

STCM Bazoches les Gallérandes

Eurofins GALYS

CARTOGRAPHIE des Teneurs en Plomb du sol
autour du site B1

2020

Eurofins GALYS Toulouse
1 impasse de Lisieux
31100 TOULOUSE
www.galys-laboratoire.fr

I – Introduction	1
1 SITUATION GEOGRAPHIQUE DE L'USINE	3
II - Méthodologie et matériel	4
1 POSITIONNEMENT DES SONDAGES	4
2 METHODE DE PRELEVEMENT	5
3 REPERAGE DES POINTS DE PRELEVEMENT	6
4 ANALYSES DE LABORATOIRE	9
III - Résultats	10
1 TENEURS EN PLOMB DU SOL PAR AXE AUTOUR DE L'USINE B1.	10
2 COURBES D'EVOLUTION DES TENEURS EN Pb.....	13
IV - Discussions	23
1 TRAÇAGE DES COURBES ISO-TENEURS EN PLOMB 2020	23
2 OBSERVATION DE LA CARTE DES COURBES ISO-TENEURS EN PLOMB 2020	24
3 EVOLUTION DES TENEURS EN PLOMB DU SOL PAR RAPPORT AUX CAMPAGNES PRECEDENTES.....	26
4 Comparaison des courbes iso-teneurs en plomb 2015 et 2020	31
V - CONCLUSIONS	34
VI – ANNEXE : ECHELLE DE LA CARTE UTILISEE EN 2020	35
VII – Cartographie 2015 : calcul des distances avec la nouvelle échelle 2020.....	36
VIII- SUIVI PHOTOGRAPHIQUE	(voir document avec annexes)
IX - PLANS DE LOCALISATION DES PRELEVEMENTS	(voir document avec annexes)

I - INTRODUCTION

L'usine STCM située à Bazoches-les-Gallerandes traite des batteries au plomb en grande majorité, ainsi que divers objets à base de plomb.

L'objectif est de réaliser une étude de la teneur en plomb des sols hors de l'enceinte de l'usine B1. Ce travail permettra de mesurer les teneurs en plombs des sols agricoles autour de l'usine, ainsi que dans des jardins ou pelouses alentours et de définir des courbes d'iso-concentration du sol en plomb. Il permettra aussi d'observer l'évolution par rapport aux études précédentes, 2005, 2009 et 2015. Une étude a été réalisée également en 1999, mais le rapport dans sa version numérique n'est plus disponible.

La zone étudiée est délimitée par un périmètre elliptique centré sur l'usine (grand axe 600 m, petit axe 300 m), qui a été fixé lors des études précédentes.

1 Situation Géographique de l'usine

La région appartient à la grande plaine agricole de la Beauce dans le département du Loiret (45) à environ 80 km de Paris.

Le site se trouve à la limite Sud-Est du village de Bazoches-les-Gallérandes, en bordure de la départementale 927, immédiatement à la sortie du village.



II - Méthodologie et matériel

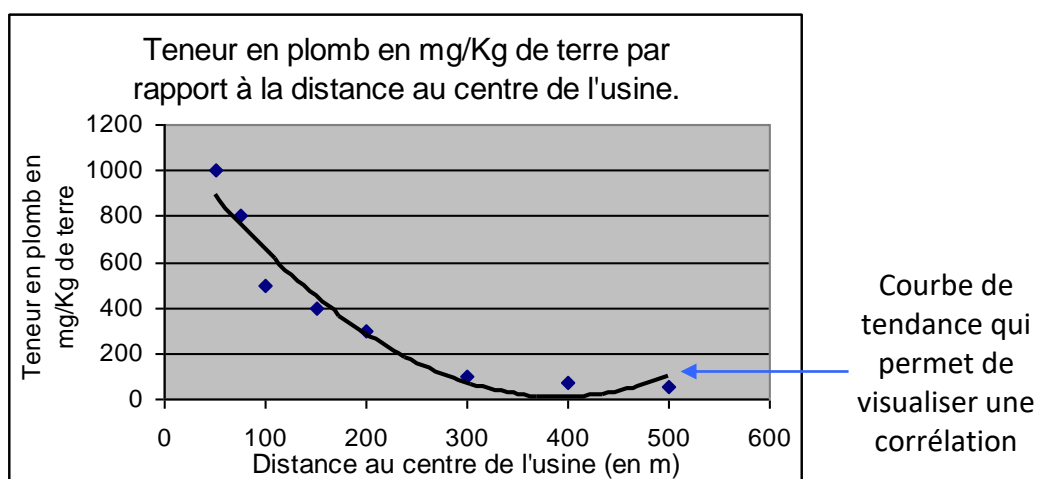
Pour les prélèvements, nous avons déterminé 8 demi-axes correspondant à la rose des vents : Nord, Nord Est, Est, Sud Est, Sud, Sud Ouest, Ouest, Nord Ouest.

1 Positionnement des sondages

Sur chaque demi-axe, nous avons positionné de cinq à six prélèvements de sol, du centre de l'usine jusqu'à environ 600 mètres. L'objectif étant de tracer une courbe, avec en abscisse la distance entre le centre de l'usine et le point de prélèvement et en ordonnées la teneur en plomb de l'échantillon prélevé.

Les études de cartographie sur d'autres usines, nous ont permis de constater que la décroissance des valeurs (au fur et à mesure que l'on s'éloigne de l'usine) suivait une courbe de type exponentiel inverse ;

Courbe présumée des teneurs en plomb.

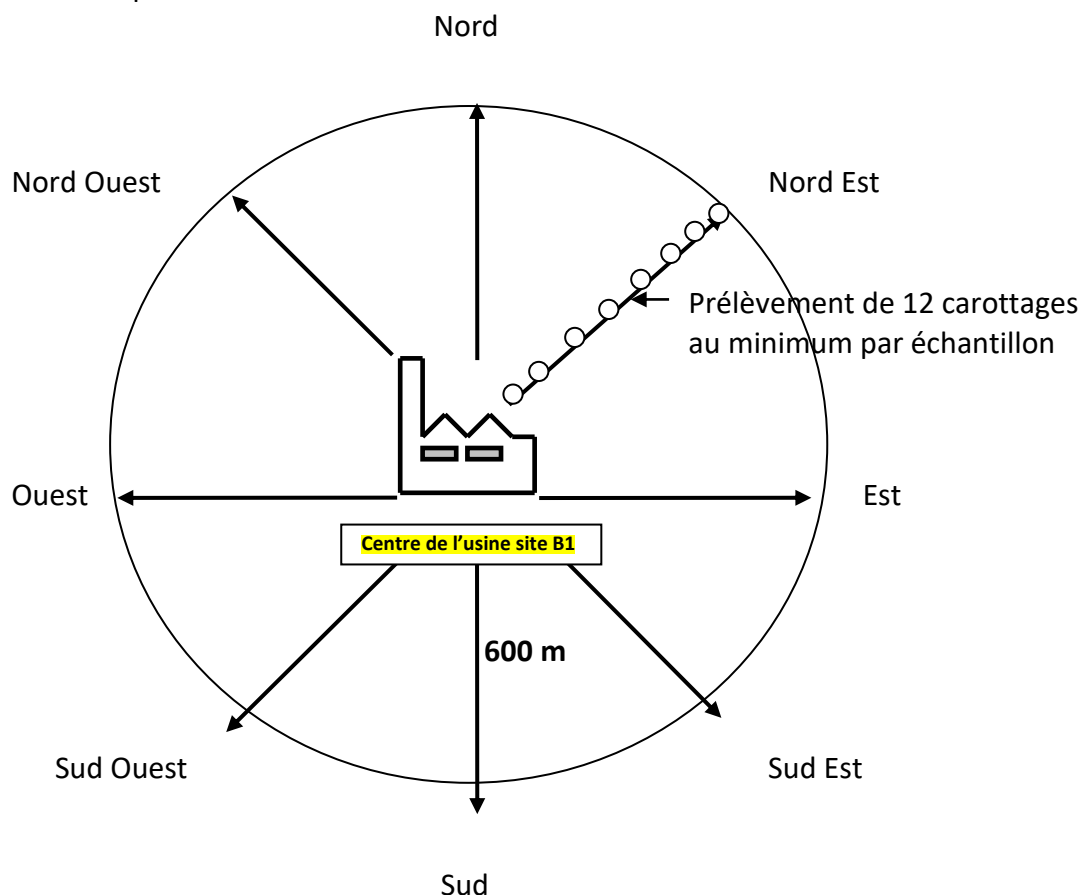


Les distances entre les points sur les premiers 400 mètres varient entre 35 et 50 mètres et sont espacées de 75 ou 100 mètres par la suite. Les distances entre chaque prélèvement sont relevées avec une chaîne d'arpenteur ou décamètre, sauf si obstacle (mur d'enceinte, clôture); dans ce cas là, les mesures des distances se font par cartographie.

Une fois les analyses effectuées, le positionnement des valeurs sur la carte, en fonction des distances mesurées par rapport au centre de l'usine (cheminées), permet de tracer les courbes d'iso-teneurs en plomb.

A chaque dernier point de prélèvement à l'extrémité d'un axe nous avons pris son positionnement par GPS, ce qui permet de contrôler leur position sur carte avant de tracer les courbes iso-teneur en Plomb.

Schéma de la disposition des axes :



2 Méthode de prélèvement

Chaque prélèvement est composé d'au minimum d'une douzaine de carottages réalisés dans un cercle de 7,5 mètres de rayon centré sur le point de prélèvement localisé. Cette précaution permet d'obtenir un échantillon statistiquement représentatif de la zone prélevée (150 à 200 m²). Selon l'expérience de Patrice Plet en 1985, le nombre de carottages qui permet une bonne précision pour les dosages de laboratoire est situé entre 12 et 16. Afin d'éviter les pollutions sur les sondages suivants, la sonde est nettoyée après chaque prélèvement. Cette méthode de prélèvement correspond à la méthode préconisée dans l'arrêté du 08/01/1998 fixant les prescriptions applicables aux épandages de boues sur sols agricoles (norme NF X 31 100). Cette norme décrit la manière d'échantillonner afin d'être conforme à la normalisation française).

Les prélèvements se font à la sonde et non avec une tarière.

On ne prélève pas de la même façon en fonction du type de sol où l'on se trouve :

- Sur des terres labourées ou retournées, on prélève sur un horizon de 20 à 25 cm de profondeur, ce qui correspond à la profondeur de labour. En effet, une terre labourée aura une teneur en plomb répartie sur l'horizon de labour.

- Pour une terre non labourée (pelouse, zone à enherbement naturel) le plomb recueilli en surface ne migre pas en profondeur. Sur ces zones le prélèvement se réalise donc dans un horizon de 10 centimètres pour éviter une dilution des teneurs.

3 Repérage des points de prélèvement

Pour chaque axe, en se positionnant à partir du centre de l'usine, toutes les visées sont effectuées grâce à une boussole à mire optique (ou avec « l'application smartphone » adaptée).

Chaque point de prélèvement est repéré sur une carte, grâce à cela, un plan de chaque axe est effectué sur place, on y indique le type de sol (labouré ou pas) et la végétation présente. Afin d'obtenir le repérage le plus précis possible, des photos sont prises et sont référencées sur le plan.

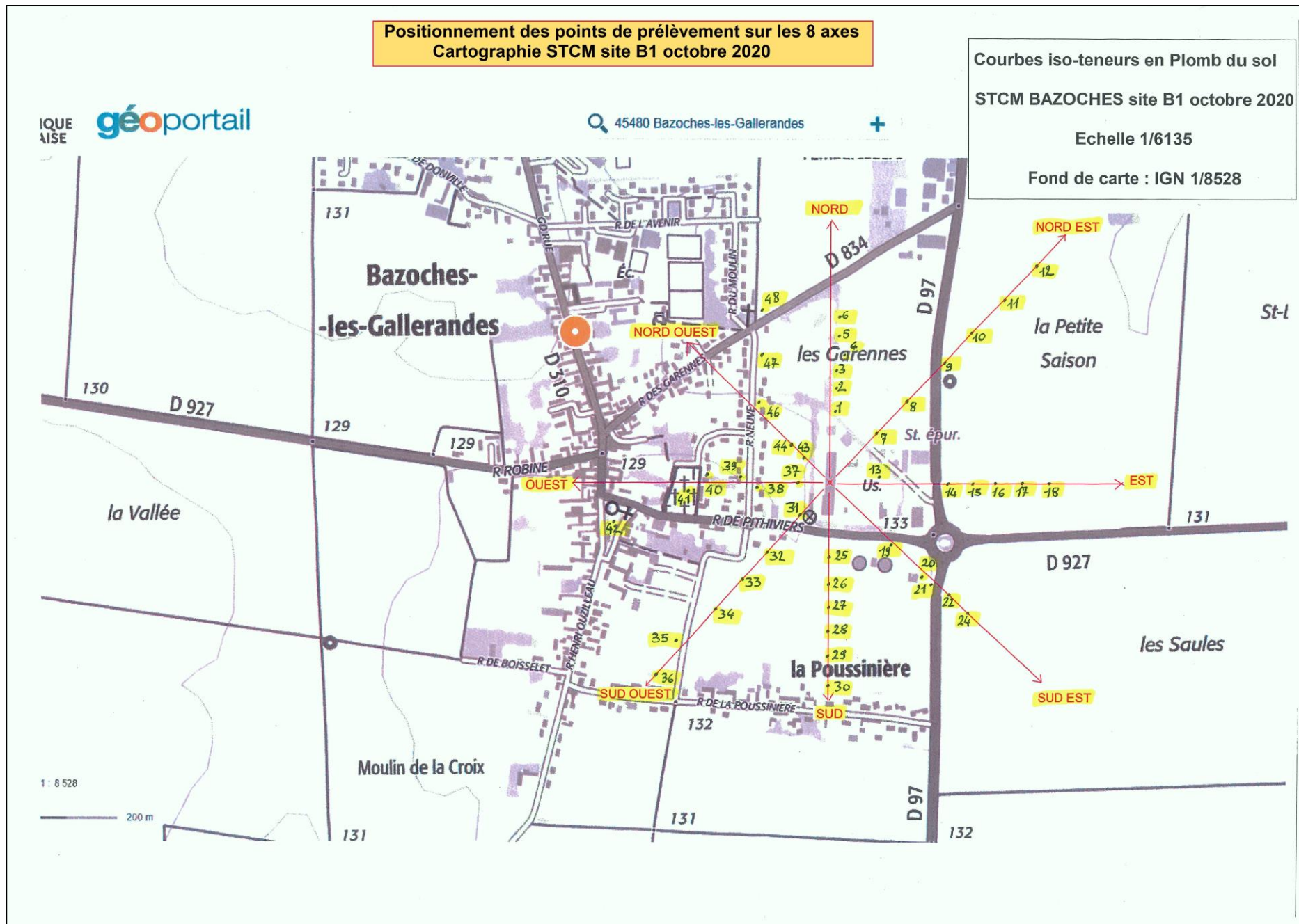
Les axes Nord, Nord-Est, Est, Sud-Est, Sud et Sud-Ouest sont situés en zone agricole. Par contre les axes de la partie ouest sont situés en zone urbaine. Pour les axes Nord-ouest et Ouest, nous avons donc dû apporter parfois des modifications de notre trajectoire.

