

MEMO

Objet **Interprétation des résultats d'analyses de suies prélevées sur le site de Lubrizol et des eaux d'extinction – Approche de la signature de l'incendie**
Client **Lubrizol**
Référence n° **FRLUBRO001-M3v1**
Pour **Christophe Pierard, Isabelle Striga (Lubrizol)**
De la part de **Pierre-Yves Guernion**
Copie **Bertrand Latrobe, Frédéric Pradelle (Ramboll)**

1. Introduction

Dans le cadre du suivi environnemental post-incendie Lubrizol/NL Logistique du 26 septembre 2019, des prélèvements et analyses ont été prescrits par les arrêtés préfectoraux portant mesures d'urgence du 14 octobre 2019 modifiés le 15 octobre 2019 à l'encontre de Lubrizol et de NL Logistique, en vue de déterminer la signature chimique de l'incendie. Ainsi, l'article 2 de l'arrêté préfectoral du 14 octobre 2019 à l'encontre de Lubrizol spécifiait la nécessité de réaliser :

- Des prélèvements dans les eaux d'extinction sans filtration préalable sur au moins deux échantillons. Les analyses permettant de déterminer l'ensemble des substances organiques et inorganiques présentes dans les eaux d'extinction sont effectuées.
- Des prélèvements de suies sur des surfaces exposées aux fumées, si possible sur le même type de support. Au minimum trois lieux différents sont investigués. Les analyses permettant de déterminer l'ensemble des substances organiques et inorganiques présentes dans les suies sont effectuées.

Pour satisfaire à ces exigences de l'arrêté préfectoral, des prélèvements de suies et d'eaux d'extinction ont été réalisés respectivement les 15 et 17 octobre 2019. Les résultats de ces analyses et des éléments d'interprétation associés ont été transmis à la DREAL « au fil de l'eau » depuis début novembre. L'objectif de ce document est donc de consolider l'ensemble de ces analyses et d'approfondir leur interprétation.

Date
08/09/2020

Ramboll
Immeuble Le Cézanne
155 rue Louis de Broglie
13100 Aix-en-Provence

T +33 (0)4 42 90 74 96
F +33 (0)4 42 90 71 58
www.ramboll.com

2. Prélèvements et analyses des suies

2.1 Présentation des prélèvements et analyses

Conformément aux exigences de l'arrêté préfectoral, un minimum de trois échantillons a été réalisé pour les mesures de suies. 3 supports différents ont été utilisés à cet effet : un bac, un rail, et un poteau. Afin de disposer d'une valeur de comparaison, il a été réalisé pour chacun de ces supports un point témoin, dit « sans suie », car situé en dehors de la zone impactée par l'incendie. De même, une lingette « blanc » a systématiquement été réalisée. Ainsi, au final, ce sont 9 prélèvements qui ont été réalisés, et dénommés :

- Bac avec suie ;
- Bac sans suie ;
- Bac « blanc » ;
- Poteau avec suie ;
- Poteau sans suie ;
- Poteau « blanc » ;
- Rail avec suie ;
- Rail sans suie ;
- Rail « blanc ».

Ces prélèvements sont illustrés sur la Figure 1 et cartographiés dans la Figure 2 ci-après. Il est à noter que ces prélèvements ont eu lieu le 15 octobre, soit près de trois semaines après l'incendie. Aussi, un lessivage partiel, lié aux précipitations observées sur la période allant du 26 septembre au 15 octobre a pu modifier la quantité et la qualité de suies relevées. Il est d'ailleurs à noter que les résultats des analyses de lingettes sont à utiliser de manière qualitative, et non quantitative, l'objectif étant de détecter la présence ou l'absence de composés, plutôt que la valeur absolue en tant que telle.



Figure 1 : Prise de vue des prélèvements de suies du 15/10/2019 (de haut en bas, bac, rail et poteau, et avec sùle à gauche, sans suie à drolte)



Figure 2 : Localisation géographique des points de prélèvement suies du 15/10/2019

De nombreuses analyses ont été réalisées sur ces lingettes. Le Tableau 1 ci-dessous reprend les correspondances support / composés recherchés / échantillons / rapport d'analyses. Tous ces rapports d'analyses sont présentés en annexe 3.

Tableau 1 : récapitulatif des prélèvements et analyses réalisés - lingettes

Support	Famille de composés	N° de rapport	N° d'échantillon
Rail	HAP	UTOJ041_HAA_R1	UTOJ072 UTOJ073 UTOJ074
Bac	HAP	UTOJ042_HAA_R1	UTOJ084 UTOJ085 UTOJ086
Poteau	HAP	UTOJ043_HAA_R1	UTOJ096 UTOJ097 UTOJ098
Rail	Métaux & inorganiques	UTOJ044_SQI_R1	UTOJ075 UTOJ076 UTOJ077
Bac	Métaux & inorganiques	UTOJ047_SQI_R1	UTOJ087 UTOJ088 UTOJ089
Poteau	Métaux & inorganiques	UTOJ050_SQI_R1	UTOJ099 UTOJ100 UTOJ101
Poteau	Phtalates	UTOJ053_PHT_R1	UTOJ102 UTOJ103 UTOJ104
Bac	Phtalates	UTOJ054_PHT_R1	UTOJ090 UTOJ091 UTOJ092
Rail	Phtalates	UTOJ055_PHT_R1	UTOJ078 UTOJ079 UTOJ080
Rail	PCDD/F	UTOK015_PCD_R1	UTOJ069 UTOJ070 UTOJ071
Rail	PCB	UTOK016_PDE_R1	
Bac	PCDD/F	UTOK017_PCD_R1	UTOJ081 UTOJ082 UTOJ083
Bac	PCB	UTOK018_PDE_R1	
Poteau	PCDD/F	UTOK019_PCD_R1	UTOJ093 UTOJ094 UTOJ095
Poteau	PCB	UTOK020_PDE_R1	
Rail	Identification des Semi Volatils	UTOK021_IMS_R1	UTOK001 UTOK002 UTOK003
Bac	Identification des Semi Volatils	UTOK022_IMS_R1	UTOK004 UTOK005 UTOK006
Poteau	Identification des Semi Volatils	UTOK023_IMS_R1	UTOK007 UTOK008 UTOK009

2.2 Principaux enseignements des analyses quantitatives de suies

2.2.1 Analyses de HAP

Concernant les analyses de HAP, il est tout d'abord à noter que ces molécules n'ont pas été détectées, ni dans les blancs, ni dans les « sans suie ». Concernant les échantillons « avec suie » :

- 3 HAP sont identifiés sur les 3 échantillons (Phénanthrène, Pyrène et Fluoranthène) ;
- 3 HAP sont identifiés sur 1 seul échantillon :
 - o Naphtalène (rail) ;
 - o Chrysène (bac) ;
 - o Benzo(b)fluoranthène (rail).

