



Inventaire des émissions, pertes et rejets sur le bassin Rhin-Meuse

Méthodologie et résultats

Novembre 2019



INVENTAIRE DES ÉMISSIONS, PERTES ET REJETS SUR LE BASSIN RHIN-MEUSE

MÉTHODOLOGIE ET RÉSULTATS

Sommaire

Contexte	7
METHODOLOGIE	13
Démarche générale	14
Sources ponctuelles	16
Emissions relatives aux rejets de stations d'épuration (P8) et aux eaux usées des ménages non traitées (P9)	16
Extraction et préparation des données	17
Stations ayant fait l'objet d'une campagne de mesures	21
Stations sans données	22
Eaux usées non traitées	22
Différences méthodologiques par rapport au précédent inventaire	22
Gestion de l'incertitude	23
Emissions relatives aux industries isolées (P10)	23
Extraction et préparation des données	23
Etablissements ayant analysé leurs rejets	24
Etablissements sans données	24
Différences méthodologiques par rapport au précédent inventaire	25
Gestion de l'incertitude	25
Sources diffuses	26
Retombées atmosphériques (P1)	26
Calcul des émissions associées aux retombées atmosphériques	26
Gestion de l'incertitude	26
Ruissellement agricole (P3)	26
Calcul des émissions associées au ruissellement agricole	26
Gestion de l'incertitude	27
Calcul des émissions associées aux dérives de pulvérisation	28
Gestion de l'incertitude	28
Ruissellement de surfaces imperméabilisées (P6) et rejets des déversoirs d'orage (P7)	28
Extraction et préparation des données	29
Ruissellement des surfaces imperméabilisées	30
Rejets des déversoirs d'orage	31
Différences méthodologiques par rapport au précédent inventaire	31
Gestion de l'incertitude	31
Confrontation des flux estimés lors de l'inventaire aux données « milieu », aux exutoires de la Meuse, de la Moselle et de la Sarre	32
RESULTATS	34
Tableau récapitulatif	35
Sources ponctuelles	40
Emissions relatives aux rejets de stations d'épuration (P8) et aux eaux usées des ménages non traitées (P9)	40
Emissions relatives aux rejets de stations d'épuration	40
Eaux usées non traitées	44
Emissions relatives aux industries isolées (P10)	46
Etablissements ayant analysé leurs rejets	46

Sources diffuses	48
Retombées atmosphériques (P1)	48
Ruissellement agricole (P3)	48
Dérives de pulvérisation (P5)	49
Ruissellement de surfaces imperméabilisées (P6) et rejets des déversoirs d'orage (P7)	50
Ruissellement des surfaces imperméabilisées	50
Rejets des déversoirs d'orage	51
DISCUSSION	53
Principaux flux émis	54
Principales voies d'apport	56
Distributions des voies d'apport par famille de substances	56
Complément sur les voies d'apport	67
Contribution des voies d'apport par district	68
Quelles évolutions depuis le précédent inventaire ?	70
Pertinence des comparaisons par voie d'apport	70
Ruissellement agricole (P3)	70
Rejets de stations d'épuration (P8) et eaux usées des ménages non traitées (P9)	70
Rejets des industries isolées (P10)	72
Evolutions depuis le précédent inventaire	72
Confrontation des résultats de l'inventaire aux données « milieu » aux exutoires de la Meuse, de la Moselle et de la Sarre	85
Conclusion	90
ANNEXES	91
Annexe 1 : Légendes de la Figure 2	92
Annexe 2 : Flux émis (kg an ⁻¹) sur le bassin Rhin-Meuse (Min-Max) par voie d'apport	93
Annexe 3 : Flux émis (kg an ⁻¹) au niveau du district Rhin (Min-Max) par voie d'apport	96
Annexe 4 : Flux émis (kg an ⁻¹) au niveau du district Meuse (Min-Max) par voie d'apport	99

Liste des figures

Figure 1 : Voies d'apport traitées par la méthodologie de l'INERIS hors émissions directes de la navigation intérieure/fluviale.....	8
Figure 2 : Démarche générale utilisée par voie d'apport traitée dans l'inventaire	15
Figure 3 : Six plus gros flux de substances émis par les rejets de stations d'épuration (estimations et données mesurées confondues), en kg an ⁻¹	42
Figure 4 : Six plus gros flux de substances émis par les eaux usées non traitées des ménages, en kg an ⁻¹	44
Figure 5 : Six plus gros flux de substances émis par les industries isolées (rejets mesurés uniquement), en kg an ⁻¹	46
Figure 6 : Six plus gros flux de substances émis par les retombées atmosphériques, en kg an ⁻¹	48
Figure 7 : Six plus gros flux de substances émis par le ruissellement agricole, en kg an ⁻¹	49
Figure 8 : Six plus gros flux de substances émis par les dérives de pulvérisation, en kg an ⁻¹	50
Figure 9 : Six plus gros flux de substances émis par le ruissellement des surfaces imperméabilisées, en kg an ⁻¹	50
Figure 10 : Six plus gros flux de substances émis par les déversoirs d'orage, en kg an ⁻¹	51
Figure 11 : Contributions moyennes des différentes voies d'apport analysées pour le zinc, le chrome et le plomb	56
Figure 12 : Contributions des différentes voies d'apport analysées pour le cuivre.....	57
Figure 13 : Contributions moyennes des différentes voies d'apport analysées pour l'arsenic, le nickel et le mercure	58
Figure 14 : Contributions moyennes des différentes voies d'apport analysées pour le cadmium.....	59
Figure 15 : Contributions moyennes des différentes voies d'apport analysées pour le glyphosate, l'isoproturon et le chlortoluron.....	59
Figure 16 : Contributions moyennes des différentes voies d'apport analysées pour le 2,4D et le 2,4 MCPA.....	60
Figure 17 : Contributions moyennes des différentes voies d'apport analysées pour les HAP pyrolytiques.....	61
Figure 18 : Contributions des différentes voies d'apport analysées pour le fluoranthène	62
Figure 19 : Contributions des différentes voies d'apport analysées pour le naphthalène	63
Figure 20 : Contributions des différentes voies d'apport analysées pour l'anthracène	63
Figure 21 : Contributions des différentes voies d'apport analysées pour le DEHP.....	64
Figure 22 : Contributions des différentes voies d'apport analysées pour le toluène	65
Figure 23 : Contributions moyennes des différentes voies d'apport analysées pour le chloroforme et le tétrachloroéthylène.....	66
Figure 24 : Contributions des différentes voies d'apport analysées pour les nonylphénols	66
Figure 25 : Contributions des différentes voies d'apport analysées pour les octylphénols	67
Figure 26 : Visualisation des flux émis (en kg an ⁻¹) par voie d'apport, détaillés par district pour le zinc	69
Figure 27 : Contributions de l'augmentation du parc de stations d'épuration et de l'augmentation de la population sur les émissions relatives aux voies d'apport « P8- Rejets de STEU » et « P9 – Eaux usées des ménages non traitées », à taux de collecte et taux d'émissions constants ; STEU : station de traitement des eaux usées, * application du taux de collecte (cf. méthodologie)	73
Figure 28 : Evolution du flux de zinc émis par Saint Gobain PAM – données GEREPE	74
Figure 29 : Evolution du flux d'arsenic émis par l'industrie Norske Skog – données GEREPE	75
Figure 30 : Evolution du flux de plomb émis par la manufacture de Baccarat – données GEREPE	75
Figure 31 : Evolution du flux de nickel émis par Asco Industries – données GEREPE	76
Figure 32 : Evolution du flux de mercure émis par l'industrie Potasse et Produits Chimiques – données GEREPE	76

Figure 33 : Evolution du flux de cadmium émis par Uniper – données GEREP	77
Figure 34 : Evolution des ventes de produits phytosanitaires	79
Figure 35 : Flux de zinc - comparaison des résultats de l'inventaire aux données milieux 2016 (eau filtrée et eau brute) pour la Moselle, la Meuse et la Sarre	85
Figure 36 : Flux de cuivre - comparaison des résultats de l'inventaire aux données milieux 2016 (eau filtrée et eau brute) pour la Moselle, la Meuse et la Sarre	86
Figure 37 : Flux de glyphosate- comparaison des résultats de l'inventaire aux données milieux 2016 pour la Moselle, la Meuse et la Sarre.....	86
Figure 38 : Flux d'AMPA - comparaison des résultats de l'inventaire aux données milieux 2016 pour la Moselle, la Meuse et la Sarre	87
Figure 39 : Somme des flux de glyphosate et d'AMPA (en équivalent glyphosate) : comparaison des résultats de l'inventaire aux données milieux 2016 pour la Moselle, la Meuse et la Sarre.....	88
Figure 40 : Flux de benzo(a)pyrène - comparaison des résultats de l'inventaire aux données milieux 2016 pour la Moselle, la Meuse et la Sarre.....	88

Liste des tableaux

Tableau 1 : Liste des substances considérées dans le cadre de l'inventaire.....	9
Tableau 2 : Répartition du nombre d'équivalents habitants raccordés (collectés) à une station disposant de données, raccordés (collectés) à une station sans données et non raccordés (non collectés) à une station	16
Tableau 3 : Liste des substances avec une différenciation urbain/rural pour les taux d'émission en entrée de STEU.....	21
Tableau 4 : Ratio dissous/total pour les concentrations en zinc et en cuivre, pour les stations de surveillance étudiées.....	32
Tableau 5 : Liste des substances non caractérisées lors de l'inventaire et usages.....	36
Tableau 6 : Flux de substances émis par voie d'apport et par district en kg an ⁻¹	37
Tableau 7 : Liste des substances quantifiées à moins de 10 % en entrée de STEU, négligées pour les voies d'apport relatives aux rejets de STEU et aux eaux usées des ménages non traitées.....	40
Tableau 8 : Flux (kg an ⁻¹) liés aux rejets des stations d'épuration distingués entre part estimée et part issue de mesures par district.....	41
Tableau 9 : Liste des substances nouvellement mesurées et peu quantifiées en entrée des quatre STEU considérées	43
Tableau 10 : Flux estimés (kg an ⁻¹) pour les STEU de plus de 5 000 équivalents habitants à partir des premières analyses disponibles de la campagne RSDE_STEU 2018 pour les substances peu ou non mesurées précédemment au niveau des rejets de stations d'épuration	44
Tableau 11 : Flux estimés (kg an ⁻¹) pour les populations non traitées des communes associées à une station de plus de 5 000 équivalents habitants raccordés à partir des premières analyses disponibles de la campagne RSDE_STEU 2018 pour les substances peu ou non mesurées précédemment pour les rejets des ménages non raccordés/collectés	45
Tableau 12 : Dix plus gros flux (en kg an ⁻¹) émis sur le bassin Rhin-Meuse par l'ensemble des voies d'apport analysées	55
Tableau 13 : Dix flux (en kg an ⁻¹) jugés les plus toxiques émis sur le bassin Rhin-Meuse par l'ensemble des voies d'apport analysées	55
Tableau 14 : Contributions par district des voies d'apport aux flux de métaux émis (Zn, Cr, Pb, Cu) ..	56
Tableau 15 : Contributions par district des voies d'apport aux flux de métaux émis (As, Ni, Hg, Cd) ..	58
Tableau 16 : Catégories/origines de HAP.....	61
Tableau 17 : Contributions par district des voies d'apport aux flux de HAP (HAP pyrolytiques et fluoranthène)	61
Tableau 18 : Contributions par district des voies d'apport aux flux de HAP (anthracène et naphthalène)	62
Tableau 19 : Evolutions des sources comparables par substance pour les métaux, représentativité vis-à-vis du flux total estimé et objectifs de réduction.....	77
Tableau 20 : Evolution des émissions de pesticides par ruissellement agricole pour l'ensemble des substances phytosanitaires de l'inventaire et objectifs de réduction à l'horizon 2021	80
Tableau 21 : Evolutions des sources comparables par substance hors métaux et pesticides disposant de données de vente, représentativité vis-à-vis du flux total estimé et objectifs de réduction	84

Contexte

L'article 5 de la directive-fille 2008/105/ CE de la Directive cadre sur l'Eau, portant sur la définition de normes de qualité environnementale (NQE) représentant les seuils de concentration en substance dans un milieu à ne pas dépasser pour garantir le bon état de celui-ci, fait obligation aux États-membres d'établir un inventaire des émissions, pertes et rejets de toutes les substances prioritaires et polluants listés à l'annexe 1, partie A, de cette directive. Les émissions, pertes et rejets sont « l'ensemble des apports environnementaux pertinents en micropolluants susceptibles d'atteindre les eaux de surface ». L'inventaire porte sur :

- les 53 substances caractérisant l'état chimique des eaux dont :
 - o 21 substances ou familles de substances dangereuses prioritaires (SDP) ;
 - o 24 substances ou familles de substances prioritaires (SP) ;
 - o 8 autres polluants dangereux visés par une norme de qualité environnementale (NQE) avant 2009 ;
- les 31 polluants spécifiques de l'état écologique (PSEE) listés dans l'arrêté du 7 août 2015.

Ces substances ainsi que leurs principaux usages reportés dans la note technique du 20 octobre 2017¹ (mis à jour pour certaines substances concernées par une interdiction d'usage phytosanitaire récente), sont récapitulés dans le Tableau 1.

A l'échelle nationale, les sources de pollutions à estimer en priorité sont les pollutions d'origine urbaine, industrielle et agricole « importantes », ponctuelles ou diffuses. Le guide de l'INERIS (édition 2017) propose une méthodologie pour 9 **types de voies d'apport**, représentés sur la Figure 1 hors émissions directes de la navigation intérieure/fluviale.

La note technique du 20 octobre 2017 précise les modalités de réalisation de celui-ci :

- les efforts sont concentrés au niveau national à l'amélioration de l'information disponible et nécessaire pour le calcul d'émission pour les 5 voies d'apport prises en compte lors du dernier inventaire (P3, P6, P7, P8 et P10) et jugées prioritaires par le groupe de travail national « Etat des lieux – substances » ;
- les bassins sont libres de compléter la méthodologie nationale en estimant les émissions liées à d'autres voies d'apport non identifiées comme prioritaires dans le cas de la disponibilité de données locales ;
- les inventaires doivent être dressés à l'échelle du district ou de leur partie nationale pour les districts internationaux ;
- l'année de référence est fixée à 2016 : toutes les données permettant de refléter l'année 2016 doivent être utilisées, lorsqu'il est possible de justifier leur représentativité des émissions 2016 ;
- les flux provenant des sédiments ne sont pas considérés en première approche en raison des difficultés techniques associées.

¹ Note relative à la réalisation de l'inventaire dans le cadre de la mise à jour des états des lieux et de la rédaction du SDAGE pour le troisième cycle de la Directive Cadre sur l'Eau – Direction de l'eau et de la biodiversité – Ministère de la Transition écologique et solidaire

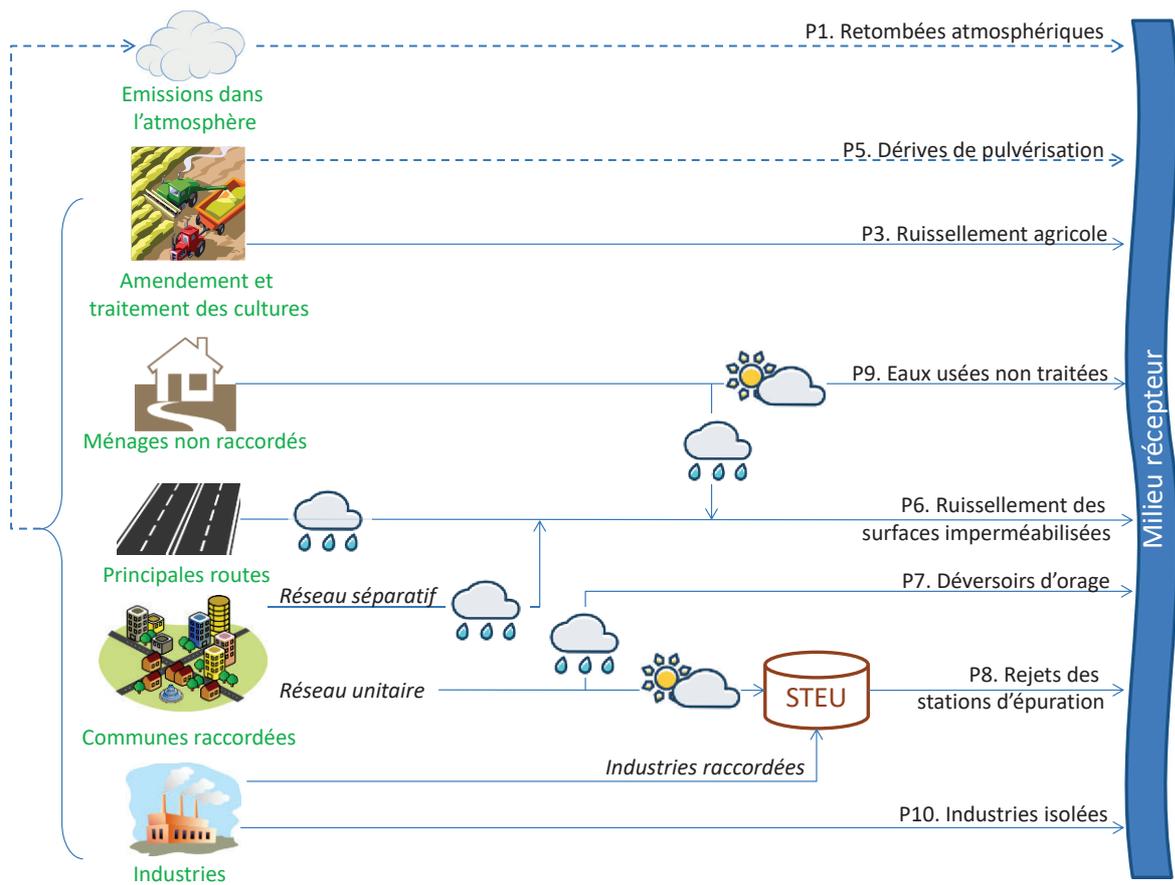


Figure 1 : Voies d'apport traitées par la méthodologie de l'INERIS hors émissions directes de la navigation intérieure/fluviale

Tableau 1 : Liste des substances considérées dans le cadre de l'inventaire

Code Sandre	Nom du paramètre	Type de substance	Catégorie de substance	Principaux usages**
1083	Chlorpyrifos (éthyl-chlorpyrifos)	SP	Pesticides organophosphorés	Usage phytosanitaire (interdit en 2020)
1101	Alachlore	SP	Pesticides organochlorés	Interdite (ex usage phytosanitaire)
1103	Aldrine	*	Pesticides organochlorés	Interdite (ex usage phytosanitaire)
1105	Aminotriazole	PSEE	Pesticides	Usage phytosanitaire (interdit en 2016)
1107	Atrazine	SP	Pesticides triazines	Interdite (ex usage phytosanitaire)
1113	Bentazone	PSEE	Pesticides	Usage phytosanitaire
1114	Benzène	SP	COV	Majoritairement utilise comme solvant, intermédiaire réactionnel et/ou en formulation
1115	Benzo (a) Pyrène	SDP	HAP	cf. HAP
1116	Benzo (b) Fluoranthène	SDP	HAP	cf. HAP
1117	Benzo (k) Fluoranthène	SDP	HAP	cf. HAP
1118	Benzo (g,h,i) Pérylène	SDP	HAP	cf. HAP
1119	Bifénox	SP	Pesticides	Usage phytosanitaire
1135	Trichlorométhane (chloroforme)	SP	COHV	Majoritairement utilise comme intermédiaire réactionnel et/ou en formulation
1136	Chlortoluron	PSEE	Pesticides urées	Usage phytosanitaire (ex usage biocide, interdit)
1140	Cyperméthrine	SP	Pesticides	Usage phytosanitaire ; Biocide - TP 8 et 18
1141	2,4 D	PSEE	Pesticides	Usage phytosanitaire
1144	Para-para-DDT	*	Pesticides organochlorés	Interdite (ex usage phytosanitaire)
1161	1,2 Dichloroéthane	SP	COHV	Majoritairement utilise comme intermédiaire réactionnel
1168	Dichlorométhane	SP	COHV	Majoritairement utilise comme solvant
1170	Dichlorvos	SP	Pesticides organophosphorés	Interdite (ex usage phytosanitaire)
1172	Dicofol	SDP	Pesticides	Interdite (ex usage phytosanitaire)
1173	Dieldrine	*	Pesticides organochlorés	Interdite (ex usage phytosanitaire)
1177	Diuron	SP	Pesticides urées	Biocide - TP 7 et 10 (ex usage phytosanitaire, interdit)
1181	Endrine	*	Pesticides organochlorés	Interdite (ex usage phytosanitaire)
1191	Fluoranthène	SP	HAP	cf. HAP
1199	Hexachlorobenzène (HCB)	SDP	Organiques chlorés	Interdite
1204	Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	SDP	HAP	cf. HAP

1206	Iprodione	PSEE	Pesticides	Usage phytosanitaire
1207	Isodrine	*	Pesticides organochlorés	Jamais employée
1208	Isoproturon	SP	Pesticides urées	Biocide - TP 7 et 10 (ex usage phytosanitaire, interdit en 2016)
1209	Linuron	PSEE	Pesticides urées	Usage phytosanitaire
1212	2,4 MCPA ou MCPA	PSEE	Pesticides	Usage phytosanitaire
1234	Pendiméthaline	PSEE	Pesticides	Usage phytosanitaire
1235	Pentachlorophénol	SP	Chlorophénols	Aucun usage actuel
1263	Simazine	SP	Pesticides triazines	Interdite (ex usage phytosanitaire)
1269	Terbutryne	SP	Pesticides triazines	Biocide - TP 7, 9 et 10 (ex usage phytosanitaire, interdit)
1272	Tétrachloroéthylène	*	COHV	Majoritairement utilisée comme solvant et intermédiaire réactionnel et/ou en formulation
1276	Tétrachlorure de carbone	*	COHV	Majoritairement utilisée comme intermédiaire réactionnel et/ou en formulation
1278	Toluène	PSEE	COV	Usages multiples
1286	Trichloroéthylène	*	COHV	Majoritairement utilisée comme solvant et intermédiaire réactionnel et/ou en formulation
1289	Trifluraline	SDP	Pesticides triazines	Interdite (ex usage phytosanitaire)
1359	Cyprodinil	PSEE	Pesticides	Usage phytosanitaire
1369	Arsenic	PSEE	Métaux	Usages multiples
1382	Plomb et ses composés	SP	Métaux	Usages multiples
1383	Zinc	PSEE	Métaux	Usages multiples dont usage phytosanitaire
1386	Nickel et ses composés	SP	Métaux	Usages multiples
1387	Mercurure et ses composés	SDP	Métaux	Usages multiples
1388	Cadmium et ses composés	SDP	Métaux	Usages multiples
1389	Chrome	PSEE	Métaux	Usages multiples
1392	Cuivre	PSEE	Métaux	Usages multiples, usage phytosanitaire, Biocide - TP 2, 11 et 21
1458	Anthracène	SDP	HAP	Majoritairement utilise comme intermédiaire réactionnel et/ou en formulation
1464	Chlorfenvinphos	SP	Pesticides organophosphorés	Interdite (ex usage phytosanitaire)
1474	Chlorprophame	PSEE	Pesticides	Usage phytosanitaire
1506	Glyphosate	PSEE	Pesticides	Usage phytosanitaire
1517	Naphtalène	SP	HAP	cf. HAP

1584	Biphényle	PSEE	Pesticides	Majoritairement utilisé comme conservateur alimentaire
1652	Hexachlorobutadiène	SDP	Organiques chlorés	Aucun usage actuel
1667	Oxadiazon	PSEE	Pesticides	Usage phytosanitaire (interdit en 2018)
1670	Métazachlore	PSEE	Pesticides	Usage phytosanitaire
1688	Aclonifène	SP	Pesticides	Usage phytosanitaire
1694	Tebuconazole	PSEE	Pesticides	Usage phytosanitaire ; Biocide - TP 7, 8, 9 et 10
1713	Thiabendazole	PSEE	Pesticides	Usage phytosanitaire ; Biocide - TP 7, 8, 9 et 10
1743	Endosulfan	SDP	Pesticides organochlorés	Interdite (ex usage phytosanitaire)
1774	Trichlorobenzènes (tous les isomères)	SP	Organiques chlorés	Majoritairement utilise comme intermédiaire réactionnel et/ou en formulation
1780	Xylène	PSEE	COV	Majoritairement utilisé comme solvant
1796	Métaldéhyde	PSEE	Pesticides	Usage phytosanitaire
1814	Diflufenicanil	PSEE	Pesticides	Usage phytosanitaire
1847	Phosphate de tributyle	PSEE	Organophosphorés	Retardateur de flamme et solvant
1866	Chlordécone	PSEE	Pesticide organochloré	Interdite (ex usage phytosanitaire)
1877	Imidaclopride	PSEE	Pesticides	Usage phytosanitaire ; Biocide - TP 18 et 19
1882	Nicosulfuron	PSEE	Pesticides	Usage phytosanitaire
1888	Pentachlorobenzène	SDP	Organiques chlorés	Aucun usage actuel
1907	AMPA	PSEE	Pesticides	Usage phytosanitaire (métabolite du glyphosate)
1935	Cybutryne	SP	Triazines	Biocide - TP 21
1951	Azoxystrobine	PSEE	Pesticides	Usage phytosanitaire
1955	Chloroalcanes C10-C13	SDP	Organiques chlorés	Majoritairement retardateur de flamme et plastifiant
1958	Nonylphénols	SDP	Alkylphénols	Majoritairement utilisé comme intermédiaire réactionnel et/ou en formulation
1959	Octylphénols	SP	Alkylphénols	
2028	Quinoxylène	SDP	Pesticides	Usage phytosanitaire (interdit en 2019)
2879	Composés du tributylétain (tributylétain-cation)	SDP	Pesticides organoétains	Biocide (ex usage phytosanitaire, interdit)
3268	DDT total	*	Pesticides organochlorés	Interdite (ex usage phytosanitaire)
5526	Boscalid	PSEE	Pesticides	Usage phytosanitaire
5537	Hexachlorocyclohexane	SDP	Pesticides organochlorés	Interdite (ex usage phytosanitaire)
6560	Acide perfluorooctane-sulfonique et ses dérivés	SDP	Perfluorés	Usages multiples par le passé, actuellement restreints
6616	Di(2-éthylhexyl)phtalate (DEHP)	SDP	Phtalates	Majoritairement utilisé comme plastifiant
7088	Hydrocarbures aromatiques polycycliques	SDP	HAP	Majoritairement utilisé comme biocide

	pyrolitiques (HAP) = 1115+1116+1117+1118+1204			
7128	Hexabromocyclododécane (HBCDD)	SDP	Retardateurs de flamme bromés	Additif de type retardateur de flamme
7705	Diphényléthers bromés	SDP	Retardateurs de flamme bromés	Majoritairement utilisé comme retardateur de flamme
7706	Heptachlore et époxyde d'heptachlore	SDP	Pesticide organochloré	Interdite (ex usage phytosanitaire)
7707	Dioxines et ses composés de type dioxine	SDP	Dioxines	Aucun usage actuel

SDP : substance dangereuse prioritaire, SP : substance prioritaire, * : autre substance de l'état chimique, PSEE : polluant spécifique de l'état écologique, ** : usages cités dans la note technique du 20 octobre 2017, mis à jour pour certaines substances concernées par une interdiction d'usage phytosanitaire récente, TP : type de produit biocide ; en gris figurent les substances considérées comme historiques

METHODOLOGIE

Démarche générale

La démarche générale utilisée par voie d'apport et distinguée selon le type de source, ponctuel ou diffus, et le mode d'obtention des flux, à partir de données mesurées ou d'estimations comme précisé dans la note technique du 20 octobre 2017, est récapitulée dans la Figure 2.

Les paragraphes suivants s'attachent à décrire de façon plus détaillée les bases de données utilisées, les calculs effectués, les éventuelles adaptations par rapport à la méthodologie préconisée dans le guide de l'INERIS (édition 2017) ainsi que les éléments de calcul évoqués dans ce schéma récapitulatif (légende complète en Annexe).

Par rapport au précédent inventaire, de nouvelles sources d'émission ont été traitées : il s'agit des retombées atmosphériques (P1), des dérives de pulvérisation agricoles (P5, avec une modification de la méthode proposée dans le guide) et du ruissellement des grands axes routiers (P6). D'autre part, certaines méthodologies ont été adaptées, comme cela est indiqué dans les paragraphes suivants. A noter que la source P9, « Eaux usées des ménages non raccordés », qui ne figure pas dans les 5 voies d'apport jugées prioritaires par le groupe de travail national « Etat des lieux – substances », faisait déjà partie des voies d'apport traitées dans l'inventaire précédent.

Diffus (estimations uniquement)

P1 – Retombées atmosphériques *Métaux et HAP*

Base de données : 1. Données modélisées EMEP, 2. Données du guide INERIS (2017)

Période : 2016 (EMEP)

Éléments de calcul : Flux annuel de dépôt atmosphérique (F_{RA}), surface de masse d'eau (S_{ME})

Retombées directes sur les eaux de surface

$$F_{RA \text{ moyen ME}} \times S_{ME} \quad (1.) \qquad F_{RA \text{ moyen}} \times S_{ME} \quad (2.)$$

P3 – Ruissellement agricole, P5 – Dérive de pulvérisation *Métaux et phytosanitaires*

Base de données : 1. BNVD, 2. Données guide INERIS

Période : 2015 -2017 (BNVD)

Éléments de calcul: Facteur multiplicatif FM (dépend de la voie d'apport considérée), surface agricole utile (SAU), apport moyen terres agricoles (AM_{TA}), coefficient de transfert (CT)

Produits phytosanitaires (P3, P5) Quantité substance BNVD x 0,95 x FM (1.)	Éléments métalliques (P3) $AM_{TA} \times SAU \times CT$ (2.)
--	---

P6&P7 – Ruissellement des surfaces imperméabilisées et déversoirs d'orage

Base de données : 1. Autosurveillance, 2. Données guide INERIS

Période : 2009 -2010 pour autosurveillance

Éléments de calcul : Volume ruisselé (V_R), coefficient de rejet au milieu (C_{RM}), volume déversé (V_{DO}), TMJA, rendement ouvrage (R), charges unitaires annuelles pour 1000 véhicules/j Cu et Cs (charge supplémentaire au delà de 10000 véhicules/j), surface de route (S)

STEU séparatives, communes sans STEU $\sum V_R \times C_{RM} \times [X]_{\text{eaux pluviales}}$ Concentrations [X] dans les eaux pluviales (2.)	STEU unitaires (=Déversoir d'Orage) $\sum V_{DO} \times [X]_{\text{médiane entrée STEU}}$ Concentrations [X] en entrée de STEU (1.), uniquement lorsque $quantité_{\text{entrée STEU}} > 10\%$
---	---

Ruissellement autoroutier *Métaux et HAP*

$$\sum \text{Charge annuelle}_{\text{unitaire}} \times S \times (1 - R) \quad (2.)$$

Charge annuelle unitaire dépendante du trafic (2.)

$$TMJA < 10000 : Cu \times \frac{TMJA}{1000} ; \quad TMJA > 10000 : 10Cu + \frac{Cs}{1000} \times (TMJA - 10000)$$

Ponctuel (mesures et estimations)

P8 – Rejets des stations de traitement des eaux usées collectives (STEU)

Base de données : RSDE_STEU

Période : 2012 -2014 *

Éléments de calcul : Taux de collecte, nombre d'équivalents habitants (EH), taux d'émission en sortie de station ($TE_{\text{sortie STEU}}$)

Mesuré Si $quantité_{\text{entrée STEU}} < 10\%$: négligé** Si $quantité_{\text{entrée STEU}} > 10\%$: $\sum TE_{\text{sortie STEU}} \times EH_{\text{STEU 2016}}$ Dépendance à LQ quand faible $quantité_{\text{sortie STEU}}$	Estimé Si $quantité_{\text{entrée STEU}} < 10\%$: négligé** Si $quantité_{\text{entrée STEU}} > 10\%$: $\sum TE_{\text{median sortie STEU}} \times EH_{\text{STEU 2016}}$ Dépendance à LQ quand faible $quantité_{\text{sortie STEU}}$
--	---

$quantité_{\text{entrée STEU}}$: moyenne sur l'ensemble des STEU des pourcentages d'analyses quantifiées (concentration > à la LQ) sur l'ensemble des analyses considérées en entrée de STEU

** excepté si plus d'une concentration quantifiée au niveau des premiers résultats RSDE_STEU 2018

Les stations traitant moins de 5 000 EH ont été conservées ($\approx 18\%$ $EH_{\text{raccordés tot}}$)

*Données RSDE_STEU 2018 non bancarisées actuellement

P9 – Eaux usées des ménages non traitées

Base de données : Campagne d'autosurveillance

Période : 2009 -2010 *

Éléments de calcul : EH, $TE_{\text{médiane entrée STEU}}$, coefficient de rejet au milieu (α)

Mesuré Pas de données	Estimé Si $quantité_{\text{entrée STEU}} < 10\%$: négligé Si $quantité_{\text{entrée STEU}} > 10\%$: $\sum TE_{\text{median entrée STEU}} \times EH_{\text{non collectés}} \times \alpha$ Dépendance à LQ quand $quantité_{\text{entrée STEU}}$ faible
---------------------------------	---

P10 – Industries isolées

Base de données : 1. GERP, 2. Flux polluants (données Agence de l'Eau)

Période : 2016

Éléments de calcul : Nombre de jours travaillés

Mesuré \sum Charge annuelle Données GERP privilégiées	Estimé <10% du total lors du précédent inventaire et forte incertitude ⇒ Négligé
--	---

EMEP : European monitoring and Evaluation Program, BNVD : banque nationale des ventes distributeurs, en substances actives, TMJA : trafic moyen annuel journalier, RSDE : recherche de substances dangereuses pour l'environnement, LQ : valeur de limite de quantification, GERP : Gestion Electronique des Emissions Polluantes

Figure 2 : Démarche générale utilisée par voie d'apport traitée dans l'inventaire

Sources ponctuelles

Emissions relatives aux rejets de stations d'épuration (P8) et aux eaux usées des ménages non traitées (P9)

La quantification des émissions liées aux Stations de traitement des eaux usées (STEU) repose sur deux cas de figure :

- les stations ayant fait l'objet de campagnes d'analyse de leurs rejets ;
- les stations ne disposant pas de données.

De plus, une part des rejets n'est pas collectée par le réseau d'assainissement collectif, soit en raison de défauts de collecte, soit du fait du non-raccordement de la population au réseau. Ce sont les émissions relatives aux eaux usées des ménages non traitées (voie d'apport P9).

La méthodologie suivie consiste à s'appuyer sur des concentrations mesurées en entrée et en sortie de STEU dans le cadre de campagnes de mesures et, à partir des débits et du nombre d'équivalents habitants raccordés par station, à définir des taux d'émission de substances en entrée et en sortie de station. Ces taux d'émission représentent, pour l'entrée de STEU la production brute en substance par équivalent habitant, et la quantité en substance résiduelle par équivalent habitant entrant pour la sortie (exprimés en $\text{mg j}^{-1} \text{EH}^{-1}$). Seules les substances quantifiées à plus de 10 % en entrée de STEU sur l'ensemble des stations d'épuration disposant de données mesurées (pourcentage moyen sur l'ensemble des STEU) sont considérées, excepté pour les substances disposant de plus d'une concentration quantifiée au niveau des premiers résultats issus de la campagne RSDE_STEU 2018².

Le Tableau 2 rend compte de la proportion en termes d'équivalent-habitants (EH) que représentent les stations disposant de données mesurées, celles qui n'en disposent pas³, et enfin la population non associée à une station d'épuration pour chaque secteur de travail.

Tableau 2 : Répartition du nombre d'équivalents habitants raccordés (collectés⁴) à une station disposant de données, raccordés (collectés) à une station sans données et non raccordés (non collectés) à une station

Secteur de travail	Population raccordée STEU avec données		Population raccordée STEU sans données		Population non raccordée		Total
	EH	%	EH	%	EH	%	
Meuse	114 279 (79 004)	25% (17%)	264 006 (199 781)	57% (43%)	82 834 (182 334)	18% (40%)	461 119
Moselle-Sarre	1 212 915 (1 019 849)	60% (50%)	681 089 (480 787)	34% (24%)	132 129 (525 498)	7% (26%)	2 026 133
Rhin Supérieur	761 313 (693 039)	41% (37%)	1 077 091 (970 489)	57% (52%)	37 901 (212 777)	2% (11%)	1 876 305
Total	2 088 507 (1 791 892)	48% (41%)	2 022 186 (1 651 057)	46% (38%)	252 864 (920 609)	6% (21%)	4 363 557

² Cf. Note technique du 12 août 2016

³ Cette distinction STEU disposant de données mesurées et STEU n'en disposant pas a été réalisée sur la base des analyses relatives au zinc au niveau de la caractérisation de la sortie des STEU

⁴ Application du taux de collecte (cf. Détermination des taux d'émission) pour obtenir la part de la population réellement traitée par les STEU (la part complémentaire consistant en fuites du réseau et défauts de raccordement)

La population non collectée représente environ 21 % de la population totale estimée sur le bassin. Il est donc important d'estimer les apports que cela représente, d'autant plus que ce sont des rejets bruts chargés en micropolluants, souvent déversés directement dans les rivières à proximité des habitations non raccordées à un réseau d'assainissement.