Le nombre de prélèvements par axe est variable, il est fonction de la distance entre le centre de l'usine et l'endroit où la teneur dans le sol devient proche de 50 mg Pb/Kg, selon l'étude préliminaire de 1991 (INRA – STCM). La teneur en plomb du FGN (*Fond Géochimique Naturel local*) est proche de 50 mg Pb/Kg.

Les prélèvements ont été effectués aux mêmes endroits que lors de l'étude 2015 et nous avons gardé la même numérotation pour faciliter les comparaisons.

Ainsi le nombre de prélèvements varient entre 5 et 6 selon l'axe considéré.

Page suivante carte des prélèvements 2020 sur les 8 axes du site STCM B1:



4 Analyses de laboratoire

Sur chaque échantillon ont été effectués :

- Séchage et tamisage à 2 mm
- Dosage du plomb selon la norme NF EN ISO 11885.

III - RESULTATS

1 Teneurs en plomb du sol par axe autour de l'usine B1.

L'ensemble des résultats d'analyse sont présentés sur le tableau 1.

Tableau 1: Teneurs en Pb par axe autour de l'usine STCM B1		Teneur Pb en mg/kg	> 550 mg/kg : Norme Ineris* niveau 3	Entre 550 - 200 mg/kg : Norme Ineris* niveau 2	Entre 200 - 100 mg/kg : Norme Ineris* niveau 1	< 100 mg/kg, FGN* : Norme Ineris* niveau 0
AXE	N° pré		Pb mg/kg	Pb mg/kg	Pb mg/kg	Pb mg/kg
NORD	1	355,05				
	2	218,28				
	3	173,16				
	4	131,88				
	5	81,83				
	6	71,26				
NORD EST	7	181,96				
	8	348,03				
	9	219,21				
	10	135,16				
	11	93,53				
	12	77,90				
EST	13	1 125,50				
	14	211,65				
	15	141,99				
	16	113,58				
	17	73,25				
	18	69,42				
SUD EST	19	369,39				
	20	47,67				
	21	151,97				
	22	206,49				
	23					
	24	66,79				
SUD	25	556,67				
	26	233,02				
	27	192,00				
	28	124,82				
	29	91,41				
	30	124,48				

Tableau 1: Teneurs en Pb par axe autour de l'usine STCM B1		Teneur Pb en mg/kg	> 550 mg/kg : Norme Ineris* niveau 3	Entre 550 - 200 mg/kg : Norme Ineris* niveau 2	Entre 200 - 100 mg/kg : Norme Ineris* niveau 1	< 100 mg/kg, FGN* : Norme Ineris* niveau 0
AXE	N° prél		Pb mg/kg	Pb mg/kg	Pb mg/kg	Pb mg/kg
SUD OUEST	31	744,21				
	32	291,67				
	33	172,94				
	34	81,14				
	35	85,90				
	36	57,64				
OUEST	37	867,16				
	38	105,57				
	39	327,42				
	40	123,94				
	41	242,48				
	42	318,29				
NORD OUEST	43	758,31				
	44	265,58				
	45					
	46	219,67				
	47	64,04				
	48	66,73				

Légende couleur points de prélèvements :

Sol régulièrement brassé par labour	
Remaniement suite travaux	
Terre rapportée récemment	
Pelouse - terre non brassée	
Echantillon qui n'a pu être prélevé en octobre 2020	

Légende couleur normes teneurs en plomb :

*INERIS : Institut national de l'environnement industriel et des risques

*FGN : Fond Géochimique Naturel local

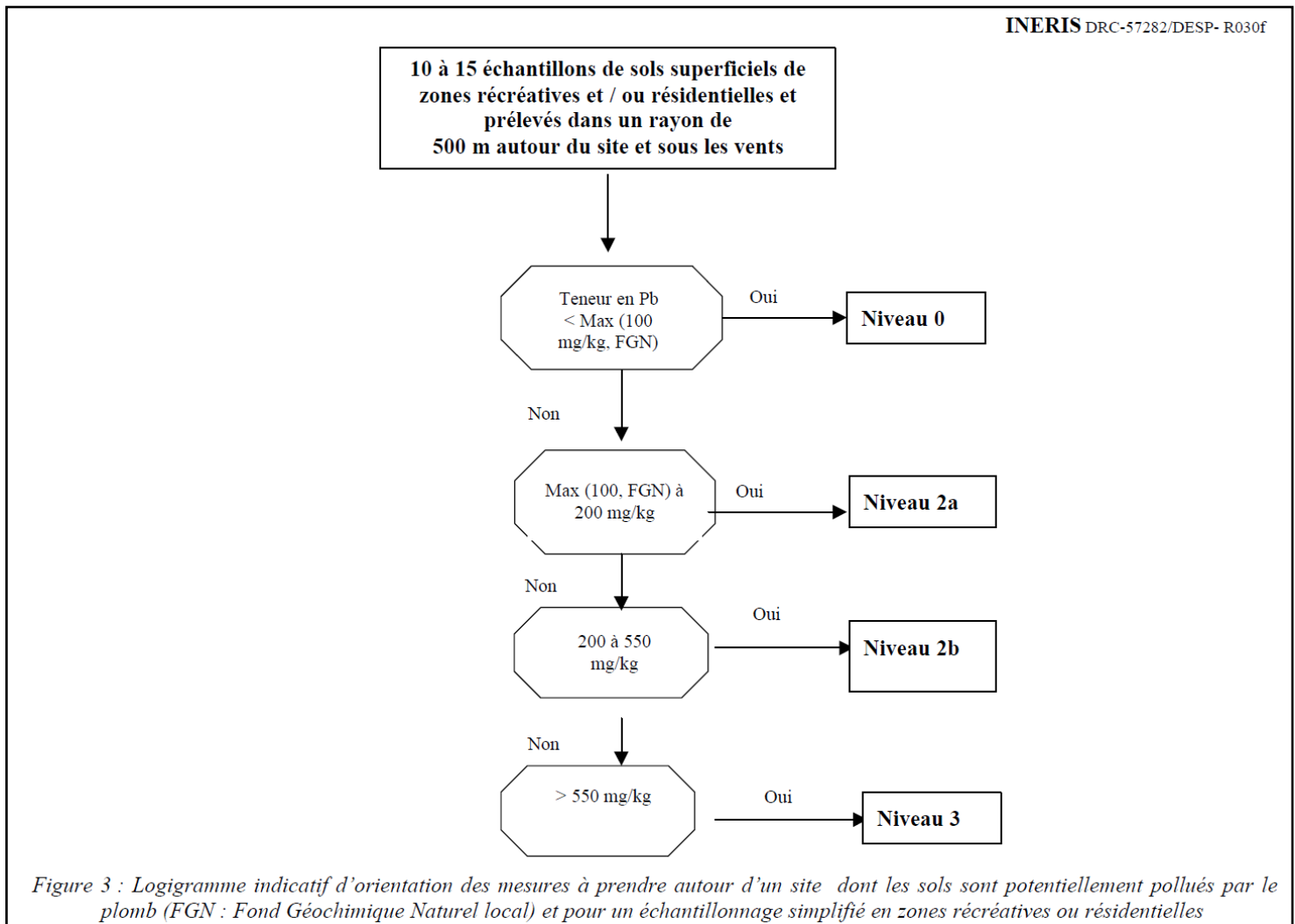
Les différents seuils du tableau correspondent à ceux utilisés par INERIS dans son rapport « *Guide pour l'orientation des actions à mettre en œuvre autour d'un site dont les sols sont potentiellement pollués par le plomb* »

- 4 seuils sont ainsi définis : sols dont la teneur en plomb est :

- Supérieure à 550 mg/kg : niveau 3
- Comprise entre 550 et 200 mg/kg : niveau 2 (voir détail INERIS)
- Comprise entre 200 et 100 mg/kg : niveau 1 (voir détail INERIS)

100 mg Pb/kg correspond également aux normes applicables aux sols pour l'épandage de boues de station d'épuration en fonction de leurs teneurs en métaux lourds (arrêté du 8 janvier 1998, décret n°97-1133).

- Comprise entre 100 mg/kg et la teneur FGN (soit environ 50 mg Pb/kg) : niveau 0



Seuils définis par INERIS dans son rapport :

« Guide pour l'orientation des actions à mettre en œuvre autour d'un site dont les sols sont potentiellement pollués par le plomb » : 4 OCTOBRE 2004 - Ministère de l'Écologie et du Développement Durable - Sébastien DENYS - Unité Déchets et Sites Pollués - Direction des Risques Chroniques

2 Courbes d'évolution des teneurs en Pb

Les prélèvements de sols rapprochés autour de l'enceinte de l'usine ont permis d'ajuster, pour chaque axe de prélèvement, une courbe de type exponentielle inverse qui montre l'évolution des teneurs en plomb à mesure que l'on s'éloigne du centre de l'usine. (cf. figures 1 à 8).

Grâce au tableau des distances (tableau 2) et à l'équation de la courbe, il est possible de calculer les distances en centimètres sur la carte qui correspondent aux courbes des iso-teneurs en plomb de 50, 100, 200 et 550 mg/kg et d'établir ainsi la carte des iso-teneurs en plomb autour de l'usine.

Pour ce site B1, le tracé de la courbe iso-teneur 550 mg Pb/kg est difficile à établir du fait des conditions de surface à proximité de l'usine, (bord des routes goudronnées, parterres, surfaces couvertes etc.) et d'autre part 5 axes sur 8 ont des teneurs en plomb à proximité de l'enceinte de l'usine supérieures à 550 mg Pb/kg.

La carte des courbes iso-teneurs en Plomb autour du site B1 est présentée sur la Figure 9, page 22.

