

Annexes

Annexe A

Décret relatif à la gestion et à l'assainissement des sols

Type d'usage	Sol (mg/kg _{matière sèche})					Eaux souterraines (µg/L)	
	I naturel	II agricole	III résidentiel	IV récréatif ou commercial	V industriel		
Métaux/métalloïdes							
arsenic	VS	30	30	40	40	65	10
cadmium	VS	1.8	1.8	3	10	20	5
chrome total ⁽¹⁾	VS	57	57	78	140	288	50
chrome VI ⁽²⁾	VS	4	4	4	13	13	9
cuivre	VS	53	53	156	490	600	100
mercure	VS	1.1	1.1	1.75	5	5	1
nickel	VS	87	87	146	350	350	20
plomb	VS	120	200	200	390	1840	10
zinc	VS	196	196	415	3000	3000	200

FIGURE A.1 – Annexe 1 du décret relatif à la gestion et à l'assainissement des sols, reprenant les valeurs seuils d'ETM en fonction du type d'usage du terrain (version mise à jour le 1 mars 2018)

Annexe B

Principe plus détaillé de la spectroscopie par fluorescence des rayons-X

Lorsqu'un rayon X est dirigé vers un matériau, une fraction est transmise, une est diffusée et une autre est absorbée en produisant un rayonnement fluorescent. C'est cette fluorescence qui est mesurée par le XRF et elle dépend de l'épaisseur, la densité, la composition du matériau et de l'énergie des rayons X. La production de ce rayon fluorescent est liée à la structure des atomes. Prenons le modèle classique d'un atome (voir Figure B.1); il possède un noyau constitué de protons chargés positivement et des neutrons non-chargés. Ce noyau est entouré d'électrons chargés négativement et regroupés sur des orbitales nommées K, L et M, de l'intérieur vers l'extérieur. Chaque électron est retenu avec une certaine énergie, qui dépend de l'orbitale sur laquelle il se situe mais également de l'élément auquel il appartient (Brouwer, 2003; Potts et Webb, 1992).

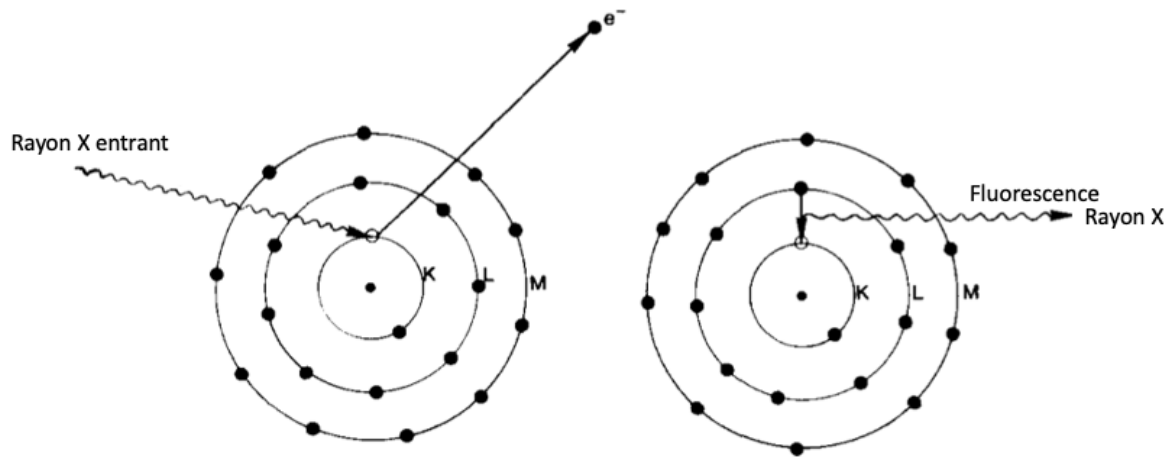


FIGURE B.1 – Mécanisme de production d'un rayonnement fluorescent caractéristique, traduit d'après Potts et Webb (1992)

Comme illustré sur la Figure B.1 ci-dessus, un rayon X peut expulser un électron hors de l'atome, produisant alors un "trou" dans l'orbitale et induisant alors l'atome dans un état excité et instable. Afin de restaurer la configuration originale, plus stable, l'atome transfère un électron vers ce "trou" depuis une orbitale plus éloignée du noyau. Dans le cas de l'exemple donné dans la Figure B.1 ci-dessus, un électron est expulsé de l'orbitale K et est remplacé par un électron venant d'une orbitale L plus éloignée. Puisque les électrons situés sur une orbitale plus éloignée du noyau ont une énergie plus élevée que ceux situés sur une orbitales plus proche, le transfert d'électron d'une orbitale à une autre induit une émission d'énergie sous forme de photons (fluorescence). L'énergie ainsi émise dépend de la différence d'énergie entre l'orbitale avec le trou initial et l'énergie de l'électron qui le remplit (Brouwer, 2003 ; Kalnicky et Singhvi, 2001 ; Potts et Webb, 1992). Chaque atome possède des niveaux spécifiques d'énergie, le photon émis est donc caractéristique à chaque atome. En réalité, la fluorescence émise est constituée non pas d'une seule énergie mais bien d'une série d'énergies discrètes, puisque plusieurs électrons sont éjectés et donc plusieurs photons sont émis. C'est alors l'ensemble des photons émis qui est spécifique à chaque atome (Brouwer, 2003).

