

RAPPORT D'ÉTUDE  
N° DRC-15-136881-12105A

15/12/2015

**Développement 2015 de l'étude pilote  
pour le choix d'actions de réduction des  
émissions à l'aide d'un outil d'analyse  
multicritère – Focus sur l'inventaire des  
émissions**

Avec le soutien financier de





## **Développement 2015 de l'étude pilote pour le choix d'actions de réduction des émissions à l'aide d'un outil d'analyse multicritère – Focus sur l'inventaire des émissions**

### Liste des personnes ayant participé à l'étude :

INERIS : Pierre Boucard – Aurélien Gouzy

AE-RM : Claire Riou – Stéphane Petitgenet

## PRÉAMBULE

Le présent rapport a été établi sur la base des informations fournies à l'INERIS, des données (scientifiques ou techniques) disponibles et objectives et de la réglementation en vigueur.

La responsabilité de l'INERIS ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été communiquées sont incomplètes ou erronées.

Les avis, recommandations, préconisations ou équivalents qui seraient portés par l'INERIS dans le cadre des prestations qui lui sont confiées, peuvent aider à la prise de décision. Etant donné la mission qui incombe à l'INERIS de par son décret de création, l'INERIS n'intervient pas dans la prise de décision proprement dite. La responsabilité de l'INERIS ne peut donc se substituer à celle du décideur.

Le destinataire utilisera les résultats inclus dans le présent rapport intégralement ou sinon de manière objective. Son utilisation sous forme d'extraits ou de notes de synthèse sera faite sous la seule et entière responsabilité du destinataire. Il en est de même pour toute modification qui y serait apportée.

L'INERIS dégage toute responsabilité pour chaque utilisation du rapport en dehors de la destination de la prestation.

	<b>Rédaction</b>	<b>Vérification</b>	<b>Approbation</b>
<b>NOM</b>	Pierre BOUCARD	Jean-Marc BRIGNON	Laurence ROUIL
<b>Qualité</b>	Unité Economie et Décision pour l'Environnement	Responsable de l'unité Economie et Décision pour l'Environnement	Responsable du pôle Modélisation Environnementale et Décision
<b>Visa</b>			

# TABLE DES MATIÈRES

<b>RESUME</b> .....	<b>7</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>8</b>
<b>SYNTHESE POUR L'ACTION OPERATIONNELLE</b> .....	<b>9</b>
<b>1. GLOSSAIRE</b> .....	<b>13</b>
<b>2. LISTE DES TABLEAUX ET DES FIGURES</b> .....	<b>14</b>
<b>3. INTRODUCTION</b> .....	<b>16</b>
<b>4. RAPPELS SUR LA METHODOLOGIE DEVELOPEE ET SUR SES PERSPECTIVES DE DEVELOPPEMENT.</b> .....	<b>17</b>
4.1 Méthodologie développée .....	17
4.2 Possibilités de développement .....	19
<b>5. L'INVENTAIRE DES EMISSIONS</b> .....	<b>20</b>
5.1 Les émissions ponctuelles .....	20
5.1.1 Les industries isolées .....	20
5.1.1.1 Rejets de Nickel .....	20
5.1.1.2 Rejets de Zinc .....	22
5.1.1.3 Rejets de Cuivre .....	23
5.1.2 Les STEP .....	24
5.1.2.1 Rejets de Nickel .....	24
5.1.2.2 Rejets de Zinc .....	25
5.1.2.3 Rejets de Cuivre .....	25
5.1.3 Bilan des rejets ponctuels .....	25
5.2 Les émissions diffuses .....	26
5.2.1 Les émissions des populations non collectées .....	27
5.2.2 Le ruissellement urbain par temps de pluie .....	28
5.2.3 Les rejets diffus par ruissellement liés aux transports .....	29
5.2.4 Les rejets diffus liés aux activités agricoles .....	33
5.2.4.1 Rappel de la méthodologie .....	33
5.2.4.2 Engrais minéraux et Déjections animales .....	36
5.2.4.3 Inventaire des rejets diffus d'origine agricole : résultats .....	39
5.2.5 Les dépôts atmosphériques à la surface des eaux .....	41
5.2.6 Bilan des émissions diffuses .....	42
5.3 Bilan des émissions sur le bassin Rhin-Meuse .....	44
<b>6. CONCLUSION</b> .....	<b>48</b>



# RESUME

## Résumé

---

Ce rapport s'inscrit dans le travail mené depuis deux années visant à développer et appliquer une méthodologie pour la mise en œuvre d'une analyse multicritère (AMC) dans l'objectif d'aider à la définition d'un Programme De Mesures (PDM).

Avec l'appui de l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse, les travaux précédents avaient mené au développement d'une méthodologie générale reposant sur :

- Un inventaire des sources,
- Un inventaire des solutions de réduction et leur évaluation selon des critères technico-économiques,
- Un exercice de hiérarchisation impliquant les variables précédentes.

Il était apparu que chacune de ces étapes devrait faire l'objet d'une étude approfondie. Ainsi, en 2014, l'accent avait été mis sur l'inventaire celui des solutions de réduction en nous appuyant sur les retours des industriels.

Comme précisé à l'issue de ce travail, le présent rapport a vocation à développer l'inventaire des rejets de contaminants vers les eaux superficielles. Outre les rejets ponctuels (industriels isolés et stations d'épuration des eaux usées) et les rejets diffus d'origine agricole qui ont été révisés, l'inventaire est ici étendu :

- Aux rejets non collectés
- Au ruissellement urbain par temps de pluie
- Aux rejets diffus liés aux transports (auto)routiers
- Aux dépôts atmosphériques sur les eaux de surface.

De plus, l'inventaire comprend maintenant trois substances (Nickel, Zinc et Cuivre) et est conduit dans la mesure du possible à l'échelle jugée pertinente par l'AE pour les PDM, celle du bassin Rhin-Meuse et de ses trois sous secteurs Meuse, Moselle-Sarre et Rhin Supérieur.

## Mots clés (thématique et géographique)

---

Analyse Multicritère, Inventaire des émissions, Rejets ponctuels, Rejets diffus, Bassin du Rhin, Bassin de la Meuse, Aide à la décision, Nickel, Zinc, Cuivre

# ABSTRACT

## Abstracts

---

This report is part of a study started in 2013 and aimed at developing and applying a decision support tool designed for the definition of a « program of measures » for the Water Framework Directive. It is based on a multi-criteria analysis.

A methodology has been developed with the support of Agence de l'Eau Rhin-Meuse. It is based on :

- The inventory of sources
- The inventory of measures appropriate to reduce emissions, and their evaluation according techno-economic criteria
- The implementation of multicriteria analyses (with the ELECTRE method).

Each one of those steps would benefit from more comprehensive studies. In 2014, we chose to focus on the inventory on measures which was carried out thanks to technico-economic data provided by industry.

As mentioned after that work, 2015 would be dedicated to the development of the water emissions inventory. Besides point sources and agricultural diffuse releases the inventory is extended to :

- Emissions from collectivities not collected by wastewater treatment plants
- Wet weather urban runoff
- Diffuse releases from road transports (highways)
- Atmospheric depositions on surface waters

Furthermore the inventory now includes three substances (Nickel, Zinc, Copper). And it is implemented, as far as possible, to the scale AE-RM has judged the more relevant for Programs of Measures : that of the Rhine-Meuse basin and its three subbasins Meuse, Moselle-Sarre and Upper Rhine.

## Key words (thematic and geographical area)

---

Multicriteria Analysis, Water emissions inventory, Point source emissions, Diffuse releases, Rhine basin, Meuse basin, Decision support, Nickel, Zinc, Copper

## SYNTHESE POUR L'ACTION OPERATIONNELLE

La Directive Cadre sur l'Eau (DCE), la Directive fille et le Programme National de Réduction des substances dangereuses imposent de connaître et de réduire (voire supprimer) les rejets de substances polluantes afin d'atteindre un bon état des eaux. La réduction des émissions est dimensionnée dans des programmes de mesures (PDM) qui, pour être établis, s'appuient sur des données concernant les émissions, les coûts, les bénéfices, et la faisabilité des mesures envisagées de réduction des émissions.

A la demande de l'ONEMA, l'INERIS s'est engagé en 2013 dans une réflexion méthodologique visant à étudier la possibilité d'aider le gestionnaire à identifier les mesures les plus aptes à entrer dans son programme de mesures au moyen d'un outil d'analyse multicritère.

Ce travail a débuté en 2013 avec une première étude pilote portant sur la hiérarchisation des mesures de réduction des émissions de nickel (Ni) dans les bassins du Rhin et de la Meuse.



*Bassins de la Meuse et du Rhin (parties françaises)*

En 2014, l'étude avait été étendue à la prise en compte de rejets multi-substances en ajoutant la problématique du Zinc (Zn). En outre, le développement de la méthodologie déployée s'était focalisé sur le volet « inventaire des mesures de réduction des émissions » notamment à travers l'étude des Etudes Technico-Economiques et des Plans d'Action remis par les entreprises aux DREAL et disponibles à l'INERIS.

L'objet de ce rapport est de développer le volet « Inventaire des émissions ». Sont ainsi évalués pour le Nickel, le Zinc et une troisième substance, le Cuivre :

- Les rejets ponctuels
  - o Rejets industriels isolés
  - o Rejets de STEP

- Les rejets diffus
  - o Rejets des collectivités non collectés
  - o Ruissellement urbain par temps de pluie (RUTP)
  - o Rejets diffus liés au transport autoroutier
  - o Dépôts atmosphériques sur les eaux superficielles
  - o Rejets diffus d'origine agricole (dont les évaluations menées dans le rapport précédent ont été révisées.)

Dans la mesure du possible, les rejets vers les eaux superficielles ont été évalués à l'échelle à laquelle l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse a choisi de travailler pour développer son Programme de Mesure, celui du bassin Rhin-Meuse et de ses trois sous-secteurs, la Meuse, la Moselle et la Sarre, et le Rhin supérieur.

Le tableau et la figure présentés dans les deux pages suivantes synthétisent les résultats obtenus pour les trois substances étudiées et pour l'année 2013.

