

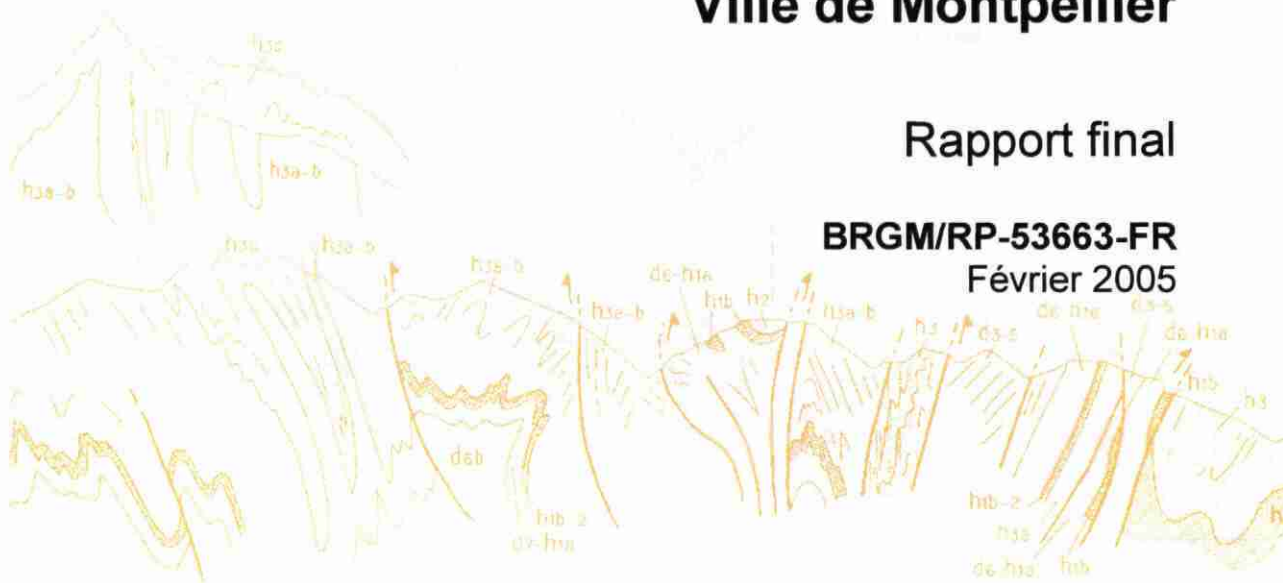


Avis technique sur les phénomènes d'affaissement constatés quartier des Arceaux Ville de Montpellier

Rapport final

BRGM/RP-53663-FR

Février 2005



Mots clés : affaissement, cavités, érosion souterraine, réseaux, Montpellier

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

B. COLAS (2005) – Avis technique sur les phénomènes d'affaissement constatés quartier des Arceaux - Ville de Montpellier. Rapport final. BRGM/RP-53663-FR.

© BRGM, 2005, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.



Avis technique sur les phénomènes d'affaissement constatés quartier des Arceaux Ville de Montpellier

Rapport final

BRGM/RP-53663-FR
Février 2005

Etude réalisée dans le cadre des opérations
de service public du BRGM PSP04LRO08

B. Colas

Vérificateur :

Exemplaire original signé par
C. MATHON

Approbateur :

Exemplaire original signé par
M. AUDIBERT

Synthèse

A la demande de la Ville de Montpellier, le BRGM, dans le cadre de ses activités de service public, est chargé de fournir un avis technique sur les phénomènes d'affaissement constatés quartier des Arceaux à Montpellier (convention n° SP04LRO08 du 24 novembre 2004).

Au total, sur le périmètre, et à proximité immédiate, de la zone d'étude définie (environ 20 ha) une vingtaine de sites d'affaissement de sols ont été recensés et caractérisés. Compte tenu de la diversité des événements et des désordres associés, une hiérarchisation des phénomènes a été réalisée en fonction de leur ampleur (géométrie notamment), des dommages et de leur origine probable.

L'analyse met en évidence huit sites d'importance mineure pratiquement inhérents à l'aménagement urbain et notamment à la réalisation de tranchées. Huit sites concernent des effondrements (ou affaissements) notables ou engendrant des désordres importants aux structures bâties voisines. Quatre sites révèlent des signes de mouvement sans que les phénomènes d'effondrement ne puissent être avancés comme cause. Enfin 2 sites présumés ne présentent aucun désordre apparent notable en relation avec les phénomènes étudiés.

On peut supposer deux causes principales aux désordres constatés en fonction des dommages observés :

- tassement des remblais de tranchée suite essentiellement à des mises en œuvre défectueuses,
- érosion interne des sols : entraînement de sols fins sous l'effet d'écoulements souterrains engendrant la création de vides localisés et la décompression des terrains sus-jacents :
 - "superficielle" (assises de chaussée et / ou des remblais de tranchée) : entraînés à proximité des ouvrages d'assainissement (tranchées, réseaux ...).
 - "profonde" (formation sableuse en place) : impliquant probablement les matériaux argilo-sableux vers les ouvrages privés (puits notamment).

L'ampleur relativement modeste des phénomènes observés dans l'ensemble et leur caractère évolutif ne mettent pas en jeu la sécurité des personnes vis-à-vis d'effondrements brutaux d'ampleur. Néanmoins, des recommandations de gestion et de prise en compte des phénomènes sont formulées compte tenu des désordres observés localement.

Sommaire

1. INTRODUCTION.....	7
1.1. CADRE DU PROJET.....	7
1.2. CONTEXTE GENERAL	7
1.2.1. <i>Situation</i>	7
1.2.2. <i>Géologie</i>	8
1.2.3. <i>Hydrologie - Hydrogéologie</i>	9
2. NATURE DES TRAVAUX ET RÉSULTATS.....	11
2.1. RECENSEMENT DES ÉVÈNEMENTS ET DESORDRES CONSTATÉS	11
2.1.1. <i>Recensement des phénomènes dans le quartier</i>	11
2.1.2. <i>Autres manifestations d'affaissement à Montpellier</i>	15
2.1.3. <i>Désordres structuraux recensés au voisinage des phénomènes constatés</i>	15
2.2. RECHERCHE DE DOCUMENTS RELATIFS À LA PRESENCE DE CAVITÉS SOUTERRAINES	18
2.2.1. <i>Cavités d'origine anthropique</i>	18
2.2.2. <i>Cavités d'origine naturelle</i>	20
3. ANALYSE DES RÉSULTATS – INTERPRÉTATION	23
3.1. HIÉRARCHISATION DES DÉSDORDRES CONSTATÉS	23
3.2. ORIGINE DES DÉSDORDRES.....	24
3.2.1. <i>Tassements sous tranchée</i>	24
3.2.2. <i>Erosion interne des sols</i>	24
3.2.3. <i>Affouillement / Affaissement sous fondations</i>	26
3.2.4. <i>Synthèse sur les phénomènes observés</i>	26
3.3. RECOMMANDATIONS	28
4. ASPECTS RÉGLEMENTAIRES EN MATIÈRE DE PRÉVENTION DES RISQUES.....	31
5. CONCLUSION	33
ANNEXE	35

Liste des illustrations

illustration 1 : plan de situation.....	8
illustration 2 : hydrologie du site.....	9
illustration 3 : cartographie synthétique des phénomènes.....	16
illustration 4 : recensement des principaux désordres structuraux au voisinage des phénomènes constatés.....	17
illustration 5 : niveaux d'eau mesurés.....	18
illustration 6 : localisation des puits à proximité des désordres constatés.....	19
illustration 7 : hiérarchisation des phénomènes recensés.....	23
illustration 8 : synthèse cartographique sur l'origine et l'évolution des phénomènes recensés.....	27
illustration 9 : synthèse sur l'origine des phénomènes recensés.....	28

Liste des annexes

- annexe 1 : compte-rendu de réunion d'avancement – 9/11/2004
- annexe 2 : documents remis valorisés dans le cadre de l'étude
- fournis par l'AVA
 - fournis par la Ville de Montpellier (Service de la Voirie)
 - références de données d'archives consultées

annexe 3 : photographies des sites recensés

annexe 4 : CD-Rom

JURISQUES / PRÉVENTION DES RISQUES NATURELS
Jurisprudence commentée, 3ème édition (Octobre 2002)
Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable

GUIDE JURIDIQUE DE LA PREVENTION DES RISQUES MAJEURS
Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable

INFORMATION DES MAIRES DE MEURTHE ET MOSELLE
Présentation de la réglementation relative à la prévention des risques naturels
Rapport BRGM, Janvier 2004, JC. Baubron, JL. Nédellec

1. Introduction

1.1. CADRE DU PROJET

A la demande du Ville de Montpellier, le BRGM, dans le cadre de ses activités de service public, est chargé de réaliser un diagnostic sur les phénomènes d'affaissement constatés quartier des Arceaux à Montpellier. Cette action s'inscrit dans le cadre de la convention n° SP04LRO48.

En effet, depuis quelques années, des phénomènes d'affaissement – et d'effondrement – sont constatés de façon récurrente et *a priori* de manière relativement concentrée dans le quartier des Arceaux. Ces mouvements constatés tant sur le domaine public (voirie) que chez des particuliers ont alerté l'association de quartier "Arceaux Vie Active" (AVA) qui a interpellé la Ville sur ces événements.

La BRGM, dans sa mission de service public de connaissance du sol et du sous-sol, a réalisé ce programme en partenariat étroit avec les services de la Ville, direction du génie Urbain (service des eaux, voirie), archives municipales et l'AVA.

1.2. CONTEXTE GENERAL

1.2.1. Situation

La zone d'étude a été délimitée en accord avec la Ville et l'AVA au cours d'une réunion de travail (annexe 1). La zone se situe sur la partie sud du quartier des Arceaux (illustration 1), délimitée globalement :

- au nord par l'acqueduc des Arceaux,
- au sud globalement par l'avenue de Lodève et l'avenue de la Liberté,
- à l'est par la rue Saint-Louis, en contrebas du Peyrou,
- à l'ouest par rue de la Tour Buffel.

Ce secteur représente environ 20 ha, en centre ville, à l'ouest immédiat du Peyrou. La topographie générale de la zone est marquée par une dorsale topographique peu marquée dans la continuité du Peyrou, séparant les bassins versants du Verdanson et des Aiguerelles.

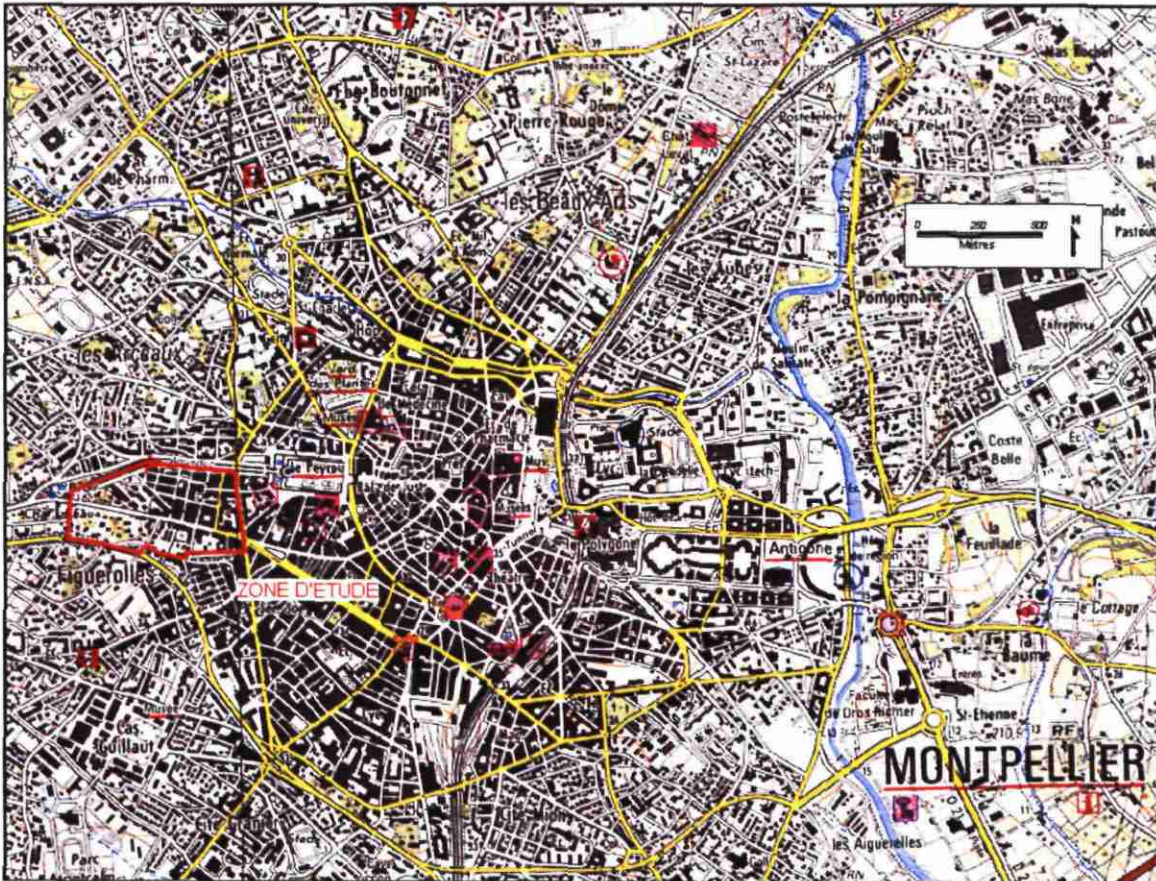


illustration 1 : plan de situation

1.2.2. Géologie

La géologie montpelliéraine est marquée par la forte présence des formations d'âge Pliocène, et notamment par l'étage de l'Astien. Cette formation se présente sous plusieurs faciès :

- marin argileux : Plaisancien)
- marin sableux : Astien Marin
- faciès deltaïque : Astien fluvio-marin,
- faciès saumâtre et d'eau douce : Astien terminal.