Extraction et préparation des données

Base de données

➤ Entrée de station d'épuration

Une large campagne de recherche de substances en entrée et sortie de station d'épuration a été réalisée en 2009 - 2010 :

- 80 stations d'épuration du bassin ont été concernées par une campagne de recherche de substances dangereuses ;
- au total, 139 substances ont été analysées pour chaque ouvrage (substances de l'état chimique + substances de l'état écologique + substances de la **liste II de la Directive 2006/11⁵**) ;
- 93 campagnes ont été réalisées (une à trois par STEU) sur les années 2009 - 2010 ;
- toutes les tailles de STEU étaient représentées, des moins de 500 habitants aux plus de 10 000 habitants avec la répartition suivante :
 - < 2 000 habitants : 39 % ;
 - 2 000 à 10 000 habitants : 30 % ;
 - > 10 000 habitants : 31 % ;
- la répartition géographique des STEU sélectionnées sur le bassin était la plus homogène possible, mis à part pour le Bas Rhin où aucune STEU n'a participé aux campagnes de mesures en raison d'une maîtrise d'ouvrage différente ;
- les mesures ont concerné des systèmes d'assainissement de type unitaire ou séparatif mais les résultats n'ont pas montré de différence significative entre ces deux types.

51 substances de l'inventaire actuel ont été analysées lors de cette campagne.

En l'attente de la bancarisation des résultats de la campagne RSDE_STEU 2018⁶, cette base de données est la plus complète et la plus récente disponible pour la caractérisation de l'entrée des stations d'épuration.

➤ Sortie de station d'épuration

Les données utilisées proviennent majoritairement de la campagne de recherche de substances dangereuses dans les rejets des stations d'épuration urbaines, RSDE_STEU, réglementée par la circulaire du 29 septembre 2010.

Cette campagne nationale a été lancée dans le courant de l'année 2011 pour les stations d'épuration d'une capacité nominale supérieure à 6 000 kg DBO₅j⁻¹ (soit > 100 000 EH), avec 4 analyses par an, et portant sur une centaine de substances, dont les substances de l'état chimique et de l'état écologiques visées par l'inventaire. A l'issue de l'année 2011, une surveillance régulière a été mise en place afin de surveiller les substances mesurées à des concentrations significatives lors de la campagne initiale à hauteur de 6 à 8 mesures par an selon la capacité de la station. Une fois tous les

⁵ Directive 2006/11, concernant la pollution causée par certaines substances dangereuses déversées dans le milieu aquatique de la Communauté.

⁶ Cf. Note technique du 12 août 2016

trois ans, la liste complète des substances de la campagne initiale est recherchée pour actualiser la surveillance.

Pour les STEU d'une capacité de traitement comprise entre 600 et 6 000 kgDBO₅j⁻¹, la même démarche a été suivie en démarrant la campagne initiale au cours de l'année 2012 sur les substances de la DCE uniquement.

Ces données ont été complétées par des données d'autosurveillance des stations d'épuration obtenues entre 2012 et 2014.

Cette base de données présente les caractéristiques suivantes :

- 78 stations du bassin ont été concernées par une campagne de mesure ;
- 56 substances faisant l'objet du présent inventaire ont été analysées ;
- selon la substance considérée, 2 (Toluène, Xylène, Chlordécone) à 578 (Zinc) mesures sont disponibles, avec une moyenne d'environ 170 mesures par substance (médiane ≈ 150) ;
- différentes tailles de STEU étaient représentées, avec la répartition suivante :
 - o 2 000 à 10 000 équivalents habitants : 32 % ;
 - o > 10 000 équivalents habitants : 68 % ;
- la répartition géographique des stations est la suivante :
 - o Meuse : 7 % ;
 - o Moselle-Sarre : 43 % ;
 - o Rhin : 50 % ;
- les procédés de traitements sont principalement des boues activées.

Les stations d'épuration considérées comme rurales (< 5 000 habitants raccordés) correspondent à environ 18 % du total des équivalents habitants raccordés sur le bassin mais sont relativement peu caractérisées par la base de données : seulement 4 % des stations d'épuration caractérisées ont un nombre d'équivalents habitants raccordés compris entre 2 000 et 5 000. La répercussion en termes de répartition géographique des stations est une faible caractérisation du secteur de travail Meuse, les stations rurales se situant majoritairement au niveau de celui-ci.

En l'attente de la bancarisation des résultats de la campagne RSDE_STEU 2018, dont la liste des substances recherchées figure dans la note du 12/08/16, cette base de données est la plus complète et la plus récente disponible pour la caractérisation des rejets d'eaux usées traitées des stations d'épuration.

➤ Complément

Les résultats du nouveau dispositif RSDE, instauré par la note technique du 12 août 2016, n'ont pas encore été bancarisés et ne se trouvent donc pas dans un format exploitable.

Néanmoins, les premiers résultats obtenus ont été intégrés aux deux bases de données précédentes. Il s'agit des analyses de 4 stations d'épuration urbaines (> 5 000 habitants raccordés) sur lesquelles 6 campagnes de mesures ont été réalisées. Ces stations d'épuration avaient des populations raccordées en 2016 de 14 899, 23 757, 51 457 et 272 550 équivalents habitants.

Ces résultats ont également été utilisés pour estimer les flux des substances pour lesquelles les bases de données précédentes ne disposaient pas de données suffisantes (inférieures à 5 analyses ou stations d'épuration caractérisées) ainsi que pour les nouvelles substances surveillées listées dans la note du 12 août 2016. Cependant, ces flux n'ont été estimés que pour les stations urbaines (> 5 000 habitants raccordés) pour les substances quantifiées à plus de 10 % en entrée de STEU (pourcentage moyen sur les quelques STEU considérées) et n'ont pas été intégrés dans l'inventaire. Ceux-ci

figurent à part dans les résultats, à titre informatif, pour dégager de premières tendances sur les flux de ces substances nouvellement caractérisées à prévoir.

➤ Cas particuliers

Les concentrations en sortie de station d'épuration n'étant pas disponibles pour le glyphosate, l'AMPA, le biphenyle et le phosphate de tributyle pour les campagnes de mesures réalisées sur la période 2012-2014, les données issues de la campagne de recherche de substances sur la période 2009-2010, au niveau de la caractérisation de la sortie des stations d'épuration, ont été utilisées. De façon similaire, du fait du faible nombre de données disponibles pour le toluène et le xylène sur la période 2012-2014, la base de données a été complétée avec les concentrations issues de la campagne de mesure réalisée sur la période 2009-2010 au niveau de la caractérisation de la sortie des stations d'épuration. La méthodologie appliquée pour le calcul et l'estimation des flux reste identique.

La détermination des taux d'émission en sortie de station d'épuration pour les octylphénols a consisté à appliquer un taux d'abattement par la station de 90 % au taux d'émission en entrée de STEU.

Ne disposant pas de données pour le chlortoluron, le 2,4D, le 2,4 MCPA, l'oxadiazon et le linuron pour l'entrée des stations d'épuration sur la période 2009 – 2010, les taux d'émission obtenus en sortie de STEU sur la période 2012-2014 ont été utilisés pour calculer les flux émis, en se basant sur l'hypothèse que les flux de ces substances ne sont pas abattus par les stations d'épuration.

Gestion des limites de quantification

De manière similaire au précédent inventaire, une distinction des substances quantifiées à plus de 10 % en entrée de STEU et celles quantifiées à moins de 10 % en entrée de STEU a été réalisée. Le pourcentage de quantification en entrée de STEU a été calculé sur la base de données issues principalement de la campagne de mesure réalisée sur la période 2009-2010, en calculant un pourcentage moyen sur l'ensemble des STEU⁷.

Les substances de l'inventaire prises en compte pour le calcul de taux d'émission (entrée et sortie de STEU) sont celles quantifiées à plus de 10 % en entrée de STEU :

- afin de ne pas surestimer les flux émis en extrapolant les concentrations obtenues dans quelques stations d'épuration à l'ensemble des STEU sans données mesurées pour les taux d'émission en sortie de STEU (voie d'apport P8) ;
- afin de ne pas surestimer les flux émis en extrapolant les concentrations obtenues dans quelques stations d'épuration à l'ensemble des populations non raccordées pour les taux d'émission en entrée de STEU (voie d'apport P9).

Les flux relatifs aux substances quantifiées à moins de 10 % en entrée de STEU ont été négligés, excepté lorsque les substances sont associées à plus d'une concentration quantifiée au niveau des premiers résultats issus de la campagne de mesure RSDE_STEU 2018.

Lorsque la substance n'est pas quantifiée, les concentrations retenues sont calculées sur la base de la moitié de la limite de quantification de la substance soit LQ/2.

⁷ Pour les substances n'ayant pas été mesurées en entrée de STEU, le pourcentage moyen de quantification a été calculé à partir des données liées aux concentrations en sortie (cas du chlortoluron, du 2,4 D, du para-para-DDT, du linuron, du 2,4 MCPA, de l'oxadiazon, des composés du tributylétain et de l'hexachlorocyclohexane).

Détermination des taux d'émission

Les taux d'émission sont exprimés en $\text{mg j}^{-1} \text{EH}^{-1}$, il est donc nécessaire d'évaluer au préalable le nombre d'équivalents habitants raccordés par station d'épuration. Pour cela, les taux de collecte déterminés par STEU lors de la réalisation des états des lieux ont été appliqués.

La démarche consistait à définir, pour une année donnée, la charge d'azote produite par les populations des communes raccordées à la station, à partir des populations INSEE et de la charge azotée journalière par équivalent habitant ($12 \text{ g j}^{-1} \text{EH}^{-1}$), comme présenté dans l'Eq. 1. La charge azotée domestique en entrée de station a ensuite été obtenue en soustrayant la charge azotée connue provenant des industries principales à la charge azotée mesurée en entrée de station (cf. Eq. 2). Le ratio de ces deux valeurs permet d'obtenir le taux de collecte (Eq. 3).

$$N_{\text{population totale}}(\text{kg j}^{-1}) = \sum_{\text{communes raccordées}} \text{population INSEE} \times \frac{12}{1000} \quad \text{Eq. 1}$$

$$N_{\text{domestique entrée STEU}}(\text{kg j}^{-1}) = N_{\text{entrée STEU}} - \sum N_{\text{industries raccordées STEU}} \quad \text{Eq. 2}$$

$$\text{Taux de collecte}_{\text{STEU}} = \frac{N_{\text{domestique entrée STEU}}}{N_{\text{population totale}}} \quad \text{Eq. 3}$$

Une fois reventilé par commune, il est possible à partir des populations INSEE des communes raccordées et du taux de collecte d'associer un nombre d'EH à chaque STEU (cf. Eq. 4).

$$= \sum_{\text{communes raccordées}} \text{population INSEE}_{\text{année}} \times \text{Taux de collecte}_{\text{STEU année}} \quad \text{Eq. 4}$$

Le nombre d'EH collectés par STEU ($\text{EH}_{\text{STEU année}}$) a été calculé pour les années 2011 et 2016. Le nombre d'EH non raccordés et non collectés par commune pour l'année 2016 a été calculé selon l'Eq. 5. Lorsqu'une commune n'est pas raccordée à une station d'épuration, le taux de collecte est égal à 0.

$$= \text{population INSEE}_{2016} \times (1 - \text{Taux de collecte}_{\text{STEU } 2016}) \quad \text{Eq. 5}$$

➤ Entrée de station d'épuration

Des taux d'émission en entrée de STEU ont été définis par station d'épuration pour les 80 stations auditées, selon l'Eq. 6, avec [substance] la concentration en substance ($\mu\text{g L}^{-1} = \text{mg m}^{-3}$) et Q le débit ($\text{m}^3 \text{j}^{-1}$).

$$\begin{aligned} & \text{Taux d'émission}_{\text{entrée STEU}i}(\text{mg j}^{-1} \text{EH}^{-1}) \\ &= \frac{[\text{substance}]_{\text{moyenne entrée STEU}i} \times Q_{\text{moyen entrée STEU}i}}{\text{EH}_{\text{STEU}i 2011}} \quad \text{Eq. 6} \end{aligned}$$

➤ Sortie de station d'épuration

Des taux d'émission en sortie de STEU ont été définis par station d'épuration pour les 78 STEU ayant fait l'objet de campagnes de mesure sur la période 2012-2014, selon l'Eq. 7, avec [substance] la concentration en substance ($\mu\text{g L}^{-1} = \text{mg m}^{-3}$) et Q le débit ($\text{m}^3 \text{j}^{-1}$).

$$\begin{aligned} & \text{Taux d'émission}_{\text{sortie STEU}i} (\text{mg j}^{-1} \text{EH}^{-1}) \\ &= \frac{[\text{substance}]_{\text{moyenne sortie STEU}i} \times Q_{\text{moyen sortie STEU}i}}{\text{EH}_{\text{STEU}i 2011}} \end{aligned} \quad \text{Eq. 7}$$

Différenciation urbain/rural

Un test de Wilcoxon⁸ a été appliqué pour déterminer si une différence significative de médiane existait entre les taux d'émission en entrée de STEU calculés pour les stations d'épuration considérées comme rurales (nombre d'habitants raccordés < 5 000) et ceux associés aux STEU urbaines (nombre d'habitants raccordés > 5 000). Dix-sept substances présentent des différences significatives de médiane, listées dans le Tableau 3.

Tableau 3 : Liste des substances avec une différenciation urbain/rural pour les taux d'émission en entrée de STEU

Anthracène	Chrome	Nonylphénols
Benzo (a) Pyrène	Cuivre	Octylphénols
Benzo (b) Fluoranthène	Diuron	Plomb et ses composés
Benzo (g,h,i) Pérylène	Fluoranthène	Tétrachloroéthylène
Benzo (k) Fluoranthène	Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	Zinc
Biphényle	Naphtalène	

Des taux médians d'émission en entrée (respectivement en sortie) de STEU ont été déterminés pour chaque substance à partir des taux d'émission en entrée (respectivement en sortie) calculés par station d'épuration, avec une distinction rural/urbain pour les dix-sept substances listées dans le Tableau 3.

Stations ayant fait l'objet d'une campagne de mesures

La part du flux issue de données mesurées est calculée selon l'Eq. 8. Les taux d'émission en sortie de STEU définis pour les stations d'épuration ayant fait l'objet d'une campagne de mesures sont appliqués aux nombres d'équivalents habitants collectés déterminés pour l'année 2016.

Source	Origine	Flux émis _{substance} (kg an^{-1})
P8	Calculé	$\sum_{\text{stations avec données mesurées}} \text{EH}_{\text{STEU}i 2016} \times \text{Taux émission}_{\text{sortie STEU}i}$

Eq. 8

⁸ Test de Wilcoxon-Mann-Whitney, test non paramétrique permettant de tester l'hypothèse d'une différence significative ou non de médiane pour deux groupes de données (fonction wilcox.test utilisée via le logiciel R)

Stations sans données

La part du flux estimée à partir des taux d'émission médians en sortie de STEU est calculée selon l'Eq. 9.

Source	Origine	Flux émis _{substance} (kg an ⁻¹)	
P8	Estimé	$\sum_{\text{stations sans données mesurées}} EH_{STEUi\ 2016} \times Taux\ émission_{\text{médian sortie STEU}}$	Eq. 9

Eaux usées non traitées

L'ensemble des flux relatifs aux rejets des collectivités non équipées et aux rejets issus des défauts de raccordement ou de collecte est estimé à partir des taux d'émission médians en entrée de STEU selon l'Eq. 10. L'application des taux d'émission urbain ou rural pour les dix-sept substances du Tableau 3 dépend de la caractérisation urbaine ou rurale de la station d'épuration à laquelle est raccordée la commune. Dans le cas des communes non raccordées, le taux d'émission rural est appliqué, la population étant inférieure ou aux environs de 5000 habitants.

Source	Origine	Flux émis _{substance} (kg an ⁻¹)	
P9	Estimé	$\sum_{\text{communes}} EH_{\text{non collectés } 2016} \times Taux\ émission_{\text{médian entrée STEU}} \times \alpha$	Eq. 10

Un coefficient (α) est appliqué pour estimer le flux émis par les populations non collectées (défaut de collecte ou absence de raccordement) atteignant les eaux de surface. Par défaut, ce coefficient est estimé à 0,75 excepté pour les communes en partie équipées avec des systèmes d'assainissement non collectif, pour lesquelles le coefficient est plus faible.

Différences méthodologiques par rapport au précédent inventaire

La méthodologie utilisée est similaire à l'inventaire précédent excepté la gestion du nombre d'équivalents habitants, basée ici sur un taux de collecte et non uniquement sur une charge azotée en entrée de station d'épuration.

Gestion de l'incertitude

Afin d'encadrer les flux obtenus à partir des taux d'émission médians, les premiers et troisièmes quartiles des taux d'émission ont été appliqués pour proposer une plage de variation susceptible de prendre en compte les incertitudes liées à la méthode analytique utilisée. En effet, le panel de stations d'épuration auditées peut jouer un rôle non négligeable dans la définition des taux d'émission. D'autre part, les taux d'émission en entrée de STEU sont potentiellement surestimés, comportant une part due aux industries raccordées aux stations d'épuration.

Emissions relatives aux industries isolées (P10)

Extraction et préparation des données

Bases de données

Les données ont été extraites des bases de données suivantes :

- Données de Gestion électronique du registre des émissions polluantes (GEREP, 2016)

La base de données contient les déclarations d'émissions polluantes (air, eau, sol, déchets) des industriels. Les polluants à déclarer sont définis par l'**arrêté ministériel du 31 janvier 2008**⁹, accompagnés des seuils au-delà desquels il y a obligation de déclaration (en-dessous de ces seuils, rien n'oblige les industries à déclarer une substance).

- Données de Flux polluant (2016)

Il s'agit de la base de données de l'Agence de l'eau Rhin-Meuse, dans laquelle figurent plusieurs types de données :

- les données de l'autosurveillance qui concerne les industries redevables soumises par arrêté préfectoral à analyser des substances selon une certaine fréquence ;
- les données de l'Audit technique des industries (ATI) qui regroupe trois types de contrôles, de un à trois contrôles par an au maximum. Il peut s'agir d'un contrôle commandé par l'Agence de l'eau dans le but de vérifier l'autosurveillance, par la Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL) ou par une collectivité dans le cas d'une industrie raccordée au réseau urbain. Les substances analysées sont les mêmes que celles de l'autosurveillance.

Les données de GEREP n'utilisent pas le référentiel du Service d'administration nationale des données et référentiels sur l'eau (SANDRE), contrairement aux autres bases de données. Ainsi, les substances ont dû être identifiées puis rattachées au code SANDRE leur correspondant.

Les points de rejets intermédiaires et finaux dans les données de l'Agence de l'eau Rhin-Meuse ont été identifiés (identifiants différents selon la base de données). L'objectif étant d'éviter le compte de rejets intermédiaires en plus de rejets finaux.

Un travail a également été effectué pour corriger d'éventuels problèmes d'unités dus à des erreurs de saisie dans les bases de données et uniformiser les bases en termes d'unités.

⁹ Arrêté ministériel DEVPO773558A du 31 janvier 2008 relatif au registre et à la déclaration annuelle des émissions et de transferts de polluants et des déchets.

Gestion des limites de quantification

- Données de Gestion électronique du registre des émissions polluantes (GEREP, 2016) :

Les résultats des analyses d'une substance sont remontés par les exploitants de la manière suivante :

- si une des mesures de concentration est inférieure au seuil de quantification (LQ) de la substance, la concentration est considérée comme égale à la moitié de la limite de quantification (LQ/2) ;
- si toutes les mesures de concentration d'une substance sont inférieures au seuil de quantification de la substance durant l'année civile, le flux émis peut être considéré comme nul.

- Données de l'autosurveillance et de l'Audit technique des industries (ATI) – Flux polluant (2016)

Les résultats des analyses d'une substance X sont remontés par les exploitants de la manière suivante :

- si $[X] \leq LD \rightarrow [X] = 0$ (avec LD = Limite de détection) ;
- si $[X] \leq LQ \rightarrow [X] = LQ/2$ (avec LQ = Limite de quantification) ;
- si $[X] > LQ \rightarrow [X] = [X]$.

Quelle que soit la base de données, aucune information n'est donnée sur la quantification des substances. Il est donc impossible de distinguer un flux calculé à partir de la LQ/2 si la substance n'a pas été quantifiée, d'un flux calculé à partir de la concentration mesurée.

Etablissements ayant analysé leurs rejets

Calcul du flux annuel

Le nombre de jours travaillés est disponible dans la base de données GEREP avec une moyenne de 241 jours et une médiane de 255 jours. La présence de valeurs faibles ou nulles oriente vers l'utilisation de la médiane, avec le choix de l'appliquer pour les données issues de la base Flux polluants ainsi que pour les données GEREP indiquant un nombre inférieur à 100 jours, jugé peu probable. Le flux annuel est obtenu en multipliant ce nombre de jours à la charge journalière associée à l'établissement au point de rejet considéré.

Compilation des données

En l'absence de données RSDE¹⁰ récentes, les masses émises dans l'eau obtenues à partir de la base de données GEREP ont été privilégiées à celles issues de la base de données agence, utilisée en complément.

Etablissements sans données

Le guide préconise l'utilisation d'équations d'émission, définies sur un panel d'activités parfois relativement large au sein d'un même secteur. Lors de l'inventaire 2013, il avait été observé que ces émissions représentaient moins de 10 % de l'ensemble du flux émis par les industries isolées. La forte

¹⁰ Action nationale de recherche et de réduction des substances dangereuses pour le milieu aquatique présentes dans les rejets des installations classées pour la protection de l'Environnement (ICPE) soumises à autorisation – Circulaires du 4 février 2002 et du 5 janvier 2009

incertitude associée aux équations d'émission ainsi que l'observation précédente ont conduit à négliger cette part du rejet pour le présent exercice et ne considérer que les rejets mesurés.

Différences méthodologiques par rapport au précédent inventaire

La différence entre les deux exercices d'inventaire se situe aux niveaux des bases de données utilisées. Lors du précédent inventaire, la hiérarchie des bases de données utilisées était la suivante :

- moyenne pondérée des données d'autosurveillance, des bilans de l'Audit technique industriel (ATI) et de RSDE 2 (2010-2011)¹¹ ;
- données GEREPE.

De plus, la gestion des limites de quantification est différente selon la base de données comme énoncé précédemment. En ce qui concerne les données de flux RSDE 2, une logique proche de celle de la déclaration GEREPE était appliquée, avec l'attribution d'un flux nul dans le cas d'une substance pour laquelle la concentration moyenne obtenue par un établissement était inférieure à la limite de quantification.

Gestion de l'incertitude

Les valeurs de flux sont calculées à partir de concentrations pour lesquelles l'état quantifié ou non de la mesure n'est pas spécifié. Dans le cas d'un établissement ne quantifiant jamais une substance spécifique mais rejetant un volume important, il est possible de calculer un flux élevé à partir de la valeur de LQ/2 renseignée dans la base de données, potentiellement surestimé. Cette surestimation est d'autant plus probable pour les substances peu quantifiées de manière générale, type HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques) ou certains métaux tels que le mercure et le cadmium. L'information sur la quantification ou non d'une substance par un établissement peut s'obtenir en visualisant, lorsqu'elles existent, les données d'autosurveillance de l'industrie et en les confrontant aux valeurs limites de quantification. Pour un établissement ne quantifiant jamais une substance sur l'ensemble des analyses, le flux associé est jugé incertain. Cette hypothèse a conditionné le calcul du seuil bas du flux industriel émis : la valeur minimale du flux émis est calculée à partir des flux industriels pour lesquels la substance a été quantifiée au moins une fois par établissement. Du fait de l'importance de la base de données et de l'absence d'information sur l'état quantifié de la concentration, la démarche suivante a été appliquée. Les plus gros flux par substances ont été vérifiés de façon itérative jusqu'à ce que la partie du flux non vérifiée corresponde à moins de 10 % du flux total lié aux industries isolées hors établissements pour lesquels la substance n'est jamais quantifiée.

Une incertitude de 15 % a été associée au seuil haut du flux, afin de prendre en compte les émissions des industries isolées sans données disponibles.

¹¹ Démarche initiée avec la circulaire du 4 février 2002 et le lancement d'une campagne de recherche de substances dangereuses dans l'eau dans les rejets des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) soumises à autorisation. Le bilan de la 1^{ère} campagne a permis de cibler les substances à rechercher par secteur d'activité lors de la 2^{ème} phase de l'action nationale, lancée par la circulaire du 5 janvier 2009. La fréquence d'analyse est de 6 mesures par an.

Sources diffuses

Retombées atmosphériques (P1)

Calcul des émissions associées aux retombées atmosphériques

La méthodologie du guide de l'INERIS (édition 2017) a été appliquée. Les flux annuels de dépôt atmosphérique (F_{RA}), exprimés en $\text{kg km}^{-2} \text{an}^{-1}$, proviennent :

- de la littérature pour le chrome, le cuivre, le nickel, le zinc, le benzo(b)fluoranthène, le benzo(k)fluoranthène et le benzo(g,h,i)pérylène ;
- de données modélisées pour l'année 2016 pour le cadmium, le mercure, le plomb, les dioxines, l'hexachlorobenzène et le benzo(a)pyrène. La modélisation a été réalisée par l'EMEP (European Monitoring and Evaluation Program) à partir des données d'émissions et des conditions météorologiques. Un krigeage a été effectué à partir de ces données pour caractériser plus finement la surface du territoire, en amont du recoupement de ces dépôts aux surfaces de masses d'eau (S_{ME} , en km^2) pour la détermination du flux de substance émis.

Les flux de substances ont été calculés selon l'Eq. 11 et l'Eq. 12.

Source	Origine	Flux émis _{substance} (kg an^{-1})	
P1	Estimé, littérature	$F_{RA \text{ moyen}} \times S_{ME}$	Eq. 11
	Estimé, modélisation EMEP	$F_{RA \text{ moyen ME}} \times S_{ME}$	Eq. 12

Gestion de l'incertitude

Les valeurs minimales et maximales proposées par le guide ont été utilisées pour encadrer le flux moyen obtenu. En ce qui concerne les données provenant des modélisations par l'EMEP, les valeurs minimales et maximales rencontrées par masse d'eau, issues du krigeage, ont été appliquées.

Ruissellement agricole (P3)

Calcul des émissions associées au ruissellement agricole

La méthodologie préconisée par le guide de l'INERIS a été suivie. Une démarche est proposée pour deux familles de substances, les éléments métalliques et les produits phytosanitaires.

Éléments métalliques

Un apport moyen en éléments métalliques sur les terres agricoles (AM_{TA} , kg ha^{-1}) issues du rapport de Sogreah (2007) est appliqué aux surfaces agricoles utiles (SAU, ha) du territoire. Un coefficient (CT) est ensuite appliqué afin d'estimer la part des substances qui atteint les eaux de surface par ruissellement. L'Eq. 13 récapitule le calcul effectué.

Une plage de valeurs (0,1 – 1 %) est proposée dans le guide pour le coefficient CT, d’après un rapport de la Commission Internationale pour la Protection du Rhin (CIPR, 2003¹²). Pour le présent exercice, le coefficient est fixé à 0,3 %, spécifié dans le rapport du CIPR de 2003 comme le pourcentage de l’entraînement par ruissellement sur la quantité d’engrais épandue relatif à la France.

Source	Origine	Flux émis _{substance} (kg an ⁻¹)	
P3	Estimé	$AM_{TA} \times SAU \times CT$	Eq. 13

Produits phytosanitaires

Les apports ont été évalués conformément à la méthodologie nationale, à partir des données de ventes de pesticides issues de la Banque nationale des ventes distributeurs (BNVd). L’année de référence prise en compte pour le présent inventaire est 2016. Pour limiter l’impact de la variabilité interannuelle des ventes liée aux variations du contexte météorologique d’une année sur l’autre, les ventes ont été lissées en les moyennant sur trois années (2015 à 2017).

Conformément aux préconisations du guide de l’INERIS, 95% de la valeur déclarée dans la BNVd hors emploi jardin autorisé a été prise en compte pour évaluer la dose employée, à laquelle un coefficient de ruissellement (CR) de 0,5% a été appliqué (cf. Eq. 14).

Source	Origine	Flux émis _{substance} (kg an ⁻¹)	
P3	Estimé	$Quantité_{substances\ BNVd} \times 0,95 \times CR$	Eq. 14

L’extraction des données de la BNVd ayant été réalisée lors du premier semestre 2019, il est possible que certaines données de ventes aient été modifiées depuis celle-ci, la base de données pouvant être actualisée au niveau des trois dernières années.

Gestion de l’incertitude

Les émissions, basées sur les quantités de substances vendues issues de la BNVd¹³ pour les produits phytosanitaires, sont sous-estimées pour les produits de dégradation. Ce serait le cas par exemple de l’AMPA, produit de dégradation du glyphosate.

D’autre part, le district associé aux émissions est celui de vente du produit, qui n’est pas forcément celui d’utilisation de celui-ci. Enfin, le coefficient de ruissellement dépend entre autres du type de culture et du type de sol. L’application d’un coefficient de ruissellement moyen peut alors générer de l’incertitude. Il est cependant délicat de quantifier cette incertitude, c’est pourquoi les résultats relatifs à cette voie d’apport, à l’exception des métaux, ne sont pas associés à des barres d’erreur. Cette incertitude existe néanmoins, et est potentiellement non négligeable. En ce qui concerne les éléments métalliques, les valeurs minimales et maximales précisées dans le rapport de Sogreah (2007) ont été utilisées.

¹² Inventaire 2000 des émissions de substances prioritaires

¹³ Banque nationale des ventes distributeurs

Calcul des émissions associées aux dérives de pulvérisation

La méthode proposée par le guide a été adaptée suite aux premiers résultats obtenus. En effet, les émissions par dérive de pulvérisation constituaient 80 à 95 % du flux total émis, contribution non représentative de la réalité observée.

De façon similaire à la voie d'apport P3 – Ruissellement agricole, les apports ont été évalués à partir des données de ventes de pesticides issues de la Banque nationale des ventes distributeurs (BNVd), moyennées sur 2015-2017.

95% de la valeur déclarée dans la BNVd hors emploi jardin autorisé est prise en compte pour évaluer la dose employée, à laquelle un coefficient de dérive de pulvérisation (CD) a été appliqué. Le coefficient de 5 % proposé dans la méthodologie est basé sur les données de Butault *et al.*, (2010) relatives à l'ensemble du territoire. Un coefficient ajusté a été utilisé, égal à 3,3 %. Celui-ci a été calculé à partir d'autres données du même document, relatives à un territoire plus représentatif de celui du bassin Rhin-Meuse (Lorraine, Alsace, Franche-Comté).

L'adaptation de la méthode repose sur l'application d'un coefficient supplémentaire, représentant le pourcentage de surface de masses d'eau (S_{ME}) par rapport à la surface des districts ($S_{district}$), afin de prendre en compte le dépôt de la dérive de pulvérisation au niveau des masses d'eau uniquement, de façon similaire à la démarche utilisée pour la voie d'apport P1 - Retombées atmosphériques, le reste étant théoriquement pris en compte dans le ruissellement agricole.

L'Eq. 15 récapitule le calcul effectué.

Source	Origine	Flux émis _{substance} (kg an ⁻¹)
P5	Estimé	$Quantité_{substances\ BNVd} \times 0,95 \times CD \times \frac{\sum_{district} S_{ME}}{S_{district}}$ Eq. 15

Gestion de l'incertitude

De façon similaire à la voie d'apport ruissellement agricole, il est difficile de quantifier l'incertitude relative à la voie d'apport dérive de pulvérisation, ce qui explique l'absence de barres d'erreur au niveau des résultats présentés. Cette incertitude existe néanmoins, et est potentiellement non négligeable.

Ruissellement de surfaces imperméabilisées (P6) et rejets des déversoirs d'orage (P7)

Parmi les sources associées aux événements pluvieux traitées par le guide méthodologique figurent les voies d'apport P6 – Ruissellement des surfaces imperméabilisées et P7 – Déversoirs d'orage et eaux pluviales du réseau séparatif. Deux scénarios faisant intervenir les eaux pluviales séparatives et les eaux rejetées par déversoirs d'orage sont intégrés dans la source P6 du guide de l'INERIS. Il est ensuite précisé dans la description de la source P7 de ne pas réaliser un double comptage avec la source précédente.

La répartition des flux entre ces deux voies d'apport a été modifiée dans le présent inventaire de façon à distinguer les types d'effluents, avec des eaux pluviales ruisselées d'une part, et des eaux usées (mélangées à des eaux pluviales ruisselées interceptées dans les réseaux unitaires) by-passées, du fait des volumes importants introduits dans les réseaux suite aux évènements pluvieux, d'autre part.

Plusieurs rejets associés au temps de pluie sont identifiés et distingués d'après les estimations disponibles sur les réseaux :

- Rejets d'eaux pluviales ruisselées en zone urbaine, collectées par un réseau séparatif ;
- Rejets d'eaux pluviales ruisselées en zone urbaine, pour les communes non raccordées à une station d'épuration ;
- Rejets d'eaux pluviales ruisselées au niveau des grands axes routiers ;
- Rejets d'eaux pluviales ruisselées en zone urbaine collectées par un réseau unitaire et d'eaux usées par déversoirs d'orage.

Les trois premiers rejets cités sont intégrés à la voie d'apport P6- Ruissellement des surfaces imperméabilisées, part du ruissellement urbain par temps de pluie associée aux eaux pluviales ruisselées strictes, tandis que les rejets par déversoirs d'orage sont distingués et intégrés à la voie d'apport P7-Déversoirs d'orage.

Extraction et préparation des données

Base de données

Les concentrations préconisées par le guide de l'INERIS, issues de la littérature, ont été utilisées pour les rejets d'eaux pluviales (en zone urbaine et au niveau des grands axes routiers).

Concernant les rejets des déversoirs d'orage, les concentrations obtenues en entrée de station d'épuration lors de la campagne de recherche de substances réalisée sur la période 2009-2010, présentée dans les paragraphes relatifs à la définition des taux d'émission en entrée de STEU, ont été utilisées. La comparaison des valeurs médianes de concentration en période estivale et en période automnale/hivernale, susceptible d'être plus sujette à des évènements pluvieux, n'a pas abouti à une distinction significative de concentration. De ce fait, l'ensemble des données de la campagne a été utilisé pour définir les valeurs médianes de concentrations par substance.

Estimation des volumes

➤ Volumes ruisselés

Les volumes ruisselés ($V_{\text{ruisselés}}$, m^3) ont été estimés à partir des hauteurs de pluie, de la surface des communes et du taux d'imperméabilisation de celles-ci. Afin de prendre en compte certains phénomènes d'infiltration dans les sols, seules les pluies d'une hauteur minimale de 3 mm ont été prises en considération.

➤ Volumes déversés par déversoirs d'orage

Les volumes ruisselés des communes raccordées à une station d'épuration sont multipliés par un taux d'interception variant selon le type de réseau. La somme de ces volumes ruisselés collectés est ensuite comparée à la capacité de la station d'épuration et aux éventuels volumes de rétention disponibles. Le surplus est défini comme le volume évacué par déversoir d'orage (V_{DO} , m^3).

Définition des TMJA (trafic moyen journalier annuel) et des surfaces routières

Deux bases de données complémentaires relatives au trafic moyen journalier annuel sur le réseau routier national ont été récupérées sur le site de la DIR¹⁴ Est – www.dir.est.developpement-durable.gouv.fr – et sur le site data.gouv.fr. La première base de données fournit des TMJA par point de repère routier (PR) tandis que la seconde les associe à un tronçon de route, associé entre autres à une longueur et des PR initial et final. Les charges unitaires annuelles de la littérature étant exprimées en kg ha⁻¹, il a été nécessaire de créer des tronçons de route pour la première base de données, à partir des points de repères routiers. Le TMJA attribué à un tronçon a été déterminé en moyennant les TMJA associés aux PR de début et de fin de celui-ci. Les points de repère routiers étant associés à des distances, les longueurs des tronçons ont pu être calculées. La largeur des tronçons a été définie à partir du nombre de voies mentionnées dans les tableaux de comptage de la première base de données selon la relation fournie dans le guide. Pour la seconde base de données, le nombre de voies associé au recensement de la circulation sur le réseau national en 2011 a été récupéré sur le site data.gouv.fr, le recensement de 2016 utilisé pour la caractérisation du TMJA par tronçon ne mentionnant pas cette information. Sans données disponibles, les routes sont considérées comme 2 x 2 voies, avec une largeur de route de 21 m (nombre de voies par autoroute représentatif de 74 % de la longueur du réseau selon l'AFSA¹⁵ (2015)).

Des ajustements manuels ont dû être effectués sur les deux bases de données lorsque les points de repère initial et final d'un tronçon n'étaient pas associés au même département, afin que le tronçon associé puisse être pris en compte lors du traitement cartographique de recouplement de ceux-ci aux bassins versants de masses d'eau.

Ruissellement des surfaces imperméabilisées

Rejets d'eaux pluviales ruisselées en zone urbaine

Le calcul effectué est similaire pour les communes non raccordées à une station et les communes disposant d'un réseau majoritairement séparatif et s'effectue selon l'Eq. 16.

Source	Origine	Flux émis _{substance} (kg an ⁻¹)
P6	Estimé	$\sum_{communes} V_{ruisselés} \times [X]_{eaux\ pluviales} \times C_{rejet\ milieu}$

Eq. 16

Un coefficient de rejet au milieu ($C_{rejet\ milieu}$) est appliqué pour traduire la part du flux atteignant les eaux de surface. Ce coefficient correspond au taux d'interception dans le réseau estimé pour les communes possédant un réseau séparatif. Il est estimé à 0,7 pour les communes non raccordées à une station d'épuration.