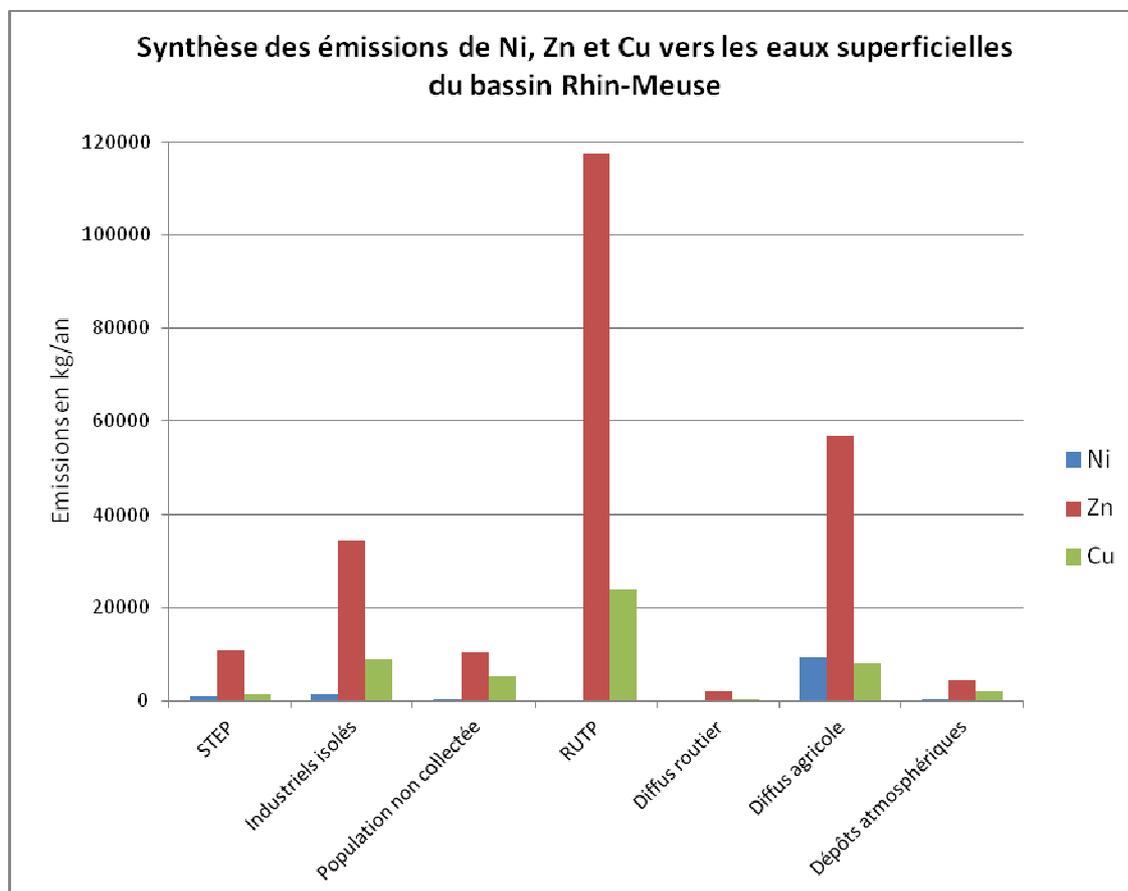
Dans le cas des rejets diffus de nombreuses hypothèses de travail ont été nécessaires à l'évaluation. Un travail de consolidation de données parfois anciennes (2000 ou 2003) serait en particulier de nature à réduire l'incertitude portant sur l'estimation de certains rejets. Néanmoins, les résultats obtenus laissent apparaître de manière fiable :

- Que les rejets diffus vers les eaux de surface atteignent pour les trois métaux étudiés des niveaux significativement plus élevés que les rejets ponctuels. Un rapport de 1 à 5 est observé (qui compte tenu des hypothèses de travail peut néanmoins être considéré comme maximisant).
- Que concernant les rejets diffus, apparaît la hiérarchie des contributions suivante : Ruissellement urbain par temps de pluie > Diffus agricole > Populations non collectées > Dépôts atmosphériques > Diffus routier avec un rapport de l'ordre de 1 à 100 entre le RUTP et le diffus routier.
- Néanmoins, compte tenu des hypothèses de travail majorantes pour le RUTP et minorantes pour le diffus routier, ces résultats tendent à démontrer que toutes les sources diffuses connues peuvent être l'objet de réductions d'émissions significatives à l'échelle du bassin.

Substance	Types de rejets	Rejets	Secteur			Total (kg/an)
			Meuse	Moselle-Sarre	Rhin Supérieur	
Ni	Ponctuelles	STEP	14,8	314	532	862
		Industriels isolés	51	435	1 075	1 562
		<i>Total</i>	<i>66</i>	<i>750</i>	<i>1 607</i>	<b>2 423</b>
	Diffus	Population non collectées	89	251	94	434
		RUTP	-	-	-	-
		Diffus autoroutier	-	-	-	-
		Diffus agricole	n.c.	n.c.	n.c.	9 503
		Dépôt atmosphérique	13	71	40	124
			37	206	116	359
		<i>Total</i>				<b>10 061</b>
					<b>10 296</b>	

Substance	Types de rejets	Rejets	Secteur			Total (kg/an)
			Meuse	Moselle-Sarre	Rhin Supérieur	
Zn	Ponctuelles	STEP	374	4 797	5 604	10 776
		Industriels isolés	337	31 317	2 725	34 379
		<i>Total</i>	<i>711</i>	<i>36 114</i>	<i>8 330</i>	<b>45 155</b>
	Diffus	Population non collectées	2 101	6 107	2 161	10 370
		RUTP	15 664	59 129	42 776	117 568
		Diffus autoroutier	n.c.	n.c.	n.c.	1 352
		Diffus agricole	n.c.	n.c.	n.c.	2 578
		Dépôt atmosphérique	276	1545	866	2 687
			660	3 692	2 071	6 422
		<i>Total</i>				<b>188 557</b>
					<b>193 468</b>	

Substance	Types de rejets	Rejets	Secteur			Total (kg/an)
			Meuse	Moselle-Sarre	Rhin Supérieur	
Cu	Ponctuelles	STEP	23	851	637	1 511
		Industriels isolés	66	7 612	1 279	8 956
		<i>Total</i>	<i>89</i>	<i>8 463</i>	<i>1 916</i>	<b>10 468</b>
	Diffus	Population non collectées	1 076	3 067	1 122	5 265
		RUTP	3 191	12 045	8 714	23 949
		Diffus autoroutier	n.c.	n.c.	n.c.	234
		Diffus agricole	n.c.	n.c.	n.c.	8 044
		Dépôt atmosphérique	71	396	222	689
			325	1 822	1 022	3 169
		<i>Total</i>				<b>38 181</b>
					<b>40 661</b>	



## 1. GLOSSAIRE

ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie
AE R-M	Agence de l'Eau Rhin-Meuse
Agreste	Statistique Agricole Française (Ministère en charge de l'Agriculture)
AMC	Analyse Multicritère
ANPEA	Agence Nationale Professionnelle pour les Engrais et les Amendements
ATI	Audit Technique Industriel
CIPR	Commission Internationale pour la Protection du Rhin
Cu	Cuivre
DCE	Directive Cadre sur l'Eau
DRIEE	Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Energie
EH	Equivalent Habitant
ETM	Eléments Traces Métalliques
FTE	Fiche Technico-Economique
g	Gramme
kg	Kilogramme
MS	Matière sèche
Ni	Nickel
NQE	Norme de Qualité Environnementale
PDM	Programme de Mesure
RUTP	Ruissellement Urbain par Temps de Pluie
SANDRE	
SIERM	Système d'Information sur l'Eau Rhin-Meuse
STEU	Station d'Epuration des Eaux Usées
t	Tonne
UNIFA	Union des Industries de la Fertilisation
Zn	Zinc

## **2. LISTE DES TABLEAUX ET DES FIGURES**

Tableau 1 : Etapes de la méthodologie d'AMC.....	18
Tableau 2 : Inventaire des principales sources ponctuelles isolées de Nickel.....	21
Tableau 3 : Rejets totaux de Nickel par secteur et sur l'ensemble du bassin RM (kg/an) .....	22
Tableau 4 : Inventaire des principales sources ponctuelles isolées de Zinc.....	23
Tableau 5 : Rejets totaux de Zinc par secteur et sur l'ensemble du bassin RM (kg/an) .....	23
Tableau 6 : Inventaire des principales sources ponctuelles isolées de Cuivre .....	24
Tableau 7 : Rejets totaux de Cuivre par secteur et sur l'ensemble du bassin RM (kg/an) .....	24
Tableau 8 : Bilan des rejets ponctuels sur le bassin Rhin-Meuse (kg/an) .....	26
Tableau 9 : Emissions de la population non collectée à une STEU (kg/an) .....	27
Tableau 10 : Emissions diffuses associées au ruissellement urbain par temps de pluie sur le bassin Rhin-Meuse (kg/an) .....	29
Tableau 11 : Contribution du réseau autoroutier aux apports de contaminants par unité de surface et de longueur .....	30
Tableau 12 : Estimation des longueur et surface de réseau autoroutier sur le bassin Rhin-Meuse .....	31
Tableau 13 : Estimation des rejets diffus liés au transport autoroutier .....	31
Tableau 14 : Coefficients de normalisation des données départementales et régionales utilisées dans l'étude.....	32
Tableau 15 : Méthodologie appliquée pour le calcul des rejets diffus issus des activités agricoles (Boucard et al., 2014).....	34
Tableau 16 : Evaluation des quantités d'engrais minéraux épandues dans le bassin Rhin-Meuse et quantités de Nickel, Zinc et Cuivre associées (Mise à jour de Boucard et al. (2014) par la prise en compte du Cuivre) .....	37
Tableau 17 : Emissions de Ni et de Zn vers les terres agricoles dues aux engrais déjections animales (2012).....	39
Tableau 18 : Bilan des émissions diffuses d'origine agricole sur l'ensemble du bassin Rhin-Meuse.....	40
Tableau 19 : Evaluation des dépôts atmosphériques de Cuivre, Zinc et nickel sur les eaux du bassin Rhin-Meuse.....	41
Tableau 20 : Synthèse des rejets diffus de Nickel, Zinc et Cuivre sur le bassin Rhin-Meuse .....	43
Tableau 21 : Bilan des rejets de Nickel vers les eaux superficielles du bassin Rhin-Meuse.....	45

Tableau 22 : Bilan des rejets de Zinc vers les eaux superficielles du bassin Rhin-Meuse .....	46
Tableau 23 : Bilan des rejets de Cuivre vers les eaux superficielles du bassin Rhin-Meuse .....	47

### **3. INTRODUCTION**

La Directive Cadre sur l'Eau (DCE), la Directive fille et le Programme National de Réduction des substances dangereuses imposent de connaître et de réduire (voire supprimer) les rejets de substances polluantes afin d'atteindre un bon état des eaux. La réduction des émissions est dimensionnée dans des programmes de mesures (PDM) qui, pour être établis, s'appuient sur des données concernant les émissions, les coûts, les bénéfices, et la faisabilité des mesures envisagées de réduction des émissions.