Sur la zone étudiée, la faciès sableux ("sables de Montpellier") est prédominant. Cette formation est de manière générale, constituée par des sables jaunâtres, plus rarement grisâtres ou roux, irrégulièrement grésifiés et souvent recouverts de limons et de marnes jaunâtres superficiels.

En outre, localement des niveaux de remblais – non cartographiés - sont présents en fonction de l'évolution de l'aménagement des quartiers.

Le caractère lenticulaire et la présence irrégulière des niveaux marneux à argileux rend la stratigraphie de l'ensemble "sableux" complexe. Néanmoins, on note que les niveaux sableux renferment, en profondeur, des bancs de grès discontinus [3], provenant d'une cimentation secondaire carbonatée des grains de sable. Ces niveaux sont le plus souvent parallèles à la stratification.

1.2.3. Hydrologie - Hydrogéologie

Le contexte actuel hydrologique est celui d'un centre urbain où les ruissellements de surface sont identifiés et canalisés. La ville de Montpellier a dressé une cartographie des bassins versants à l'échelle communale.

La zone d'étude se situe à cheval sur les bassins du Verdanson (Verdanson et ruisseau des Vaches) et des Aiguerelles (ruisseau des Aiguerelles). La limite de bassin versant est portée sur l'illustration 2 :

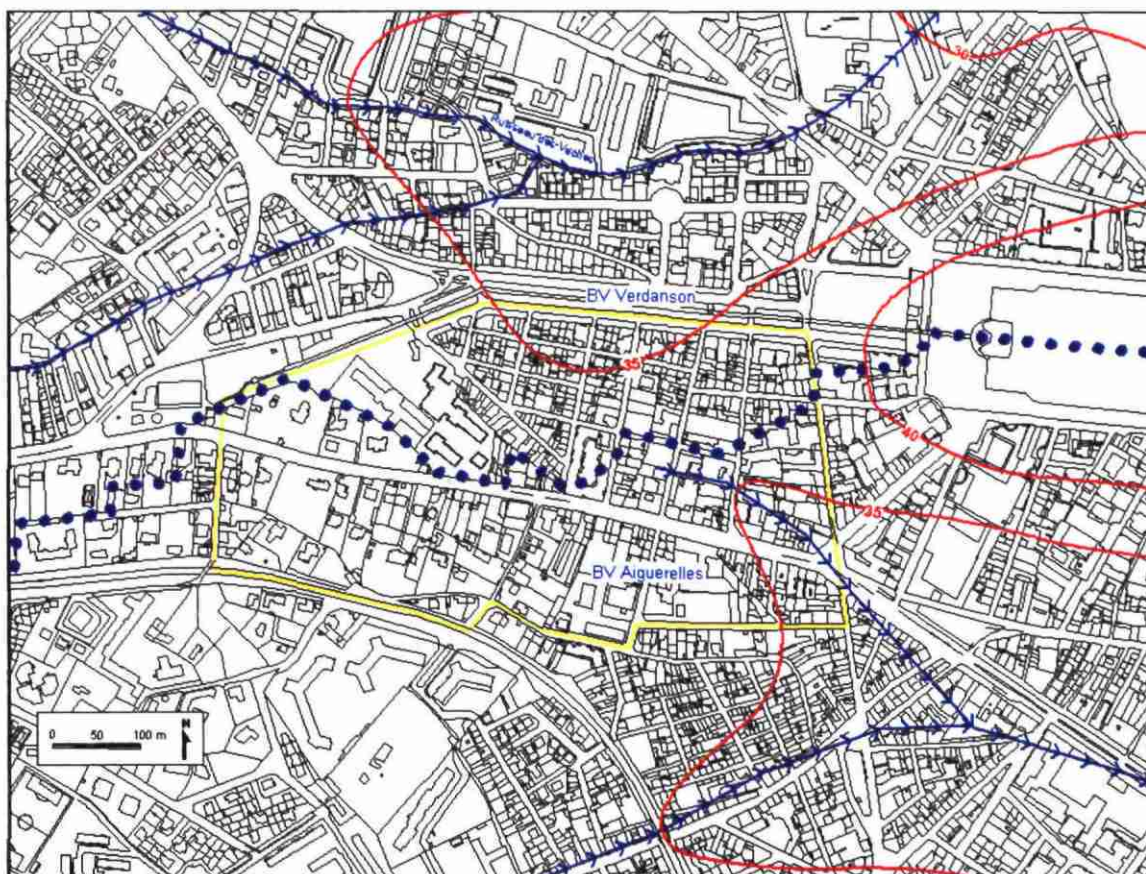


illustration 2 : hydrologie du site

La recherche bibliographique [2] et l'évolution de la morphologie de Montpellier au cours du temps permet de situer les anciens écoulements de surface et la morphologie générale de la zone (illustration 2). Malheureusement, le calage en altimétrie n'est pas

réalisable pour mettre en évidence les éventuelles concentrations de ruissellements souterrains au droit de ces anciens "talwegs".

Du point de vue hydrogéologique les formations sableuses ou argilo-sableuses de l'Astien sont potentiellement aquifères. Sur la ville de Montpellier ces niveaux se sont avérés localement productifs (débits de l'ordre de quelques m³/h) comme le prouvent les nombreux puits assurant les besoins en eau jusqu'à la fin du XVIII^{ème} siècle.

2. Nature des travaux et résultats

2.1. RECENSEMENT DES EVENEMENTS ET DESORDRES CONSTATES

L'analyse des phénomènes affectant le quartier des Arceaux impose leur recensement et leur identification. Cet "inventaire" a consisté en une enquête de terrain auprès des riverains et l'exploitation de données d'archives.

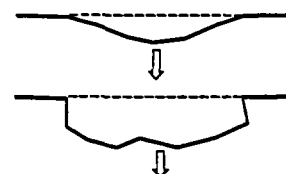
2.1.1. Recensement des phénomènes dans le quartier

Les données recueillies sont issues des sources suivantes (annexe 2) :

- A.V.A (Association de quartier),
- Ville de Montpellier (Services des Eaux, service de la Voirie),
- témoignages et enquête de terrain.

Au total une vingtaine de sites sont concernés dans le quartier. L'illustration 3 présente les différents sites concernés. Les mouvements constatés affectent le domaine public (voies et trottoirs) et le domaine privé (particulier). On distingue deux types principaux de mouvements de sol verticaux :

- affaissement de sol : déformation continue de la surface du sol sans rupture observable en surface,
- effondrement de sol : déformation avec limite de rupture observable en surface.



a) Domaine privé

Site 4 : Mme DESSALES – 6 rue Baqué

Le site concerné est localisé rue Baqué à proximité des bâtiments EDF. Il n'est pas constaté d'affaissement au sens propre puisque la zone est construite, mais un effondrement ponctuel a été constaté sur la voirie en février 2002 (site 12) devant la maison.

Cependant la villa de Mme DESSALES est affectée par une fissuration intense qui a nécessité des travaux importants. L'examen des fissures laisse présumer d'un tassement généralisé d'ampleur au niveau du mur mitoyen avec le n°6 de la même rue (fissures obliques à 45° conjuguées affectant les deux bâtiments) potentiellement lié à la présence de vides sous-jacents.

Une expertise visuelle a été réalisée (constat d'huissier sur fissures – mai 2004) et un suivi des déformations effectué pendant une période d'un an à partir de février 2003. Ce constat a conclu à l'évolution du phénomène suivant un processus "lent et actif".

La villa mitoyenne est également fortement affectée par un phénomène similaire sur la rue Baqué et sur la rue Pagès.

Site 8 : Mme BIDART – 19, rue du Progrès

Le site est localisé rue du Progrès, dans la courette derrière la villa. L'affaissement a été constaté en octobre 2001. Il s'est formé un entonnoir d'effondrement de 30 cm de diamètre, pour autant de profondeur, de type "fontis" dans lequel l'eau s'infiltrait. Le "trou" formé a été rebouché par la propriétaire.

En décembre 2003, suite à l'épisode pluvieux intense, le phénomène s'est réactivé de façon plus importante : fontis de 1 m de diamètre et estimé à 1 m de profondeur environ en forme de cône. Le trou (se développant sous un appentis) a été comblé manuellement par la propriétaire avec des galets.

Depuis le phénomène est toujours actif mais visiblement moins prononcé en surface (affaissement observé en janvier 2005 de l'ordre de 20 cm). La réactivation se produit préférentiellement suite aux épisodes pluvieux intenses.

Site 9 : Mme ALBEROLA – 6 rue Georges

Le site est localisé rue Georges, dans la courette derrière la villa. La zone est située à vol d'oiseau à une dizaine de mètres du site 8. L'affaissement est constaté depuis l'été 2004. En surface on note une fissuration locale du dallage de la courette avec affaissement localisé (< 10 cm) dans l'angle nord-ouest.

Une seule fissure est relevée dans un mur porteur de la villa au premier étage (la majorité de l'intérieur est doublée par un parement en plaquo-plâtre). Un affaissement localisé est repéré devant la villa sous voirie (site 13).

Site 15 : M. MONIN – 4 rue Fermaud

Le site est localisé rue Fermaud, en dehors de la zone d'étude. Des désordres structuraux importants sont apparus suite aux pluies de décembre 2003 (dalle RdC, mur mitoyen). Les travaux de rénovation ont notamment compris la réfection de la dalle RdC. L'origine des désordres n'est pas déterminée avec précision mais l'hypothèse d'un sous-cavage sous le niveau de la dalle est avancée.

Site 16 : Mme DIMACOPOULOS – 5 rue Vézian

Le site est situé rue Vézian, dans le jardin à proximité du mur de clôture. Un effondrement est constaté depuis plusieurs années sous une allée de jardin constituée d'une dalle béton d'environ 15 cm d'épaisseur qui fait "pont".

La profondeur du vide est de l'ordre de 1,5 à 2 m, pour un diamètre estimé de l'ordre de 1 m. En surface on note une fissuration locale de la dalle et du mur de clôture. Un autre petit entonnoir d'effondrement est observé le long de l'allée vers la maison, se traduisant par un départ de matériau depuis la surface (diamètre de l'ordre de 20 cm).

La villa est équipée d'un puits dans la cave qui a été visité (cf. § 2.2.1).

Site 17 : M. DUBRUNFAUT – 57 avenue de Lodève

Le site est localisé avenue de Lodève, dans le jardin à proximité du mur de clôture. Il n'y a a priori pas de phénomène d'affaissement lié à un effondrement de sol. Les désordres constatés semblent être liés à des déformations du mur de soutènement ancien maçonné, mal drainé.

