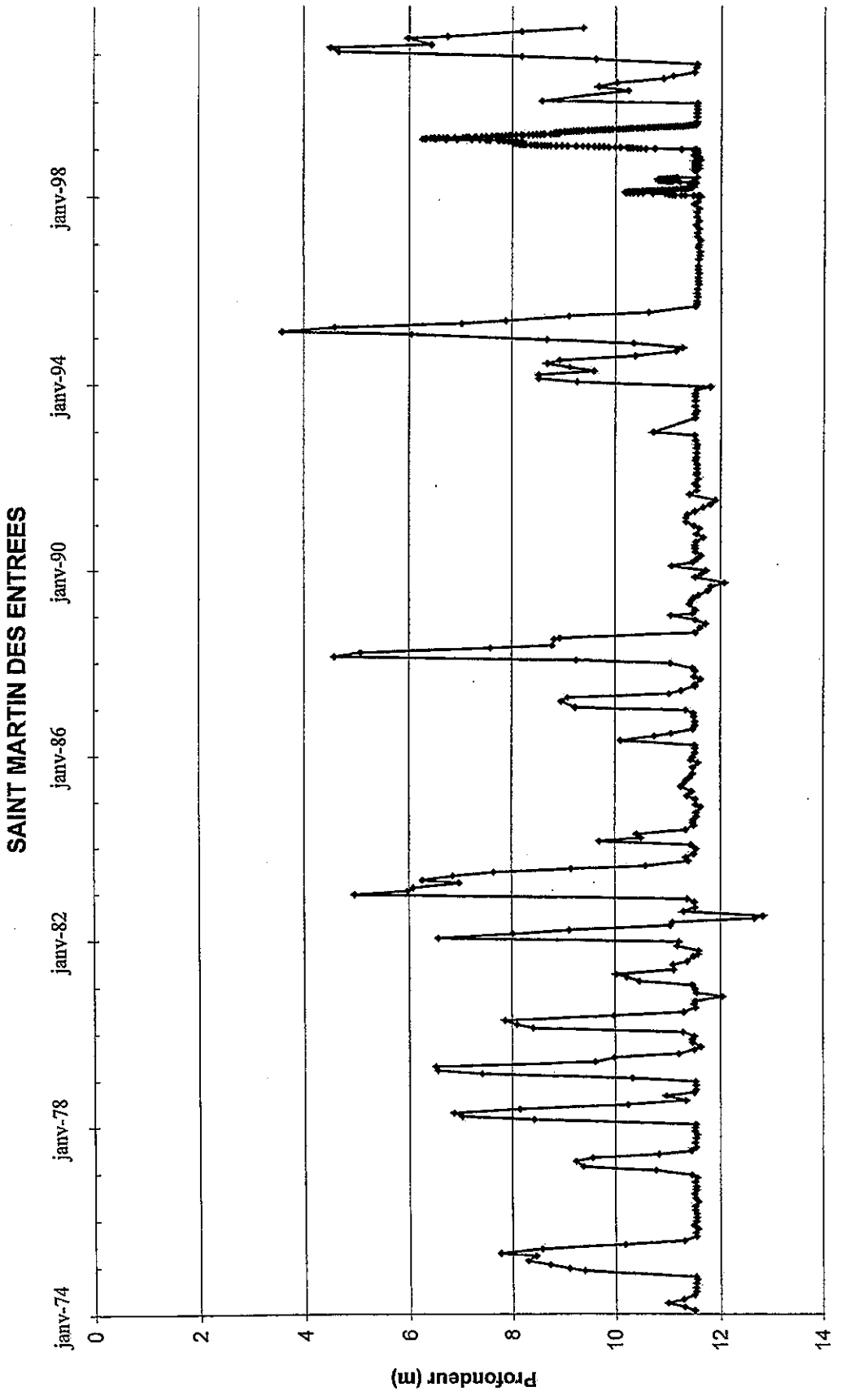

MAISONS
janv-74
janv-78
janv-82
janv-86
janv-90
janv-94
janv-98
0
2
4
6
8
10
12
14
Profondeur (m)

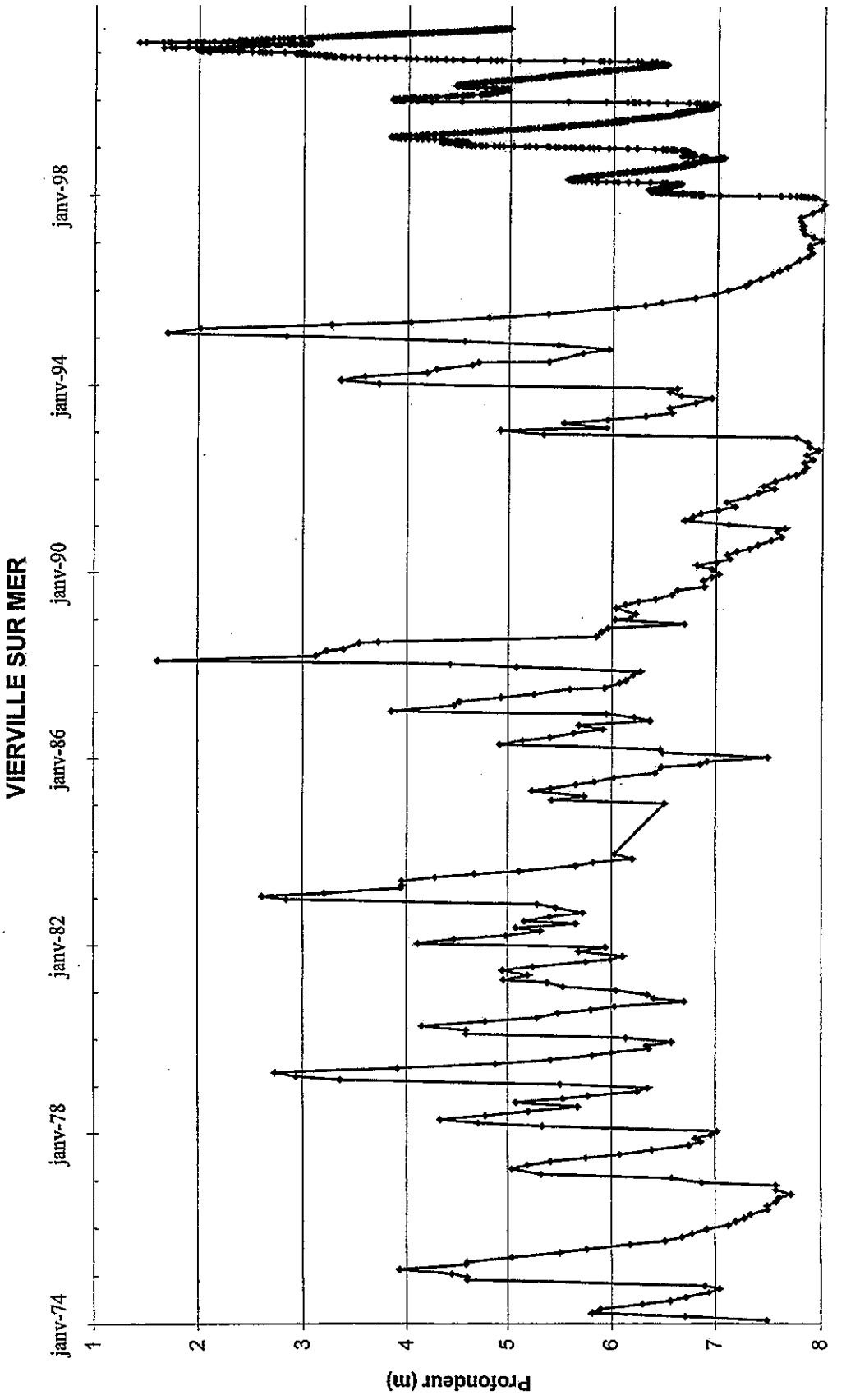

MARTRAGNY
janv-74
janv-78
janv-82
janv-86
janv-90
janv-94
janv-98
2
7
12
17
22
27
Profondeur (m)

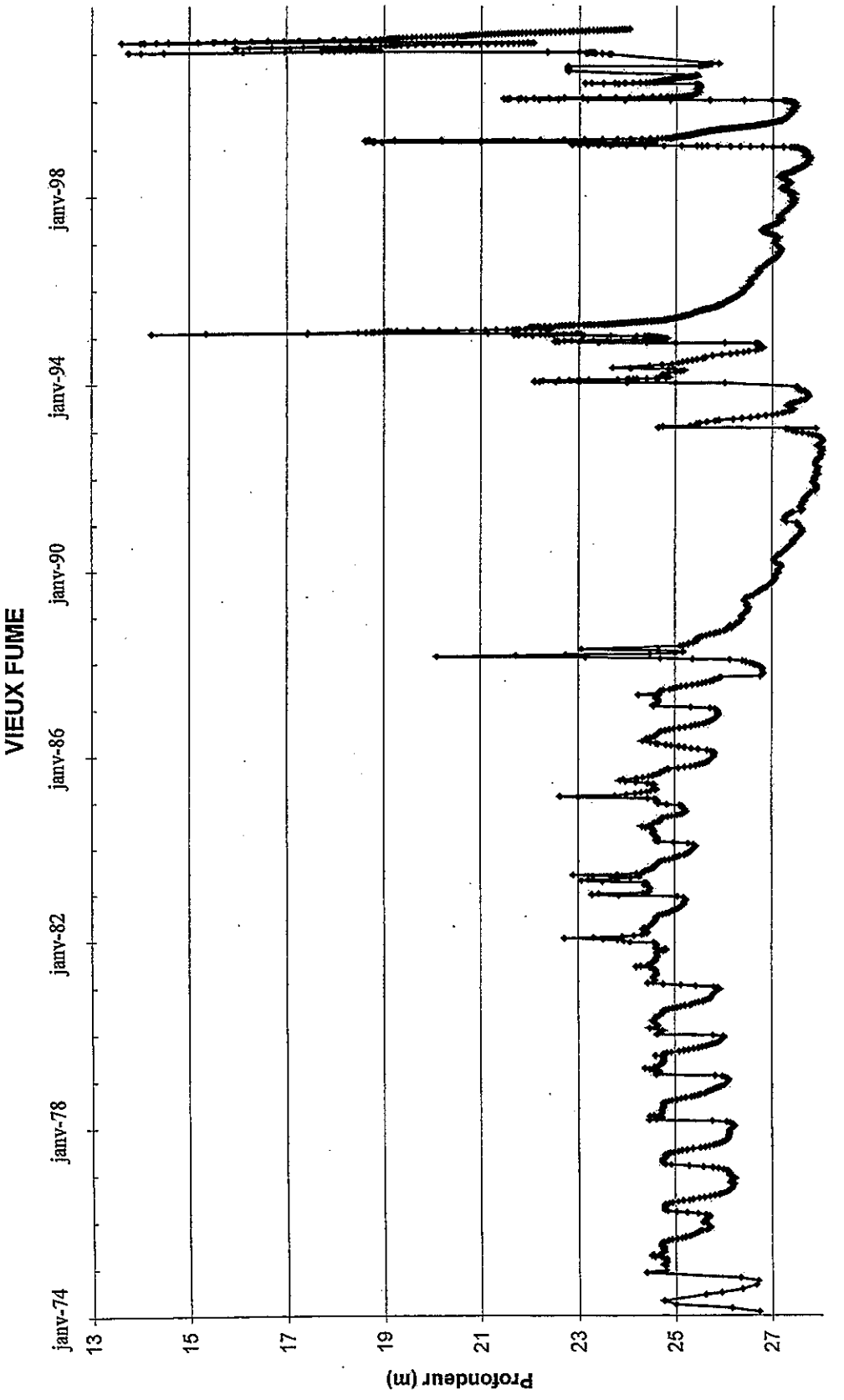

MATHIEU
janv-74
janv-78
janv-82
janv-86
janv-90
janv-94
janv-98
3
4
5
6
7
8
9
10
11
Profondeur (m)