A la demande de l'ONEMA, l'INERIS s'est engagé en 2013 dans une réflexion méthodologique visant à étudier la possibilité d'aider le gestionnaire à identifier les mesures les plus aptes à entrer dans son programme de mesures au moyen d'un outil d'analyse multicritère.

Ce travail a débuté en 2013 avec une première étude pilote portant sur la hiérarchisation des mesures de réduction des émissions de nickel (Ni) dans les bassins du Rhin et de la Meuse. En 2014, l'étude avait été étendue à la prise en compte de rejets multi-substances en ajoutant la problématique du Zinc (Zn). En outre, le développement de la méthodologie déployée s'était focalisé sur le volet « inventaire des mesures de réduction des émissions » notamment à travers l'étude des Etudes Technico-Economiques et des Plans d'Action remis par les entreprises aux DREAL et disponibles à l'INERIS.

A l'issue de ce rapport 2014, et compte tenu des retours dont l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse nous avait fait part, trois nouveaux axes de progressions avaient été identifiés<sup>1</sup> :

- *L'extension de l'inventaire des émissions diffuses aux sources non agricoles ;*
- *L'étude particulière du coût des mesures, particulièrement de celles applicables aux émissions diffuses d'origine agricole ;*
- *La mise en œuvre d'une étude auprès des parties prenantes de la gestion des émissions de polluants dans l'eau pour déterminer les pondérations à accorder à chaque critère de l'AMC.*

Il était précisé qu'un de ces trois axes serait spécifiquement choisi pour le rapport 2015.

Compte tenu des synergies possibles avec l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse, le premier de ces trois axes est rapidement apparu comme le plus pertinent. L'objet de ce rapport sera donc de développer le volet « Inventaire des émissions », dans la logique de l'aide à la décision pour la mise en place de PDM, l'accent étant mis sur les émissions diffuses par le biais (i) d'une capitalisation des informations récentes sur le sujet et (ii) de la prise en compte des méthodes et données fournies par l'AE-RM.

---

<sup>1</sup> Voir Boucard et al. (2014), p56.

## 4. RAPPELS SUR LA METHODOLOGIE DEVELOPPEE ET SUR SES PERSPECTIVES DE DEVELOPPEMENT.

### 4.1 METHODOLOGIE DEVELOPPEE

La méthodologie d'AMC a été développée et appliquée à travers une étude pilote menée sur les bassins du Rhin et de la Meuse, et spécifiquement pour les pollutions au nickel et au zinc.



*Bassins de la Meuse et du Rhin (parties françaises)*

L'élaboration d'un Programme de Mesures est un processus complexe nécessitant la prise en compte d'un grand nombre de variables. L'objet des précédents rapports était de développer l'ossature de l'outil d'aide à la décision répondant à une telle problématique par l'usage d'une analyse multicritère.

Le Tableau 1 : Etapes de la méthodologie d'AMC rappelle les différentes étapes de sa mise en œuvre ainsi que les sources de données ou hypothèses utilisées jusqu'ici.

Il en ressort, et ce point a également été évoqué lors de nos échanges avec l'AE-RM qu'une vertu de l'exercice est de compiler de nombreuses connaissances acquises par ailleurs. Concomitamment, chaque étape de la méthodologie cache un travail de capitalisation de données important dont on pourrait dire, en jargon économique, que le coût marginal de développement est croissant, c'est-à-dire que le travail à mener s'accroît à mesure que l'on tâche d'être précis concernant les données employées.

Pour cette raison, la suite de ce rapport portera sur les volets « inventaire des sources » (#3 et #4), et plus particulièrement sur l'inventaire des rejets diffus.

Tableau 1 : Etapes de la méthodologie d'AMC

#	Etapes de la méthodologie	Sources de données ou hypothèses utilisées pour le cas d'étude
1	Définition du périmètre de l'étude	Bassins du Rhin et de la Meuse
2	Choix des substances dont les rejets doivent être limités	Nickel et Zinc
3	Inventaire des sources ponctuelles dans le périmètre de l'étude	Données fournies par l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse
4	Inventaire des sources de rejets diffus	Estimation des rejets diffus d'origine agricole selon la méthodologie issue de (Braun, 2003) <sup>2</sup> .  Les autres rejets diffus (transports, dépôts atmosphériques, ...) ne sont pas pris en compte dans l'étude.
5	Inventaire des mesures de réduction des rejets (sources ponctuelles)	Inventaire réalisé sur la base des études technico-économiques et plans d'action fournies par les industriels à l'INERIS
6	Etude de la compatibilité entre les mesures inventoriées et les secteurs industriels associés aux sources ponctuelles identifiées.	Basée essentiellement sur la synthèse fournie dans (Boucard <i>et al</i> , 2015) <sup>3</sup> .
7	Inventaire des mesures de réduction des rejets (sources diffuses)	Hypothèses de réduction de l'usage des intrants agricoles et de réduction des effectifs de bétail.
8	Détermination des critères de l'analyse multicritère	Sont pris en compte 2 critères économiques (coût, disponibilité), 3 critères environnementaux (importance de la source, efficacité de la mesure, co-effets) et 1 critère socio-économique (acceptabilité de la mesure).
9	Evaluation des mesures selon les critères choisis	Basée essentiellement sur la synthèse fournie dans (Boucard <i>et al</i> , 2015) <sup>2</sup> .
10	Détermination des pondérations associées à chaque critère	Hypothèse d'importance équivalente de chaque critère.  A approfondir après consultation des parties prenantes.
11	Mise en œuvre de la hiérarchisation pour chaque substance	Utilisation du logiciel ELECTRE
12	Mise en œuvre de la hiérarchisation finale	Repose sur les résultats des exercices de hiérarchisation associés à chaque substance.  Hypothèse d'importance équivalente des substances.

<sup>2</sup> Marc Braun, 2003, CIPR, *Inventaire 2000 des émissions de substances prioritaires*

<sup>3</sup> Boucard P., 2015, « Rapport sur le développement d'une base de données sur les mesures de réduction des émissions pour les micropolluants », Convention ONEMA-INERIS 2014, DRC-14-136881-12860A

## 4.2 POSSIBILITES DE DEVELOPPEMENT

Le Tableau 2 : Axes de développement identifiés et prise en compte dans ce rapport présente, notamment dans la perspective d'un développement futur de l'AMC, les développements méthodologiques susceptibles de renforcer la fiabilité des résultats.

Tableau 2 : Axes de développement identifiés et prise en compte dans ce rapport

#	Etapes de la méthodologie	Possibilités de développement	Prise en compte dans ce rapport
1	Définition du périmètre de l'étude	Etude menée à l'échelle des sous-bassins pertinente pour les PDM	Oui (partiellement)
2	Choix des substances dont les rejets doivent être limités	Extension à de nouvelles substances, particulièrement aux substances déclassantes	Oui (prise en compte du Cuivre)
3	Inventaire des sources ponctuelles dans le périmètre de l'étude	Non identifiées	Sans objet
4	Inventaire des sources de rejets diffus	Extension à d'autres rejets diffus que les seuls agricoles	Oui (non collectés, RUTP, dépôts atmosphériques, diffus routier)
		Consolidation des rejets diffus agricoles	Partiellement
5	Inventaire des mesures de réduction des rejets (sources ponctuelles)	Prise en compte des Etudes Technico-Economiques et Plans d'Action reçus en 2015	Non
6	Etude de la compatibilité entre les mesures inventoriées et les secteurs industriels associés aux sources ponctuelles identifiées.	Prise en compte des Etudes Technico-Economiques et Plans d'Action reçus en 2015	Non
7	Inventaire des mesures de réduction des rejets (sources diffuses)	Dépendantes des rejets diffus étudiés	Partiellement
8	Détermination des critères de l'analyse multicritère	Prise en compte des Etudes Technico-Economiques et Plans d'Action reçus en 2015	Non
9	Evaluation des mesures selon les critères choisis	Basée essentiellement sur la synthèse fournie dans (Boucard <i>et al</i> , 2015) <sup>2</sup> .	Sans objet
10	Détermination des pondérations associées à chaque critère	Consultation des parties prenantes.	Non
11	Mise en œuvre de la hiérarchisation pour chaque substance	Non identifiées	Sans objet

## **5. L'INVENTAIRE DES EMISSIONS**

D'un point de vue méthodologique, les principales sources utilisées ont été :

- Les données capitalisées par l'AE-RM (bases de données et Azaïs (2013)<sup>4</sup>)
- Le guide pour l'inventaire des émissions de l'INERIS (ci-après Gouzy (2015))
- Le travail d'inventaire réalisé en 2003 par la Commission Internationale pour le Protection du Rhin<sup>5</sup>
- Le rapport ADEME-SOGREAH de 2007 portant sur l'évaluation des flux de contaminants entrant sur les sols agricoles de France métropolitaine<sup>6</sup>.