Rejets d'eaux pluviales ruisselées au niveau des grands axes routiers

La méthode préconisée dans le guide de l'INERIS a été suivie. Pour le zinc, le cuivre, le cadmium et les HAP, des gammes de charges unitaires annuelles dépendantes du trafic moyen journalier annuel (TMJA) proposées par le service d'études techniques des routes et autoroutes (SETRA, note d'information de juillet 2006) ont été attribuées aux surfaces imperméabilisées des grands axes routiers (S en ha). Les rendements moyens d'abattement des ouvrages autoroutiers de protection de

¹⁴ Direction Interdépartementale des Routes

¹⁵ Association des Sociétés Françaises d'Autoroutes

la ressource en eau (R) issus du même document ont ensuite été appliqués pour définir les flux de substances émis.

Les deux calculs utilisés sont détaillés dans l'Eq. 17 et l'Eq. 18, avec Cu la charge unitaire annuelle pour 1 000 véhicules par jour (en kg ha⁻¹) et Cs la charge unitaire annuelle supplémentaire pour 1 000 véhicules par jour au-delà de 10 000 véhicules par jour (en kg ha⁻¹).

Source	Origine	TMJA	Flux émis _{substance} (kg an ⁻¹)	
P6	Estimé	< 10 000	$\left(\sum_{tronçons} Cu \times \frac{TMJA}{1000} \right) \times S \times (1 - R)$	Eq. 17
		> 10 000	$\left(\sum_{tronçons} 10Cu + \frac{Cs}{1000} \times (TMJA - 10000) \right) \times S \times (1 - R)$	Eq. 18

Les charges unitaires annuelles relatives aux HAP sont associées à une somme de HAP (benzo(a)pyrène, benzo(b)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène, benzo(g,h,i)perylène et indeno(1,2,3-cd)pyrène). Afin d'obtenir le détail des flux par substance, la répartition des concentrations de celles-ci, concentrations obtenues dans les eaux de ruissellement brutes d'une route départementale (thèse Flanagan 2018), a été appliquée à cette somme.

Rejets des déversoirs d'orage

Les flux de substances émis sont calculés d'après l'Eq. 19, avec V_{DO} le volume évacué par les déversoirs d'orage et [X] la valeur médiane de concentration en entrée de station d'épuration en substance X pour l'ensemble des STEU audités sur la période 2009-2010.

Source	Origine	Flux émis _{substance} (kg an ⁻¹)	
P7	Estimé	$\sum_{communes\ rattachées} V_{DO} \times [X]_{médiane\ entrée\ STEU}$	Eq. 19

Différences méthodologiques par rapport au précédent inventaire

Les flux relatifs au ruissellement urbain par temps de pluie avaient été estimés en 2013 à partir du scénario majorant de l'inventaire, supposant l'ensemble des volumes ruisselés d'eaux pluviales rejetés au milieu, tout en tenant compte de la notion de pluie efficace. Néanmoins le flux estimé semblait fortement surestimé par rapport aux autres voies d'apport. Le ruissellement des principales routes n'avait pas été estimé.

Gestion de l'incertitude

Une forte incertitude est associée aux émissions relatives au ruissellement urbain par temps de pluie. Dans le cadre de la nouvelle méthodologie, une plage de variation a été définie pour encadrer les valeurs médianes, en prenant :

- les minima et les maxima des médianes des concentrations dans les eaux pluviales mentionnés dans le guide pour les rejets des réseaux séparatifs et des communes non raccordées ;
- les valeurs minimales et maximales de charge unitaire annuelle pour 1 000 véhicules par jour mentionnées dans le guide pour le ruissellement routier ;

- les premiers et troisièmes quartiles des concentrations mesurées en entrée de station d'épuration issues de la campagne de recherche de substances réalisée en 2009-2010 utilisées dans le calcul relatif aux déversoirs d'orage.

Confrontation des flux estimés lors de l'inventaire aux données « milieu », aux exutoires de la Meuse, de la Moselle et de la Sarre

Afin de statuer sur la représentativité des flux estimés dans le cadre de l'inventaire, certains de ces flux sont confrontés aux données relatives au « milieu » disponibles via le SIERM (Système d'Information sur l'Eau Rhin-Meuse), lorsque la majeure partie des concentrations mesurées au niveau des stations de surveillance sont quantifiées. La comparaison des flux est effectuée pour le zinc, le cuivre, le glyphosate, l'AMPA et le benzo(a)pyrène.

Le calcul des flux annuels transitant à l'exutoire de la Meuse, de la Moselle et de la Sarre est basé sur une des méthodes de calcul étudiée par Moatar & Meybeck (2003). L'équation utilisée est l'Eq. 20, avec $C_{j,int}$ (en $\mu\text{g L}^{-1}$) la concentration journalière interpolée linéairement à partir des données mesurées (fréquence de mesure : 1 à 2 analyses par mois selon la substance considérée), Q_j (en $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$) le débit journalier à l'exutoire de la Meuse, de la Moselle ou de la Sarre¹⁶ et K (0,0864) le facteur de conversion pour obtenir un flux en kg an^{-1} .

$$\text{Flux (kg an}^{-1}\text{)} = K \sum_{j=1}^{365} C_{j,int} Q_j \quad \text{Eq. 20}$$

L'année de référence de l'inventaire étant 2016, les analyses issues de la surveillance des milieux ainsi que les débits journaliers de l'année 2016 sont utilisés. Lors de l'année 2016, les concentrations ont été mesurées sur des échantillons d'eau filtrée pour le zinc et le cuivre et d'eau brute pour le glyphosate, l'AMPA et le benzo(a)pyrène. Afin d'estimer les concentrations relatives à l'eau brute pour le zinc et le cuivre, des ratio dissous/total, estimés à partir des mesures réalisées sur eau brute et sur eau filtrée sur la période 2017-2019 au niveau des stations de surveillance étudiées sont utilisés. Ces ratios sont récapitulés dans le Tableau 4.

Tableau 4 : Ratio dissous/total pour les concentrations en zinc et en cuivre, pour les stations de surveillance étudiées

Station de surveillance	Zinc	Cuivre
La Meuse à Givet	0,50	0,84
La Moselle à Sierck	0,57	0,78
La Sarre à Grosbliederstroff	0,61	0,77

Des incertitudes respectives de 5 % et 10 % ont été associées aux débits et aux concentrations mesurées. D'autre part, suite à l'observation graphique de l'évolution des concentrations au niveau des stations de surveillance, les quelques concentrations non quantifiées ont été conservées égales à la limite de quantification.

Lors de la confrontation des résultats de l'inventaire aux données « milieu » pour le glyphosate, substance concernée par la voie d'apport ruissellement agricole, les flux ont été recalculés à partir de la base de données acheteurs relative aux produits phytosanitaires, afin de pouvoir prendre en

¹⁶ Banque de données HYDRO, <http://www.hydro.eaufrance.fr/selection.php>

compte ces flux à une échelle plus fine (échelle du secteur de travail pour la BNvd¹⁷), nécessaire pour caractériser la Meuse, la Moselle et la Sarre, grâce à une table faisant le lien entre un code postal acheteur et un code masse d'eau.

¹⁷ Banque nationale des ventes distributeurs

RESULTATS

Tableau récapitulatif

Le Tableau 6 récapitule l'ensemble des flux émis qui ont pu être estimés/calculés dans le cadre de l'inventaire par voie d'apport et district, pour les substances pour lesquelles au moins une voie d'apport a pu être caractérisée. Ces flux sont associés à une incertitude : les valeurs minimales et maximales de flux¹⁸ (cf. Méthodologie pour le détail des calculs) sont disponibles en Annexe 2 pour le bassin Rhin-Meuse, en Annexe 3 pour le district Rhin et en Annexe 4 pour le district Meuse.

Vingt-six substances n'ont pas pu être caractérisées, principalement faute de données disponibles. Celles-ci sont listées dans le Tableau 5 avec en commentaire leurs usages rappelés dans la note technique du 20 octobre 2017¹⁹ et leur considération en tant que « substance historique » pour les substances spécifiées en gris. Les seules informations disponibles pour ces 26 substances sont les déclarations de 5 industries isolées, déclarant un flux nul pour chacune de ces substances.

Les exceptions, renseignées dans le Tableau 6, concernent certaines substances historiques ainsi que les trichlorobenzènes et les chloroalcanes C₁₀-C₁₃ pour lesquelles des données étaient disponibles pour les stations d'épuration. Ces données ont conduit à négliger les flux relatifs aux eaux usées du fait d'une quantification des substances nulle ou très faible en entrée de station d'épuration²⁰.

Les substances à l'origine d'un dépassement de NQE (norme de qualité environnementale) dans les eaux de surface (EDL 2019) sont mises en évidence, en bleu pour les substances de l'état écologique et en rouge pour les substances de l'état chimique.

Parmi les substances qui déclassent au moins une masse d'eau, six n'ont pas pu faire l'objet de l'estimation des flux et figurent dans le Tableau 5.

La description des flux de substances émis par source est disponible dans les paragraphes suivants, les substances étant regroupées par famille et les principaux flux mis en évidence.

¹⁸ Les valeurs minimales et maximales n'étant pas définies pour les produits phytosanitaires pour les voies d'apport relatives aux sources agricoles (cf. Méthodologie), les valeurs médianes ont été renseignées.

¹⁹ Note relative à la réalisation de l'inventaire dans le cadre de la mise à jour des états des lieux et de la rédaction du SDAGE pour le troisième cycle de la Directive Cadre sur l'Eau – Direction de l'eau et de la biodiversité – Ministère de la Transition écologique et solidaire

²⁰ Ou sortie de station d'épuration si absence de données en entrée de STEU

Tableau 5 : Liste des substances non caractérisées lors de l'inventaire et usages

Code Sandre	Nom du paramètre	STEU et rejets des ménages non traités	Précision note de cadrage
7128	Hexabromocyclododécane (HBCDD)		Additif de type retardateur de flamme
1652	Hexachlorobutadiène	Négligé car quantification <10 % en entrée de STEU	Aucun usage actuel
1888	Pentachlorobenzène		
1235	Pentachlorophénol		
1935	Cybutryne		Biocide – TP 21
1269	Terbutryne		Biocide – TP 7, 9 et 10 (ex-usage phytosanitaire interdit)
7706	Heptachlore et époxyde d'heptachlore		Interdite (ex usage phytosanitaire)
1101	Alachlore	Négligé car quantification <10 % en entrée de STEU	Interdite (ex usage phytosanitaire)
1103	Aldrine		
1107	Atrazine		
1866	Chlordécone		
1464	Chlorfenvinphos	Négligé car quantification <10 % en entrée de STEU	
3268	DDT total		
1172	Dicofol		
1173	Dieldrine	Négligé car quantification <10 % en entrée de STEU	
1743	Endosulfan		
1181	Endrine		
5537	Hexachlorocyclohexane		
1144	Para-para-DDT		
1263	Simazine		
1207	Isodrine		Jamais employée
1955	Chloroalcanes C10-C13		Majoritairement retardateur de flamme et plastifiant
1774	Trichlorobenzènes (tous les isomères)		Majoritairement utilisé comme intermédiaire réactionnel et/ou en formulation
7705	Diphényléthers bromés		Majoritairement utilisé comme retardateur de flamme
1713	Thiabendazole		Usage phytosanitaire, Biocide – TP 7, 8, 9 et 10
6560	Acide perfluorooctane-sulfonique et ses dérivés (per fluoro-octane sulfonate PFOS)		Usages multiples par le passé, actuellement restreints

En rouge les substances de l'état chimique à l'origine d'un dépassement de NQE dans les eaux de surface ; les cases vides indiquent l'absence de données mesurées ou d'estimations possibles pour la substance considérée ; TP : type de produits biocides (22 types dans l'annexe V du règlement sur les produits biocides, règlement (UE) n°528/2012)

Tableau 6 : Flux de substances émis par voie d'apport et par district en kg an⁻¹

Code Sambre	Nom paramètre	Type	RHIN										MEUSE										BASSIN	
			P1. Retombées atmo.	P3. Ruissellement agri.	P5. Dérive de pulvérisation	P6. RUTP	P7. Déversoirs d'orage	P8. Rejets de STEU	P9. Eaux usées non traitées	P10. Industries	Total (kg an ⁻¹)	P1. Retombées atmo.	P3. Ruissellement agri.	P5. Dérive de pulvérisation	P6. RUTP	P7. Déversoirs d'orage	P8. Rejets de STEU	P9. Eaux usées non traitées	P10. Industries	Total (kg an ⁻¹)	Total général (kg an ⁻¹)			
1383	Zinc	PSEE	554	1 877	5,7E-02	10 750	15 998	20 614	8 818	8 180	66 790	132	677		4 131	1 896	1 690	1 998	307	10 831	77 622			
1392	Cuivre	PSEE	1 386	603	2,8	1 453	5 333	1 931	3 236	8 189	22 132	330	217	2,1E-02	471	632	174	697	40	2 561	24 693			
1389	Chrome	PSEE	95	124		223	747	1 871	470	677	4 208	23	45		99	88	133	104	29	521	4 729			
1382	Plomb et ses composés	SP	108	88		470	640	651	359	747	3 063	28	32		208	76	50	78	43	515	3 578			
1386	Nickel et ses composés	SP	67	69			267	1 779	230	825	3 237	16	25			32	136	58	52	318	3 555			
1369	Arsenic	PSEE		16			267	1 149	166	305	1 903		5,9			32	91	42	37	207	2 110			
6616	Di(2-éthylhexyl)phthalate (DEHP)	SDP				34	809	292	572	90	1 797				15	96	23	144	1,7	280	2 077			
1506	Glyphosate	PSEE		939	49	34	5,3	48	3,6	0	1 079		367	14	15	0,6	6,1	0,9	0	404	1 483			
1907	AMPA	PSEE				18	5,3	501	7,9	0	532				8,0	0,6	83	2,0	0	94	626			
1208	Isoproturon	SP		293	14	0,3	1,3	21	0,8	0	331		133	5,0	0,1	0,2	1,6	0,2	0	140	471			
1135	Trichlorométhane (chloroforme)	SP					53	227	42	28	350					6,3	19	11	0	35	386			
1234	Pendiméthaline	PSEE		250	13					0	263		88	3,3					0	91	354			
1278	Toluène	PSEE					53	164	38	57	313					6,3	16	10	0,8	33	346			
1958	Nonylphénols	SDP				3,4	23	104	46	76	253				1,5	2,7	14	7,5	3,2	29	282			
1670	Métazachlore	PSEE		139	6,8					0	146		87	3,2					0	90	236			
1136	Chlortoluron	PSEE		97	4,8		3	11	1,7	0	117		80	3,0		0,3	1,0	0,4	0	84	202			
1272	Tétrachloroéthylène	*					27	133	17	4,1E-02	177					3,2	11	3,9	0	18	195			
1212	2,4 MCPA ou MCPA	PSEE		104	5,2		5,3	28	3,9	0	147		40	1,5		0,6	2,2	1,0	0	45	192			
1387	Mercure et ses composés	SDP	2,2	1,5			11	99	6,9	50	170	0,6	0,5			1,3	6,8	1,7	4,7	16	186			
1388	Cadmium et ses composés	SDP	3,0	6,6		17				119	145	0,9	2,4		1,7				3,0	8,0	153			
1796	Métaldéhyde	PSEE		96	4,7					0	101		48	1,8					0	50	151			
1141	2,4 D	PSEE		72	3,9		5,3	34	4,3	0	119		20	0,7		0,6	2,7	1,1	0	25	144			
1694	Tebuconazole	PSEE		75	3,8					0	78		43	1,6					0	45	123			
1814	Diflufenicanil	PSEE		69	3,4					0	73		37	1,4					0	39	112			
			RHIN										MEUSE										BASSIN	

PSEE : polluant spécifique de l'état écologique, SP : substance prioritaire, SDP : substance dangereuse prioritaire, * : autres polluants qualifiant l'état chimique des eaux
 Les substances à l'origine d'un dépassement de NQE dans les eaux de surface (EDL 2019) sont mises en évidence, en bleu pour les substances de l'état écologique et en rouge pour les substances de l'état chimique.

Code Sander	Nom paramètre	Type	RHIN								MEUSE								BASSIN	
			P1. Retombées atmo.	P3. Ruissellement agri.	P5. Dérive de pulvérisation	P6. RUTP	P7. Déversoirs d'orage	P8. Rejets de STEU	P9. Eaux usées non traitées	P10. Industries	Total (kg an ⁻¹)	P1. Retombées atmo.	P3. Ruissellement agri.	P5. Dérive de pulvérisation	P6. RUTP	P7. Déversoirs d'orage	P8. Rejets de STEU	P9. Eaux usées non traitées	P10. Industries	Total (kg an ⁻¹)
5526	Boscalid	PSEE	40	2,0					0	42		23	0,8				0	23	66	
1140	Cyperméthrine	SP	46	2,5					0	48		9,3	0,3				0	10	58	
1177	Diuron	SP			12	1,3	30	1,3	0,3	46				5,5	0,2	2,8	0,3	0	8,7	55
1688	Aclonifène	SP	39	2,0					0	41		11	0,4				0	12	53	
1113	Bentazone	PSEE	35	1,8					0	36		10	0,4				0	11	47	
1359	Cyprodinil	PSEE	23	1,1					0	24		22	0,8				0	22	46	
1877	Imidaclopride	PSEE	36	1,8					0	38		6,7	0,3				0	7,0	45	
1780	Xylène	PSEE							42	42							2,2	2,2	44	
1951	Azoxystrobine	PSEE	32	1,8					0	34		9,3	0,3				0	10	44	
1114	Benzène	SP							38	38							4,6	4,6	43	
1847	Phosphate de tributyle	PSEE				5,3	24	3,5	1,0E-02	33				0,6	2,4	0,9	8,0E-05	3,9	37	
1517	Naphtalène	SP			2,8	0,5	12	1,1	13	29				1,2	0,1	0,9	0,2	0,5	2,9	32
1083	Chlorpyrifos (éthyl-chlorpyrifos)	SP	17	0,9					0	18		10	0,4				0	10	29	
1667	Oxadiazon	PSEE	0,1	5,8E-03		3,7	17	2,3	0	23				0,4	1,1	0,6	0	2,1	25	
1161	1,2 Dichloroéthane	SP							22	22							0	0	22	
1458	Anthracène	SDP			11	0,5	3,9	0,5	0,4	16				4,8	0,1	0,3	0,1	1,4E-02	5,3	22
1882	Nicosulfuron	PSEE	16	0,9						17		2,3	0,1						2,4	19
1191	Fluoranthène	SP			5,3	3,3	2,6	3,5	0,7	15				2,0	0,4	0,2	0,6	2,0E-02	3,3	19
1209	Linuron	PSEE	1,9	0,1		3	10	1,6	0	17		0,1	3,1E-03		0,3	0,8	0,4	0	1,6	18
1584	Biphényle	PSEE				2,7	10	1,7	0	14				0,3	1,1	0,4	0	1,8	16	
1959	Octylphénol	SP			3,0	2,7	5,4	1,9	0	13				1,3	0,3	0,4	0,5	0	2,5	16
1168	Dichlorométhane	SP							13	13							0	0	13	
1115	Benzo (a) Pyrène	SDP	2,7		2,5	0,7	2,7	1,1	0,3	10	0,6			1,0	0,1	0,2	0,2	1,4E-02	2,2	12
1116	Benzo (b) Fluoranthène	SDP	2,0		3,1	0,5	1,6	0,7	0,4	8,3	0,5			1,1	0,1	0,1	0,1	1,2E-02	1,9	10
1276	Tétrachlorure de carbone	*							9,2	9,2							0	0	9,2	
1117	Benzo (k) Fluoranthène	SDP	0,8		3,1	0,5	1,5	0,7	0,2	6,9	0,2			1,3	0,1	0,1	0,1	1,2E-02	1,8	8,7
1118	Benzo (g,h,i) Pérylène	SDP	1,8		1,8	0,5	1,5	1,0	0,2	7,0	0,4			0,6	0,1	0,1	0,2	1,4E-02	1,5	8,4

PSEE : polluant spécifique de l'état écologique, SP : substance prioritaire, SDP : substance dangereuse prioritaire, * : autres polluants qualifiant l'état chimique des eaux
Les substances à l'origine d'un dépassement de NQE dans les eaux de surface (EDL 2019) sont mises en évidence, en bleu pour les substances de l'état écologique et en rouge pour les substances de l'état chimique.

Code Sander	Nom paramètre	Type	RHIN										MEUSE										BASSIN
			P1. Retombées atmo.	P3. Ruissellement agri.	P5. Dérive de pulvérisation	P6. RUTP	P7. Déversoirs d'orage	P8. Rejets de STEU	P9. Eaux usées non traitées	P10. Industries	Total (kg an ⁻¹)	P1. Retombées atmo.	P3. Ruissellement agri.	P5. Dérive de pulvérisation	P6. RUTP	P7. Déversoirs d'orage	P8. Rejets de STEU	P9. Eaux usées non traitées	P10. Industries	Total (kg an ⁻¹)	Total général (kg an ⁻¹)		
1105	Aminotriazole	PSEE	6,7	0,4					0	7,1		0,4	1,4E-02				0	0,4	7,5				
1204	Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	SDP			2,4	0,5	1,4	0,9	0,2	5,5				0,9	0,1	0,1	0,2	1,4E-02	1,3	6,8			
1206	Iprodione	PSEE	3,8	0,2					0	4,1		0,5	2,0E-02					0	0,6	4,6			
1286	Trichloroéthylène	*							3,5	3,5								0	0	3,5			
1199	Hexachlorobenzène (HCB)	SDP	0,9						0	0,9	0,2							0	0,2	1,1			
1119	Bifénox	SP	0,6	3,4E-02					0	0,7		0,2	7,5E-03					0	0,2	0,9			
2028	Quinoxifène	SDP	0,6	3,6E-02					0	0,7								0	0	0,7			
1474	Chlorprophame	PSEE	0,4	2,3E-02					0	0,4		0,2	8,4E-03					0	0,2	0,6			
2879	Composés du tributylétain (tributylétain-cation)	SDP							0,3	0,3								3,5E-02	3,5E-02	0,3			
1289	Trifluraline	SDP	4,5E-02	2,1E-03					0	4,7E-02								0	0	4,7E-02			
7707	Dioxines et ses composés de type dioxine	SDP	5,6E-04						1,9E-05	5,8E-04	1,5E-04							0	1,5E-04	7,3E-04			
1170	Dichlorvos	SP	4,8E-04	2,3E-05					0	5,0E-04								0	0	5,0E-04			
			RHIN										MEUSE										BASSIN

PSEE : polluant spécifique de l'état écologique, SP : substance prioritaire, SDP : substance dangereuse prioritaire, * : autres polluants qualifiant l'état chimique des eaux
Les substances à l'origine d'un dépassement de NQE dans les eaux de surface (EDL 2019) sont mises en évidence, en bleu pour les substances de l'état écologique et en rouge pour les substances de l'état chimique.

Sources ponctuelles

Emissions relatives aux rejets de stations d'épuration (P8) et aux eaux usées des ménages non traitées (P9)

Les substances quantifiées à moins de 10 % en entrée de STEU sur l'ensemble des STEU auditées ont été négligées, comme mentionné et justifié dans la partie méthodologie, excepté pour les substances justifiant de plus d'une concentration quantifiée parmi les premières analyses issues de la campagne RSDE_STEU 2018. Il s'agit des 27 substances listées dans le Tableau 7.

Tableau 7 : Liste des substances quantifiées à moins de 10 % en entrée de STEU²¹, négligées pour les voies d'apport relatives aux rejets de STEU et aux eaux usées des ménages non traitées

Code Sandre	Nom paramètre	Code Sandre	Nom paramètre
1083	Chlorpyrifos (éthyl-chlorpyrifos)	1276	Tétrachlorure de carbone
1101	Alachlore	1286	Trichloroéthylène
1103	Aldrine	1289	Trifluraline
1107	Atrazine	1388	Cadmium et ses composés
1114	Benzène	1464	Chlorfenvinphos
1144	Para-para-DDT	1652	Hexachlorobutadiène
1161	1,2 Dichloroéthane	1743	Endosulfan
1168	Dichlorométhane	1774	Trichlorobenzènes (tous les isomères)
1173	Dieldrine	1780	Xylène
1181	Endrine	1888	Pentachlorobenzène
1199	Hexachlorobenzène (HCB)	1955	Chloroalcanes C ₁₀ -C ₁₃
1207	Isodrine	2879	Composés du tributylétain
1235	Pentachlorophénol	5537	Hexachlorocyclohexane
1263	Simazine		

Emissions relatives aux rejets de stations d'épuration

Pour les substances non négligées précédemment (cf. Tableau 7 pour les substances non prises en compte pour les voies d'apport P8 et P9), la distinction entre part du flux (en kg an⁻¹) estimée et part du flux déduite des données de mesures pour les sorties de stations d'épuration figure dans le Tableau 8. Les flux indiqués en rouge sont relatifs à des substances relativement peu quantifiées en sortie (<25 %) et sont donc fortement impactés par la valeur du seuil de quantification.

²¹ Ou en sortie de STEU lorsque la substance n'était pas caractérisée en entrée de STEU

Tableau 8 : Flux (kg an⁻¹) liés aux rejets des stations d'épuration distingués entre part estimée et part issue de mesures par district

Code Sandre	Nom paramètre	Quantif. entree	Quantif. sortie	RHIN		MEUSE		BASSIN		total
				estimé	réel	estimé	réel	estimé	réel	
1383	Zinc	100%	99%	9775	10839	1393	298	11168	11137	22305
1392	Cuivre	99%	36%	1108	824	144	30	1251	854	2105
1389	Chrome	58%	47%	779	1092	83	50	862	1142	2005
1386	Nickel et ses composés	34%	21%	<i>1188</i>	<i>591</i>	<i>109</i>	<i>27</i>	<i>1297</i>	<i>618</i>	<i>1915</i>
1369	Arsenic	13%	22%	<i>725</i>	<i>424</i>	<i>65</i>	<i>26</i>	<i>789</i>	<i>450</i>	<i>1240</i>
1382	Plomb et ses composés	56%	17%	<i>329</i>	<i>321</i>	<i>37</i>	<i>13</i>	<i>366</i>	<i>334</i>	<i>701</i>
1907	AMPA	44%	73%	317	184	16	67	333	251	584
6616	Di(2-éthylhexyl)phthalate (DEHP)	86%	27%	189	103	17	6,1	206	109	315
1135	Trichlorométhane (chloroforme)	27%	11%	<i>156</i>	<i>71</i>	<i>14</i>	<i>4,9</i>	<i>170</i>	<i>76</i>	<i>245</i>
1278	Toluène	30%	2%	<i>88</i>	<i>76</i>	<i>4,5</i>	<i>12</i>	<i>93</i>	<i>88</i>	<i>180</i>
1272	Tétrachloroéthylène	8%	16%	<i>89</i>	<i>44</i>	<i>8,0</i>	<i>3,1</i>	<i>97</i>	<i>47</i>	<i>144</i>
1958	Nonylphénols	45%	54%	87	17	11	2,7	98	20	118
1387	Mercure et ses composés	12%	23%	<i>71</i>	<i>27</i>	<i>6,3</i>	<i>0,5</i>	<i>78</i>	<i>28</i>	<i>105</i>
1506	Glyphosate	15%	38%	22	26	1,1	5,0	23	31	54
1141	2,4 D	-	31%	18	16	1,7	1,0	20	17	37
1177	Diuron	33%	64%	16	14	1,8	1,0	18	15	33
1212	2,4 MCPA ou MCPA	-	41%	15	14	1,5	0,6	16	14	30
1847	Phosphate de tributyle	8%	18%	<i>13</i>	<i>11</i>	<i>0,6</i>	<i>1,8</i>	<i>13</i>	<i>13</i>	<i>26</i>
1208	Isoproturon	10%	28%	14	6,4	1,3	0,3	16	6,7	22
1667	Oxadiazon	-	55%	10	6,8	0,9	0,2	11	7,0	18
1517	Naphtalène	27%	21%	<i>8,0</i>	<i>3,6</i>	<i>0,8</i>	<i>0,2</i>	<i>8,8</i>	<i>3,7</i>	<i>13</i>
1136	Chlortoluron	-	21%	<i>7,6</i>	<i>3,2</i>	<i>0,7</i>	<i>0,4</i>	<i>8,3</i>	<i>3,6</i>	<i>12</i>
1209	Linuron	-	13%	<i>8,0</i>	<i>2,5</i>	<i>0,7</i>	<i>0,1</i>	<i>8,7</i>	<i>2,6</i>	<i>11</i>
1584	Biphényle	16%	2%	<i>5,7</i>	<i>3,8</i>	<i>0,3</i>	<i>0,8</i>	<i>6,0</i>	<i>4,7</i>	<i>11</i>
1959	Octylphénols	9%	3%	<i>1,0</i>	<i>4,5</i>	<i>0,1</i>	<i>0,4</i>	<i>1,0</i>	<i>4,9</i>	<i>5,9</i>
1458	Anthracène	20%	8%	<i>2,8</i>	<i>1,1</i>	<i>0,3</i>	<i>0,1</i>	<i>3,1</i>	<i>1,2</i>	<i>4,3</i>
1115	Benzo (a) Pyrène	47%	22%	<i>1,7</i>	<i>1,0</i>	<i>0,2</i>	<i>0,1</i>	<i>1,9</i>	<i>1,1</i>	<i>2,9</i>
1191	Fluoranthène	82%	11%	<i>1,5</i>	<i>1,1</i>	<i>0,1</i>	<i>0,1</i>	<i>1,7</i>	<i>1,1</i>	<i>2,8</i>
1116	Benzo (b) Fluoranthène	27%	25%	<i>0,9</i>	<i>0,7</i>	<i>0,1</i>	<i>0,1</i>	<i>1,0</i>	<i>0,7</i>	<i>1,7</i>
1118	Benzo (g,h,i) Pérylène	43%	22%	<i>0,9</i>	<i>0,6</i>	<i>0,1</i>	<i>0,05</i>	<i>1,0</i>	<i>0,7</i>	<i>1,7</i>
1117	Benzo (k) Fluoranthène	33%	21%	<i>0,9</i>	<i>0,6</i>	<i>0,1</i>	<i>0,04</i>	<i>0,9</i>	<i>0,6</i>	<i>1,6</i>
1204	Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	25%	11%	<i>0,8</i>	<i>0,6</i>	<i>0,1</i>	<i>0,04</i>	<i>0,9</i>	<i>0,7</i>	<i>1,6</i>

Les substances à l'origine d'un dépassement de NQE dans les eaux de surface (EDL 2019) sont mises en évidence, en bleu pour les substances de l'état écologique et en rouge pour les substances de l'état chimique ; les flux indiqués en rouge et en italique sont relatifs à des substances relativement peu quantifiées en sortie de STEU (<25 %) et sont donc fortement impactés par la valeur du seuil de quantification.

De façon générale, les émissions estimées sont supérieures aux émissions réelles pour le district Meuse, reflétant la répartition de population raccordée (peu de STEU disposent de données mesurées sur ce district), excepté pour le glyphosate, l'AMPA et le biphényle dont les calculs s'appuient sur la base de données 2009-2010 pour laquelle une répartition différente des populations raccordées est observée. Les émissions estimées sont également supérieures aux

émissions réelles pour le district Rhin, pour différentes raisons. Dans le cas de substances avec une distinction urbain/rural, les taux d'émission sont généralement plus élevés pour les STEU rurales, STEU qui sont plus représentées dans la partie estimée du flux émis (les STEU disposant de données mesurées sont majoritairement considérées comme urbaines, i.e. dont la population raccordée est supérieure à 5 000). D'autre part, la répartition des populations présentée dans la méthodologie fait état d'une population raccordée disposant de données mesurées plus importantes que celle n'en disposant pas. Néanmoins cette estimation a été réalisée en se basant sur les STEU possédant des données pour le zinc en sortie de STEU, et elle ne s'avère pas représentative de la majeure partie des substances pour lesquelles la répartition est inversée, ce qui explique pourquoi le flux émis estimé est supérieur au flux émis réel.

Les six plus gros flux émis par les rejets de stations d'épuration sont illustrés en Figure 3. En hachuré est représentée la part relative au district Rhin tandis que les couleurs pleines représentent la part relative au district Meuse. L'importance des émissions du district Rhin est à considérer par rapport à sa population, qui représente 89 % de la population totale du bassin.

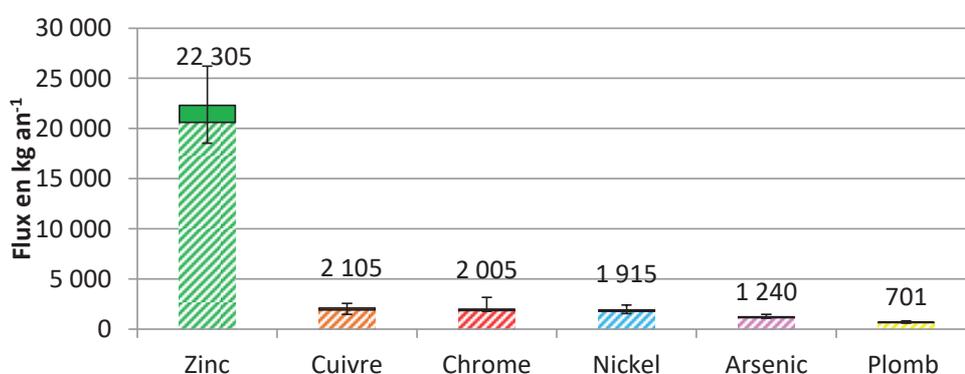


Figure 3 : Six plus gros flux de substances émis par les rejets de stations d'épuration (estimations et données mesurées confondues), en kg an⁻¹

Les substances émises par les stations d'épuration sont :

- *Métaux* : le zinc en fortes quantités, avec un flux de 22 305 kg an⁻¹ ainsi que le cuivre (2 105 kg an⁻¹), le chrome (2 005 kg an⁻¹) et le nickel (1 915 kg an⁻¹). Sont également émis de l'arsenic (1 240 kg an⁻¹), du plomb (701 kg an⁻¹), et en plus faible quantité du mercure (105 kg an⁻¹);
- *Pesticides* : l'AMPA, produit de dégradation du glyphosate est retrouvé principalement, avec un flux de 584 kg an⁻¹, le glyphosate étant émis avec un flux de 54 kg an⁻¹. Sont également émis du 2,4 D (37 kg an⁻¹), du diuron (33 kg an⁻¹) du 2,4 MCPA (30 kg an⁻¹), de l'isoproturon (22 kg an⁻¹), de l'oxadiazon (18 kg an⁻¹), du chlortoluron (12 kg an⁻¹), du linuron (11 kg an⁻¹) et du biphényle (11 kg an⁻¹) qui sont des herbicides excepté le biphényle qui est un fongicide et le diuron dont seul un usage biocide est autorisé. Les émissions d'isoproturon sont vouées à disparaître, ce produit ayant été interdit en 2016 ;
- *Phtalates* : le DEHP (Di(2-éthylhexyl)phtalate), employé dans l'industrie du plastique et comme plastifiant dans les peintures, les laques et les adhésifs entre autres, avec un flux de 315 kg an⁻¹;
- *Composés organiques halogénés volatils (COHV)* : le chloroforme (245 kg an⁻¹), utilisé pour la fabrication de liquide réfrigérant ou formé lors de la chloration d'eau potable ou usée, et le tétrachloroéthylène (144 kg an⁻¹), utilisé par exemple comme solvant et nettoyant à sec ;
- *Composés organiques volatils (COV)* : le toluène (180 kg an⁻¹), utilisé dans l'essence et comme solvant et additif de différents produits ;

- *Alkylphénols* : les nonylphénols (118 kg an⁻¹), qui entrent dans la composition de cosmétiques, de détergents et de lessives par exemple, et les octylphénols (6 kg an⁻¹) présents dans les peintures, les laques ou encore l'encre d'imprimerie ;
- *HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques)* : le naphthalène (3 kg an⁻¹), intermédiaire de synthèse des phtalates notamment, l'antracène (4,3 kg an⁻¹), intermédiaire chimique et biocide, le fluoranthène (2,8 kg an⁻¹), utilisé pour les revêtements de protection des réseaux de distribution d'eau potable en acier par exemple, et les HAP pyrolytiques (1,6-1,7 kg an⁻¹ chacun excepté le benzo(a)pyrène avec un flux de 2,9 kg an⁻¹), qui ne sont pas produits volontairement de façon anthropique mais résultent de la combustion incomplète de matière organique.

Les substances de l'inventaire non mentionnées dans le Tableau 8 sont :

- soit non mesurées lors de la campagne RSDE_STEU 2012-2014 et de la campagne de recherche de substances réalisées sur la période 2009-2010 ;
- soit caractérisées par un nombre d'analyses ou de stations d'épuration jugé insuffisant (< 5), cas pour le chlordécone et l'acide perfluorooctane-sulfonique ;
- soit interdites.

Afin de donner une première estimation des flux pour les substances pour lesquelles il n'existait pas ou très peu de données en 2012-2014, les premières analyses disponibles issues de la campagne RSDE_STEU 2018 sont utilisées en complément. Ces stations étaient associées à des populations raccordées en 2016 allant de 14 899 à 272 550 équivalents habitants. Les taux d'émission définis n'ont été appliqués qu'aux stations qualifiées d'urbaines (> 5 000 habitants raccordés) pour éviter une surestimation trop importante de ces premières estimations.