Site 18 : M. GUILLOU – 15, rue Delmas

Le site est localisé rue Delmas. Ce site, recensé par l'AVA, est noté mais il ne laisse apparaître aucun phénomène notable (absence d'affaissement localisé, absence de fissuration). Des remontées d'humidité importantes sont cependant relevées en limite de rue.

Site 24 : rue Delmas

Le site est localisé à l'angle des rues Delmas et du Progrès. Ce site est recensé lors des visites de terrain. Une fissuration du bâtiment est notée à l'angle du bâtiment. La géométrie des fissures (fissures conjuguées) traduit vraisemblablement un tassement d'angle. L'origine de ces désordres n'est pas définie (chute de portance, affaissement du terrain de fondation lié à la présence de vides souterrains, tassement mécanique).

b) Domaine public

Site 12 : voirie / trottoir – 6 rue Baqué

Le site est localisé rue Baqué, devant les n°4 et 6. Un effondrement au niveau de la bordure de trottoir a été constaté en février 2002. La profondeur est de l'ordre de 50 cm pour autant de diamètre. Les services techniques de la Ville ont procédé au rebouchage et la zone a été "gelée" (élargissement du trottoir).

Site 1 : voirie – rue Saint-Louis

Le site est localisé rue Saint-Louis. Un affaissement sur la chaussée est constaté, sans apparition de vide en surface. La profondeur est de l'ordre de 10 cm pour un diamètre de l'ordre de 1 m. La zone est située à l'aplomb d'une bouche à clef d'AEP.

Site 2 : trottoir – 13 route de Lodève

Le site est localisé route de Lodève, devant le n°13. Un effondrement sur le trottoir, de diamètre 40 cm de faible profondeur (< 20 cm) est noté en limite de zone de parking et à proximité d'une tranchée remblayée.

Site 3 : trottoir – 8 rue Draparnaud

Le site est localisé devant la crèche de la rue Draparnaud (S. Lagrèze). Un effondrement s'est déclaré sur le trottoir en janvier 2003, d'environ 50 cm de diamètre et de 20 cm de profondeur. Pendant l'été 2003 un affaissement localisé du RdC de la crèche a été mis en évidence à proximité de l'effondrement du trottoir, la dalle a été consolidée. La crèche possède des caves le long de la rue.

Site 5 : trottoir – 2 rue des Volontaires

Le site est localisé devant le n°2 de la rue des Volontaires. On observe un affaissement général du trottoir (< 10 cm) sans délimitation précise de la zone. L'immeuble (ancien) est passablement fissuré (intérieur et extérieur), les bâtiments des n°4 et 6 de la rue présentent également des désordres en façade.

Site 22 : voirie – 4 rue Maillart

Le site est localisé devant le n°4 de la rue Maillart. On observe un effondrement ponctuel rechargé au niveau de la voirie. La villa bordant la rue est fissurée.

Site 7 : voirie – rue du Progrès

Lors des travaux de réfection de la chaussée rue du Progrès, les travaux ont mis en évidence des affaissements liés au mauvais état du réseau (rupture des cadres maçonnés) et la présence de renards le long de cet ancien réseau unitaire.

Les volumes de vides observés sont de l'ordre de 0,5 m³, avec écoulement vraisemblable en profondeur sous la chaussée.

Site 10 : voirie – rue Hyppolite

Une zone d'effondrement au droit d'une tranchée sur chaussée est constatée. Le diamètre de la zone n'excède pas 50 cm. La zone est régulièrement rechargée en enrobé.

Site 13 : voirie – 4, rue Georges

Une zone d'affaissement au droit d'une tranchée sur chaussée est signalée. Le diamètre de la zone n'est pas défini mais est a priori de faible ampleur (<50 cm). La zone a été récemment rechargée.

Site 14 : voirie – place Vercingétorix

Une zone d'effondrement au droit de la voirie est signalée. Le diamètre de la zone est de l'ordre de 50 cm pour moins de 20 cm de profondeur.

Site 19 : voirie – 28 rue Gustave

Une zone d'affaissement au droit d'une tranchée sur chaussée est signalée. Le diamètre de la zone n'est pas défini mais est a priori de faible ampleur.

Site 6 : voirie – 3 rue Marc

Une zone d'affaissement au droit d'une tranchée sur chaussée est signalée. Le diamètre de la zone n'est pas défini mais est a priori de faible ampleur.

Site 11 : voirie – 2 rue Draparnaud

Une zone d'affaissement au droit d'une tranchée sur voie est constatée. L'affaissement est continu sous l'ensemble de la tranchée (profondeur < 10 cm).

Site 20 : voirie – rue Fermaud

Une zone d'effondrement au droit de la voirie est constatée. Un orifice (a priori récent) est visible sur la chaussée. La profondeur du trou est de 60 cm environ pour 30 cm de diamètre. L'orifice de surface n'excède pas 10 cm.

Site 23 : ancien foyer – 6 rue Fermaud

D'importants désordres structuraux sont observés sur le bâtiment (fissure horizontale de plus de 15 mm d'ouverture à l'aplomb du mur de séparation cuisine / salle à manger traduisant une chute de portance localisée, affaissement de la dalle RdC en mitoyenneté avec le n°4 de la rue). Ces désordres sont consécutifs aux pluies de décembre 2003 (40 cm d'eau dans les locaux le 3 décembre 2003). Un suivi des fissures a été mis en place et le foyer est actuellement inoccupé.

Les photographies relatives aux différents sites sont présentés en annexe 3.

2.1.2. Autres manifestations d'affaissement à Montpellier

Avant de présenter l'analyse de ces résultats, il est nécessaire de signaler que ce type de phénomène n'est pas particulier au quartier des Arceaux sur la ville de Montpellier. En effet, à l'échelle communale et d'un point de vue historique, d'autres zones ont été identifiées et décrites comme sujettes à des phénomènes d'affaissements.

Sont cités comme cas remarquables :

- en 1950 environ, un arrêté de péril a été prononcé suite à des affaissements de terrain constatés rue Montels à proximité de la faculté de droit,
- église Saint François à l'angle du boulevard de Strasbourg et de la rue des Aiguerelles : fissuration de l'ouvrage suite à une chute probable de portance de l'assise,
- ancien Hôtel Lefèvre situé rue des deux Ponts, où l'immeuble a dû être évacué suite à un affaissement généralisé de la façade,
- assèchement brutal du bassin de l'Esplanade en 1980 (?),
- boulevard Renouvier en 1970 environ où près de 30 m³ de remblai ont été mis en œuvre au niveau d'une zone d'effondrement,
- apparition d'un fontis au jardin des Plantes suite à l'effondrement d'une ancienne galerie à proximité d'un puits à roue. Cette galerie, reliée au puits devait probablement servir de "drain rayonnant" en vue d'augmenter la capacité de l'ouvrage.

Par ailleurs, il convient de préciser que les phénomènes d'affaissement à l'aplomb de tranchées sont particulièrement courants, et ce dans l'ensemble des quartiers de la Ville.

2.1.3. Désordres structuraux recensés au voisinage des phénomènes constatés

En complément du recensement strict des phénomènes, il est apparu nécessaire de dresser un constat sur les désordres observés aux structures bâties, au voisinage des points identifiés. L'illustration 4 localise et hiérarchise les zones de désordre caractérisées par une fissuration des constructions.

Cinq sites mettent en évidence des dommages importants, situés en majeure partie au sud de l'avenue de Lodève (dont 4 hors de la zone d'étude définie).

Emprise des sites recensés
(données Ville de Montpellier, AVA, visites de terrain)

- Domaine privé (10)
- Domaine public (14)