La présence de ces molécules sur les lingettes avec suies, et leur absence dans les autres échantillons (sans suies et blancs), montrent que cette famille de molécules est pertinente en termes de traceurs dans le cadre du suivi post-incendie.

2.2.2 Analyses de métaux et d'inorganiques

67 éléments ont été recherchés dans les échantillons, dont plusieurs éléments traces métalliques, des terres rares, et des composés majoritaires. Cela représente une quantité importante de données. Aussi, ces résultats sont présentés dans le Tableau 2 ci-après. L'affichage des barres de données permet d'identifier :

- Les composés pour lesquels les niveaux sont relativement équivalents pour tous les échantillons, blancs compris. Dans ce cas, toutes les cases de l'élément en question sont colorées de la même manière (cas du soufre (S) et du sélénium (Se) par exemple) ;
- Les composés où les colonnes « avec suie » présentent des niveaux significativement plus élevés que les colonnes « sans suie » et « blanc » (cas du baryum (Ba) par exemple) ;
- Les composés où les colonnes avec suie et sans suie présentent des niveaux équivalents, et plus élevés que les blancs (cas du titane (Ti) par exemple) ;
- Les composés pour lesquelles 1 échantillon ressort (cas du zinc (Zn) sur le rail avec suie par exemple).

Tableau 2 : résultats des analyses d'éléments chimiques sur les lingettes

Résultat (ng/échantillon)	Rail suie	Bac avec sue	Poteau avec sue	Rail sans sue	Bac sans sue	Poteau sans sue	Rail blanc	Bac blanc	Poteau blanc
Li	1 774	281	66,7	63,5	20,1	21,5	15,7	9,4	9,8
Be	7,7	1,1	1,1	<0,2	1,1	2,2	1,1	<0,2	<0,2
B	7 308	1 038	701	584	430	386	379	345	290
Na	21 919	17 824	19 091	16 389	19 959	23 402	27 476	23 350	19 735
Mg	29 004	11 698	11 840	7 275	12 378	8 378	11 793	11 119	9 206
Al	71 608	37 739	30 487	14 847	31 681	6 778	3 253	8 165	2 463
Si	46 095	77 253	79 493	52 995	141 597	51 908	66 829	53 288	51 158
P	1173 351	285 702	294 139	72 727	34 827	30 013	23 794	27 847	25 672
S	910 570	706 446	916 744	723 422	714 984	811 666	723 206	807 847	822 828
K	52 952	25 406	25 566	25 313	28 797	21 187	18 860	20 419	23 107
Ca	1 609 151	166 032	173 192	105 989	96 112	109 685	97 219	90 393	80 715
Sc	33,1	27,2	22,1	21,6	24,4	18,9	20,1	18,2	19,7
Ti	6 618	5 245	6 191	1 277	5 207	258	306	409	196
V	176	45,1	420	67,2	50,6	13,2	4,1	5,6	4,8
Cr	744	351	132 646	322	578	355	201	173	209
Mn	8 629	987	5 971	2 279	1 303	770	186	434	460
Fe	19 448	92 577	84 320	485 751	22 429	26 913	9 387	8 666	8 625
Co	233	49,2	851	32,9	9,6	12,4	3,4	5,2	3,9
Ni	1 088	319	11 673	109	108	125	23	35	53
Cu	7 175	3 930	2 191	489	583	284	143	118 845	275
Zn	1 561 043	218 358	157 059	21 859	4 008	475 034	1 675	1 001	1 384
Ga	1565	905	1119	47,6	100	157	18,6	11,4	45
As	158	43,4	66,1	70,2	55,8	18,6	4,1	20,6	10,3
Se	1093	898	1342	1364	1072	985	877	1212	1104
Br	1534	511	1 435	644	1 454	710	937	549	454
Rb	198	29,9	32,9	28	14,8	9,5	1,8	2,8	3,7
Sr	4171	1668	2071	1352	1 466	1 441	1292	1130	1201
Y	62,1	13	12,3	7,9	5,1	2,5	0,9	1,5	1,1
Zr	137	122	101	42,4	25,3	18,7	4,8	2,9	6,7
Nb	8,8	6,5	17	2,4	3,5	0,8	0,2	<0,1	0,5
Mo	1386	612	964	79,3	21,8	30,5	8,7	5,1	5,8
Ru	0,5	1,8	0,5	0,5	<0,2	0,5	1,4	0,9	0,9
Rh	1,6	0,4	0,3	1	0,4	0,2	0,3	0,4	0,5
Pd	2,7	1,6	1,6	1,1	1,6	1,6	1,6	2,1	<0,2
Ag	7	4,2	3,7	2,6	3,7	2,6	5,2	0,2	1,4
Cd	286	21,6	64,7	10,8	2,7	10,8	8,1	5,4	<0,9
In	20,6	15,9	16,6	6,6	5,6	1,4	6,6	1,9	2,8
Sn	1 395	843	9 310	280	199	165	43,2	60,1	31,9
Sb	991	5 044	7 856	289	216	61,2	51,4	4,9	17,1
Te	<18,0	<18,0	<18,0	<18,0	51,4	<18,0	<18,0	<18,0	<18,0
Cs	34,3	32,4	16,6	11,9	7,3	7,3	4	5,3	3,3
Ba	48 714	36 901	37 907	1 700	2 779	6 800	566	543	1 264
La	120	143	61,5	65	24	14,7	4,3	3,5	2,3
Ce	314	193	92,8	54	61,2	11,2	1,6	2,8	5
Pr	14,4	10,9	6,2	4,6	4,1	<0,8	0,9	0,5	0,2
Nd	107	54,1	15,8	18	7,9	7,9	1,1	<0,4	3,4
Sm	13,8	10,1	<0,4	7,5	1,3	<0,4	0,4	<0,4	<0,4
Eu	8,5	5,9	5,6	0,3	1,6	0,7	<0,3	<0,1	0,1
Gd	9,5	7,1	2,4	5,5	2,4	<0,3	0,3	<0,3	0,8
Tb	1	1,1	0,1	0,1	0,3	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Dy	7,4	2,5	3,1	3,1	0,6	0,6	<0,6	1,2	<0,2
Ho	2,2	0,3	0,3	0,7	0,4	<0,001	0,1	<0,001	0,1
Er	3,1	3,1	1,3	<0,2	0,4	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Tm	0,4	<0,001	<0,001	0,1	0,2	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Yb	5,3	1,2	0,6	1,8	0,6	<0,2	<0,2	0,6	<0,2
Lu	2	<0,1	0,2	0,2	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Hf	17,70	23,7	8,8	8,8	3,5	1,8	1,8	<0,3	0,90
Ta	<0,1	0,5	<0,1	0,2	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	0,5
W	14,9	32,6	69,3	14,9	2,7	12,2	0,7	6,1	7,5
Os	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Ir	1,2	1,5	<0,1	2,8	3,4	0,9	1,9	1,5	1,5
Pt	5,7	6,7	6,7	5,7	5,7	1,9	5,7	2,9	1,9
Tl	16	5,3	7,4	4,4	21,3	5,6	2,7	2,1	0,6
Pb	8 558	3 071	2 823	2 333	19 761	4 247	17	33	34
Bi	57,5	58,2	21,1	85,4	16,3	3,5	1,3	1,3	2,9
Th	54,6	117,7	8,9	8,9	7,1	7,1	0,4	0,4	0,4
U	12,2	16,2	22	15,1	9,9	15,4	15,4	11	25,2