La majeure partie des substances ajoutées à la recherche de micropolluants dans les eaux brutes et dans les eaux usées traitées de stations d'épuration de la note technique du 12/08/16 sont quantifiées à moins de 10 % en entrée des quatre stations d'épuration mentionnées précédemment et ont donc été négligées. Il s'agit des substances listées dans le Tableau 9. L'acide perfluorooctane-sulfonique est également quantifié à moins de 10 % en entrée des quelques STEU pour lesquelles la donnée est disponible. Cette tendance sera cependant à vérifier une fois l'ensemble des données de la campagne RSDE_STEU 2018 bancarisé. Le chlordécone ne fait quant à lui pas partie des substances mesurées au niveau de la campagne RSDE_STEU 2018 (substance interdite).

Tableau 9 : Liste des substances nouvellement mesurées et peu quantifiées en entrée des quatre STEU considérées

Code Sandre	Nom du paramètre	Code Sandre	Nom du paramètre
1105	Aminotriazole	1713	Thiabendazole
1113	Bentazone	1796	Métaldéhyde
1119	Bifénox	1814	Diflufenicanil
1172	Dicofol*	1882	Nicosulfuron
1206	Iprodione	1935	Cybutryne
1234	Pendiméthaline	1951	Azoxystrobine
1269	Terbutryne	2028	Quinoxifène
1359	Cyprodinil	2879	Composés du tributylétain (tributylétain-cation)
1474	Chlorprophame	5526	Boscalid
1670	Métazachlore	7705	Diphényléthers bromés
1688	Aclonifène	7706	Heptachlore et époxyde d'heptachlore*
1694	Tebuconazole		

* Ces substances sont interdites

Les flux estimés (en kg an⁻¹) des substances quantifiées à plus de 10 % en entrée, qui découlent de l'application des taux d'émission calculés aux STEU de plus de 5 000 équivalents habitants, figurent dans le Tableau 10, en première approximation.

Tableau 10 : Flux estimés (kg an⁻¹) pour les STEU de plus de 5 000 équivalents habitants à partir des premières analyses disponibles de la campagne RSDE_STEU 2018 pour les substances peu ou non mesurées précédemment au niveau des rejets de stations d'épuration

Code Sandre	Nom Paramètre	Quantif. entrée	Quantif. sortie	BASSIN		
				Min	Med	Max
1877	Imidaclopride	42%	33%	9,1	16	36
1170	Dichlorvos*	11%	0%	6,8	9,1	10
7128	Hexabromocyclododécane (HBCDD)	17%	0%	6,8	8,2	9,2
1140	Cyperméthrine	38%	0%	2,7	3,6	4,1

* Cette substance est interdite

En rouge les substances peu quantifiées (moins de 25%) en sortie de STEU, dont les flux estimés sont fortement impactés par la valeur de la limite de quantification

Les substances dont les flux semblent non négligeables en première approximation sont quelques pesticides et un retardateur de flammes de façon moins prononcée. Néanmoins les flux proposés pour le dichlorvos, l'hexabromocyclododécane et la cyperméthrine se basent uniquement sur les valeurs seuils de quantification, ces substances n'ayant pas été quantifiées en sortie de station d'épuration dans les analyses disponibles et relativement peu quantifiées en entrée de STEU, excepté pour la cyperméthrine.

Eaux usées non traitées

Les six plus gros flux émis par les eaux usées non traitées des ménages sont illustrés en Figure 4. En hachuré est représentée la part relative au district Rhin tandis que les couleurs pleines représentent la part relative au district Meuse. L'importance des émissions du district Rhin est à considérer par rapport à sa population, qui représente 89 % de la population totale du bassin, bien que le pourcentage de population non raccordé/collecté ne représente que 19 % sur ce district, contrairement aux 40 % obtenus sur le district Meuse. Néanmoins il est à noter que grâce à la construction de nombreuses stations d'épuration rurales sur le district Meuse, le pourcentage de population non raccordé a diminué depuis le précédent inventaire, passant de 20 à 18 %.

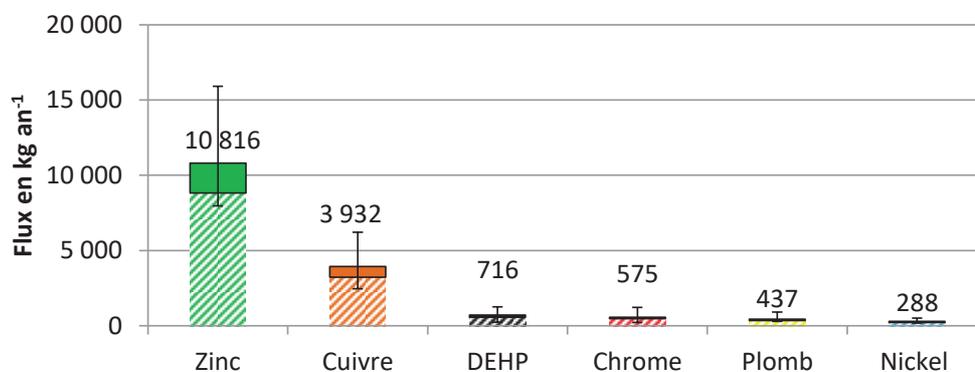


Figure 4 : Six plus gros flux de substances émis par les eaux usées non traitées des ménages, en kg an⁻¹

Les mêmes substances sont rejetées par les populations non raccordées et les stations d'épuration, néanmoins leur ordre d'importance peut changer selon leur élimination par la STEU.

Les substances de l'inventaire non caractérisées pour la source P9 sont soit non mesurées lors de la campagne de recherche de substances dangereuses effectuée sur la période 2009-2010, soit interdites. Parmi les substances non mesurées figurent certaines substances pour lesquelles des données sont disponibles en sortie de station d'épuration sur la période 2012-2014, c'est le cas du chlortoluron, du 2,4D, du 2,4 MCPA, de l'oxadiazon et du linuron. Comme énoncé dans la méthodologie, pour ces substances spécifiques, les flux estimés intégrés à l'inventaire se basent sur l'hypothèse d'un non abattement de ces substances par la STEU et l'utilisation des taux d'émission obtenus en sortie comme taux d'émission en entrée.

Afin de donner une première estimation des flux pour les substances pour lesquelles il n'existait pas de données utilisables en 2009-2010 et vérifier l'hypothèse précédente, les premières analyses issues de la campagne RSDE_STEU 2018, effectuées sur 4 stations à travers 6 campagnes de mesures, sont utilisées. Dans la même optique que pour la voie d'apport P8 traitée précédemment, les taux d'émission définis ne seront appliqués qu'aux populations non traitées des communes associées à une station de plus de 5 000 équivalents habitants raccordés, afin d'éviter une surestimation trop importante de ces premières estimations.

Comme énoncé précédemment, la majeure partie des substances ajoutées à la recherche de micropolluants dans les eaux brutes et dans les eaux usées traitées de stations d'épuration de la note technique du 12/08/16 sont quantifiées à moins de 10 % en entrée des quatre STEU étudiées et ont donc été négligées. Les flux estimés (en kg an⁻¹) des substances quantifiées à plus de 10 % en entrée, qui découlent de l'application des taux d'émission calculés aux populations non traitées des communes associées à une station d'épuration de plus de 5 000 équivalents habitants raccordés, figurent dans le Tableau 11, en première approximation. Le 2,4 D et l'oxadiazon ne figurent pas dans ce tableau, étant quantifiés à moins de 10 % sur l'ensemble des quatre STEU urbaines dont les données sont disponibles. Les flux estimés selon l'approche décrite précédemment seraient compris entre 2,4 et 9,1 kg an⁻¹ pour le 2,4 D et compris entre 0,6 et 5,4 kg an⁻¹ pour l'oxadiazon. Le linuron quant à lui ne figure pas dans la liste des substances caractérisées dans le cadre de la campagne RSDE_STEU 2018.

Tableau 11 : Flux estimés (kg an⁻¹) pour les populations non traitées des communes associées à une station de plus de 5 000 équivalents habitants raccordés à partir des premières analyses disponibles de la campagne RSDE_STEU 2018 pour les substances peu ou non mesurées précédemment pour les rejets des ménages non raccordés/collectés

Code Sandre	Nom Paramètre	Quantif. entrée	Min	Med	Max
7128	Hexabromocyclododécane (HBCDD)	17%	1,1	1,9	2,7
1877	Imidaclopride	42%	1,5	1,8	6,1
1140	Cyperméthrine	38%	0,9	1,5	4,3
1212	2,4 MCPA ou MCPA	13%	1,2	1,5	2,7
1170	Dichlorvos*	11%	1,2	1,2	1,8
1136	Chlortoluron	11%	0,8	1,1	2,2

* Cette substance est interdite

En rouge les substances peu quantifiées (moins de 25%) en sortie de STEU, dont les flux estimés sont fortement impactés par la valeur de la limite de quantification

Les substances dont les flux semblent non négligeables en première approximation sont l'hexabromocyclododécane (retardateur de flammes) ainsi que quelques pesticides. L'hypothèse effectuée lors de l'estimation des flux de chlortoluron, de 2,4D, de 2,4 MCPA et d'oxadiazon selon

laquelle ces substances seraient non abattues par les STEU semble justifiée, les ordres de grandeurs obtenus dans l'inventaire et en première approximation à partir des mesures de la campagne RSDE_STEU 2018 étant cohérents. Les flux plus importants estimés dans l'inventaire sont dus à l'application des taux d'émission à l'ensemble des stations d'épuration, néanmoins plausibles, l'emploi des pesticides n'étant pas restreint aux communes à forte population. Toutefois, il est à noter que les apports de pesticides par les eaux usées sont relativement faibles comparativement aux apports par ruissellement agricole (cf. Principales voies d'apport).

Emissions relatives aux industries isolées (P10)

Etablissements ayant analysé leurs rejets

Afin de ne pas prendre en compte les émissions des industries raccordées à une station d'épuration (intégrées dans P8), seules les industries isolées sont considérées dans cette voie d'apport.

Les six plus gros flux émis par les industries isolées sont illustrés en Figure 5. En hachuré est représentée la part relative au district Rhin tandis que les couleurs pleines représentent la part relative au district Meuse. La part prépondérante du district Rhin dans l'émission de flux industriels est à rapprocher de l'implantation des industries sur le bassin Rhin-Meuse. En effet, le district Rhin est le lieu d'implantation de 362 industries pour lesquelles des données de rejets sont disponibles, dont 164 industries isolées, tandis que le district Meuse en contient 55, dont 35 industries isolées.

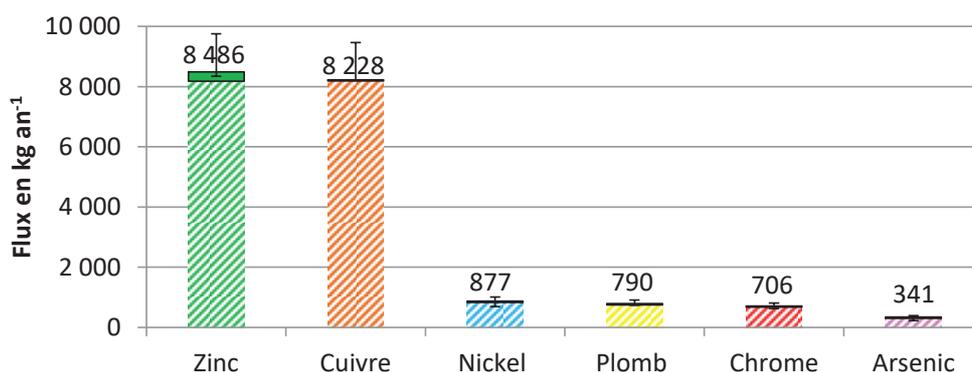


Figure 5 : Six plus gros flux de substances émis par les industries isolées (rejets mesurés uniquement), en kg an⁻¹

Les substances émises par les industries sont :

- *Métaux* : le zinc et le cuivre en fortes quantités (respectivement à des flux de 8 486 et 8 228 kg an⁻¹) suivis par le nickel, le plomb et le chrome avec des flux respectifs de 877, 790 et 706 kg an⁻¹. L'arsenic, le cadmium et le mercure sont quant à eux émis à des flux respectifs de 341, 122 et 55 kg an⁻¹. Les métaux sont majoritairement produits par les industries électriques, chimiques ainsi que par la sidérurgie ;
- *Phtalates* : le di(2-éthylhexyl)phtalate (DEHP) avec un flux de 92 kg an⁻¹. Les phtalates sont des substances de synthèse qui entrent dans la composition des matières plastiques ;
- *Alkylphénols* : les nonylphénols avec des émissions de 80 kg an⁻¹ ;
- *Composés organiques volatils (COV)* : le toluène (58 kg an⁻¹), le benzène (43 kg an⁻¹) et le xylène (44 kg an⁻¹). Ces substances sont utilisées dans l'industrie chimique, comme solvants ainsi que dans l'essence ;
- *Composés organiques halogénés volatils (COHV)* : le chloroforme (28 kg an⁻¹), le 1,2 dichloroéthane (22 kg an⁻¹) et le dichlorométhane (13 kg an⁻¹). Ces composés sont produits industriellement comme intermédiaires de synthèse et solvants. Sont également émis du

- tétrachlorure de carbone (9 kg an^{-1}) et du trichloroéthylène (3 kg an^{-1}), ce dernier étant majoritairement utilisé pour dégraisser les pièces métalliques ;
- *Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)* : le naphthalène, avec un flux de 14 kg an^{-1} à considérer avec précaution, provenant principalement d'une seule industrie et associé à une seule mesure de concentration, le fluoranthène avec un flux de $1,0 \text{ kg an}^{-1}$ et les HAP pyrolytiques et l'anthracène avec des flux d'environ $0,3-0,4 \text{ kg an}^{-1}$, avec des concentrations très peu quantifiées de manière générale.

Sources diffuses

Retombées atmosphériques (P1)

Les six plus gros flux émis estimés pour les retombées atmosphériques sont illustrés en Figure 6²². En hachuré est représentée la part relative au district Rhin tandis que les couleurs pleines représentent la part relative au district Meuse. La répartition de contribution des deux districts pour cette voie d'apport fait écho à leurs surfaces de masses d'eau, d'environ 130 km² et 45 km² pour le district Rhin et le district Meuse respectivement.

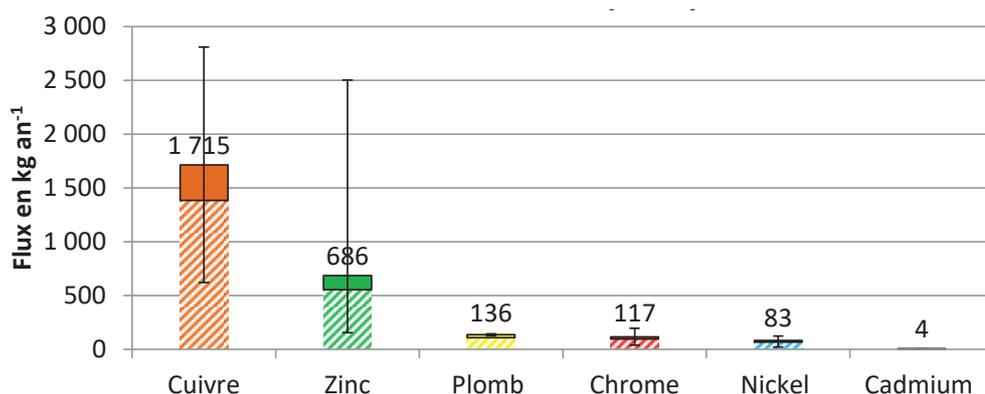


Figure 6 : Six plus gros flux de substances émis par les retombées atmosphériques, en kg an⁻¹

Parmi les métaux, les substances les plus émises par cette voie d'apport sont le cuivre, avec un flux estimé sur le bassin de 1 715 kg an⁻¹ et le zinc, avec un flux estimé de 686 kg an⁻¹. Ces flux sont susceptibles de découler des émissions vers l'atmosphère dues à l'activité de transport, à l'industrie ou encore à l'incinération des ordures ménagères pour le zinc par exemple.

Les HAP pyrolytiques hors indéno(1,2,3-cd) pyrène (benzo(a)pyrène, benzo(b)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène et benzo(g,h,i)pérylène) ont des flux estimés compris entre 1,0 (benzo(k)fluoranthène) et 3,4 (benzo(a)pyrène) kg an⁻¹ d'après les plages de valeurs fournies dans le guide. Les HAP pyrolytiques sont majoritairement issus de la combustion incomplète de matière organique, notamment de carburants mais également de biomasse pour le chauffage entre autres.

Ruissellement agricole (P3)

Les six plus gros flux émis par le ruissellement agricole sont illustrés en Figure 7. En hachuré est représentée la part relative au district Rhin tandis que les couleurs pleines représentent la part relative au district Meuse. En ce qui concerne la répartition de surface agricole utile (SAU), le district Rhin en comprend environ 1 205 ha contre près de 440 ha pour le district Meuse. Néanmoins, rapporté à la surface des districts, la part de SAU correspond respectivement à 51 et 56 % de la surface des districts Rhin et Meuse.

²² Les flux émis ont été estimés à partir de données issues d'une référence bibliographique pour le zinc, le chrome, le cuivre, le nickel et la majeure partie des HAP pyrolytiques et à partir de modélisations (EMEP) pour le cadmium, le plomb, le mercure et le benzo(a)pyrène (cf. Méthodologies)

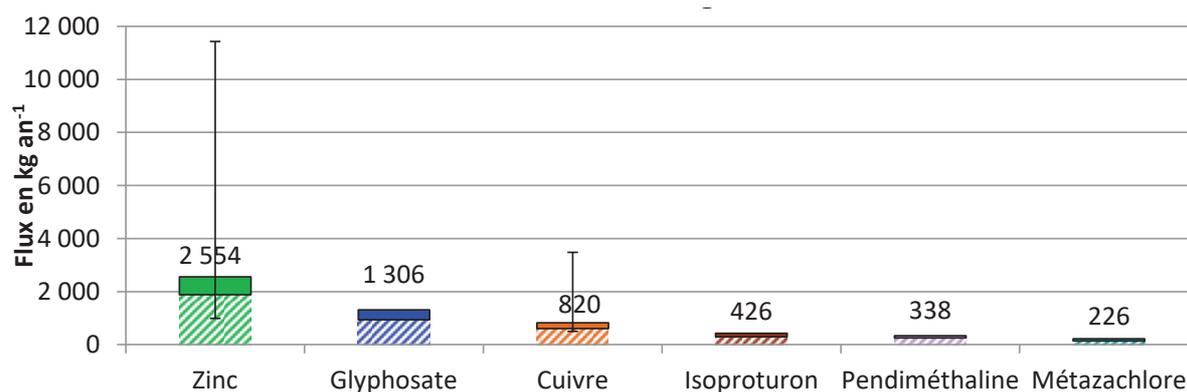


Figure 7 : Six plus gros flux de substances émis par le ruissellement agricole, en kg an⁻¹

Les substances émises en quantités proches ou supérieures à 100 kg an⁻¹ sont :

- *Produits phytosanitaires* : le glyphosate, l'isoproturon, le pendiméthaline, le métazachlore, le chlortoluron, le 2,4 MCPA, le métaldéhyde, le tébuconazole, le diflufenicanil et le 2,4 D, qui sont pour la plupart des herbicides utilisés sur céréales notamment mais également sur d'autres cultures selon la substance considérée, exceptés le métaldéhyde qui est un molluscicide et le tébuconazole qui est un fongicide. La substance la plus émise est le glyphosate, avec un flux de 1 306 kg an⁻¹. L'utilisation de l'isoproturon ayant été interdite en 2016, les émissions qui lui sont associées, soit 426 kg an⁻¹, ne devraient plus figurer lors du prochain inventaire ;
- *Éléments métalliques* : le zinc et le cuivre, du fait de leur utilisation en tant que fongicides et de leur présence dans les amendements épandus (boues de stations d'épuration et lisiers) avec des flux émis respectifs de 2 554 kg an⁻¹ et 820 kg an⁻¹. Du chrome, provenant des boues et lisiers épandus mais également des engrais phosphatés dans lesquels il est présent en tant qu'impureté, ainsi que du plomb, contenu dans les boues de STEU, sont également émis à un peu plus de 100 kg an⁻¹.

Parmi les produits phytosanitaires restants de la liste de l'inventaire, le boscalid, le cyprodinil et l'azoxystrobine (fongicides) sont émis à des flux estimés compris entre 42 et 63 kg an⁻¹. L'aclonifène et le bentazone (herbicides) sont quant à eux émis à des flux estimés compris entre 45 et 51 kg an⁻¹ tandis que la cyperméthrine, l'imidaclopride et le chlorpyrifos (insecticides) sont émis à des flux estimés compris entre 27 et 55 kg an⁻¹.

Dérives de pulvérisation (P5)

Les six plus gros flux émis par les dérives de pulvérisation sont illustrés en Figure 8. En hachuré est représentée la part relative au district Rhin tandis que les couleurs pleines représentent la part relative au district Meuse.

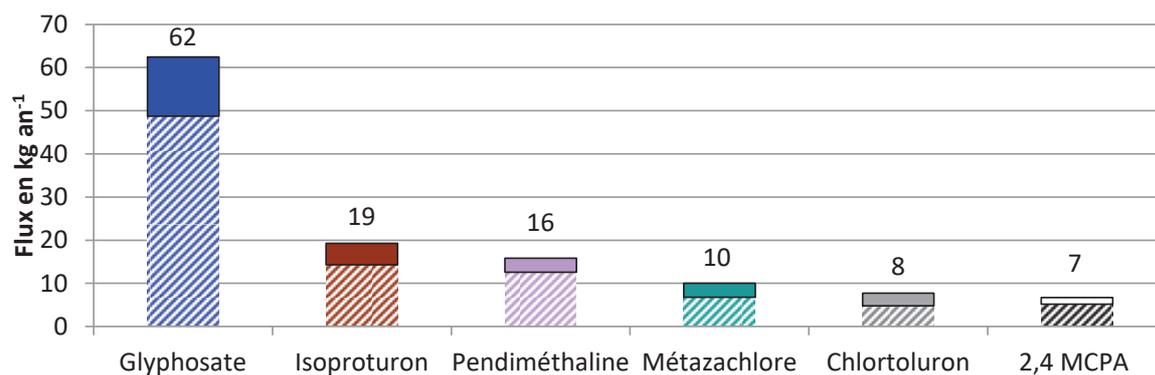


Figure 8 : Six plus gros flux de substances émis par les dérives de pulvérisation, en kg an⁻¹

Du fait de la méthodologie suivie, basée sur les données de vente des produits phytosanitaires, les mêmes substances que pour la voie d'apport ruissellement agricole sont retrouvées, mais à des quantités estimées moindre.

Ruissellement de surfaces imperméabilisées (P6) et rejets des déversoirs d'orage (P7)

Les surfaces actives (surface x taux d'imperméabilisation) sont respectivement de 714 km² et 92 km² pour les districts Rhin et Meuse, ce qui représente environ 3,0 % de la surface totale du district Rhin et environ 1,2 % de la surface totale du district Meuse. En ce qui concerne les principales routes, environ 1200 km de routes ont été considérées dans le district Rhin contre environ 200 km pour le district Meuse.

Ruissellement des surfaces imperméabilisées

Les six plus gros flux émis par le ruissellement des surfaces imperméabilisées (part relative aux eaux pluviales ruisselées strictes) sont illustrés en Figure 9. En hachuré est représentée la part relative au district Rhin tandis que les couleurs pleines représentent la part relative au district Meuse.

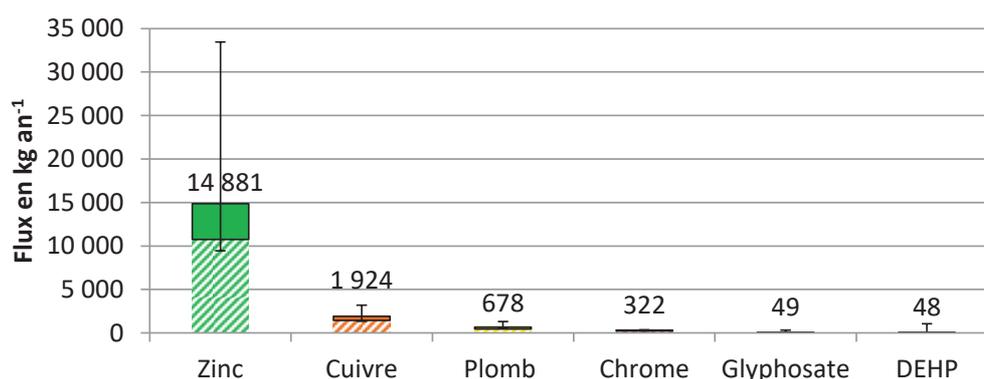


Figure 9 : Six plus gros flux de substances émis par le ruissellement des surfaces imperméabilisées, en kg an⁻¹

Les substances émises par le ruissellement des surfaces imperméabilisées par temps de pluie sont :

- *Métaux* : le zinc, en quantité importante avec un flux estimé de 14 881 kg an⁻¹, le cuivre (1 924 kg an⁻¹), le plomb (678 kg an⁻¹), le chrome (322 kg an⁻¹) et en quantités moins importantes le cadmium (19 kg an⁻¹). Les émissions de zinc peuvent provenir en partie de l'usure des pneus et de la corrosion des toitures et des gouttières ;

- *Phtalates* : le DEHP avec un flux émis de 48 kg an⁻¹ ;
- *Pesticides* : le glyphosate (49 kg an⁻¹), l'AMPA (26 kg an⁻¹) et le diuron (18 kg an⁻¹). Le diuron n'étant plus utilisé qu'en tant que biocide (usage phytosanitaire interdit), il est possible que ces flux soient surestimés selon la date de l'étude de laquelle sont tirées les concentrations des eaux pluviales du réseau séparatif ;
- *Alkylphénols* : les nonylphénols et les octylphénols avec des flux estimés respectifs de 4,8 et 4,3 kg an⁻¹ ;
- *Composés organiques volatils (COV) et composés organiques halogénés volatils (COHV)* : la donnée n'est pas disponible pour les eaux pluviales ;
- *HAP* : l'antracène (16 kg an⁻¹), le fluoranthène (7,4 kg an⁻¹), le naphthalène (4,0 kg an⁻¹) et les HAP pyrolytiques, avec des flux allant de 2,5 à 4,4 kg an⁻¹.

Le ruissellement des principales routes participe à ces émissions à hauteur de 16 % pour le zinc, 27 % pour le cuivre et de 6 à 20 % pour les HAP pyrolytiques.

Rejets des déversoirs d'orage

Les six plus gros flux émis par les déversoirs d'orage sont illustrés en Figure 10. En hachuré est représentée la part relative au district Rhin tandis que les couleurs pleines représentent la part relative au district Meuse.

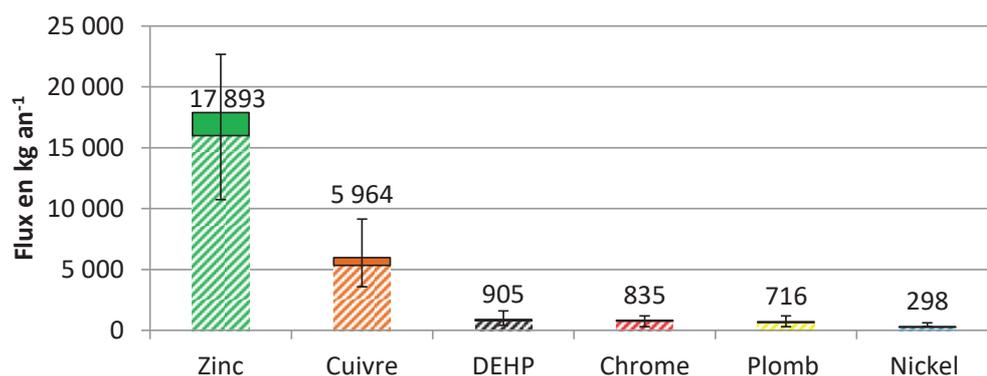


Figure 10 : Six plus gros flux de substances émis par les déversoirs d'orage, en kg an⁻¹

Les substances émises par les déversoirs d'orage sont identiques à celles retrouvées en entrée de STEU, d'après la méthodologie utilisée :

- *Métaux* : le zinc, en quantité importante avec un flux estimé de 17 893 kg an⁻¹, le cuivre (5 964 kg an⁻¹), le plomb et le chrome (716 et 835 kg an⁻¹), le nickel et l'arsenic (298 kg an⁻¹) et en quantités moins importantes le mercure (12 kg an⁻¹), les flux émis pour ces trois dernières substances étant fortement dépendant de la valeur du seuil de quantification ;
- *Phtalates* : le DEHP avec un flux émis de 905 kg an⁻¹ ;
- *Pesticides* : le glyphosate, l'AMPA et le 2,4 D (6,0 kg an⁻¹), le 2,4 MCPA (5,9 kg an⁻¹), l'oxadiazon (4,2 kg an⁻¹), le chlortoluron, le biphényle et le linuron aux alentours de 3,0 kg an⁻¹, l'isoproturon et le diuron (1,5 kg an⁻¹). Néanmoins la majeure partie de ces différents flux émis estimés à partir des concentrations médianes mesurées en entrée de STEU est fortement dépendante de la valeur du seuil de quantification ;
- *Composés organiques volatils (COV)* : le toluène, à un flux de 60 kg an⁻¹ ;
- *Composés organiques halogénés volatils (COHV)* : le chloroforme et le tétrachloroéthylène avec des flux respectifs de 60 et 30 kg an⁻¹ ;

- *Alkylphénols* : les nonylphénols avec un flux estimé de 26 kg an⁻¹ et les octylphénols avec un flux estimé d'environ 3,0 kg an⁻¹;
- *HAP* : le fluoranthène (3,7 kg an⁻¹), le naphthalène et l'anthracène (0,6 kg an⁻¹) et les HAP pyrolytiques avec des flux d'environ 0,6 kg an⁻¹. Ces valeurs sont fortement dépendantes des valeurs de limite de quantification.

A titre de comparaison, l'utilisation de la méthode proposée dans le guide pour le zinc engendre des flux compris entre 188 014 et 484 724 kg an⁻¹. Ces flux semblent surestimés, comme cela avait déjà été observé lors de l'inventaire précédent. En appliquant une méthodologie adaptée détaillée dans le présent document d'inventaire, un flux de zinc relatif au temps de pluie (somme du ruissellement des surfaces imperméabilisées et des rejets par déversoir d'orage) compris entre 20 190 et 56 135 kg an⁻¹ est obtenu, avec un flux médian de 32 774 kg an⁻¹. Malgré la forte incertitude subsistante, l'ordre de grandeur du flux semble plus adapté. Les bouclages effectués afin de confronter les flux annuels transitant aux exutoires de la Meuse, de la Moselle et de la Sarre aux flux estimés dans le cadre de l'inventaire tendent à privilégier cette nouvelle méthodologie.

DISCUSSION

Principaux flux émis

Les dix plus gros flux (en kg an⁻¹) émis sur le bassin Rhin-Meuse par l'ensemble des voies d'apport analysées figurent dans le Tableau 12. Les substances à l'origine d'un dépassement de NQE dans les eaux de surface (EDL 2019) sont mises en évidence, en bleu pour les substances de l'état écologique et en rouge pour les substances de l'état chimique. Deux principales familles de substances sont concernées, les métaux ainsi que les pesticides (herbicides), l'AMPA étant un produit de dégradation du glyphosate. En septième position figurent les phtalates, employés dans l'industrie du plastique et comme plastifiant dans les peintures, les laques et les adhésifs entre autres.

Néanmoins, ce classement des dix plus gros flux ne prend pas en compte la toxicité des différentes substances, c'est pourquoi dans un second temps, un ratio a été calculé entre le flux émis et la NQE (ou équivalent) des substances. Pour les substances ne disposant pas de NQE moyenne, la NQE maximale a été utilisée. Les dix flux (en kg an⁻¹) jugés les plus toxiques, définis à partir de ces ratios, sont présentés dans le Tableau 13. Trois substances faisant partie des dix plus gros flux émis figurent dans ce tableau (zinc, cuivre et plomb), tandis que sept autres substances apparaissent : il s'agit de quatre pesticides, de deux hydrocarbures aromatiques polycycliques, le benzo(a)pyrène et le fluoranthène et du mercure.

Parmi ces dix flux les plus toxiques, la pendiméthaline, qui est un polluant spécifique de l'état écologique, ne décline pas de masses d'eau du bassin. En effet, elle n'est pas déterminée comme pertinente à l'échelle de celui-ci dans l'arrêté du 7 août 2015 et n'est donc pas intégrée dans l'état écologique. Cependant, les résultats de l'inventaire semblent indiquer qu'il serait intéressant d'étudier la pertinence d'intégrer la pendiméthaline dans l'état écologique pour le bassin Rhin-Meuse, du fait de son apparition parmi les dix flux les plus toxiques.

Tableau 12 : Dix plus gros flux (en kg an⁻¹) émis sur le bassin Rhin-Meuse par l'ensemble des voies d'apport analysées

Code Sandre	Nom paramètre	Type	P1. Retombées atmosphériques	P3. Ruissellement agricole	P5. Dérive de pulvérisation	P6. Ruissellement temps de pluie	P7. Déversoirs stockage	P8. Rejets de STEU	P9. Eaux usées non traitées	P10. Industries	Total	P1. Retombées atmosphériques	P3. Ruissellement agricole	P5. Dérive de pulvérisation	P6. Ruissellement temps de pluie	P7. Déversoirs stockage	P8. Rejets de STEU	P9. Eaux usées non traitées	P10. Industries	Total	Total général
1383	Zinc	PSEE	554	1 877	5,7E-02	10 750	15 998	20 614	8 818	8 180	66 790	132	677		4 131	1 896	1 690	1 998	307	10 831	77 622
1392	Cuivre	PSEE	1 386	603	2,8	1 453	5 333	1 931	3 236	8 189	22 132	330	217	2,1E-02	471	632	174	697	40	2 561	24 693
1389	Chrome	PSEE	95	124		223	747	1 871	470	677	4 208	23	45		99	88	133	104	29	521	4 729
1382	Plomb et ses composés	SP	108	88		470	640	651	359	747	3 063	28	32		208	76	50	78	43	515	3 578
1386	Nickel et ses composés	SP	67	69			267	1 779	230	825	3 237	16	25			32	136	58	52	318	3 555
1369	Arsenic	PSEE		16			267	1 149	166	305	1 903		5,9			32	91	42	37	207	2 110
6616	Di(2-éthylhexyl)phtalate (DEHP)	SDP				34	809	292	572	90	1 797				15	96	23	144	1,7	280	2 077
1506	Glyphosate	PSEE		939	49	34	5,3	48	3,6	0	1 079		367	14	15	0,6	6,1	0,9	0	404	1 483
1907	AMPA	PSEE				18	5,3	501	7,9	0	532				8,0	0,6	83	2,0	0	94	626
1208	Isoproturon	SP		293	14	0,3	1,3	21	0,8	0	331		133	5,0	0,1	0,2	1,6	0,2	0	140	471
<i>Dix plus gros flux émis</i>			RHIN									MEUSE									BASSIN

Tableau 13 : Dix flux (en kg an⁻¹) jugés les plus toxiques émis sur le bassin Rhin-Meuse par l'ensemble des voies d'apport analysées

Code Sandre	Nom paramètre	Type	P1	P3	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Total	P1	P3	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Total	Total général	Indice de toxicité : Ratio flux annuel/ NQE (millions de m ³)
1140	Cyperméthrine	SP		46	2,5					0	48		9,3	0,3					0	10	58	724 080
1115	Benzo (a) Pyrène	SDP	2,7			2,5	0,7	2,7	1,1	0,3	10	0,6			1,0	0,1	0,2	0,2	1,4E-02	2,2	12	71 685
1392	Cuivre	PSEE	1 386	603	2,8	1 453	5 333	1 931	3 236	8 189	22 132	330	217	2,1E-02	471	632	174	697	40	2 561	24 693	24 693
1234	Pendiméthaline	PSEE		250	13					0	263		88	3,3					0	91	354	17 694
1670	Métazachlore	PSEE		139	6,8					0	146		87	3,2					0	90	236	12 400
1814	Diflufenicanil	PSEE		69	3,4					0	73		37	1,4					0	39	112	11 166
1383	Zinc	PSEE	554	1 877	5,7E-02	10 750	15 998	20 614	8 818	8 180	66 790	132	677		4 131	1 896	1 690	1 998	307	10 831	77 622	9 951
1191	Fluoranthène	SP				5,3	3,3	2,6	3,5	0,7	15				2,0	0,4	0,2	0,6	2,0E-02	3,3	19	2 983
1382	Plomb et ses composés	SP	108	88		470	640	651	359	747	3 063	28	32		208	76	50	78	43	515	3 578	2 981
1387	Mercure et ses composés	SDP	2,2	1,5			11	99	6,9	50	170	0,6	0,5			1,3	6,8	1,7	4,7	16	186	2 652
<i>Prise en compte des NQE</i>			RHIN									MEUSE									BASSIN	

Type de substance - PSEE : polluant spécifique de l'état écologique, SP : substance prioritaire, SDP : substance dangereuse prioritaire

Les substances à l'origine d'un dépassement de NQE dans les eaux de surface (EDL 2019) sont mises en évidence, en bleu pour les substances de l'état écologique et en rouge pour les substances de l'état chimique.

