

REÇU LE  
- 2 MARS 2017  
MAIRIE DE LOZANNE 69380

**MAIRIE DE LOZANNE**

15, Route de Lyon  
69380 LOZANNE

A l'attention de Monsieur Christian GALLET

---

# RAPPORT D'ETUDE – Département Matériaux

RAPPORT N° 17.40070.010.01.A – 27 FÉVRIER 2017

● CARACTÉRISATION D'UN ÉCHANTILLON DE POUSSIÈRES  
URBAINES

Vallée d'Azergues, Lyon (69)



[www.setec.fr](http://www.setec.fr)

## REFERENCES DE L'ETUDE

N° de dossier	17.01.40070
Rapport d'étude n°	17.40070.010.01.A
Réf offre LERM	DV 60049/BDM11
Réf. client – N° de commande	Bon pour accord sur devis du 20 janvier 2017
Site ou Ouvrage	-
Nombre d'annexes	1
Rapports COFRAC	-

## PRODUCTION

Rédacteurs	Relecteur	Assistante
Thierry RAJNAK Alexa BRESSON	Dominique ROSSINI	Magali RANGER

## DIFFUSION

Société	Exemplaires	Mail
Mairie de LOZANNE	1	Christian.gallet@mairielozanne.fr
LERM Arles	1	Alexa.bresson@lerm.setec.fr thierry.rajnak@lerm.setec.fr

Ce dossier a été réalisé dans une entreprise dont le système de management de la qualité est certifié ISO 9001 par AFAQ/AFNOR Certification.

## COORDONNEES

Siège social	Chargée d'affaire
<b>Lerm setec</b> 23 rue de la Madeleine CS 60136 13631 ARLES Cedex FRANCE  Tél +33 4 86 52 65 00 Fax +33 4 90 96 25 27 contact@lerm.setec.fr www.lerm.fr	<b>Alexa Bresson</b> Ingénieure d'études 23 rue de la Madeleine CS 60136 13631 ARLES Cedex FRANCE  Tél +33 4 86 52 65 70 Fax +33 4 90 96 25 27 Alexa.bresson@lerm.setec.fr

## SOMMAIRE

<b>1 —</b>	<b>Objet de l'étude</b>	<b>4</b>
<b>2 —</b>	<b>Programme de l'étude</b>	<b>4</b>
<b>3 —</b>	<b>Identification de l'échantillon</b>	<b>4</b>
<b>4 —</b>	<b>Essais en laboratoire</b>	<b>4</b>
4.1	Examen au microscope optique	4
4.2	Examens au microscope électronique à balayage	6
4.3	Analyse qualitative par diffraction des rayons X	7
<b>5 —</b>	<b>Synthèse</b>	<b>8</b>
<b>6 —</b>	<b>Conclusion</b>	<b>8</b>

**Mots clés :** poussières urbaines, microscope optique, microscope électronique à balayage, analyse qualitative par diffraction des rayons X

## 1 — Objet de l'étude

À la demande du collectif de Lozanne et pour le compte de la Mairie de Lozanne, le LERM a réalisé, en février 2017, une étude ayant pour objectif de caractériser un échantillon de poussières urbaines de la vallée d'Azergues (69).

## 2 — Programme de l'étude

Conformément au programme préétabli, les essais réalisés en laboratoire ont été les suivants :

- × examen d'une section polie au microscope optique en lumière réfléchie,
- × examen au microscope électronique à balayage couplé à l'analyse qualitative élémentaire par spectrométrie X à dispersion d'énergie,
- × analyse qualitative par diffraction des rayons X.

## 3 — Identification de l'échantillon

Le tableau 1 donne les références et les principales caractéristiques de l'échantillon réceptionné au LERM le 1<sup>er</sup> février 2017.