L'interprétation de ces données reste malgré tout très délicate, l'objectif étant plutôt qualitatif que quantitatif. Cela étant, on peut en retirer que :

- Pour les éléments chimiques utilisés en traceurs pour l'incendie, car présents en quantités importantes dans les produits Lubrizol :
 - o Pour le soufre, les résultats sont équivalents sur tous les échantillons, blanc compris ;
 - o Pour le phosphore, des niveaux effectivement plus élevés sur les échantillons avec suie, avec en particulier l'échantillon « rail » qui présente des niveaux élevés ;
 - o Pour le zinc, des niveaux élevés sur le rail avec suie, puis sur le poteau sans suie, ce qui indique un impact potentiellement important du support sur lequel est réalisé l'échantillonnage ;
- Pour les éléments qui pourraient se révéler être des traceurs potentiels, sur la base des résultats « avec suie » :
 - o Le baryum présente un profil potentiellement intéressant, de par les niveaux observés sur les trois échantillons avec suie.

2.2.3 Analyses de phtalates

Concernant les analyses de phtalates, sur 15 phtalates recherchés, 12 n'ont été détectés dans aucun échantillon. Pour les 3 derniers phtalates :

- Le DEP a été détecté uniquement sur 2 échantillons sans suie (rail et bac) ;
- Le DEHP a été détecté sur 5 échantillons, dont deux avec suie et trois sans suie, et dans des teneurs équivalentes ;
- La somme (Dibutyl phtalate + Diisobutyl phtalate) a été détectée dans les 9 échantillons, y compris dans les blancs et à des niveaux équivalents entre tous les échantillons.

Aussi, les analyses de phtalates réalisées sur les suies ne démontrent pas la pertinence de cette famille en tant que traceur pour l'incendie.

2.2.4 Analyses de PCB

Le Tableau 3 présente les analyses de PCB sur les lingettes. Pour une meilleure visibilité, toutes les valeurs inférieures à la LQ sont indiquées à 0. Les analyses complètes sont disponibles en annexe. Concernant ces analyses, elles montrent que, sur 16 PCB recherchés :

- 8 n'ont été détectés sur aucun échantillon ;
- 2 ont été détectés uniquement sur des échantillons sans suies ;
- 6 ont été détectés à l'état de traces, et dans les mêmes gammes quel que soit l'échantillon, blancs compris ;
- 2 ont été détectés à des teneurs plus significatives (PCB 118 et PCB 105), mais là encore, les niveaux sont du même ordre de grandeur quel que soit l'échantillon.

Aussi, les analyses de PCB réalisées sur les suies ne font pas ressortir d'éléments particuliers en terme de signature.

Tableau 3 : résultats des analyses de PCB sur les lingettes

Résultat (ng/échantillon)	Rail suie	Bac avec suie	Poteau avec suie	Rail sans suie	Bac sans suie	Poteau sans suie	Rail blanc	Bac blanc	Poteau blanc
PCB 81	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PCB 77	0	0	0	0	0	91,348	0	0	0
PCB 123	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PCB 118	182,997	126,226	148,852	147,907	107,304	145,58	123,167	94,496	135,3
PCB 114	0	0	0	0	0	23,319	0	0	0
PCB 105	105,161	92,694	68,386	66,972	45,335	94,377	48,415	47,734	102,765
PCB 126	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PCB 167	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PCB 156	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PCB 157	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PCB 169	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PCB 189	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PCB 28	0,774	0,328	0,453	1,222	0,483	1,025	0,638	0,496	0,805
PCB 52	1,329	0,566	0,832	1,966	0,92	1,758	1,108	0,881	1,695
PCB 101	0,354	0,145	0,265	0,428	0,227	0,382	0,298	0,246	0,396
PCB 138	0,267	0,137	0,237	0,222	0,182	0,351	0,167	0,238	0,219
PCB 153	0,29	0,131	0,235	0,209	0,19	0,321	0,182	0,153	0,224
PCB 180	0,12	0,068	0,088	0,08	0,075	0,203	0,112	0,071	0,078

2.2.5

Analyses de PCDD/F

Le Tableau 4 présente les analyses de PCDD/F sur les lingettes. Il en ressort des niveaux très disparates entre les 3 échantillons avec suie, l'échantillon « poteau avec suie » présentant des niveaux plus importants que les deux autres échantillons. Ces résultats sont relativement surprenants, d'autant plus que les résultats en PCB (cf. § ci-dessus) ne montrent pas de différence particulière, alors même que, d'une manière générale, ces deux familles de polluants vont de pair.