### **5.1 LES EMISSIONS PONCTUELLES**

Deux types de sources d'émissions ponctuelles sont étudiés dans cet inventaire : les rejets des stations de traitement des eaux usées, et ceux des industries isolées qui émettent des contaminants directement vers les eaux, généralement après traitement interne des effluents. Nous faisons l'hypothèse que les rejets des industries raccordées sont comptabilisés dans les données d'émissions des STEP.

Les données présentées ici reposent sur l'inventaire des rejets ponctuels réalisé en 2013 par l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse dans le cadre des obligations de rapportage de la DCE et selon la méthodologie nationale [INERIS, 2014]<sup>7</sup>.

#### **5.1.1 LES INDUSTRIES ISOLEES**

Pour ce qui concerne les rejets des industriels isolés, l'inventaire de l'AE-RM repose lui-même :

- sur les données issues de la campagne RSDE2,
- sur les données d'autosurveillance,
- et les audits techniques industriels (ATI)

Dans la base de données utilisée, les champs non renseignés ont été interprétés comme des rejets nuls.

##### **5.1.1.1 REJETS DE NICKEL**

Concernant le Nickel, 95 sources ponctuelles isolées étaient responsables en 2013 de l'émission de 1 560 kg vers les eaux.

---

<sup>4</sup> Azaïs C, 2013, « Inventaire des émissions, pertes et rejets sur le bassin Rhin-Meuse », Agence de l'Eau Rhin-Meuse

<sup>5</sup> Marc Braun, 2003, CIPR, *Inventaire 2000 des émissions de substances prioritaires*

<sup>6</sup> ADEME, 2007, *Bilan des flux de contaminants entrant sur les sols agricoles de France Métropolitaine, - Bilan qualitatif de la contamination par les ETM et CTO et application quantitative pour les ETM.*

<sup>7</sup> INERIS, 2014, *Méthodologie d'établissement des inventaires d'émissions, rejets et pertes de substances chimiques en France, VERSION 4 \_ mars 2014.rapport INERIS-DRC-14-136877-02879A. 86p.*

Parmi elles, 15 sources étaient responsables de 90% des rejets, 3 sources représentaient à elles seules 55% des rejets, et la principale source émettrice en causait plus du tiers (35%). (Voir Tableau 3 qui inventorie les principales sources référencées par leur seul secteur d'activité)

En conséquence les rejets sont particulièrement concentrés, ce qui conduit par ailleurs à une inégalité territoriale importante puisqu'un seul des trois secteurs du bassin est concerné par plus de 70% des rejets ponctuels isolés (voir Tableau 4).

Notons enfin qu'en cumulé sur les 95 sources étudiées, les principaux secteurs d'activités émissaires sont l'industrie de la chimie, l'industrie du traitement de surface et l'industrie automobile.

*Tableau 3 : Inventaire des principales sources ponctuelles isolées de Nickel*

<b>Secteur industriel de l'émetteur (selon nomenclature NAF)</b>	<b>Rejets (kg/an)</b>	<b>Part des émissions ponctuelles isolées</b>	<b>Part cumulée</b>
Traitement et revêtement des métaux	555,45	35,57%	35,57%
Fabrication d'autres produits chimiques inorganiques de base nca	183,27	11,74%	47,30%
Fabrication d'autres produits chimiques organiques de base	126,64	8,11%	55,41%
Fabrication de caoutchouc synthétique	116,00	7,43%	62,84%
Fabrication d'autres produits chimiques inorganiques de base nca	112,83	7,23%	70,07%
Sidérurgie	80,91	5,18%	75,25%
Distribution et commerce d'électricité	54,20	3,47%	78,72%
Traitement et élimination des déchets dangereux	53,57	3,43%	82,15%
Construction de véhicules automobiles	30,41	1,95%	84,10%
Collecte et traitement des eaux usées	22,47	1,44%	85,54%
Fabrication d'articles en papier à usage sanitaire ou domestique	20,76	1,33%	86,87%
Fabrication de papier et de carton	17,23	1,10%	87,97%
Sidérurgie	14,06	0,90%	88,87%
Traitement et élimination des déchets dangereux	13,76	0,88%	89,75%
Traitement et revêtement des métaux	12,36	0,79%	90,54%

Tableau 4 : Rejets totaux de Nickel par secteur et sur l'ensemble du bassin RM (kg/an)

Meuse	Moselle-Sarre	Rhin Supérieur
51,4	435,5	1074,8
<b>1 561,7</b>		

#### 5.1.1.2 REJETS DE ZINC

162 sources ponctuelles isolées sont associées à des rejets de zinc strictement positifs dans le bassin dans la base de données fournie par l'AE-RM. Elles sont responsables de rejets cumulés dans les eaux de 34 380 kg/an, eux-mêmes très concentrés puisque 12 sources expliquent 90% des émissions ponctuelles isolées, les deux premières comptant environ pour un tiers chacune (respectivement 36% et 31%). (Voir Tableau 5)

Dans le cas du Zinc également, le bassin Rhin-Meuse n'est pas uniformément touché puisque 90% des émissions ponctuelles isolées se concentrent sur le seul secteur Moselle-Sarre (voir Tableau 6).

Sur le bassin Rhin-Meuse, l'industrie de la métallurgie est responsable de plus de 50% émissions ponctuelles isolées de Zinc. L'industrie de la chimie et l'industrie papetière sont les deuxième et troisième secteurs émissaires comptant pour moins de 10% des émissions.

Notons par ailleurs que les sources ponctuelles de zinc et de nickel sont parfois communes : ainsi 6 des 10 principales sources isolées de zinc comptent également parmi les 10 principales sources de nickel.

Tableau 5 : Inventaire des principales sources ponctuelles isolées de Zinc

Secteur industriel de l'émetteur (selon nomenclature NAF)	Rejets (kg/an)	Part des émissions ponctuelles isolées	Part cumulée
Fonderie de fonte	12377	36,00%	36,00%
Sidérurgie	10766	31,32%	67,32%
Fabrication d'articles en papier à usage sanitaire ou domestique	1689	4,91%	72,23%
Centrale Nucléaire de Production Electrique	1600	4,65%	76,89%
Fabrication d'autres produits chimiques de base	1387	4,03%	80,92%
Sidérurgie	938	2,73%	83,65%
Traitement et revêtement des métaux	450	1,31%	84,96%
Fabrication de papier et de carton	394	1,15%	86,10%
Fabrication d'autres produits chimiques inorganiques de base	374	1,09%	87,19%
Production, distribution et commerce d'électricité	345	1,00%	88,19%
Production, distribution et commerce d'électricité	327	0,95%	89,14%
Fabrication de caoutchouc synthétique	304	0,88%	90,03%

Tableau 6 : Rejets totaux de Zinc par secteur et sur l'ensemble du bassin RM (kg/an)

Meuse	Moselle-Sarre	Rhin Supérieur
336,7	31 316,6	2 725,4
<b>34 378,7</b>		

### 5.1.1.3 REJETS DE CUIVRE

170 sources ponctuelles non isolées étaient responsables de l'émission de 8 956 kg/an de cuivre en 2013. Parmi elles, une seule était responsable de 79% des rejets ; il s'agissait d'une centrale nucléaire rejetant du cuivre (et du zinc) du fait des matériaux utilisés pour ses tubes condenseurs. (voir Tableau 7)

Il faut noter que depuis l'inventaire réalisé par l'AE-RM, cette centrale travaille au changement de ses tubes condenseurs en laiton. Une baisse de 80% des rejets de zinc est attendue.

D'un point de vue méthodologique, cette observation devrait nous inviter pour les exercices d'inventaire à tenir compte de variations d'émissions annuelles qui peuvent être importantes, particulièrement pour les rejets ponctuels isolés.

Outre la centrale nucléaire, les émissions ponctuelles de cuivre restent très concentrées puisque 4 sources expliquent les deux tiers (68%) des émissions restantes (1860 kg/an), et 11 sources sur 170 en expliquent 90%.

Comme pour les rejets précédemment étudiés, le Tableau 8 indique la répartition des émissions de cuivre par secteur.

*Tableau 7 : Inventaire des principales sources ponctuelles isolées de Cuivre*

Secteur industriel de l'émetteur (selon nomenclature NAF)	Rejets (kg/an)	Part des émissions ponctuelles isolées	Part cumulée
Centrale Nucléaire de Production Electrique	7100,00	79,27%	79,27%
Fabrication d'autres produits chimiques inorganiques de base nca	660,83	7,38%	86,65%
Fabrication d'autres produits chimiques de base	293,27	3,27%	89,93%
Fabrication d'articles en papier à usage sanitaire ou domestique	220,62	2,46%	92,39%
Fabrication d'autres produits chimiques inorganiques de base nca	77,82	0,87%	93,26%
Fabrication d'autres produits chimiques inorganiques de base nca	47,25	0,53%	93,78%
Fabrication de papier et de carton	44,53	0,50%	94,28%
Traitement et revêtement des métaux	36,77	0,41%	94,69%
Administration d'immeubles et autres biens immobiliers	34,23	0,38%	95,07%

*Tableau 8 : Rejets totaux de Cuivre par secteur et sur l'ensemble du bassin RM (kg/an)*

Meuse	Moselle-Sarre	Rhin Supérieur
65,6	7612,2	1278,7
<b>8956,5</b>		

## 5.1.2 LES STEP

Les données concernant les rejets des stations d'épuration des eaux usées sont également tirées de l'inventaire réalisé par l'AE-RM qui repose lui-même sur les données de la campagne RSDE-STEU.

81 stations sont concernées par l'émission d'au moins l'un des trois contaminants étudiés dans ce rapport.

### 5.1.2.1 REJETS DE NICKEL

Concernant les rejets de Nickel, 29 stations sont responsables de l'émission cumulée de 862 kg de Nickel par an vers les eaux du bassin. Parmi ces 29

stations, 4 sont responsables de 64% des émissions et la moitié des stations (14) expliquent 90% des émissions.

#### 5.1.2.2 REJETS DE ZINC

A l'échelle du bassin Rhin-Meuse, les 81 stations étudiées rejettent du zinc, pour un rejet total cumulé de 10 780 kg/an. La principale station émettrice est responsable de 14% des rejets de zinc, et les trois principales en cumulent ensemble 31%. En dehors de celles-là, 78 stations ont des contributions relativement uniformes, comprises entre 0,00 et 2,96% du total.