Principales voies d'apport

Les tableaux précédents ont mis en évidence l'importance des émissions de métaux, de pesticides, d'hydrocarbures aromatiques polycycliques et de phtalates. Afin de cibler les principales voies d'apport de ces familles de substances, les paragraphes suivants s'attachent à évaluer les contributions respectives des différentes sources traitées.

Distributions des voies d'apport par famille de substances

➤ Métaux

Le Tableau 14 présente la contribution des voies d'apport aux flux de métaux émis par district pour le zinc, le chrome, le plomb et le cuivre. Les substances présentant des tendances similaires ont été regroupées.

Tableau 14 : Contributions par district des voies d'apport aux flux de métaux émis (Zn, Cr, Pb, Cu)

Source	Zn, Cr, Pb		Cu	
	Rhin	Meuse	Rhin	Meuse
P1 Retombées atmosphériques	1 - 4%	1 - 5%	6%	13%
P3 Ruissellement agricole	3%	6 - 9%	3%	8%
P5 Dérives de pulvérisation	0%		0%	0%
P6 Ruissellement des surfaces imperméabilisées	5 -16%	19 - 40%	7%	18%
P7 Déversoirs d'orage	18 - 24%	15 -18%	24%	25%
P8 Rejets de stations d'épuration	21 - 45%	10 - 26%	9%	7%
P9 Eaux usées des ménages non raccordés	11 - 13%	15 - 20%	15%	27%
P10 Industries	12 - 24%	3 -8%	37%	2%

Lorsque deux pourcentages figurent en vis-à-vis d'une source d'apport, cela signifie que le pourcentage varie selon les substances

Le *zinc*, le *chrome* et le *plomb* ont une contribution des différentes voies d'apport relativement homogène. Cette homogénéité est représentée en Figure 11, avec la répartition moyenne des voies d'apport pour ces substances.

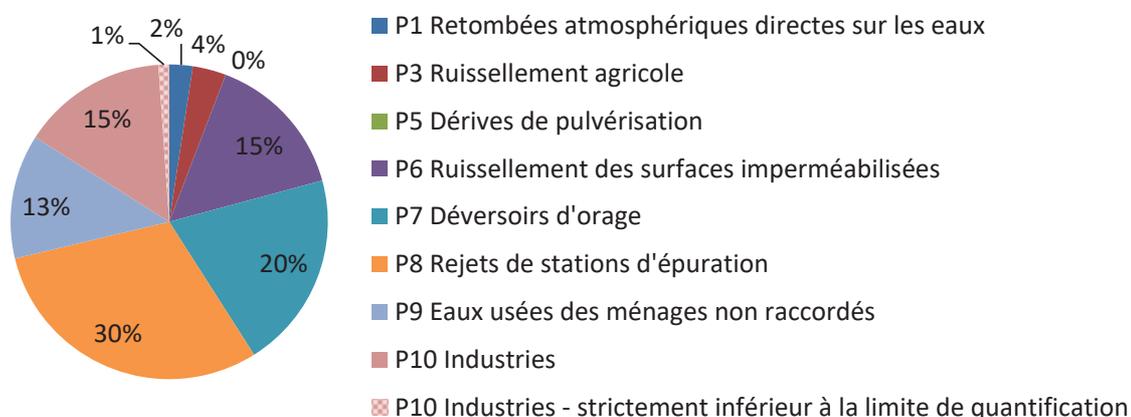


Figure 11 : Contributions moyennes des différentes voies d'apport analysées pour le zinc, le chrome et le plomb

Les plus gros contributeurs industriels aux émissions de zinc, chrome et plomb sont les industries chimiques et de production d'électricité ainsi que la sidérurgie. Le chrome se distingue du zinc et du plomb par un faible pourcentage associé aux eaux pluviales (ruissellement des surfaces imperméabilisées) et une plus forte contribution des rejets de stations d'épuration. En effet, du zinc et du plomb sont émis par la corrosion des toitures et des gouttières ainsi que lessivés par ruissellement sur les chaussées (revêtement et résidus de la circulation automobile, usure des pneus).

Les rejets de STEU sont néanmoins à considérer avec précaution dans le cas du plomb. En effet, le plomb est relativement bien abattu par les stations d'épuration, avec un abattement proche de 75 %. Cette substance est donc peu quantifiée en sortie d'ouvrage de traitement. Les émissions rattachées aux rejets de STEU sont par conséquent dépendantes de la valeur de la limite de quantification (LQ), les concentrations non quantifiées étant considérées égales à LQ/2.

Le *cuivre* est majoritairement émis par les industries, comme illustré en Figure 12, émissions fortement liées au fonctionnement d'une centrale électrique, ainsi que par les déversoirs d'orage et dans une moindre mesure par les rejets des ménages non raccordés.

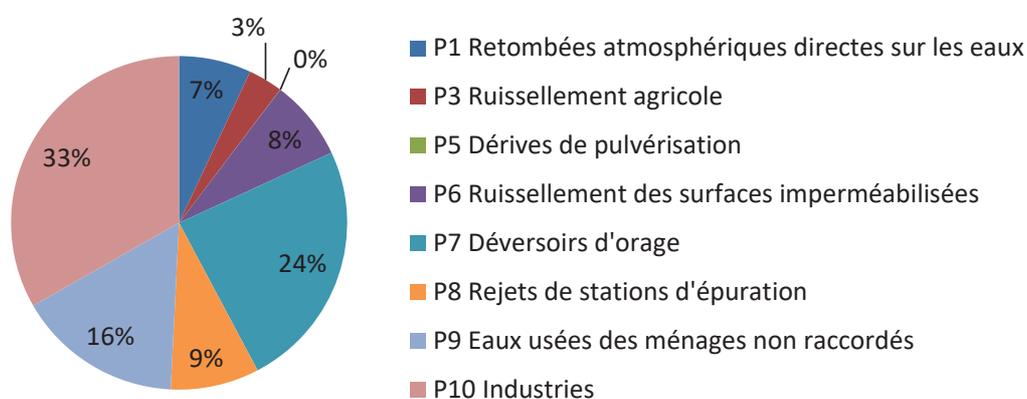


Figure 12 : Contributions des différentes voies d'apport analysées pour le cuivre

Contrairement au zinc et au chrome, les rejets de stations ont une contribution relativement faible dans le cas du cuivre. Cela pourrait s'expliquer en partie par le bon rendement des STEU pour cette substance, notamment les procédés à boues activées, avec un rendement aux alentours de 80 % obtenu lors du bilan d'autosurveillance sur la période 2009-2010. Cette faible contribution des rejets de stations induit de plus fortes contributions des eaux usées brutes rejetées par les déversoirs d'orage et les ménages non raccordés.

Le Tableau 15 présente la contribution des voies d'apport aux flux de métaux émis pour l'arsenic, le nickel, le mercure et le cadmium. Les substances présentant des tendances similaires ont été regroupées.

Tableau 15 : Contributions par district des voies d'apport aux flux de métaux émis (As, Ni, Hg, Cd)

Source	As, Ni, Hg		Cd	
	Rhin	Meuse	Rhin	Meuse
P1 Retombées atmosphériques	1 - 2%	4 - 5%	2%	11%
P3 Ruissellement agricole	1 - 2%	3 - 8%	5%	29%
P5 Dérives de pulvérisation	-	-	-	-
P6 Ruissellement des surfaces imperméabilisées	-	-	12%	22%
P7 Déversoirs d'orage	6 - 14%	8 - 15%	-	-
P8 Rejets de stations d'épuration	55 - 60%	43 - 44%	-	-
P9 Eaux usées des ménages non raccordés	4 - 9%	11 - 20%	-	-
P10 Industries	16 - 30%	16 - 30%	82%	38%

Lorsque deux pourcentages figurent en vis-à-vis d'une source d'apport, cela signifie que le pourcentage varie selon les substances

L'*arsenic*, le *nickel* et le *mercure* ont comme principales sources les rejets de STEU ainsi que l'industrie (cf. Figure 13). L'importance des rejets de STEU pourrait s'expliquer par l'abattement moyen de ces substances (inférieur ou proche de 50 %). Néanmoins cette observation est à tempérer, ces substances étant peu quantifiées en sortie de STEU. Les flux émis estimés sont donc :

- dépendants de la valeur de la limite de quantification ;
- dépendants de la méthodologie appliquée, un taux d'émission médian en sortie de STEU étant appliqué à l'ensemble des ouvrages dès lors que la quantification en entrée de station d'épuration dépasse 10 %, d'après la démarche suivie dans le précédent inventaire.

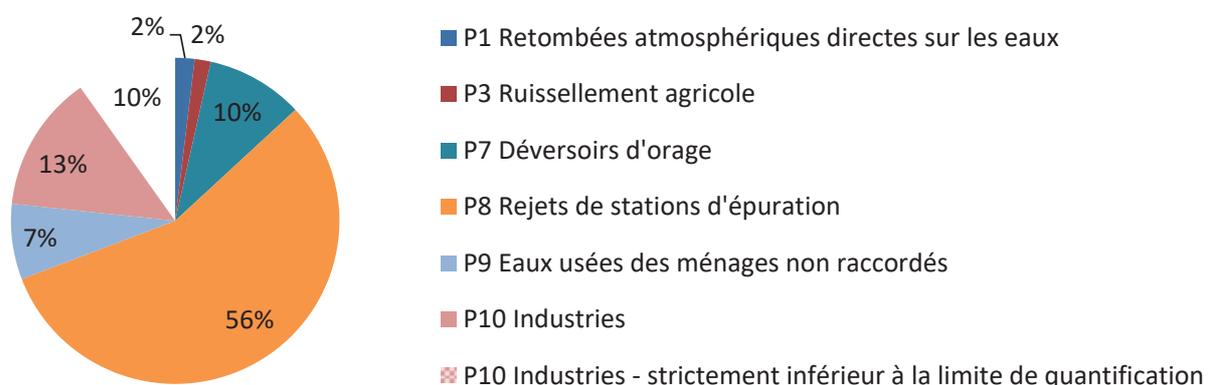


Figure 13 : Contributions moyennes des différentes voies d'apport analysées pour l'arsenic, le nickel et le mercure

Les principales industries contributrices pour ces métaux sont les industries chimiques et de production d'électricité, la sidérurgie, la fonderie et la collecte, le traitement et l'élimination des déchets. Le flux total associé aux émissions industrielles est néanmoins associé à une incertitude élevée, les flux calculés uniquement à partir de données non quantifiées (inférieures aux valeurs limites de quantification) représentant une part non négligeable de la somme (plus de 20 %).

Du fait de l'indisponibilité des données, il n'y a pas d'estimation pour les eaux pluviales du réseau séparatif pour ces trois substances, ni pour les retombées atmosphériques dans le cas de l'arsenic. Néanmoins, une origine de l'arsenic non traitée dans l'inventaire, le fond géochimique, pourrait engendrer la présence de cette substance dans les eaux de ruissellement et également expliquer une partie du flux observé dans les rejets de stations d'épuration.

Enfin, du fait d'une très faible quantification en *cadmium* en entrée de STEU, les voies d'apport relatives aux eaux usées (P7, P8 et P9) ont été négligées. De ce fait, la principale voie d'apport mise

en avant par la Figure 14 est l'industrie, et plus particulièrement les industries chimiques et de production d'électricité. Le flux industriel total est cependant à considérer avec précaution, les flux calculés uniquement à partir de données non quantifiées représentant près de 90 % de la somme.

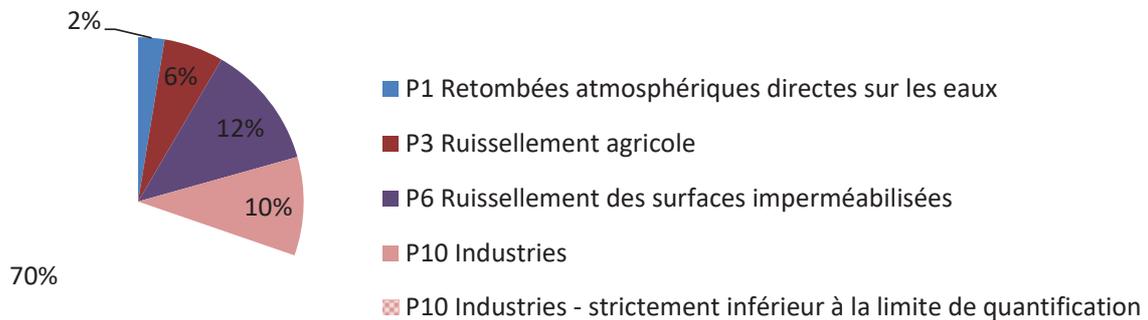


Figure 14 : Contributions moyennes des différentes voies d'apport analysées pour le cadmium

➤ Pesticides

Les pesticides sont majoritairement émis en association avec l'agriculture, à hauteur de 63 – 96 % pour le ruissellement agricole et 3 - 6 % pour les dérives de pulvérisation. Cependant ces émissions, basées sur les quantités de substances vendues issues de la BNVD²³, sont potentiellement sous-estimées pour les produits de dégradation. Ce serait le cas par exemple pour l'AMPA, produit de dégradation du glyphosate.

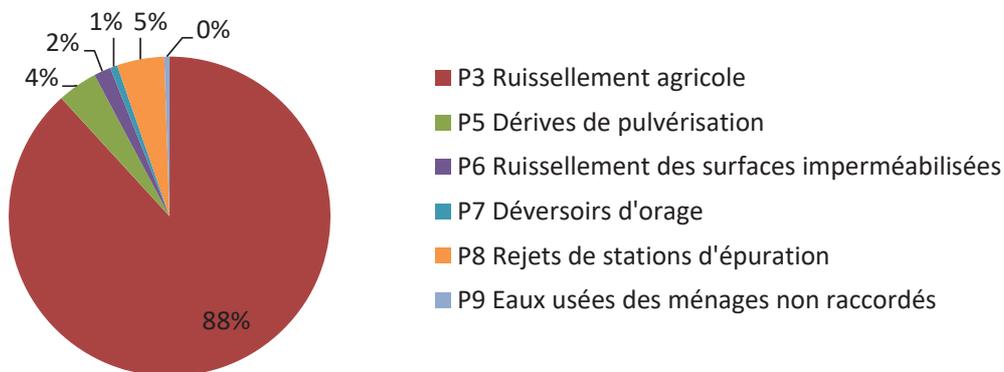


Figure 15 : Contributions moyennes des différentes voies d'apport analysées pour le glyphosate, l'isoproturon et le chlortoluron

La contribution des rejets de STEU dépend des pesticides considérés : celle-ci est relativement faible (4 - 6 %) pour le chlortoluron, le glyphosate et l'isoproturon tandis qu'elle s'élève respectivement à 16 et 26 % pour le 2,4 MCPA et le 2,4D, comme cela peut être observé sur les Figure 15 et Figure 16. Ces pourcentages plus élevés pourraient s'expliquer par l'utilisation de ces herbicides, non seulement en agriculture mais également pour l'entretien des espaces verts (gazons et terrains de golf pour le 2,4D par exemple), avec des ventes pour usage dans les parcs et jardins d'environ 1,6 T pour le 2,4 MCPA et 2,8 T pour le 2,4D au niveau du bassin Rhin-Meuse.

²³ Banque nationale des ventes distributeurs

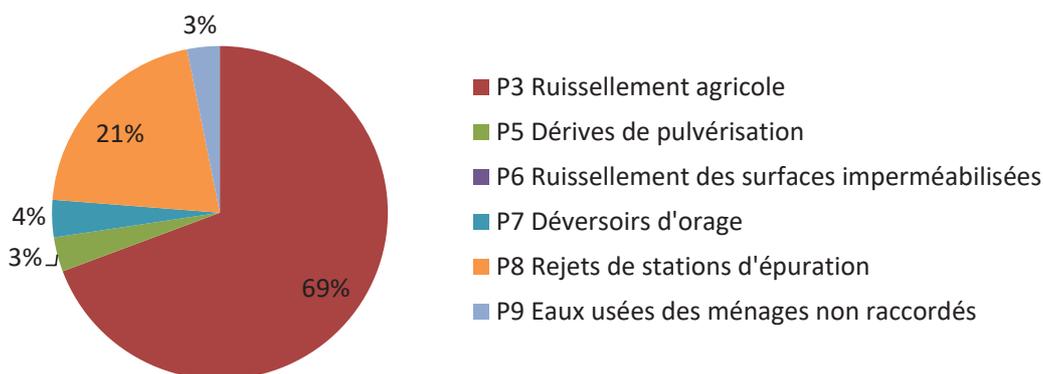


Figure 16 : Contributions moyennes des différentes voies d'apport analysées pour le 2,4D et le 2,4 MCPA

Concernant les autres pesticides, les données relatives aux stations d'épuration n'étaient pas disponibles, écartant alors certaines voies d'apport. Cependant, d'après les premiers résultats disponibles issus de la campagne RSDE_STEU²⁴ 2018 sur quatre stations d'épuration urbaines²⁵, seules l'imidaclopride et la cyperméthrine sembleraient quantifiées dans certains cas en entrée de station d'épuration. Cette observation, qui tend à considérer les voies d'apport relatives aux eaux usées comme secondaires, sera à vérifier une fois l'ensemble de la base de données bancarisé et exploitable. Lorsqu'elles sont estimées, les autres voies d'apport relatives aux eaux pluviales et usées correspondent chacune à moins de 5 % du flux total.

Quelques pesticides ne répondent pas à la distribution précédemment décrite. Il s'agit du diuron, en raison de son interdiction en tant que produit phytosanitaire en 2008, pour lequel les contributions agricoles (ruissellement et dérive de pulvérisation) sont nulles. Du fait de son utilisation autorisée en tant que biocide, les rejets de STEU deviennent la voie d'apport majoritaire (61 %) suivie des eaux pluviales du réseau séparatif. Les sources relatives aux eaux usées non traitées contribuent chacune à moins de 3 % du flux. Le linuron se distingue également par une plus forte contribution des rejets de STEU, l'autorisation de cette substance n'ayant pas été renouvelée en 2017.

Les flux de biphényle ont quant à eux été estimés uniquement pour les voies d'apport relatives aux eaux usées, avec des flux plus importants pour les rejets de stations d'épuration. Néanmoins ces émissions dépendent fortement des limites de quantification, étant peu quantifiées en entrée et en sortie de STEU.

En ce qui concerne l'AMPA, produit de dégradation du glyphosate, les émissions par ruissellement ou dérive de pulvérisation n'ont pas été estimées, du fait de la méthodologie appliquée basée sur les ventes de la BNVD. Les rejets des STEU sont par conséquent prépondérants (93 %), le reste des voies d'apport étant les eaux pluviales (4 %), ainsi que les eaux usées non raccordées ou évacuées par déversoirs d'orage (moins de 2 %). Cette distribution est néanmoins à relativiser, les émissions agricoles n'étant pas estimées mais potentiellement non négligeables.

➤ Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

Les HAP peuvent être regroupés en plusieurs catégories selon leur origine, comme récapitulé dans le Tableau 16.

²⁴ Action de recherche et de réduction des Rejets de Substances Dangereuses dans l'Eau

²⁵ Capacité supérieure à 5 000 équivalents habitants

Tableau 16 : Catégories/origines de HAP

Code Sandre	Nom du paramètre	Origine majoritaire	Signification
1115	Benzo(a)pyrène	Pyrolytique	Majoritairement issus de la combustion incomplète de la matière organique (produits pétroliers et biomasse)
1116	Benzo(b)fluoranthène		
1117	Benzo(k)fluoranthène		
1118	Benzo(g,h,i)pérylène		
1204	Indeno(1,2,3-cd)pyrène		
1458	Anthracène	Pétrogénique	D'origine pétrolière, produits et utilisés industriellement
1517	Naphtalène		
1191	Fluoranthène	Mixte	

Le Tableau 17 présente la contribution des voies d'apport aux flux de HAP, pour les HAP pyrolytiques et le fluoranthène.

Tableau 17 : Contributions par district des voies d'apport aux flux de HAP (HAP pyrolytiques et fluoranthène)

Source		HAP pyrolytiques		Fluoranthène	
		Rhin	Meuse	Rhin	Meuse
P1	Retombées atmosphériques	12 - 27%	11 - 30%	-	-
P6	Ruissellement des surfaces imperméabilisées	25 - 45%	44 - 72%	34%	61%
P7	Déversoirs d'orage	6 - 10%	3 - 5%	21%	12%
P8	Rejets de stations d'épuration	19 - 27%	7 - 11%	17%	7%
P9	Eaux usées des ménages non raccordés	8 - 17%	7 - 13%	23%	19%
P10	Industries	3 - 5%	1%	5%	1%

Lorsque deux pourcentages figurent en vis-à-vis d'une source d'apport, cela signifie que le pourcentage varie selon les substances

Quelles que soit les origines des HAP, les rejets des STEU sont à considérer avec précaution dans les paragraphes suivants, la faible quantification en sortie induisant un biais de la méthode (forte dépendance à la limite de quantification et application du taux d'émission à l'ensemble des STEU). Les émissions industrielles sont également peu quantifiées.

Les HAP pyrolytiques proviennent principalement des retombées atmosphériques et du ruissellement des surfaces imperméabilisées, puis des rejets de stations d'épuration, comme illustré en Figure 17, qui présente la distribution moyenne des voies d'apport pour les HAP pyrolytiques.

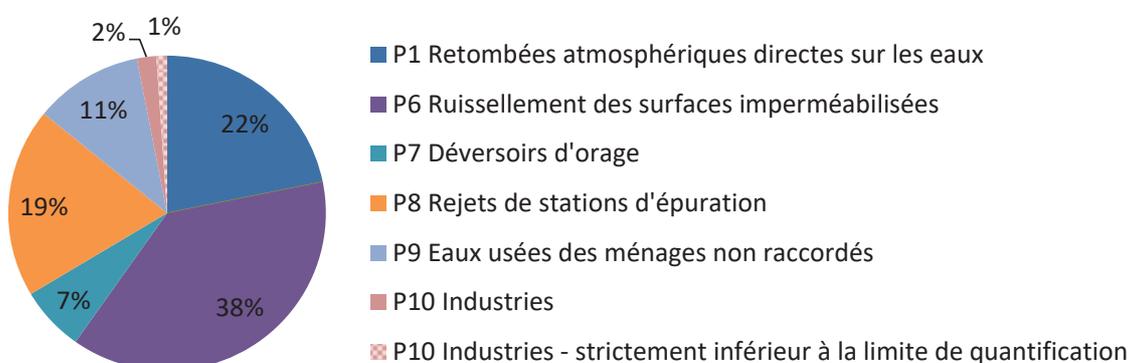


Figure 17 : Contributions moyennes des différentes voies d'apport analysées pour les HAP pyrolytiques

Les retombées atmosphériques représentent environ 27 % du flux émis pour les HAP pyrolytiques, hors benzo(k)fluoranthène (12 % du flux émis) et indéno(1,2,3-cd)pyrène (données non disponibles). A noter que les modélisations des dépôts atmosphériques réalisées par l'EMEP (European Monitoring and Evaluation Programme) prennent en compte les émissions dans l'atmosphère et les conditions météorologiques. Le dépôt atmosphérique est donc corrélé à la pluviométrie.

La contribution des voies d'apport pour le *fluoranthène* est proche de celle des HAP pyrolytiques (cf. Figure 18), en dehors des retombées atmosphériques non caractérisées, ce qui pourrait s'expliquer par les origines mixtes de cette substance. La principale source est le ruissellement des surfaces imperméabilisées (part relative aux eaux pluviales ruisselées strictes) suivie par les sources relatives aux eaux usées. Cette observation pourrait être en partie liée à l'utilisation du fluoranthène pour les revêtements de protection des réseaux de distribution d'eau potable en acier.

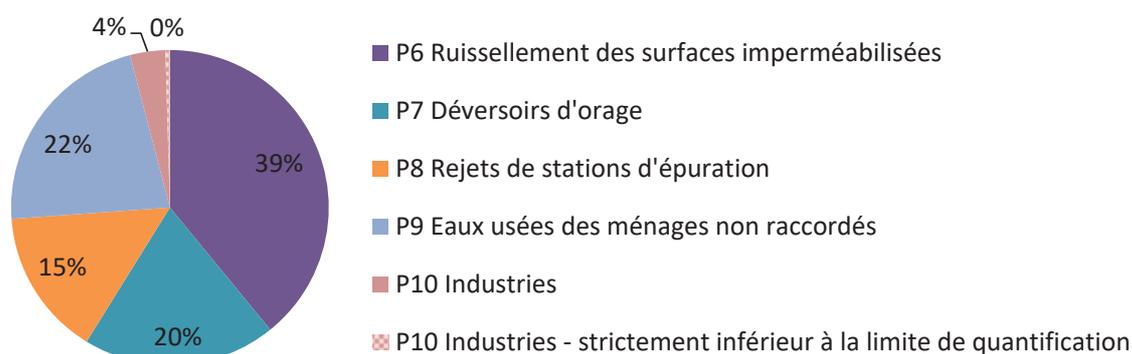


Figure 18 : Contributions des différentes voies d'apport analysées pour le fluoranthène

Le Tableau 18 présente la contribution des voies d'apport aux flux de HAP, pour l'antracène et le naphthalène.

Tableau 18 : Contributions par district des voies d'apport aux flux de HAP (anthracène et naphthalène)

Source	Naphthalène		Anthracène	
	Rhin	Meuse	Rhin	Meuse
P6 Ruissellement des surfaces imperméabilisées	9%	42%	67%	90%
P7 Déversoirs d'orage	2%	2%	3%	1%
P8 Rejets de stations d'épuration	40%	32%	24%	6%
P9 Eaux usées des ménages non raccordés	4%	7%	3%	2%
P10 Industries	46%	18%	2%	0%

Le naphthalène et l'antracène, d'origine pétrogénique, ont une répartition des voies d'apport relativement différente, comme l'illustrent les Figure 19 et Figure 20.

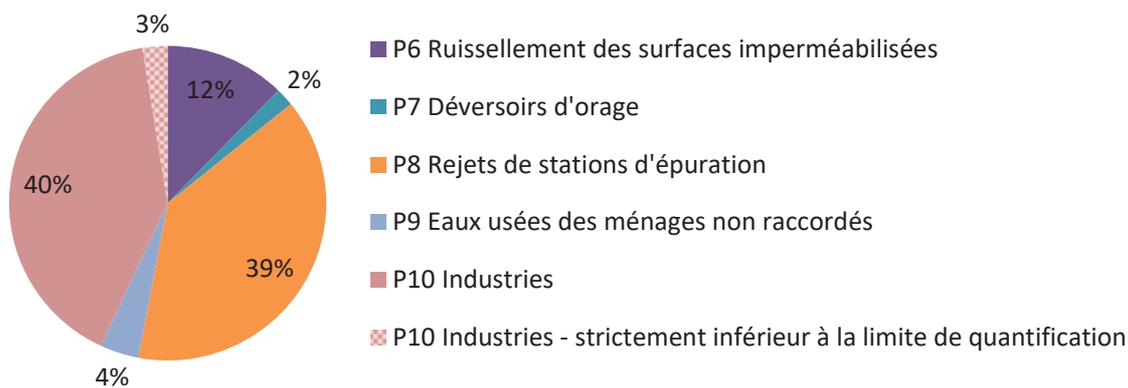


Figure 19 : Contributions des différentes voies d'apport analysées pour le naphthalène

Le *naphthalène* est majoritairement produit par l'industrie (intermédiaire de synthèse des phtalates notamment) et les rejets de STEU. La forte contribution de l'industrie est cependant à tempérer, une seule industrie représentant la majeure partie du flux émis par cette voie d'apport, avec un flux basé sur une seule concentration mesurée.



Figure 20 : Contributions des différentes voies d'apport analysées pour l'anthracène

L'*anthracène* est majoritairement lessivé par ruissellement des surfaces imperméabilisées (part relative aux eaux pluviales ruisselées strictes) ou issu des rejets de STEU. Celui-ci peut être utilisé industriellement comme intermédiaire chimique et biocide. La forte prédominance de la voie d'apport P6 est cependant à relativiser. En effet, que ce soit au niveau des concentrations obtenues en entrée ou en sortie de STEU, leurs valeurs médianes, utilisées pour définir les émissions associées aux voies d'apport P7, P8 et P9, sont égales à la limite de quantification. Les concentrations sont également peu quantifiées au niveau industriel. De ce fait, un poids important est attribué à la voie d'apport P6, dont le calcul du flux estimé se base sur une concentration dans les eaux pluviales ruisselées issue du guide INERIS.

➤ Phtalates : DEHP

La Figure 21 présente la distribution des voies d'apport pour le DEHP pour les sources qui ont pu être analysées dans le cadre de l'inventaire, i.e. pour lesquelles des données étaient disponibles.

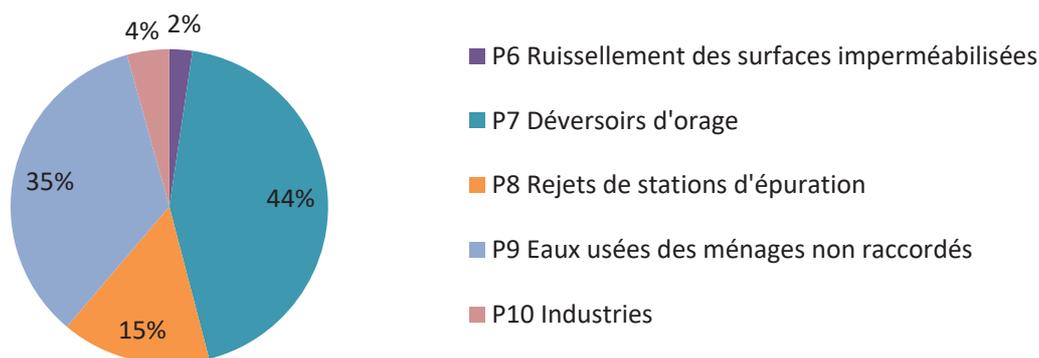


Figure 21 : Contributions des différentes voies d'apport analysées pour le DEHP²⁶

Les eaux usées sont les principales sources de *DEHP*, au niveau des rejets de déversoirs d'orage et des ménages non raccordés/collectés par une station d'épuration. Cette observation est cohérente avec les concentrations mesurées en région parisienne dans les émissaires du SIAAP (syndicat interdépartemental d'assainissement de l'agglomération parisienne) alimentant la station d'épuration Seine Aval, avec un apport industriel secondaire. Dans cette étude (Moilleron *et al.*, TSM 2019 n°5), une attention particulière a été portée sur l'origine des phtalates dans les eaux grises des ménages, eaux grises qui représentent 80 % du volume des eaux usées domestiques. Il en ressort que les eaux de lave-linge et celles issues des douches sont à l'origine de la majeure partie du flux émis par les eaux grises, avec entre autres un apport via les produits cosmétiques dans le cas des eaux de douche. La part relativement faible des rejets de STEU est à associer au bon abattement du DEHP par le procédé à boues activées, avec un rendement de 92 % obtenu dans le cadre du projet Amperes²⁷. Ce rendement peut s'expliquer par une bonne adsorption du DEHP dans les boues, du fait de sa faible solubilité (Besnault *et al.*, TSM 2015 n°3).

²⁶ Forte incertitude au niveau du flux d'une industrie qui représente environ 70 % du flux industriel total

²⁷ Projet ANR PRECODD 2005 « Analyse de polluants prioritaires et émergents dans les eaux usées »

➤ Composés organiques volatils (COV)/ Organiques chlorés

Les flux de *benzène* et de *xylène* sont estimés uniquement pour la voie d'apport industrie, les flux relatifs aux eaux usées ayant été négligés suite à une quantification de cette substance en entrée de STEU inférieure à 10 %.

Pour l'*hexachlorobenzène*, les flux relatifs aux eaux usées ont également été négligés d'après un raisonnement identique et seules les voies d'apports retombées atmosphériques et industries ont pu être analysées, avec une prépondérance des retombées atmosphériques.

Les émissions de *toluène* ont pu être estimées pour les rejets de STEU, des déversoirs d'orage et des ménages non raccordés/collectés ainsi que pour l'industrie, comme illustré en Figure 22, avec une participation plus importante des émissions liées aux eaux usées.

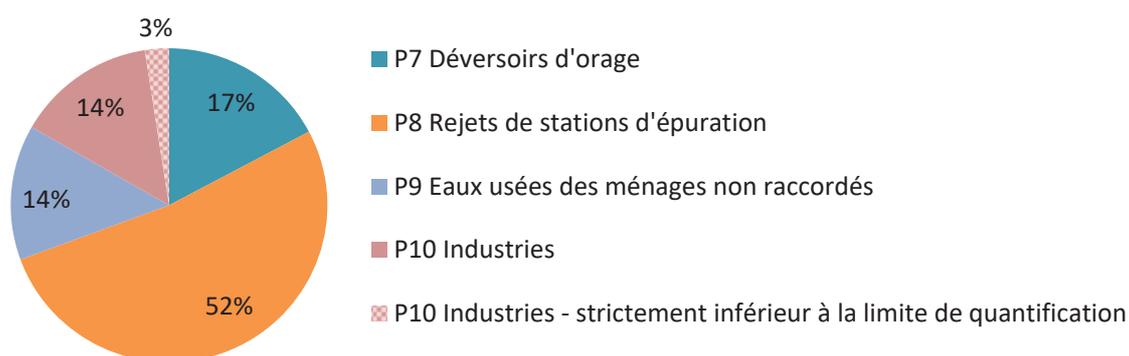


Figure 22 : Contributions des différentes voies d'apport analysées pour le toluène

A noter que le benzène et le toluène sont supposés être majoritairement émis dans l'atmosphère par les gaz d'échappement des véhicules et les émanations lors du remplissage des réservoirs. Leurs flux associés aux retombées atmosphériques, non estimés dans l'inventaire faute de données, seraient donc potentiellement non négligeables.

➤ Composés organiques halogénés volatils (COHV)

Exceptés pour le trichlorométhane (chloroforme) et le tétrachloroéthylène (TTCE), les flux de COHV n'ont été caractérisés que pour l'industrie, les émissions relatives aux eaux usées ayant été négligées suite à une quantification de ces substances (*1,2 dichloroéthane, dichlorométhane, tétrachlorure de carbone, trichloroéthylène*) inférieure à 10 % en entrée des stations d'épuration auditées. En effet, les composés organiques halogénés volatils sont produits industriellement comme intermédiaires de synthèse et solvants.

La contribution des différentes voies d'apport pour le *chloroforme* et le *TTCE* est présentée en Figure 23, qui met en évidence la prépondérance des émissions relatives aux eaux usées et plus particulièrement les rejets de stations d'épuration. A noter que celles-ci sont néanmoins à considérer avec précaution du fait de la faible quantification en entrée et en sortie de STEU (10 – 15 % pour la sortie) qui induit une forte dépendance aux valeurs seuils de quantification.

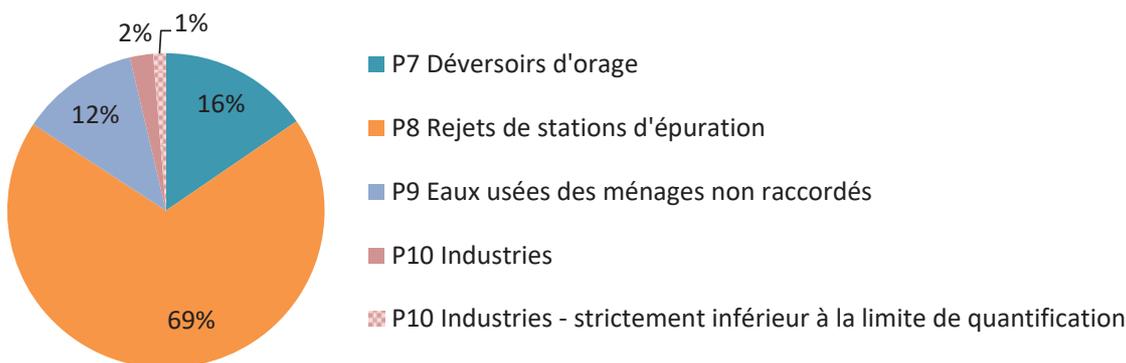


Figure 23 : Contributions moyennes des différentes voies d'apport analysées pour le chloroforme et le tétrachloroéthylène

➤ Alkylphénols

Les contributions des différentes voies d'apport pour les nonyl- et les octylphénols sont présentées respectivement en Figure 24 et Figure 25.