Tableau 4 : résultats des analyses de PCDD/F sur les lingettes

Résultat (ng/échantillon)	Rail suie	Bac avec suie	Poteau avec suie	Rail sans suie	Bac sans suie	Poteau sans suie	Rail blanc	Bac blanc	Poteau blanc
2,3,7,8-Tétra CDD	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1,2,3,7,8-Penta CDD	0	0	0,983	0	0	0	0	0	0
1,2,3,4,7,8-Hexa CDD	0	0	0,461	0	0	0	0	0	0
1,2,3,6,7,8-Hexa CDD	0	0,42	1,34	0	0	0	0	0	0
1,2,3,7,8,9-Hexa CDD	0	0	0,942	0	0	0	0	0	0
1,2,3,4,6,7,8-Hepta CDD	3,404	2,266	36,742	0,757	0,522	0	0,839	0,554	0,645
Octa CDD	6,698	5,423	561,374	3,21	1,479	1,997	1,87	1,729	1,16
2,3,7,8-Tétra CDF	0	0,954	4,296	0	0	0	0	0	0
1,2,3,7,8-Penta CDF	0	0,902	4,222	0	0	0	0	0	0
2,3,4,7,8-Penta CDF	0	1,348	4,992	0	0	0	0	0	0
1,2,3,4,7,8-Hexa CDF	0	1,371	4,201	0	0	0	0	0	0
1,2,3,6,7,8-Hexa CDF	0,675	1,394	3,932	0	0	0	0	0	0
2,3,4,6,7,8-Hexa CDF	1,156	2,149	3,238	0	0	0	0	0	0
1,2,3,7,8,9-Hexa CDF	0	0,448	1,61	0	0	0	0	0	0
1,2,3,4,6,7,8-Hepta CDF	2,188	5,352	9,315	0,423	0	0	0,554	0,305	0,38
1,2,3,4,7,8,9-Hepta CDF	0	0,528	1,331	0	0	0	0	0	0
Octa CDF	2,242	3,144	11,792	0	0	0	0	0	0

Pour faire abstraction des différences de niveau entre les échantillons, les signatures relatives des trois échantillons « avec suie » sont présentées en Figure 3.

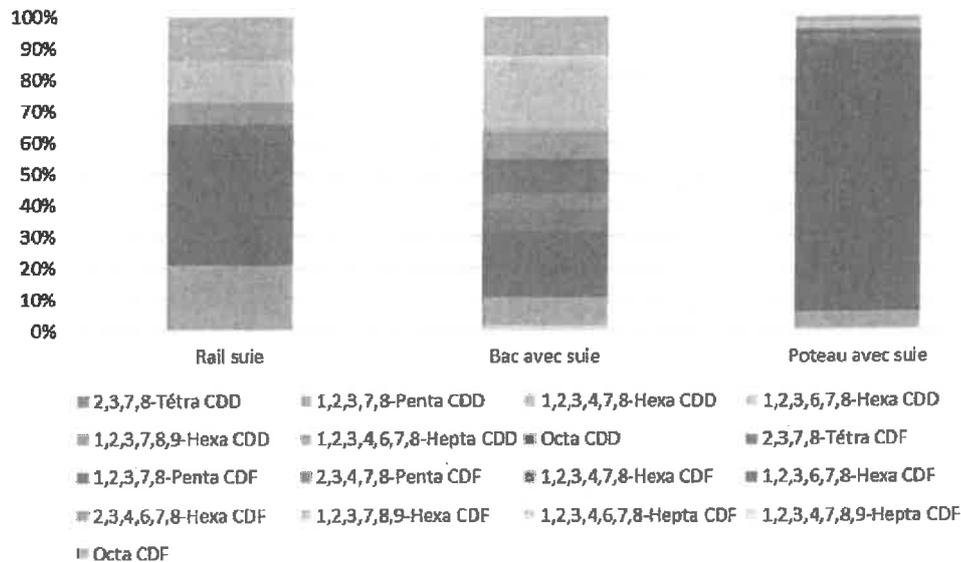


Figure 3 : Signature PCDD/F des suies

Là encore, même en relatif, il n'existe pas de signature évidente pour les trois échantillons de suies, ce qui rend délicate la définition d'une empreinte type PCDD/F de l'incendie. Le rail avec suie et le poteau avec suie ont comme congénère majoritaire l'OctaCDD, mais dans des proportions très différentes. Quant au bac avec suie, l'échantillon contient dans des proportions équivalentes de l'OctaCDD et du 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF, et présente des teneurs plus fortes en furanes. Ainsi, si l'on fait le ratio des 7 congénères de dioxines sur l'ensemble des 17 dioxines et furanes, celles-ci représentent environ 62 % sur le rail, 31 % sur le bac, et 92 % sur le poteau, soit des valeurs très différentes.

Aussi, ces résultats ne permettent pas de mettre en évidence une signature dioxines type liée à l'incendie. En effet, si cette signature avait été très marquée, nous l'aurions *a priori* retrouvée sur les trois échantillons de suies.