#### 5.1.2.3 REJETS DE CUIVRE

57 des 81 stations rejettent 1 510 kg de cuivre par an vers les eaux du bassin Rhin-Meuse. Parmi celles-ci, une station participe à hauteur d'un quart (24,6%) des rejets, et 4 stations sont responsables ensemble de la moitié (51%) des émissions de cuivre vers les eaux.

Les deux tiers des stations identifiées comme les plus faibles contributrices contribuent chacune à moins d'1% des rejets de cuivre, et ensemble à 17,5%.

### 5.1.3 BILAN DES REJETS PONCTUELS

Le Tableau 9 ci-dessous fait la synthèse des rejets ponctuels cumulés sur le bassin Rhin-Meuse. Il ressort de cette première partie de l'inventaire que si les rejets de STEP sont inférieurs aux rejets ponctuels isolés, ils restent néanmoins d'un ordre de grandeur proche. Ce résultat est encore plus apparent si l'on déduit les rejets de Zinc de la centrale nucléaire des rejets ponctuels isolés.

Les rejets de STEP, et par extension les comportements des citoyens et des artisans connectés au réseau constituent donc *a priori* un levier important de diminution des rejets des substances étudiées.

Car - même si l'objet de ce rapport n'est pas l'identification des mesures de limitation des émissions – il convient de rappeler en nous appuyant sur les fiches technico-économiques présentes sur le portail substances chimiques de l'INERIS<sup>8</sup> que :

- le zinc peut par exemple provenir
  - o Des eaux de rinçage des ustensiles de peinture
  - o Des eaux grises du fait de l'usage de zinc dans les cosmétiques
  - o Des détergents
  - o D'une mauvaise gestion des piles électriques usagées
- Le nickel trouvé en sortie de STEP peut provenir
  - o Des eaux de rinçage d'ustensiles de cuisine

---

<sup>8</sup> <http://www.ineris.fr/substances>

- Des eaux de rinçage d'autres surfaces traitées telles que les carrosseries automobiles
- D'une mauvaise gestion des batteries usagées
- Le cuivre est peu représenté dans les métaux parmi les rejets non industriels, néanmoins, il peut provenir :
  - Des canalisations d'eau potable qui peuvent être remplacées par des tuyaux en polyéthylène
  - Des eaux de lavage des textiles pour lesquels il est utilisé comme mordant

*Tableau 9 : Bilan des rejets ponctuels sur le bassin Rhin-Meuse (kg/an)*

Substance	Rejets	Secteur			Total
		Meuse	Moselle-Sarre	Rhin Supérieur	
Ni	STEP	14,8	314,2	532,5	861,6
	Industriels isolés	51,4	435,5	1074,8	1561,7
	<i>Total</i>	<i>66,2</i>	<i>749,7</i>	<i>1607,3</i>	<b>2423,2</b>
Zn	STEP	374,2	4797,4	5604,5	10776,1
	Industriels isolés	336,7	31316,6	2725,4	34378,7
	<i>Total</i>	<i>711,0</i>	<i>36114,0</i>	<i>8329,8</i>	<b>45154,8</b>
Cu	STEP	23,0	851,0	637,3	1511,2
	Industriels isolés	65,6	7612,2	1278,7	8956,5
	<i>Total</i>	<i>88,6</i>	<i>8463,1</i>	<i>1916,0</i>	<b>10467,7</b>

## 5.2 LES EMISSIONS DIFFUSES

En l'absence de données portant sur les rejets diffus de Zinc, de Nickel et de Cuivre sur les bassins du Rhin et de la Meuse, nous avons spécifiquement procédé à leur étude.

Nous avons identifié 7 voies diffuses de contamination des eaux de surface :

- Les émissions des populations non collectées
- Le ruissellement urbain par temps de pluie
- Les rejets diffus par ruissèlement liés aux transports
- Les rejets diffus liés aux activités agricoles
- Les dépôts atmosphériques à la surface des eaux
- Les rejets accidentels
- Les émissions depuis les eaux profondes et les sédiments

Parmi ces 7 voies, nous ne traiterons pas les rejets accidentels jugés *a priori* négligeables. Les émissions liées aux eaux profondes sont quant à elles en dehors du périmètre d'action d'un Programme de Mesure portant sur la qualité des eaux de surface. Enfin, les sédiments peuvent constituer un réservoir de contaminants (et particulièrement de métaux) que des activités humaines risqueraient de remettre en suspension. Néanmoins, nous ne disposons pas de suffisamment d'informations sur les quantités de Nickel, Zinc et Cuivre stockées, ni sur le comportement des sédiments dans le réseau hydrographique pour pouvoir proposer une étude des émissions réelles (et qu'une action humaine pourrait partiellement contenir) pour intégrer ce type de rejets à notre analyse.

Les parties suivantes proposent une évaluation des 5 premiers types de rejets diffus.

### 5.2.1 LES EMISSIONS DES POPULATIONS NON COLLECTEES

L'Agence de l'Eau Rhin-Meuse a procédé à une évaluation des émissions de contaminants liées aux populations non raccordées à une station d'épuration des eaux usées ou à un défaut de collecte (Azaïs, 2013).

Afin de mener ce calcul, l'AE-RM s'est basée

- (i) Sur les mesures de concentration observées en entrée de STEP lors d'audits techniques. Compte tenu par ailleurs des débits et du dimensionnement des STEP, l'agence a calculé des taux d'émission pour différents contaminants associés à des équivalents-habitants. Le cas échéant une différenciation a pu être opérée suivant la taille de la collectivité non collectée concernée. Ainsi, dans le cas du Zinc deux taux  $T_{Zn} = 29,4\text{mg/j/EH}$  et  $T_{Zn} = 51,2\text{mg/j/EH}$  ont été calculés pour les collectivités de taille respectivement inférieure et supérieure à 5000 EH.
- (ii) Sur une évaluation de la population non collectée à partir des données INSEE portant sur la population des collectivités, de la dimension des STEP, et de la population équivalente des industries collectées.
- (iii) Sur l'hypothèse, en l'absence de données scientifiquement établies portant sur le transfert des effluents non collectés vers le milieu, que 75% des émissions ainsi calculées sont effectivement destinées aux eaux superficielles (hypothèse retenue pour les simulations PEGASE).

Les résultats obtenus pour les trois contaminants étudiés dans ce rapport sont fournis dans le Tableau 10.

*Tableau 10 : Emissions de la population non collectée à une STEU (kg/an)*

Substance	Meuse	Moselle-Sarre	Rhin Supérieur	Total
Nickel	89	251	94	434
Zinc	2 101	6 107	2 161	10 370
Cuivre	1 076	3 067	1 122	5 265

Même s'il conviendrait d'actualiser ces résultats à la lumière des données issues de RSDE-STEUE, il apparaît que les émissions des populations non collectées constituent une source de contaminants d'un niveau équivalent à celui des STEUE. Il est même ici 4,5 fois supérieur dans le cas du cuivre.

En ce sens l'augmentation de la collecte des eaux usées, notamment dans les petites collectivités doit constituer une mesure à prendre en compte pour la diminution des rejets vers les eaux de surface. Au moment où les données qui sont ici présentées ont été établies, 22% de la population du bassin étaient non collectés. La marge de progression semble donc exister.

### 5.2.2 LE RUISSELLEMENT URBAIN PAR TEMPS DE PLUIE

L'AE-RM a produit dans (Azaïs, 2013) et en suivant partiellement la méthodologie d'inventaire de l'INERIS une évaluation des émissions diffuses associées au drainage des surfaces imperméabilisées.

Ce calcul se fonde :

- (i) Sur le volume de pluie cumulée sur chaque secteur du bassin. Le volume pris en compte découle de la hauteur de pluie efficace, c'est-à-dire la hauteur de pluie brute dont est déduit la hauteur de pluie évaporée. La méthode constitue en cela un raffinement par rapport à la méthode INERIS initiale.
- (ii) Sur la prise en compte de coefficients de ruissellement selon le mode d'occupation des sols et le ruissellement attendu. Ces données sont issues de Corinne Land Cover.
- (iii) Sur les données de concentrations en micropolluants des effluents de réseaux séparatifs pluviaux par temps de pluie tirées de Zgheib *et al.* (2012)<sup>9</sup>.
- (iv) En l'absence de données sur le devenir des eaux de ruissellement, sur l'hypothèse qu'après collecte par les réseaux séparatifs pluviaux, elles échouent intégralement et sans traitement dans le milieu<sup>10</sup>.
- (v) Compte tenu des résultats comparés des données de surveillance de l'Agence et des résultats des simulations de l'impact des flux estimés sur les concentrations dans le milieu (PEGASE), sur l'intégration d'un facteur correctif de 50% appliqué aux flux.

Les résultats obtenus sont présentés dans le Tableau 11.

---

<sup>9</sup> Zgheib S, Moilleron R, Chebbo G. (2012) " Priority pollutants in urban stormwater: Part 1 – Case of separate storm sewers", *Water Research*, Volume 46, Issue 20, pp 6683-6692,

<sup>10</sup> Notons que ce cas de figure correspond au scénario majorant développé dans l'Inventaire des émissions de l'INERIS (Voir Gouzy, 2015).

Tableau 11 : Emissions diffuses associées au ruissellement urbain par temps de pluie sur le bassin Rhin-Meuse (kg/an)

Substance	Concentration (µg/L)	Meuse	Moselle-Sarre	Rhin Supérieur	Total
Nickel	Pas de donnée	-	-	-	-
Zinc	270	15 664	59 129	42 776	<b>117 568</b>
Cuivre	55	3 191	12 045	8 714	<b>23 949</b>

En l'absence de données portant sur le Nickel, les rejets ne peuvent être évalués.

En revanche le Cuivre et le Zinc apparaissent à des niveaux d'émissions très importants, atteignant le double des émissions ponctuelles isolées.