POUSSY LA CAMPAGNE
janv-74
janv-78
janv-82
janv-86
janv-90
janv-94
janv-98
12
13
14
15
16
17
18
Profondeur (m)


SAINT CONTEST
janv-66
janv-70
janv-74
janv-78
janv-82
janv-86
janv-90
janv-94
janv-98
11
15
19
23
27
31
35
Profondeur (m)


SAINT MARTIN DES ENTREES
janv-74
janv-78
janv-82
janv-86
janv-90
janv-94
janv-98
0
2
4
6
8
10
12
14
Profondeur (m)


VIERVILLE SUR MER
janv-74
janv-78
janv-82
janv-86
janv-90
janv-94
janv-98
1
2
3
4
5
6
7
8
Profondeur (m)


VIEUX FUME
janv-74
janv-78
janv-82
janv-86
janv-90
janv-94
janv-98
13
15
17
19
21
23
25
27
Profondeur (m)

ANNEXE 2

Extrait d'un article de Ouest France du 6 avril 2001

Photocopie de l'article :

Burnouf J., Carcaud N., Cubizolle H., Trement F., Visset L., Garcin M., Serieyssol K, (2001) - Les relations sociétés/milieux physiques depuis la fin du Tardiglaciaire : les apports du programme Loire, *Quaternaire*, Paris, 12 (1-2), pp. 5-13

igogie

à chacun»

de jeunes sont scolarisés dans les ous contrat.

ments.» Une convention sera alors ement signée entre le collège et le ccueil. l'élève restant sous la res- è du collège.

NOUVEAU BREVET. Jack Lang crée t d'études fondamentales»: épreuve : en 4e, examen en fin de 3e. Ce rite de passage» (au contenu moder- : à devenir un élément déterminant nt de la décision du conseil de clas- orienter ensuite l'élève.

TONOMIE PÉDAGOGIQUE. Quels *ents pour les professeurs? Citons* e décharges de temps aux volon- encadreront les scolaires à l'arri- et, plus globalement, une autono- dagogique renforcée, une alisation des moyens pendant une trois ou quatre ans, assortie d'une n des résultats.

ILLE HUMAINE. Il existe aujourd'hui iasements de plus de 900 élèves, e dans l'Ouest: Jean-Monnet à Ver- Grand Beauregard à La Chapelle- (*Loire-Atlantique*), Charles-Le Gof- ion (Côtes-d'Armor) et René-Laennec bbé (Finistère). L'objectif est de par- ne «taille humaine maximale» de liens.

Dans le Calvados, les pieds dans une éponge gorgée d'eau

Inondation «phréatique» à Saint-Sylvain

L'eau envahit les maisons par le sol, remonte par les conduites, noie les sanitaires. Saint-Sylvain (650 habitants) est noyée par une crue de sa nappe phréatique. Les habitants ont du souci à se faire. Le phénomène va durer des mois. Et il n'y a rien à faire.

FALAISE. – **«Mon diagnostic ne sera pas forcément sympathique mais, au moins, vous saurez sur quel pied danser.»** Patrick Lebret est directeur au Service national de géologie, à Rouen. Hier, il est venu expliquer aux habitants de Saint-Sylvain (*Calvados*) d'où *vient cette* eau qui inonde la basse-ville depuis décembre: **«Imaginez une éponge: lorsque l'on verse de l'eau dessus. Le volume qui sort est plus monstrueux que celui d'une rivière.»**

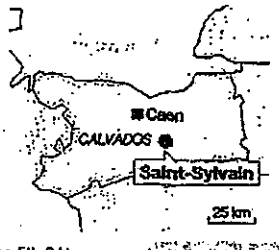
«Réapprendre les contraintes de la nature»

Le jeune restaurateur, qui peine depuis des jours à maintenir le niveau à un mètre dans sa cave, ouvre *grand ses oreilles:* **«Même s'il s'arrête de pleuvoir maintenant, il faudra attendre trois mois avant de revenir à la normale.»** Précision rassurante: **«Ce n'est pas une crue qui va abîmer vos murs... s'ils sont bien construits.»**

Accompagné des élus, le géologue-pédagogue poursuit sa visite dans la rue principale. Voici la boucherie dont les murs se fissurent; puis la maison de Bernadette Fauconnet: **«J'aurai 72 ans la semaine prochaine et ma fille m'a offert une pompe pour mon anniversaire!»** Depuis dix jours, elle *vit les pieds dans l'eau, mais* garde quand même le sourire: **«J'ai surélevé ma gazinière et ma table avec des parpaings, mais,** comme je suis petite, **j'ai du mal à m'en servir...»** Elle vit sans chauffage. **«Les radiateurs électriques étaient trop bas».** Et sans toilettes, «l'eau remonte». Que faire? Vivre chez sa fille? Non, pas question de quitter sa maison. **«Mon petit-fils vient pomper deux heures tous les matins. La semaine prochaine, comme il est à son travail, c'est moi qui me débrouillerai avec ma petite pompe.»**

Le géologue lui conseille d'élever le niveau du sol. D'accord, *mais «qui va payer? L'assurance?»* Justement, le maire de Saint-Sylvain, Michel Vivier, est assureur. Il sait que tout dépend de l'état de catastrophe naturelle. Le dossier est parti depuis deux mois. On attend.

Certes, la commune n'en est pas à sa première inondation. **Mais** celle-ci est vraiment inédite. **«Je suis née dans cette maison et je n'ai jamais vu cela!»**, affirme Bernadette Fauconnet, le doigt pointé sur le jet continu qui sourd de son carrelage. Vision fantastique et inédite. Dans les rues, l'eau *jaillit par les plaques d'égout.* Des tuyaux en plastique sortent des maisons ou des jardins pour recracher le sournois envahisseur. **«Cette nuit, je me suis levée trois fois pour pomper,** explique Mme Montais, juchée sur la passerelle *de fortune qui* traverse son rez-de-chaussée. Depuis dix jours, elle et son mari ont aménagé une pièce de 20 m² qui, par chance se trouve en surplomb de trois marches. Ils vivent là, autour du poêle à pétrole, de la table en formica, du lavabo de la salle de bain et du fauteuil du chien.



Patrick Lebret, le géologue, *tire la leçon de ce désastre:* **«Il faut que les gens réapprennent les contraintes de la nature. Depuis les années 60, tout le monde veut des sous-sol, alors que, dans certaines régions, c'est une hérésie. L'habitat traditionnel comportait un cellier ou un grenier, pas toujours des caves.»** Il suffit de s'en souvenir.

Danièle FOUREY.

Le géologue est venu, hier, visiter Saint-Sylvain. Rien à faire, l'eau va continuer à affleurer pendant trois mois.

Quaternaire, 12, (1-2), *2001*, p. 5-13.

LES RELATIONS SOCIÉTÉS/MILIEUX PHYSIQUES DEPUIS LA FIN DU TARDIGLACIAIRE : LES APPORTS DU PROGRAMME LOIRE

Joëlle BURNOUF[1], Nathalie CARCAUD[2], Hervé CUBIZOLLE[3], Frédéric TREMENT[4], Lionel VISSET[5], Manuel Garcin[6] et Karen SERIEYSSOL[7]

RÉSUMÉ

Le programme de recherche sur la Loire associe, dans un travail interdisciplinaire, l'ensemble des chercheurs travaillant sur le bassin versant. Les études sont fondées sur des fenêtres d'observation où se situent des sites archéologiques à chronologie longue sur lesquels sont enregistrés les épisodes d'activités des sociétés et des cours d'eau. A partir du XVe s., les sociétés essaient de modifier l'espace à leur profit dans les vallées, elles construisent des «levées» et tentent de forcer les confluents des affluents de la Loire.

Mots-clés : Géoarchéologie, plaine alluviale, val, levée, interaction Sociétés/Milieux.

ABSTRACT

FLOODPLAIN ARCHAEOLOGY AND ENVIRONMENTAL CHANGE IN THE LOIRE VALLEY DURING HOLOCENE

The «Loire» research project is firmly based on an interdisciplinary approach of the fluvial environments. We study alluvial archaeological sites and floodplain geomorphology and palaeoecology. The Loire Valley floodplain is influenced by both physical and human activity. In the Middle Ages, especially from the XVth century onwards, societies tried to build their own space in the floodplain, erected «levées» and tried to force the adjacent river Indre and Cher to their junction with the Loire river.

Key-words : Geoarchaeology, environmental changes, floodplain archaeology, Middle Ages, Holocene.

INTRODUCTION

La proposition d'un volume de synthèse sur les relations que les sociétés ont entretenu avec les milieux est un pari que nous avons souhaité tenir afin de restituer le plus rapidement possible à la communauté scientifique, pour discussion, les résultats des recherches conduites sur les bassins fluviaux. Dans ce volume la plupart des articles portent sur le bassin versant de la Loire et quelques articles sur d'autres espaces. La cohérence tient à la démarche adoptée par les chercheurs qui est résolument interdisciplinaire. Le programme sur le bassin versant de la Loire est porté par un laboratoire SHS du CNRS ce qui est exceptionnel dans les recherches sur l'environnement et les problématiques de recherches sont posées d'emblée de manière intégrée et non par secteur disciplinaire.