Figure 1

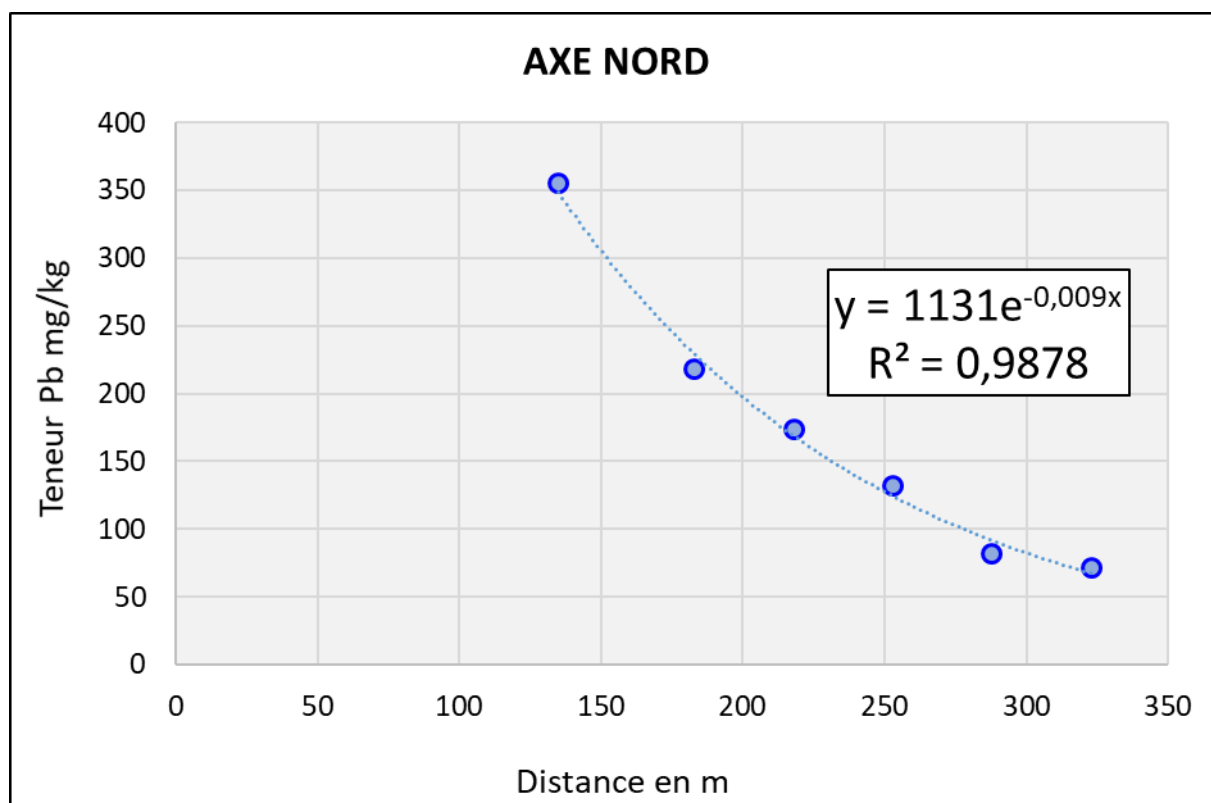


Figure 2

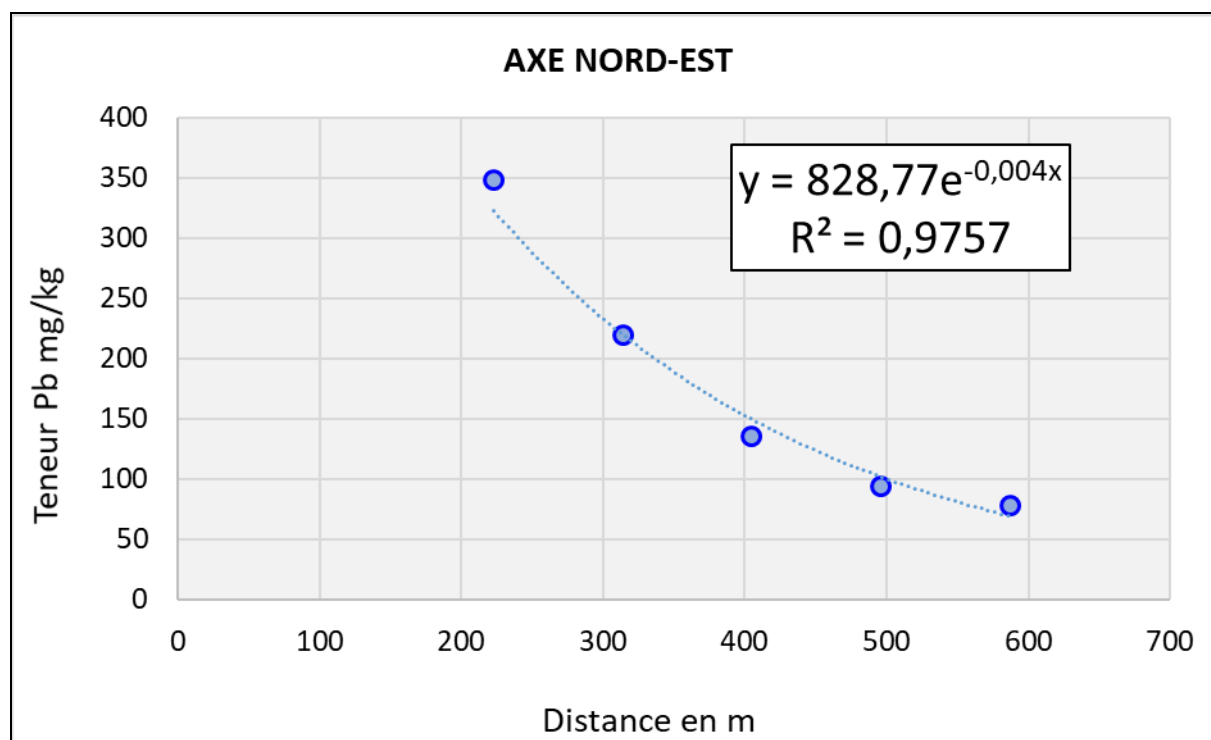


Figure 3

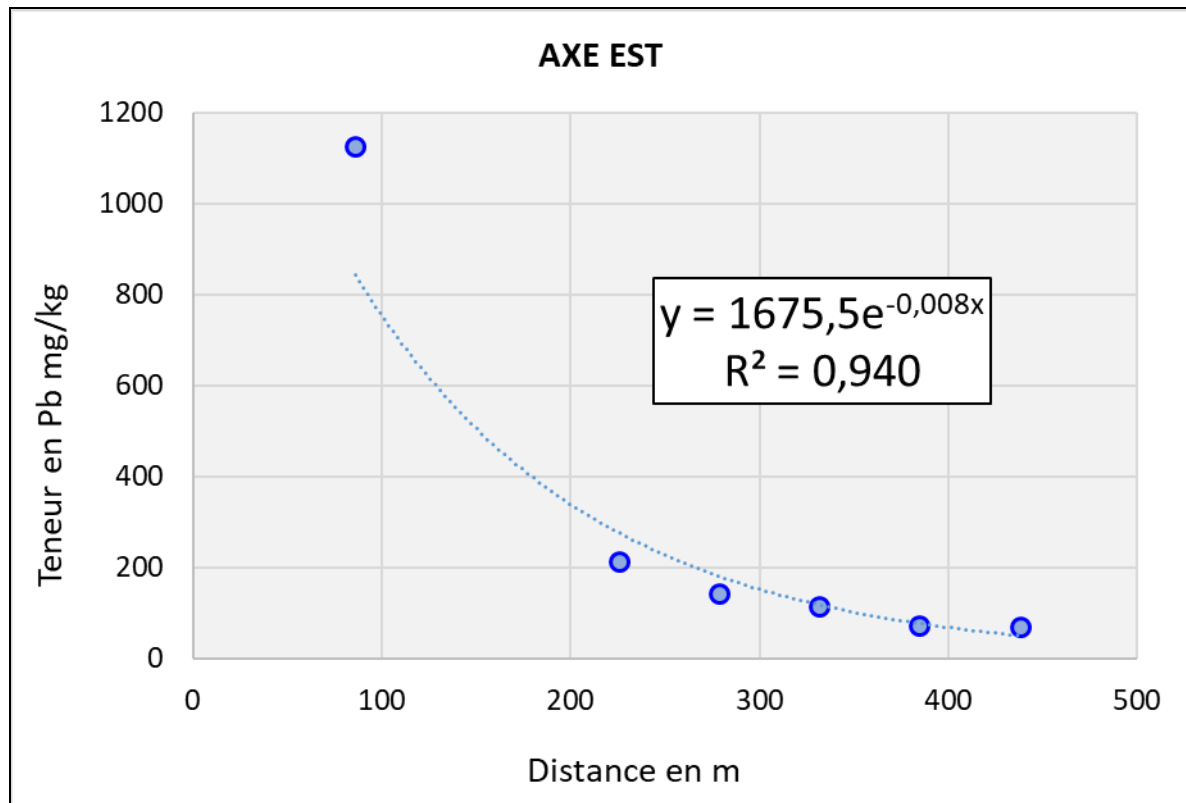
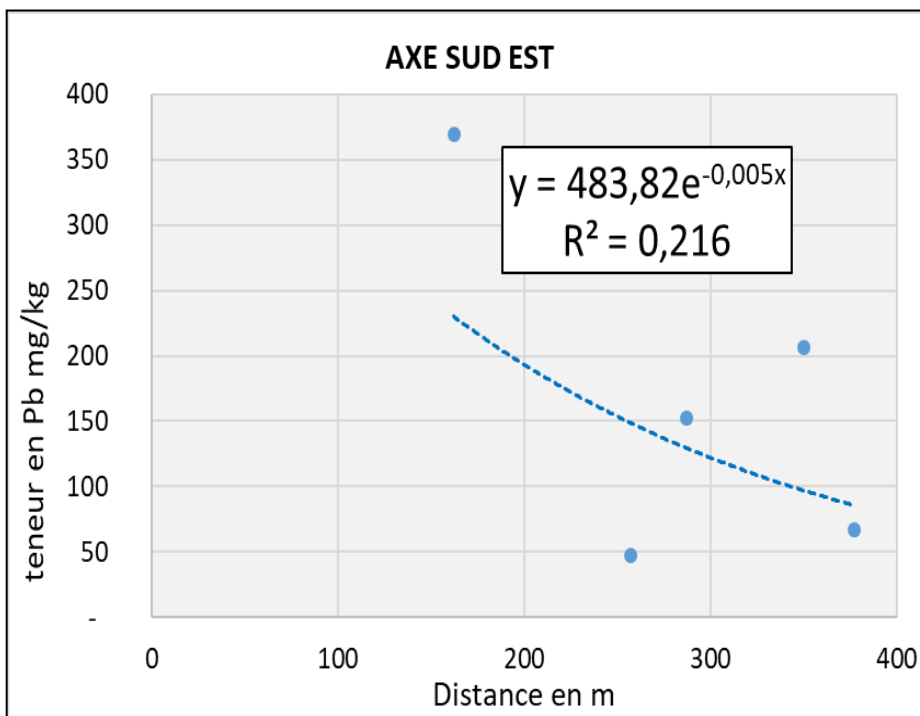


Figure 4

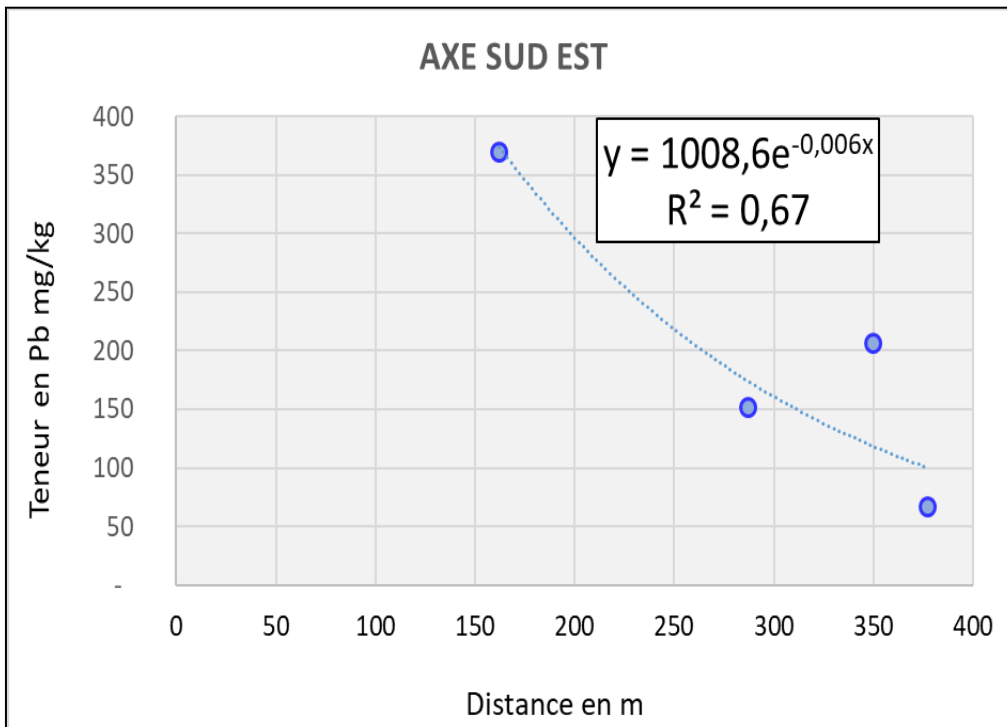


Sud-Est avec absence point 23

Points	distance	Pb mg/kg
19	162	369
20	257	48
21	287	152
22	350	206
24	377	67

Il a été jugé préférable de ne pas prélever le point 23. La zone de prélèvement étant sur le bas-côté de la D 97, avec une présence importante de gravillons et historiquement elle s'était révélée comme étant contaminée par la circulation, notamment lorsque le carburant des véhicules contenait du plomb.

Figure 4 bis



SE avec suppression points 20

Points	distance	Pb mg/kg
19	162	369
21	287	152
22	350	206
24	377	67

Le point 20 correspond à une zone de sol au pied du silo. Celle-ci a été récemment remaniée lors du chantier concernant ce silo. La teneur en Pb de cette zone est donc sans rapport avec la présence de l'usine à proximité. Ce point a été exclu du modèle exponentiel.