Ce résultat découle certainement d'hypothèses de travail qu'il serait nécessaire d'approfondir à terme. En particulier une connaissance plus fine du fonctionnement des réseaux par temps de pluie, notamment les données liées aux déversoirs d'orage et à la répartition unitaire/séparatif, permettrait d'affiner l'évaluation des effluents se retrouvant directement dans le milieu. Ce travail serait à mener conjointement à une étude plus approfondie de l'impact des épisodes de pluie selon leur importance. En effet, dans ce calcul chaque millimètre de pluie contribue également au ruissellement alors que des pluies faibles sont peu susceptibles d'en engendrer. Il serait donc pertinent à terme de distinguer les forts épisodes de pluie et de coupler ces informations à une compréhension plus précise du fonctionnement des déversoirs d'orage.

A tout le moins, les résultats obtenus suggèrent qu'en l'absence de collecte des eaux de ruissellement par le réseau, la contamination des eaux peut être très importante. Il s'agira donc, dans le cadre de l'évaluation des mesures, de porter une attention aigüe à cette problématique.

### 5.2.3 LES REJETS DIFFUS PAR RUISELLEMENT LIES AUX TRANSPORTS

Selon la méthodologie d'inventaire prescrite dans Gouzy (2015)<sup>11</sup>, le trafic autoroutier est responsable de l'émission de contaminants du fait du fonctionnement des moteurs thermiques, de l'usure des véhicules (pneumatiques, plaquettes de frein, ...) et des équipements routiers. Ces émissions doivent être évaluées indépendamment du ruissellement urbain par temps de pluie pour une raison technique : la base de données Corine Land Cover ne tient pas compte du réseau routier, exception faite des autoroutes d'une largeur minimale de 100 m ce qui constitue une exception en Europe.

Cette partie a vocation à estimer ces rejets dans le cadre restreint des transports autoroutiers.

La méthodologie pour évaluer ces émissions repose sur la prise en compte :

<sup>11</sup> Gouzy A. (2015) « Guide pour l'inventaire des émissions, rejets et pertes de micropolluants vers les eaux de surface – Edition décembre 2015 », DRC-15-136877-10596A

- (i) Du taux d'abattement des ouvrages autoroutiers de protection de la ressource en eau estimé à 35% pour le Cuivre et le Zinc. Aucune donnée n'est disponible pour le Nickel.
- (ii) De la charge annuelle de contaminants liée au trafic routier, dépendant elle-même de la surface d'autoroute sur le territoire, du trafic moyen attendu sur ces routes et des charges unitaires de contaminants associées à un trafic de 1 000 véhicules. Nous retiendrons ici les données proposées par Gouzy (2015) d'un trafic autoroutier moyen de 26 600 véhicules par jour (données 2013), d'une largeur d'autoroute moyenne de 22,90 mètres. Des mesures des charges unitaires sont proposées par le Service d'Etude sur les Transports, les Routes et leurs Aménagements (SETRA). Ces données nous permettent d'estimer les valeurs d'apport en zinc et en cuivre référencées dans le Tableau 12.

*Tableau 12 : Contribution du réseau autoroutier aux apports de contaminants par unité de surface et de longueur*

Substance	Contribution en kg/ha d'autoroute	Contribution en kg/km d'autoroute <sup>12</sup>
Zinc	0.77 – 1.47	1.77 – 3,37
Cuivre	0,13	0,31
Nickel	Pas de donnée	Pas de donnée

Afin de mener l'évaluation à son terme, il est nécessaire de connaître la longueur du réseau autoroutier sur le bassin Rhin-Meuse. A défaut de données disponibles ou immédiatement mobilisables pour le bassin lui-même, nous nous appuyons sur les données départementales de l'INSEE<sup>13</sup> en les normalisant au prorata de la surface occupée par le bassin sur chacun des 8 départements qu'il touche (voir Encart 1). Le résultat est présenté dans le Tableau 13.

<sup>12</sup> Hypothèse de largeur moyenne d'autoroute de 22,9m.

<sup>13</sup> [http://www.insee.fr/fr/themes/tableau.asp?reg\\_id=99&ref\\_id=t\\_5101D](http://www.insee.fr/fr/themes/tableau.asp?reg_id=99&ref_id=t_5101D) (consulté en décembre 2015)

*Tableau 13 : Estimation des longueur et surface de réseau autoroutier sur le bassin Rhin-Meuse*

Département	Coefficient de normalisation	Longueur du réseau autoroutier (km)	Longueur totale estimée (km)	Surface totale estimée (ha)
Bas Rhin	100%	194		
Haut Rhin	100%	108		
Meurthe et Moselle	100%	132		
Meuse	60%	59	<b>764 km</b>	<b>1 750 ha</b>
Moselle	100%	220		
Vosges	81%	51		
Ardennes	49%	50		
Haute Marne	8%	115		

L'ensemble de ces données permet de fournir une estimation des apports du transport autoroutier en Zinc et Cuivre vers les eaux de surface.

*Tableau 14 : Estimation des rejets diffus liés au transport autoroutier*

Substance	Charge unitaire (kg/km d'autoroute)	Total (kg/an)
<b>Nickel</b>	Pas de données	-
<b>Zinc</b>	3,29 – 6,26	1 352 – 2 578
<b>Cuivre</b>	0,57	234

Ces flux ne sont donc pas négligeables : ils représentent dans le cas du cuivre et du zinc environ un cinquième des émissions associées aux STEP.

Certaines données nécessaires à l'inventaire n'ont pas pu être obtenues à l'échelle du bassin ou de ses secteurs. En revanche, elles peuvent être disponibles aux niveaux départemental ou régional. Or, le bassin Rhin-Meuse est situé sur 3 régions (Alsace, Lorraine, et Champagne-Ardenne) et 8 départements (Bas-Rhin, Haut-Rhin ; Meurthe-et-Moselle, Meuse, Moselle, Vosges ; Ardennes, et Haute-Marne) sans nécessairement les couvrir intégralement.

Lorsque nous ne disposons pas d'information géographique spécifique ou de précision quant à l'utilisation du territoire du bassin Rhin-Meuse, nous avons normalisé les informations recueillies au prorata de la surface de chaque département ou région comprise dans le territoire du bassin.

Pour cela, un calcul d'intersection via un logiciel SIG (Système d'Information Géographique) a été effectué pour obtenir les surfaces d'intersection entre chacun des départements et le bassin Rhin-Meuse<sup>14</sup>.

Le Tableau 15 indique les coefficients calculés et utilisés dans la suite de notre étude.

*Tableau 15 : Coefficients de normalisation des données départementales et régionales utilisées dans l'étude*

Entité administrative	Part du territoire comprise dans le bassin Rhin-Meuse
Alsace	100%
<i>Bas-Rhin</i>	100%
<i>Haut-Rhin</i>	100%
Lorraine	85%
<i>Meurthe-et-Moselle</i>	100%
<i>Meuse</i>	60%
<i>Moselle</i>	100%
<i>Vosges</i>	81%
Champagne-Ardenne	12%
<i>Ardennes</i>	49%
<i>Haute Marne</i>	8%

*Encart 1 : Inférence des données départementales et régionales à l'échelle du bassin Rhin-Meuse*

<sup>14</sup> Deux couches géographiques ont été utilisées pour obtenir ces résultats :

- la couche REGION\_HYDROGRAPHIQUE de la BD CARTHAGE

(source <http://professionnels.ign.fr/bdcarthage>)

- et la couche département issue de la BD Topo de l'IGN

(source <http://professionnels.ign.fr/bdtopo>).

## 5.2.4 LES REJETS DIFFUS LIES AUX ACTIVITES AGRICOLES

La dernière version du rapport Boucard *et al.* (2014) proposait une méthodologie d'évaluation des rejets diffus d'origine agricole. Cette méthodologie est reprise ici en intégrant les rejets de cuivre et en intégrant quelques précautions quant aux données utilisées.

Comme remarqué par l'Agence de l'Eau au moment de la mise en œuvre de cette évaluation, certaines données sont en effet relativement anciennes (2000 ou 2003) et d'autres mériteraient d'être analysées à une échelle très locale afin de tenir compte de l'hétérogénéité de l'usage des terres agricoles sur le territoire. Or certaines données dont nous avons pu disposer dans le temps de rédaction de cette étude ne sont disponibles qu'à l'échelle du département voire de la région. Les points qui mériteraient une étude approfondie seront précisés dans le développement ci-dessous.

### 5.2.4.1 RAPPEL DE LA METHODOLOGIE

Les rejets diffus d'origine agricole peuvent être liés à plusieurs phénomènes : l'érosion (ruissellement ou érosion éolienne) des terres agricoles dont les particules sont chargées de métaux (du fait notamment des engrais minéraux et organiques), et le ruissellement ou le drainage des eaux comportant des ETM dissous.

L'évaluation de chacun de ces rejets nécessite la mise en œuvre de calculs spécifiques intégrant l'évaluation des quantités de Ni, de Zn et de Cu apportées au sol par le biais des pratiques de fertilisation. Le Tableau 16 ci-après synthétise la méthodologie utilisée et précise les sources de données requises.