Annexe C

Compositions élémentaire des autres types d'éléments grossiers

C.1 Cokes

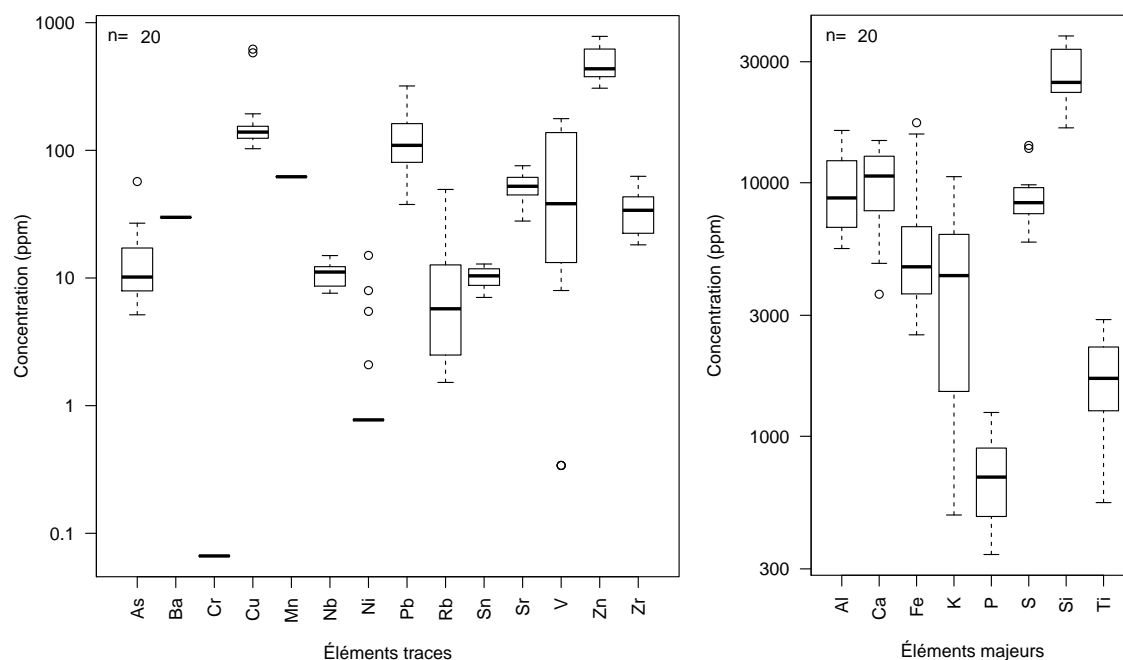


FIGURE C.1 – Composition en éléments traces et majeurs du type de coke à éclat peu vitreux, illustré en 5.2 (b)

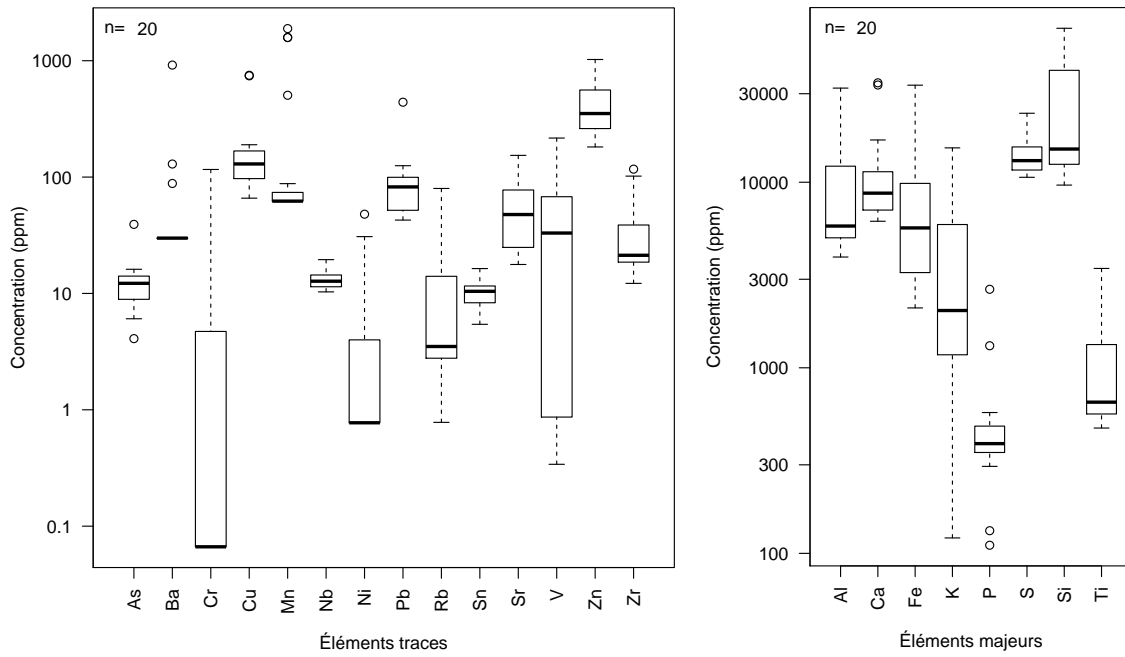


FIGURE C.2 – Composition en éléments traces et majeurs du type de coke à éclat vitreux, illustré en 5.2 (c)

C.2 Matériaux de constructions

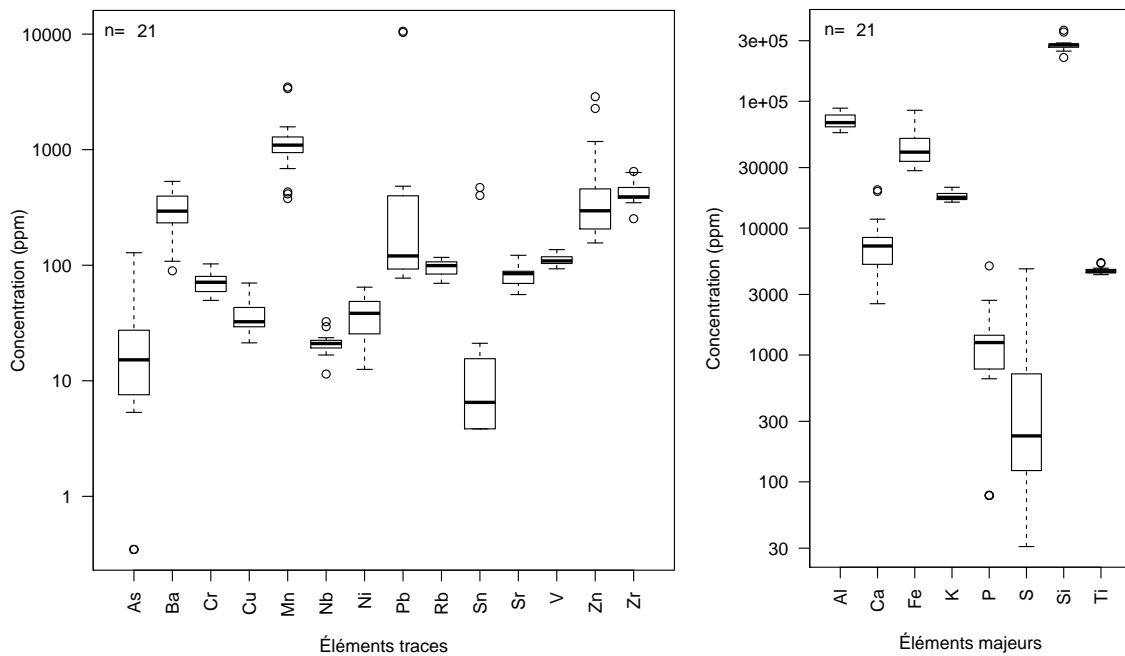


FIGURE C.3 – Composition en éléments traces et majeurs des morceaux de briques, illustrés en 5.4 (b)