Figure 5

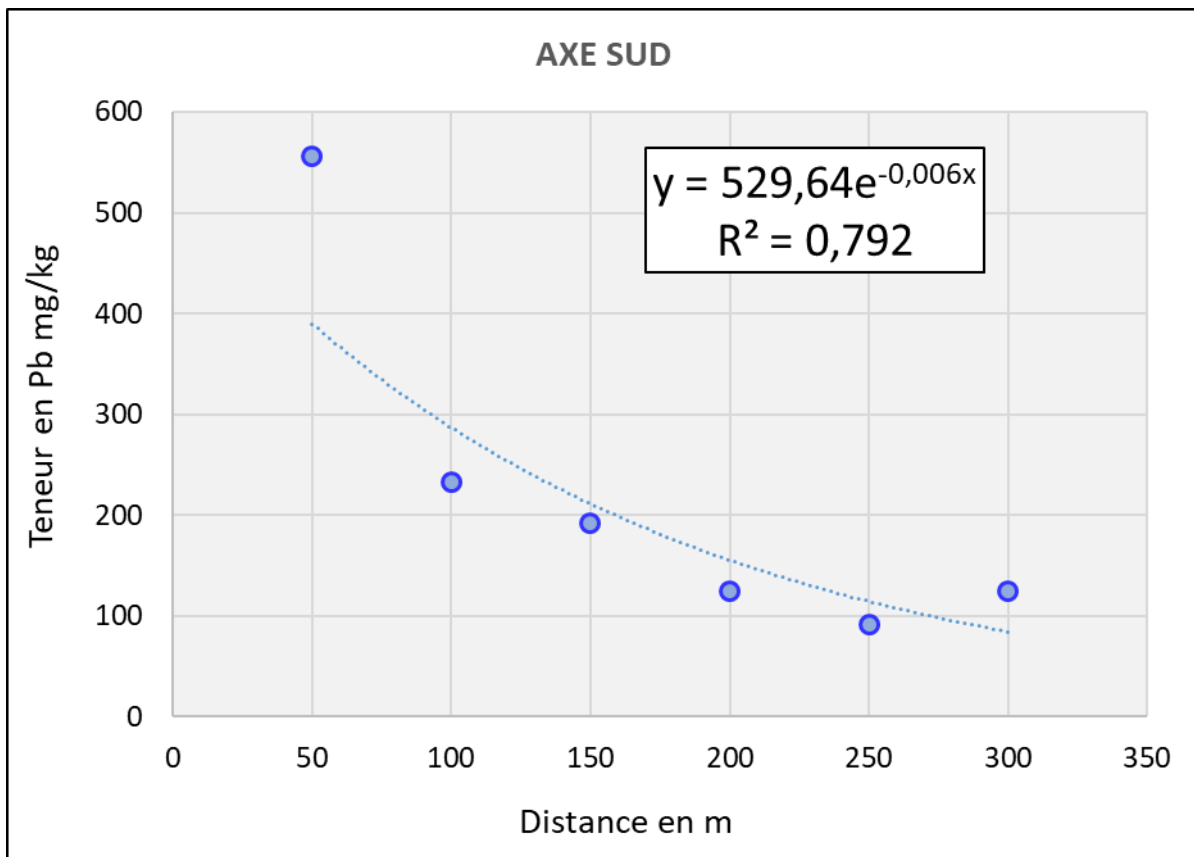


Figure 6

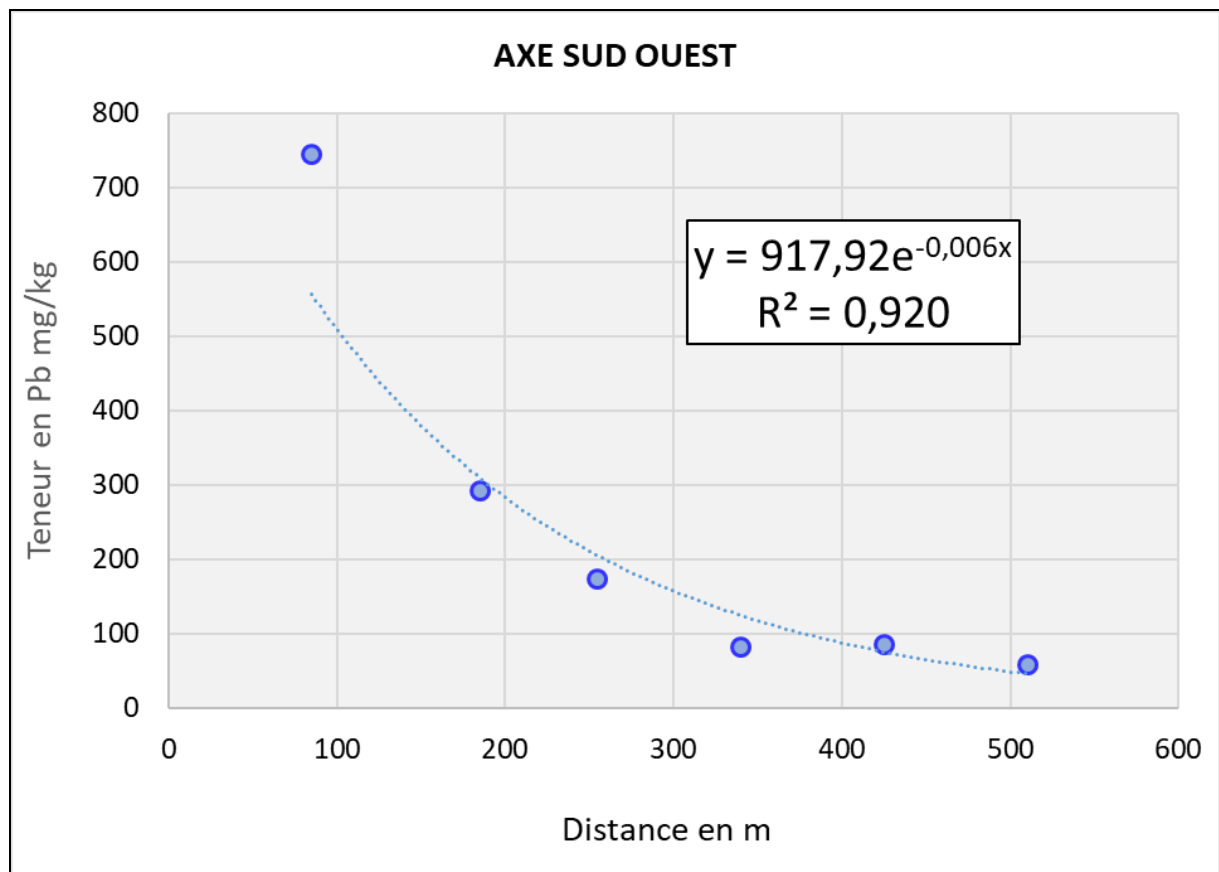
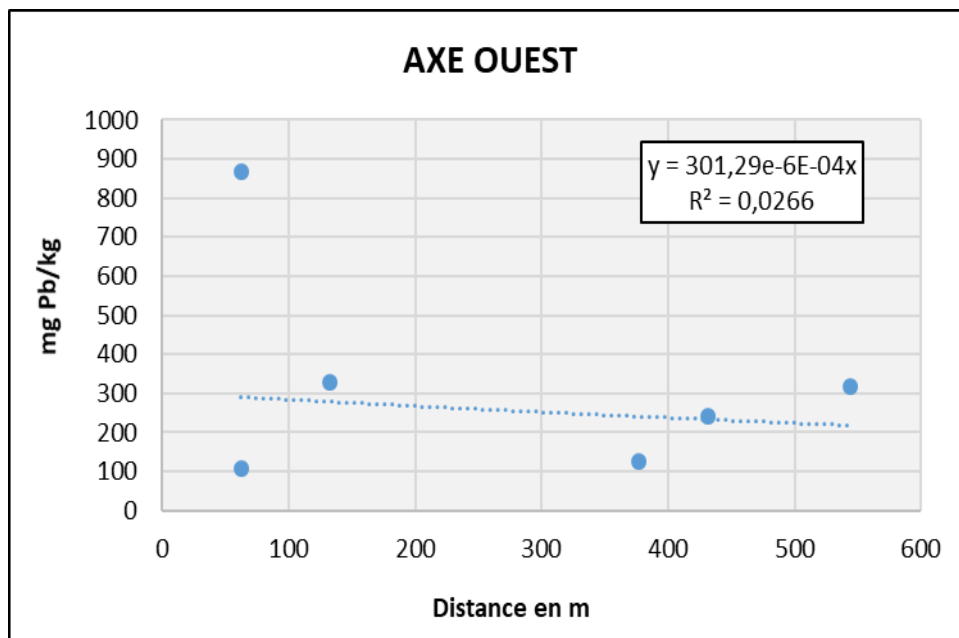


Figure 7.1

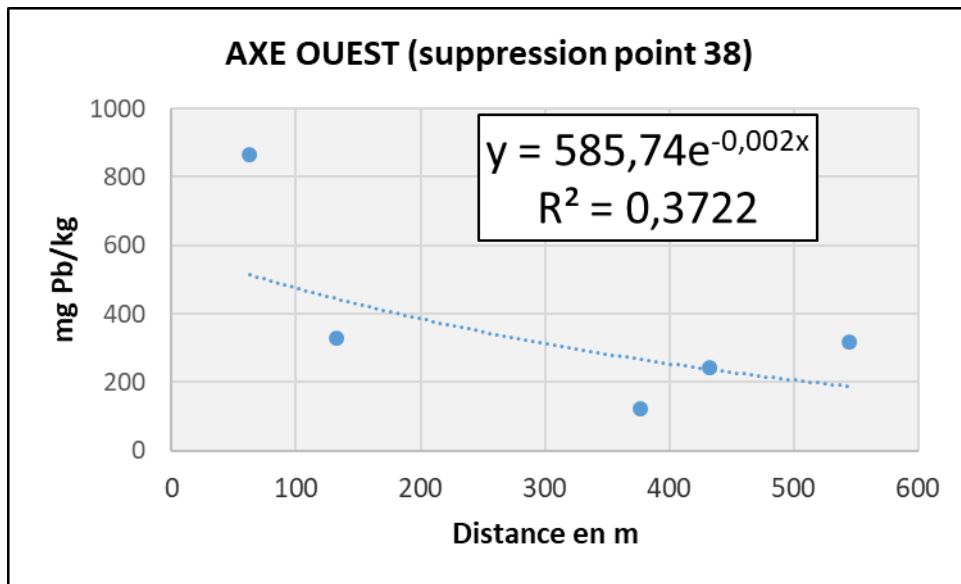


Axe Ouest		
N° prélevt.	Distance (m)	Pb mg/kg
37	62,5	867,2
38	62,5	105,6
39	132	327,4
40	377	123,9
41	432	242,5
42	545	318,3

Le R^2 traduit ici une absence de corrélation entre distance et teneur en Pb.

Il faut noter que le point 38 qui correspond à un jardin privatif de cultures maraîchères dont la terre a été totalement changée en 2012.

Figure 7.2

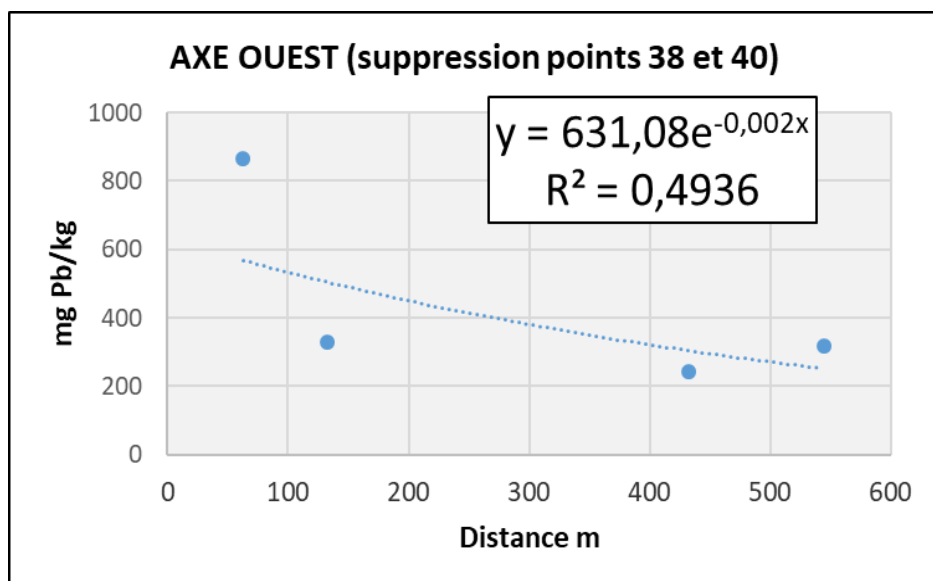


Ouest : suppression point 38

Points	distance	Pb mg/kg
37	62,5	867,2
39	132	327,4
40	377	123,9
41	432	242,5
42	545	318,3

Malgré la suppression du point 38 la régression entre distance et teneur en Pb présente un R^2 insuffisant. Le point 40 correspond à une pelouse d'un cabinet médical construit il y a une décennie de cela. Le sol a certainement brassé en profondeur lors de la construction avec des effets de dilution. Il paraît judicieux de le supprimer pour l'établissement de la courbe exponentielle.

Figure 7.3

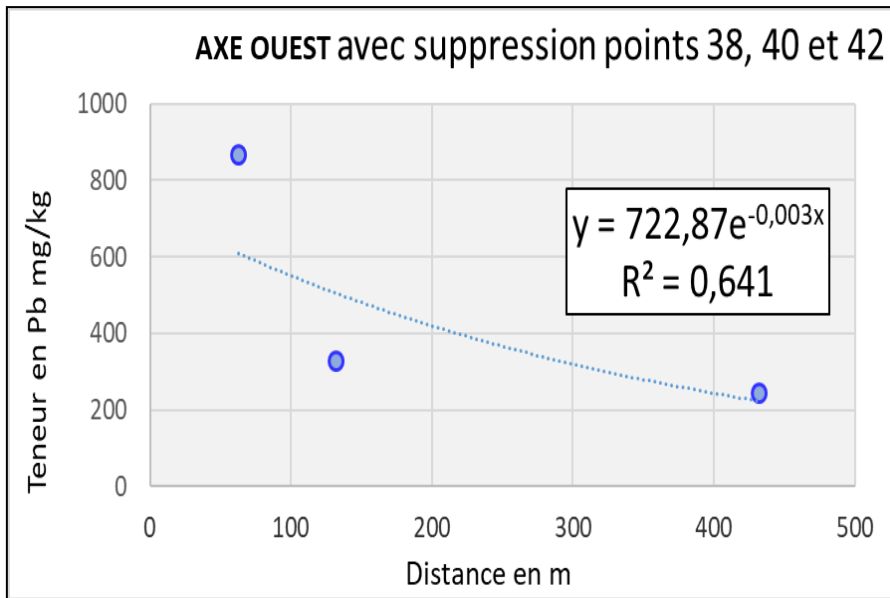


Ouest : sans les points 38 et 40

Points	distance	Pb mg/kg
37	62,5	867,2
39	132	327,4
41	432	242,5
42	545	318,3

La suppression du point 40 apporte une amélioration, mais le R^2 reste encore insuffisant pour tracer des courbes iso-teneurs en plomb. Le point 42 qui correspond à la pelouse sur la place de l'église présente une teneur anormalement élevée pour un point situé au bout de l'axe Ouest. Le prélèvement a été réalisé sur l'horizon 0-10 cm, protocole défini sur zone sans aucun retournement dans le but de récupérer l'accumulation de surface du plomb qui ne migre pas dans les horizons plus profonds. Ce point correspond à une zone avec circulation de véhicule divers et cette pelouse est en place depuis plusieurs décennies sans aucun retournement. La teneur en Pb de cette zone ne reflète pas une contamination en lien avec l'usine, mais est certainement biaisée par un « bruit de fond » de contaminations diverses.

Figure 7.4

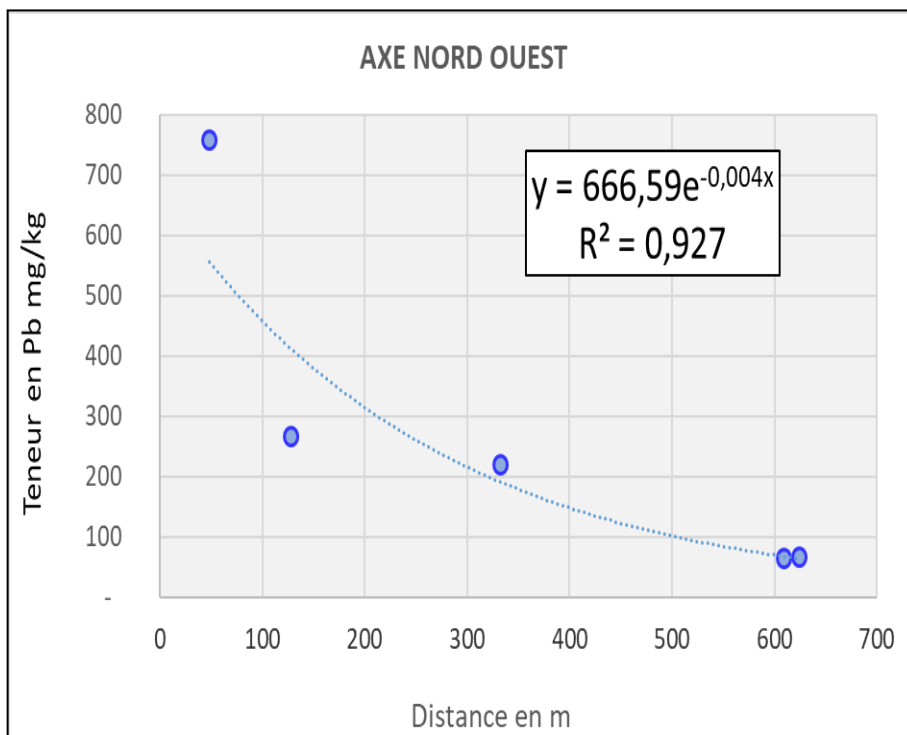


Ouest avec suppression
des points 38, 40 et 42

Points	distance	Pb mg/kg
37	62,5	867,2
39	132	327,4
41	432	242,5

La suppression du point 42 améliore le R^2 , qui reste toutefois inférieur à celui des autres axes. Ceci traduit que cette approche par courbe exponentielle inverse est difficilement réalisable dans une zone urbanisée, avec des sols remaniés et des contaminations diverses dues aux activités humaines.

Figure 8



N-O avec absence point 45

Points	distance	Pb mg/kg
43	48	758
44	128	266
46	332	220
47	609	64
48	624	67

Le point 45 ne peut plus être prélevé. Il se situe dans une zone privative, dans laquelle il ne nous a pas été possible d'accéder. Le R^2 est cependant très correct.