*Tableau 16 : Méthodologie appliquée pour le calcul des rejets diffus issus des activités agricoles (Boucard et al., 2014)*

Etapes	Source de données	
<p>1. Erosion éolienne</p>	<p>Définition :</p> <p>Entrainement par le vent des particules sur lesquelles nickel et zinc sont fixés et rejoignant les eaux superficielles</p> <p>Données nécessaires :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Quantité d'engrais utilisée (engrais minéraux et déjections animales)</li> <li>- Teneur en polluant dans les engrais</li> <li>- Part de la quantité d'engrais utilisée rejoignant les eaux superficielles par entrainement éolien</li> </ul> <p>Méthodologie :</p> <p>Les rejets diffus liés à l'érosion éolienne sont le produit des trois variables décrites ci-dessus</p>	<p>UNIFA, campagne 2012 pour les engrais minéraux</p> <p>Agreste, Biomasse Normandie [2000] pour les déjections animales</p> <p>ADEME-SOGREAH [2007]<sup>15</sup> pour engrais minéraux et déjections animales</p> <p>CIPR [2003]<sup>16</sup></p>
<p>2. Ruissellement des intrants agricoles</p>	<p>Définition :</p> <p>Entrainement du nickel et du zinc dans les eaux qui ruissellent sur le sol et rejoignent les cours d'eau</p> <p>Données nécessaires :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Quantité d'engrais utilisée</li> <li>- Teneur en polluant dans les engrais</li> <li>- Part de la quantité d'engrais utilisée rejoignant les eaux superficielles par ruissellement</li> </ul>	<p>Cf. ci-dessus</p> <p>Cf. ci-dessus</p> <p>CIPR [2003]</p>

<sup>15</sup> ADEME, 2007, *Bilan des flux de contaminants entrant sur les sols agricoles de France Métropolitaine, - Bilan qualitatif de la contamination par les ETM et CTO et application quantitative pour les ETM.*

<sup>16</sup> Marc Braun, 2003, CIPR, *Inventaire 2000 des émissions de substances prioritaires*

	<p>Méthodologie :</p> <p>Les rejets diffus liés au ruissellement des intrants agricoles sont le produit des trois variables décrites ci-dessus</p>	
<p>3. Erosion due au traitement des terres agricoles</p>	<p>Définition :</p> <p>Particules sur lesquelles du nickel et du zinc sont fixés emportées par les eaux de ruissellement vers les eaux de surface</p> <p>Données nécessaires :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erosion moyenne des surfaces labourées</li> <li>- Surface labourées</li> <li>- Teneur en polluants dans les fines particules de terre</li> <li>- Part des matériaux érodés rejoignant les eaux de surface</li> </ul> <p>Méthodologie :</p> <p>Les rejets diffus liés au ruissellement des intrants agricoles sont le produit des quatre variables décrites ci-dessus</p>	<p>CIPR [2003]</p> <p>A partir de CIPR [2003]</p> <p>CIPR [2003]</p> <p>CIPR [2003] (Facteur de dépôt intermédiaire des matériaux érodés)</p>
<p>4. Drainage</p>	<p>Définition :</p> <p>Catégorie qui prend en compte le nickel et le zinc dissous dans l'eau qui s'infiltré dans les terres agricoles puis passe par les drains avant d'être rejeté dans les eaux</p> <p>Données nécessaires :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Quantité d'eau qui s'écoule par le biais du drainage</li> <li>- Concentration de polluants dans les eaux de drainage</li> </ul> <p>Méthodologie :</p> <p>Les rejets diffus liés au drainage sont le produit des deux variables décrites ci-dessus</p>	<p>A partir de CIPR [2003]</p> <p>CIPR [2003]</p>

D'un point de vue méthodologique, nous devons noter qu'en dehors des épandages d'engrais minéraux et organiques, les sols agricoles reçoivent d'autres types d'amendements comme les produits résiduels organiques (PRO : boues, résiduels urbains, composts...) qui peuvent être sources de pollution aux métaux. Les données de tonnage de boues épandues et de teneurs en ETM n'ont pu être recueillies durant le temps de cette étude.

#### 5.2.4.2 ENGRAIS MINÉRAUX ET DEJECTIONS ANIMALES

L'évaluation des quantités d'ETM contenues dans les engrais minéraux utilisés sur la surface du bassin a été menée dans Boucard *et al.* (2014). Pour rappel, elles reposent sur :

- les statistiques de livraisons de fertilisants minéraux (campagne 2012-2013) publiées chaque année par l'UNIFA<sup>17</sup> au niveau régional. Elles permettent de tenir compte de la variété des engrais utilisés qui ne présentent pas tous des teneurs identiques en ETM, mais présentent l'inconvénient d'être régionales ; une normalisation au prorata des surfaces couvertes par le bassin sur les différentes régions est alors nécessaire (*cf.* Encart 1), ce qui induit une incertitude sur les résultats.
- les teneurs moyennes en Eléments Traces Métalliques (ETM) des engrais minéraux utilisées sont reprises de l'étude 2007 ADEME-SOGREAH (p.261). Il convient de noter que ces informations sont peu documentées et très variables selon les sources utilisées du fait de l'origine-même des ETM dans les engrais qui sont des impuretés naturelles présentes dans les matières premières et non éliminées lors du processus de fabrication.

Les résultats sont présentés dans le Tableau 17 ci-dessous.

---

<sup>17</sup> Disponible suivant le lien : <http://www.unifa.fr/le-marche-en-chiffres/la-fertilisation-en-france.html> (dernière connexion 15/12/2015).

Tableau 17 : Evaluation des quantités d'engrais minéraux épandues dans le bassin Rhin-Meuse et quantités de Nickel, Zinc et Cuivre associées (Mise à jour de Boucard et al. (2014) par la prise en compte du Cuivre)

Engrais	tonnages d'engrais estimés dans les différentes régions du bassin			Ni		Zn		Cu	
	ALSACE (100%)	LORRAINE (85%)	CHAMPAGNE-ARDENNE (12%)	Teneur en mg/kg de MS (ONEMA)	quantité totale en kg/an	Teneur en mg/kg de MS (ONEMA)	quantité totale en kg/an	Teneur en mg/kg de MS (ONEMA)	quantité totale en kg/an
AMMONITRATES	56 778	99 200	23 738	1,00	180	1,70	306	5,8	1042
SOLUTION AZOTEE	4 820	171 106	53 925	pas de donnée	0	pas de donnée	0	pas de donnée	0
UREE	33 700	6 947	1 479	0,00	0	pas de donnée	0	0	0
AUTRES SIMPLES N	2 639	16 031	1 666	4,40	89	7,20	146	4,3	87
<b>SIMPLES N</b>	<b>97 937</b>	<b>293 284</b>	<b>80 809</b>		<b>269</b>		<b>452</b>		<b>1130</b>
TSP	1 706	15 784	6 187	32,20	762	406,56	9626	30,97	733
AUTRES SUPERPHOSPHATES	444	2 349	1 257	25,13	102	190,77	772	18,38	74
AUTRES SIMPLES P		1 774	208	27,40	54	226,00	448	16,4	33
<b>SIMPLES P</b>	<b>2 533</b>	<b>19 906</b>	<b>7 651</b>		<b>918</b>		<b>10846</b>		<b>840</b>
CHLORURE DE POTASSIUM	12 886	4 949	5 841	2,67	63	5,19	123	3,53	84
AUTRES SIMPLES K ET MG	5 890	5 981	15 180	0,15	4	0,44	12	2,32	63
<b>SIMPLES K ET MG</b>	<b>18 776</b>	<b>10 929</b>	<b>21 021</b>		<b>67</b>		<b>135</b>		<b>146</b>
SUPERPOTASSIQUE	21 443	33 167	7 682	20,51	1278	181,88	11330	22,61	1408
PHOSPHO-POTASSIQUE		394	108	20,51	10	181,88	91	22,61	11
AUTRES PK	3 392	2 265	2 005	20,51	157	181,88	1394	22,61	173
<b>BINAIRES PK</b>	<b>25 321</b>	<b>35 826</b>	<b>9 795</b>		<b>1445</b>		<b>12815</b>		<b>1593</b>
DAP - MAP	8 103	13 873	1 197	27,62	640	230,73	5347	26,9	623
AUTRES NP	905	4 984	1 110	10,82	76	189,26	1325	80,55	564
NK - NPK	14 891	30 516	4 316	14,37	715	124,83	6207	16,89	840
ORGANO-MINERAUX	1 203	285	1 724	7,58	24	152,60	490	37,2	119
<b>COMPOSES NP, NK, NPK, OM</b>	<b>25 102</b>	<b>49 657</b>	<b>8 347</b>		<b>1455</b>		<b>13368</b>		<b>2146</b>
Total :					<b>4 155 kg/an</b>		<b>37 616 kg/an</b>		<b>5 856 kg/an</b>

La méthodologie appliquée pour évaluer la part des rejets de Nickel, Cuivre et Zinc attribuable aux déjections animales est également présentée dans Boucard *et al.* (2014).

Elle comporte elle aussi une hypothèse simplificatrice importante puisqu'elle repose sur des données départementales et nécessite donc de supposer une répartition uniforme des cheptels sur les départements. Des données de recensements des effectifs d'élevage à l'échelle communale permettraient d'affiner l'évaluation.

Cette hypothèse étant néanmoins faite, l'évaluation repose sur :

- l'évaluation des effectifs d'élevage sur le bassin fondée sur le rapport Biomasse Normandie<sup>18</sup>
- les données portant sur la teneur en ETM des différentes catégories d'élevage (bovins, porcins/lisiers, porcins/fumiers, volailles, et ovins, caprins & équins). Ces données généralement bien documentées sont disponibles dans Ademe-Sogreah (2007).

Le Tableau 18 synthétise les données et calculs relatifs aux émissions de Nickel, Zinc et Cuivre qui s'élèvent respectivement sur l'ensemble du bassin Rhin-Meuse à 18,1 t/an, 530 t/an et 105 t/an.

Remarque importante : les résultats obtenus diffèrent notablement pour le Nickel et le Zinc de ceux présentés dans Boucard *et al.* (2014) car une erreur s'était immiscé dans la retranscription des teneurs en métaux des effluents.

---

<sup>18</sup> Biomasse Normandie, 2002, *Evaluation des quantités actuelles et futures des déchets épandus sur les sols agricoles et provenant de certaines activités – lot 3 : effluents d'élevage* (rapport et annexes)

Tableau 18 : Emissions de Ni et de Zn vers les terres agricoles dues aux engrais déjections animales (2012)

	Département	Bovins	Porcins		Volailles	Ovins, Caprins et Equins
			lisiers	fumiers		
tonnages de déjections animales (t de MS/an) évalués sur le bassin en 2013	Ardennes	237 668	766	1 196	4 860	9 015
	Haute-Marne	31 644	122	176	126	1 680
	Meurthe et Moselle	365 424	2 461	3 674	4 646	26 634
	Meuse	255 283	1 655	2 824	1 537	9 889
	Moselle	490 059	1 900	2 933	2 019	39 506
	Vosges	407 529	1 262	1 770	4 150	24 757
	Bas-Rhin	221 318	3 964	15 400	13 133	18 158
	Haut-Rhin	115 683	1 072	6 329	2 999	14 141
	<b>Total</b>		<b>2 124 606</b>	<b>13 202</b>	<b>34 302</b>	<b>33 470</b>
Teneur en métaux des effluents (mg/kg MS)	Ni	7,8	14	2,5	6,4	7,1
	Zn	219,5	979	396	383	173
	Cu	42,8	368	75	43	38 <sup>19</sup>
Quantité (kg/an)	Ni	16 572	185	86	214	1 021
	Zn	466 351	12 925	13 584	12 802	24 817
	Cu	90 933	4 858	2 573	1 439	5 392
<b>Total</b>	<b>Ni</b>		<b>18 078 kg/an</b>			
	<b>Zn</b>		<b>530 478 kg/an</b>			
	<b>Cu</b>		<b>105 195 kg/an</b>			

En conséquence, les quantités de Nickel, Zinc et Cuivre apportées par les engrais minéraux et les déjections animales sur les sols des bassins du Rhin et de la Meuse s'élèvent respectivement à 22.2 t/an, 568 t/an et 111 t/an.