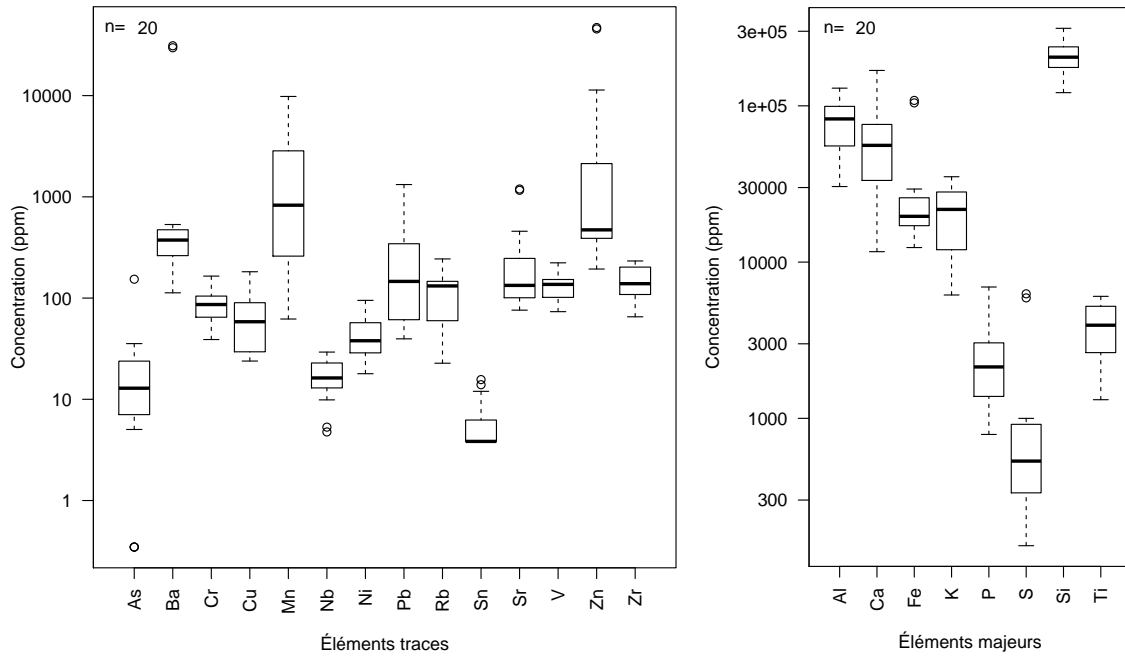


FIGURE C.4 – Composition en éléments traces et majeurs du matériau blanchâtre non-identifié, illustré en 5.4 (c)

C.3 Mâchefers

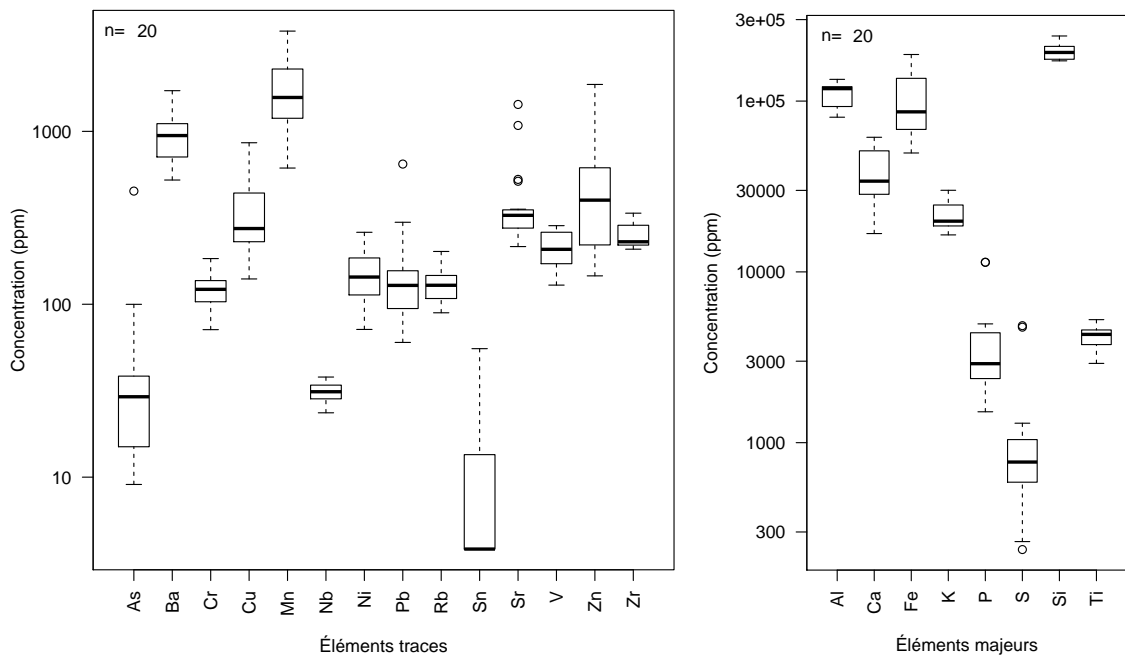


FIGURE C.5 – Composition en éléments traces et majeurs des mâchefers de tons noirs/bruns, illustrés en 5.8 (b)

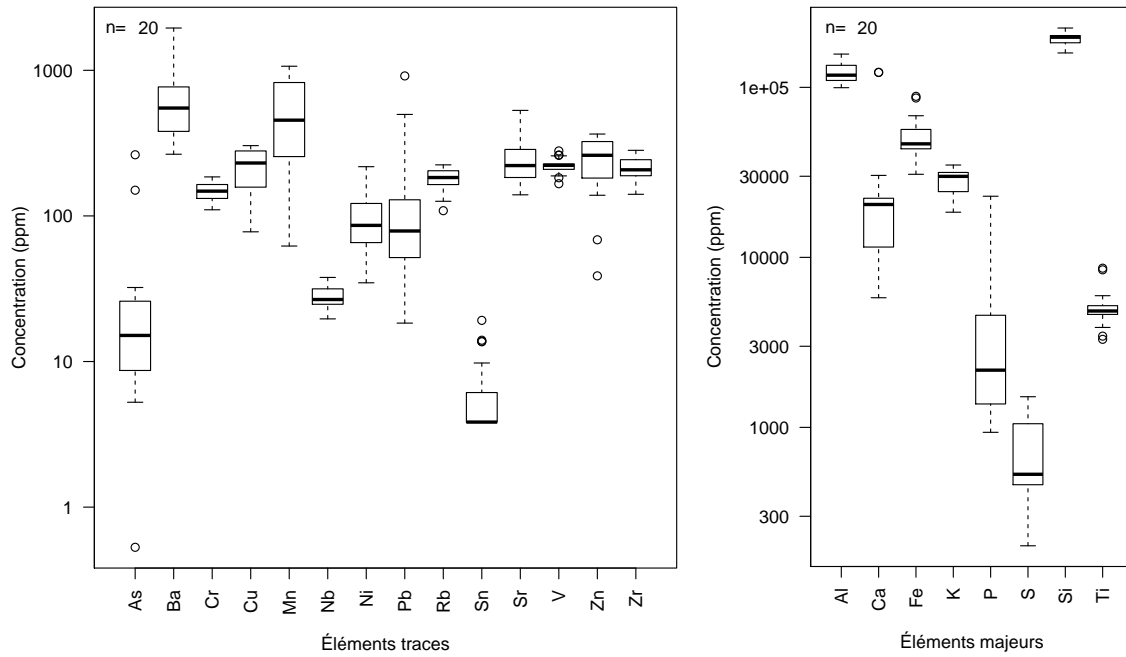


FIGURE C.6 – Composition en éléments traces et majeurs des mâchefers avec des inclusions blanches/rouges, illustrés en 5.8 (c)