Tableau 2 – Calcul des distances des points iso-teneurs par rapport au centre de l'usine.

site B1 - 2020 octobre			échelle utilisé ici : 1 / 6135			Distances au centre de l'Usine B1. (cheminée)					
Axe N			Axe NE			Axe E			Axe SE		
N° prélevt.	Pb (ppm)	Distance (m)	N° prélevt.	Pb (ppm)	Distance (m)	N° prélevt.	Pb (ppm)	Distance (m)	N° prélevt.	Pb (ppm)	Distance (m)
1	355,1	135	7	182,0	132	13	1125,5	86,3	19	369,4	162
2	218,3	183	8	348,0	223	14	211,7	226,3	20	47,7	250
3	173,2	218	9	219,2	314	15	142,0	279,3	21	152,0	283
4	131,9	253	10	135,2	405	16	113,6	332,3	22	206,5	317
5	81,8	288	11	93,5	496	17	73,3	385,3	23		344
6	71,3	323	12	77,9	587	18	69,4	438,3	24	66,8	372
Isoteneur	m	cm	Isoteneur	m	cm	Isoteneur	m	cm	Isoteneur	m	cm
Y	X	Carte	Y	X	Carte	Y	X	Carte	Y	X	Carte
550	80,1	1,3	550	102,5	1,7	550	139,2	2,3	550	101,1	1,6
500	90,7	1,5	500	126,3	2,1	500	151,2	2,5	500	117,0	1,9
200	192,5	3,1	200	355,4	5,8	200	265,7	4,3	200	269,7	4,4
150	224,5	3,7	150	427,3	7,0	150	301,7	4,9	150	317,6	5,2
100	269,5	4,4	100	528,7	8,6	100	352,3	5,7	100	385,2	6,3
50	346,5	5,6	50	702,0	11,4	50	439,0	7,2	50	500,7	8,2
Sol régulièrement brassé par labour											
Remaniement suite travaux											
Terre rapportée récemment											
Pelouse - terre non brassée											
Point pris en compte pour la courbe exponentielle											
Point non pris en compte pour la courbe exponentielle											
Echantillon qui n'a pu être prélevé											

Cartographie	
Courbe Isoteneur Pb mg/kg	
550	Traçage de la courbe
500	
200	Traçage de la courbe
150	
100	Traçage de la courbe
50	Traçage de la courbe

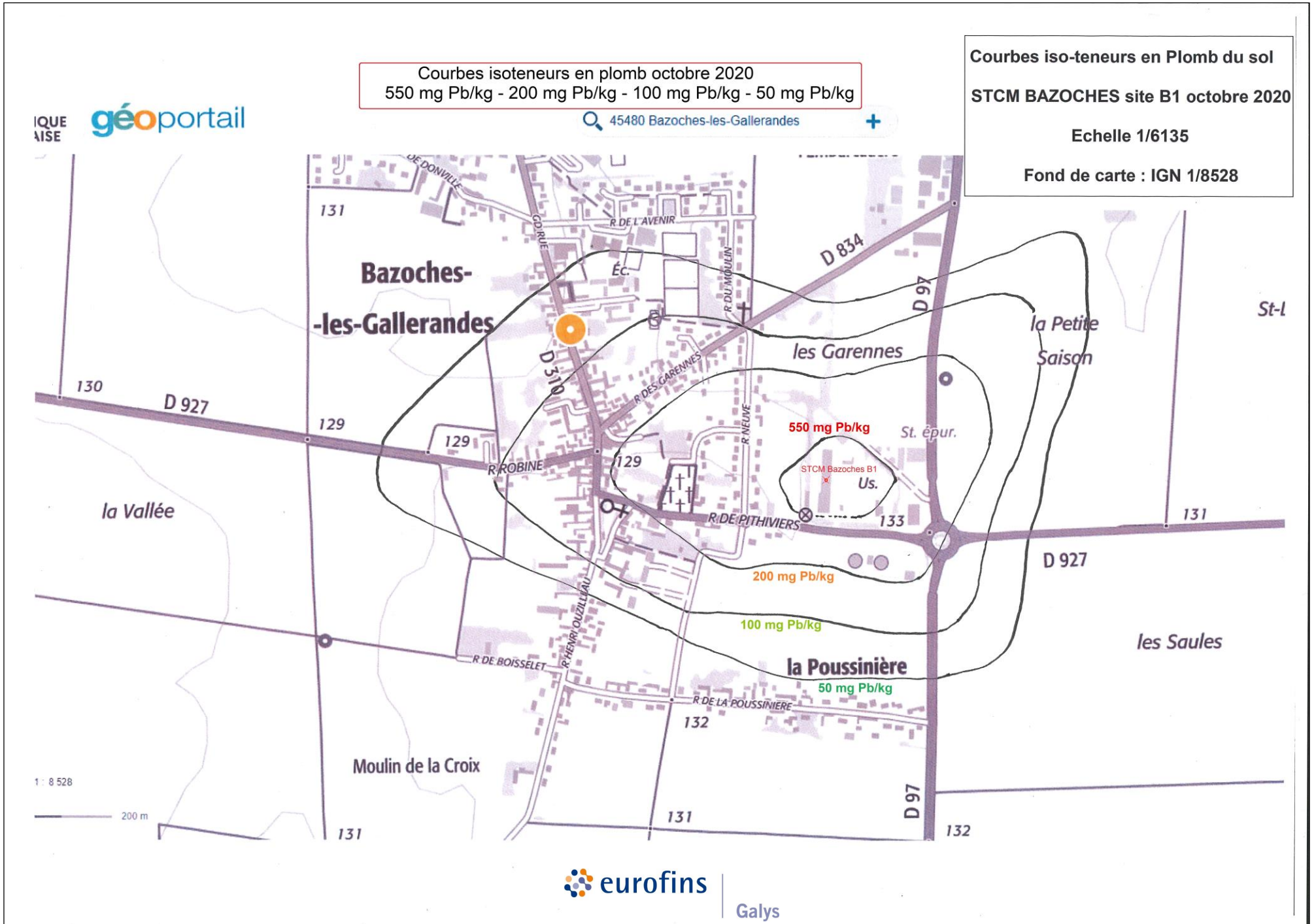
Tableau 2 bis – Calcul des distances des points iso-teneurs par rapport au centre de l'usine

site B1 - 2020 octobre			échelle utilisé ici : 1 / 6135			Distances au centre de l'Usine B1, (cheminée)					
Axe S			Axe SO			Axe O			Axe NO		
N° prélevt.	Pb (ppm)	Distance (m)	N° prélevt.	Pb (ppm)	Distance (m)	N° prélevt.	Pb (ppm)	Distance (m)	N° prélevt.	Pb (ppm)	Distance (m)
25	556,7	146	31	744,2	85	37	867,2	62,5	43	758,3	48
26	233,0	196	32	291,7	185	38	105,6	140	44	265,6	80
27	192,0	246	33	172,9	255	39	327,4	175	45		112
28	124,8	296	34	81,1	340	40	123,9	245	46	219,7	185
29	91,4	346	35	85,9	425	41	242,5	300	47	64,0	277
30	124,5	396	36	57,6	510	42	318,3	412,5	48	66,7	292
Isoteneur	m	cm	Isoteneur	m	cm	Isoteneur	m	cm	Isoteneur	m	cm
Y	X	Carte	Y	X	Carte	Y	X	Carte	Y	X	Carte
550	0,0	0,0	550	85,4	1,4	550	91,1	1,5	550	48,1	0,8
500	9,6	0,2	500	101,3	1,7	500	122,9	2,0	500	71,9	1,2
200	162,3	2,6	200	254,0	4,1	200	428,3	7,0	200	301,0	4,9
150	210,3	3,4	150	301,9	4,9	150	524,2	8,5	150	372,9	6,1
100	277,8	4,5	100	369,5	6,0	100	659,4	10,7	100	474,3	7,7
50	393,4	6,4	50	485,0	7,9	50	890,4	14,5	50	647,5	10,6

Sol régulièrement brassé par labour	
Remaniement suite travaux	
Terre rapportée récemment	
Pelouse - terre non brassée	
Point pris en compte pour la courbe exponentielle	
Point non pris en compte pour la courbe exponentielle	
Echantillon qui n'a pu être prélevé	

Cartographie	
Courbe Isoteneur Pb mg/kg	
550	Traçage de la courbe
500	
200	Traçage de la courbe
150	
100	Traçage de la courbe
50	Traçage de la courbe

Figure 9 - Carte des Teneurs en Plomb autour de B1



IV - DISCUSSION

1 Traçage des courbes iso-teneurs en plomb 2020

• Comme lors des campagnes précédentes, les résultats d'analyse du tableau 1 montrent une diminution progressive des teneurs en plomb, le long des huit axes, en s'éloignant de l'usine. Cette diminution suit une courbe exponentielle inverse.

Le calcul des lignes d'égaux concentrations en plomb a été établi au moyen des courbes de régression exponentielles pour chaque axe étudié. Il est ainsi possible, en fonction des points de prélèvement et de leur teneur en plomb, de positionner l'intersection de chaque axe avec les différentes courbes d'iso-teneur en plomb.

Lorsque les axes sont situés uniquement sur des terrains agricoles, les courbes suivent une pente régulière et les coefficients de corrélation sont élevés. C'est le cas des axes N, NE, E, S et SO.

Lorsque les axes sont situés sur le domaine urbain, ou des terrains autres qu'agricole, les pentes des courbes sont moins régulières et les coefficients de corrélation sont plus faibles. Cependant pour améliorer les coefficients afin d'obtenir une bonne estimation des distances où se situent les courbes par rapport au centre de l'usine, certains points « aberrants » n'ont pas été pris en compte pour l'établissement des courbes de régression. C'est le cas de l'axe Sud-Est et Ouest.

Ces points particuliers empêchant l'obtention de courbes de régression linéaire de qualité suffisante (R^2 trop faible) correspondent à : n°20, n°38, n°40 et n°42.

N° point de prélèvement	AXE	Remarques
20	SE	Point situé au pied du silo avec un sol très remanié.
38	O	Jardin privatif avec cultures maraîchères : sol entièrement constitué de terre rapportée en 2012.
40	O	Pelouse devant cabinet médical, terre remaniée lors de la création de la pelouse.
42	O	Point situé sur la pelouse de la place de l'église en place depuis plusieurs décennies sans aucun retournement. Teneur en Pb en lien avec d'autres sources de contamination (circulation de véhicules : suppression définitive de l'essence plombée mise application en janvier 2000 pour la France et la plupart des pays européens).

Après suppression de ces quelques points particuliers, les régressions ont été recalculées. Les coefficients de régression s'améliorent nettement. L'axe Ouest situé sur la zone urbanisée est le plus concerné (voir courbes exponentielles inversées : 4 - 4 bis et 7.1 - 7.2 - 7.3 - 7.4).

Une fois obtenu l'ensemble des courbes de régression linéaire, les distances sur chaque axe entre le centre de l'usine et les courbes iso-teneurs en plomb (550 mg/kg, 200 mg/kg, 100 mg/kg et 50 mg/kg) ont été calculées dans les tableaux 2 et 2 bis.

Ces distances calculées en mètre, ont été transformées en cm avec prise en compte de l'échelle de la carte (voir annexe VI).

Ainsi a pu être réalisé sur la carte le traçage des courbes iso-teneurs en plomb autour de l'usine STCM B1. A noter que les iso-teneurs en plomb choisies diffèrent de celles de 2015. Les 4 tracés 550 – 200 – 100 – 50 mg Pb/kg correspondent à ceux utilisés par INERIS dans son rapport de 2004 « *Guide pour l'orientation des actions à mettre en œuvre autour d'un site dont les sols sont potentiellement pollués par le plomb* » (voir p 11). Le seuil de 50 mg Pb/kg correspond au FGN (Fond Géochimique Naturel local).

Concernant la courbe iso-teneur en plomb 550 mg/kg, son traçage est en limite du modèle régression linéaire utilisé. En effet sur les 8 axes, 5 d'entre eux seulement présentent au départ une teneur supérieure à 550 mg Pb/kg (ou ppm). De ce fait une partie de la courbe est obtenue par extrapolation. Globalement cette courbe 550 mg/kg recouvre quasiment la zone située dans l'enceinte de l'usine, exceptées quelques parties proches de l'enceinte.

Les 5 axes avec leur 1^{er} point de prélèvement supérieur à 550 mg Pb/kg (ou Pb ppm)

Axe E		
N° prélevt.	Pb (ppm)	Distance (m)
13	1125,5	86,3
Axe S		
N° prélevt.	Pb (ppm)	Distance (m)
25	556,7	146
Axe SO		
N° prélevt.	Pb (ppm)	Distance (m)
31	744,2	85
Axe O		
N° prélevt.	Pb (ppm)	Distance (m)
37	867,2	62,5
Axe NO		
N° prélevt.	Pb (ppm)	Distance (m)
43	758,3	48

2 Observation de la carte des courbes iso-teneurs en plomb 2020

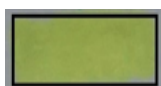
Première observation : les vents dominants étant alignés sur l'axe Nord-est Sud-est, la forme de la surface contenant les courbes iso-teneurs en plomb sont aussi allongées dans ces deux directions.

Les courbes iso-teneurs en plomb délimitent plusieurs zones (voir carte figure 10)



Zone où la teneur en plomb est supérieure à 550 mg/kg

Cette zone correspond quasiment à la zone délimitée par l'enceinte de l'usine, avec un débordement dans la parcelle agricole qui est accolée à l'usine sur son enceinte Ouest.



Zone où la teneur en plomb est comprise entre 550 et 200 mg/kg. Cette zone concerne pour partie des parcelles agricoles et une petite zone urbaine à la pointe Sud-Ouest de Bazoches-les-Gallerandes. Comme ceci est réalisé depuis le début des années 2000, cette zone est sujet à un suivi approfondi par la STCM (contrôles annuels sur les récoltes, contrôles des fruits et légumes de jardins privés au printemps et à l'automne, mise en place de dispositifs avec des séries de salades cultivées en pot sur des points précis, ceci chaque année au printemps et à l'automne).



Zone où la teneur en plomb est comprise entre 200 et 100 mg/kg. Cette zone correspond à des zones agricoles, au Nord, à l'Est et au Sud de l'usine. Par contre toute la zone à l'Ouest de l'usine est une zone urbaine. Là également sur zone agricole des contrôles sont réalisés annuellement sur les récoltes, qui consistent à vérifier que les teneurs en plomb respectent les seuils réglementaires en vigueur pour les denrées alimentaires.



Zone où la teneur en plomb est comprise entre 100 et 50 mg/kg, sachant que le seuil de 50 mg Pb/kg correspond approximativement à la teneur FGN (Fond Géochimique Naturel local). Cette zone correspond pour une grande partie à des terres agricoles et dans sa partie Nord-Ouest à une zone urbaine de Bazoches-les-Gallerandes. Sur cette zone il n'est pas nécessaire de pratiquer des contrôles sur les récoltes ni sur les productions de fruits et légumes des jardins des particuliers. Seule une campagne d'échantillonnages de sol, comme ici dans ce rapport, doit être réalisée tous les cinq ans.