2.3 Principaux enseignements des analyses qualitatives de suies

Un screening par GC-MS (Gas Chromatography-Mass Spectrometer) a été réalisé sur les prélèvements de suies. Au total, 127 molécules ont été identifiées au moins une fois sur au moins un échantillon (témoin et blanc compris). Une recherche a été réalisée afin de déterminer si les molécules identifiées pouvaient constituer un enjeu sanitaire. Ainsi, tous les numéros CAS des produits identifiés ont été recherchés sur :

- La base de données de l'INERIS (<https://substances.ineris.fr/fr/>) pour voir si les molécules listées sont présentes sur ce site, et s'il y a des données de toxicologie pour ces molécules ;
- La base de données de l'ECHA (<https://echa.europa.eu/fr/information-on-chemicals/cl-inventory-database>) pour voir si les molécules sont classées CMR au sens de l'UE ;
- La base de données de l'INRS pour vérifier l'existence de VLEP ;
- La classification IARC/CIRC (<https://monographs.iarc.fr/list-of-classifications>)

Il en ressort les résultats suivants :

- Concernant la base de données de l'INERIS, sur les 127 molécules identifiées :
 - o 121 ne sont pas répertoriées sur le site de l'INERIS ;
 - o 6 sont répertoriées :
 - Dont 4 sans onglet toxicologie ;
 - Et 2 avec onglet toxicologie : il s'agit des deux phtalates DEHP et DiBP.
- Concernant la base de données de l'ECHA, sur les 127 molécules :
 - o 92 ne sont pas répertoriées ;
 - o 35 sont répertoriées dont :
 - 33 non classées CMR ;
 - 2 classées CMR : il s'agit toujours des mêmes phtalates DEHP et DiBP.
- Concernant la base de données de l'INRS, seule 1 molécule a une VLEP, il s'agit du phtalate DEHP ;
- Concernant la classification IARC, seul le DEHP est classé 2B.

Ainsi, en prenant en considération les bases de données utilisées, seules deux molécules ressortent, en l'occurrence deux phtalates. Ces molécules sont déjà intégrées dans le plan de surveillance, et, comme indiqué précédemment, il est probable que leur présence dans les échantillons soit plutôt liée au mode d'échantillonnage en tant que tel (présence dans les mêmes proportions entre les échantillons avec suie/sans suie et dans les blancs) qu'à l'incendie. Aussi, ce screening ne met pas en évidence d'omission dans les substances intégrées dans le plan de surveillance environnemental.

3. Prélèvements et analyses d'eaux d'extinction

3.1 Présentation des prélèvements et analyses

Les eaux d'extinction de 9 cuves ont fait l'objet de prélèvement sous contrôle d'huissier le 17 octobre 2019 au sein de la société Valgo. Sur chacun de ces échantillons, ont été réalisées les analyses suivantes :

- Amiante ;
- 63 éléments traces métalliques, terres rares et éléments chimiques majoritaires ;
- 22 COHV chlorés et bromés ;
- 12 COV ;
- Les PCDD/F (17 congénères), et 18 PCB (DL et nDL) ;
- Les HAP (16 congénères) ;
- 14 phtalates ;
- 4 anions.

En complément de ces analyses quantitatives, un screening a été réalisé par GC/MS afin d'identifier de manière qualitative la présence de composés organiques volatils et semi-volatils. Les rapports d'analyses de ces échantillons sont présentés en annexes 1 et 2. Chaque échantillon correspond à une cuve, et possède une référence allant de RNR19-00954.001 à RNR19-00954.009.

3.2 Principaux enseignements des analyses quantitatives d'eaux d'extinction

De la même manière que pour les suies, l'analyse des eaux d'extinction a pour objectif d'identifier la présence ou l'absence de composés. Aussi, l'interprétation des résultats est réalisée sous forme de détection/non détection.

Les Tableau 5 et Tableau 6 ci-après présentent le nombre de détections dans les 9 échantillons, selon les différentes familles. Au vu du nombre d'échantillons, il est possible de considérer que les composés identifiés dans 0 à 4 échantillons ne sont pas des éléments représentatifs de l'incendie. Pour ceux présents dans la totalité, ou la majorité des échantillons (soit à partir de 5), deux options sont possibles :

- Le composé en question est un composé déjà présent naturellement dans l'environnement ;
- Le composé est un traceur de l'incendie.

Tableau 5 : Nombre de détections de composés minéraux dans les eaux d'extinction

Nombre de détections	Amiante	Eléments traces métalliques et terres rares	Eléments chimiques majoritaires dans l'environnement	Anions
0	Amiante	Arsenic, Cadmium, Chrome, Cuivre, Plomb, Nickel, Antimoine, et 35 autres terres rares	Fluor	Nitrite, bromure
1		Mercurure, cobalt		
2		Etain		
3				
4				Fluorure, nitrate
5				
6				
7				
8				Orthophosphate
9		Zinc, molybdène, bore, lithium, scandium, strontium.	Phosphore, aluminium, baryum, fer, potassium, magnésium, manganèse, calcium, sodium, silicium, soufre.	Chlorure, sulfate

1 Liste des éléments chimiques majoritaires dans l'environnement basée sur les 20 éléments chimiques majeurs dans la croûte terrestre

Tableau 6 : Nombre de détections de composés organiques dans les eaux d'extinction

Nombre de détections	COV	COHV	Phtalates	PCDD/F	PCB DL et PCB nDL	HAP
0	Secbutylbenzène	21 COHV chlorés et bromés	12 phtalates	14 congénères	18 PCB-DL et nDL	
1				1,2,3,4,6,7,8- HpCDF		
2		Chloroforme				Dibenzo(a,h)anthracène
3				1,2,3,4,6,7,8- HpCDD		
4	n-propylbenzène					Benzo(a)pyrène, Benzo(b)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène, benzo(g,h,i)peryène, indéno(1,2,3-c,d)pyrène
5	isopropylbenzène styrène,					
6	éthylbenzène, m,p-xylènes		DEHP	OCDD		
7	1,2,4 TMB					
8	toluène, o-xylène					Benzo(a)anthracène, chrysène
9	Benzène, 1,3,5 TMB, 1,2,3 TMB		DEP			Acénaphthène, acénaphthylène, anthracène, fluoranthène, fluorène, naphthalène, phénanthrène, pyrène

En premières conclusions, il ressort que :

- Pour les principaux éléments traces métalliques d'intérêt, et conformément aux éléments issus des analyses de produits, seul le zinc pourrait être rattaché à l'incendie. Des métaux comme le plomb, l'arsenic, le mercure ou le cadmium ne semblent pas pouvoir être considérés comme des traceurs pertinents, n'étant jamais (ou rarement dans le cas du mercure) détectés dans les échantillons d'eaux d'extinction ;
- Le fluor, ainsi que les fluorures, ne peuvent être considérés comme un traceur au vu des résultats ;
- Les COHV ne ressortent pas non plus comme des traceurs pertinents sur la base des analyses d'eaux d'extinction ;
- Les PCB (DL et non DL) ne sont également pas détectés, et ne sont donc pas un traceur pertinent de l'incendie ce qui est cohérent également avec les premiers résultats d'analyses de sols, et les résultats de lingettes présentés en 2.2.4 ;
- De même, les PCDD/F ne semblent pas être un traceur majeur de l'incendie, seule l'OctaCDD étant détectée dans la majorité des échantillons, et ce congénère étant également celui présent dans les plus grandes quantités dans l'environnement ;