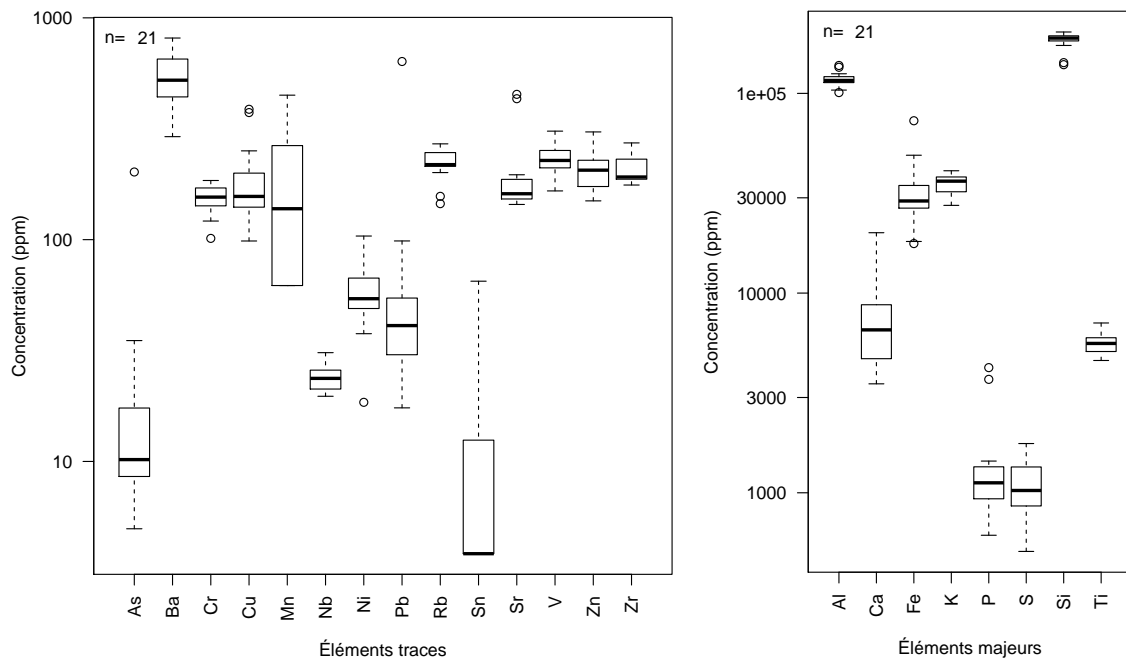


FIGURE C.7 – Composition en éléments traces et majeurs des mâchefers de forme aplatie, illustrés en 5.8 (d)

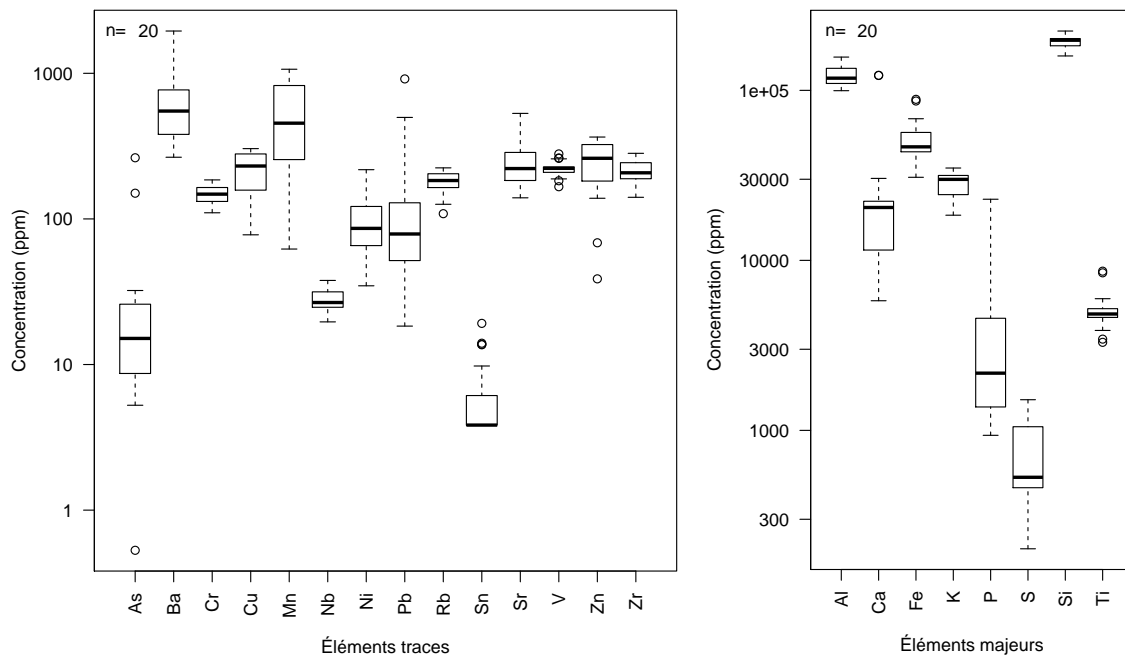


FIGURE C.8 – Composition en éléments traces et majeurs des mâchefers s'apparentant à des sphères métalliques, illustrés en 5.8 (e)

C.4 Charbons

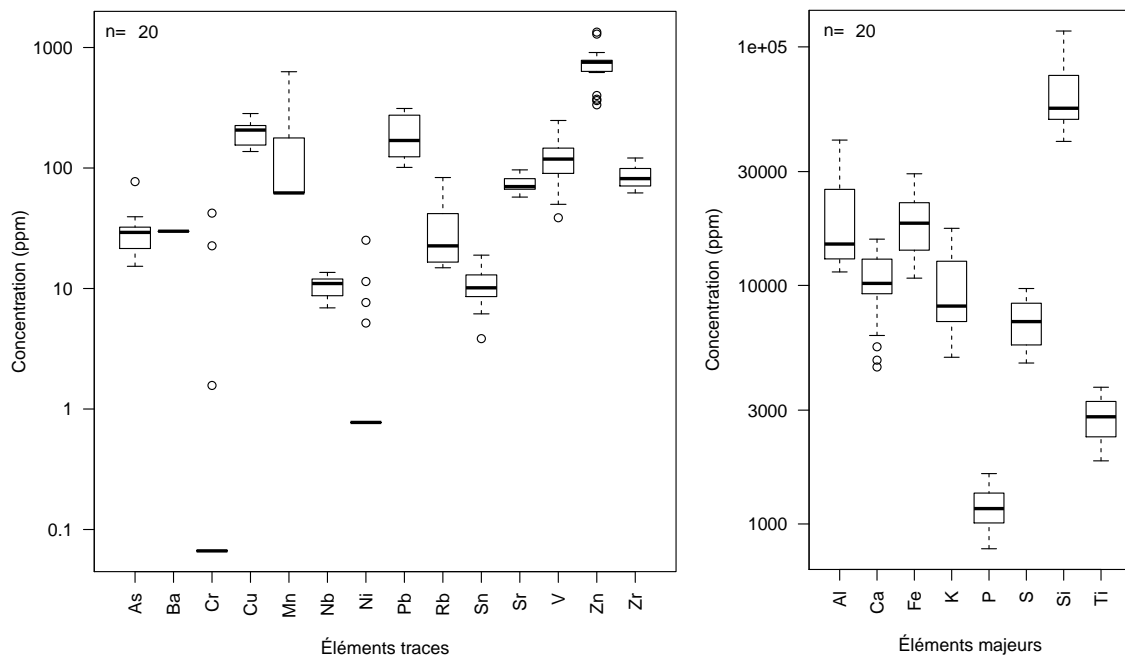


FIGURE C.9 – Composition en éléments traces et majeurs des charbons ne laissant pas de traces sur papier, illustrés en 5.10 (b)