Réf. LERM	Description	Masse
40070.10-1	Un pot contenant de la poudre fine de couleur grise foncée	m = 60,5 g

Tableau 1 : Identification de l'échantillon

## 4 — Essais en laboratoire

### 4.1 Examen au microscope optique

L'examen au microscope optique en lumière réfléchie d'une section polie confectionnée à partir de l'échantillon 40070.10-1 a permis de mettre en évidence la présence des particules suivantes (Fig. 1 à Fig. 5) :

- nombreux grains de clinker,
- quelques grains vraisemblablement minéraux de nature calcaire, siliceuse et silicatée,
- quelques grains très réfléchissants, de diamètres parfois importants,
- quelques grains polycristallins de nature indéterminée,
- de nombreux amas ou agglomérats de fines particules renfermant fréquemment des fragments de clinker,
- de rares fragments de fibres, probablement organiques.



Le diamètre moyen de ces particules est fin, de l'ordre de 25 µm. Certaines peuvent ponctuellement avoir un diamètre allant jusqu'à environ 500 µm.

Par ailleurs, il semble que les particules prépondérantes soient les grains de clinker. La proportion de grains de clinker dans cette poudre pourrait être d'environ 50 %.

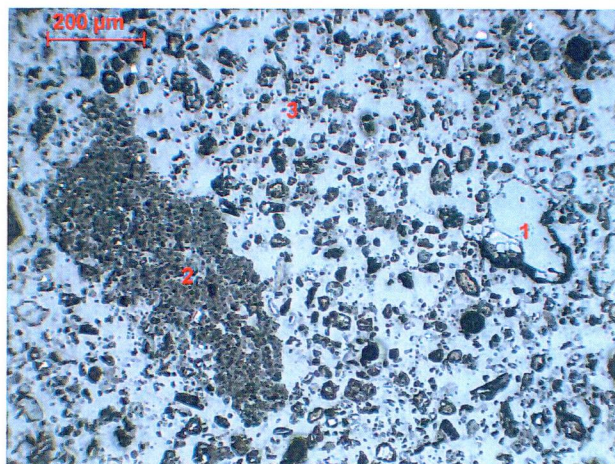


Fig. 1 : Microscopie optique en lumière réfléchi.  
Echantillon 40070.10-1 - Détail de l'échantillon  
1 : grain silicatée, 2 : amas ou agglomérat de fines particules,  
3 : particules fines dispersées dans la résine d'enrobage

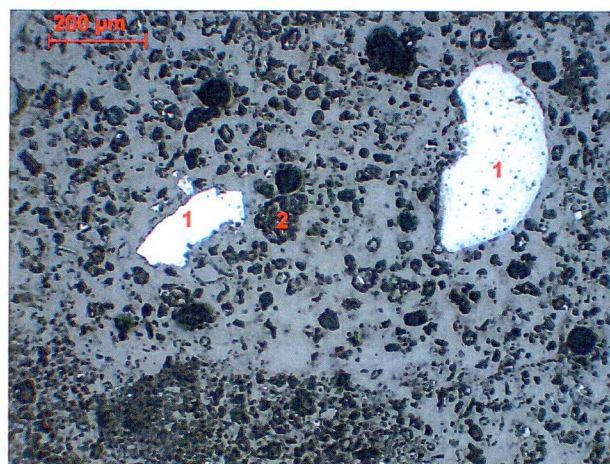


Fig. 2 : Microscopie optique en lumière réfléchi.  
Echantillon 40070.10-1 - Détail de l'échantillon  
1 : fragments très réfléchissants, 2 : grain de clinker