BRGM RP-53663-FR

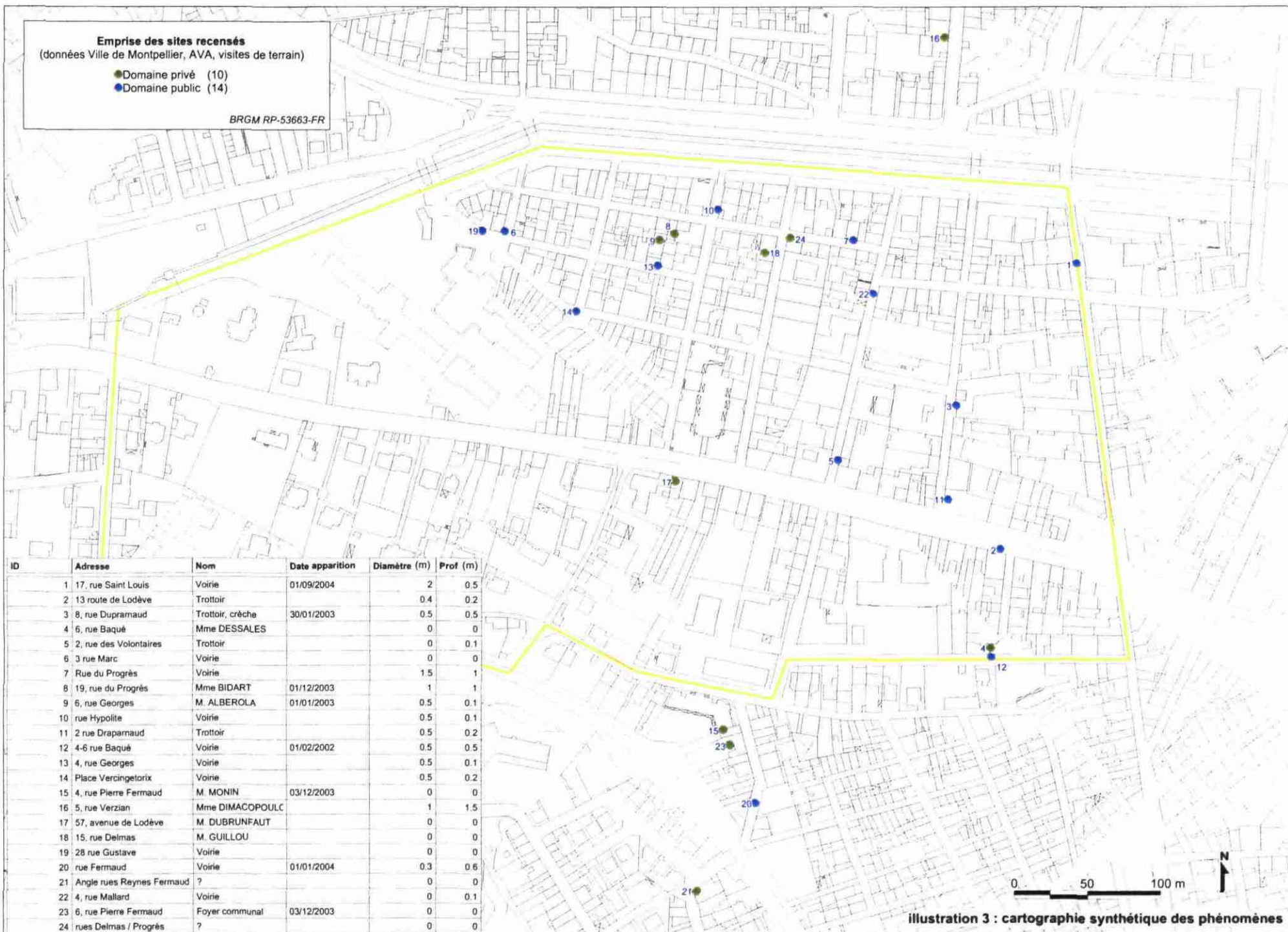


illustration 3 : cartographie synthétique des phénomènes

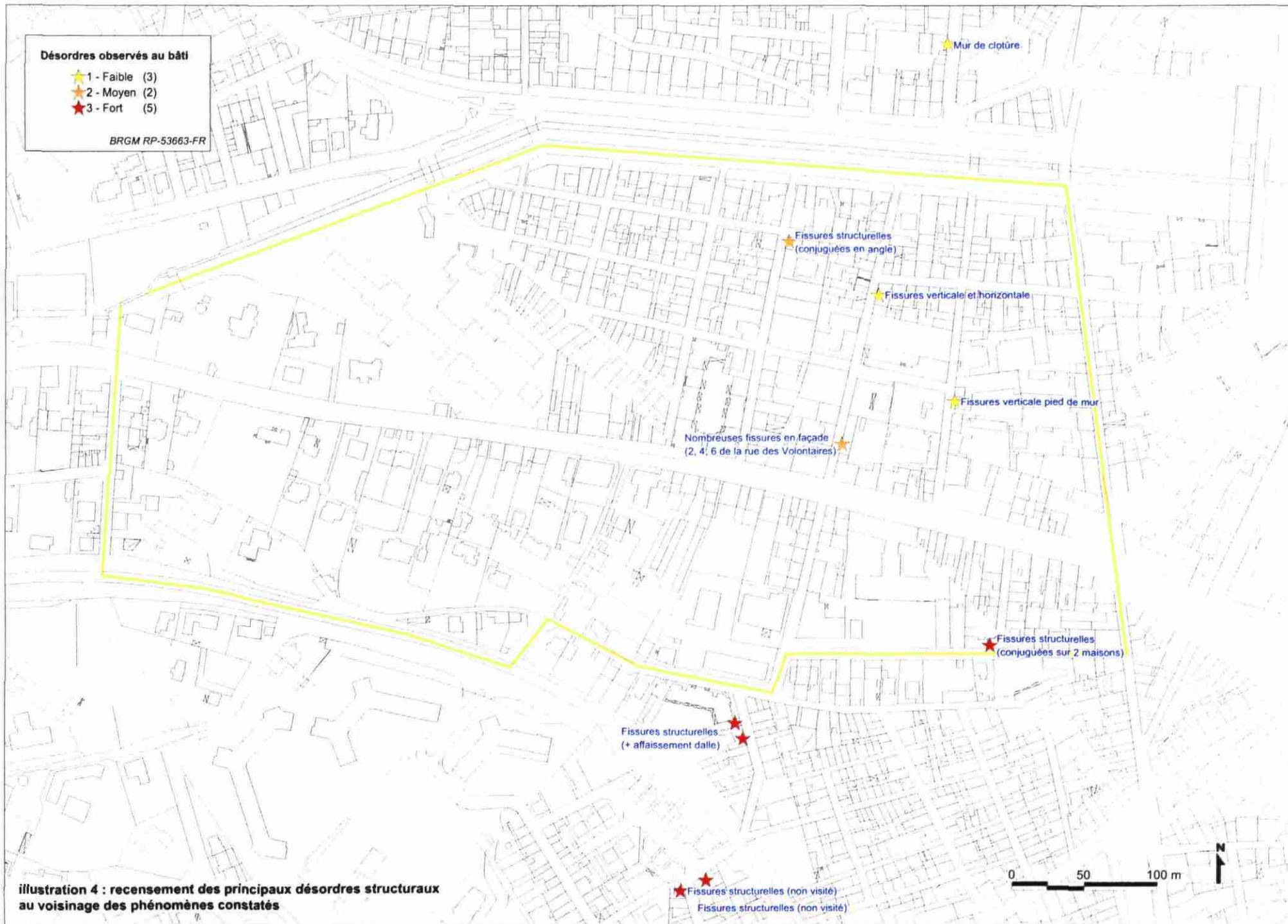


illustration 4 : recensement des principaux désordres structuraux au voisinage des phénomènes constatés

2.2. RECHERCHE DE DOCUMENTS RELATIFS A LA PRESENCE DE CAVITES SOUTERRAINES

L'apparition des phénomènes d'effondrement tels que constatés localement dans le quartier des Arceaux ont poussé à rechercher la présence de vides souterrains dans ce secteur de la ville.

Les cavités souterraines peuvent avoir de deux origines distinctes :

- activité anthropique : carrières souterraines, galeries, souterrains, caves, puits ...
- activité naturelle : dissolutions, soutirage de matériaux (suffosion des sols).

Les recherches bibliographiques ont été effectuées auprès des services techniques de la Ville, des Archives de la Ville de Montpellier, des archives du Brgm et des archives du département. En outre, des témoignages ont été collectés auprès des riverains, des agents des services de la Ville et de personnes au fait de l'histoire de Montpellier. Les références aux archives consultées sont reportées en annexe 2.

2.2.1. Cavités d'origine anthropique

On ne recense pas de carrière souterraine dans le secteur d'étude, seule est signalée une ancienne carrière de sable à ciel ouvert aujourd'hui remblayée au pied de l'aqueduc (1874) et l'exploitation à ciel ouvert également de sable avenue de Lodève (derrière le n°55) qui s'étendait vraisemblablement jusque la rue Baqué (site EDF).

Le quartier des Arceaux, au même titre que la plupart des quartiers a été autrefois alimenté en eau par des puits publics et par des puits particuliers. Il est fait état sur le cadastre napoléonien (1830) d'un puits à roue, au niveau de la rue des Volontaires, à l'époque où la plupart des terrains étaient occupés par des vergers. L'existence de galeries telle que celle mise en évidence au Jardin des Plantes n'est pas définie sur le site, néanmoins, elle demeure envisageable.

Ensuite, l'urbanisation se développant, chaque maison quasiment possédait son puits. Les enquêtes de terrain menées ont permis de localiser quelques ouvrages dans le périmètre d'étude dont un encore aujourd'hui utilisé (rue Delmas - illustration 6). Le niveau d'eau a pu être mesuré dans 2 ouvrages :

	Profondeur du puits / margelle	Niveau d'eau / margelle	Niveau d'eau / voie
Rue Vézian	2,1 m	1,9 m	≈ 3,7 m
Rue Delmas	11,5 m	7,6 m	≈ 4,8 m

illustration 5 : niveaux d'eau mesurés

La comparaison de ces niveaux avec les niveaux topographiques fournis par la Ville (données IGN 1/2000 – 1980) situe le niveau piézométrique autour de la cote 32 m (IGN 1969). Ces données seraient naturellement à recalculer en niveaux NGF et à comparer avec la topographie de quartier non disponible.

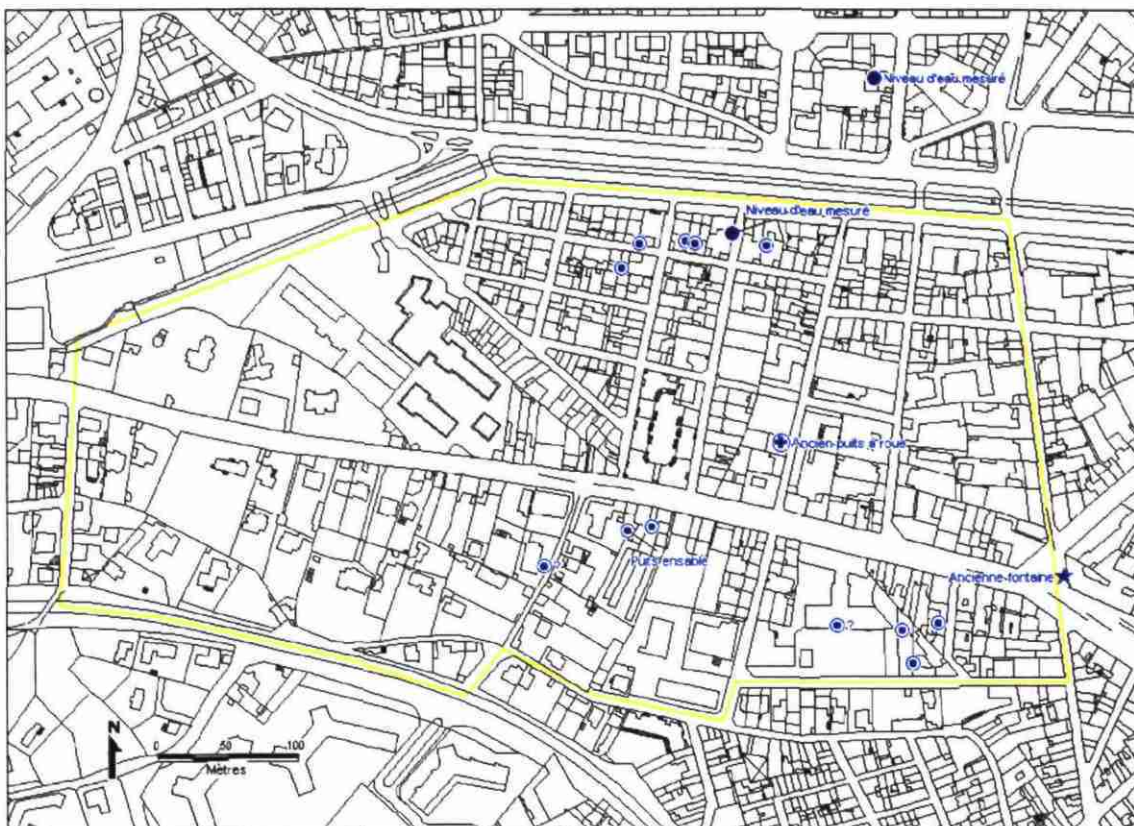


illustration 6 : localisation des puits à proximité des désordres constatés

Les autres cavités potentielles peuvent être liées aux réseaux anciens d'assainissement comme il en existait à Montpellier : égouts maçonnés dont certains étaient visitables. Sur le secteur il apparaît que le renforcement des réseaux s'est effectué à mesure de l'urbanisation et que les constructions de réseaux nouveaux se sont opérées en substitution de l'existant (le cas récent de la rue du Progrès en est l'illustration). Cependant, certains ouvrages abandonnés, de dimension modeste, peuvent subsister localement.

Enfin au niveau des caves existantes, peu d'information a été recueillie, si ce n'est rue Georges où la "seule cave de la rue" a été visitée. Cette cave n'a pas été inondée de mémoire mais met en évidence des remontées importantes d'humidité. Les caves de la crèche ont été partiellement visitées : la cave de la chaufferie est saine et d'après les témoignages n'a pas non plus été inondée.

En conclusion, en dehors des puits (dont la plupart sont condamnés : remblayés ou simplement obturés) on ne recense pas de cavités anthropiques significatives dans la zone d'étude.

2.2.2. Cavités d'origine naturelle

Le contexte géologique et hydrogéologique de secteur n'est absolument pas favorable à la présence de cavités souterraines par phénomène de dissolution du fait de l'absence de roches solubles carbonatées.

Cependant d'autres mécanismes peuvent être à l'origine de la formation de vide en profondeur. C'est notamment le cas lorsque l'écoulement de l'eau, dans un matériau fin, où les éléments les plus fins d'un matériau constituent une assise de fondation, crée des forces hydrodynamiques tendant à entraîner les éléments de sol dans le sens de l'écoulement vers un exutoire (ouvrage, drain naturel ou cavités formées elles-mêmes par l'entraînement du sol).

Le risque d'entraînement est fonction du gradient hydraulique et des caractéristiques du sol (perméabilité, résistance au cisaillement, granularité). La lithologie de la formation des sables astiens (sables de Montpellier) est marquée par l'alternance de niveaux sableux (plus ou moins argileux) de consistance "meuble" et de niveaux plus ou moins grésifiés de consistance "rocheuse". Cette variation de faciès induit naturellement des contrastes de comportement mécanique et hydrogéologique (§ 3.2.2).

Ce type de phénomène est illustré de façon remarquable par le phénomène d'ensablement de puits par érosion régressive probable, comme c'est le cas avenue de Lodève. Un puits de 3 m de diamètre et de 14 m de profondeur est ensablé sur au moins 2 m (soit près de 15 m³ de sable entraînés de la formation en place vers l'ouvrage suivant les mécanismes décrits) depuis les années 60. On relève par ailleurs [2] : *"au plan Cabane, à la rue Saint-Louis la nappe phréatique [...] n'est pas très profonde [...] 13 puits atteignent la nappe à 8 m [...] les puits montent à la fois l'eau et le sable, il faut utiliser des filtres."*

La présence d'écoulements souterrains importants dans les niveaux des sables Astien est en outre signalée dans la littérature relative à l'alimentation en eau de Montpellier. Ces circulations, sans doute dénommées abusivement comme "rivières souterraines", seraient en partie liées à l'existence de vides créés par l'hydrodynamisme entraînant des matériaux fins.

Ces phénomènes sont décrits de la façon suivante [1] : *"la butte qui sur laquelle est bâtie la ville est formée de sables silicéo-calcaires appelés "sables marins de Montpellier" ; des bancs d'argile s'y rencontrent par places. Les eaux souterraines, en désagrégeant la roche sablonneuse, y ont creusé des galeries dans lesquelles elles courent. Ces galeries règnent notamment sous les maisons qui bordent de chaque côté le boulevard du Jeu de Paume, et l'existence des réseaux est établie par ce fait d'un seau tombé dans un puits de la rue de la Rochelle, fut retrouvé dans celui de la maison placée à gauche de l'entrée de la rue du Four des Flammes, par le boulevard. Un autre seau perdu dans le puits de la maison n°33 de la rue Saint Guilhem se rendit dans celui de la remise de l'Hôtel du Cheval Blanc rue des Etuves. Le boulanger de la boutique duquel se trouve le puits des Esquilles m'a conté que son chat y était tombé*

[...] trois jours après on le lui rapporta sain et sauf ; on l'avait retiré du puits de l'Evêché que l'animal avait pu gagner par une galerie souterraine".