C.5 Galets de fond de Meuse

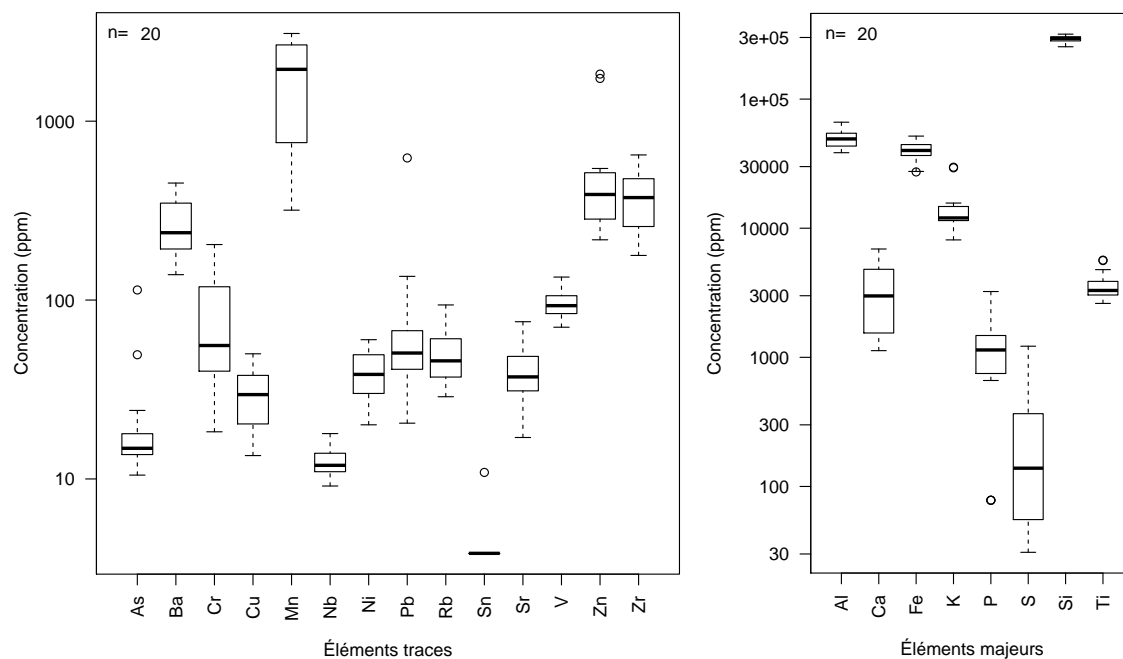


FIGURE C.10 – Composition en éléments traces et majeurs des psammites, illustrés en 5.12 (b)

C.6 Schistes et phyllades

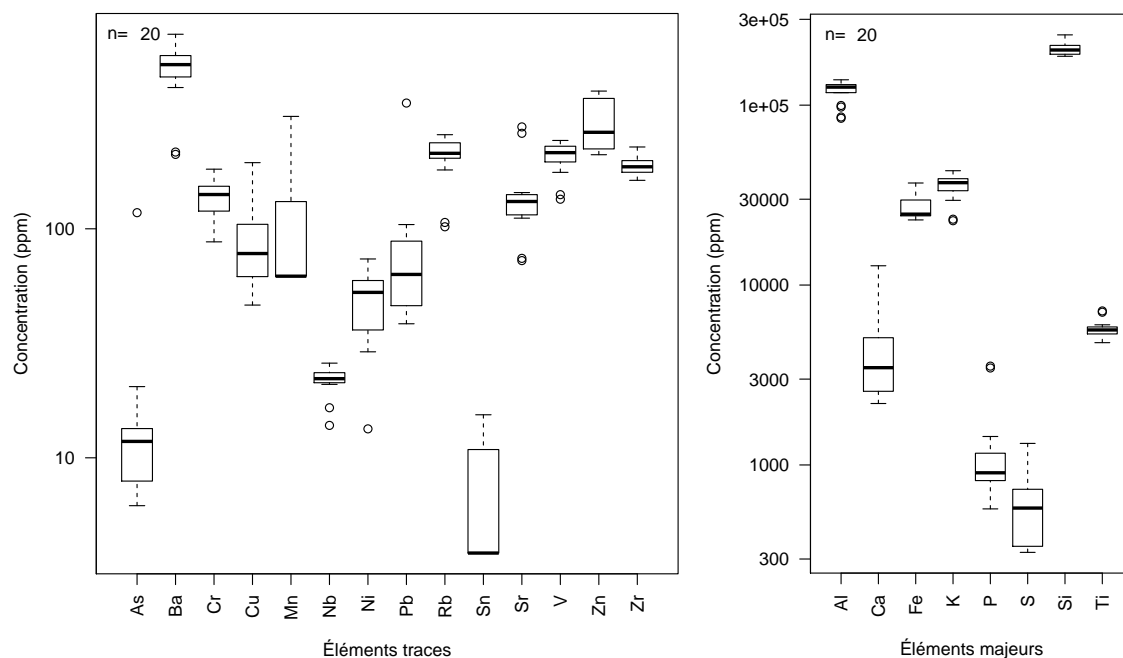


FIGURE C.11 – Composition en éléments traces et majeurs des phyllades partiellement brûlées, illustrées en 5.14 (b)