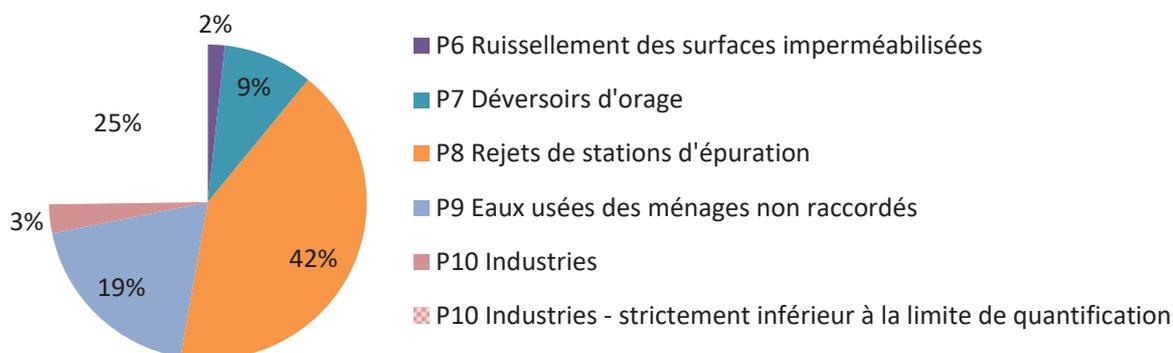


Figure 24 : Contributions des différentes voies d'apport analysées pour les nonylphénols

Les rejets de stations d'épuration, les eaux usées des ménages non traitées et les eaux usées évacuées par déversoirs d'orage par temps de pluie représentent environ 70 % des flux estimés pour les voies d'apport prises en considération pour les nonyl- et les octylphénols. Vient ensuite l'industrie pour les *nonylphénols*, à tempérer, la majeure partie de ces émissions correspondant à des flux estimés à partir de données non quantifiées uniquement. Ces observations sont cohérentes avec les concentrations mesurées en région parisienne dans les émissaires du SIAAP (syndicat interdépartemental d'assainissement de l'agglomération parisienne) alimentant la station d'épuration Seine Aval, avec un apport industriel secondaire. Dans cette étude (Moilleron *et al.*, TSM 2019 n°5), une attention particulière a été portée sur l'origine des alkylphénols dans les eaux grises des ménages. Il en ressort que les eaux de douche et de lave-linge sont à l'origine de la majeure partie du flux émis par les eaux grises, avec entre autres un apport via les lessives et les produits cosmétiques pour les nonylphénols. Néanmoins, les particuliers ne sont en règle générale que peu conscients de la pollution qu'ils génèrent via l'utilisation de produits de la vie quotidienne. C'est effectivement une des observations issues du projet LUMIEAU²⁸, qui visait entre autres à identifier et prioriser les micropolluants dans les eaux résiduaires, dans le but de sensibiliser les différents acteurs ainsi que de proposer des solutions et des changements de pratiques. En ce qui concerne les particuliers, une campagne de communication « Ménage au naturel » a été réalisée via la mise en place d'ateliers, la diffusion de spots d'information et de guides pour réaliser ses produits ménagers

²⁸ <https://www.strasbourg.eu/lumieau-stra>

soi-même, qui mentionnent également les labels gages de produits plus respectueux de l'environnement.

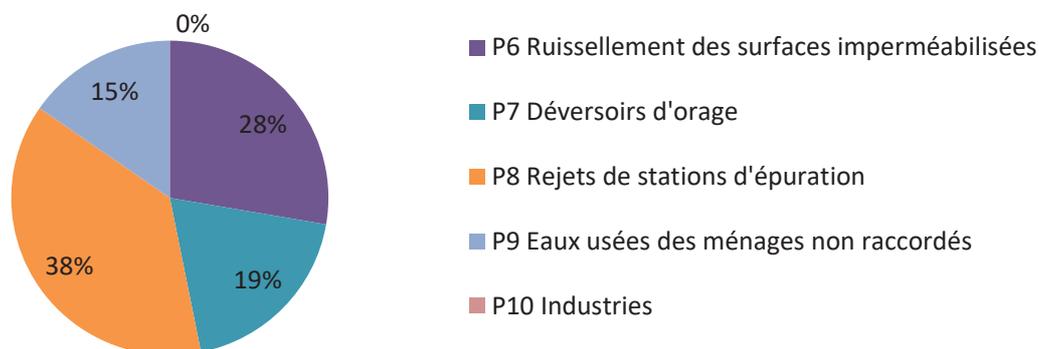


Figure 25 : Contributions des différentes voies d'apport analysées pour les octylphénols

Complément sur les voies d'apport

Les stations de traitement des eaux regroupent plusieurs types d'apports, entre autres les eaux usées domestiques et les eaux industrielles. D'après les données connues sur les apports des industries raccordées aux stations d'épuration et en appliquant un rendement moyen d'abattement (issus du projet Amperes), il a été estimé que les industries participaient à hauteur de 0 à 5 % du flux émis par l'ensemble des stations d'épuration pour la majeure partie des substances, excepté pour le zinc et le chrome avec des contributions respectives de 6 et 10 %. Néanmoins localement, à l'échelle de la STEU, ces contributions peuvent être plus élevées, avec des industries représentant jusqu'à 30 à 50 % du flux sortant après application d'un rendement moyen d'abattement, pour des substances telles que le chrome, le nickel et le plomb.

D'autre part, malgré une légère surestimation potentielle, les concentrations en entrée de STEU utilisées pour le calcul des taux d'émission ne distinguant pas l'apport des industries, les émissions liées aux rejets des ménages non raccordés/collectés ne sont pas négligeables et l'intérêt d'apprécier et de corriger les défauts de raccordement notamment, semble avéré. En effet, le nombre d'équivalents habitants non raccordés/collectés est estimé à 21 % du total de la population du bassin Rhin-Meuse mais les flux engendrés peuvent aller jusqu'à 33-38 % de l'ensemble sortie de STEU et eaux usées non traitées (voies d'apport P8 et P9) pour le zinc et le plomb voire même 65 % - 69 % pour le cuivre et le DEHP. Néanmoins, excepté pour ces deux dernières substances, les rejets de STEU restent la voie d'apport majoritaire des émissions relatives aux eaux usées des collectivités, mettant en avant l'intérêt de travailler sur les performances des stations d'épuration existantes.

Le temps de pluie est quant à lui associé à plusieurs voies d'apport de façon plus ou moins directe : les retombées atmosphériques, le ruissellement agricole, le ruissellement des surfaces imperméabilisées ainsi que les rejets par déversoirs d'orage. Son importance varie selon les substances. Le temps de pluie est particulièrement impactant pour les pesticides avec la part majoritaire associée au ruissellement agricole et pour les HAP (hors naphtalène en raison du flux industriel estimé), pour lesquels il est associé aux émissions à hauteur de 57 à 76 %. C'est également le cas pour certains métaux, le chrome, le cuivre, le zinc et le plomb pour lesquels il est associé à 31 à 46 % des flux émis estimés. Il contribue également à 46 % des émissions de phtalates, notamment via les rejets des déversoirs d'orage.

Contribution des voies d'apport par district

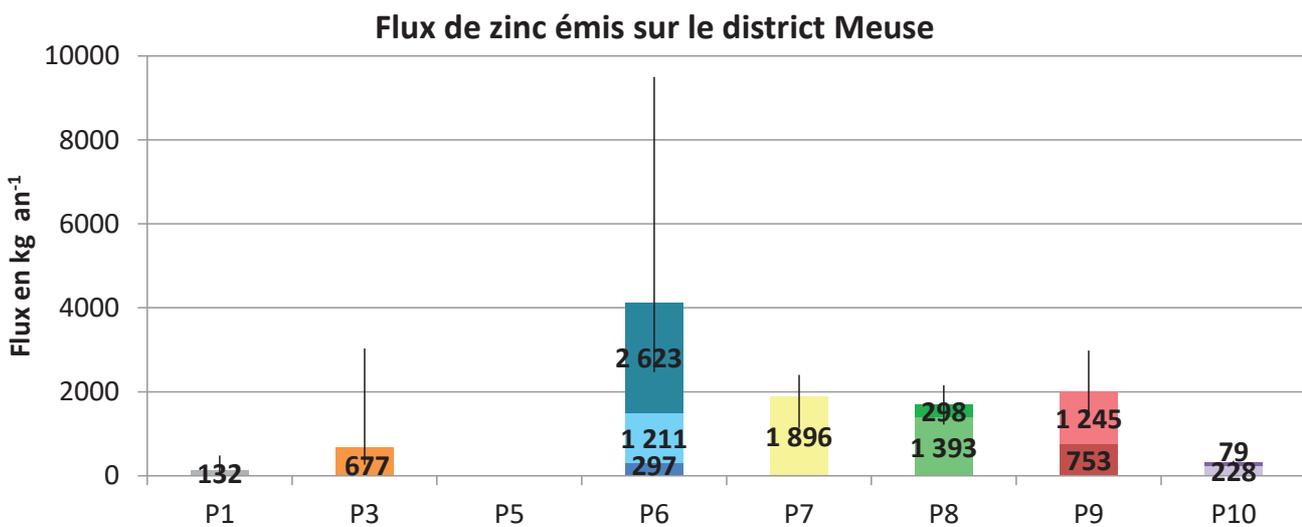
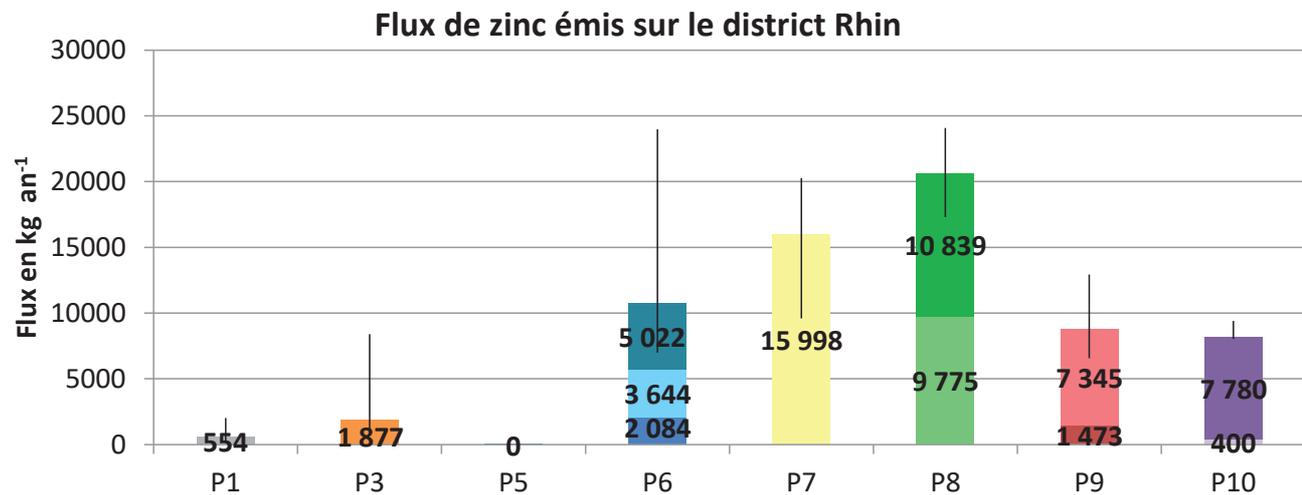
De façon générale, les différentes contributions par district mentionnées dans les tableaux précédents mettent en avant une importance particulière des rejets de stations d'épuration et des émissions industrielles pour le district Rhin tandis qu'est mis en avant le ruissellement des surfaces imperméabilisées (part relative aux eaux pluviales ruisselées strictes) pour le district Meuse. En effet, en rapportant le nombre d'équivalents habitants raccordés et le nombre d'industries isolées à la surface des districts, le district Rhin se distingue avec 157 équivalents habitants raccordés par km² et environ 7 industries isolées pour 1 000 km² contre 48 équivalents habitants raccordés par km² et environ 4 industries isolées pour 1 000 km² pour le district Meuse. Un exemple qui illustre ces différences de contribution des voies d'apport selon les districts est la répartition des flux émis par district et voie d'apport pour le zinc, présentée en Figure 26.

- District Rhin

Les rejets de STEU sont la principale voie d'apport, suivis par les déversoirs d'orage et le ruissellement des surfaces imperméabilisées (part relative aux eaux pluviales ruisselées strictes). Se trouvent ensuite les eaux usées non traitées et les industries, chaque source citée précédemment ayant une contribution importante aux émissions du district (12 à 31 %). Le ruissellement issu des principales routes représente 19 % des émissions liées au ruissellement des surfaces imperméabilisées, conséquence d'un réseau d'axes routiers important.

- District Meuse

Le ruissellement des surfaces imperméabilisées (relatif aux eaux pluviales ruisselées uniquement, i.e. au niveau des grands axes routiers, des communes non raccordées à une STEU et de la partie séparative du réseau de collecte) est identifié comme la principale source d'émission de zinc sur le district. Le ruissellement routier représente seulement 7 % du ruissellement des surfaces imperméabilisées, ce district étant moins fourni en grands axes routiers que le district Rhin. Les sources suivantes, pour lesquelles les flux émis sont similaires, sont les rejets des ménages non raccordés, des déversoirs d'orage (déversement d'eaux pluviales ruisselées et d'eaux usées par temps de pluie) et des STEU. La moindre importance des rejets de STEU, par rapport au district Rhin, proviendrait de la faible densité de population et du faible nombre de STEU (un peu moins de 200 stations, de capacités majoritairement inférieures à 5 000 équivalents habitants). Enfin, les industries isolées ne sont de leur côté responsables que d'une faible part des émissions du district, avec des émissions moins élevées que celles relatives au ruissellement agricole, du fait de leur faible implantation sur ce territoire.



P1	Retombées atmosphériques
P3	Ruissellement agricole
P5	Dérives de pulvérisation
P6	Ruissellement des surfaces imperméabilisées
	Autoroutes et routes principales
	Eaux pluviales des communes non raccordées
	Eaux pluviales du réseau séparatif
P7	Déversoirs d'orage
P8	Rejets des stations d'épuration
	Issus de données mesurées
	Estimés
P9	Eaux usées des ménages non raccordés
	Taux de collecte = 0 (commune non raccordée)
	Taux de collecte > 0 (une partie de la commune non raccordée)
P10	Industries
	Base de données Gerep
	Base de données autosurveillance

Incertitude sur les flux

- P1, P3, P6 : valeurs minimales et maximales du guide
- P7, P8, P9 : 1^{ers} et 3^{emes} quartiles des taux d'émission/concentrations
- P10 : fixée à 15 % pour le seuil haut, égale à la somme des flux des établissements pour lesquels la concentration n'est jamais quantifiée pour le seuil bas

Figure 26 : Visualisation des flux émis (en kg an⁻¹) par voie d'apport, détaillés par district pour le zinc

Quelles évolutions depuis le précédent inventaire ?

Lors du précédent inventaire, complété de la mise à jour 2015 pour la prise en compte du ruissellement agricole (P3), les voies d'apport relatives au ruissellement urbain par temps de pluie (P6), aux eaux usées (P8, P9) et aux industries (P10) avaient été traitées.

Néanmoins, le changement de méthodologie pour le ruissellement urbain par temps de pluie ne permet pas de statuer sur l'évolution de cette voie d'apport. De ce fait, l'étude de l'évolution des flux de substances est réalisée uniquement pour les voies d'apport P3, P8, P9 et P10, à l'échelle du bassin Rhin-Meuse.

Pertinence des comparaisons par voie d'apport

Ruissellement agricole (P3)

La méthodologie appliquée est identique pour les deux exercices d'inventaire. La comparaison des flux émis est directement liée à l'évolution des ventes de produits phytosanitaires entre la période 2009-2011 et 2015-2017.

Rejets de stations d'épuration (P8) et eaux usées des ménages non traitées (P9)

La démarche de calcul a été adaptée entre les deux inventaires. Afin de pouvoir effectuer la comparaison, les flux de l'inventaire précédent ont été recalculés selon la méthodologie suivie pour l'inventaire actuel. Néanmoins, les flux relatifs à certaines substances n'ont pas pu faire l'objet de cette comparaison pour les raisons suivantes :

- les concentrations sont proches ou égales aux limites de quantification, ce qui rend la quantification de l'évolution entre les deux inventaires délicate ;
- la base de données utilisée est restée identique faute d'un nombre suffisant de données plus récentes ;
- les taux d'émission en sortie de STEU sont supérieurs aux taux d'émission en entrée.

➤ Concentrations peu quantifiées

Dans le cas de substances pour lesquelles les concentrations sont relativement peu quantifiées en sortie de station d'épuration (< 25 %), la valeur des taux d'émission, et par conséquent des flux émis estimés, est fortement dépendante des valeurs limites de quantification, la méthodologie consistant à appliquer la valeur LQ/2 lorsqu'une concentration n'est pas quantifiée. A ce stade, plusieurs situations peuvent être rencontrées :

- la LQ a évolué entre les deux bases de données utilisées pour les inventaires ;
- la LQ est restée identique entre les deux bases de données utilisées.

- Evolution de la LQ entre les 2 inventaires

Certaines des limites de quantification ayant évolué entre les deux exercices, la comparaison s'avère dans ces cas non pertinente car associée à une évolution artificielle.

Les 11 substances concernées sont l'ensemble des HAP (exceptés le fluoranthène et le benzo(a)pyrène), le plomb, le nickel et le mercure, les nonylphénols et l'isoproturon.

- Conservation de la LQ entre les 2 inventaires

Lorsque la limite de quantification n'a pas évolué, les flux émis sont potentiellement comparables, bien que leurs valeurs soient associées à une incertitude non négligeable. Néanmoins, la quantification de l'évolution peut s'avérer délicate, comme c'est le cas pour le benzo(a)pyrène et le fluoranthène, présentés à titre d'exemple des difficultés rencontrées pour comparer les résultats des deux inventaires.

Pour ces deux substances, l'augmentation du taux de raccordement ne permet pas de compenser l'augmentation de la population et le taux d'émission médian en sortie de STEU a augmenté entre les deux inventaires, induisant une tendance générale à l'augmentation.

En ce qui concerne la part du flux issue de données mesurées, un fort impact est attribué à certaines STEU, notamment celle de Colmar. En effet, lors du précédent inventaire, une concentration de $0,01 \mu\text{g L}^{-1}$ caractérisait cette station, égale à la limite de quantification. La concentration retenue est donc de $0,005 \mu\text{g L}^{-1}$ (LQ/2). Pour le présent inventaire, la concentration associée à la station est de $0,02 \mu\text{g L}^{-1}$, supérieure à la limite de quantification. Un facteur 4 est donc appliqué à une population conséquente (un peu plus de 134 000 EH) engendrant une différence de flux d'environ $0,3 \text{ kg an}^{-1}$ alors que les concentrations mesurées sont dans les deux cas relativement faibles et potentiellement associées à une incertitude importante. Cette différence de flux pèse sur la quantification de l'évolution :

- pour le benzo(a)pyrène, l'évolution obtenue pour les voies d'apport P8 et P9 est de +44 % et serait de +34 % sans cette différence de flux ;
- pour le fluoranthène, l'évolution obtenue pour les voies d'apport P8 et P9 est de +25 % et serait de +20 % sans cette différence de flux.

Cet exemple montre que lorsque qu'une concentration égale à la limite de quantification passe, lors de l'inventaire suivant, à une concentration légèrement supérieure à la LQ, un facteur au minimum égal à 2 est appliqué, qui ne retranscrit pas forcément la réalité et a potentiellement tendance à surestimer l'augmentation observée. Cela peut avoir des répercussions importantes sur le flux émis, en particulier lorsque la station concernée est associée à un nombre d'équivalents habitants important. Lorsque la majeure partie des concentrations se situe à proximité de la limite de quantification, il est possible que plusieurs stations soient concernées, ce qui peut également avoir un impact sur le taux d'émission médian. Il est donc dans ce cas délicat de quantifier l'augmentation du flux émis. Néanmoins pour ces deux substances, bien que difficilement quantifiable, il est à noter que la tendance est à l'augmentation, les objectifs intermédiaires de réduction fixés étant de -100 % pour le benzo(a)pyrène et de -10 % pour le fluoranthène. Des efforts seraient donc à fournir sur la quantification et la réduction de ces substances.

Un autre cas rencontré associé à une limite de quantification n'ayant pas évolué entre les deux inventaires concerne l'arsenic, le tétrachloroéthylène et le chloroforme, pour lesquels les valeurs médianes de concentration pour les STEU auditées sont égales à la limite de quantification non seulement en sortie mais également en entrée de STEU. Du fait de l'incertitude conséquente liée à l'utilisation de façon prépondérante des limites de quantification pour le calcul des flux émis, ces substances n'ont pas fait l'objet d'une comparaison entre les deux inventaires.

➤ Manque de données récentes

Dans certains cas (cf. Méthodologie), la base de données utilisée est identique à celle du précédent inventaire. La comparaison entre les deux inventaires illustre dans ce cas uniquement l'impact combiné de l'évolution de la population, du taux de raccordement et du taux de collecte estimé. Les substances concernées sont le glyphosate, le biphényle, le phosphate de tributyle, le toluène, l'AMPA et les octylphénols.

➤ Taux d'émission en sortie de STEU supérieurs à l'entrée

Dans le cas du diuron, les taux d'émission médians (urbain et rural) définis en sortie de stations d'épuration sont supérieurs aux taux d'émission médians définis en entrée (qui dépendent de la limite de quantification), pour les deux exercices d'inventaire. Cette observation conduit à s'interroger sur la fiabilité de ces taux d'émission et par conséquent, sur la pertinence d'effectuer une comparaison entre les deux inventaires.

Rejets des industries isolées (P10)

Les flux ont été recalculés en suivant la hiérarchie des bases de données suivie lors de l'inventaire actuel, i.e. en utilisant de façon préférentielle les données de la base GEREP avec en complément, lorsque l'industrie ne figure pas dans cette base de données, les données issues de la base de l'agence de l'eau, Flux polluants (ainsi que les données de RSDE 2 pour l'inventaire précédent). La comparaison est effectuée sur les valeurs minimales de flux qui, comme décrit dans la partie méthodologie, ne tiennent pas compte des flux relatifs aux industries pour lesquelles la substance n'est jamais quantifiée.

D'autre part, disposant d'une base de données supplémentaire dans le cas du précédent inventaire, la différence au niveau du nombre d'industries considérées peut parfois avoir un impact non négligeable sur l'évolution entre les deux inventaires, notamment lorsque très peu d'industries sont caractérisées dans l'inventaire actuel. Dans ces cas, il apparaît donc délicat de comparer les flux émis.

Evolutions depuis le précédent inventaire

Sont présentés dans les paragraphes suivants les évolutions, en termes de flux médians, pour les différentes familles de substances. Comme mentionné précédemment, certaines démarches de calcul ayant été adaptées entre les deux exercices, les flux de l'inventaire précédent ont été recalculés en appliquant la méthodologie suivie pour l'inventaire actuel, afin de pouvoir effectuer la comparaison. Cette comparaison n'est cependant possible que dans certains cas, du fait entre autres de l'évolution des techniques de mesures qui impacte fortement les flux estimés pour les substances dont les concentrations sont peu quantifiées. Quelle que soit la comparaison effectuée dans les paragraphes suivants, il est important de garder à l'esprit que les calculs effectués font intervenir des estimations et que les valeurs résultantes de flux émis, et par conséquent les évolutions, comprennent une part non négligeable d'incertitude.

➤ Métaux

Les flux émis propres à la voie d'apport « Ruissellement depuis les terres perméables » n'ont pas été pris en compte dans les comparaisons suivantes relatives aux métaux, la méthode pour les éléments métalliques n'ayant été fournie qu'à partir de l'inventaire actuel. En effet, le zinc et le cuivre sont

utilisés en tant que fongicides et présents dans les amendements épandus (boues de stations d'épuration et lisiers). Le chrome provient de son côté des boues et lisiers épandus, mais également des engrais phosphatés dans lesquels il est présent en tant qu'impureté. Néanmoins ces émissions ne représentent qu'environ 3 % du flux total.

L'évolution des émissions relatives aux eaux usées mentionnée par la suite est à considérer avec précaution. L'augmentation du parc de stations d'épuration (300 nouvelles stations, principalement en milieu rural) induit le traitement des eaux usées d'un plus grand nombre d'habitants. En théorie, cela permettrait de compenser globalement la pollution liée aux eaux usées associée à l'augmentation de la population (avec de légères différences selon la capacité des STEU à éliminer la substance considérée), sans toutefois engendrer une franche diminution des flux émis, comme illustré en Figure 27.

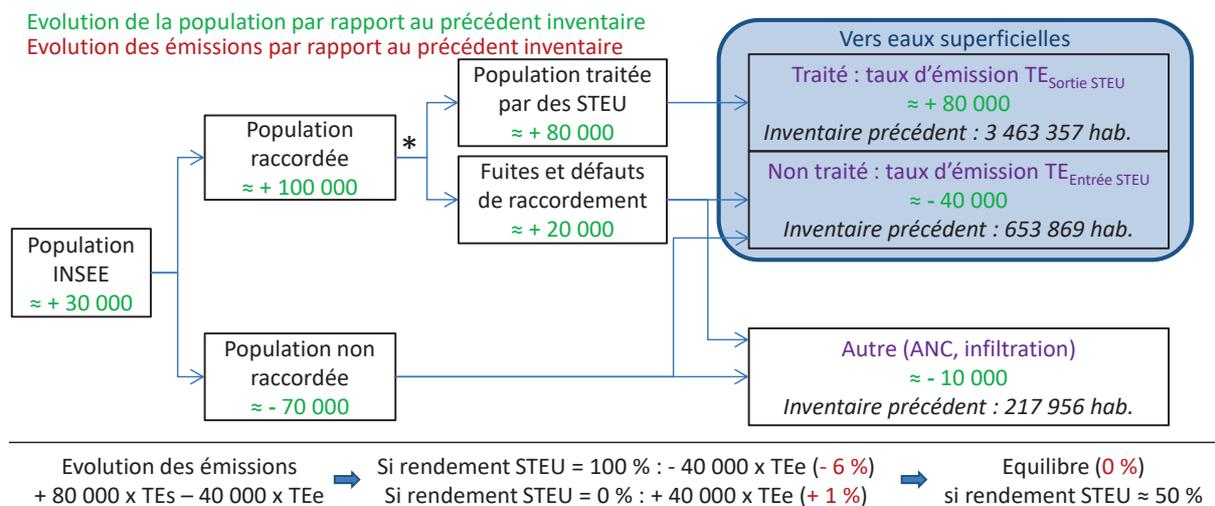


Figure 27 : Contributions de l'augmentation du parc de stations d'épuration et de l'augmentation de la population sur les émissions relatives aux voies d'apport « P8- Rejets de STEU » et « P9 – Eaux usées des ménages non traitées », à taux de collecte et taux d'émissions constants ; STEU : station de traitement des eaux usées, * application du taux de collecte (cf. méthodologie)

Cette hypothèse, qui tient compte uniquement de l'évolution de la population et du taux de raccordement, est néanmoins à tempérer et n'est pas vérifiée par les résultats des inventaires : en effet, les émissions réelles répertoriées ainsi que les taux d'émission utilisés pour les estimations dépendent du panel de STEU analysé, qui est différent selon l'inventaire considéré. L'évolution estimée du taux de collecte intervient également dans les calculs et peut être vecteur d'incertitude. Il est alors difficile de définir si l'évolution observée est réelle ou dépend d'un biais méthodologique.

Les émissions de *zinc* ont une tendance générale à la baisse, avec une diminution de l'ordre de 19 %. L'augmentation des rejets de STEU et des ménages non raccordés, associée à l'augmentation des taux d'émission en sortie de STEU (notamment pour les stations rurales), est compensée par une forte diminution des émissions industrielles. L'augmentation du taux d'émission en sortie de stations rurales pourrait en partie provenir d'un biais de la méthode. En effet, un nombre plus important de STEU traitant moins de 5000 équivalents habitants disposait de données mesurées lors du précédent inventaire. Les STEU de capacités inférieures à 5000 équivalents habitants représentant environ 18 % de la population raccordée, l'incertitude sur le nouveau taux d'émission est à prendre en considération.

La diminution des émissions dues aux industries s'explique majoritairement par un effort important de réduction des émissions effectué au niveau de Saint Gobain PAM (recyclage et amélioration du traitement), comme le montre l'évolution de leur flux de zinc émis présenté en Figure 28.

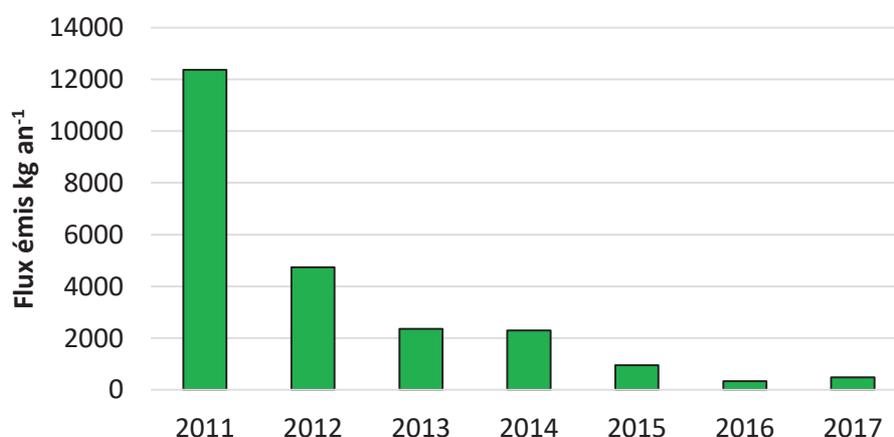


Figure 28 : Evolution du flux de zinc émis par Saint Gobain PAM – données GEREP

De plus, les émissions industrielles devraient continuer à baisser. En effet, un investissement a été réalisé en 2014 pour remplacer les condenseurs en laiton de la centrale Cattenom, fort émetteur en cuivre et zinc (responsable d'un flux émis de zinc de 2 800 kg an⁻¹ en 2016, soit 33 % des émissions industrielles) avec des éléments en titane. A noter qu'une étude a été réalisée pour évaluer l'impact de ce remplacement introduisant le rejet de dérivés de chlore, chlore ajouté pour remplacer l'action bactéricide du cuivre.

Les émissions de *cuivre* ont également une tendance à la baisse, cependant moins prononcée, de l'ordre de 8 %. En sortie de STEU, la diminution du taux d'émission urbain limite les rejets malgré l'augmentation du taux d'émission rural. Néanmoins, les émissions de cuivre sont impactées par l'évolution estimée du taux de collecte, du fait du bon abattement général de cette substance par les stations d'épuration. La diminution des rejets de STEU est également liée de façon non négligeable aux émissions d'une STEU possédant des données mesurées, de capacité supérieure à 200 000 habitants et dont les émissions sont passées entre les deux inventaires d'environ 900 kg à moins de 150 kg. Cependant, le flux émis calculé pour le précédent inventaire est à considérer avec précaution pour cette station, la concentration mesurée en sortie étant équivalente à celle mesurée en entrée, illustrant un potentiel dysfonctionnement de la STEU à cette période. Les émissions industrielles ont pour leur part légèrement diminué et devraient continuer à baisser grâce aux travaux effectués sur Cattenom. En effet, la centrale est responsable d'un flux émis de cuivre de 6 800 kg an⁻¹ en 2016, soit 83 % des émissions industrielles.

Les émissions de *chrome* ont quant à elles tendance à augmenter, avec une hausse estimée de l'ordre de 7 %. Malgré la diminution du taux d'émission médian en sortie de station d'épuration, les rejets de STEU ont augmenté, du fait des émissions de certaines stations disposant de données mesurées. En effet, pour le présent inventaire, six STEU à fortes populations raccordées ont des taux d'émission en sortie de station 4 à 7 fois plus élevés que la médiane des taux d'émission de l'ensemble du panel audité (auquel elles appartiennent), médiane utilisée pour l'estimation des flux émis par les stations d'épuration ne disposant pas de données mesurées. Les taux d'émission de ces six stations, appliqués à leurs populations raccordées qui vont de 20 000 à 75 000 habitants permettent de calculer, en tenant compte du taux de collecte, un flux émis par ces stations qui représente 20 % du flux émis par l'ensemble des STEU et 16 % du flux émis relatif aux rejets des STEU et des ménages non raccordés. A noter que deux de ces six STEU reçoivent des flux industriels importants (provenant notamment d'une tannerie et d'une industrie sidérurgique), rejets industriels

qui représentent environ 30 % du flux émis par chacune de ces stations. Les émissions des industries isolées ont quant à elles également augmenté.

Les évolutions présentées par la suite, relatives à l'arsenic, au plomb, au nickel, au mercure et au cadmium, ne prennent en considération que les émissions industrielles, les flux relatifs aux eaux usées ayant été jugés non comparables (cf. Pertinence des comparaisons par voie d'apport).

Les émissions d'*arsenic* ont une tendance à l'augmentation de l'ordre de 48%, qui est cependant à relativiser. Cette tendance est liée à la forte augmentation d'une industrie, qui passe d'un flux émis de 2,5 à 95 kg. Cette augmentation, potentiellement artificielle, pourrait provenir en partie des bases de données différentes utilisées pour chaque exercice. En ce qui concerne les autres industries faisant partie des principales émettrices, certaines présentent une variabilité selon les années et ne sont donc pas associées à une tendance générale tandis que l'industrie Norske Skog par exemple, voit globalement ses émissions diminuer, comme illustré en Figure 29.

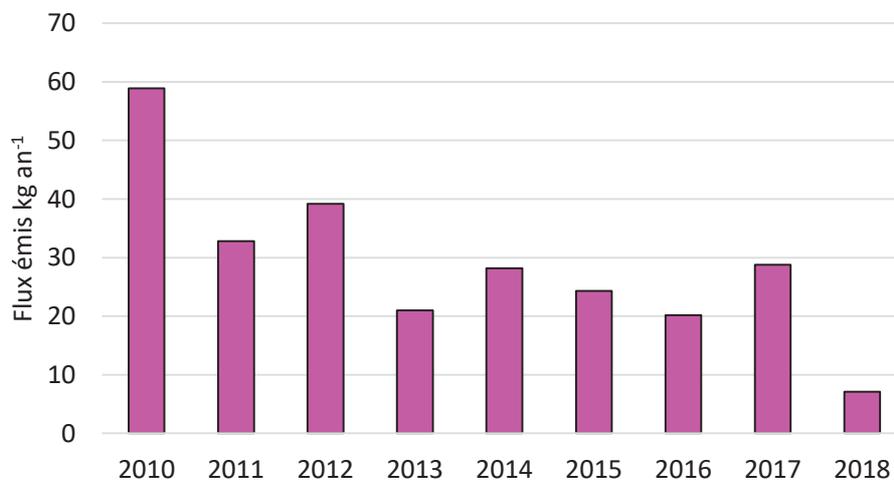


Figure 29 : Evolution du flux d'arsenic émis par l'industrie Norske Skog – données GERP

Les émissions de *plomb* ont une tendance à la diminution, de l'ordre de 23%. Les principales industries émettrices ont des flux stables, variables selon les années ou en diminution, comme c'est le cas pour la manufacture de Baccarat, dont les flux émis selon les années sont présentés en Figure 30.

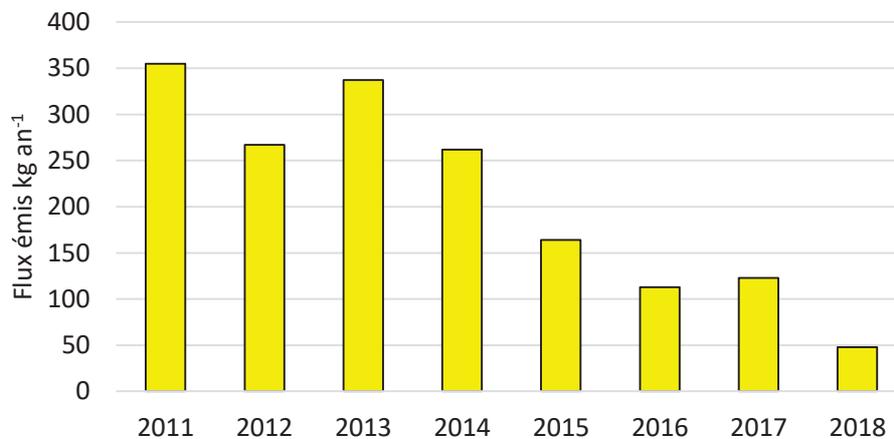


Figure 30 : Evolution du flux de plomb émis par la manufacture de Baccarat – données GERP

Les émissions de *nickel* ont une tendance à la diminution, de l'ordre de 30 %. Les principales industries émettrices ont des flux relativement variables au cours du temps, avec une diminution à noter pour Asco Industries, illustrée en Figure 31.

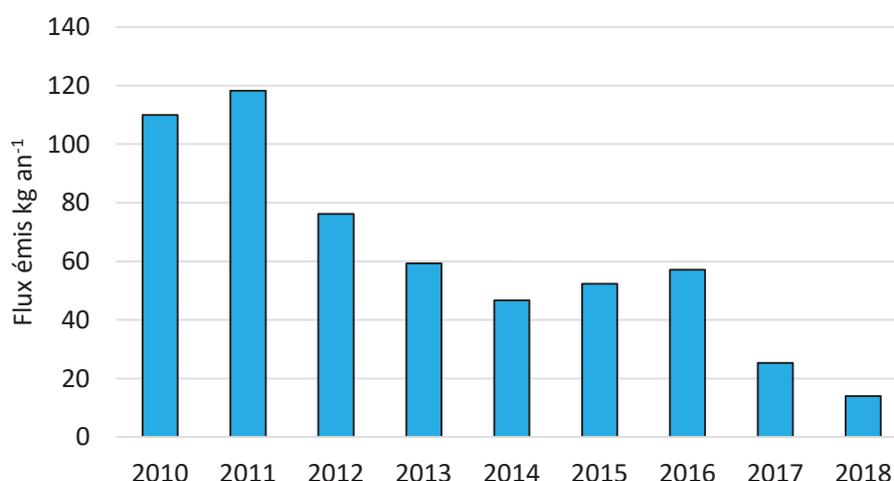


Figure 31 : Evolution du flux de nickel émis par Asco Industries – données GERP

Les émissions de *mercure* ont une faible tendance à l'augmentation, de l'ordre de 6 %. Les principales industries émettrices ont des flux relativement variables au cours du temps, avec une diminution à relever pour l'industrie Potasse et Produits Chimiques, illustrée en Figure 32.