Ou encore [2] : "les sables de Montpellier sont parfois creusés de cavités dans lesquelles les eaux peuvent circuler. Quelques-unes sont visibles dans les carrières (route de Grabels). D'autres font communiquer les puits (Boulevard du Jeu de Paume, Caserne de Lauwe). La légende de souterrains partant du Peyrou et par lesquels s'échappaient les protestants repose sur la présence de ces cavités".

Certes ces affirmations ne sont pas prouvées et sans doute fortement "enjolivées", mais la multitude de puits existants, les sources anciennes reconnues et la nature même de la formation géologique laissent effectivement présumer de l'existence de vides locaux, de dimension limitée, au sein de la formation des sables.

Néanmoins, et afin de tempérer les témoignages recueillis dans la littérature, au regard du contexte géologique et des conditions hydrodynamiques présumées d'écoulements souterrains, il est difficile d'admettre la présence de vides significatifs, de type "galerie" naturelle au moins, dans ce type de milieu.

3. Analyse des résultats – Interprétation

3.1. HIERARCHISATION DES DESORDRES CONSTATES

La diversité des événements et désordres recensés implique une hiérarchisation des phénomènes sur le secteur d'étude. Cette hiérarchisation porte sur l'ampleur des phénomènes constatés, les dommages associés et sur l'origine des désordres. On propose une classification des événements en fonction :

- du type de phénomène,
- de la géométrie du phénomène,
- des dommages induits par le mouvement.

Type de phénomène	Diamètre	Profondeur	Zone affectée	Sites	Désordres aux structures bâties
Affaissement / effondrement mineur	< 0,5 m	< 0,5 m	Tranchée	19 / 13 / 11 / 10 / 6	
			Chaussée	20 / 14 / 2	
Affaissement / effondrement notable	# 1 m	< 2 m	Jardin	8 / 16	(x 16)
			Chaussée	1 / 7	
Désordres aux structures sans relation établie à un effondrement				9 / 21 / 22 / 24	x
Désordres aux structures avec relation probable à un effondrement / affaissement de sol				(4 – 12) / 15 / 23 / 3 / 5	x
Absence de mouvement notable constaté				18 / 17	

illustration 7 : hiérarchisation des phénomènes recensés

Cette classification met en évidence en premier lieu la faible ampleur des phénomènes observés au regard des déformations observées "classiquement" en milieu urbain en relation par exemple avec la déprise minière ou la présence de carrières souterraines.

On identifie un certain nombre de sites d'importance tout à fait mineure pratiquement inhérents à l'aménagement urbain, dont la plupart est traitée par rechargement en enrobé. Ces affaissements sont en effet localisés au droit ou à proximité de tranchées diverses (8 sites).

Huit sites concernent des effondrements (ou affaissements) notables ou sont associés à des désordres importants aux structures bâties voisines :

- effondrements dans les jardins de Mme Bidart (8), de Mme Dimacopoulos (16),
- affaissements et effondrement de la rue du Progrès (7) et dans une moindre mesure de la rue Saint-Louis (1),

- importants désordres au bâti rue Baqué (4 – 12), rue Fermaud (15 - 23 hors zone), désordres modérés au bâti rue Draparnaud (3), rue des volontaires (5).

En outre 4 sites (21 / 9 / 22 / 24) sont associés à des désordres aux structures bâties, sans que des phénomènes d'affaissement ne puissent être avancés. C'est notamment le cas du site 21 (hors zone) qui met en évidence une très forte fissuration du bâti.

Enfin 2 sites présumés ne présentent aucun désordre apparent notable en relation avec les phénomènes étudiés.

3.2. ORIGINE DES DESORDRES

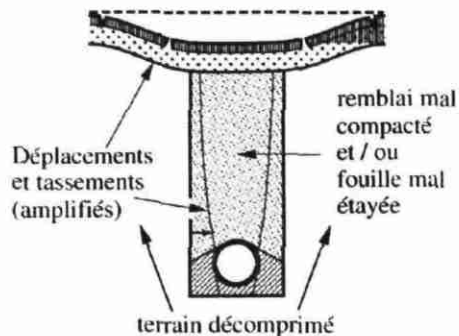
Il est important ici de constater qu'aucune donnée relative à la géométrie des formations (superficielles et profonde) n'a pu être collectée sur la zone d'étude, ni auprès des services techniques de la Ville, ni aux archives du Brgm, ni auprès des riverains.

Cependant, l'analyse des désordres, leur géométrie et les dommages engendrés incitent à établir une distinction relative à l'origine des phénomènes mis en évidence. On peut supposer deux causes principales aux désordres constatés en fonction des dommages observés :

- tassement des remblais de tranchée,
- érosion interne des sols (assises de chaussée et / ou des remblais de tranchée, formation sableuse en place) ; suffosion des sols fins, phénomène de renard.

3.2.1. Tassements sous tranchée

La qualité des matériaux et les méthodes de mise en œuvre des remblais en tranchée posent de façon récurrente des problèmes du fait des volumes faibles mis en œuvre et des difficultés de contrôle de compactage.



Certains sites sont clairement identifiés comme le résultat de décompression des sols au voisinage de la tranchée par suite de mauvaise mise en œuvre des matériaux de remblais (insuffisance de compactage et/ou décompression à l'ouverture de fouille).

C'est le cas des sites 6 / 10 / 11 / 13 / 19 et potentiellement du site 1.

3.2.2. Erosion interne des sols

Le phénomène est causé par un écoulement d'eau qui arrache et transporte certaines particules de sol vers un exutoire (naturel ou anthropique). Cet entraînement hydraulique de matériaux fins peut générer des cavités ou conduits souterrains

entretenant naturellement le processus. A terme, ces vides se traduisent par la formation d'une dépression ou d'un effondrement à la surface du sol, du fait de l'effondrement des vides en question.

Ce mécanisme de "mouvement de sol" se traduit généralement dans des milieux de granulométrie étalée (entraînement des fines) et préférentiellement au niveau des cheminements préférentiels d'eau, soit à l'interface :

- entre matériaux de caractéristiques contrastées (plate-forme support de chaussée / couche de forme, argile / sable ou grès /sable),
- sol / ouvrages (réseaux, fondations notamment).

L'apparition de déformations en surface implique :

- des conditions hydrodynamiques spécifiques :
 - forts gradients en zone saturée,
 - vitesses élevées et écoulements concentrés en zone non saturée,
- des "réceptacles" (drains naturels ou artificiels) susceptibles de recueillir les éléments fins entraînés. Les transports éventuels de matière sont a priori faibles et les exutoires sont par conséquent à rechercher à proximité des déformations observées.
- un soutirage des matériaux vers la cavité créée ou une rupture des couches de terrains présentes en toit de la cavité (type fontis).

On distinguera a priori deux manifestations de ce phénomène :

- érosion "superficielle" (au niveau de la structure de chaussée – plate-forme comprise) avec transfert des matériaux fins de remblais entraînés à proximité des ouvrages d'assainissement (tranchées, réseaux ...). Dans ce cas les cavités créées seraient à faible profondeur et d'ampleur relativement réduite (sous-cavage de la chaussée par exemple),
- érosion "profonde" pouvant impliquer les matériaux argilo-sableux de la formation en place vers les ouvrages privés (puits notamment). Dans ce cas, on peut s'attendre à la création de vides en profondeur, et en cas d'effondrement de la cavité ou de soutirage des terrains de surface, à un amortissement des déformations de surface.

Très peu d'informations sur les circulations d'eau en profondeur sont collectées dans le quartier. Néanmoins la nature même de la formation géologique ne laisse pas présumer de forts gradients d'écoulement (dominante sableuse). A cet égard, l'hypothèse avancée par l'AVA de modification des écoulements souterrains dans les niveaux sableux suite à la création de constructions enterrées ne semble pas être en cause (zone située hors nappe).

Cependant, les affaissements d'ampleur constatés interviennent systématiquement après des épisodes pluvieux intenses et brefs et la variation de niveau piézométrique associée est inconnue.

L'effondrement important relevé rue du Progrès lors de la réalisation des travaux illustre a priori le phénomène :

- réseau d'assainissement unitaire (EU + EP) vétuste fissuré par endroit,
- plate-forme en remblai argilo-sableux à éléments graveleux.

On peut supposer que des circulations d'eau à la périphérie du cadre ancien ont favorisé l'entraînement des fines argileuses à sableuses des remblais vers le collecteur au droit de sections endommagées. Le processus s'auto-alimente ensuite par création, dans les cas les plus défavorables, de phénomène de renard pouvant affecter l'assise de l'ouvrage.

Les autres affaissements constatés au niveau de la voirie notamment semblent également dépendre de ce type de phénomène (sites 1 / 2 / 7 / 9 / 14 / 12 / 20).

Les désordres constatés chez les particuliers (site 8 et 16) peuvent mettre en jeu la présence de vides souterrains plus profonds liés à l'érosion interne de la formation en place, mais l'absence de données sur la géométrie des formations en place rend interprétative cette hypothèse. C'est également a priori le cas du site 4 où la fissuration du bâti traduit un tassement ponctuel important de la structure. A noter que dans cette zone, le réseau unitaire est relativement profond (-2,4 m / chaussée).

Enfin les sites 5, 3 et dans une moindre mesure 22 et 24 peuvent relever des 2 phénomènes. Néanmoins, les désordres structuraux mis en évidence laissent présumer de vides conséquents en profondeur.

3.2.3. Affouillement / Affaissement sous fondations

Situés hors zone les sites 15 et 23 ont fait l'objet de dommages importants aux structures suite aux pluies de décembre 2003. L'ensemble de la zone, située en contrebas de la voie express (pied de remblai), forme une cuvette qui a été largement inondée.

Sur le site 15, un affaissement généralisé du sol au niveau RdC a été constaté lors des travaux de réfection. Un sous-cavage a été observé à la base de la dalle au droit du mur mitoyen avec le site 23. Les forts désordres structuraux du site 23 traduisent une chute de portance sous un appui porteur (présence de vide probable sous fondation).

Les mécanismes mis en jeu ne peuvent être appréhendés strictement à la suite des visites réalisées : affouillement sous dalle, effondrement ponctuel, tassement généralisé associé à une chute de portance suite à l'inondation.

3.2.4. Synthèse sur les phénomènes observés

L'ampleur des phénomènes constatés reste modeste dans l'ensemble, au regard des déplacements de surface constatés. A cet égard, les phénomènes observés étant tous évolutifs et la géométrie des déformations associées faible (profondeur inférieure à 0,5 m et emprises inférieures à 1 m²) la sécurité des personnes n'est pas mise en jeu vis-à-vis d'effondrements brutaux d'ampleur au droit des sites identifiés. La synthèse cartographique des phénomènes présentée illustration 8 rassemble les sites, l'origine probable du phénomène et les traitements apportés.