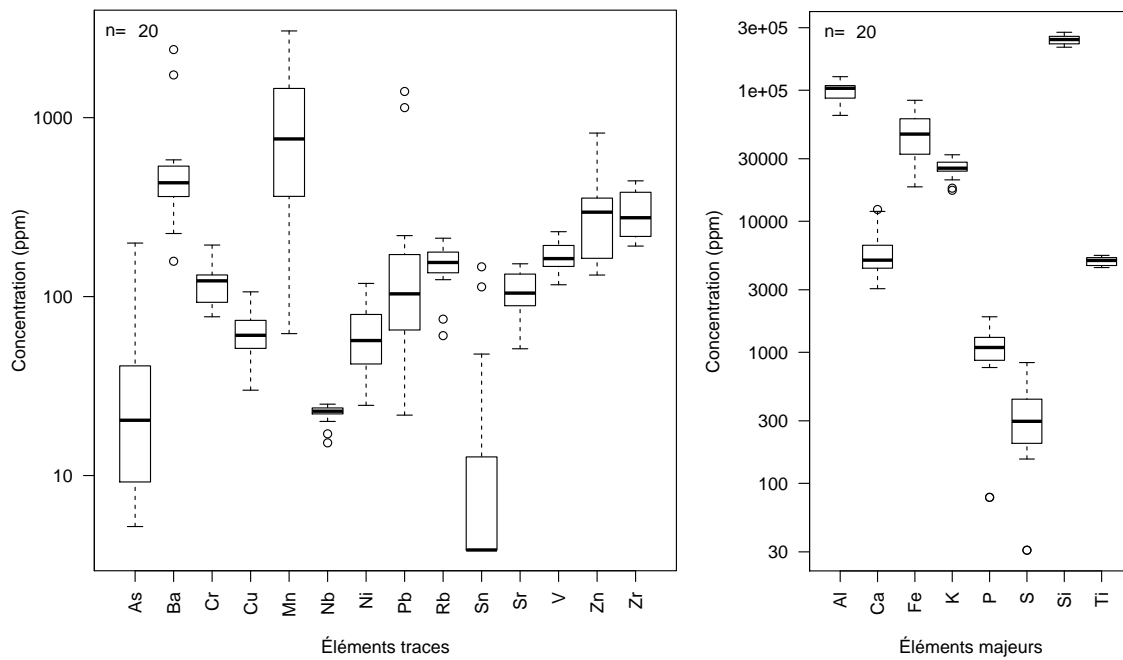


FIGURE C.12 – Composition en éléments traces et majeurs des schistes oranges/rouges, illustrées en 5.14 (c)

C.7 Autres

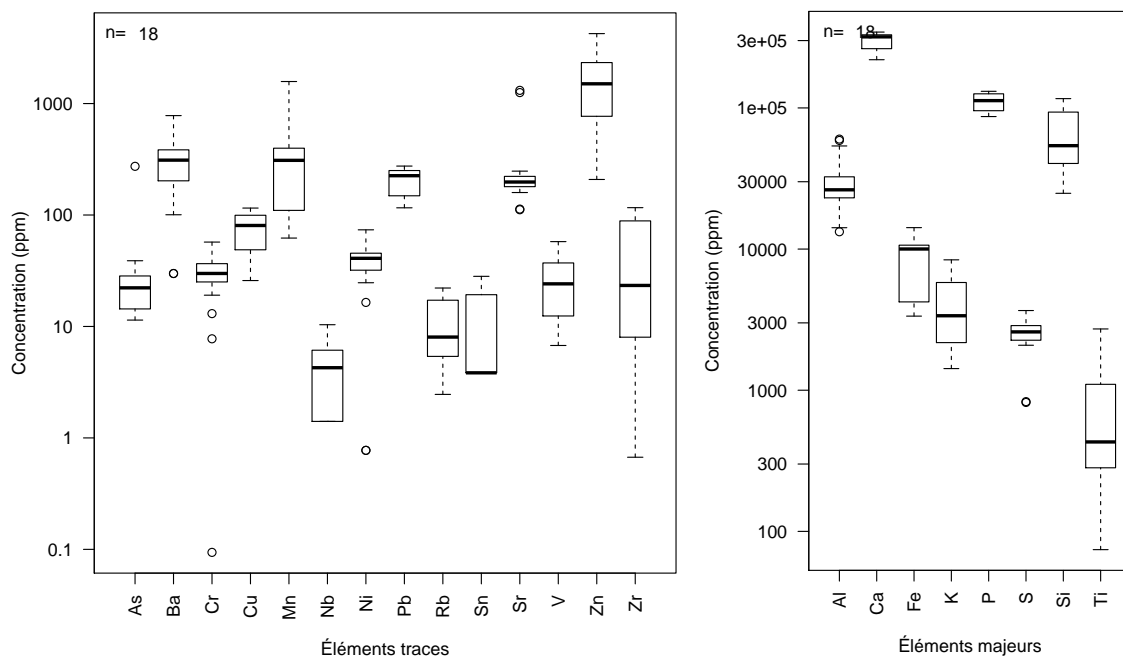


FIGURE C.13 – Composition en éléments traces et majeurs des morceaux d'os, illustrés en 5.18 (a)

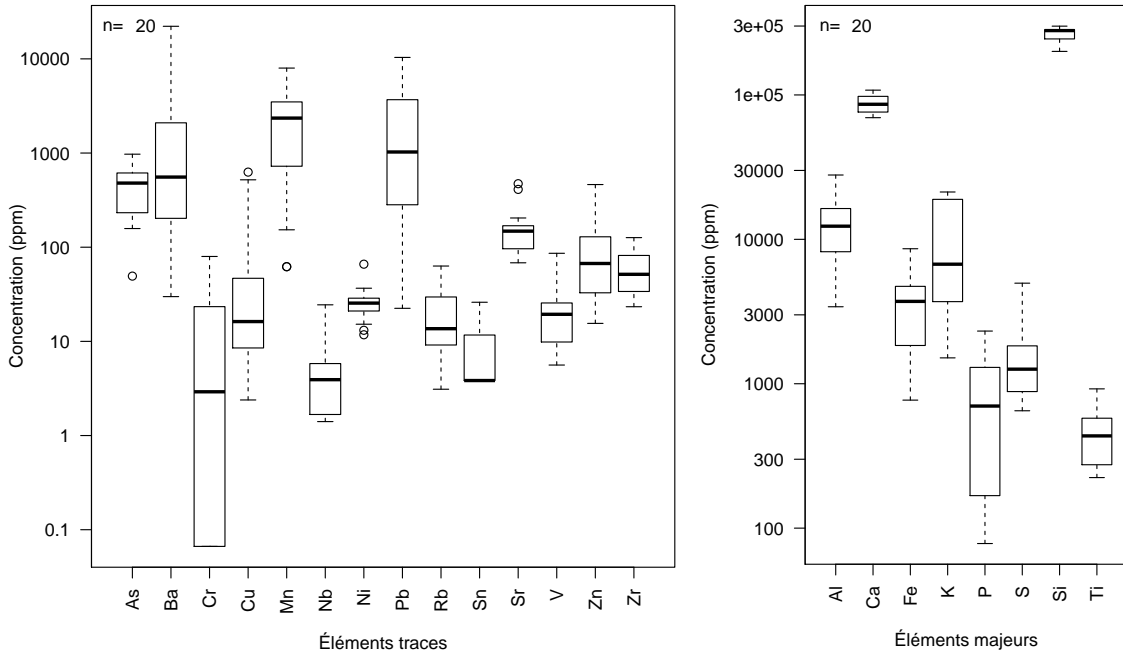


FIGURE C.14 – Composition en éléments traces et majeurs des de verre, illustrés en 5.18 (b)