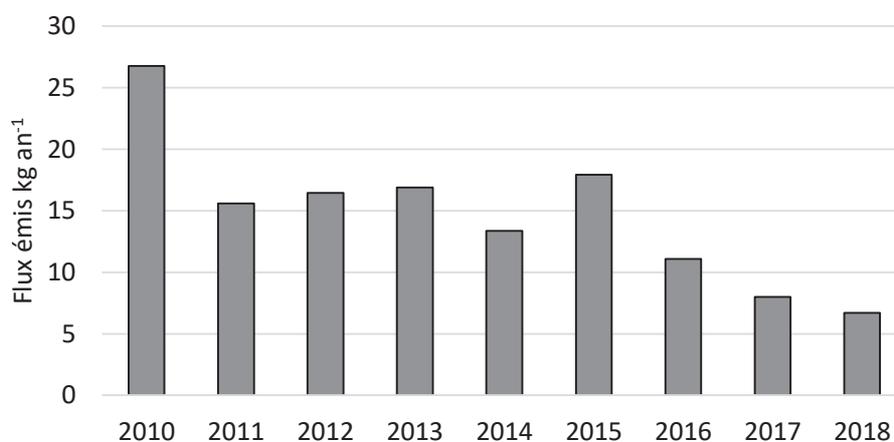


Figure 32 : Evolution du flux de mercure émis par l'industrie Potasse et Produits Chimiques – données GERP

Cette diminution du flux de mercure émis pour l'industrie Potasse et Produits Chimiques fait suite à la conversion du procédé d'électrolyse à mercure en électrolyse à membrane pour la production de chlore.

Les émissions de *cadmium* présentent une tendance à la diminution, de l'ordre de 12 %, qui est néanmoins à relativiser. Cette diminution se rapporte à une industrie en particulier (Uniper), cependant la variabilité des flux émis par celle-ci selon les années n'illustre pas une nette tendance à la baisse. L'évolution des flux émis est présentée en Figure 33 et permet cependant d'observer que les flux relatifs à la période 2015 – 2018 semblent moins élevés que sur la période 2011-2014. D'autre part, il est à noter que cette industrie fait l'objet d'un changement de process, les flux émis sont donc susceptibles d'évoluer dans les années à venir.

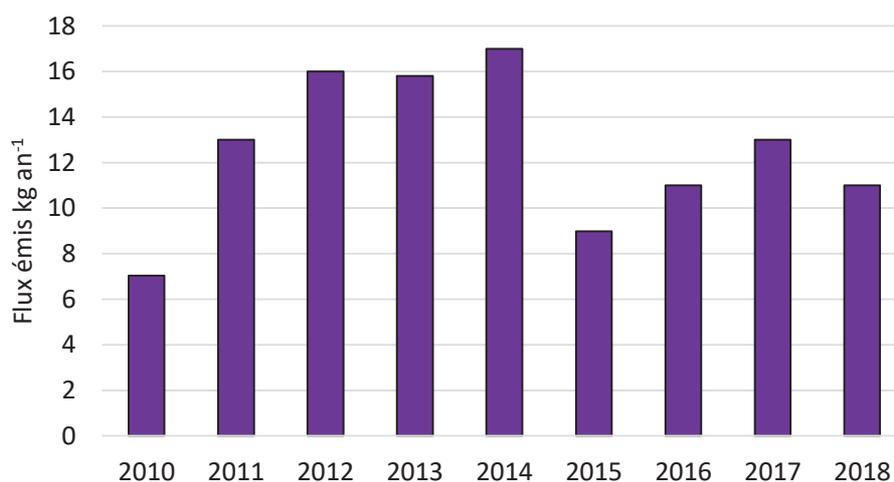


Figure 33 : Evolution du flux de cadmium émis par Uniper – données GERP

Les objectifs de réduction pour les métaux sont de 30 % en 2021, excepté pour le cadmium et le mercure, fixés à -100 %. Le Tableau 19 présente les sources communes aux deux inventaires²⁹, l'évolution entre les deux inventaires des flux émis par ces sources et la représentativité de ceux-ci par rapport au flux total estimé dans le cadre de l'inventaire actuel. Lors du calcul de représentativité des flux, le flux médian relatif à l'industrie est utilisé.

Tableau 19 : Evolutions des sources comparables par substance pour les métaux, représentativité vis-à-vis du flux total estimé et objectifs de réduction

Code Sandre	Nom paramètre	Sources	Evolution sources comparables	Représentativité	Objectif de réduction intermédiaire
1369	Arsenic	P8, P9, P10	48%*	16%	-30%
1382	Plomb et ses composés	P8, P9, P10	-23%	22%	-30%
1383	Zinc	P8, P9, P10	-19%	54%	-30%
1386	Nickel et ses composés	P8, P9, P10	-30%	25%	-30%
1387	Mercure et ses composés	P8, P9, P10	6%	30%	-100%
1388	Cadmium et ses composés	P10	-12%**	79%	-100%
1389	Chrome	P8, P9, P10	7%	69%	-30%
1392	Cuivre	P8, P9, P10	-8%	58%	-30%

*Forte incertitude sur l'évolution des émissions industrielles, associée à une industrie en particulier

**Diminution à relativiser car l'industrie associée est responsable de flux émis variables selon les années

Bien que les objectifs de réduction intermédiaires ne soient pas encore atteints, les flux émis de zinc et de cuivre ont diminué et plusieurs actions ont été mises en place pour continuer l'effort initié, dont les conséquences se répercuteront dans les années à venir. D'après les données disponibles, une attention particulière devrait être portée sur les émissions de chrome. Les autres évolutions mentionnées sont à considérer avec précaution, étant peu représentatives, excepté pour le cadmium, dont l'évolution est néanmoins à tempérer car liée principalement à une industrie dont le flux émis est très variable selon les années³⁰.

²⁹ Les sources barrées indiquent la présence de données mais le caractère non comparable des flux associés

³⁰ A noter que celle-ci faisant l'objet d'un changement de process, une mesure d'étude a été inscrite au PDM Industrie afin de caractériser les nouveaux rejets.

En effet, la représentativité des sources considérées par rapport à l'ensemble des voies d'apport étudiées lors de l'inventaire actuel est à prendre en considération. Les flux de zinc, de cuivre et de chrome pour l'ensemble des sources P8, P9 et P10 comparées ici représentent 50 à 70 % du flux total estimé pour le présent exercice, avec les nouvelles méthodologies et voies d'apport utilisées. En effet, le ruissellement urbain par temps de pluie (part relative aux eaux pluviales ruisselées strictes) ainsi que les volumes évacués par déversoirs d'orage représentent une part non négligeable du flux émis. Cette dernière observation supporte l'effort effectué sur la gestion du temps de pluie, par l'ajout de volumes de rétention par exemple. La quantification des répercussions de ces actions est néanmoins délicate au niveau de l'inventaire, qui est basé sur des estimations et des données plus générales.

➤ Pesticides

Les flux émis relatifs aux eaux usées n'ont pas été pris en compte dans les comparaisons suivantes relatives aux pesticides, du fait de l'indisponibilité des données dans au moins l'un des deux inventaires. Néanmoins les quelques analyses à disposition indiquent des concentrations majoritairement inférieures à la limite de quantification, à l'exception du glyphosate, et potentiellement de la cyperméthrine et de l'imidaclopride d'après les premiers résultats de la campagne RSDE_STEU³¹ 2018 obtenus sur quatre stations d'épuration urbaines. L'apport en glyphosate via les eaux usées représentant moins de 5 % du flux total, cela laisse présager de faibles flux émis pour les autres pesticides pour les voies d'apport relatives aux eaux usées et donc une faible contribution à l'évolution du flux total émis. Cette hypothèse sera néanmoins à vérifier une fois les données de la campagne RSDE_STEU 2018 bancarisées.

Les émissions de *glyphosate* ont augmenté d'environ 30 %. Le flux émis suite au ruissellement agricole a augmenté de 997 à 1 306 kg an⁻¹. En effet, les ventes ont progressé dans les années 2009-2012 puis se sont stabilisées par la suite. Néanmoins ces dernières années, les ventes ont tendance à être à nouveau en hausse, avec sur la période 2015-2017 une quantité moyenne annuelle vendue de substance, hors emploi jardin, d'environ 275 T (206 tonnes vendues en moyenne sur la période 2009-2011). L'augmentation des ventes de cet herbicide proviendrait en partie de son utilisation en complément des techniques sans labour, en augmentation, ainsi que de l'augmentation des surfaces de culture.

Les émissions d'*isoproturon* relatives au ruissellement agricole ont augmenté de 10 % entre les deux inventaires, augmentant de 386 à 426 kg an⁻¹. Néanmoins, l'usage phytosanitaire de l'isoproturon a été interdit en 2016, la présence de cette substance dans les eaux superficielles devrait donc être fortement réduite. Il est cependant important de prendre en considération l'impact de cette interdiction sur la vente de produits phytosanitaires de remplacement tels que le *chlortoluron* et la *pendiméthaline*, ainsi que sur la vente de *diflufénicanil* - utilisé en association avec le flufénacet qui est un des produits de substitution de l'isoproturon - comme le montre l'évolution des ventes de ces substances de 2009 à 2017, présentée en Figure 34.

³¹ Action de recherche et de réduction des Rejets de Substances Dangereuses dans l'Eau

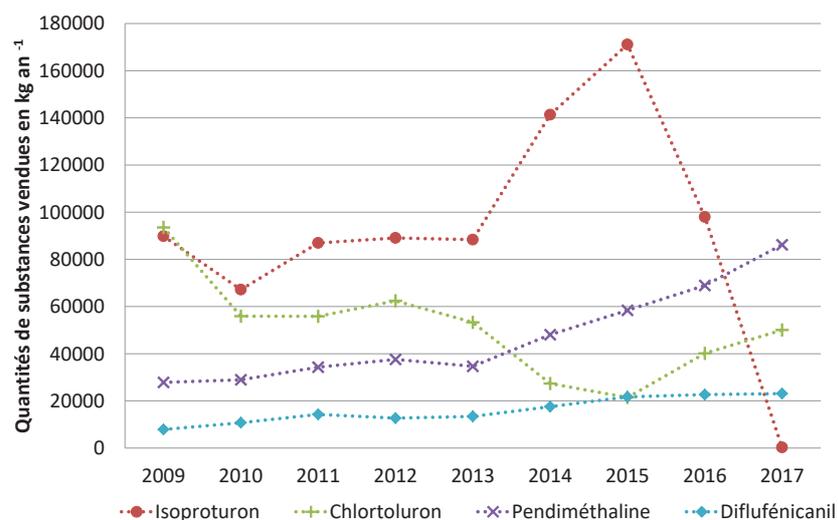


Figure 34 : Evolution des ventes de produits phytosanitaires

Excepté le chlortoluron dont les émissions ont diminué de 46 % entre les deux inventaires, ces substances ont vu leurs flux émis multipliés par 2 ou plus, avec une augmentation constante des ventes depuis 2013 d'un peu plus de 10 T par an pour la pendiméthaline, avant même l'interdiction de l'isoproturon.

Les émissions de *métazachlore* ont diminué de 267 à 226 kg an⁻¹, soit de 16 %, avec une tendance à la diminution progressive depuis 2010. A noter que du fait de la répartition des cultures sur le territoire, cet herbicide, utilisé sur colza, est peu vendu dans le secteur Rhin supérieur (ventes dix fois moins élevées qu'en Meuse ou Moselle-Sarre). Ce secteur est de son côté concerné par de fortes ventes de métolachlore, herbicide utilisé sur maïs susceptible d'intégrer les polluants spécifiques de l'état écologique, avec près de 100 T vendues en moyenne par an sur la période 2015-2017.

Parmi les autres pesticides dont la toxicité des flux a été mise en avant, les émissions de *cyperméthrine* ont augmenté de plus de 100 % passant de 21 à 55 kg an⁻¹. Cette évolution découle d'une brusque augmentation des ventes de cet insecticide entre 2011 et 2012. Les ventes ont néanmoins diminué par la suite et semblent s'être stabilisées dernièrement.

Le Tableau 20 récapitule l'évolution des émissions de pesticides par ruissellement agricole pour l'ensemble des substances phytosanitaires de l'inventaire ainsi que les objectifs de réduction à l'horizon 2021³². La colonne Représentativité illustre la part du ruissellement agricole dans l'inventaire réalisé en 2019 par rapport à l'ensemble des voies d'apport qui ont pu être analysées.

Certaines comparaisons aux objectifs de réduction sont mentionnées à titre informatif, les substances associées n'étant pas intégrées dans l'état écologique du bassin Rhin-Meuse car n'étant pas déterminées comme pertinentes à l'échelle de celui-ci dans l'arrêté du 7 août 2015³³.

³² Note technique du 11/06/15 relative aux objectifs nationaux de réduction des émissions, rejets et pertes de substances dangereuses dans les eaux de surface et à leur déclinaison dans les SDAGE 2016-2021

³³ Les substances phytosanitaires non intégrées dans l'état écologique du bassin Rhin-Meuse sont les suivantes : azoxystrobine, bentazone, biphényle, boscalid, cyprodinil, chlorprophame, imidaclopride, iprodione, linuron, métaldéhyde et pendiméthaline.

Tableau 20 : Evolution des émissions de pesticides par ruissellement agricole pour l'ensemble des substances phytosanitaires de l'inventaire et objectifs de réduction à l'horizon 2021

Code Sandre	Nom paramètre	Evolution ruissellement agricole	Objectif de réduction intermédiaire	Avancée objectif	Représentativité
1119	Bifénox	-96%	-10%	++	95%
1667	Oxadiazon	-99%	-30%	++	0%
5526	Boscalid	-61%	-10%	++	96%
1688	Aclonifène	-39%	-10%	++	95%
1206	Iprodione	-30%	-10%	++	95%
1136	Chlortoluron	-46%	-30%	++	88%
1474	Chlorprophame	-24%	-10%	++	95%
2028	Quinoxifène	-19%	-10%	++	94%
1105	Aminotriazole	-18%	-10%	++	95%
1670	Métazachlore	-16%	-10%	++	96%
1212	2,4 MCPA ou MCPA	-33%	-30%	++	75%
1083	Chlorpyrifos	-15%	-30%	+	96%
1141	2,4 D	-10%	-30%	+	63%
1208	Isoproturon	10%	-30%	-	91%
1882	Nicosulfuron	18%	-10%	--	95%
1113	Bentazone	25%	-10%	--	95%
1951	Azoxystrobine	28%	-10%	--	95%
1506	Glyphosate	31%	-10%	--	88%
1694	Tebuconazole	55%	-10%	---	96%
1796	Métaldéhyde	65%	-10%	---	96%
1814	Diflufenicanil	105%	-10%	---	96%
1234	Pendiméthaline	134%	-10%	---	96%
1140	Cyperméthrine	161%	-10%	---	95%
1359	Cyprodinil	219%	-10%	---	96%
1877	Imidaclopride	457%	-10%	---	95%

Pour les substances à l'origine des flux les plus importants ou jugés comme les plus toxiques, l'objectif de 2021 serait atteint pour l'isoproturon (du fait de l'interdiction de son usage phytosanitaire), le chlortoluron et le métazachlore, néanmoins les flux émis de chlortoluron sont à surveiller, les ventes étant susceptibles d'augmenter de par son utilisation en remplacement de l'isoproturon. Une attention particulière devrait être portée sur les substances restantes qui, en plus de ne pas atteindre les objectifs de réduction fixés, ont vu leurs émissions augmenter. Pour les autres pesticides, ce tableau illustre principalement un phénomène de substitution des produits utilisés, avec la diminution de certaines substances contrebalancée par l'augmentation d'autres substances, à l'instar de l'isoproturon. En ce qui concerne l'oxadiazon, l'arrêt des ventes, et donc la quasi-absence d'émissions associées au ruissellement agricole fait suite à des retraits de la vente de produits commerciaux depuis 2015, la substance étant quant à elle non approuvée au niveau européen depuis le 31 décembre 2018. Autre substance à présent non approuvée au niveau européen³⁴, le linuron a vu son flux émis diminuer de 51 % au niveau du ruissellement agricole, voie d'apport qui représente pour l'inventaire actuel 11 % du flux émis estimé.

En ce qui concerne le biphenyle, les seules voies d'apport communes aux deux inventaires sont les rejets de stations d'épuration et les eaux usées des ménages non traitées. Néanmoins, il a été défini

³⁴ Règlement d'exécution (UE) 2017/244 de la Commission du 10 février 2017 concernant le non-renouvellement de l'approbation de la substance active «linuron» conformément au règlement (CE) n° 1107/2009 du Parlement européen et du Conseil concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques, et modifiant l'annexe du règlement d'exécution (UE) n° 540/2011 de la Commission

précédemment que celles-ci ne pouvaient pas être comparées (cf. Pertinence des comparaisons par voie d'apport).

➤ HAP

Les HAP ne seront pas analysés dans cette partie, du fait des limites suivantes :

- les flux émis relatifs aux eaux usées n'ont pas pu être comparés pour les raisons évoquées précédemment (cf. Pertinence des comparaisons par voie d'apport) ;
- les sources communes aux deux inventaires et comparables (émissions industrielles) ne représentent qu'une faible fraction du flux émis (<5 %) excepté pour le naphthalène. En effet, il a été mis en évidence l'importance des retombées atmosphériques et du ruissellement des surfaces imperméabilisées ;
- pour le naphthalène, les nombres d'industries caractérisées par des flux émis non nuls sont relativement différents pour les deux exercices (36 industries pour l'inventaire précédent et 8 industries pour l'inventaire actuel). De plus, le principal flux émis pour le présent inventaire est basé sur une unique valeur de concentration, au niveau d'une industrie non caractérisée lors de l'exercice précédent, ce qui rend la comparaison délicate.

➤ Phtalates : DEHP

Des problèmes méthodologiques ayant été rencontrés pour la mesure des phtalates au niveau des industries lors de la campagne de recherche de substances dangereuses dans l'eau RSDE2, les données issues du précédent inventaire, *a priori* erronées, ne peuvent pas être comparées aux données plus récentes. Seuls les flux émis relatifs aux eaux usées rejetées par les ménages non raccordés/collectés et par les stations d'épuration, représentant 50 % du flux total, sont discutés ci-après. Ces émissions ont une tendance à la diminution (de l'ordre de 20 %³⁵), l'objectif intermédiaire de réduction étant fixé à 10 %. Cette diminution est également observée en région parisienne (Moilleron *et al.*, TSM 2019 n°5) au niveau des concentrations mesurées en 2010 et 2015. Parmi les raisons possibles citées figurent l'évolution de la réglementation, notamment l'interdiction du DEHP dans l'annexe II du règlement n°1223/2009 du Parlement européen et du Conseil du 30 novembre 2009 relatif aux produits cosmétiques, ou encore son ajout depuis 2006 à la liste des substances soumises à autorisation du règlement REACH³⁶. D'autre part, les phtalates font aujourd'hui l'objet d'une attention particulière, notamment par le Réseau Environnement Santé constitué de scientifiques, de professionnels de santé, d'associations environnementales et de malades, à l'origine de la Stratégie Nationale Perturbateurs Endocriniens. A la suite du 1^{er} colloque européen « Villes et Territoires sans Perturbateurs Endocriniens », une charte, témoin d'un engagement à agir, est proposée aux collectivités locales pour développer de bonnes pratiques afin de réduire l'exposition aux perturbateurs endocriniens. Dans la région Grand Est, cette charte a notamment été signée par Strasbourg, Vandœuvre-lès-Nancy, Schiltigheim et devrait prochainement être signée par Metz.

³⁵ Les flux sortants relatifs aux stations possédant de la donnée mesurée sur la période 2009-2010 pour le précédent inventaire ont été estimés à partir des concentrations et des débits mesurés en entrée et d'un abattement médian de 89 %.

³⁶ Règlement (CE) n°1907/2006 concernant l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques ainsi que les restrictions applicables à ces substances (Reach), et instituant une agence européenne des produits chimiques

➤ Composés organiques volatils (COV)/ Organiques chlorés

Le *toluène* et le *xylène*³⁷ ne possèdent pas de sources comparables³⁸ entre les deux inventaires tandis que le benzène et l'hexachlorobenzène sont caractérisés au niveau des émissions industrielles lors de chaque inventaire.

Les émissions de *benzène* présentent une forte augmentation qui est cependant à relativiser, car potentiellement artificielle du fait de l'utilisation de différentes bases de données, notamment pour le principal flux émis, qui représente 96% des émissions industrielles.

Les émissions industrielles d'*hexachlorobenzène* sont quant à elles non représentatives des émissions de l'année 2016. En effet, un flux industriel nul est reporté tandis que de fortes émissions par retombées atmosphériques sont estimées lors de l'inventaire actuel.

➤ Composés organiques halogénés volatils (COHV)

Les émissions industrielles de *trichlorométhane* ne sont pas comparables. En effet, 24 industries sont associées à un flux émis non nul lors du précédent inventaire contre 2 pour l'inventaire actuel. De plus les plus gros flux mesurés lors du précédent inventaire correspondent à des industries non caractérisées lors de l'inventaire actuel, engendrant une forte diminution artificielle. Les émissions relatives aux voies d'apport rejets des stations d'épuration et eaux usées des ménages non traitées n'ont quant à elles pas fait l'objet d'une comparaison (cf. Pertinence des comparaisons par voie d'apport).

Seules les émissions industrielles figurent dans les deux inventaires dans les cas du *1,2 dichloroéthane* et du *dichlorométhane*. Bien que présentant des évolutions contraires (augmentation de l'ordre de 40 % pour le *1,2 dichloroéthane* et diminution de l'ordre de 43 % pour le *dichlorométhane*), l'interprétation des résultats est similaire. Ces évolutions sont à relativiser du fait du très faible nombre d'industries caractérisées (inférieur ou égal à 2), avec une évolution principalement liée à une industrie dans chaque cas (industrie différente selon la substance considérée) pour laquelle la variabilité selon les années est inconnue et ne permet pas de conclure sur la pertinence de ces évolutions par rapport à une tendance générale.

Les émissions associées aux sources rejets des stations d'épuration et eaux usées des ménages non traitées ayant été considérées comme non comparables dans le cas du *tétrachloroéthylène*, seules les émissions industrielles subsistent pour la comparaison. Néanmoins, celles-ci ne sont pas représentatives des émissions totales estimées dans le cadre de l'inventaire (moins de 1 %) et ne sont donc pas comparées.

Une forte augmentation des émissions de *tétrachlorure de carbone* est observée pour l'unique industrie caractérisée par un flux non nul lors de l'inventaire actuel. Néanmoins cette augmentation est très probablement artificielle et due à l'utilisation de différentes bases de données. En effet, un flux nul était renseigné lors du précédent inventaire à partir des données de la campagne RSDE2. La donnée actuelle, issue de GEREP, a été conservée du fait de l'absence de données permettant de statuer sur la quantification des concentrations pour cette industrie. Néanmoins, d'après les résultats de l'inventaire précédent, une hypothèse probable serait que le flux émis issu de l'inventaire actuel soit basé sur une valeur limite de quantification.

³⁷ A noter que ces deux substances ne sont pas intégrées dans l'état écologique du bassin Rhin-Meuse

³⁸ Pour le toluène, seules les voies d'apport rejets de STEU et rejets des eaux usées des ménages non traitées figurent dans les deux inventaires, néanmoins celles-ci s'appuient sur une même base de données et ne sont donc pas comparées (cf. Pertinence des comparaisons par voie d'apport).

Les émissions de *trichloroéthylène* ont une tendance à la diminution, de l'ordre de 9%. Néanmoins, celle-ci est à relativiser par rapport au nombre d'industries prises en compte, au nombre de cinq pour l'inventaire précédent et de deux pour l'inventaire actuel. En ce qui concerne la principale industrie émettrice caractérisée, les flux émis sont relativement stables selon les années.

➤ Alkylphénols

Les émissions associées aux sources rejets des stations d'épuration et eaux usées des ménages non traitées ayant été considérées comme non comparables pour les nonyl- et les octylphénols, seules les émissions industrielles subsistent pour la comparaison des deux inventaires.

Néanmoins, celles-ci ne sont pas comparables pour les *nonylphénols*, 61 industries étant caractérisées lors du précédent inventaire contre 28 pour l'exercice actuel, induisant une tendance à la diminution potentiellement artificielle.

Dans le cas des *octylphénols*, la principale industrie émettrice du précédent inventaire n'est pas caractérisée dans le cadre du présent exercice, pour lequel un flux nul est associé aux émissions industrielles.

➤ Autres substances de l'inventaire et tableau récapitulatif

A l'exception des composés du tributylétain, les substances qui n'ont pas fait l'objet d'une comparaison entre les deux inventaires soit :

- Ne possèdent pas de sources communes entre les deux inventaires ;
- Sont caractérisées pour la voie d'apport émissions industrielles seule et associées à un flux industriel nul pour l'inventaire actuel (cas des substances interdites, sans usage actuel ainsi que les *trichlorobenzènes* et les *chloroalcanes C₁₀-C₁₃*).

Les *composés du tributylétain*, qui ont pour seule source commune entre les deux inventaires les émissions industrielles, ne peuvent pas faire l'objet d'une comparaison. En effet, seules 5 industries sont caractérisées par un flux non nul lors de l'inventaire précédent, contre 18 pour l'inventaire actuel, induisant une augmentation potentiellement artificielle. De plus, aucune de ces 5 industries n'est caractérisée lors du présent exercice.

Le Tableau 21 récapitule, hors métaux et pesticides disposant de données de vente (cf. tableaux récapitulatifs des paragraphes associés), les sources comparables entre les deux inventaires, les sources barrées indiquant la présence de données mais le caractère non comparable des flux associés, l'évolution entre les deux inventaires des flux émis par ces sources et la représentativité de ceux-ci par rapport au flux total estimé dans le cadre de l'inventaire actuel. Lors du calcul de représentativité des flux, le flux médian relatif à l'industrie est utilisé.

De façon générale, il est difficile de statuer sur l'évolution entre les deux inventaires de ces substances. La gestion des limites de quantification s'est avérée être une problématique pour différentes voies d'apport, que ce soit au niveau des rejets de stations d'épuration mais également pour les émissions industrielles, pour lesquelles l'information n'est pas directement disponible. L'impact de l'utilisation de différentes bases de données est également méconnu mais potentiellement non négligeable.

Tableau 21 : Evolutions des sources comparables par substance hors métaux et pesticides disposant de données de vente, représentativité vis-à-vis du flux total estimé et objectifs de réduction

Code Sandre	Nom paramètre	Sources	Evolution sources comparables	Représentativité	Objectif de réduction intermédiaire
1114	Benzène	P10	(iv)	100%	-30%
1115	Benzo (a) Pyrène	P8, P9, P10	(i)	2%	-100%
1116	Benzo (b) Fluoranthène	P8, P9, P10	(i)	4%	-100%
1117	Benzo (k) Fluoranthène	P8, P9, P10	(i)	3%	-100%
1118	Benzo (g,h,i) Pérylène	P8, P9, P10	(i)	3%	-100%
1135	Trichlorométhane (chloroforme)	P8, P9, P10	-	-	-30%
1161	1,2 Dichloroéthane	P10	40% (iii)	100%	-30%
1168	Dichlorométhane	P10	-43% (iii)	100%	-30%
1177	Diuron	P8, P9, P10	(i)	1%	-10%
1191	Fluoranthène	P8, P9, P10	(i)	4%	-10%
1199	Hexachlorobenzène (HCB)	P10	(i)	0%	-100%
1204	Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	P8, P9, P10	(i)	4%	-100%
1272	Tétrachloroéthylène	P8, P9, P10	(i)	0%	-100%
1276	Tétrachlorure de carbone	P10	(iv)	100%	-100%
1278	Toluène	P8, P9	-	-	-10%
1286	Trichloroéthylène	P10	-9% (v)	100%	-100%
1458	Anthracène	P8, P9, P10	(i)	2%	-30%
1517	Naphtalène	P8, P9, P10	(ii)	43%	-30%
1584	Biphényle	P8, P9	-	-	-10%
1780	Xylène	-	-	-	-10%
1907	AMPA	P8, P9, P10	(i)	0%	-10%
1958	Nonylphénols	P8, P9, P10	-	-	-100%
1959	Octylphénol	P8, P9, P10	-	-	-10%
2879	Composés du tributylétain (tributylétain-cation)	P10	-	-	-100%
6616	Di(2-éthylhexyl)phtalate (DEHP)	P8, P9, P10	-20%	50%	-10%

(i) source non représentative (<5 %) du flux total estimé lors de l'inventaire

(ii) forte augmentation potentiellement artificielle liée à une industrie non caractérisée lors du précédent inventaire

(iii) évolution fortement liée à une industrie dont les flux émis les années entre les deux inventaires ne sont pas connus et ne permettent pas de statuer sur une tendance générale

(iv) différence de bases de données utilisées potentiellement à l'origine de l'évolution observée

(v) impact potentiel du nombre d'industries sur l'évolution observée

Confrontation des résultats de l'inventaire aux données « milieu » aux exutoires de la Meuse, de la Moselle et de la Sarre

Les résultats de l'inventaire relatifs au zinc, au cuivre, au glyphosate, à l'AMPA et au benzo(a)pyrène, restreints aux secteurs considérés, sont confrontés aux données « milieu » aux exutoires de la Meuse, de la Moselle et de la Sarre pour l'année 2016, afin de juger de leur représentativité.

➤ Métaux : Zinc et Cuivre

La Figure 35 et la Figure 36 présentent les flux annuels transitant aux exutoires de la Meuse, de la Moselle et de la Sarre estimés pour l'année 2016 et les flux estimés dans le cadre de l'inventaire pour le zinc et le cuivre. Les données relatives au milieu sont fournies pour l'eau filtrée (issues de résultats d'analyses) et pour l'eau brute (estimations à partir des ratios dissous/total présentés dans le Tableau 4).

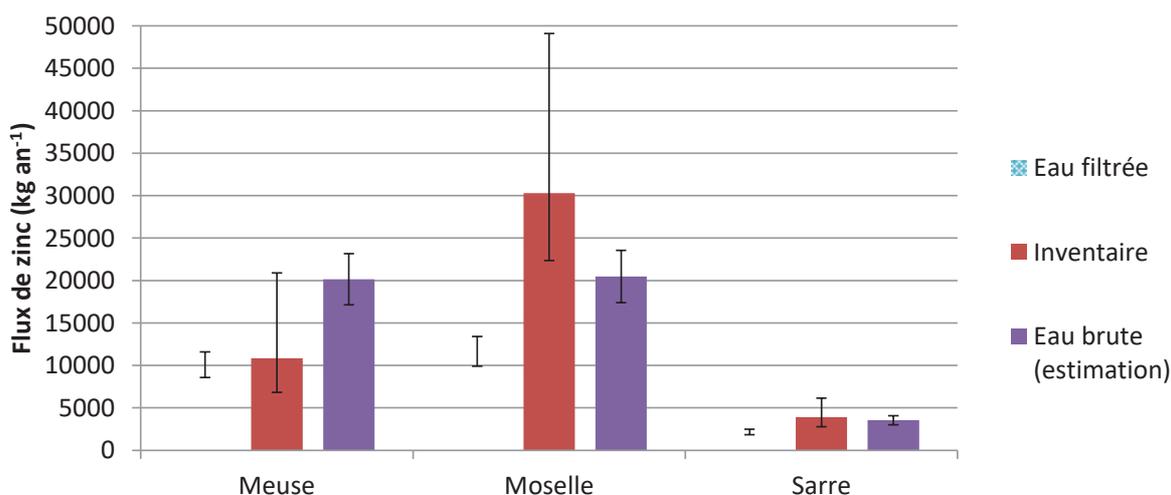


Figure 35 : Flux de zinc - comparaison des résultats de l'inventaire aux données milieux 2016 (eau filtrée et eau brute) pour la Moselle, la Meuse et la Sarre

Les ordres de grandeur entre les flux estimés dans le cadre de l'inventaire et les flux annuels transitant aux exutoires de la Meuse, de la Moselle et de la Sarre sont cohérents pour le zinc, en tenant compte des incertitudes sur l'estimation des flux, néanmoins les flux médians définis lors de l'inventaire sont sous-estimés au niveau de la Meuse et surestimés au niveau de la Moselle.

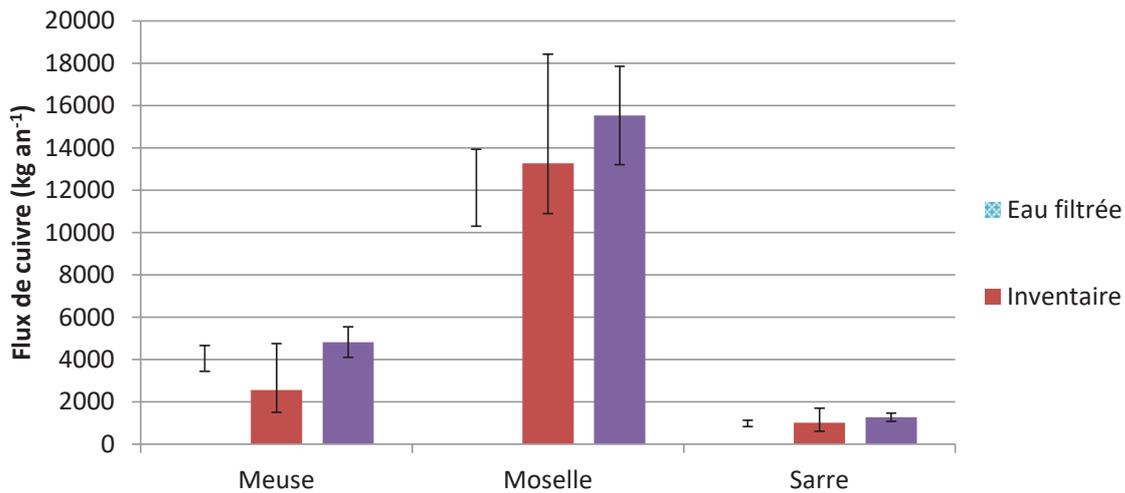


Figure 36 : Flux de cuivre - comparaison des résultats de l'inventaire aux données milieux 2016 (eau filtrée et eau brute) pour la Moselle, la Meuse et la Sarre

Les ordres de grandeurs entre les flux estimés dans le cadre de l'inventaire et les flux annuels transitant aux exutoires de la Meuse, de la Moselle et de la Sarre sont similaires pour le cuivre, les flux médians de l'inventaire étant de façon générale sous-estimés, légèrement dans les cas de la Moselle et de la Sarre et de façon plus prononcée pour la Meuse.

Les flux émis pour ces deux métaux, estimés dans le cadre de l'inventaire, semblent expliquer la majeure partie du flux transitant aux exutoires de la Meuse, de la Moselle et de la Sarre, indiquant que les sources considérées et les hypothèses utilisées lors de la réalisation de l'inventaire seraient relativement pertinentes, bien que des ajustements sembleraient nécessaires en particulier pour le zinc.

➤ Pesticides : Glyphosate et AMPA

La Figure 37 et la Figure 38 présentent les flux annuels transitant aux exutoires de la Meuse, de la Moselle et de la Sarre estimés pour l'année 2016 et les flux estimés dans le cadre de l'inventaire pour le glyphosate et l'AMPA.

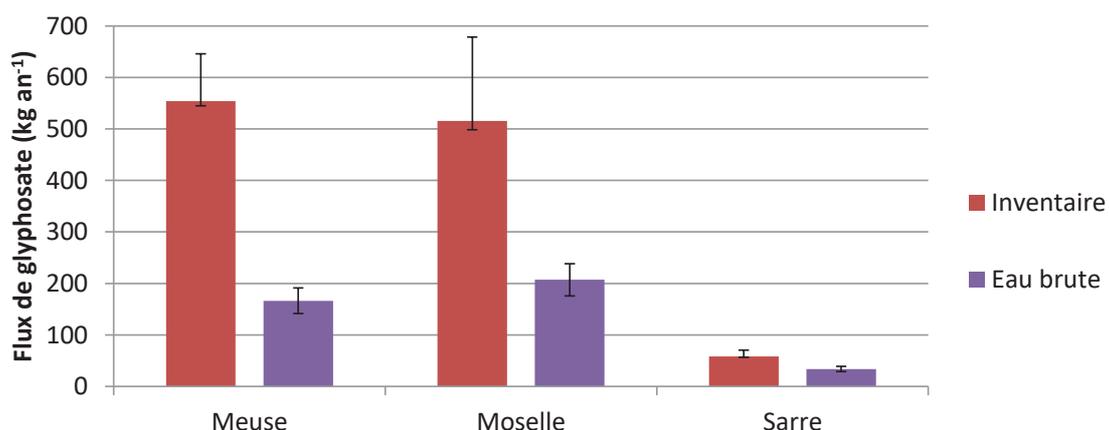


Figure 37 : Flux de glyphosate- comparaison des résultats de l'inventaire aux données milieux 2016 pour la Moselle, la Meuse et la Sarre

Les flux émis de glyphosate, estimés dans le cadre de l'inventaire, sont 1,7 à 3,3 fois supérieurs aux flux annuels transitant à l'exutoire de la Meuse, de la Moselle et de la Sarre. Cette observation ne permet pas de conclure sur la pertinence des sources étudiées et des hypothèses réalisées dans le

cadre de l'inventaire néanmoins, celle-ci est cohérente avec le phénomène de dégradation de cette substance dans le milieu. En effet, cela expliquerait pourquoi le flux émis estimé lors de l'inventaire, qui ne tient pas compte des mécanismes de transfert au milieu, et donc de cette dégradation, est supérieur aux flux transitant aux exutoires étudiés.