A l'inverse, il ressort également :

- Une quantification importante de la majorité des HAP, 8 HAP sur 16 étant détectés dans tous les échantillons, et 2 HAP étant détectés dans 8 échantillons. Aussi, ces composés étant naturellement peu présents dans les eaux, il est plausible de les rattacher à l'incendie ;
- De même, plusieurs COV aromatiques sont détectés dans les eaux d'incendie, et peuvent également être considérés comme des traceurs potentiels de l'incendie (BTEX et triméthylbenzènes en particulier).

Pour plusieurs éléments, bien que présents dans tous ou la majorité des échantillons, il n'est pas possible de conclure sur leur pertinence en tant que traceurs ou non, ces éléments étant présents de manière significative dans l'environnement. C'est vrai pour plusieurs anions (chlorure, sulfate, orthophosphate), ainsi que pour plusieurs éléments (Phosphore, aluminium, baryum, fer, potassium, magnésium, manganèse, calcium, sodium, silicium, soufre...).

Enfin, pour les phtalates, 12 sur 14 ne sont jamais détectés, ce qui permet de les exclure des traceurs potentiels. Pour les deux phtalates restants, il est possible que leur détection soit liée aux composants utilisés pour l'échantillonnage (contenants plastiques), aussi, il est prématuré de les considérer comme des traceurs. Cela rejoint d'ailleurs les observations faites sur les lingettes (cf §2.2.3).

Au vu de l'intérêt spécifique pour les COV et les HAP, et même si les résultats qualitatifs ont plus de valeur que les résultats quantitatifs, les Figure 4 et Figure 5 ci-après présentent les signatures disponibles sur les 9 échantillons d'eaux d'extinction pour les COV, et pour les HAP. A noter que pour les HAP, au vu de la prédominance du naphthalène dans les eaux, une signature sans le naphthalène est également présentée en Figure 6. Une signature des 17 éléments chimiques majoritairement détectés est également présentée en Figure 7.