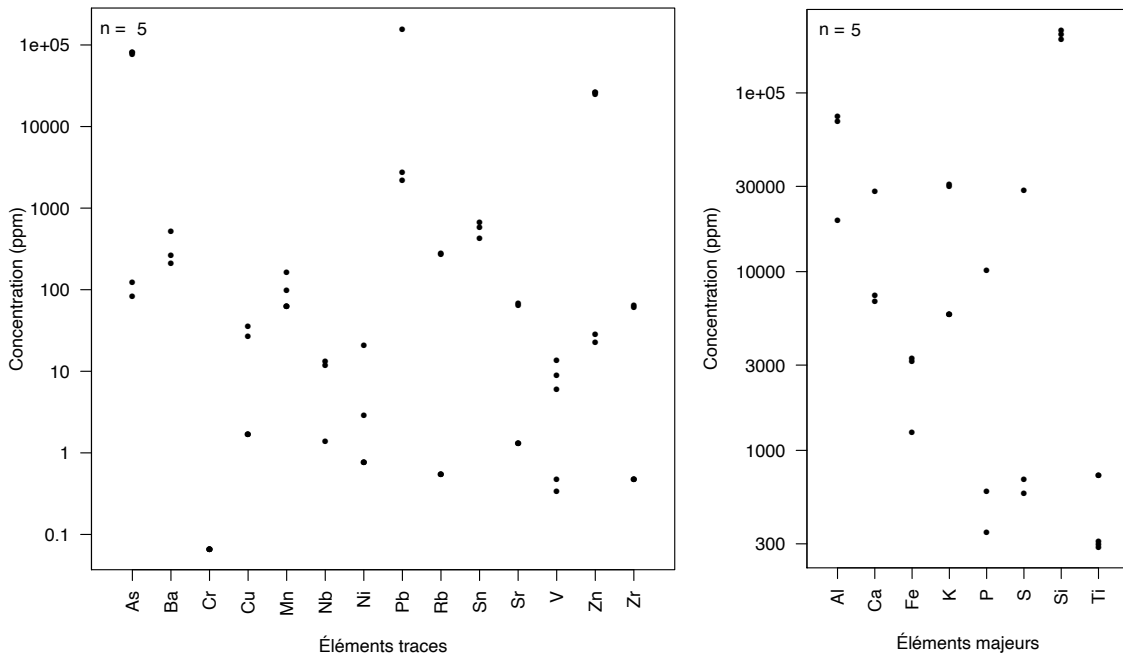


FIGURE C.15 – Composition en éléments traces et majeurs des morceaux de plastiques, illustrés en ?? (c)

Annexe D

Résultat du tri magnétique de la fraction sableuse du jardin (J1)

Cette technique a été réalisée à l'aide de 2 aimants de puissances différentes, ce qui a permis de distinguer 3 catégories de grains, qui sont décrites ci-dessous.

D.1 Grains les plus magnétiques

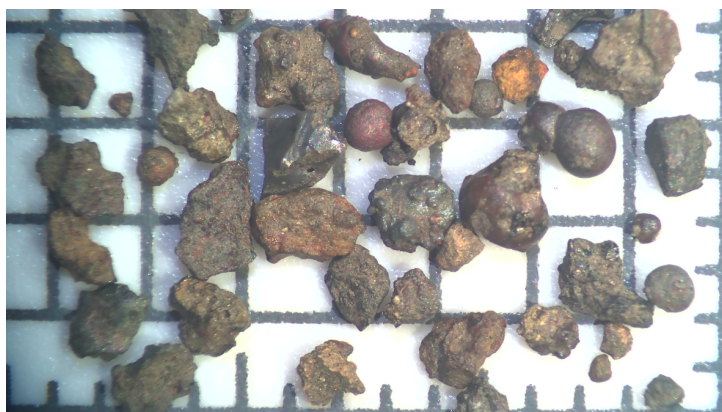


FIGURE D.1 – Grains les plus magnétiques. Les graduations latérales sont distantes de 1 mm.

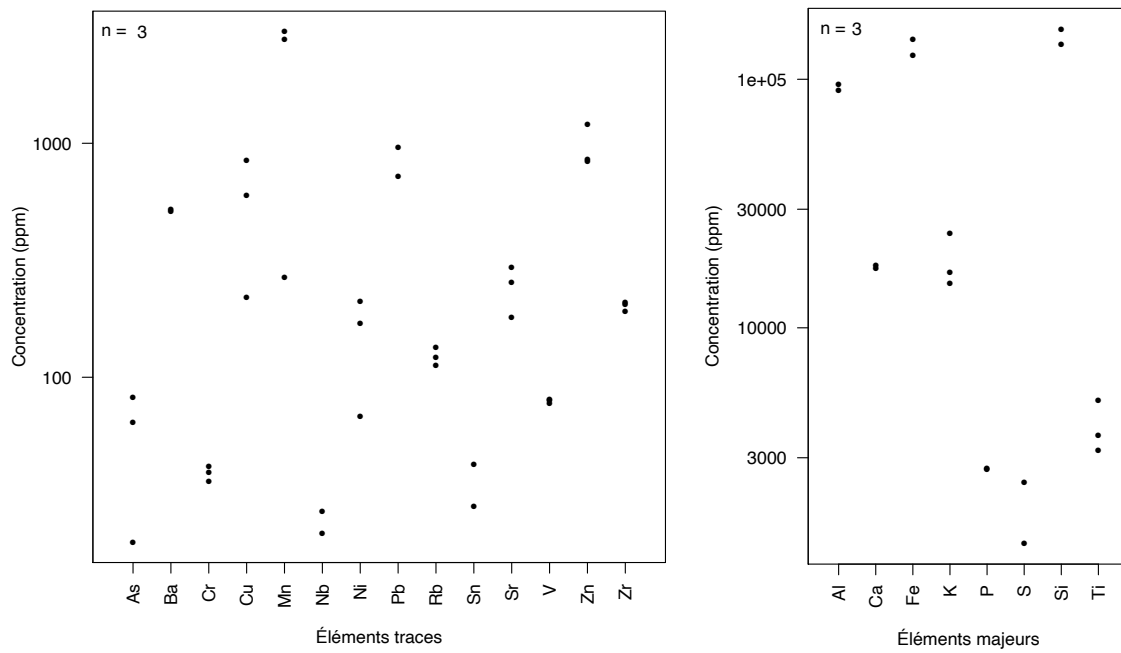


FIGURE D.2 – Composition en éléments traces et majeurs des grains les plus magnétiques (illustrés par la Figure D.1).