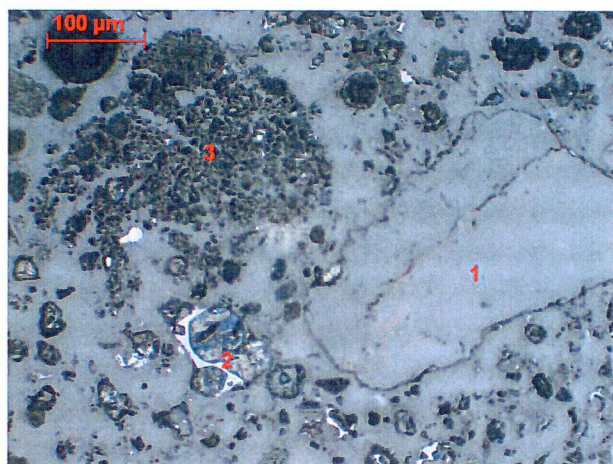


Fig. 3 : Microscopie optique en lumière réfléchi.  
Echantillon 40070.10-1 - Détail de l'échantillon  
1 : grain probablement calcaire, 2 : grain de clinker,  
3 : amas ou agglomérat de fines particules

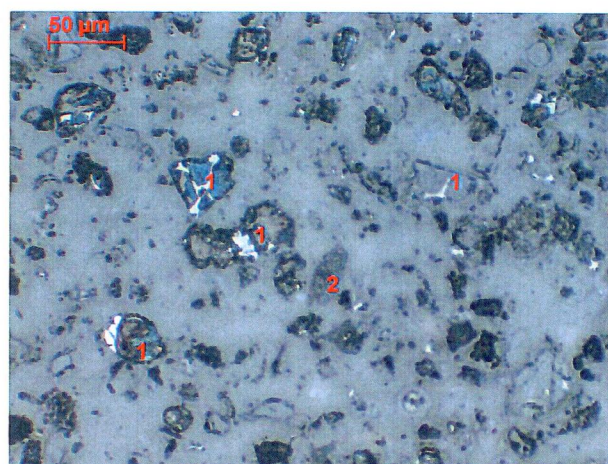


Fig. 4 : Microscopie optique en lumière réfléchi.  
Echantillon 40070.10-1 - Détail de l'échantillon  
1 : grains de clinker, 2 : grain polycristallin



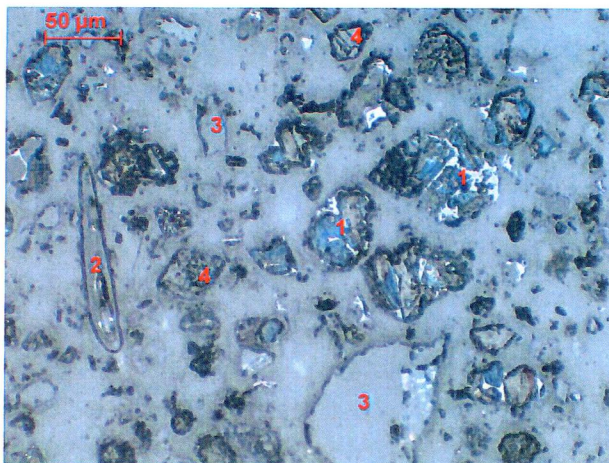


Fig. 5 : Microscopie optique en lumière réfléchie.  
Echantillon 40070.10-1 - **Détail de l'échantillon**  
1 : grains de clinker, 2 : fragment de fibre (organique ?),  
3 : grains siliceux, 4 : grains probablement calcaires

## 4.2 Examens au microscope électronique à balayage

Les examens au microscope électronique à balayage, associé à la microanalyse élémentaire par spectrométrie X à dispersion d'énergie, ont été réalisés sur l'échantillon 40070.10-1. Ils ont permis de confirmer et de préciser la présence des particules suivantes (Fig. 6 à Fig. 9) :

- grains de clinker,
- grains et agglomérats calcaires,
- agglomérats à base de fragments de clinker et de cristaux calciques,
- agglomérats à base de produits organiques, de cristaux calciques ou de sulfates de calcium,
- agglomérats silico calco alumineux,
- grains siliceux.