Figure 10 – Carte des zones délimitées par les 4 courbes iso-teneurs en plomb.



3 Evolution des teneurs en plomb du sol par rapport aux campagnes précédentes.

Le tableau 3 page suivante et les histogrammes (fig 11 à 18) montrent les résultats des quatre dernières campagnes réalisées, 2005, 2009, 2015 et 2020. Toutes les données analytiques ne sont pas disponibles pour 2005.

Certains points montrent des variations des teneurs en Plomb à la hausse et d'autres à la baisse. Dans une étude de ce type, l'incertitude de la mesure présentée a été calculée à environ 30%. Elle résulte de l'effet cumulé de l'incertitude liée au prélèvement et celle liée au dosage laboratoire.

Nous avons calculé les écarts des trois dernières campagnes d'analyse par rapport à la première en 2005, soit (2009 – 2005), (2015 – 2005) et (2020 – 2005). Egalement le taux de variation (en % par rapport à 2005) a été calculé. Ces valeurs sont présentées sur le tableau 4.

Une vision globale du tableau 4, en comptabilisant les cellules « roses » qui correspondent à une hausse de la teneur en plomb, indique qu'environ 50% des points de prélèvements ont leur teneur en plomb qui ont augmenté. Mais entre les axes des tendances se distinguent.

- L'axe Nord, l'axe Sud et Sud-Ouest affichent une augmentation de la quasi-totalité de leurs points de prélèvement.
- Sur les autres axes il n'y pas de tendance claire entre augmentation, stabilité ou baisse.

La baisse des teneurs dans le cas du plomb qui ne subit quasiment pas de phénomène de lixiviation, ne peut s'expliquer que par un « chamboulement » au niveau du sol en place. C'est le cas pour les trois points de prélèvements où une baisse de la teneur en Pb est observée :

Axe Nord Est : point 7 - station d'épuration avec travaux au niveau du sol

Axe Sud Est : point 20 - au pied du silo avec travaux au niveau du sol

Axe Ouest : point 38 - jardin potager privatif rue neuve où la terre a été changée

La hausse des teneurs depuis 2005, soit 15 années pourraient s'expliquer par des retombées qui au fil des ans ont une incidence sur la teneur en plomb, que l'on soit sur des sols agricoles régulièrement brassés par labour, ou des sols enherbés jamais remaniés. Mais ce qui pose question, c'est que cette augmentation sur pratiquement 50 % des points de prélèvement n'a pas déjà été mis en évidence en 2015. Y-aurait eu des travaux au sein de l'usine entre temps, avec des phénomènes d'envolement qui peuvent contribuer de façon notable aux retombées de poussière de plomb ? Cette hypothèse serait à vérifier. A noter que tous les points en début d'axe, donc à proximité de l'enceinte se distinguent par une augmentation plus ou moins marquée de leur teneur en plomb (excepté le point 7 : station d'épuration). Ceci est particulièrement visible pour :

L'axe Est point 13 : 71 % d'augmentation

L'axe SE point 19 : 123 % d'augmentation

L'axe Sud point 25 : 104 % d'augmentation

L'axe Ouest point 37 : 69 % d'augmentation

Les points 19 et 25, qui affichent les plus fortes hausses, se situent à proximité de la sortie de l'usine rue de Pithiviers ; se pourrait-il que ces phénomènes d'envolement soient plus marqués sur cette petite zone, avec les rentrées et les sorties des camions. Là aussi ce n'est qu'une hypothèse qui serait à vérifier.

Tableau 3

Evolution des Teneurs en Plomb (mg/Kg)					
	n° point prélt	2005	2009	2015	2020
Axe NORD	1	317,3	137,7	334,6	355,05
	2	147,7	105,5	164,8	218,28
	3	118,0	84,8	123,8	173,16
	4	97,6	63,5	98,3	131,88
	5		62,9	64,8	81,83
	6		74,8	96,2	71,26
Axe NORD EST	7	357,2	290,6	187,8	181,96
	8	261,1	252,7	224,5	348,03
	9	206,3	206,6	169,1	219,21
	10	110,7	83,1	102,3	135,16
	11	76,5	26,9	66,3	93,53
	12		26,8	58,4	77,90
Axe EST	13	658,7	683,7	897,3	1 125,50
	14	180,4	127,5	141,3	211,65
	15	115,7	81,1	94,0	141,99
	16	90,3	60,2	72,3	113,58
	17		52,2	57,7	73,25
	18		43,5	51,2	69,42
Axe SUD EST	19	165,3	163,7	181,5	369,39
	20	297,2	124,0	21,1	47,67
	21	118,6	88,3	64,4	151,97
	22		116,6	209,8	206,49
	23		86,9	73,5	
	24		49,8	49,1	66,79
Axe SUD	25	272,7	230,2	234,4	556,67
	26	178,8	97,8	159,6	233,02
	27	116,3	135,0	101,9	192,00
	28	74,3	53,7	71,3	124,82
	29	63,1	49,0	58,6	91,41
	30			53,4	124,48
Axe SUD OUEST	31	536,1	61,1	494,2	744,21
	32	193,5	256,9	205,3	291,67
	33	113,3	146,5	110,1	172,94
	34	74,5	69,67	73	81,14
	35	52,8	52,55	60,9	85,90
	36		43,17	55,9	57,64
Axe OUEST	37	512,8	359,0	786,3	867,16
	38	2305,8	3395,9	93,4	105,57
	39	268,2	46,7	323,3	327,42
	40	114,7	31,9	110,3	123,94
	41	80,7	67,9	79,7	242,48
	42		104,6	32,6	318,29
Axe NORD OUEST	43	590,0	223,5	684,0	758,31
	44	200,0	99,4	243,6	265,58
	45	113,9	97,7	144,6	
	46	104,7	75,7	98,5	219,67
	47	61,8	61,0	54,5	64,04
	48		42,5	53,8	66,73

Sol régulièrement brassé par labour	
Remaniement suite travaux	
Terre rapportée récemment	
Pelouse - terre non brassée	
Echantillon n'a pu être prélevé	
Valeur jugée aberrante en 2009	nnn

Tableau 4

Evolution des teneurs en % des valeurs 2005

	n° point préltv	2005 à 2009 en ppm Pb	2005 à 2015 en ppm Pb	2005 à 2020 en ppm Pb	2005 à 2015 en %	2005 à 2020 en %
Axe NORD	1	-179,6	17,3	37,8	5,5	11,9
	2	-42,2	17,1	70,6	11,6	47,8
	3	-33,2	5,8	55,2	4,9	46,7
	4	-34,1	0,7	34,3	0,7	35,1
	5					
	6					
Axe NORD EST	7	-66,6	-169,4	-175,2	-47,4	-49,1
	8	-8,4	-36,6	86,9	-14,0	33,3
	9	0,3	-37,2	12,9	-18,0	6,3
	10	-27,6	-8,4	24,5	-7,6	22,1
	11	-49,6	-10,2	17,0	-13,3	22,3
	12					
Axe EST	13	25,0	238,6	466,8	36,2	70,9
	14	-52,9	-39,1	31,3	-21,7	17,3
	15	-34,6	-21,7	26,3	-18,8	22,7
	16	-30,1	-18,0	23,3	-19,9	25,8
	17					
	18					
Axe SUD EST	19	-1,6	16,2	204,1	9,8	123,5
	20	-173,3	-276,1	-249,5	-92,9	-84,0
	21	-30,3	-54,2	33,4	-45,7	28,1
	22					
	23					
	24					
Axe SUD	25	-42,5	-38,3	284,0	-14,0	104,1
	26	-81,0	-19,2	54,2	-10,7	30,3
	27	18,7	-14,4	75,7	-12,4	65,1
	28	-20,6	-3,0	50,5	-4,0	68,0
	29	-14,1	-4,5	28,3	-7,1	44,9
	30					
Axe SUD OUEST	31	-475,0	-41,9	208,1	-7,8	38,8
	32	63,4	11,8	98,2	6,1	50,7
	33	33,2	-3,2	59,6	-2,8	52,6
	34	-4,8	-1,5	6,6	-2,0	8,9
	35	-0,3	8,1	33,1	15,3	62,7
	36					
Axe OUEST	37	-153,8	273,5	354,4	53,3	69,1
	38	1090,1	-2212,4	-2200,2	-95,9	-95,4
	39	-221,5	55,1	59,2	20,5	22,1
	40	-82,8	-4,4	9,2	-3,8	8,1
	41	-12,8	-1,0	161,8	-1,2	200,5
	42					
Axe NORD OUEST	43	-366,5	94,0	168,3	15,9	28,5
	44	-100,6	43,6	65,6	21,8	32,8
	45	-16,2	30,7		27,0	
	46	-29,0	-6,2	115,0	-5,9	109,8
	47	-0,8	-7,3	2,2	-11,8	3,6
	48					

Légende des couleurs

	valeurs à la hausse
	valeurs à la baisse
texte rouge	Augmentation de la teneur en Pb depuis 2005 de + de 30%
texte vert	Diminution de la teneur en Pb depuis 2005 de + de 30%
texte noir	Evolution de la teneur en Pb comprise dans le calcul d'erreur expérimentale.

apport de terre dans ce point

valeur 2009 aberrante parcelle (B1-P4)

valeur 2009 faible parcelle (B1-P4)