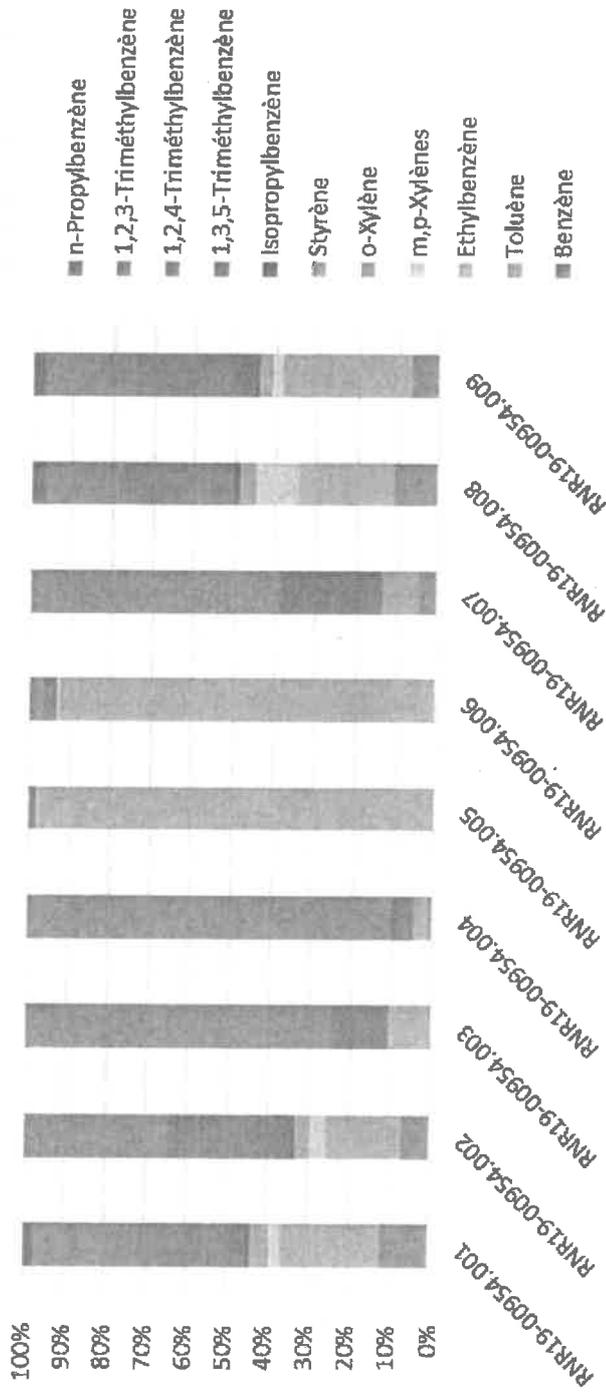


Figure 4 : Signature COV des eaux d'extinction

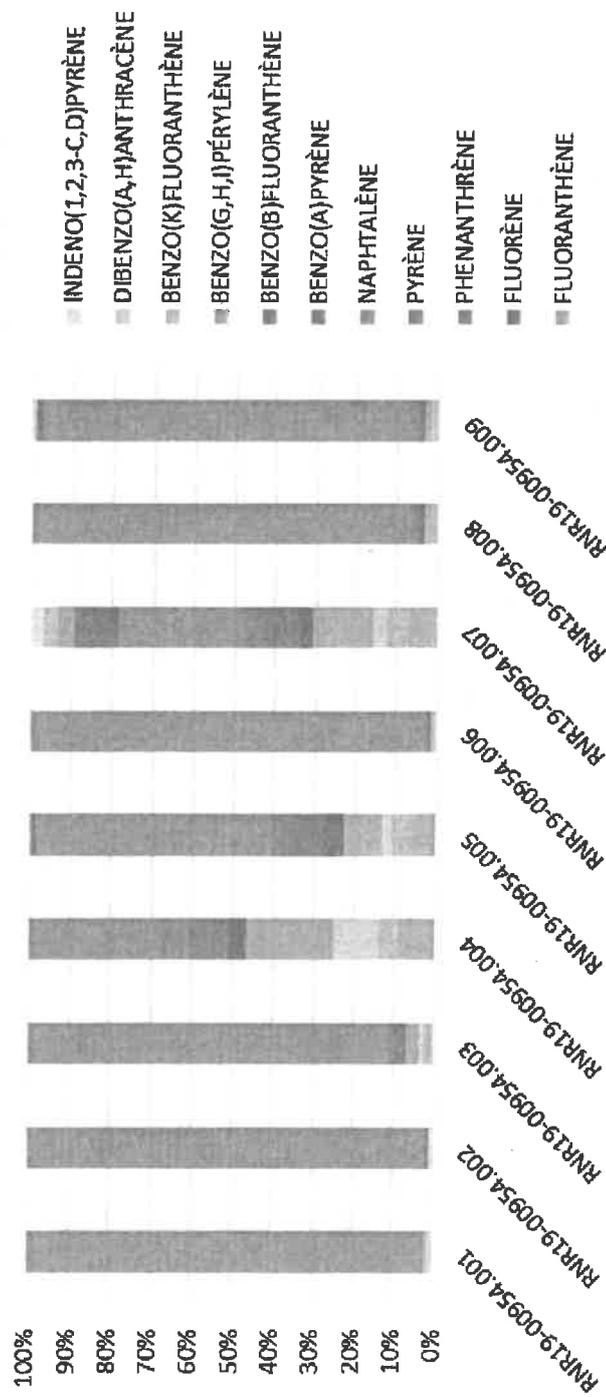


Figure 5 : Signature HAP des eaux d'extinction

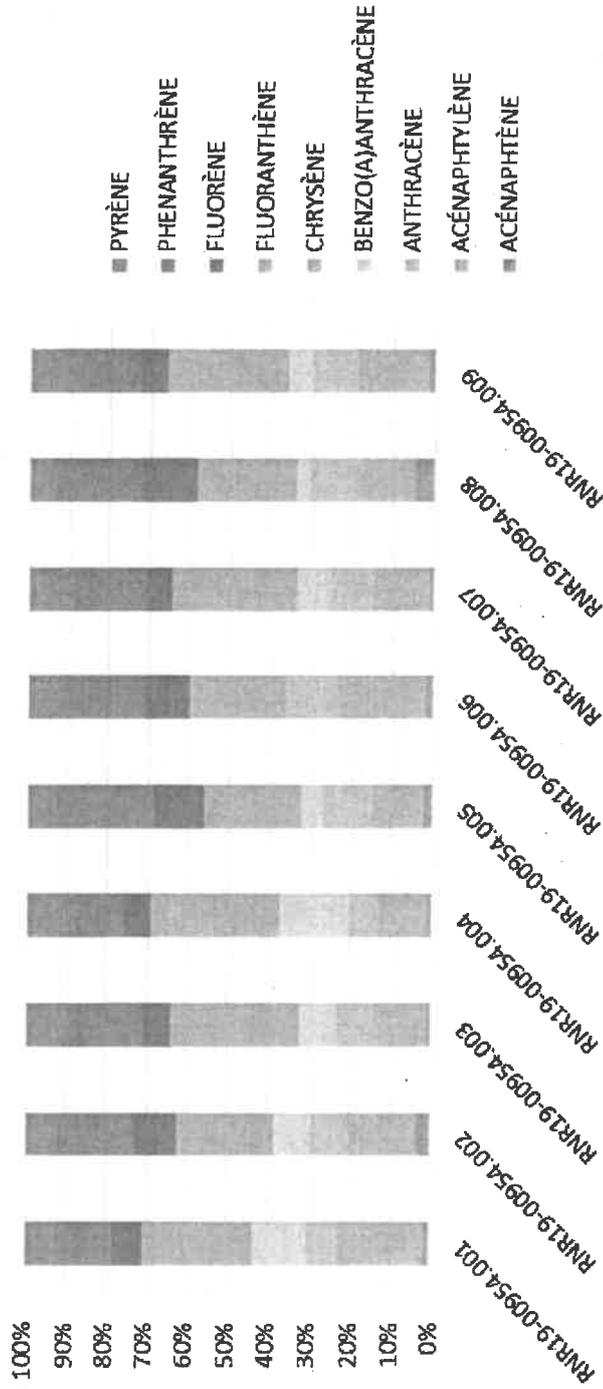


Figure 6 : Signature HAP des eaux d'extinction (hors naphthalène)

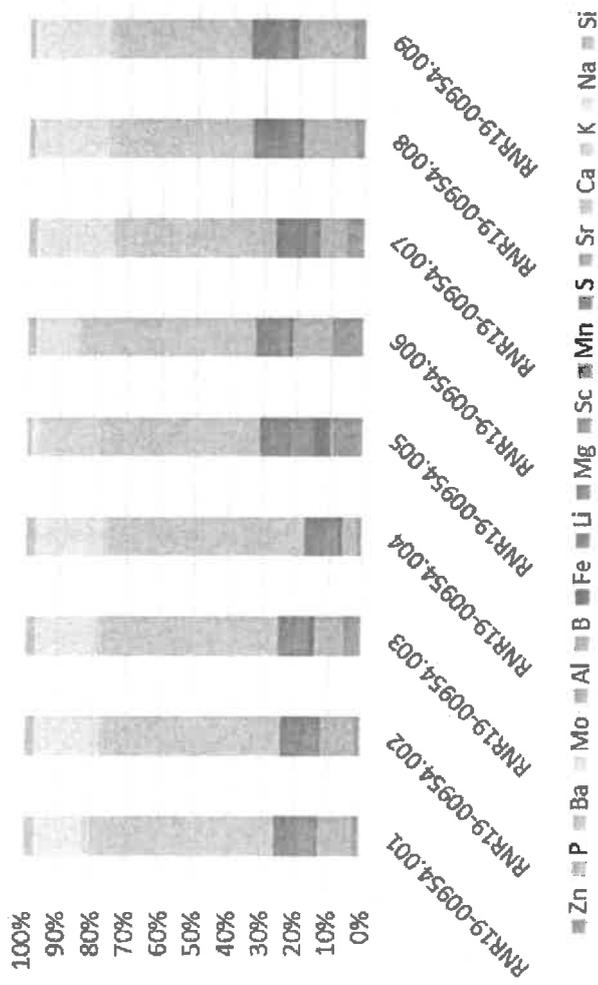


Figure 7 : Signature Eléments minéraux des eaux d'extinction

Il ressort de ces figures :