[1] Université de Paris I Panthéon-Sorbonne, UMR 7041 ARSCAN, Equipe Archéologie Environnementale, Maison de l'Archéologie et de l'Ethnologie René Ginouvès, 21 Allée de l'Université, 92023 NANTERRE cedex.
[2] Université d'Angers, département de Géographie, Laboratoire des Sciences de l'Environnement et de l'Aménagement, rue de la Barre, 49000 ANGERS.
[3] Université Jean Monnet, CRENAM, UMR 5600 CNRS, SAINT-ETIENNE.
[4] Université Blaise Pascal, CLERMONT-FERRAND.
[5] Université de Nantes, Laboratoire d'Ecologie et des Paléoenvironnements atlantiques, UMR 6566, BP 92208, 44322 NANTES cedex 3.
[6] BRGM, ORLÉANS.
[7] Université Américaine de Paris.

Manuscrit reçu le 14/11/2000, accepté le 10/01/2001.

LA NÉCESSAIRE COLLABORATION ENTRE LES GÉOSCIENCES, LES SCIENCES DE LA VIE ET LES SCIENCES DE L'HOMME ET DE LA SOCIÉTÉ

Contribution à la structuration de la recherche dans le bassin versant de la Loire, le programme "Interactions Sociétés/milieux dans le bassin versant de la Loire", financé par le Programme Environnement, Vie et Société du CNRS (comité Sociétés, Environnement, Développement Durable), a créé un réseau de chercheurs et fédère six grandes institutions. Au sein de chacune des équipes qui se répartissent le bassin de la Loire l'équilibre entre les différents partenaires du programme est globalement respecté. A l'intérieur de chaque région, des "fenêtres" ont été délimitées qui constituent des territoires plus modestes sur lesquels interviennent les équipes.

L'idée de ce programme est née de l'absence de travaux de recherche de synthèse sur le bassin versant de la Loire dans les domaines de la paléogéographie holocène et de la géoarchéologie. L'ambition du projet était de couvrir l'ensemble du bassin versant avec des chercheurs des différentes disciplines impliquées dans l'étude des paléoenvironnements et du fonctionnement des hydrosystèmes fluviaux.

Les chercheurs qui ont répondu à l'idée fédérative lancée en janvier 1996 ont consacré la première année à la réalisation d'un inventaire des données acquises et à un bilan de synthèse sur le milieu et l'occupation du sol. L'ensemble constituait un corpus hétérogène. Les observations avaient été faites à des échelles différentes, du micro-local au régional. Il fallait désormais réfléchir aux mêmes échelles sur l'ensemble du bassin.

En effet, les travaux conduits sur d'autres bassins versants comme le Rhône, la Moselle ou la Seine, ont bien montré la pertinence de la réflexion croisée de l'Histoire, de l'Archéologie et des Sciences de la Terre et de la Vie pour comprendre et expliquer la coévolution de l'occupation du sol et du milieu et la manière dont peuvent être remis en cause le fonctionnement des sociétés par les problèmes de l'environnement mais aussi comment le milieu rétroagit à l'action de l'Homme avec des temps-réponse variables selon l'échelle d'observation dans le bassin. Ces travaux constituent la matière d'une réflexion sur les phénomènes contemporains et la possibilité d'une évaluation prospective. Cette recherche s'inscrit dans les préoccupations actuelles et les réflexions sur les risques naturels et le développement durable et doit déboucher sur une aide à la décision pour l'ensemble des acteurs confrontés à des dossiers touchant aux relations entre l'Homme et le milieu dans le bassin versant de la Loire spécialement dans les vallées.

Les résultats acquis en deux ans de programme sont synthétisés autour de deux thèmes : les rapports entre les sociétés et la végétation et les rapports entre l'homme et l'eau (sociétés/vallées et sociétés/zones humides). La lecture des résultats est hiérarchisée de la manière suivante : la synthèse emprunte aux études par espace géographique, avec une synthèse par espace de bassin.

LES RAPPORTS ENTRE SOCIÉTÉS ET VÉGÉTATION

L'étude des relations des sociétés avec la végétation a surtout été explorée en mettant en oeuvre les données acquises dans les milieux prospectés, carottés et analysés à différentes échelles d'espace : vallons, vallées, marais et tourbières. Bien que de très nombreux résultats d'analyses aient été utilisés -dendrochronologie, xylologie, anthracologie, carpologie...-, les analyses palynologiques ont été privilégiées. L'ensemble de ces disciplines concourt en effet à permettre la compréhension des relations que les sociétés ont entretenu avec le milieu végétal dans le passé, la manière dont elles ont "géré", quelquefois de façon fort savante, ce patrimoine naturel et comment elles l'ont transformé.

Le programme que nous développons bénéficie d'un bon encadrement en chercheurs palynologues. Il est donc le lieu privilégié du débat non seulement sur les résultats mais aussi sur les méthodes de lecture et de comptage. Sont également discutés les concepts qui guident l'analyse, la mise oeuvre de la source, la représentativité des corpus : le nombre de carottages donc le pourcentage de l'espace couvert, la fréquence des prélèvements donc la lecture diachronique et non la sélection des échantillons.

La palynologie a longtemps été un moyen de connaître non seulement l'évolution de la couverture végétale mais aussi d'établir la chronologie de la végétation voir de caler chronologiquement des séquences pour lesquelles les historiens ne disposaient d'aucun autre paramètre. En effet les naturalistes ont très tôt établi les "chronozones" correspondant aussi à des moments climatiques et ont obtenu ainsi des chronologies climato-végétales.

Avec le développement de l'archéologie et en premier lieu des études sur la préhistoire, elle a permis aux historiens de réfléchir sur la place de l'homme dans le milieu et sur l'action de l'homme sur le milieu. Pour rendre "lisible" la place des sociétés dans leur rapport à la végétation, les palynologues ont élaboré un diagramme de synthèse de "l'anthropisation" qui permet de mieux lire les parts respectives des différents végétaux et de mesurer le poids des sociétés sur le milieu. Le concept même d'anthropisation qui est sans doute opératoire pour les périodes les plus reculées et permet de mesurer l'action des sociétés sur le milieu naturel, ne paraît pas aussi pertinent pour les périodes plus récentes, c'est-à-dire à partir des âges des métaux et de toute évidence pour les périodes historiques.

Il est rapidement apparu que cette question était un des axes forts de notre réflexion. En effet le programme comporte un volet spécifique de travail sur "la variation de la limite supérieure de la forêt" dans le bassin amont de la Loire et de ses affluents. Or les travaux déjà réalisés, montrent que la situation devient très complexe au moins à partir de l'âge du Bronze et que l'on ne peut plus parler de comportement d'un "milieu naturel" puisque celui-ci est entièrement transformé par l'action des sociétés. Il nous est donc apparu important de développer une réflexion non plus seulement sur l'anthropisation mais sur "la prise et déprise anthropique" des sociétés sur le milieu.

LA COUVERTURE VÉGÉTALE ET EN PARTICULIER FORESTIÈRE

Le concept lui-même de variation de la limite supérieure de la forêt méritait d'être révisé. La densité d'occupation des moyennes montagnes du bassin amont est attestée depuis au moins le Néolithique et il est plus pertinent de poser la question de la forêt en terme d'espace qu'en terme de limites. Le concept de limite supérieure de la forêt, compris comme déterminée par les contraintes climatiques, elles-mêmes liées à l'altitude, à l'exposition, aux conditions édaphiques, se trouve à l'évidence fortement modifié au moment où les sociétés se mettent à défricher pour conquérir des pâturages et des terrains à cultiver. Dès le Néolithique, des déboisements, mis en évidence dans la plupart des diagrammes polliniques du Massif Central (Beaulieu *et al.*, 1988) affectent la hêtraie-sapinière. La tourbière de Virennes, par exemple, à 1090 m dans le bassin amont de la Loire, commence à fonctionner à l'âge du Bronze Moyen. Le diagramme pollinique obtenu montre que des clairières ouvertes par l'homme existent sans doute déjà. A partir de la Tène, on observe la chute des pourcentages de pollen de chêne, puis de hêtre et de sapin, tandis que se développent les héliophiles, aulne et bouleau, conséquence d'un important défrichement. Par la suite, un équilibre semble s'installer au niveau forestier, ce qui signifie que la forêt est alors gérée comme réserve de matériaux indispensables aux activités des sociétés (construction, activités artisanales, charbonnage...). Dans le paysage en mosaïque qui en résulte, les espaces alors libérés sont dévolus aux cultures (avec céréales) et aux pâturages. La grande quantité de tourbières dans le bassin amont fait de cet espace un lieu privilégié d'observation des pulsations de l'espace forestier sachant que dès la fin de la Préhistoire, les sociétés ont une gestion "savante" des espaces boisés et pratiquent dans leurs prélèvements une "sélection" des espèces en fonction de leurs besoins et de l'évolution du couvert végétal comme l'ont bien démontré les travaux sur les sites de cette période dans le Jura. Pour les périodes historiques cette région est connue comme un espace particulièrement "riche" et densément occupé et exploité. Par exemple dans les Limagnes, à l'âge du Fer, l'impact des sociétés sur le milieu est très fort comme le traduit le nombre des *oppida* et des habitats de plaine. Dans la Margeride l'explosion dans le domaine de l'occupation du sol a lieu au Moyen Age. La forêt est pour ces périodes un des grands topos de l'histoire, chez les historiens qui travaillent à partir des sources écrites. De manière générale après les déboisements du Néolithique, la pression des sociétés sur le milieu se fait plus forte à l'âge du Bronze, puis ensuite à la Tène par contre il semble y avoir une stabilité de gestion du milieu végétal à l'époque gallo-romaine et au Moyen Age. En tout état de cause la reforestation de ces milieux montagnards est un phénomène récent, postérieur à 1850.

La question pour ces périodes, mérite d'être posée non en terme de prédation sur le milieu mais en termes de "gestion". Pour cette "longue durée" historique, la pression des sociétés sur le milieu forestier est importante : on peut même risquer de dire qu'il y a une surexploitation du milieu. Le bois est la matière première prépondérante dans la construction, il est la source d'énergie pour toutes les formes de l'artisanat (terre cuite, métallurgie, verrerie) souvent sous forme de charbonnage et enfin les forêts constituent les terrains de parcours privilégiés dans les économies agro-pastorales. Toutefois cette "pression" sur le milieu est encore difficile à expliquer : il s'agit d'une exploitation raisonnée du milieu, difficile à décrire et synthétiser, en raison du mode d'acquisition des données. Ce problème paraît avoir été perçu par les sociétés elles-mêmes puisque l'on voit apparaître dès le milieu du Moyen Age les premières codifications, une gestion réglementée des forêts et donc sa prise en charge par les pouvoirs politiques.