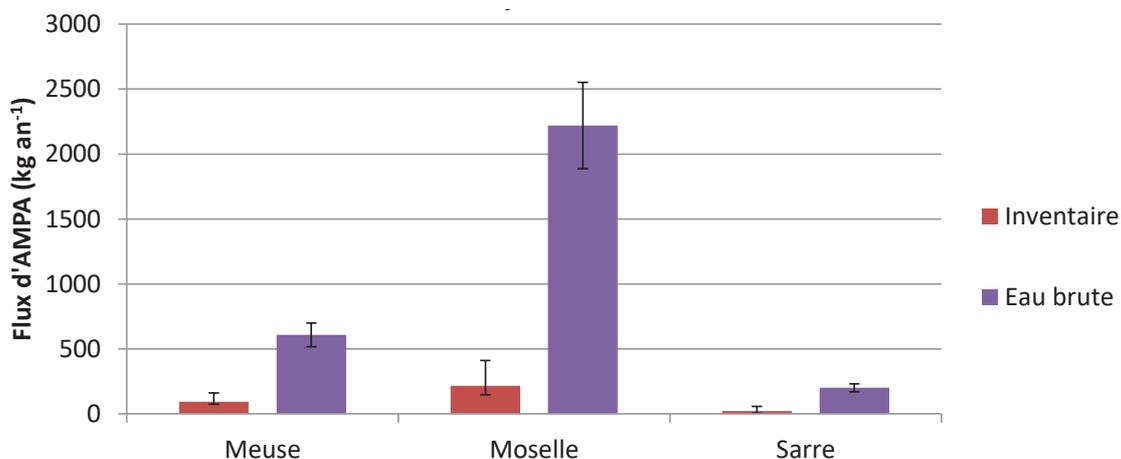


Figure 38 : Flux d'AMPA - comparaison des résultats de l'inventaire aux données milieux 2016 pour la Moselle, la Meuse et la Sarre

En parallèle, les flux émis pour l'AMPA estimés dans le cadre de l'inventaire sont 6,5 à 10,2 fois inférieurs aux flux annuels transitant à l'exutoire de la Meuse, de la Moselle et de la Sarre. Cette forte sous-estimation pourrait s'expliquer par la non-prise en compte de la substance pour la voie d'apport ruissellement agricole du fait de la méthodologie appliquée, basée sur les données de ventes de pesticides, et qui par conséquent ne tient pas compte de la dégradation du glyphosate.

Ces deux comparaisons mettent en évidence l'importance de connaître de façon plus précise les mécanismes de dégradation du glyphosate en AMPA, dont l'intégration à l'inventaire permettrait de mieux traduire les apports aux masses d'eau pour ces deux substances.

La Figure 39 présente la somme des flux annuels de glyphosate et d'AMPA (en équivalent glyphosate via l'utilisation des masses molaires des deux substances) transitant aux exutoires de la Meuse, de la Moselle et de la Sarre estimés pour l'année 2016 et la somme des flux estimés dans le cadre de l'inventaire.

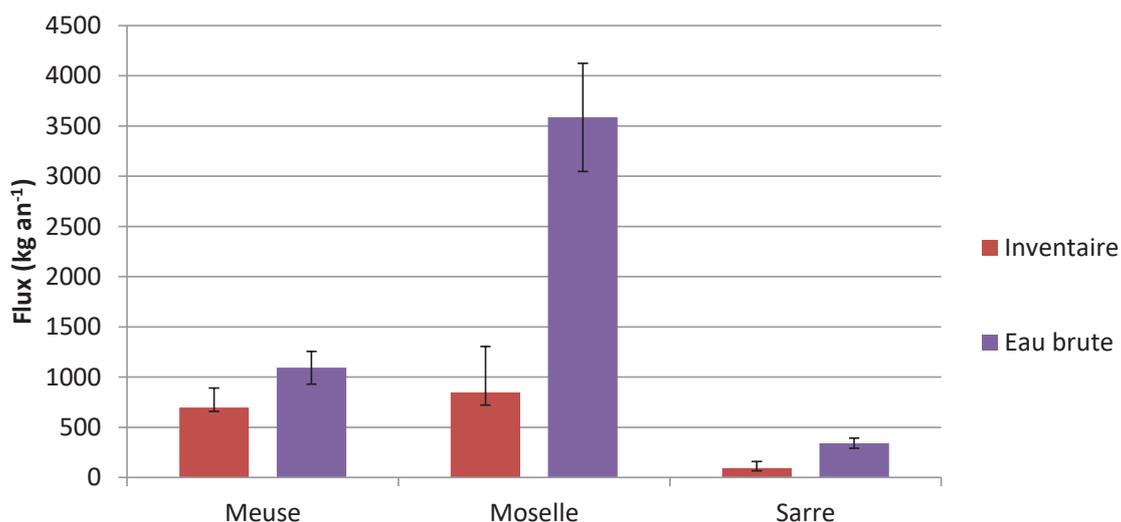


Figure 39 : Somme des flux de glyphosate et d'AMPA (en équivalent glyphosate) : comparaison des résultats de l'inventaire aux données milieux 2016 pour la Moselle, la Meuse et la Sarre

Les différences observées pourraient provenir, entre autres, de l'estimation des flux associés au ruissellement agricole, qui sont pour l'instant basés sur l'application d'un coefficient général aux quantités de substances vendues, indépendamment des types de cultures caractéristiques de la zone étudiée.

➤ HAP pyrolytique : Benzo(a)pyrène

La Figure 40 présente les flux annuels transitant aux exutoires de la Meuse, de la Moselle et de la Sarre estimés pour l'année 2016 et les flux estimés dans le cadre de l'inventaire pour le benzo(a)pyrène.

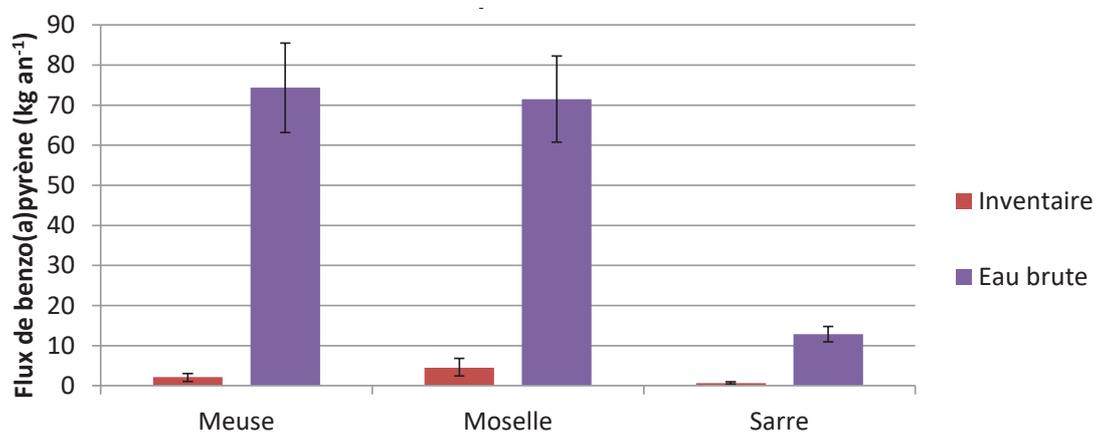


Figure 40 : Flux de benzo(a)pyrène - comparaison des résultats de l'inventaire aux données milieux 2016 pour la Moselle, la Meuse et la Sarre

De façon similaire à l'inventaire précédent, les émissions de benzo(a)pyrène obtenues dans le cadre de l'inventaire actuel semblent fortement sous-estimées, malgré l'intégration dans celui-ci de nouvelles voies d'apport. Plusieurs phénomènes pourraient en partie expliquer cette observation, liés à la forte corrélation observée entre le débit journalier et la concentration en benzo(a)pyrène mesurée aux trois exutoires étudiés (coefficients de corrélation $\approx 0,8 - 0,9$) :

- une forte pluviométrie pourrait être associée à des apports importants de benzo(a)pyrène par retombées atmosphériques et ruissellement des surfaces imperméabilisées, ces voies d'apport étant prépondérantes dans le cas des HAP pyrolytiques. La concordance de tels

évènements avec les jours d'analyse pourrait conduire à une surestimation des flux du fait de leur caractère potentiellement non représentatif de l'échelle mensuelle (fréquence d'analyse), accentué par l'utilisation d'une interpolation linéaire des concentrations pour le calcul des flux ;

- un fort débit pourrait être associé à un relargage des sédiments, phénomène non quantifié dans le cadre de l'inventaire.

En effet, l'inventaire ne prend pas en compte les apports éventuels de HAP liés à la contamination des sédiments, des bassins industriels par exemple (en lien notamment avec les activités sidérurgiques).

Des connaissances supplémentaires semblent requises pour évaluer les apports de HAP pyrolytiques, responsables d'un nombre important de déclassements de masses d'eau.

Conclusion

Les plus gros flux émis concernent les métaux - le zinc de façon prépondérante mais également le cuivre puis le chrome - et les pesticides, notamment le glyphosate et l'isoproturon. L'isoproturon ayant été interdit en 2016³⁹, les produits phytosanitaires utilisés en remplacement ou en association aux produits de remplacement, tels que le chlortoluron, la pendiméthaline et le diflufénicanil, seront à surveiller. Les flux rapportés à la toxicité des substances font apparaître de nouveaux pesticides, dont un qui ne figure pas parmi les polluants spécifiques de l'état écologique à suivre dans le bassin Rhin-Meuse (pendiméthaline) ainsi que deux HAP, les HAP étant responsables de nombreux déclassements de masses d'eau. Les résultats de l'inventaire semblent donc indiquer l'intérêt d'étudier l'intégration de la pendiméthaline dans les substances de l'état écologique du bassin Rhin-Meuse, cette substance étant susceptible de déclasser des masses d'eau du fait de sa faible NQE ($0,02 \mu\text{g L}^{-1}$) et de sa présence non négligeable sur le territoire (ventes 2016 $\approx 69 \text{ T}$).

Par rapport au précédent inventaire, de nouvelles voies d'apport ont été intégrées dans l'inventaire, à savoir les retombées atmosphériques et le ruissellement des principaux axes routiers, tandis que la méthodologie pour le ruissellement urbain temps de pluie a été adaptée. Ces nouvelles voies d'apport sont notamment importantes pour caractériser les émissions de HAP, qui dépendent fortement de celles-ci et de ce fait, de la pluviométrie.

Enfin, les premières répercussions des actions menées pour limiter les émissions industrielles ont été observées lors de la comparaison avec le précédent inventaire, notamment pour le zinc. D'autres actions sont engagées, avec en particulier une diminution du flux industriel de cuivre à prévoir.

Les spécificités des différentes bases de données utilisées ainsi que l'évolution des techniques de mesures rendent néanmoins délicate la comparaison des flux entre deux inventaires, d'autant que ces flux comprennent une part d'incertitude selon les choix effectués pour leur estimation et la voie d'apport considérée.

³⁹ L'interdiction se rapporte à l'usage phytosanitaire de l'isoproturon

ANNEXES

Annexe 1 : Légendes de la Figure 2

FM : Facteur multiplicatif, égal à 0,5 % pour P3 et égal à 3,3 % multiplié par le pourcentage de surface en eau pour P5. Le coefficient de 5 % proposé dans la méthodologie pour P5 est basé sur les données de Butault *et al.*, (2010) relatives à l'ensemble du territoire. Le coefficient ajusté (3,3%) se base sur d'autres données du même document, relatives à un territoire plus représentatif de celui du bassin Rhin-Meuse (Lorraine, Alsace, Franche-Comté).

AM_{TA} : apport moyen sur les terres agricoles, provient d'un rapport Sogreah (2007)

CT : coefficient de transfert, plage de valeurs (0,1 – 1 %) proposée dans le guide d'après un rapport de la Commission Internationale pour la Protection du Rhin (CIPR, 2003). Pour le présent exercice, le coefficient est fixé à 0,3 %, spécifié dans le rapport du CIPR de 2003 comme le pourcentage de l'entraînement par ruissellement sur la quantité d'engrais épandue relatif à la France.

Volume ruisselé : volume de pluie tombé sur une commune (lorsque hauteur de pluie > 3 mm) multiplié par le taux d'imperméabilisation

Coefficient de rejet au milieu (P6&P7) : taux d'interception dans le réseau pour les STEU séparatives, coefficient fixé à 0,7, représentant la part atteignant les eaux de surface, pour les communes non raccordées à une STEU

Volume déversé : les volumes ruisselés des communes raccordées sont multipliés par un taux d'interception dans le réseau. Ces volumes ruisselés collectés sont ensuite comparés à la capacité de la station et aux éventuels volumes de rétention disponibles. Le surplus, défini comme le volume évacué par déversoir d'orage est le volume déversé.

Cu : charge unitaire annuelle pour 1000 véhicules jour issue d'un document du SETRA (service d'études techniques des routes et autoroutes)

Cs : charge unitaire annuelle supplémentaire pour 1000 véhicules jour au-delà de 10000 véhicules jour, issue d'un document du SETRA

R : rendement moyen d'abattement des ouvrages autoroutiers de protection de la ressource en eau

Taux de collecte : défini par station à partir de la charge azotée théorique de la population INSEE des communes raccordées (1), la charge azotée rejetée par les industries raccordées (2) et la charge azotée en entrée de station (3). Taux de collecte = [(3)-(2)] / (1)

Nombre d'équivalents habitants : s'obtient en multipliant le taux de collecte d'une station à la somme des populations INSEE des communes raccordées pour le nombre d'EH raccordés à une station (EH_{STEU}) ; s'obtient en multipliant la population INSEE d'une commune par (1 – taux de collecte) pour le nombre d'EH non raccordés par commune.

Taux d'émission en sortie de station : quantité de substance résiduelle par équivalent habitant entrant,
$$\frac{[substance]_{moyenne\ sortie\ STEU} \times Q_{moyen\ sortie\ STEU}}{EH_{STEU\ 2011}}$$

Quantité_{sortie STEU} : moyenne sur l'ensemble des STEU des pourcentages d'analyses quantifiées (concentration > à la LQ) sur l'ensemble des analyses considérées en sortie de STEU

Taux d'émission en entrée de station : production brute en substance par équivalent habitant,
$$\frac{[substance]_{moyenne\ entrée\ STEU} \times Q_{moyen\ entrée\ STEU}}{EH_{STEU\ 2011}}$$

Coefficient de rejet au milieu (P9) : La totalité des eaux usées domestiques non traitées n'atteignant pas les eaux de surface (infiltration dans les dispositifs d'assainissement non collectif, infiltration des fuites du réseau, ...), un coefficient de 75 % a été retenu par défaut pour le rejet au milieu.

Industrie isolée : industrie non raccordée à une station d'épuration collective. Les industries raccordées sont quant à elles traitées dans P8.

Nombre de jours travaillés : provient de la base de données industrie lorsque celui-ci est renseigné, ou est fixé à 255 jours dans le cas contraire, valeur médiane des données reportées dans la base industrie.

Annexe 2 : Flux émis (kg an⁻¹) sur le bassin Rhin-Meuse (Min-Max) par voie d'apport

Code Sandre	Nom paramètre	P1. Retombées atmo.		P3. Ruiss. agricole	P5. Dérive de pulv.	P6. Ruiss. temps de pluie		P7. Déversoirs d'orage		P8. Rejets de STEU		P9. Eaux usées non traitées		P10. Industries		Total général	
		Min	Max	Med	Med	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
1083	Chlorpyrifos (éthyl-chlorpyrifos)			27	1,2									0	0	29	29
1105	Aminotriazole			7,1	0,4									0	0	7,5	7,5
1113	Bentazone			45	2,2									0	0	47	47
1114	Benzène													30	49	30	49
1115	Benzo (a) Pyrène	2,9	3,9			0,7	4,6	0,6	3,1	2,5	3,7	0,6	2,7	0,2	0,3	7,5	18
1116	Benzo (b) Fluoranthène	1,2	12			1,1	7,1	0,6	1,9	1,5	2,2	0,3	2,5	0,3	0,4	5,0	26
1117	Benzo (k) Fluoranthène	0,2	4,6			0,6	6,8	0,6	1,7	1,4	1,9	0,4	1,8	0,2	0,3	3,3	17
1118	Benzo (g,h,i) Pérylène	1,2	12			0,9	5,5	0,6	2,9	1,5	2,0	0,5	2,4	0,1	0,3	4,8	25
1119	Bifénox			0,8	4,1E-02									0	0	0,9	0,9
1135	Trichlorométhane (chloroforme)							60	130	215	296	32	90	18	32	325	548
1136	Chlortoluron			177	7,7			3,0	3,0	10	14	1,7	2,8	0	0	200	205
1140	Cyperméthrine			55	2,8									0	0	58	58
1141	2,4 D			92	4,6			5,3	22	29	77	3,4	16	0	0	134	211
1161	1,2 Dichloroéthane													22	25	22	25
1168	Dichlorométhane													1,0	15	1,0	15
1170	Dichlorvos			4,8E-04	2,3E-05									0	0	5,0E-04	5,0E-04
1177	Diuron					4,8	29	1,5	5,4	28	45	0,8	4,8	0,3	0,4	35	84
1191	Fluoranthène					1,7	14	2,2	8,9	2,5	3,3	1,8	6,8	0,7	0,9	8,8	34
1199	Hexachlorobenzène (HCB)	1,1	1,2											0	0	1,1	1,2
1204	Indeno (1,2,3-cd) Pyrène					0,7	4,4	0,6	2,2	1,4	1,8	0,4	2,6	0,1	0,3	3,2	11

Code Sandre	Nom paramètre	P1. Retombées atmo.		P3. Ruiss. agricole	P5. Dérive de pulv.	P6. Ruiss. temps de pluie		P7. Déversoirs d'orage		P8. Rejets de STEU		P9. Eaux usées non traitées		P10. Industries		Total général	
		Min	Max	Med	Med	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
1206	Iprodione			4,4	0,2									0	0	4,6	4,6
1208	Isoproturon			426	19	0,5	1,5	1,5	1,5	16	29	0,7	1,6	0	0	465	479
1209	Linuron			2,0	0,1			1,6	3,0	9,4	14	1,6	2,8	0	0	15	22
1212	2,4 MCPA ou MCPA			145	6,7			3,0	11	23	49	2,8	11	0	0	180	222
1234	Pendiméthaline			338	16									0	0	354	354
1272	Tétrachloroéthylène							30	30	122	180	15	34	4,1E-02	4,7E-02	167	244
1276	Tétrachlorure de carbone													9,2	11	9,2	11
1278	Toluène							60	131	144	229	27	101	49	67	280	528
1286	Trichloroéthylène													3,5	4,0	3,5	4,0
1289	Trifluraline			4,5E-02	2,1E-03									0	0	4,7E-02	4,7E-02
1359	Cyprodinil			45	2,0									0	0	46	46
1369	Arsenic			22				298	298	1 095	1 485	137	385	224	392	1 777	2 583
1382	Plomb et ses composés	127	146	119		533	1 308	298	1 193	597	831	300	917	736	909	2 710	5 423
1383	Zinc	157	2 503	2 554	0,1	9 454	33 471	10 736	22 665	18 528	26 219	7 970	15 912	8 346	9 759	57 746	113 083
1386	Nickel et ses composés	21	124	94				298	626	1 564	2 422	185	524	695	1 008	2 858	4 799
1387	Mercure et ses composés	2,6	3,0	2,0				12	12	87	132	5,3	14	20	63	129	226
1388	Cadmium et ses composés	3,5	4,4	8,9		19	29							15	140	46	182
1389	Chrome	39	196	169		218	363	298	1 193	1 772	3 177	229	1 223	631	812	3 356	7 134
1392	Cuivre	622	2 809	820	2,9	1 343	3 184	3 579	9 145	1 487	2 563	2 471	6 226	8 207	9 462	18 531	34 213
1458	Anthracène					1,1	30	0,6	0,6	3,4	5,3	0,4	0,9	0,1	0,4	5,6	38
1474	Chlorprophame			0,6	3,1E-02									0	0	0,6	0,6

Code Sandre	Nom paramètre	P1. Retombées atmo.		P3. Ruiss. agricole	P5. Dérive de pulv.	P6. Ruiss. temps de pluie		P7. Déversoirs d'orage		P8. Rejets de STEU		P9. Eaux usées non traitées		P10. Industries		Total général	
		Min	Max	Med	Med	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
1506	Glyphosate			1 306	62	23	337	6,0	6,0	43	108	3,3	8,9	0	0	1 444	1 829
1517	Naphtalène					4,0	4,0	0,6	8,0	11	15	0,3	8,3	13	16	29	52
1584	Biphényle							3,0	3,0	9,0	13	1,6	8,2	0	0	14	24
1667	Oxadiazon			0,1	5,8E-03			1,8	12	12	41	1,2	9,1	0	0	15	63
1670	Métazachlore			226	10									0	0	236	236
1688	Aclonifène			51	2,4									0	0	53	53
1694	Tebuconazole			118	5,4									0	0	123	123
1780	Xylène													28	51	28	51
1796	Métaldéhyde			144	6,5									0	0	151	151
1814	Diflufenicanil			107	4,8									0	0	112	112
1847	Phosphate de tributyle							6,0	6,0	22	33	3,0	6,7	1,0E-02	1,2E-02	31	46
1877	Imidaclopride			43	2,1									0	0	45	45
1882	Nicosulfuron			18	1,0											19	19
1907	AMPA					18	95	6,0	110	277	1 034	3,7	77	0	0	305	1 316
1951	Azoxystrobine			42	2,1									0	0	44	44
1958	Nonylphénols					1,0	36	6,0	165	80	149	4,6	142	8,4	92	100	584
1959	Octylphénols					3,3	5,3	3,0	3,0	5,5	7,0	1,5	4,6	0	0	13	20
2028	Quinoxyfène			0,6	3,6E-02									0	0	0,7	0,7
2879	Composés du tributylétain (tributylétain-cation)													0,2	0,3	0,2	0,3
5526	Boscalid			63	2,9									0	0	66	66
6616	Di(2-éthylhexyl)phtalate (DEHP)					48	1 066	418	1 598	254	455	245	1 271	89	106	1 055	4 496
7707	Dioxines et ses composés de type dioxine	6,7E-04	7,5E-04											1,9E-05	2,2E-05	6,9E-04	7,7E-04

Annexe 3 : Flux émis (kg an⁻¹) au niveau du district Rhin (Min-Max) par voie d'apport

Code Sandre	Nom paramètre	P1. Retombées atmo.		P3. Ruiss. agricole	P5. Dérive de pulv.	P6. Ruiss. temps de pluie		P7. Déversoirs d'orage		P8. Rejets de STEU		P9. Eaux usées non traitées		P10. Industries		Total général	
		Min	Max	Med	Med	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
1083	Chlorpyrifos (éthyl-chlorpyrifos)			17	0,9									0	0	18	18
1105	Aminotriazole			6,7	0,4									0	0	7,1	7,1
1113	Bentazone			35	1,8									0	0	36	36
1114	Benzène													29	44	29	44
1115	Benzo (a) Pyrène	2,4	3,2			0,6	3,3	0,5	2,8	2,3	3,4	0,5	2,3	0,2	0,3	6,5	15
1116	Benzo (b) Fluoranthène	0,9	9,3			0,9	5,1	0,5	1,7	1,4	2,1	0,3	2,1	0,3	0,4	4,4	21
1117	Benzo (k) Fluoranthène	0,2	3,7			0,4	4,8	0,5	1,5	1,3	1,8	0,3	1,5	0,2	0,3	2,9	14
1118	Benzo (g,h,i) Pérylène	0,9	9,3			0,7	4,0	0,5	2,6	1,3	1,9	0,5	2,0	0,1	0,3	4,1	20
1119	Bifénox			0,6	3,4E-02									0	0	0,7	0,7
1135	Trichlorométhane (chloroforme)							53	116	199	273	25	72	18	32	296	494
1136	Chlortoluron			97	4,8			2,7	2,7	9,4	13	1,4	2,2	0	0	116	120
1140	Cyperméthrine			46	2,5									0	0	48	48
1141	2,4 D			72	3,9			4,8	19	27	71	2,7	13	0	0	110	179
1161	1,2 Dichloroéthane													22	25	22	25
1168	Dichlorométhane													1,0	15	1,0	15
1170	Dichlorvos			4,8E-04	2,3E-05									0	0	5,0E-04	5,0E-04
1177	Diuron					3,4	20	1,3	4,9	25	41	0,7	4,0	0,3	0,4	31	70
1191	Fluoranthène					1,4	10	1,9	8,0	2,3	3,1	1,5	5,7	0,7	0,9	7,8	28
1199	Hexachlorobenzène (HCB)	0,9	0,9											0	0	0,9	0,9
1204	Indeno (1,2,3-cd) Pyrène					0,6	3,1	0,5	2,0	1,3	1,6	0,3	2,3	0,1	0,3	2,8	9,3

Code Sandre	Nom paramètre	P1. Retombées atmo.		P3. Ruiss. agricole	P5. Dérive de pulv.	P6. Ruiss. temps de pluie		P7. Déversoirs d'orage		P8. Rejets de STEU		P9. Eaux usées non traitées		P10. Industries		Total général	
		Min	Max	Med	Med	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
1206	Iprodione			3,8	0,2									0	0	4,1	4,1
1208	Isoproturon			293	14	0,3	1,0	1,3	1,3	15	27	0,6	1,3	0	0	325	338
1209	Linuron			1,9	0,1			1,4	2,7	8,8	13	1,3	2,2	0	0	13	20
1212	2,4 MCPA ou MCPA			104	5,2			2,7	10	22	45	2,2	8,4	0	0	136	173
1234	Pendiméthaline			250	13									0	0	263	263
1272	Tétrachloroéthylène							27	27	113	166	12	27	4,1E-02	4,7E-02	152	220
1276	Tétrachlorure de carbone													9,2	11	9,2	11
1278	Toluène							53	117	130	211	21	81	49	66	254	474
1286	Trichloroéthylène													3,5	4,0	3,5	4,0
1289	Trifluraline			4,5E-02	2,1E-03									0	0	4,7E-02	4,7E-02
1359	Cyprodinil			23	1,1									0	0	24	24
1369	Arsenic			16				267	267	1 017	1 374	109	307	215	350	1 624	2 315
1382	Plomb et ses composés	101	116	88		369	907	267	1 067	557	769	248	762	710	859	2 339	4 567
1383	Zinc	126	2 022	1 877	0,1	6 988	23 974	9 599	20 264	17 310	24 067	6 564	12 931	8 040	9 407	50 504	94 541
1386	Nickel et ses composés	17	100	69				267	560	1 457	2 243	148	418	666	949	2 624	4 341
1387	Mercure et ses composés	2,1	2,4	1,5				11	11	82	123	4,2	11	17	58	117	206
1388	Cadmium et ses composés	2,7	3,4	6,6		17	26							15	137	41	172
1389	Chrome	32	158	124		151	252	267	1 067	1 660	2 947	187	1 003	618	779	3 038	6 329
1392	Cuivre	502	2 269	603	2,8	1 050	2 326	3 200	8 177	1 387	2 342	2 031	5 037	8 169	9 417	16 943	30 173
1458	Anthracène					0,8	21	0,5	0,5	3,1	4,9	0,3	0,8	0,1	0,4	4,9	28
1474	Chlorprophame			0,4	2,3E-02									0	0	0,4	0,4

Code Sandre	Nom paramètre	P1. Retombées atmo.		P3. Ruiss. agricole	P5. Dérive de pulv.	P6. Ruiss. temps de pluie		P7. Déversoirs d'orage		P8. Rejets de STEU		P9. Eaux usées non traitées		P10. Industries		Total général	
		Min	Max	Med	Med	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
1506	Glyphosate			939	49	16	234	5,3	5,3	37	100	2,6	7,1	0	0	1 049	1 334
1517	Naphtalène					2,8	2,8	0,5	7,1	10	14	0,3	7,1	13	15	27	47
1584	Biphényle							2,7	2,7	8,0	12	1,3	6,9	0	0	12	21
1667	Oxadiazon			0,1	5,8E-03			1,6	11	11	38	1,0	7,3	0	0	14	56
1670	Métazachlore			139	6,8									0	0	146	146
1688	Aclonifène			39	2,0									0	0	41	41
1694	Tebuconazole			75	3,8									0	0	78	78
1780	Xylène													28	49	28	49
1796	Métaldéhyde			96	4,7									0	0	101	101
1814	Diflufenicanil			69	3,4									0	0	73	73
1847	Phosphate de tributyle							5,3	5,3	20	30	2,4	5,3	1,0E-02	1,2E-02	28	41
1877	Imidaclopride			36	1,8									0	0	38	38
1882	Nicosulfuron			16	0,9											17	17
1907	AMPA					12	66	5,3	98	209	930	2,9	61	0	0	230	1 155
1951	Azoxystrobine			32	1,8									0	0	34	34
1958	Nonylphénols					0,7	25	5,3	147	71	133	3,8	118	5,2	88	86	511
1959	Octylphénols					2,3	3,7	2,7	2,7	5,1	6,4	1,2	3,8	0	0	11	17
2028	Quinoxifène			0,6	3,6E-02									0	0	0,7	0,7
2879	Composés tributylétain (tributylétain-cation) du													0,2	0,3	0,2	0,3
5526	Boscalid			40	2,0									0	0	42	42
6616	Di(2-éthylhexyl)phtalate (DEHP)					34	739	373	1 429	236	420	196	1 015	88	104	926	3 706
7707	Dioxines et ses composés de type dioxine	5,3E-04	5,9E-04											1,9E-05	2,2E-05	5,4E-04	6,1E-04

Annexe 4 : Flux émis (kg an⁻¹) au niveau du district Meuse (Min-Max) par voie d'apport

Code Sandre	Nom paramètre	P1. Retombées atmo.		P3. Ruiss. agricole	P5. Dérive de pulv.	P6. Ruiss. temps de pluie		P7. Déversoirs d'orage		P8. Rejets de STEU		P9. Eaux usées non traitées		P10. Industries		Total général	
		Min	Max	Med	Med	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
1083	Chlorpyrifos (éthyl-chlorpyrifos)			10	0,4									0	0	10	10
1105	Aminotriazole			0,4	1,4E-02									0	0	0,4	0,4
1113	Bentazone			10	0,4									0	0	11	11
1114	Benzène													1,2E-02	5,3	1,2E-02	5,3
1115	Benzo (a) Pyrène	0,5	0,7			0,1	1,3	0,1	0,3	0,2	0,3	0,1	0,4	7,5E-06	1,6E-02	1,0	3,1
1116	Benzo (b) Fluoranthène	0,2	2,2			0,1	1,9	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,4	6,4E-03	1,4E-02	0,6	4,9
1117	Benzo (k) Fluoranthène	4,4E-02	0,9			0,1	2,0	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,3	3,8E-06	1,4E-02	0,4	3,5
1118	Benzo (g,h,i) Pérylène	0,2	2,2			0,2	1,5	0,1	0,3	0,1	0,2	0,1	0,4	7,5E-03	1,6E-02	0,6	4,6
1119	Bifénox			0,2	7,5E-03									0	0	0,2	0,2
1135	Trichlorométhane (chloroforme)							6,3	14	16	23	6,4	18	0	0	29	54
1136	Chlortoluron			80	3,0			0,3	0,3	0,9	1,2	0,3	0,6	0	0	84	85
1140	Cyperméthrine			9,3	0,3									0	0	10	10
1141	2,4 D			20	0,7			0,6	2,3	2,0	6,0	0,7	3,3	0	0	24	32
1161	1,2 Dichloroéthane													0	0	0	0
1168	Dichlorométhane													0	0	0	0
1170	Dichlorvos													0	0	0	0
1177	Diuron					1,5	8,8	0,2	0,6	2,2	3,8	0,2	0,8	0	0	4,0	14
1191	Fluoranthène					0,3	4,2	0,2	0,9	0,2	0,3	0,3	1,1	9,3E-03	2,3E-02	1,0	6,5
1199	Hexachlorobenzène (HCB)	0,2	0,3											0	0	0,2	0,3
1204	Indeno (1,2,3-cd) Pyrène					0,1	1,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,4	7,5E-03	1,6E-02	0,4	2,0

Code Sandre	Nom paramètre	P1. Retombées atmo.		P3. Ruiss. agricole	P5. Dérive de pulv.	P6. Ruiss. temps de pluie		P7. Déversoirs d'orage		P8. Rejets de STEU		P9. Eaux usées non traitées		P10. Industries		Total général	
		Min	Max	Med	Med	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
1206	Iprodione			0,5	2,0E-02									0	0	0,6	0,6
1208	Isoproturon			133	5,0	0,1	0,4	0,2	0,2	1,1	2,1	0,1	0,3	0	0	140	141
1209	Linuron			0,1	3,1E-03			0,2	0,3	0,6	1,1	0,3	0,6	0	0	1,2	2,0
1212	2,4 MCPA ou MCPA			40	1,5			0,3	1,2	1,5	3,9	0,6	2,1	0	0	44	49
1234	Pendiméthaline			88	3,3									0	0	91	91
1272	Tétrachloroéthylène							3,2	3,2	9,4	14	2,8	6,5	0	0	15	24
1276	Tétrachlorure de carbone													0	0	0	0
1278	Toluène							6,3	14	14	18	5,4	20	6,5E-02	1,0	26	54
1286	Trichloroéthylène													0	0	0	0
1289	Trifluraline													0	0	0	0
1359	Cyprodinil			22	0,8									0	0	22	22
1369	Arsenic			5,9				32	32	79	111	28	78	10	42	154	268
1382	Plomb et ses composés	26	30	32		163	401	32	126	40	62	52	156	26	50	371	856
1383	Zinc	30	481	677		2 467	9 497	1 137	2 401	1 217	2 152	1 406	2 981	307	353	7 242	18 542
1386	Nickel et ses composés	4,0	24	25				32	66	106	178	37	106	29	59	234	459
1387	Mercure et ses composés	0,5	0,6	0,5				1,3	1,3	5,3	9,0	1,1	2,7	3,0	5,4	12	19
1388	Cadmium et ses composés	0,8	1,0	2,4		1,7	3,2							1,9E-01	3,5	5,1	10
1389	Chrome	7,5	38	45		67	111	32	126	112	231	41	221	13	33	318	805
1392	Cuivre	120	540	217	2,1E-02	293	858	379	969	101	220	440	1 189	38	46	1 588	4 039
1458	Anthracène					0,3	9,3	0,1	0,1	0,3	0,4	0,1	0,2	7,5E-06	1,6E-02	0,7	10
1474	Chlorprophame			0,2	8,4E-03									0	0	0,2	0,2

Code Sandre	Nom paramètre	P1. Retombées atmo.		P3. Ruiss. agricole	P5. Dérive de pulv.	P6. Ruiss. temps de pluie		P7. Déversoirs d'orage		P8. Rejets de STEU		P9. Eaux usées non traitées		P10. Industries		Total général	
		Min	Max	Med	Med	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
1506	Glyphosate			367	14	7,0	103	0,6	0,6	5,5	8,7	0,7	1,8	0	0	395	495
1517	Naphtalène					1,2	1,2	0,1	0,8	0,8	1,1	0,1	1,2	3,8E-06	0,6	2,1	5,0
1584	Biphényle							0,3	0,3	1,0	1,2	0,3	1,3	0	0	1,6	2,9
1667	Oxadiazon							0,2	1,3	0,5	3,0	0,2	1,8	0	0	1,0	6,1
1670	Métazachlore			87	3,2									0	0	90	90
1688	Aclonifène			11	0,4									0	0	12	12
1694	Tebuconazole			43	1,6									0	0	45	45
1780	Xylène													7,5E-04	2,5	7,5E-04	2,5
1796	Métaldéhyde			48	1,8									0	0	50	50
1814	Diflufenicanil			37	1,4									0	0	39	39
1847	Phosphate de tributyle							0,6	0,6	2,2	2,7	0,6	1,3	8,0E-05	9,2E-05	3,5	4,7
1877	Imidaclopride			6,7	0,3									0	0	7,0	7,0
1882	Nicosulfuron			2,3	0,1											2,4	2,4
1907	AMPA					5,5	29	0,6	12	68	105	0,7	16	0	0	75	161
1951	Azoxystrobine			9,3	0,3									0	0	10	10
1958	Nonylphénols					0,3	11	0,6	17	10	17	0,8	23	3,2	3,7	15	72
1959	Octylphénols					1,0	1,6	0,3	0,3	0,4	0,5	0,3	0,9	0	0	2,0	3,3
2028	Quinoxifène													0	0	0	0
2879	Composés du tributylétain (tributylétain-cation)													3,3E-02	4,0E-02	3,3E-02	4,0E-02
5526	Boscalid			23	0,8									0	0	23	23
6616	Di(2-éthylhexyl)phtalate (DEHP)					15	327	44	169	18	35	49	256	1,6	2,0	128	790
7707	Dioxines et ses composés de type dioxine	1,5E-04	1,6E-04											0	0	1,5E-04	1,6E-04

Agence de l'eau Rhin-Meuse

“le Longeau” - route de Lessy
Rozérieulles - BP 30019
57 161 Moulins-lès-Metz Cedex
Tél. 03 87 34 47 00 - Fax : 03 87 60 49 85
agence@eau-rhin-meuse.fr
www.eau-rhin-meuse.fr