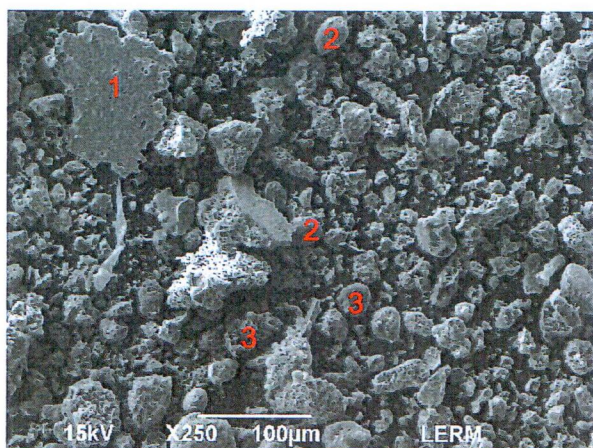


Fig. 6 : Microscopie électronique à balayage. Echantillon 40070.10-1  
**Aspect général de l'échantillon**  
1 : grain calcaire, 2 : clinkers, 3 : grains organiques

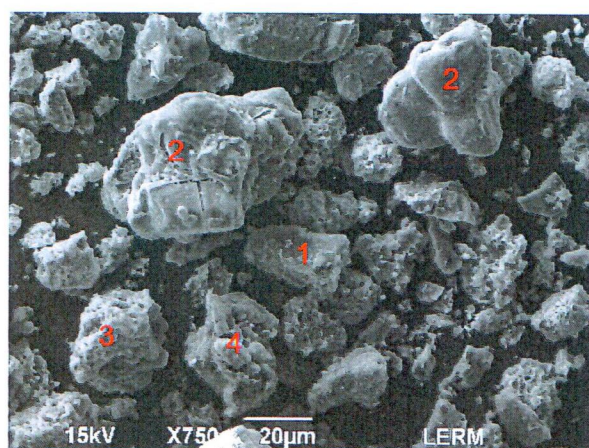


Fig. 7 : Microscopie électronique à balayage. Echantillon 40070.10-1  
**Détail des particules de l'échantillon**  
1 : grain siliceux, 2 : clinkers, 3 : agglomérat silico calco alumineux,  
4 : agglomérat à base de produits organiques et de grains calcaires



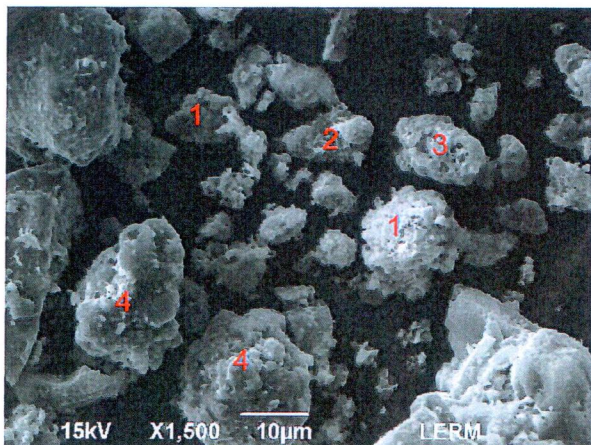


Fig. 8 : Microscopie électronique à balayage. Echantillon 40070.10-1  
**Détail des particules les plus fines de l'échantillon**  
 1 : grain calcaire, 2 : clinkers, 3 : agglomérat silico calco alumineux,  
 4 : agglomérat à base de produits organiques et de grains calcaires  
 et/ou de sulfates de calcium