LA RECHERCHE DES MARQUEURS PERTINENTS

Dans le cadre des chronozones, les palynologues ont mis en évidence des "espèces pionnières" qui constituent des marqueurs de colonisation végétale dans certaines conditions bioclimatiques. Ils ont également mis en évidence des "espèces de colonisation". Il nous est apparu important d'affiner ces données pour les six millénaires avant notre ère, en particulier pour des espèces comme le noisetier et le châtaignier ; sans parler des "espèces importées" comme le noyer et la vigne dont la présence pose d'autres problèmes en raison du caractère profondément "socialisé" de ces espèces. A partir du moment où les sociétés atteignent un niveau d'organisation, dont les seuils restent à définir, le raisonnement par présence/absence n'est plus pertinent dans la mesure où on est dans le registre du "volontarisme sociétal" et où il serait plus intéressant de savoir s'il s'agit d'une sélection volontaire : éventuellement d'espèces plantées et cultivées dont on a favorisé le développement ou en présence d'une colonisation "spontanée". C'est en particulier le cas pour le châtaignier exploité pour ses fruits mais aussi pour son bois. Il y a là un champ de recherche à exploiter de manière corrélative dans certaines régions. La courbe des céréales, qui pour les historiens de ces périodes est un truisme, mériterait d'être "affinée". Les études doivent privilégier les analyses hors sites plutôt qu'intra site, qui biaisent les résultats. C'est bien sûr dans une comparaison/corrélation critique des uns avec les autres que doivent porter les analyses des diagrammes et sur les proportions entre les différentes espèces de céréales plus que sur la catégorie céréales elle-même. Le comportement des pollens de céréales permet de dire que la présence des pollens ne signifie pas agriculture mais proximité d'un site de battage et/ou de stockage des céréales donc il peut y avoir des milieux où l'absence ne signifie pas abandon des terres, donc en terme historique déprise agricole, mais que le prélèvement a été fait dans une zone à l'écart des aires d'habitat où qu'il y a eu conversion de l'espace à d'autres systèmes agraires. Dans ce cas, le cortège des autres pollens doit être analysé pour tenter de comprendre quels types d'activités les sociétés pratiquaient dans ces espaces.

Parmi les polygonacées, la croissance de la courbe du sarrasin doit aussi être examinée avec attention. Mais ce qui mérite réflexion est moins la date d'apparition des

premiers pollens dans les diagrammes (attesté par exemple en Bretagne dès le Néolithique) que la courbe de croissance et son évolution aux différentes périodes de l'histoire. De même pour les fabacées.

Enfin parmi les plantes utilisées dans le textile, le chanvre et le lin méritent aussi une attention particulière pour ce qu'elles traduisent des activités agricoles qui fournissent la matière première de l'industrie textile : là aussi la question du seuil doit être examinée dans le rapport avec l'usage de ces végétaux comme fibres textiles.

L'ÉTUDE AFFINÉE DES MARQUEURS DE PRISE ET DÉPRISE DES SOCIÉTÉS

Les palynologues ont depuis de nombreuses années mis en évidence dans leurs diagrammes des plantes qui intéressent particulièrement les historiens car elles témoignent bien des activités des sociétés : les rudérales et messicoles, plantes autochtones dont la croissance est favorisée par l'activité agricole des sociétés après la mise en culture.

Dans ces catégories il nous intéresse tout particulièrement de différencier au sein des espaces, des territoires fortement marqués par les sociétés, les sous espaces qui attestent non seulement de la présence et de l'activité proche des hommes et des animaux mais aussi d'essayer de percevoir les rythmes de prise et déprise de ces sociétés sur les espaces et aussi sur la manière de structurer l'espace. Il sera fructueux de mettre en évidence la part des "friches" dans les espaces humanisés ; une autre chose sera ensuite de les interpréter en terme d'histoire. Les théories actuelles sont quelque peu remises en question pour les périodes préindustrielles, en particulier le Moyen Age. Ainsi "la recolonisation forestière du Haut Moyen Age", "les grands défrichements", les abandons de terre et la crise du Bas Moyen Age sont rediscutées.

Il est porté une attention particulière à ce qu'est la forêt pour les sociétés pré-industrielles : le débat ne porte pas tant sur l'objet ou sur le mot que sur les pratiques sociales au sein des espaces boisés. Le résultat le plus important sur cette question centrale de l'histoire est la mise en évidence dans l'ensemble des espaces d'un déboisement important au Haut Moyen Age. Cette découverte qui devra être discutée et approfondie, corrobore les résultats du bassin de la Seine (Leroyer, 1997) en allant plus loin : en effet sur le bassin de la Seine "le paysage restait ouvert" ce qui veut dire que le déboisement était antérieur et qu'il n'y avait pas de reconquête forestière. Ici le paysage est ouvert au Haut Moyen Age : le déboisement n'est pas forcément défrichement. Une chose est acquise : il n'y a pas de recolonisation forestière au Haut Moyen Age.

La question qui était posée concernait la partie montagnarde du bassin amont de la Loire et de l'Allier, donc seulement une partie de l'espace étudié et portait sur la limite supérieure de la forêt. La réponse apportée à l'arrivée porte sur tout l'espace du bassin et nous permet d'affirmer que la question n'était pas opératoire. Il paraît donc important désormais d'étudier non plus les limites mais les espaces forestiers non seulement en altitude mais également dans l'ensemble de l'espace du bassin. Nous avons opéré un véritable retournement d'utilisation de la question qui nous avait été posée en terme d'échelle d'observation, d'espace, d'instrumentation des sources, d'interprétation historique : la réflexion a été conduite sur l'ensemble du bassin et pas seulement dans le bassin amont ; les observations ont porté non pas sur le strict domaine "forestier" mais sur les cortèges de végétation par période et leur interprétation sociale ; les questions posées en terme de relations des sociétés avec le milieu végétal ont débouché sur l'invention d'un "diagramme" nouveau : le diagramme "sociétés végétation" ; on n'observe pas de reforestation au Haut Moyen Age mais au contraire des défrichements/déboisements. Certains diagrammes révèlent même, mais il faut encore préciser les chronologies, des défrichements à la fin du Moyen Age. Or ces pulsations de la couverture végétale ont une grande importance en matière d'érosion ou non des sols dans les bassins, quelque soit leur rang, et donc les activités des sociétés sur la couverture végétale ont un effet indirect sur l'hydrologie.

LES SOCIÉTÉS ET LES VALLÉES

Les relations des sociétés avec les vallées des grands fleuves européens constituent un des thèmes sur lequel circule les lieux communs les plus éculés. La manière dont les relations des sociétés avec ces milieux ont été interprétées traduit le déterminisme respectif, des historiens et des naturalistes dans leur approche du sujet.

Les opérations archéologiques conduites sur ces espaces ont permis de réfléchir aux relations des sociétés avec ces milieux complexes et d'apporter, outre des résultats bien datés sur les occupations, des éléments d'hypothèses sur le rôle de ces sociétés dans la construction du milieu qui s'inscrivent en faux contre un certain nombre d'idées reçues.

LES THÈSES OBSOLÈTES

On a souvent cherché à expliquer les « lacunes « en construisant un raisonnement par comparaison avec les espaces voisins. Les vallées (creux) et les berges (plateaux) auraient ainsi connu alternativement des périodes d'occupation et ce mouvement de balancement est fréquemment expliqué en termes « politiques ». Durant les périodes de calme : les sociétés exploitent et vivent de et dans les vallées. Par opposition, durant les périodes de troubles, celles-ci se réfugient sur les hauteurs. Ces explications simplistes et réductrices sont désormais à abandonner totalement.

Il est tentant également de projeter l'actuel sur le passé et d'élaborer le concept de «site naturel» favorable. Selon une sorte de «mythe des origines» ce que sont devenus certains espaces occupés depuis très longtemps par les sociétés, est considéré comme un acquis lié à des critères favorables. Les explications fournies sont relatives au besoin en eau des hommes et au fait qu'il serait naturel que les communautés humaines se soient installées sur les berges des grands fleuves, dans des «sites favorables» et bien entendu «insubmersibles» (Dion, 1961). Les démons-

trations récentes pour les cas de Lyon (Bravard, 1997) et Grenoble (Peiry, 1997) conduisent à réviser complètement les interprétations de ce type.

En matière d'aménagement des hydrosystèmes par les sociétés, les théories, les mythes, interprètent la capacité des sociétés en termes d'organisation politique : le rôle déterminant du «pouvoir fort» est mis en valeur (la Loire, fleuve royal). Si le pouvoir est fort, centralisé, disposant de «corps de fonctionnaires», alors la nature est dominée, ordonnée, vaincue, c'est une cosmogonie politique. A l'inverse, sans «Etat» les sociétés sont la proie des «forces naturelles» et la «nature reprend ses droits» : ainsi sont interprétés «l'ordre romain» et le «désordre médiéval». Sur cette question aussi il convient de réviser les thèses énoncées.

Les études réalisées depuis bientôt vingt ans, de manière interdisciplinaire, conduisent aussi à réviser les relations entre les sociétés et les hydrosystèmes dans les vallées. Le «concept de risque naturel» ne semble plus opératoire et il serait plus juste de parler de risque «hérité». En effet, la crue étant un comportement normal du fleuve (décennal, centennal, millénaire), les sociétés, par les contraintes qu'elles ont exercées sur le fleuve depuis le Moyen Age au moins, ont contribué à déstabiliser le milieu dont la rétroaction, même normale, peut être interprétée comme une catastrophe.

Nombre d'études entreprises depuis 15 ans en France dans le cadre d'équipes interdisciplinaires sur les vallées (Buzzi *et al.*, 1993 ; Bravard, 1997 ; Colardelle, 1996 ; Burnouf *et al.*, 1998a ; Burnouf *et al.*, 1998b ; Leveau, 1999) concernent la moyenne vallée du Rhône, le delta du Rhône et l'étang de Berre, la confluence du Rhône et de la Saône à Lyon mais aussi le Médoc entre Atlantique et Gironde. Elles ont démontré d'une part la richesse d'informations stockées dans les sédiments des plaines alluviales et témoignant de leur exploitation par les sociétés depuis la Préhistoire, d'autre part la difficulté des études et surtout des modélisations synthétiques en terme de reconstitution des paysages en raison des phases d'érosion subies par ces milieux de manière aléatoire dans l'espace et dans le temps.

L'ÉTAT DES CONNAISSANCES EN LOIRE MOYENNE

Dans le val de Tours plusieurs études conduites entre 1995 et 1998 permettent de démontrer le rôle déterminant des sociétés riveraines dans le forçage du cours de la Loire au Moyen Age.