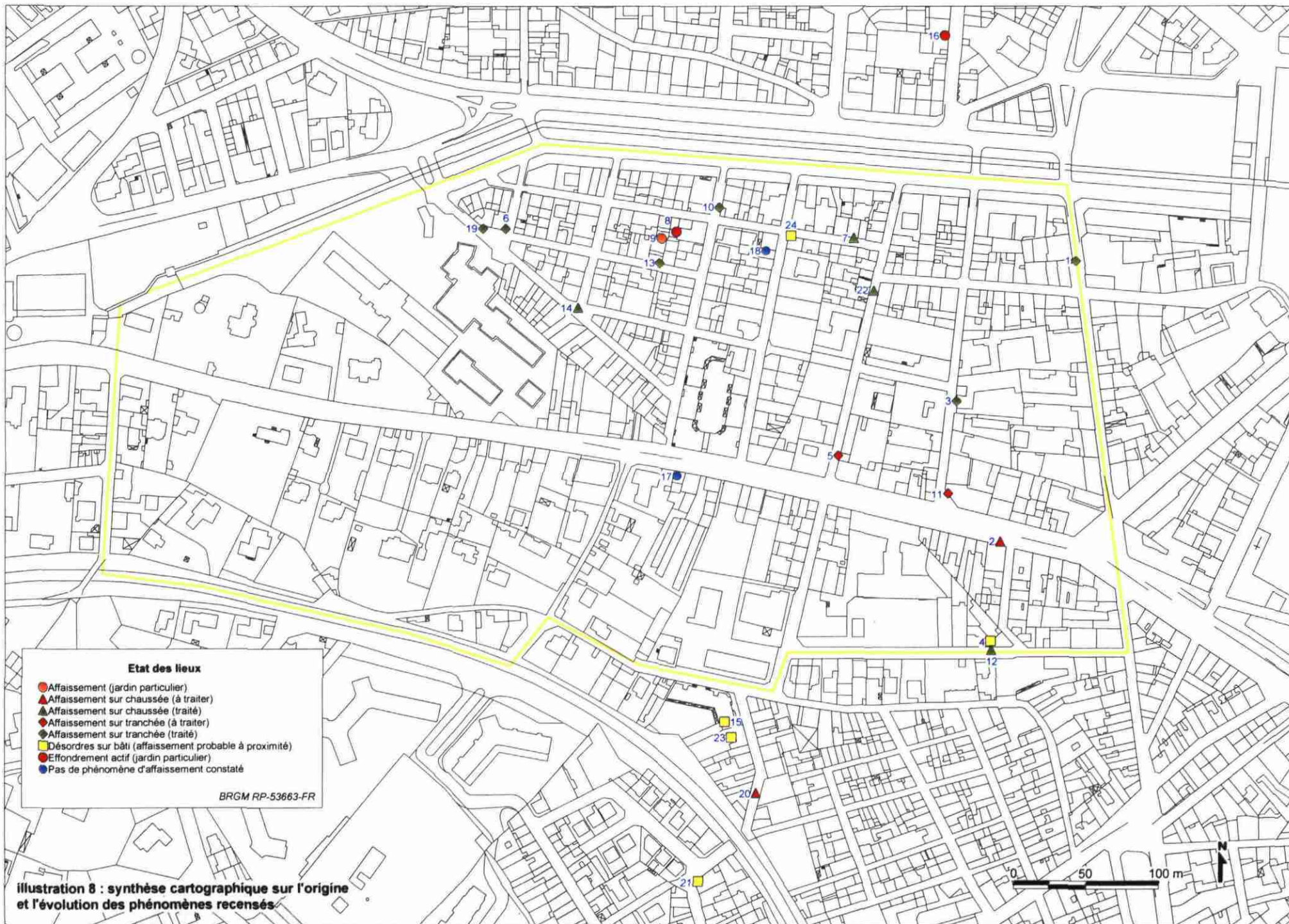


Illustration 8 : synthèse cartographique sur l'origine et l'évolution des phénomènes recensés

On peut proposer une synthèse concernant l'origine des désordres constatés :

Origine probable		Site
Tassement des remblais de tranchée		6 / 10 / 11 / 13 / 19
Erosion interne des sols	"superficielle" ↑	1 / 2 / 7 / 9 / 14 / 12 / 20
	(mixte ?)	5 / 3 / 22 / 24
	"profonde" ↓	4 / 8 / 16
Chute de portance, affouillement ? (hors zone)		15 / 23
Autre (hors zone)?		21

illustration 9 : synthèse sur l'origine des phénomènes recensés

3.3. RECOMMANDATIONS

Des recommandations de gestion des phénomènes s'imposent compte tenu des désordres observés (notamment de façon locale au niveau des structures).

Les phénomènes de tassements des remblais de tranchées imposent :

- pour les tranchées existantes des travaux de recharge et de compactage,
- pour les travaux nouveaux, un renforcement probable des dispositifs de suivi d'exécution et la nécessité selon la qualité des matériaux d'imposer des dispositifs constructifs adaptés (couche de fondation granulaire et filtre géotextile ou mise en place de colerettes par exemple).

Concernant la gestion des eaux de surface, responsables des phénomènes d'érosion sous chaussée notamment, il paraît nécessaire de réaliser un examen de l'état des réseaux (actuels et anciens) au moins au niveaux des zones faisant l'objet de sinistres. Le renforcement des chaussées endommagées fera l'objet de dimensionnement dans les règles de l'art.

Pour les zones d'affaissement plus importants (sites particuliers et site 4 – 12 notamment), la solution de gestion adaptée, en l'absence de reconnaissances complémentaires est le remplissage des cavités identifiées – remblaiement ou injection. L'injection des sols est préférable, puisqu'elle permet d'augmenter de façon significative la compacité du milieu en profondeur. Néanmoins, cette solution doit être validée au cas par cas afin de ne pas créer de point "dur" en profondeur qui pourrait favoriser une érosion interne des sols au contact sol/sol-injecté. En complément, un suivi d'évolution des fissures (site 4 / 22 / 24) et des affaissements constatés (sites 8 et 16) est nécessaire.

La recherche de cavités par des méthodes de géophysique (anciens réseaux – radar) et de sondages (cavités résultant de l'érosion interne des sables) pourrait être envisagée localement au niveau des zones sinistrées afin d'appréhender de façon plus

précise les mécanismes régissant les phénomènes observés et d'apporter les solutions de gestion adaptée. Néanmoins cette recherche en milieu urbain est souvent délicate à mener et il n'est pas évident que la géométrie de ces vides locaux puisse être définie avec justesse.

Enfin, à l'échelle du quartier, la mise en place d'un suivi piézométrique est nécessaire afin d'appréhender de façon plus précise les circulations d'eaux souterraines régissant d'une façon ou d'une autre les phénomènes observés, les fluctuations du niveau de nappe et les dynamiques d'écoulements associées.

A cet égard, l'utilisation du réseau de puits existants comme réseau piézométrique est particulièrement intéressant et ce, à plusieurs points de vue : maillage a priori régulier, état des ouvrages (ensablement notamment). La valorisation de ce réseau pour améliorer la connaissance et l'évolution probable des phénomènes nécessite :

- le rescencement le plus exhaustif possible des puits du quartier avec enquête systématique,
- la vérification de l'état des ouvrages (accessibilité, usage éventuel, présence d'eau, état : remblayé, obstrué en surface, taux d'ensablement),
- la sélection des ouvrages pour mise en place du suivi des variations des niveaux piézométriques et définition des écoulements souterrains éventuels.



4. Aspects réglementaires en matière de prévention des risques

Les acteurs de la prévention des risques sont identifiés à l'échelle nationale, en fonction des différentes tâches leur incombant au niveau réglementaire (connaissance de l'aléa, vulnérabilité, surveillance, information, éducation, gestion de la crise ...) :

- les ministères impliqués : écologie et du développement durable (MEDD), agriculture et de la pêche, équipement et logement (M.E.L.T.), recherche, intérieur, éducation nationale ;
- les collectivités : mairie et conseil général (pompiers - SDIS) ;
- la commission de catastrophe naturelle (Ministères de l'intérieur, des Finances, MEDD, caisse centrale de réassurance) et les assureurs.

La répartition des tâches entre les différents acteurs en matière de prévention des risques est présentée en annexe 4 : CD-Rom

JURISQUES / PRÉVENTION DES RISQUES NATURELS
Jurisprudence commentée, 3ème édition (Octobre 2002)
Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable

GUIDE JURIDIQUE DE LA PREVENTION DES RISQUES MAJEURS
Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable

INFORMATION DES MAIRES DE MEURTHE ET MOSELLE
Présentation de la réglementation relative à la prévention des risques naturels
Rapport BRGM, Janvier 2004, JC. Baubron, JL. Nédellec

De manière générale, en matière de prévention des risques naturels majeurs, l'action du maire se focalise autour de 4 points essentiels :

- l'information des administrés (DICRIM et affichage/mise en consultation des autres documents d'information) ;
- la prise en compte du risque dans l'aménagement (PLU, SCOT) ;
- la préparation des plans de secours ;
- la gestion de crise et post-crise (organisation des secours, expulsion, mise à disposition de moyens communaux, la mise en œuvre de travaux de mise en sécurité, demande d'expropriation).

Les dispositions générales en terme de responsabilité du maire vis-à-vis des risques naturels majeurs sont présentées de façon synthétique par le Guide Juridique de la Prévention des Risques Majeurs. Ce guide est gratuitement disponible en ligne sur le

site www.prim.net développé par le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable. Par ailleurs, le MEDD a élaboré un recueil des cas de jurisprudence commentée en matière de responsabilité suite à des mouvements de terrains de type effondrement de cavités naturelles (fiche 4.7). Enfin certaines informations peuvent être collectées à partir du "Mémento du Maire et des élus locaux réalisé dans le département de l'Isère" réalisé en vue d'informer les élus sur les risques majeurs et la prévention de ces risques au niveau local (<http://www.mementodumaire.net>).

Les articles L.2212-2 (5°) et L.2212-4 du code général des collectivités territoriales mettent à la charge du maire, titulaire des pouvoirs de police municipale, deux séries d'obligations en matière de risques, qui se traduisent par deux types de responsabilité :

- d'une part une obligation générale de prévention des accidents naturels et des fléaux de toute nature, de mesures d'assistance et de secours et de provoquer l'intervention de l'autorité supérieure (L. 2212-2 (5°)),
- d'autre part une obligation spéciale de prendre, en cas de danger "grave ou imminent", les mesures imposées par les circonstances et d'information à l'autorité supérieure (L.2212-4).

Concernant le cas des phénomènes d'affaissement et d'effondrement constatés sur le quartier des Arceaux, on ne peut pas parler de risque majeur en raison de l'intensité faible des phénomènes, de leur origine et du niveau de dommages associé. Par ailleurs, le caractère évolutif et les faibles déformations observées ne laissent pas présumer de danger "grave ou imminent" sur le secteur.

La responsabilité de la Ville ne semble pas engagée sur les affaissements observés chez les particuliers (site 8 et 16 et dans une moindre mesure sur le site 4), les désordres étant situés à une distance conséquente des déformations observées au droit du domaine public. Par contre, au niveau des affaissements constatés au droit de tranchées, les désordres sont directement liés à la réalisation des ouvrages et probablement à l'état des réseaux (§ 3.2).

La récurrence des phénomènes, et les précédents observés sur le territoire communal, doivent inciter à la prise en compte du phénomène d'affaissement / effondrement dans les documents d'urbanisme et plus particulièrement en matière d'information préventive (DCS / DICRIM), et ce même si la cartographie de l'aléa associé aux phénomènes décrits ne peut raisonnablement être envisagée.

5. Conclusion

Le recensement des désordres aux structures et des phénomènes d'affaissements constatés quartier des Arceaux a Montpellier met en évidence 24 sites sur le périmètre d'étude défini ou à proximité immédiate. Ces événements sont d'ampleur et d'origine variable, liées en partie à la diversité des sources d'information (riverains, services de la Ville, représentants de l'A.V.A., constats de terrain).

L'analyse met en évidence huit sites d'importance mineure pratiquement inhérents à l'aménagement urbain et notamment à la réalisation de tranchées. Huit sites concernent des effondrements (ou affaissements) notables ou engendrant des désordres importants aux structures bâties voisines. Quatre sites révèlent des signes de mouvement sans que les phénomènes d'affaissement ne puissent être avancés. Enfin 2 sites présumés ne présentent aucun désordre apparent notable en relation avec les phénomènes étudiés.

L'apparition de ces phénomènes semble être liée à deux causes principales :

- tassement des remblais de tranchée suite essentiellement à des mises en œuvre défectueuses,
- érosion interne des sols : entraînement de sols fins sous l'effet d'écoulements souterrains engendrant la création de vides localisés et la décompression des terrains sus-jacents :
 - "superficielle" (assises de chaussée et / ou des remblais de tranchée) : entraînés à proximité des ouvrages d'assainissement (tranchées, réseaux ...).
 - "profonde" (formation sableuse en place) : impliquant probablement les matériaux argilo-sableux vers les ouvrages plus profonds (puits notamment).