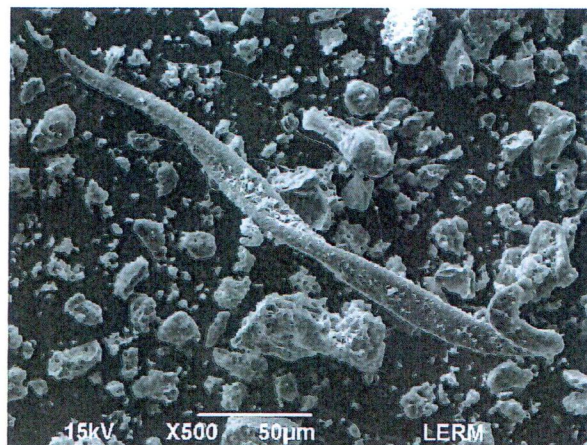


Fig. 9 : Microscopie électronique à balayage. Echantillon 40070.10-1  
**Détail des particules d'un fragment de fibre organique**

### 4.3 Analyse qualitative par diffraction des rayons X

L'analyse minéralogique qualitative par diffraction des rayons X a été réalisée sur l'échantillon de poussières urbaines 40070.10-1 broyé à 40 µm. Le diffractogramme est acquis avec un programme d'analyse de 10° à 80° en 2θ, avec un pas de 0.02°, et un temps de comptage de 2 s/pas.

L'interprétation du diffractogramme et le logiciel TOPAS ont conduit aux résultats présentés dans le Tableau 2 ci-dessous, et illustrés le diffractogramme en annexe 1.

Minéraux	Composition chimique	Raie principale (Å)	40070.10-1
			Intensité relative
Calcite	CaCO <sub>3</sub>	3,03	+++
Quartz	SiO <sub>2</sub>	3,34	++
Brownmillerite (C <sub>4</sub> AF)	Ca <sub>2</sub> (Al,Fe) <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2,64	+
Silicate bicalcique (C <sub>2</sub> S)	Ca <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub>	2,78	+
Silicate tricalcique (C <sub>3</sub> S)	Ca <sub>3</sub> SiO <sub>5</sub>	2,60	+

Tableau 2 : Résultats de l'analyse minéralogique quantitative par diffraction des rayons X de la poussière urbaine 40070.10-1  
 (+++ = intensité forte, ++ = intensité moyenne, + = intensité faible)

Note : Les croix indiquées dans le tableau représentent l'intensité relative de la raie principale de chacune des espèces présentes. Ces croix sont mentionnées à titre indicatif et ne peuvent indiquer l'abondance réelle des espèces.

L'analyse par diffraction des rayons de la phase cristalline de l'échantillon confirme la nature des différents constituants détectés par observation microscopique, ils sont à mettre en relation avec :

- la calcite (présence de calcaire),
- le quartz (présence de grains siliceux),
- la Brownmillerite, le silicate bicalcique et tricalcique (présence de clinker).

## 5 — Synthèse

L'étude réalisée par le LERM en février 2017, dans le but de caractériser un échantillon de poussières urbaines de la vallée d'Azergues (69), a permis de montrer que cet échantillon contient essentiellement les constituants suivants :

- \* des grains de clinker,
- \* des grains de calcaire sous forme de calcite,
- \* des grains siliceux sous forme de quartz,
- \* quelques fibres organiques.

Il est à noter que l'ensemble de ces particules présente un diamètre moyen estimé visuellement à environ 25 µm.

## 6 — Conclusion

**Au total**, sur la base des essais et analyses réalisés, il apparaît que les poussières analysées contiennent des grains de clinker, constituant majeur du ciment, en quantité non négligeable (estimées visuellement à hauteur de 50% dans l'échantillon).

Les ingénieurs responsables de l'étude

P/o Le directeur du Département Matériaux

  
A. BRESSON et T. RAJNAK

  
D. ROSSINI

Examens microscopiques réalisés par B. BOURDONNAIS

*La reproduction intégrale de ce rapport sans modification d'aucune sorte est seule autorisée.*

*Les essais faisant l'objet du présent rapport portent sur des échantillons prélevés dans certaines conditions. Leur représentativité est liée à celle des échantillons et ne peut être étendue à une population dont ils sont issus que si l'homogénéité de cette population peut être vérifiée.*



## ANNEXE 1 : Diffractogramme