- Pour les COV, aucune cohérence dans les signatures, même si deux composés semblent se détacher comme majoritaires, en l'occurrence le toluène et le 1,2,3-triméthylbenzène;
- Pour les HAP :
 - o Le naphthalène apparaît comme majoritaire;
 - o Une signature hors naphthalène relativement cohérente entre les échantillons;
- Pour les éléments chimiques, une prédominance du calcium (49 % en moyenne) et du sodium (17 %), avant le phosphore et le soufre (8 %) puis le zinc (5 %).

Concernant les éléments chimiques, le calcium et le sodium étant naturellement très présents dans l'environnement, leur prédominance ne peut être associée à l'incendie. Concernant le phosphore, le soufre, et le zinc, ceux-ci semblent être présents en quantité relative plus importante dans les échantillons d'eaux d'extinction que dans l'environnement. Aussi, ces composés pourraient être utilisés comme traceurs potentiels, même s'il restera important de garder à l'esprit leur présence non négligeable à l'état naturel, voire leur utilisation en amendement agricole, dans l'exploitation des résultats des analyses de sols en particulier.

3.3 Cas des analyses qualitatives d'eaux d'extinction

En complément des analyses quantitatives, un screening des composés volatils et semi-volatils a été réalisé sur les 9 échantillons. Cette analyse est réalisée par GC-MS (Gas Chromatography-Mass Spectrometer). Le principe de cette analyse est la comparaison des pics observés à une librairie de spectres. Un certain nombre de composés sont ainsi identifiés, et leur présence est avérée sous forme de « Traces », « Présence » et enfin « Majoritaire », ce qui permet de qualifier leur présence, mais pas de les quantifier.

Dans les 9 échantillons analysés, aucun composé n'a été identifié comme « majoritaire ». Seules les mentions « traces » ou « présence » apparaissent pour certains composés.

En se focalisant sur les « présences », seule une molécule se distingue, en l'occurrence le phénol, 2,6-bis(1,1-diméthylethyl) (CAS 128-39-2, ou 2,6-di-tert-butylphénol), identifiée à l'état de « présence » dans 5 échantillons sur 9, soit une majorité des échantillons. Toutes les autres molécules identifiées à l'état de « présence », le sont dans au maximum 3 échantillons sur 9 (cas du 1-propène, 3,3'-thiobis[2-méthyl- (n°CAS 23973-54-8)), voire moins pour les autres molécules.

Cette molécule (2,6-di-tert-butylphénol) est un des constituants d'un produit Lubrizol (à hauteur de 23 % de ce produit), donc sa détection dans les eaux d'extinction peut être associée à l'incendie.

4. Conclusions

Les prélèvements et analyses réalisées dans le cadre de la signature de l'incendie ont permis de confirmer plusieurs hypothèses déjà évoquées depuis l'incendie, pour valider la pertinence, ou la non-pertinence de la sélection de certains composés intégrés dans le suivi environnemental. La réalisation de screenings a également permis d'élargir le spectre des composés recherchés.

La combinaison des résultats des analyses d'eaux d'extinction et des analyses de suies permet d'indiquer que les traceurs les plus pertinents dans le cadre de l'incendie sont :

- Les HAP,
- Les BTEX,
- Les triméthylbenzènes, et
- Le zinc.

Le phosphore et le soufre sont également des traceurs potentiellement intéressants, mais plus difficiles à exploiter et à interpréter, du fait de leur prévalence importante dans l'environnement.

A l'inverse, les métaux (hors zinc), les phtalates, les PCB DL et non DL ne sont pas des traceurs pertinents de l'incendie, au vu des résultats des signatures. Pour les PCDD/F, les résultats tendent également à montrer leur non-pertinence, en particulier vu les niveaux observés dans les eaux d'extinction.

Les screenings organiques et inorganiques ont permis d'élargir le spectre des composés recherchés, afin d'identifier les traceurs potentiels. Par exemple, les analyses de suies ont montré la présence de baryum. Toutefois, ce composé n'est pas ressorti significativement dans les analyses d'eaux d'extinction. Les screenings d'eaux d'extinction ont quant à eux permis d'identifier une molécule, le 2,6-di-tert-butylphénol, dans la majorité des échantillons, qui s'avère être présent dans un des produits Lubrizol. A l'inverse, ce produit n'a toutefois pas été identifié dans les screenings sur les suies. Aussi, pour ces deux composés (baryum et 2,6-di-tert-butylphénol), seul un des deux supports les fait apparaître comme traceur, ce qui limite également la portée de cette observation. Sur cette base, il apparaît que la surveillance environnementale mise en œuvre a ciblé les principaux traceurs potentiels (mesures de HAP et de zinc dans les sols et végétaux, suivi BTEX et COV dans l'air ambiant mené par Atmo Normandie), et va bien au-delà, intégrant dans le suivi de nombreuses molécules/familles de molécules n'apparaissant pas comme des traceurs de l'incendie, sur la base des analyses réalisées (métaux hors zinc, phtalates, PCB-DL, PCB-nDL, voire PCDD/F).

Révision	Date	Approbateur	Signature	Description
1	23/12/2019	Bertrand Latrobe		Version provisoire
V1	08/09/2020	Bertrand Latrobe		Version validée
Contact client Directeur de projet		Pierre-Yves Guernion pyguernion@ramboll.com		

ANNEXES

Annexe 1 : Rapports d'analyses des eaux d'extinction – Analyses quantitatives

Annexe 2 : Rapports d'analyses des eaux d'extinction – Screenings qualitatifs

Annexe 3 : Résultats des mesures de lingettes sur site