En fonction des sites, des recommandations de gestion des phénomènes sont formulées compte tenu des désordres observés localement :

- au niveau des chaussées : renforcement probable des dispositifs de suivi d'exécution de remblais en tranchées, examen de l'état des réseaux au moins au niveau des zones faisant l'objet de sinistres, a priori responsables en partie des désordres observés,
- pour les zones d'affaissement plus importants, en l'absence de reconnaissances complémentaires : remplissage des cavités identifiées – remblaiement ou injection, et suivi d'évolution des désordres,

Enfin, à l'échelle du quartier, la mise en place d'un suivi piézométrique, valorisant le réseau de puits existant, est utile afin d'appréhender de façon plus précise les circulations d'eaux souterraines régissant d'une façon ou d'une autre les phénomènes observés, les fluctuations du niveau de la nappe et les dynamiques d'écoulements associées.



Bibliographie

- [1] : COSTE (Dr Léon), "Anciennes fontaines de Montpellier"
Bulletin de la Société Languedocienne de Géographie, 9^{ème} année, tome IV,
1886

- [2] : JOURDAN Françoise, "Le problème de l'eau à Montpellier"
Bulletin de la Société Languedocienne de Géographie, 2^{ème} série, tome XXVIII,
3^{ème} fascicule, 1957

- [3] : MIGAYROU Jean, "Contribution à l'étude géologique et géotechnique du sous-
sol montpellierain"
Thèse, faculté des sciences de Besançon, 1966



Annexes

annexe 1 : compte-rendu de réunion d'avancement – 9/11/2004

annexe 2 : documents remis valorisés dans le cadre de l'étude

- fournis par l'AVA
- fournis par la Ville de Montpellier (Service de la Voirie)
- références de données d'archives consultées

annexe 3 : photographies des sites recensés

annexe 4 : CD-Rom

JURISQUES / PRÉVENTION DES RISQUES NATURELS
Jurisprudence commentée, 3ème édition (Octobre 2002)
Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable

GUIDE JURIDIQUE DE LA PREVENTION DES RISQUES MAJEURS
Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable

INFORMATION DES MAIRES DE MEURTHE ET MOSELLE
Présentation de la réglementation relative à la prévention des risques naturels
Rapport BRGM, Janvier 2004, JC. Baubron, JL. Nédellec



Annexe 1



COMPTE RENDU DE RÉUNION	
Projet : Montpellier ARCEAUX	Numéro :/
Objet : Réunion d'avancement	
Date : 08/11/2004	Lieu : Montpellier
Participants : Ville de Montpellier B. WOMMELSDORF AVA (Arceaux Vie Active) M. TOUZE BRGM..... B. COLAS	
Diffusion : Participants + M. AUDIBERT (BRGM)	

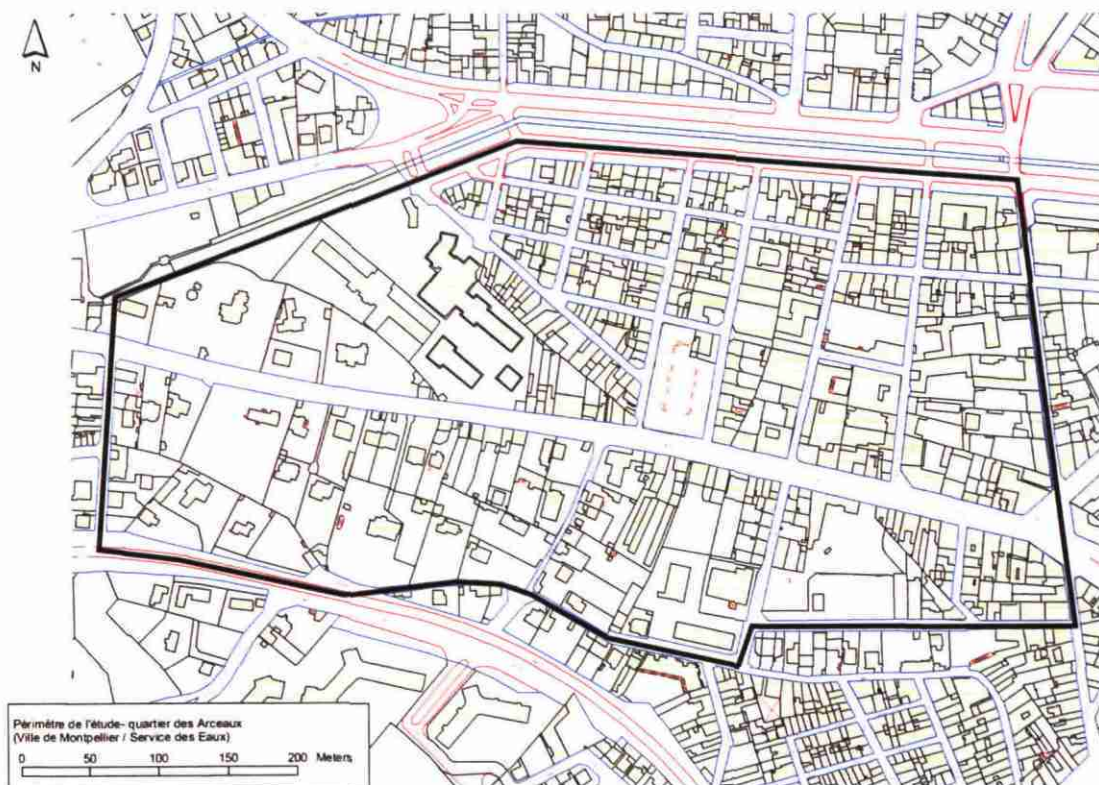
RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS
<p>La réunion organisée s'inscrit dans le cadre de l'avancement de l'étude relative aux désordres notés dans le quartier des Arceaux à Montpellier. Cette réunion a eu pour objet :</p> <ul style="list-style-type: none"> - de présenter l'étude au représentant de l'association AVA, - d'inventorier les données à collecter et d'organiser le recensement des informations. <p>Rappel des objectifs</p> <p>Les objectifs principaux de l'étude sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ le recensement des <u>évènements</u> constatés dans le quartier avec définition des géométries et des désordres occasionnés, ▪ la recherche bibliographique des <u>zones de cavités</u> potentielles (anthropique et naturelle) existant sur le secteur considéré, avec selon les données disponibles détermination des géométries associées, ▪ la définition de <u>l'origine des désordres</u> constatés, ▪ estimation des <u>désordres potentiels</u> – affaissements, fontis ... – associés aux cavités recensées, ▪ les <u>solutions</u> ou les <u>études</u> éventuelles complémentaires nécessaires pour garantir la sécurité des personnes. <p>Aucun sondage ou mesure ne sera réalisée dans le cadre de cette intervention. Elle s'appuiera sur les connaissances actuellement disponibles sur ce secteur (archives, enquêtes de terrain) et accessible sans équipements ou moyens spécifiques.</p> <p>Conformément aux discussions menées, un "état des lieux" en matière de responsabilité (cas de jurisprudence) sera mené concernant des phénomènes similaires observés dans d'autres communes (droit du sol et du sous-sol, domaine public / privé ...).</p> <p>Délais de réalisation</p> <p>La signature de la convention est en cours par la Ville. Le délai de réalisation étant fixé à 10</p>

semaines, les résultats prévisibles sont attendus pour la mi-janvier, en fonction de l'avancement des collectes de données.

Collecte des données

Périmètre de l'étude

Le périmètre de travail est défini entre les participants. Ce document servira de référence en matière de localisation :



Le recensement des données s'effectuera par enquête des membres de l'association auprès des riverains, de la Ville auprès des services concernés et auprès des organismes susceptibles de fournir des informations pertinentes sur le sujet par le BRGM.

Données relatives aux affaissements ⇒ AVA / Ville

Les données relatives aux affaissements de terrain (mouvement vertical de sol) seront recensés comme suit :

- Nom (propriétaire ou domaine public)
- Adresse
- Date d'apparition du phénomène
- Géométrie (diamètre, profondeur de l'affaissement)
- Présence d'eau
- Mesures confortatives, études de sol, travaux ou suivi éventuels de déplacement
- Photographie si possible

Données relatives aux désordres aux structures ⇒ AVA

Les données relatives aux désordres aux structures (essentiellement fissures au bâti) seront recensés comme suit :

- Nom (propriétaire)
- Adresse
- Date d'apparition du phénomène
- Activité du phénomène (évolutif ou non)
- Géométrie (largeur d'ouverture maximale constatée)
- Photographie si possible

Données diverses ⇒ Ville

Un certain nombre de données pouvant être impliquées dans les phénomènes observés ont été identifiés. Ces données sont disponibles en Mairie :

- Report en plan des réseaux (AEP, pluvial) actuels et anciens abandonnés (égouts ?)
- Données relatives à la piézométrie sur le quartier
- Sondages, puits à la pelle mécanique, étude de sol pour renforcement de chaussée
- Inventaire des puits et points d'eau réalisé par la ville de Montpellier : document à retrouver
- *Ultérieurement et si nécessaire, historiques des constructions dans le périmètre (à partir des permis de construire)*

Données diverses ⇒ Brqm

Les données relatives à l'implantation des puits et points d'eau (cause des sinistres observés au Jardin des Plantes en 2003) est en cours. Ont été consultées :

- les archives municipales sur le sujet (très peu de données traitant du sujet)
- les archives départementales (cadastre Napoléon) mettant en évidence la présence d'un ancien puits à roue le secteur,
- un ouvrage historique traitant du "problème de l'eau à Montpellier", avec référencement d'ouvrages d'adduction d'eau sur la commune,

Les discussions avec le service des Eaux de la Ville et le Service des Archives municipales a mis en évidence un certain nombre e contacts à prendre pour dresser l'historique du quartier :

- DRAC,
- Archives de Evéché
- M. Gensac (ex architecte de la Ville)
- M. Morales (architecte et adjoint à l'enseignement de la Ville)
- Mme Lacave (historienne, ex des archives municipales)
- M. O'Sugrue (photographe de la Ville)

Annexe 2

DONNEES A.V.A.

Personnes ayant subi des problèmes dans la zone d'étude

François Guillou – 15 rue Delmas – 04 67 58 60 12

Simone DESSALES – 6 rue Baqué – 04 67 92 96 73 – 06 89 65 35 38

Colette BIDARD – 19 rue du Progres – 04 99 06 02 67

François Guillou – 15 rue Delmas – 04 67 58 60 12

Dominique DUBRUNFAUT – 57 av. de Lodève – 04 67 34 07 24

Claude ALBEROLA – 6 rue Georges – 04 67 92 22 49

Personne ayant subi des effondrements hors zone d'étude

Jacques MONIN – 4 rue Pierre Fermaud – 04 67 92 73 09

Contacts infos :

Jacques GILET – 33 Rue Marcel de Serre – 04 67 61 08 18

Diego ALARCON – 37 Bd des Arceaux – 04 67 92 45 80



AFFAISSEMENT DE SOL

8 rue Jacques DRAPARNAUD

Crèche Sophie Lagreze

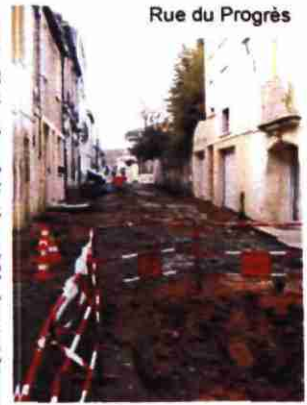
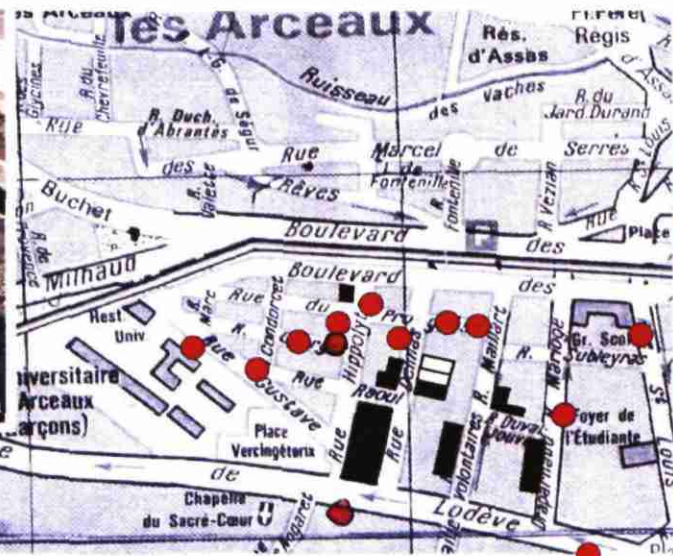


PLACE VERCINGÉTORIX

Trou rebouché Rue Georges



Rue St Louis début septembre 2004



Rue du Progrès

● Effondrements constatés ■ Immeubles récents □ Construction à venir

Informations à transmettre à M. Colas

Piézométrie :

Pas de réseau sur la ville géré par la mairie.