L'étude de C. Blin (1998) sur l'espace géographique de Tours au sens large démontre que la plaine alluviale est tributaire du comportement de la Loire avant l'occupation humaine. Les sociétés s'installent non pas comme le supposait R. Dion (1961) sur des «buttes insubmersibles» mais dans une zone dépressionnaire (Peiry, 1997). Ce sont les sociétés qui construiront peu à peu le relief au niveau de la ville avec leurs propres remblais -estimation GDM/BRGM 32 000 000 de m³-. Les vals correspondent à d'anciens paléotracés de la Loire isolés par un bourrelet de rive lors des déplacements latéraux du fleuve (démonstration faite pour Val de Tours et val d'Authion) contrairement à ce que proposait Dion (1961).

Les études (Audibert, 1998 ; Burnouf et Carcaud, 1999 ; Burnouf et Maillard, 2000) sur le même espace montre le rôle déterminant des sociétés médiévales pour contraindre le fleuve. L'analyse des textes montre avec quelle obstination les «élites municipales» avec l'appui du roi de France ont entrepris une politique de grands travaux destinée à mettre hors d'eau le territoire de la ville au sens large. C'est à partir de la fin du XVe siècle que l'on passe des «Turcies», submersibles, aux «Bateis», en ville, et à la «Levée», dans la campagne alentour que l'on veut rendre insubmersible. En terme d'interprétation globale sur l'espace considéré il semble que les sociétés aient souhaité "corseter une île insubmersible" entre Montlouis et le bec du Cher à Villandry plutôt que de chenaliser les cours d'eau.

Dans le val triple, à l'aval de Tours, l'écoulement et notamment les confluences Cher/Indre/Loire ont été en grande partie artificialisés entraînant ainsi une évolution notable de leur dynamique. Corseter l'île de Bréhémont (épanouissement du bourrelet de rive entre Villandry et Rupuanne) grâce à un réseau de levées constitue une première génération d'aménagement répondant à la nécessité de se protéger des inondations. Les levées guident alors la confluence Cher/Loire vers Rupuanne. Il en a résulté une reprise de l'incision par chenalisation du Cher qui favorisait les connections de l'Indre vers le Cher puis la Loire à Rupuanne comme en témoignent encore les cartes du XIXe siècle. Il nous est encore difficile de situer chronologiquement la mise en place de ces levées. Selon R. Dion (1961) et M. Pommereau (1991) leur édification serait médiévale, sans plus de précisions. Durant l'époque moderne cette basse vallée du Cher, également nommée rivière de Boudre, est navigable et bénéficie d'un trafic de pierres à bâtir, bois, céréales et vin. Plusieurs ports (port Buron, port Badin, port Bailby...) jalonnent son tracé (Pommereau, 1991).

C'est sans doute à ce moment là que les sociétés riveraines de la Loire vont imaginer «la création de confluences artificialisées» dans le val. Cette hypothèse est fondée sur l'observation des différents confluents du Cher et de l'Indre avec la Loire entre Villandry et Huismes. On observe quatre confluences qui ont été actives aux époques historiques (sans compter les confluences fossiles observables par photo-interprétation et carottages). Une seule est encore aujourd'hui visible, active (mais comme débouché de l'Indre seule) et non forcée, celle d'Huismes. Une autre est encore active et forcée au moins depuis 1782 (sinon avant) celle de Villandry qui est le confluent du Cher et de la Loire. Le débouché de Rupuanne est peut être un cours forcé médiéval, confluent du Cher grossi de l'Indre, à cet endroit. Le quatrième, le ruau Sainte Anne sur la commune de La Riche à l'ouest immédiat de Tours est active jusqu'au XVIIIème siècle où elle est remblayée.

A la fin du XVIIIème siècle, l'aménagement hydraulique se fait plus radical. Entre 1777 et 1803 deux barrages sont construits entre Villandry et Rupuanne pour fermer la confluence de Rupuanne et diriger toutes les eaux du Cher vers le bec de Villandry. Le tronçon d'environ 15 km artificiellement abandonné s'appellera désormais le «Vieux Cher». On peut supposer que ce choix découle d'une mutation de la fonction économique du val. Le transport fluvial disparaît au profit de la mise en valeur agricole. Cet important déplacement de confluence et surtout la réduction

de quatre confluences à une seule, a entraîné une évolution de la dynamique fluviale. Depuis, on assiste à une disparition des points de confluence Indre/Cher et à une appropriation de la zone inondable par l'Indre. Il faut toutefois noter qu'en créant le «Vieux Cher» et en supprimant cet ancien déversoir de crues ligérien les riverains ne suppriment pas les risques d'inondations. D'autant que la construction de levées là où elles n'existaient pas et leur surélévation continue entre le XVIème siècle et 1922 a renforcé la chenalisation du fleuve. De grandes crues envahissent le val à la fin du XVIIIème et au XIXème siècle. Il s'agit de crues de Loire qui s'engouffrent dans le val triple au niveau des anciens couloirs de défluviation et percent des brèches dans la levée (1790, 1791, 1822, 1825, 1846, 1856, 1866) ou de crues de l'Indre en 1836, 1845 et 1872 (Filleteau, 1893).

Dans le val d'Authion : avant les recherches archéologiques induites par la construction de l'autoroute A.85 cet espace était considéré comme répulsif et donc à peu près vide de témoins d'une occupation humaine. Les fouilles ont permis de mettre au jour des séquences d'occupation depuis le Néolithique masquées par des dépôts soit paratourbeux soit sablo-limoneux. Ce val a été occupé depuis le Néolithique, à la Protohistoire puis au cours de l'Antiquité. Par contre, dans l'espace fouillé aucun établissement médiéval n'a été découvert. Il apparaît donc que les sociétés se sont approprié ce val même aux époques où elles ne maîtrisaient pas ou mal les techniques de l'eau, qu'aux époques historiques elles exploitent le potentiel de cette zone humide et la végétation qui la couvre et même qu'elles cherchent à construire un «espace protégé» par la construction de levées : il est probable qu'une levée existait entre Chouzé et Saint-Martin de la Place à la fin du XIIème siècle et les mentions se multiplient à partir du XIIIème siècle. Le problème posé par l'étude de ce val, s'il apparaît «plus simple» pour les époques anciennes où alternent sédimentations archéologiques et sédimentations alluviales (sous réserve des crises érosives) est plus complexe pour les périodes historiques où les sociétés par leurs constructions dans le lit mineur contraignent le cours du fleuve et provoquent des rétroactions du milieu fluvial avec des effets différés en fonction des agents physiques externes.

Le lit mineur des cours d'eau a été utilisé de manière intensive au cours du Moyen Age : par exemple, l'étude conduite sur les relations entre le chapitre de Saint-Martin de Tours avec ses possessions à l'époque carolingienne (Noizet, 1997) montre que les chanoines «se seraient en quelque sorte approprié la Loire». Le fleuve draine la plus grande quantité des domaines du chapitre et l'accessibilité à l'eau constitue une caractéristique essentielle de ces possessions. Cette accessibilité qui permet une communication aisée par voie fluviale n'est pas le seul usage de l'eau. Moulins et pêcheries qui permettent d'exploiter le milieu halieutique et l'eau comme source d'énergie constituent autant de structures contraignantes pour les cours d'eau (Champion, 1996 ; Guichane, 1993a et 1993b). Les études sur les pêcheries font apparaître une gestion sélective déjà très savante au Moyen Age entre les pêcheries de courant et celles des boires, entre les pêcheries de Loire et celles du Cher. Ces aménagements hydrauliques, outre leurs structures permanentes, nécessitent des aménagements de berge, bateis, épis, biefs, chaussées qui sont autant d'ouvrages installés dans le lit mineur pour diriger le courant principal. S'ils nécessitent un entretien permanent des berges en amont comme en aval de l'ouvrage, ils créent aussi autant d'obstacles (Cayla, 1994). A ces travaux s'ajoutent toutes les structures utiles à la navigation : ports, quais, épis de dérivation pour chenaliser le courant principal. Les prospections aériennes à l'étiage estival et les études archéologiques et dendrochronologiques montrent la densité extrême des ouvrages en lit mineur et le peu qui a pu être daté montre la part importante d'ouvrages médiévaux. Le lit de la Loire est «encombré» d'ouvrages construits durant un millénaire.

Ces premiers résultats permettent d'affirmer que le val de Loire en Anjou-Touraine a été un cours forcé au Moyen Age par les sociétés riveraines. Les sociétés construisent le milieu de vallées en fonction des systèmes techniques dont elles disposent. Elles le construisent de manière directe en agissant sur lui et de manière indirecte en introduisant des contraintes.

Toutefois, et c'est la chance des historiens sédimentaires, les différents aménagements construits par les sociétés et la réponse du milieu ont créé des «crises» en raison des contradictions et du caractère non concerté de ces aménagements. Ils avaient aussi un coût, très important, ce qui par chance a laissé des «traces» dans la documentation. Par ailleurs, le moment où la documentation se fait plus «bavarde» est aussi celui où l'hydrologie se fait plus active : dans un milieu «fragilisé» par une «surexploitation» le simple fonctionnement normal des cours d'eau, avec ses crues annuelles, décennales ou centennales provoque des «catastrophes» qui n'ont rien de naturel.

RÉSULTATS DES PREMIERS TRAVAUX MENÉS DANS LE BASSIN AMONT

Dans la Plaine alluviale de la Loire, dans le bassin du Forez, un modèle d'évolution géomorphologique de la Loire et de sa plaine alluviale a été élaboré à l'issue des nombreux travaux géoarchéologiques menés dans la moitié sud du bassin du Forez. Ce modèle a été mis en évidence sur le site de Boisset-les-Montrond (Cubizolle et Georges, 2001) et confirmé depuis. A un domaine géomorphologique instable, totalement remanié depuis l'époque gallo-romaine et dépourvu de ce fait de potentiel géoarchéologique, s'oppose un domaine stable, épargné par les divagations du fleuve et par l'alluvionnement depuis le Chasséen (3800 BC à Rivas) dans certains secteurs, le Campaniforme (2400 BC à Craintilleux) ou le Bronze moyen (1500 BC à Boisset-les-Montrond) ailleurs. Aucune métamorphose fluviale n'a été observée. Le style à méandres perdure selon les secteurs depuis au moins 6000 ans à au moins 3500 ans. Enfin l'alluvionnement est quasi nul, les sites archéologiques en place n'étant enfouis que sous 30 à 60 cm de limons de débordement. Au contraire, l'arasement des structures mises au jour par les archéologues nous montre que la surface de la plaine alluviale a pu

s'abaisser de 0,80 cm dans certains secteurs avant que des dépôts de limons de débordement ne viennent donner à la plaine sa topographie actuelle.