remplacement de la terre dans ce jardin

Fig 11

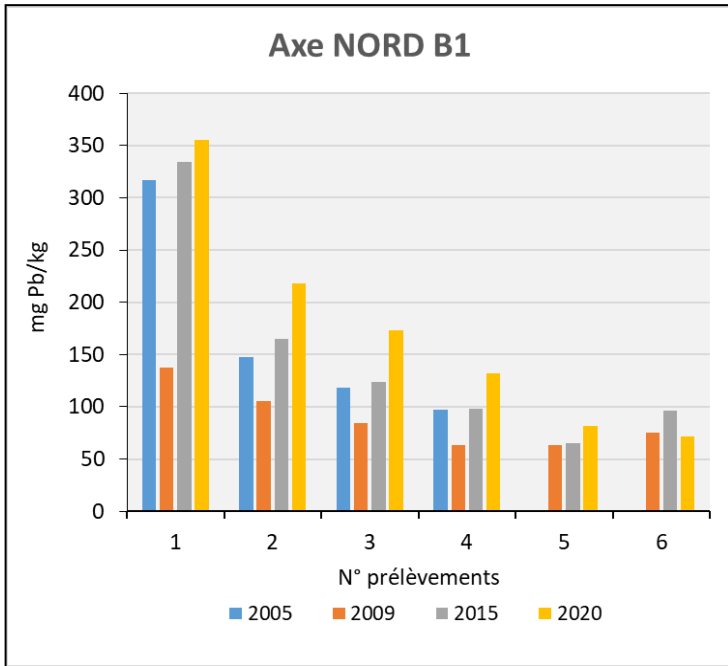


Fig 12

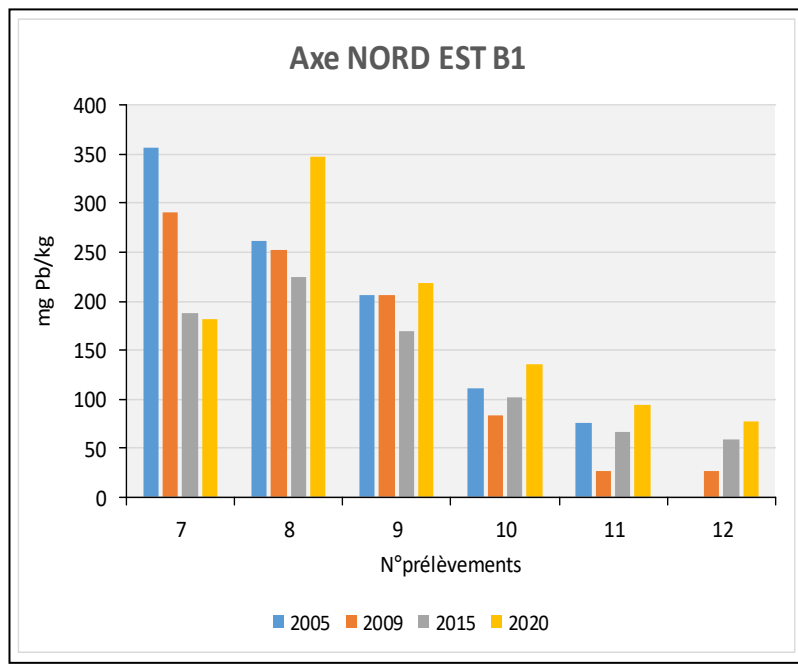


Fig 13

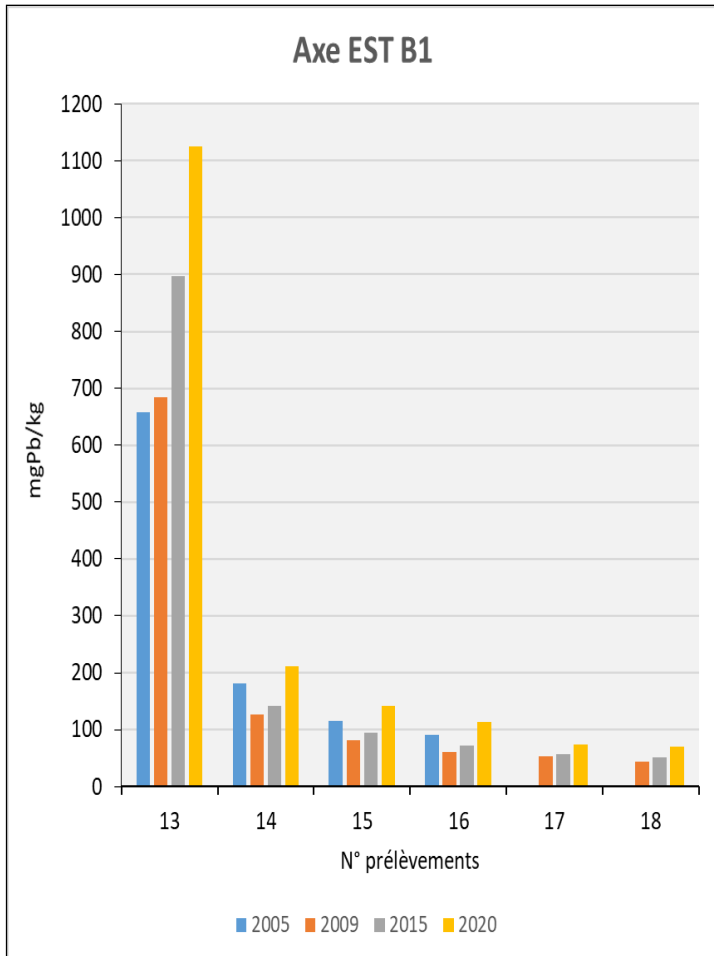


Fig 14

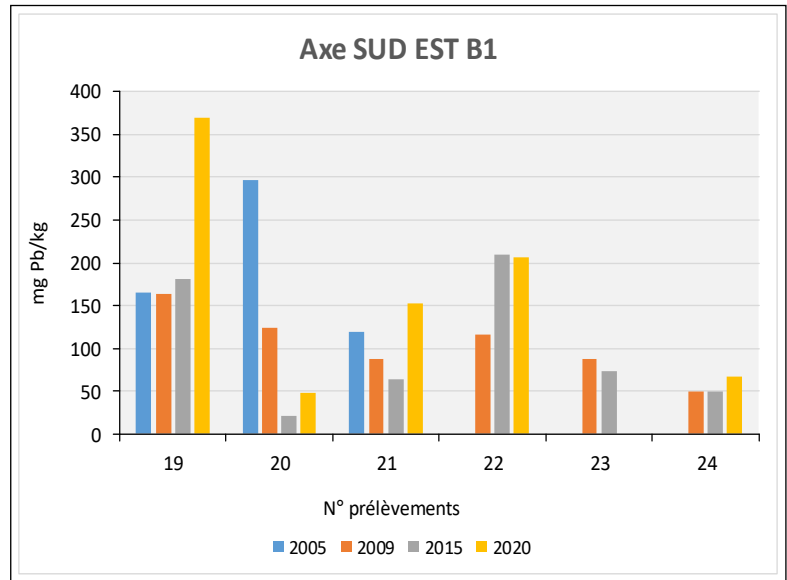


Fig 15

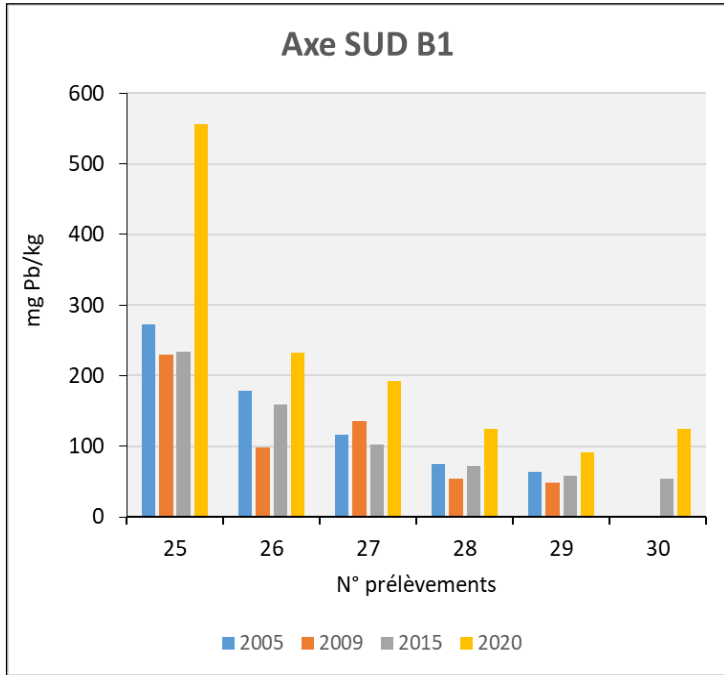


Fig 16

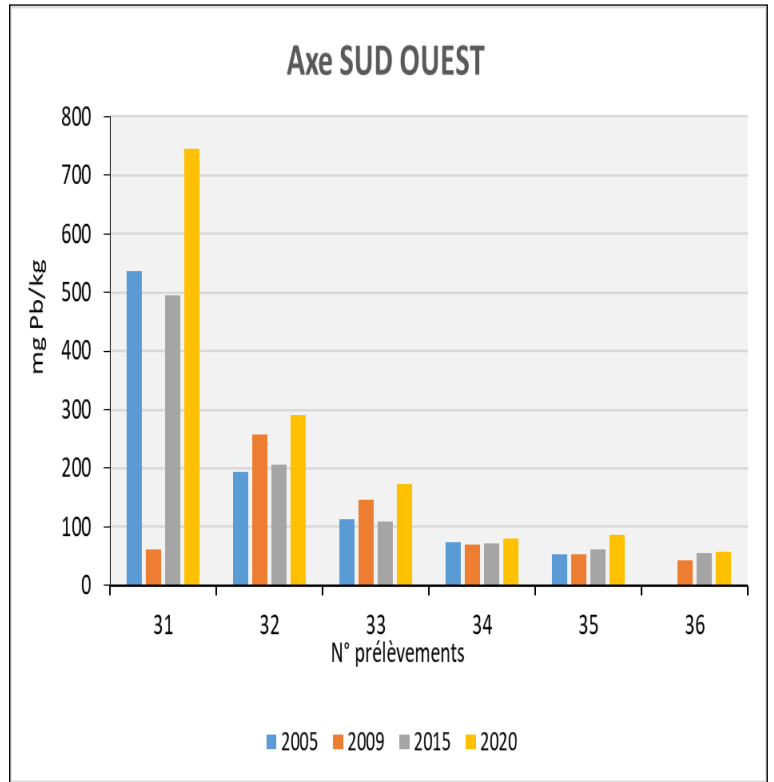


Fig 17

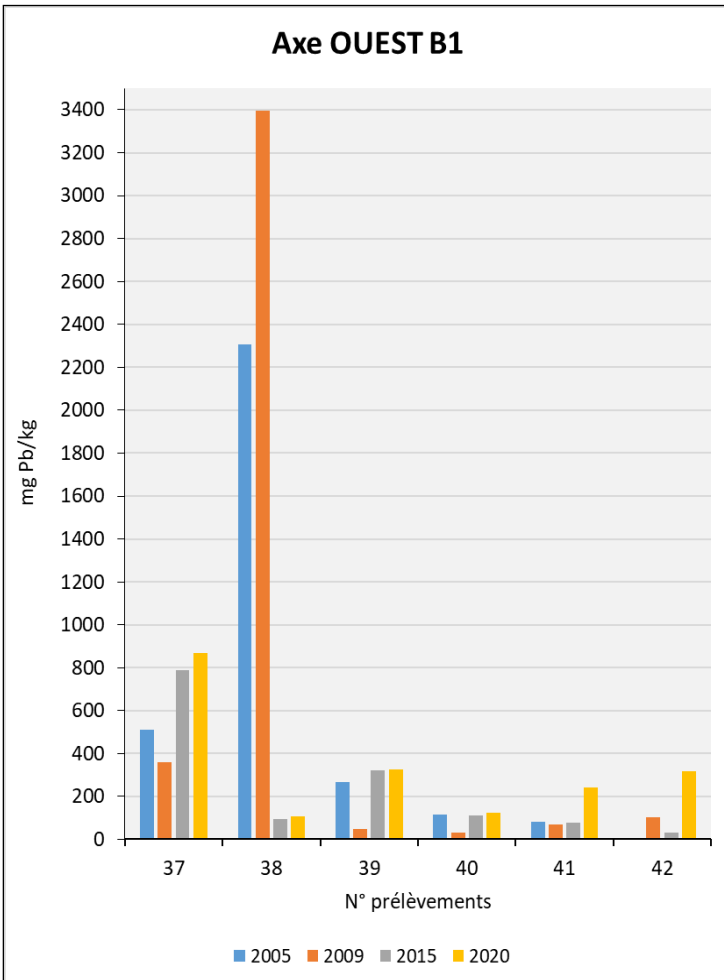
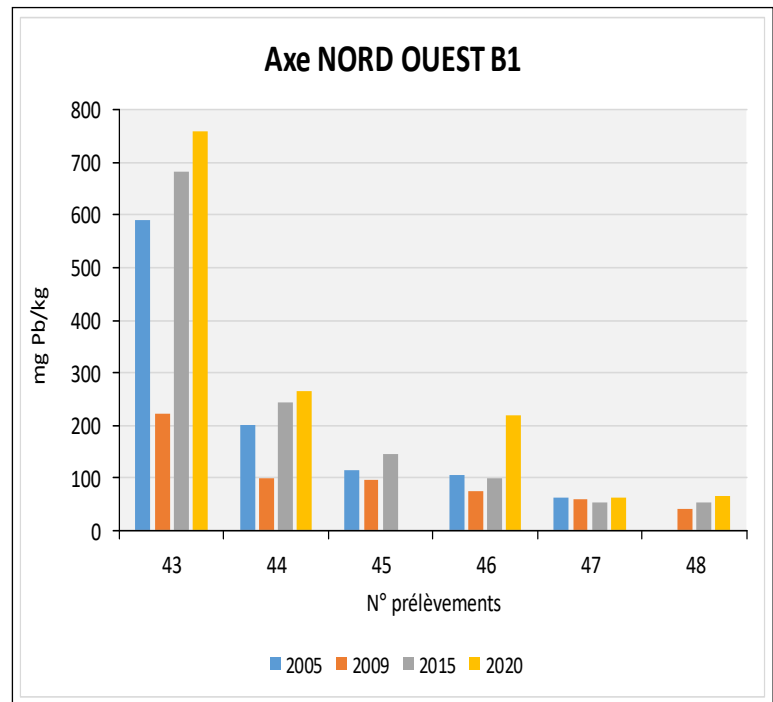


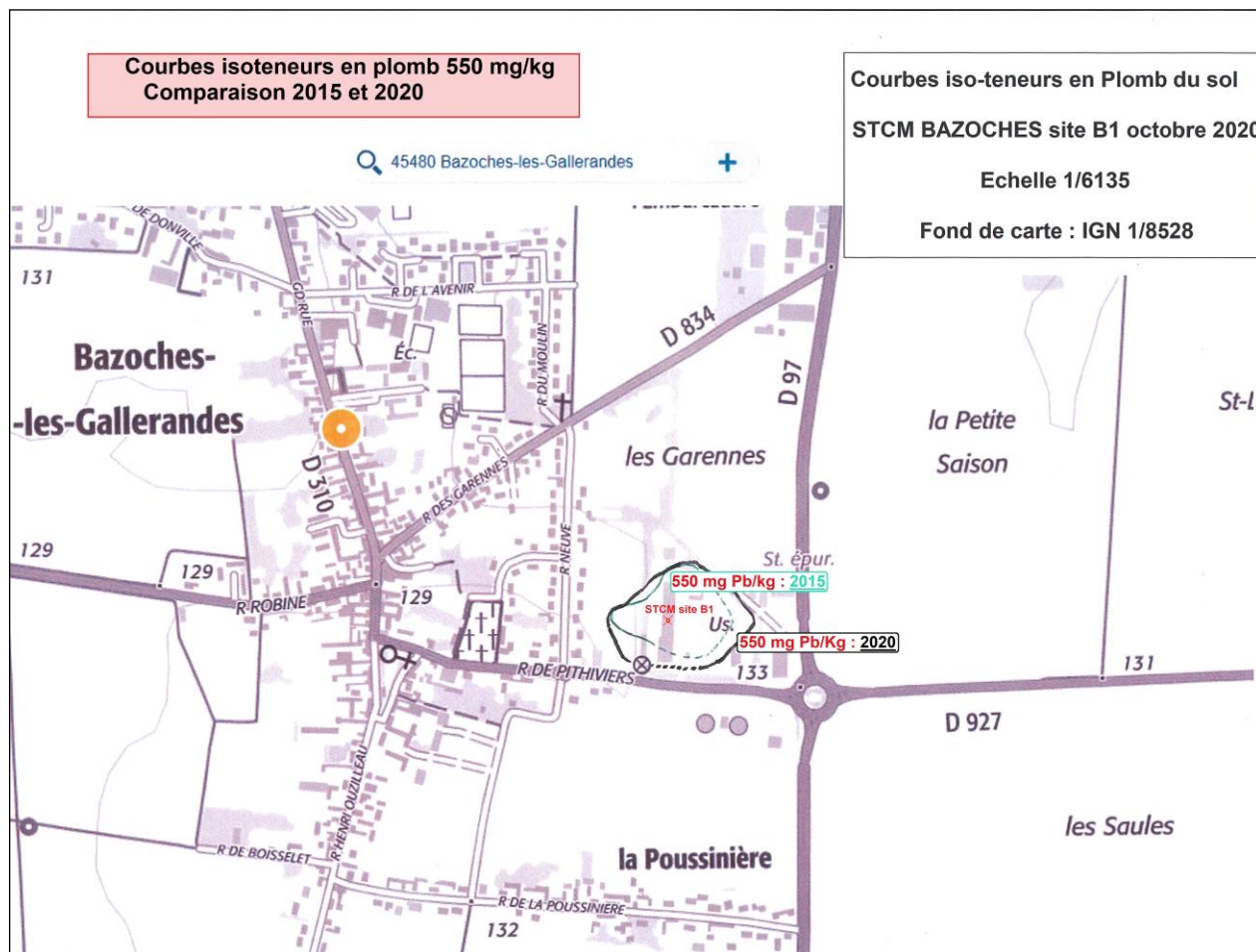
Fig 18



4 Comparaison des courbes iso-teneurs en plomb 2015 et 2020 :

- Méthode :

Le fond de carte utilisé en 2015 étant différent de celui de 2020, les distances des points ramenées à l'échelle de la carte ont été recalculées (voir annexe VII).