Voir site de la DIREN :

<http://rdb.eaurmc.fr>

Rubrique piézométrie

Voir aussi site : ADES - Banque nationale d'Accès aux Données des Eaux Souterraines

ades.mdc.tm.fr

Inventaire des puits et points d'eau ou fontaines de Montpellier.

Après entretien avec Mme Lassaque, il s'avère qu'il s'agit d'un travail qui a été fait à la bibliothèque municipale de Montpellier vers 1985. Ce travail a été réalisé entre autre par l'historienne Mme Lacave, à l'époque employée de la Bibliothèque.

Il s'agit d'un travail de recherche bibliographique qui recense les ouvrages ou autres publications mentionnant les fontaines à Montpellier. A priori, ces fontaines ont été recensées et localisées.

Depuis la bibliothèque a été transférée à la communauté d'agglomération. A priori, le plus simple pour retrouver ce travail serait d'utiliser le moteur de recherche de la bibliothèque.

Réseaux

A priori il n'y a pas, de mémoire de service des eaux, de collecteurs désaffectés sur ce périmètre. Lors des réhabilitations qui ont été faites, les nouveaux réseaux ont été placés en lieu et place des anciens.

RETOUR du SERVICE VOIAGE.

Incidents rencontrés sur le périmètre d'étude
localisés par le plan

* Affaissements de tranchées : lors de travaux les tranchées qui sont mal compactées s'affaissent.

* Affaissement sur trottoir signalé par des crevasses

Dans ce 2 cas (et) l'affaissement est lié à de mauvaises réalisations. Les processus de réparation ont le suivant :

- découpe
- observation de dégâts (ici pas de remonté de pierre d'eau)
- recharge en gravés
- "curage".

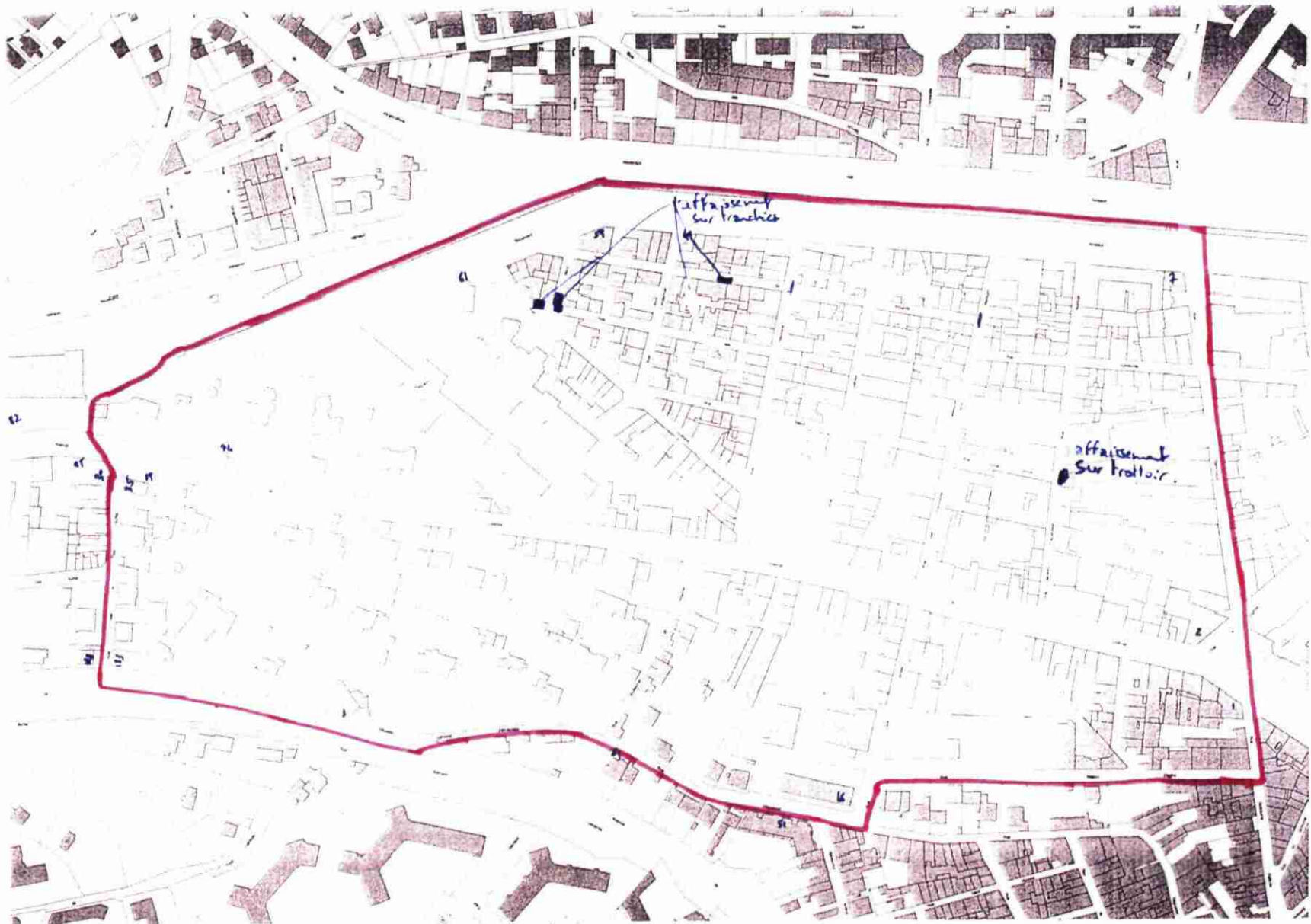
Incident sur la rue de Progrès

Pierres d'1 gros remand. du $\bar{0}$ et rupture du cadre bâti des réseaux unitaire en service. ~~de l'agglomération~~ Communauté d'Agglomération a posé un PVC $\bar{0}$ à l'intérieur et $\bar{0}$ repais le cadre. L'origine de cet incident ne peut pas être précisément définie, il peut s'agir de la vétusté de l'équipement ou d'un affaissement du terrain.

Sur le secteur d'étude le réseau unitaire est toujours en service.

1
plan 2 + EU

Cécile Delahaye (2016)



RAPPORT DE VISITE

CCAS Centre Buissonade

6 rue Fermaud

Visite du 4 décembre 2003

Visite des locaux dans l'après midi à la suite d'un appel du CCAS.

Constat : les locaux ont été inondés au rez de chaussée dans la journée du 3 décembre (hauteur d'eau dans les locaux : environ 40 cm). Lors du nettoyage le personnel s'est rendu compte qu'une fissure horizontale importante est apparue dans le meneau en pierre séparant la salle à manger de la cuisine.

Détail des désordres observés :

- ✓ Des infiltrations d'eau ont été constatées entre le bâtiment principal et les appentis (réserve et lingerie)
- ✓ La première marche de l'escalier ,réalisée en granito, ayant un impact a « gonflée »
- ✓ Le revêtement de sol souple du couloir s'est complètement décollé
- ✓ Apparition de plusieurs fissures dans le corps de bâtiment où se trouvent la cuisine au RDC et une chambre à l'étage :
 - Le meneau en pierre situé entre la cuisine et la salle à manger présente une fissure horizontale de 1.6 cm environ avec un léger désaffleure indiquant un phénomène de rotation en pied (photo N° 1)
 - Présence d'une fissure sur le linteau de l'accès à la cuisine
 - Côté cuisine, le mur est doublé. Présence d'une fissure verticale de 10 cm de longueur située entre le jambage et l'allège côté droit.
 - A l'étage : une légère fissure apparait dans le mur séparatif du voisin.

Visite du 8 décembre 2003

Cette visite avait pour objectif la mise en place de témoins afin de mesurer l'ouverture des fissures et leur évolution.

Jauge n°1 : placée sur la fissure horizontale du trumeau, côté salle à manger, à gauche. La fissure est ouverte de 1.6cm.

Jauge n°2 : placée sur la fissure verticale du linteau (accès cuisine), côté salle à manger. Cette fissure n'est pas ouverte.

Jauge n°3 : placée sur la fissure d'un joint du jambage côté droit de l'ouverture accès cuisine. Fissure ouverte de 4mm. Cette fissure a évolué depuis la visite du 4/12.

Jauge n°4 : placée côté cuisine à la liaison entre le meneau et le linteau du passe plat côté gauche. Cette fissure est ouverte de 1.5cm.

Autre constatation : la fissure verticale située sur la faïence dans la cuisine s'est prolongée jusqu'à la plinthe.

Visite du 15 décembre 2003

Cette visite avait pour objectif le contrôle des jauges.

Jauges n° 1 et 2 : pas d'évolution

Jauge n°3 : légère ouverture non mesurable

Jauge n°4 : ouverture de la fissure de 1mm environ. Présence d'une nouvelle fissure verticale dans la faïence côté gauche du passe plat.

Autres constats :

- ✓ Le voisin nous signale que le mur mitoyen présente des fissures au RdC dans son appartement. On observe dans son séjour une fissure presque horizontale sur la contre cloison. Le sol s'est affaissé en partie centrale du mur (ouverture entre la plinthe et le dallage de 1 cm environ).
- ✓ Même constat au niveau du sol de la cuisine du CCAS : le dallage présente un flache (environ 1 cm entre le mur et le sol au point le plus bas)
- ✓ Visite de la chambre de l'étage située au dessus de la cuisine : la fissure constatée lors de la première visite s'est prolongée. Elle indique qu'une voûte de décharge s'est formée en partie centrale. Ce qui confirme un affaissement du mur en partie centrale.

Consultation des Archives Municipales

Archives dépouillées

Cote	Titre	Date	Localisation
304	Puits particuliers	s.d.	17/1/6
N3 (101)	Puits publics	s.d.	16/2/5
N3/1 (51)	Eaux - Concessions gratuites	1775-1900	16/2/3
N3 (83)	Eaux - Nouvelle distribution	1805-1852	16/2/4
N3/1 (82)	Eaux distribution	1791-1903	16/2/4
N3/1 (108)	Eaux	1894-1895	16/2/6
DD	Eaux, fontaines, puits (36 pièces)	s.d.	7/1/2
304	Recherche d'eau	s.d.	17/1/6
102	Rue du Progrès alignement cession	1947-1950	17/5/2
104	Mines	s.d.	17/3/4
306	Distribution d'eau, logement, équipement, plan assainissement	s.d.	10/3/5
N3/1 (55-58)	Eaux concessions	1860-1926	16/2/3

Autres références notées

Cote	Titre	Date	Localisation
N3 (84)	Eaux distribution	1849-1852	16/2/4
N3/1 (53-54)	Eaux Listes des concessionnaires	1793-1902	16/2/3
N3/1 (52)	Eaux - Concessions gratuites et onéreuses	1806-1876	16/2/3
N3	Eaux - Distribution nouvelle, concours	1835	16/2/2
N3/1 (110)	Eaux	1896-1897	16/2/6
N (59-77)	Eaux concessions	1933-1941	16/2/3
207	Jardin des plantes	1810-1938	17/3/3

Consultation des Archives Départementales

Plan du cadastre napoléonien (1814) feuille K4 - parcelle 837

Annexe 3

Site 1 rue Saint Louis



Site 2 13 route de Lodève



Site 3 8, rue Duprarnaud



Site 4 6, rue Baqué



Site 5 2, rue des Volontaires



Site 7 Rue du Progrès



Site 8 19, rue du Progrès



Site 9 6, rue Georges



Site 10 rue Hypolite



Site 11 2 rue Draparnaud



Site 14 Place vercingétorix



Site 13 4, rue Georges



Site 21 Angle rues Reynes Fernaud



Site 20 rue Fermaud



Site 23 6, rue Fermaud





Géosciences pour une Terre durable

brgm

Centre scientifique et technique
3, avenue Claude Guillemin
BP 6009 - 45060 Orléans Cedex 2 – France
Tel . 02 38 64 34 34

Service géologique Régional Languedoc-Roussillon
1039, rue de Pinville
34 000 MONTPELLIER
Tél. : 04 67 15 79 84