Dans la vallée de la Dore, le même modèle semble prévaloir mais toutes les datations radiocarbones ne sont pas encore disponibles et les occupations humaines en zone inondable ne sont pas encore aussi nombreuses.

D'autres informations paléoenvironnementales sont fournies par l'étude des cônes alluviaux détritiques qui se sont construits au débouché des vallons et petites vallées qui entaillent les versants granitiques du Livradois et les versants taillés dans les sédiments oligocènes des bassins tertiaires d'Ambert et de Limagne. Plusieurs calages chronologiques montrent qu'une phase importante dans la construction de ces cônes se place au IIIème millénaire avant J.-C. Par ailleurs l'étude des formations colluviales de bas de pente nous a amené à émettre l'hypothèse d'un regain de l'ablation et du transport sur les versants sableux-argileux de Limagne à la Tène (Cubizolle *et al.*, 2001).

Dans la vallée de l'Allier des modifications du cours sont attestées dans les sources écrites au Moyen Age, au moins depuis le XIIIème siècle. Celle-ci lors de ses déplacements latéraux provoque la création de nouveaux chenaux donc des pertes de terrains (par érosion ?) ou l'apparition de nouvelles terres (par sédimentation ?) et surtout bouleverse les limites ce qui génère des conflits jusqu'au XVIIIème siècle. Bonheur de l'historien !!!! non seulement les dossiers sont riches et nombreux mais, chose rare, des plans ont été conservés.

Dans la Grande Limagne, au nord ouest de Clermont, les travaux de l'A710, ont permis d'explorer un transect nord-ouest/sud-est. Les études géomorphologiques conduites à cette occasion ont permis de démontrer qu'avant l'Antiquité les "terres noires" sont peu épaisses, 80 % de leur formation est postérieure au second âge du et 65 % postérieur au gallo-romain tardif : démontrant dans cet espace aussi le rôle décisif des périodes "historiques" et en particulier de l'Antiquité et du haut Moyen Age (ce qui est nouveau puisque cette période est traditionnellement considérée comme une période de "revégétalisation"/ reforestation). Des "crises érosives" dont la grande ampleur a pu être mesurée sur des pentes sont attestées au cours de l'Holocène mais se généralisent après l'Antiquité et le "nivellement" de cet espace est réalisé dans les deux derniers millénaires. L'époque moderne, du XVIème au XVIIIème siècle, marque une nouvelle avancée des cônes des ruisseaux en plaine et les dépôts de cette période représentent un quart de la totalité des apports observés dans les coupes. Dans cet espace fortement marqué par la néotectonique active et la sismique, les sociétés ont été confrontées à toutes les périodes de l'holocène à ces phénomènes. Les cours d'eau ont subi des modifications en relation avec ces facteurs physiques et sociétaux : une subsidence holocène du fossé limagnais, la pente des cours des ruisseaux affluents de l'allier n'a cessé d'augmenter depuis l'Antiquité et dans ces zones hydromorphes, la paludification a été accentuée par les facteurs physiques et amplifiée par les sociétés à partir de l'Antiquité.

LES SOCIÉTÉS ET LES ZONES HUMIDES : MARAIS ET TOURBIÈRES

Les zones humides sont des milieux spécifiques pour lesquelles des études récentes ont permis de démontrer la complexité de l'évolution (étang de Berre, étangs de St-Blaise, marais des Baux, Champagne, Médoc). Contrairement à une idée trop répandue, ces milieux ne sont pas répulsifs pour l'homme. Bien au contraire, ce sont des territoires attractifs du fait de la présence d'eau et de la biodiversité corrélative. Mais ce sont des écosystèmes très sensibles à la fois à la variabilité des agents externes mais aussi à l'action des sociétés.

L'influence de l'Homme sur le développement voire la mise en place des tourbières est souvent déterminante. En effet de très nombreuses tourbières du bassin amont sont historiques et systématiquement associées à des aménagements hydrauliques : biefs de moulin, drains d'irrigation, retenues d'eau... Un travail de datation systématique de plusieurs dizaines de tourbières situées dans les massifs montagneux du bassin de la Loire orientale a été mis en oeuvre afin de déterminer avec précision quelles sont les périodes de l'Holocène au cours desquelles les tourbières se sont mises en place. Les premiers résultats qui portent sur 51 datations par le radiocarbone de la base des tourbières montrent que presque toutes celles qui sont situées en dessous de 1000 m d'altitude, au cœur du domaine agricole, sont des tourbières historiques (Cubizolle, Tourman, *en préparation*). La réflexion sur la responsabilité des sociétés dans le déclenchement de la turbification de certains espaces est donc entamée.

Des travaux plus spécifiques sont conduits sur 6 sites répartis entre 650 m et 1600 mètres d'altitude. Des carottages dans ces tourbières permettent l'extraction et l'examen des pollens et des diatomées mais également des analyses chimiques, le tout couplé aux études archéologiques et accompagné de datations radiocarbone. Les tourbières de Virennes dans le massif du Livradois ont permis une première synthèse (Cubizolle, Serieyssol, Argant, *soumis*). Leur histoire révèle l'importance du rôle des sociétés humaines dans le façonnement de certains paysages de moyenne montagne d'Europe Occidentale à partir de l'âge du Bronze. La mise en place de la tourbière dans le fond de l'alvéole se place au cours de la seconde moitié du Subboréal (1687-1448 cal. BC). Elle s'accompagne d'un couvert forestier discontinu qui a pu être en partie détruit par des sociétés de pasteurs ou des communautés à la recherche de bois. La question est alors posée d'une éventuelle relation de cause à effet entre le démarrage de la tourbification et cette intervention de l'Homme.

Le couvert forestier se réduit brutalement à la Tène. Les céréales accompagnées de leur cortège de messicoles et de rudérales apparaissent au Haut Moyen Age. La situation au Bas Moyen Age est plus complexe. A une phase marquée par l'importance des céréales succède une phase de déclin des cultures et de développement du couvert forestier datée de 1301-1444 cal. AD (UtC-9152). Ultérieurement la croissance de la courbe des céréales, de messicoles et de rudérales reprend et les taux de pollens, se maintiennent à des niveaux élevés jusqu'au XXème

siècle. Depuis, le recul de l'agriculture a été très marqué dans ce secteur et la courbe des céréales a chuté tandis que celle des sapins progresse très sensiblement.

Dans le bassin aval, en Mayenne, l'étude de 11 tourbières et les calages chronologiques obtenus au moyen de 66 datations par le radiocarbone permettent de couvrir une période de 15 000 ans couvrant le Tardiglaciaire et l'Holocène. C'est dans le cadre de cette étude que D. Barbier (1999) a mis au point le diagramme «sociétés-végétation». Il est plus que la représentation de la prise et déprise agricole car il permet de voir des actions des sociétés en terme de «prédation» sur le milieu végétal (dont arboré) qui ne sont pas obligatoirement liés à des pratiques agricoles mais par exemple au chauffage, aux proto-industries (surtout pour les périodes historiques et entre autre le Moyen Age). Ils mettent en évidence outre le développement de l'agriculture dès l'âge du Fer (2300 BP), la mauvaise représentation de la céréaliculture pendant l'époque gallo-romaine (ce qui permet de poser l'hypothèse de zones de terroir à usage spécifique, comme l'élevage) et des défrichements importants dès le haut Moyen Age.

CONCLUSION : RÉFLEXIONS TRANSVERSALES DE SYNTHÈSE : LES CONCEPTS DE "CRISE" ET DE "STABILITÉ" : LA NOTION DE "RISQUES"

Ces questions récurrentes sont au coeur des débats des chercheurs du programme lors de la mise en oeuvre des données pour leur interprétation. Elles requièrent de bien déterminer ce que les uns et les autres entendent par l'énoncé de ces concepts. En effet naturalistes et historiens ne donnent pas la même signification à ces mots et là encore la notion d'échelle (d'espace et de temps) des observations et de leur interprétation joue un rôle important.

Nous avons considéré que la vieille idée de la stabilité du milieu fluvial à l'Holocène était une question résolue : c'est une idée fausse liée à une échelle d'observation trop générale des phénomènes qui ne prenait pas en compte le rôle des sociétés. Notre présupposé de départ est donc que ce milieu mouvant est en équilibre dynamique. Ceci posé, une première question est de savoir ce que l'on date et comment en effet dans notre travail de collecte des données sédimentaires, le raisonnement par présence/absence est bien loin d'être suffisant, mais il est la contrainte de notre travail d'où découlent des interprétations qui peuvent être différentes des phénomènes. Par exemple lorsque les naturalistes pensent pouvoir conclure de leurs observations qu'il y a une «crise morphogénique» à un moment donné T, que signifie cette "crise" en terme de sociétés ? Est-ce la crise qui est datée ou la stabilité consécutive ? De même lorsque des archéologues, se fondant sur le mobilier archéologique retrouvé dans les matériaux de comblement d'un paléochenal concluent à son colmatage : celui-ci doit, en bonne méthode être daté d'une période bien postérieure mais qui ne peut toujours être fixée précisément : en effet tout ce qui est dans le comblement est déstocké et transporté même sur une courte distance et c'est seulement si une occupation vient sceller l'ancien tracé que l'on peut proposer une date fiable pour l'arrêt du fonctionnement de ce bras. Ces deux exemples montrent la complexité des interprétations liées à la fois à la méthode de la collecte des informations, à la fiabilité des datations et au raisonnement construit sur elles. Dans ce raisonnement un point fondamental est «l'effet de seuil» à partir duquel se produit le passage d'une dynamique à une autre. Les sociétés jouent alors un rôle conscient ou non dans ce changement de dynamique. Celui-ci s'accroît en fonction de leur niveau d'organisation par la fragilisation du milieu que leurs activités provoquent. Si de surcroît, un changement dans l'activité des agents physiques externes intervient, alors il peut y avoir un changement complet dans l'équilibre dynamique du milieu. La «crise» peut aussi être provoquée par les sociétés, par un changement dans le mode de gestion du milieu : changement de système agraire, de système technique etc... Un déséquilibre peut alors se créer et induire des transformations du milieu.

Ces réflexions introduisent alors la notion de «risque» : là aussi nous avons posé d'emblée comme acquis que les milieux de vallées, quel que soit leur rang, et les zones humides étaient des milieux attractifs. Ceci posé, nous pouvons dire que les sociétés ont joué un rôle non négligeable dans la création des risques. Une des questions auxquelles nous devrons répondre est celle du seuil auquel un risque est supportable.