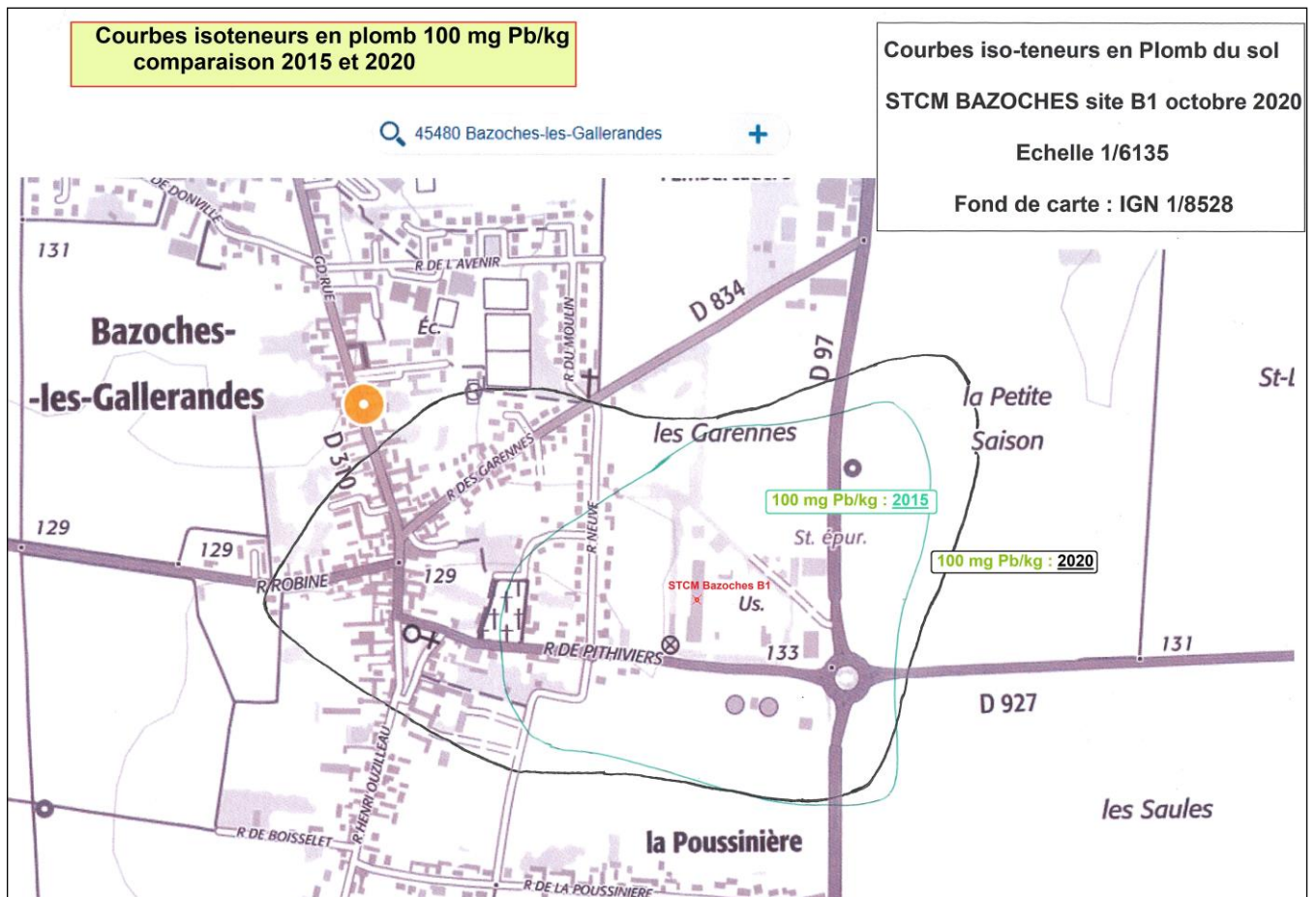
Le tracé 2020 et 2015 des courbes iso-teneurs en plomb 550 mg/kg est à considérer avec prudence avant de tirer des conclusions. Le modèle exponentiel pour tracer ces deux courbes est ici à ses limites. En 2020 sur les 8 axes, 5 présentent pour leur 1^{er} point à proximité de l'enceinte une teneur supérieure à 550 mg Pb/kg. Ce sont les axes Est, Sud, Sud-Ouest, Ouest et Nord-Ouest. En 2015, seuls 3 axes, Est, Ouest et Nord-Ouest présentaient une teneur supérieure à 550 mg Pb/kg. Une partie de ces courbes est donc extrapolée (pointillée). La zone délimitée par le tracé de la courbe iso-teneurs en plomb 550 mg/kg suit quasiment celui de l'enceinte de l'usine. En 2020 il faut noter une légère augmentation de cette surface principalement à Est (mais la zone est toujours dans l'usine), au Sud et Sud-Ouest le long de l'usine au niveau de la rue de Pithiviers, zone de passage avec sortie et entrée des camions. Y-a-t'il ici des retombées en lien avec les phénomènes d'envolement normalement limités grâce à l'arrosage ? Ce n'est pour l'instant qu'une hypothèse.



Les teneurs mesurées sur les points au bout des axes ont un poids fort dans le modèle des courbes exponentielles. Une augmentation de la teneur, même modérée, a un impact bien visible sur les courbes iso-teneurs en étirant l'ensemble de l'axe.

Seuls les axes Nord et Sud-Ouest n'ont pas d'augmentation de la teneur du dernier point. L'axe Ouest augmente de façon importante pour son dernier point pris en compte dans le modèle exponentiel ; le point de prélèvement dans la pelouse du cimetière. Le sol de cette pelouse est non brassé et l'accumulation du plomb au fil des décennies se concentre sur un horizon très superficiel. La profondeur de prélèvement est déterminante. Y-a-t'il eut entre 2015 et 2020 un respect strict au cm près des profondeurs de carottage ? Des différences de profondeurs pourraient-êtré un élément explicatif de cette augmentation sur cinq ans.

Ce point n°41 a donc un impact fort sur la courbe 200 mg Pb/kg qui subit un étirement important en gagnant sur la partie Sud-Est de Bazoches-les-Gallerandes.



Les remarques concernant le comparatif 2020 – 2015 des courbes iso-teneurs en plomb 100 mg/kg sont similaires à celles pour les courbes 200 mg Pb/kg, avec en 2020 un fort étirement sur l'axe Ouest.

V - CONCLUSIONS

Les prélèvements de sol d'octobre 2020 ont permis de déterminer autour de l'usine STCM de Bazoches site B1, les quatre courbes iso-teneurs en plomb 50, 100, 200 et 550 mg Pb/kg de terre fine et sèche. Ces seuils de teneurs en plomb étant déterminés dans le guide* INERIS (*Institut national de l'environnement industriel et des risques*).

Cette échelle de teneurs en plomb des sols permet la mise en place d'une EDR (*Évaluation Détaillée des Risques*).

Ce travail confirme les résultats mesurés lors des études précédentes de 2005, 2009 et 2015 à savoir que les axes montrent une décroissance régulière des teneurs en plomb des sols à mesure que l'on s'éloigne de l'usine selon une courbe exponentielle inverse.

Les valeurs mesurées montrent que pour certains points très proches de l'usine les teneurs en plomb ont augmenté : axe Est (mais la zone est comme étant dans l'enceinte de l'usine), axes Sud et Sud-Ouest le long de l'usine au niveau de la rue de Pithiviers.

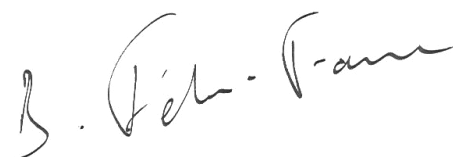
Sur l'axe Ouest, l'augmentation notoire de la teneur en plomb du point n°41 situé sur la pelouse du cimetière, entraîne un étirement des courbes 200 et 100 mg Pb/kg recouvrant ainsi en partie la zone urbaine située dans la partie tout au Sud-Est de Bazoches-les-Gallerandes.

Pour les sols des parcelles agricoles environnant le site B1, l'activité de l'usine STCM a eu peu d'influence sur l'augmentation des teneurs en plomb de ces sols cultivés. Les parcelles au Nord et au Sud ne subissent pas d'augmentations de leur teneur en plomb ou faiblement. Pour les parcelles au Nord-Est, il est à noter un étirement d'environ 100 m sur cet axe de la courbe 200 mg Pb/kg.

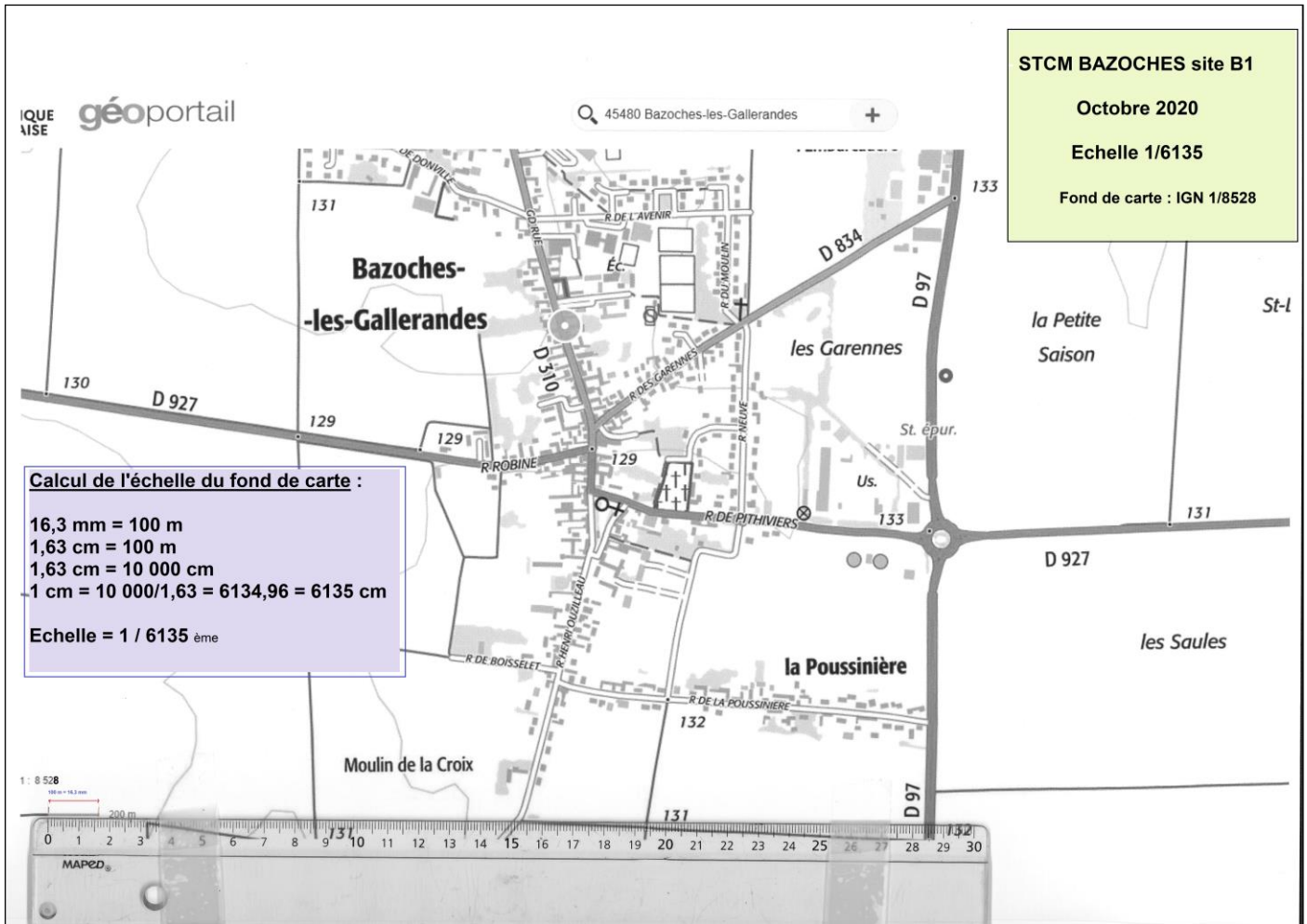
* *Guide pour l'orientation des actions à mettre en œuvre autour d'un site dont les sols sont potentiellement pollués par le plomb*

Eurofins GALYS
Expérimentation - Etudes

Bruno FELIX-FAURE



VI – ANNEXE : ECHELLE DE LA CARTE UTILISEE EN 2020 :



VII – Cartographie 2015 : calcul des distances avec la nouvelle échelle 2020

site B1 - 2015 mai			échelle utilisée : 1 / 6135			Distances au centre de l'Usine B1 (cheminée)					
Axe N			Axe NE			Axe E			Axe SE		
N° prélevt.	Pb (ppm)	Distance (m)	N° prélevt.	Pb (ppm)	Distance (m)	N° prélevt.	Pb (ppm)	Distance (m)	N° prélevt.	Pb (ppm)	Distance (m)
6	334,6	135	7	187,8	132	13	897,3	86,3	19	181,5	162
5	164,8	183	8	224,5	223	14	141,3	226,3	20	124,0	250
4	123,8	218	9	169,1	314	15	94,0	279,3	21	64,4	283
3	98,3	253	10	102,3	405	16	72,3	332,3	22		311
2	64,8	288	11	66,3	496	17	57,7	385,3	23	73,5	344
1	96,2	323	12	58,4	587	18	51,2	438,3	24	49,1	372
OK											
Isoteneur	m	cm	Isoteneur	m	cm	Isoteneur	m	cm	Isoteneur	m	cm
Y	X		Y	X		Y	X		Y	X	Carte
550	77,1	1,3	550	-2,0	0,0	550	99,6	1,6	550	-15,7	0,0
500	86,4	1,4	500	21,9	0,4	500	111,3	1,8	500	0,5	0,0
200	176,2	2,9	200	250,9	4,1	200	224,5	3,7	200	155,8	3,8
150	204,4	3,3	150	322,9	5,3	150	260,0	4,2	150	204,6	5,0
100	244,2	4,0	100	424,2	6,9	100	310,0	5,1	100	273,3	6,7
50	312,2	5,1	50	597,5	9,7	50	395,6	6,4	50	390,8	9,5
Axe S			Axe SO			Axe O			Axe NO		
N° prélevt.	Pb (ppm)	Distance (m)	N° prélevt.	Pb (ppm)	Distance (m)	N° prélevt.	Pb (ppm)	Distance (m)	N° prélevt.	Pb (ppm)	Distance (m)
25	234,4	146	31	494,2	85	37	786,3	62,5	43	684,0	48
26	159,6	196	32	205,3	185	38		140	44	243,0	80
27	101,9	246	33	110,1	255	39	323,3	175	45	144,6	112
28	71,3	296	34	73,0	340	40	110,3	245	46	98,5	185
29	58,6	346	35	60,9	425	41	79,7	300	47	54,0	277
30	53,4	396	36	55,9	510	42	32,6	412,5	48	53,8	292
Isoteneur	m	cm	Isoteneur	m	cm	Isoteneur	m	cm	Isoteneur	m	cm
Y	X		Y	X		Y	X		Y	X	
550	-10,8	0,0	550	36,9	0,6	550	98,9	1,6	550	10,0	0,2
500	4,9	0,1	500	52,0	0,8	500	109,0	1,8	500	20,7	0,3
200	155,1	2,5	200	197,4	3,2	200	206,5	3,4	200	123,7	2,0
150	202,2	3,3	150	243,1	4,0	150	237,1	3,9	150	156,0	2,5
100	268,7	4,4	100	307,5	5,0	100	280,2	4,6	100	201,6	3,3
50	382,3	6,2	50	417,5	6,8	50	354,0	5,8	50	279,5	4,6

VIII – SUIVI PHOTOGRAPHIQUE (Cf dossier photographique séparé)

IX - PLANS DE LOCALISATION DES PRELEVEMENTS (Cf dossier séparé)