D.2 Grains faiblement magnétiques

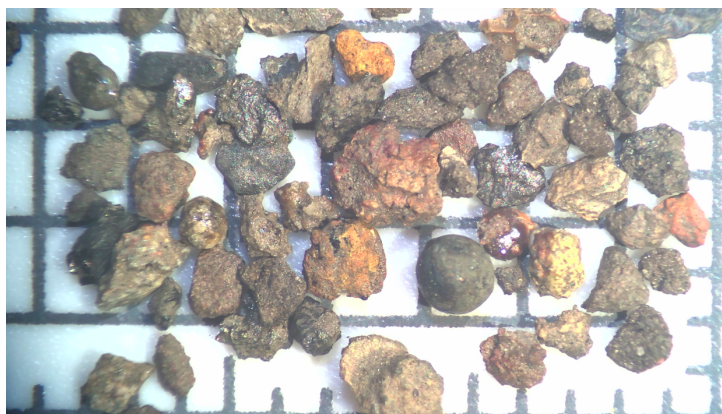


FIGURE D.3 – Grains faiblement magnétiques. Les graduations latérales sont distantes de 1 mm.

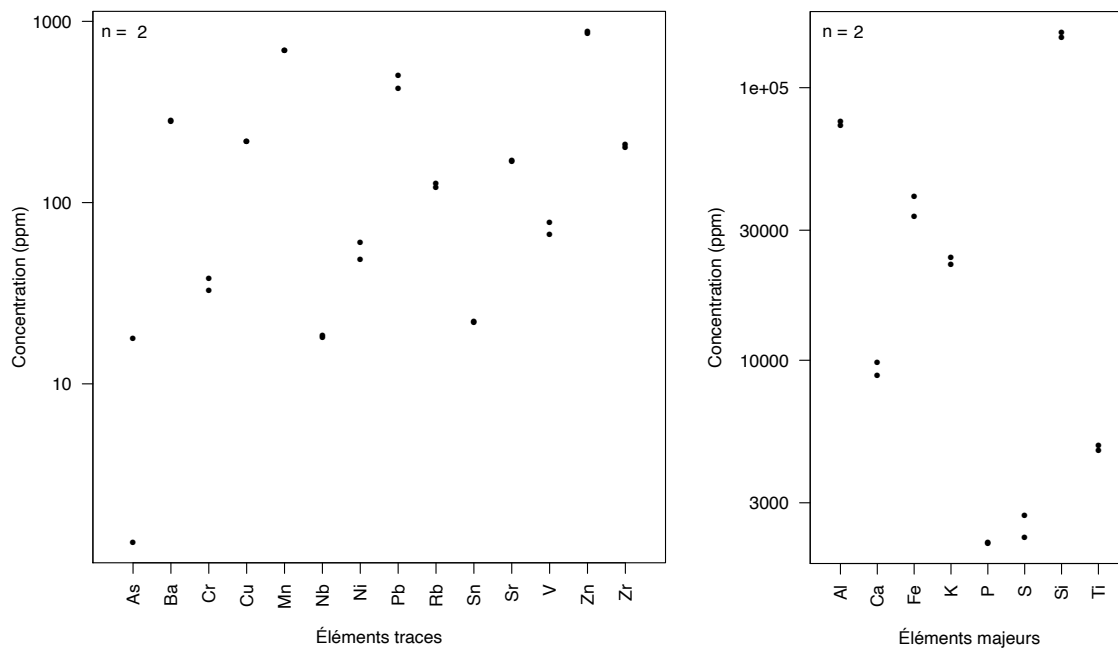


FIGURE D.4 – Composition en éléments traces et majeurs des grains faiblement magnétiques (illustrés par la Figure D.3).

D.3 Grains non-magnétiques

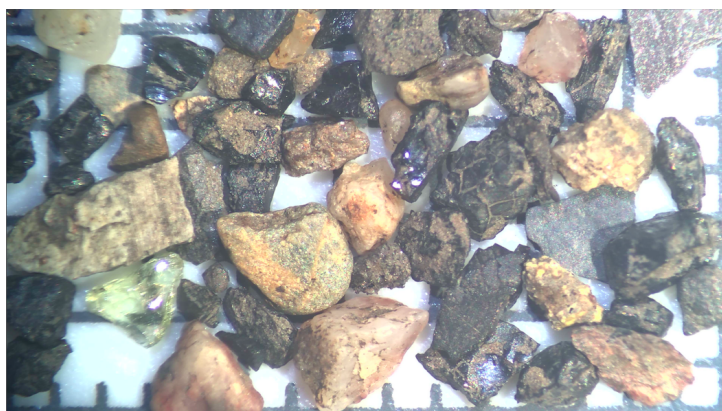


FIGURE D.5 – Grains non-magnétiques. Les graduations latérales sont distantes de 1 mm.

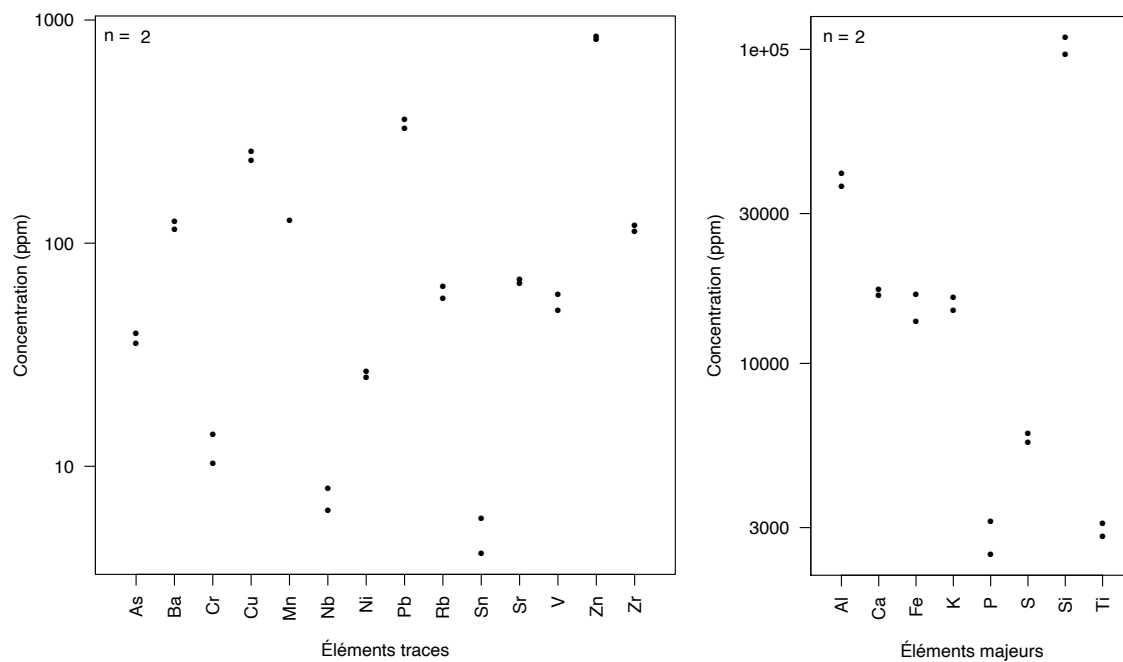


FIGURE D.6 – Composition en éléments traces et majeurs des grains non-magnétiques (illustrés par la Figure D.5).