Ces études montrent le poids des sociétés des périodes historiques, au sens large depuis le Moyen Age voir l'âge du Fer récent, sur le milieu : il n'est pour le moment pas possible d'attribuer de causes définitives à ce que l'on observe, s'agit-il de poids démographique ? Du rôle de l'Etat ? d'évolution des systèmes techniques et des systèmes agraires ? Il ne sera pas fourni de réponses à ces questions.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AUDIBERT, C., 1998 - *Les digues de Loire à Tours à la fin du Moyen Age.* Maîtrise d'Histoire, Université de Tours.

BALLUT, C., 2000 - *Evolution environnementale de la Limagne de Clermont-Fd. au cours de la seconde moitié de l'Holocène.* Thèse de Géographie, Université de Bretagne occidentale, 315 p.

BARBIER, D., 1999 - *Histoire de la végétation du nord-mayennais de la fin du Würm à l'aube du XXIème siècle. Mise en évidence d'un Tardiglaciaire armoricain. Interactions Homme-milieu.* Thèse de Biologie, Université de Nantes, 363 p.

BEAULIEU, J.-L. de, PONS, A. et REILLE, M., 1988 - Histoire de la flore et de la végétation du Massif Central (France) depuis la fin de la dernière glaciation. *Cahiers de Micropaléontologie*, 3, 4, 5-36.

BLIN, C., 1998 - *Géoarchéologie et morphogenèse fluviale à partir de sondages (Tours).* Maîtrise d'Histoire, Université d'Angers et BRGM.

BRAVARD, J.-P, 1997 - Géoarchéologie des vallées fluviales de Rhône-Alpes depuis le Tardiglaciaire. *In : Dynamique du paysage*, Entretiens de Géoarchéologie, Lyon les 17 et 18 nov. 1995, DARA, 129-150.

BRAVARD, J.-P., AMOROS, C. et JACQUET, C., 1986 - Reconstitution de l'environnement des sites archéologiques fluviaux par une méthode interdisciplinaire associant la géomorphologie, la zoologie et l'écologie. *Revue d'Archéométrie*, 10, 43-55.

BURNOUF, J., BELLON, C., BRAVARD, J.-P., MARTIN, J.-M. et VEROT-BOURRELY, A., 1998a - Le site de Gorge de Loup et son paléoenvironnement aux âges du Bronze et du Fer. *Documents d'Archéologie Méridionale* (publication + CD), monographie de fouille.

BURNOUF, J., TASTET, J.-P., DIOT, M.-F. et GARMY, P., 1998b - Morphogenèse, paysages et peuplement holocène de la zone littorale aquitaine. *Actes du colloque "Les Sociétés Littorales"*, GERHICO, Rochefort 1995.

BURNOUF, J. et CARCAUD, N., 1999 - Le val de Loire en Anjou/Touraine : un cours forcé par les sociétés riveraines. Les ateliers de Médiévales, n° spécial «Le fleuve», Médiévales.

BURNOUF, J. et MAILLARD, B., 2000 - Les sociétés et la confluence du Cher avec la Loire à la fin du Moyen Age et à l'époque moderne, *XXVIIIème colloque international de l'AFEC*, Angers 21-23 septembre 2000.

BUZZI, P., CARCAUD, N., KOENIG, M.-P. et WEISROCK, A., 1993 - Morphodynamique fluviale holocène et établissements humains protohistoriques en fond de vallée de la Moselle à Crévéchamps (Lorraine méridionale). *Revue Géographique de l'Est*, XXXIII, 4, 281-295.

CAYLA, P., 1994 - *Le système d'épis du Grand Aireau : recherches archéologiques en Loire.* Premier rapport de la campagne d'archéologie fluviale 1994, Ecomusée de Montjean Sur Loire.

CHAMPION, E., 1996 - *Moulins et meuniers carolingiens.* AEDAH/Vulcain.

COLARDELLE, M., [sous la direction de] 1996 - L'Homme et la Nature au Moyen-Âge, *Actes du Vème Congrès International d'archéologie médiévale*, Grenoble, éd. Errance, Paris, 259.

CUBIZOLLE, H. et GEORGES, V., 2001 - L'évolution holocène de la plaine alluviale de la Loire dans le bassin du Forez (Massif Central, France). Mise en évidence du potentiel géoarchéologique. *Quaternaire*, 12, (1-2), 53-67.

CUBIZOLLE, H., VALADAS, B., GAGNAIRE, J. et EVIN, J., 2001 - La dynamique des versants dans le bassin de la Dore durant la deuxième moitié de l'Holocène (Massif Central, France) : premières données géoarchéologiques et datations radiocarbone. *Quaternaire*, 12, (1-2), 15-29.

DION, R., 1961 - *Histoire des levées de la Loire.* Paris, 312 p.

DURRENBERGER, V., 1999 - *Les aménagements en lit mineur de Loire, de l'amont à l'aval de Tours.* Mémoire de Maîtrise en Histoire, Université de Tours.

GUICHANE, R., 1993a - *L'histoire de l'aménagement de la Claise et de ses affluents dans le département d'Indre et Loire.* Maîtrise d'Histoire, Université de Tours, 2 vol.

GUICHANE, R., 1993b - L'aménagement hydraulique de la Claise tourangelle et de ses affluents du Moyen Age à nos jours. *Revue Archéologique du Centre de la France*, 32, 109-152.

FILLETEAU, E., 1893 - *Monographie de la commune de Rigny-Ussé.* MS, 186 p.

LEROYER, C., 1997 - *Homme, climat, végétation au Tardi- et Postglaciaire dans le Bassin Parisien : apports de l'étude palynologique des fonds de vallée.* Thèse d'Archéologie et Préhistoire, Université de Paris I Panthéon-Sorbonne, 574 p.

LEVEAU, Ph., (sous la direction de) 1999 - Le Rhône romain, dynamiques fluviales, dynamiques territoriales, *Gallia*, 56, 1-75.

NOIZET, H., 1997 - *Saint-Martin de Tours et ses possessions à l'époque carolingienne.* Maîtrise d'Histoire, Université de Tours.

PEIRY, J.-L., 1997 - A propos de la fondation de Grenoble : un réexamen de l'hypothèse d'une installation primitive sur un môle alluvial. *In : Dynamique du paysage*, Entretiens de Géoarchéologie, Lyon les 17 et 18 nov. 1995, DARA, 169-176.

POMMEREAU, M., 1991 - *Entre Loire, Cher et Indre*, Tours.

TASTET, J.-P., BURNOUF, J., DIOT, M.-F. et CARBONEL, P., 1996 - Morphologie, paysages et occupation du sol entre atlantique et Gironde aux époques historiques. *In : L'Homme et la Nature au Moyen-Âge ;* Actes du Vème Congrès International d'archéologie médiévale, Grenoble, éd. Errance, Paris, 206-211.

ZADORA-RIO, E., 1996 - Analyse des formes du paysage traversées par l'autoroute A 85 Angers-Tours. *In* : Chouquer G. *et al.*, DFS, inédit.

ANNEXE 3

Chronique de débordement phréatique réalisée par M. le Maire de Bernières-sur-Mer

Ce document didactique montre très aisément les observations qui peuvent être réalisées dans une commune pour laisser un témoignage détaillé des faits qui accompagnent un débordement de nappe. De telles observations sont aisément faisables par tous et peuvent permettre, après analyse, d'éviter des désagréments futurs dans le cas d'aménagements divers par exemple.

Commune de Bernières sur Mer
(Calvados)

Inondations
par remontée de la nappe phréatique

Janvier à Mars 2001

Bilan provisoire à la date du 31 mars 2001
du recensement des personnes victimes des inondations par remontée de la nappe phréatique

Commune de Bernières sur Mer
(Calvados)

Nombre de propriétaires <u>connus</u> victimes des inondations : 102
(dont ≈ 50 pour la résidence La Croisette).

- Personnes ayant adressé une déclaration à la mairie : 52
  (*dont* 1 formulaire regroupant les victimes résidant dans les immeubles de La Croisette)

- Partie de construction touchée par la remontée de la nappe
  - Cave, sous-sol : 92
  - Rez de chaussée : 16

  } dont 22 pièces renfermant une chaufferie

  - Local d'entreposage : 3

- Personnes ayant déclaré des dégâts : 20

- Rejets observés (personnes non recensées) : 7

- Autres cas non recensés et non observés : ?

Inondations
par remontée de la nappe phréatique

Janvier à Mars 2001
(période provisoire)

Commune de Bernières sur Mer
(Calvados)

Commentaire

Comme pour de nombreuses communes en France et dans le Calvados, Bernières sur Mer subit des **inondations liées à la remontée du niveau de la nappe phréatique.** Ce phénomène, surtout visible lors du premier trimestre 2001, avait déjà commencé les mois précédents.

Depuis la fin de l'année 2000, une grande partie de la commune de Bernières sur Mer est victime d'un phénomène de remontée de la nappe phréatique.

Le **bilan** ici détaillé n'est que **provisoire.** D'une part, les fortes précipitations du mois de mars ne vont se faire ressentir dans le sous-sol que dans les semaines à venir, et, d'autre part, des propriétaires de résidences secondaires se manifesteront seulement lors des vacances de Pâques, ou au moment de la période estivale.
De plus, les habitations touchées par les inondations subiront dans un avenir proche des dégradations du fait de l'humidité ambiante et présente dans le sol. Ces dégâts ne sont pas aujourd'hui connus et sont actuellement difficilement estimables.

Ces problèmes d'inondation touchent également des **biens publics** puisque les **écoles** (maternelle et primaire) de Bernières possèdent une chaufferie située dans local subissant des infiltrations d'eau dont deux pompes réussissent difficilement à contenir la montée.

Le **réseau routier** de la commune de Bernières sur Mer subit aussi le phénomène et les deux routes départementales la traversant sont inondées.
La **D7** est barrée dans la rue Léopold Hettier, le revêtement de la chaussée se décollant et flottant sur l'eau qui sourd du sol, de plus un nouveau cours d'eau s'est créé et traverse la route au niveau du château de Quintefeuille. Pour limiter les dégâts et les coûts de réfection, toute circulation est interdite, sauf pour les riverains.
La **D514** est inondée en plusieurs points. Un secteur de la route, entièrement recouvert par les eaux, a nécessité la pose de feux tricolores alternatifs pendant un mois, pour réguler au mieux le trafic sur cet axe à grande circulation qui autrement aurait dû être interdit. Ce gros point noir a été provisoirement résorbé sur cet axe par l'installation d'une pompe de grande capacité (200 m^3/h), déjà mise en place en 1995, qui rejette l'eau directement à la mer. Cette installation provisoire devra certainement devenir permanente.

Bernières sur Mer possède un patrimoine bâti remarquable qui fait l'objet d'une protection particulière. Une grande partie de la zone urbanisée du village est classée en **Z.P.P.A.U.** (Zone de Protection Architecturale Urbaine). **Le patrimoine de Bernières se dégrade.** De nombreux hauts murs classés qui ont traversé les siècles sont victimes des intempéries et

s'écroulent les uns après les autres. Cela est préjudiciable à la bonne conservation d'éléments architecturaux remarquables car, les propriétaires ne bénéficiant d'aucune aide, ces murs sont soit non relevés soit restaurés avec plus ou moins de réussite.
Comment les maisons anciennes classées dans la Z.P.P.A.U. vont-elles réagir à plusieurs mois d'humidité ambiante ? Les propriétaires seront certainement confrontés à des difficultés dans les mois à venir.
L'identité patrimoniale de Bernières est en péril.

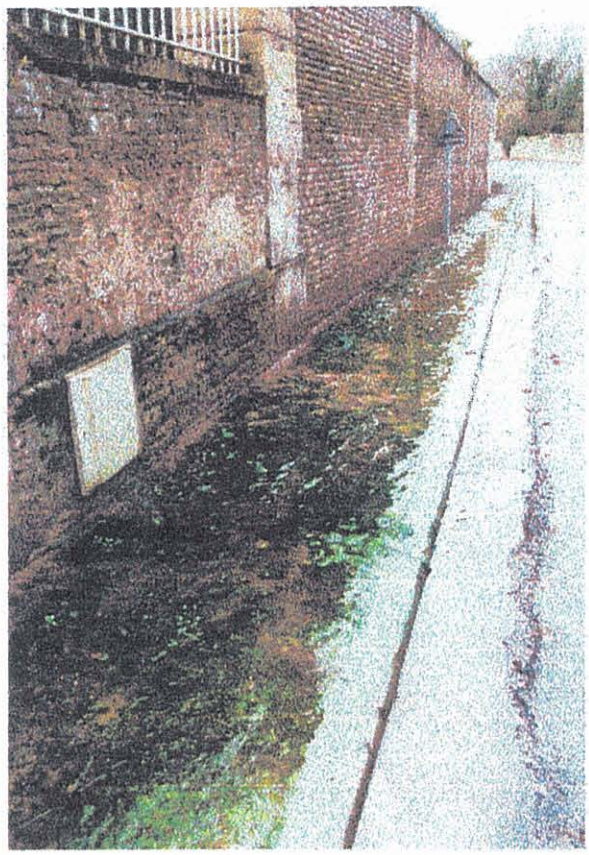
Des **problèmes d'hygiène** se font jour. Le réseau d'assainissement, envahi par les eaux pluviales, est engorgé dans certains secteurs de la commune et déborde soit directement dans la rue soit chez les particuliers (par les canalisations reliées aux salles de bain, toilettes, cuisines).

Dans un tel cas d'inondation par remontée de nappe, **le pompage finit par s'avérer insuffisant** vu les quantités d'eau qui rejaillissent en surface, voire même inutile, surtout lorsque le phénomène dure plusieurs mois. Des particuliers arrêtent de lutter et de pomper, l'eau rejetée à l'extérieur retournant à l'endroit d'où elle vient, c'est à dire à la nappe.

La commune de Bernières sur Mer va lancer une étude liée à la gestion des eaux pluviales sur son territoire pour trouver des solutions qui, dans la mesure du possible, devront résorber ces problèmes d'inondation. Des travaux lourds devront certainement être envisagés, ils ne pourront pas être exécutés sans aides extérieures.

Commune de Bernières sur Mer 14990 - Inondations Janvier-Mars 2001
Départementale n° 7 (rue Léopold Hettier)

Commune de Bernières sur Mer 14990 - Inondations Janvier-Mars 2001

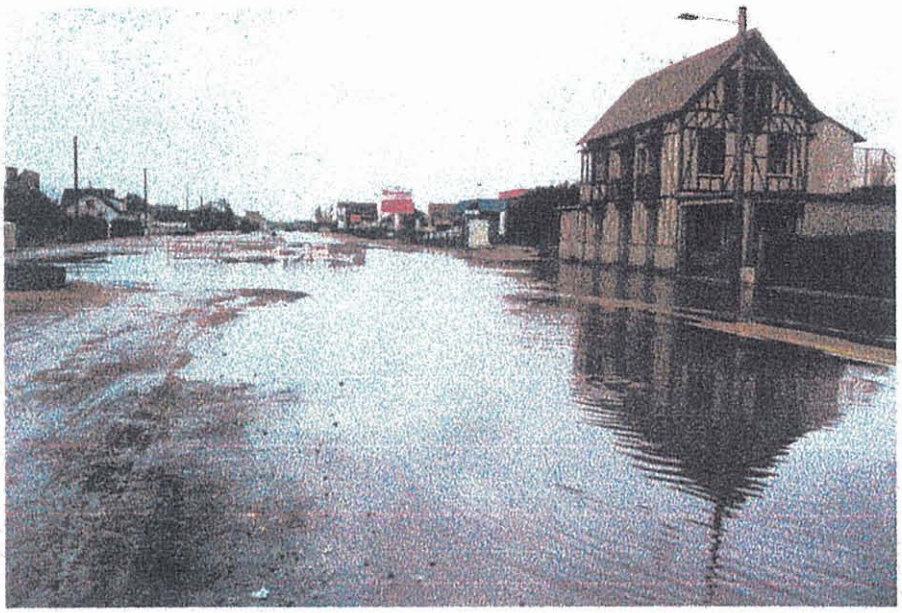


Départementale n° 7

(rue Léopold Hettier)

Résurgence sur la chaussée

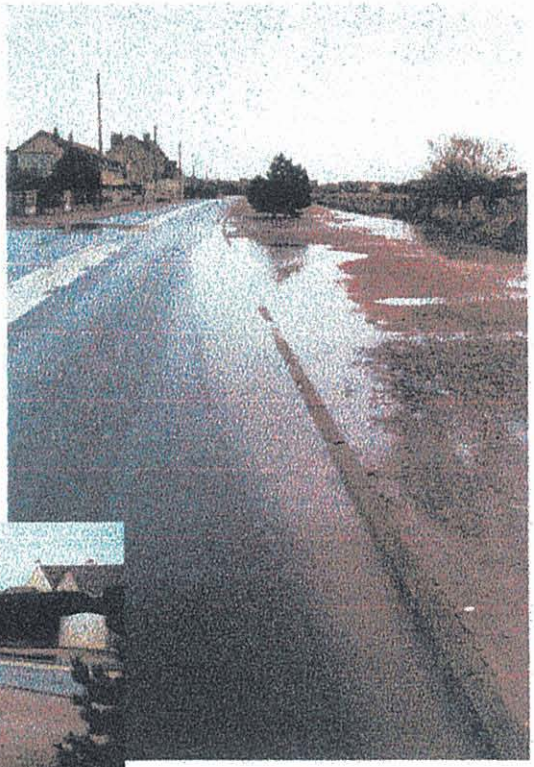
Commune de Bernières sur Mer 14990 - Inondations Janvier-Mars 2001
Départementale n° 514 (rue Victor Tesnière)

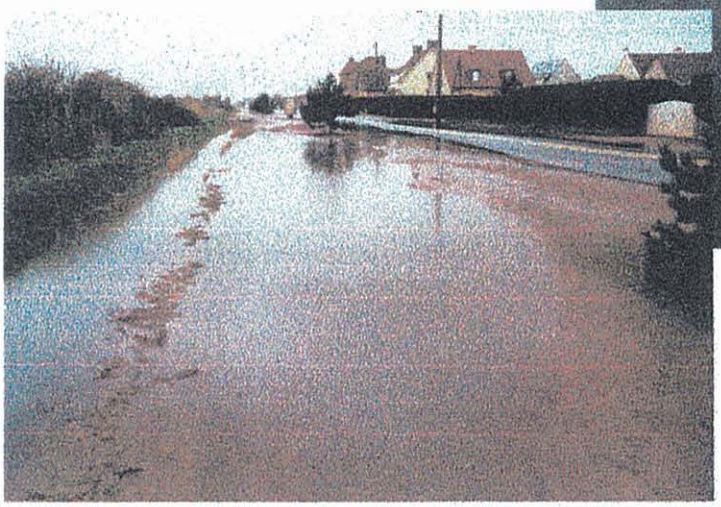


Commune de Bernières sur Mer 14990 - Inondations Janvier-Mars 2001

Départementale n° 514

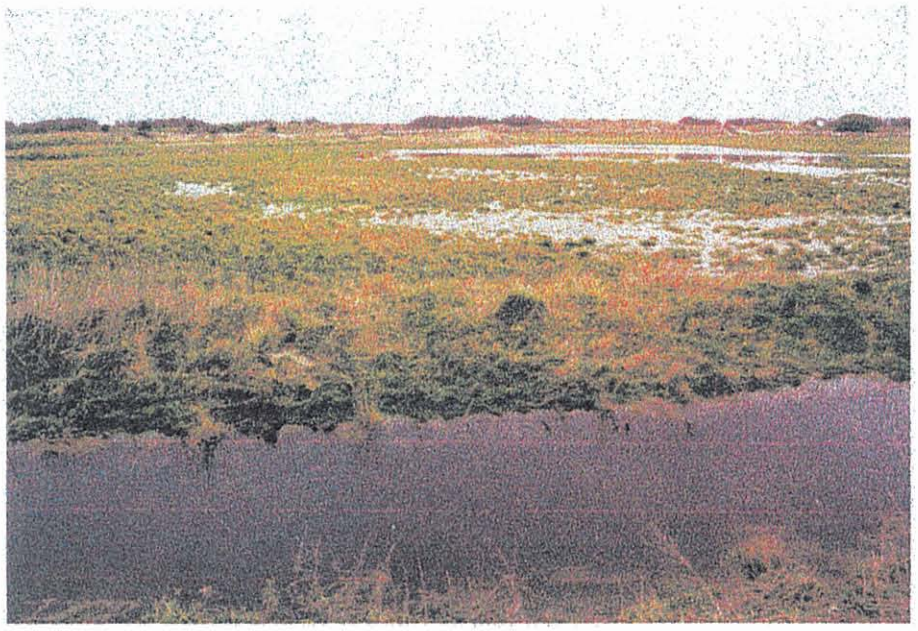
(rue de Verdun)





Commune de Bernières sur Mer 14990 - Inondations Janvier-Mars 2001
Lieu-dit La Rive

Commune de Bernières sur Mer 14990 - Inondations Janvier-Mars 2001
Lieu-dit Le Platon



BRGM
SERVICE DES ACTIONS RÉGIONALES
Service Géologique Régional Basse et Haute-Normandie
Parc de la Vatine - 10, rue Sakharov - 76130 Mont-Saint-Aignan - France - Tél. : 02.35.60.12.00