Les déjections animales sont à elles seules responsables de plus de 80 à 94% de ces totaux selon la substance étudiée.

#### 5.2.4.3 INVENTAIRE DES REJETS DIFFUS D'ORIGINE AGRICOLE : RESULTATS

Compte tenu des données nouvellement calculées et de la méthodologie présentée dans le Tableau 16, il est maintenant possible de calculer les rejets diffus d'origine agricole des trois contaminants étudiés dans ce rapport.

Il convient avant cela de noter qu'une revue critique des données issues de CIPR (2003) permettrait d'améliorer la fiabilité des évaluations menées. Ce travail n'a pu être mené dans le temps de réalisation de cette étude. Pour rappel, elles portent sur :

- La part de la quantité d'engrais utilisée rejoignant les eaux superficielles par entrainement éolien (0,02% pour les engrais minéraux ; 0,01% pour les effluents d'élevage)
- La part de la quantité d'engrais utilisée rejoignant les eaux superficielles par ruissellement

<sup>19</sup> La méthode employée pour évaluer cette donnée est précisée dans Boucard *et al.* (2014)

- (0,3%)
- L'érosion moyenne des surfaces labourées  
(2,7 t/ha/an)
- La surface de terres labourées  
(évaluée à partir de la donnée pour le bassin du Rhin seulement :  
26,4% du territoire)
- La teneur en polluants dans les fines particules de terre  
(respectivement 33, 60 et 20 mg/kg MS pour Nickel, Zinc et Cuivre)
- La part des matériaux érodés rejoignant les eaux de surface  
(10%)
- La quantité d'eau qui s'écoule par le biais du drainage  
(202.10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/an)
- La concentration de polluants dans les eaux de drainage  
(respectivement 10, 200 et 15 µg/L pour Nickel, Zinc et Cuivre)

Le Tableau 19 présente l'évaluation des rejets diffus d'origine agricole des trois contaminants étudiés sur le bassin Rhin-Meuse.

*Tableau 19 : Bilan des émissions diffuses d'origine agricole sur l'ensemble du bassin Rhin-Meuse*

<i>Substance</i>	<i>Voie d'émission</i>	<i>Quantification des rejets diffus dans les bassins du Rhin et de la Meuse (2012-2013)</i>
Nickel	Erosion éolienne	36,6 kg/an
	Ruissellement des intrants agricoles	66,7 kg/an
	Erosion des terres agricoles	7 380 kg/an
	Drainage	2 020 kg/an
	<b>Total</b>	<b>9 503 kg/an</b>
Zinc	Erosion éolienne	1 060 kg/an
	Ruissellement des intrants agricoles	1 700 kg/an
	Erosion des terres agricoles	13 420 kg/an
	Drainage	40 400 kg/an
	<b>Total</b>	<b>56 580 kg/an</b>
Cuivre	Erosion éolienne	211 kg/an
	Ruissellement des intrants agricoles	333 kg/an
	Erosion des terres agricoles	4 470 kg/an
	Drainage	3 030 kg/an
	<b>Total</b>	<b>8 044 kg/an</b>

Gardant à l'esprit que les hypothèses de travail utilisées mériteraient d'être étudiées finement, cette évaluation indique que les rejets diffus d'origine agricole semblent constituer une source de contamination des eaux superficielles de premier ordre : l'ordre de grandeur est identique à celui de la somme des rejets ponctuels pour le Cuivre et le Zinc, et 4 fois supérieur pour le Nickel.

## 5.2.5 LES DEPOTS ATMOSPHERIQUES A LA SURFACE DES EAUX

En nous appuyant sur Gouzy (2015), il est possible de proposer une évaluation des dépôts atmosphériques de contaminants sur les eaux superficielles du bassin.

Les masses en jeu sont le produit de la surface d'eau libre sur le territoire étudié par le flux annuel de dépôt atmosphérique du contaminant. Or Gouzy (2015) s'appuyant sur Azimi (2004)<sup>20</sup> indique des valeurs de flux de référence pour les trois substances étudiées.

En croisant les données d'hydrographie surfacique de la base de données BD-Carthage<sup>21</sup> du Service d'Administration National des Données et Référentiels sur l'Eau (SANDRE) avec les données géographiques du bassin Rhin-Meuse, nous avons pu obtenir une estimation des surfaces d'eau libre sur les trois secteurs de travail étudiés. Il faut cependant noter que cette estimation constitue une borne inférieure car les cours d'eau les moins larges ne sont pas pris en compte au cours de cette opération. De plus la marge d'erreur est difficilement mesurable.

Le Tableau 20 présente les évaluations obtenues en retenant une valeur haute et une valeur basse pour chaque contaminant étant donnée l'incertitude relative aux données de flux annuels de dépôt atmosphérique.

*Tableau 20 : Evaluation des dépôts atmosphériques de Cuivre, Zinc et nickel sur les eaux du bassin Rhin-Meuse (kg/an)*

Substance		Flux annuel de dépôt atmosphérique ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{an}^{-1}$ )	Surface d'eau libre			Total (kg/an)
			Meuse	Moselle-Sarre	Rhin Supérieur	
			371 km <sup>2</sup>	1726 km <sup>2</sup>	757 km <sup>2</sup>	2 853 km <sup>2</sup>
Nickel	Min	477	13	71	40	124
	Max	1 386	37	206	116	359
Zinc	Min	10 373	276	1 545	866	2 687
	Max	24 797	660	3 692	2 071	6 422
Cuivre	Min	2 661	71	396	222	689
	Max	12 236	325	1 822	1 022	3 169

<sup>20</sup> Azimi S. (2004). « Sources, flux et bilan des retombées atmosphériques de métaux en Ile-de-France ». *Ecology, Environment*. Ecole des Ponts ParisTech, 338 p. (<https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00007558/document>).

<sup>21</sup> Disponible suivant le lien (consulté en décembre 2015) <http://www.sandre.eaufrance.fr/atlascatalogue/?mode=ModeMeta&uuid=3409c9c3-9836-43be-bac3-b110c82b3a25#meta1> (consulté en décembre 2015)

### **5.2.6 BILAN DES EMISSIONS DIFFUSES**

Les données de rejets diffus obtenues dans cette partie sont compilées dans le Tableau 21 ci-dessous.

Les rejets diffus agricoles et autoroutiers n'ont pu être évalués indépendamment sur chacun des trois secteurs de travail Meuse, Moselle-Sarre et Rhin Supérieur ; le tableau ne présente donc les totaux que pour l'ensemble du bassin.

Les résultats obtenus laissent apparaître la hiérarchie des contribution suivante : RUTP > Diffus agricole > Populations non collectées > Dépôts atmosphériques > Diffus routier avec un rapport de l'ordre de 1 à 100 entre le RUTP et le diffus routier.

Néanmoins, compte tenu des hypothèses de travail majorantes pour le RUTP (pas de traitement après collecte dans les réseaux d'eaux pluviales) et minorantes pour le diffus routier (seules les autoroutes et non les routes nationales, départementales et communales ont été prises en compte), ces résultats tendent à démontrer que toutes les sources diffuses connues peuvent être l'objet de réductions d'émissions pertinentes à l'échelle du bassin.

Tableau 21 : Synthèse des rejets diffus de Nickel, Zinc et Cuivre sur le bassin Rhin-Meuse (kg/an)

Substance	Rejets	Secteur			Total
		Meuse	Moselle-Sarre	Rhin Supérieur	
<b>Ni</b>	Population non collectées	89	251	94	434
	RUTP	-	-	-	-
	Diffus autoroutier	-	-	-	-
	Diffus agricole	n.c.	n.c.	n.c.	9 503
	Dépôt atmosphérique	13	71	40	124
		37	206	116	359
	<i>Total</i>				<b>10 061</b>
					<b>10 296</b>
<b>Zn</b>	Population non collectées	2 101	6 107	2 161	10 370
	RUTP	15 664	59 129	42 776	117 568
	Diffus autoroutier	n.c.	n.c.	n.c.	1 352
					2 578
	Diffus agricole	n.c.	n.c.	n.c.	56 580
	Dépôt atmosphérique	276	1545	866	2 687
	660	3 692	2 071	6 422	
	<i>Total</i>				<b>188 557</b>
					<b>193 468</b>
<b>Cu</b>	Population non collectées	1 076	3 067	1 122	5 265
	RUTP	3 191	12 045	8 714	23 949
	Diffus autoroutier	n.c.	n.c.	n.c.	234
	Diffus agricole	n.c.	n.c.	n.c.	8 044
	Dépôt atmosphérique	71	396	222	689
		325	1 822	1 022	3 169
	<i>Total</i>				<b>38 181</b>
					<b>40 661</b>

### **5.3 BILAN DES EMISSIONS SUR LE BASSIN RHIN-MEUSE**

A fin de synthèse, les Tableau 22, Tableau 23 et Tableau 24, ainsi que les Figure 1, Figure 2 et Figure 3 compilent toutes les données d'émissions obtenues dans le cadre de cet inventaire pour chacune des trois substances étudiées<sup>22</sup>.

---

<sup>22</sup> Les figures ne font apparaître que les valeurs moyennes.

Tableau 22 : Bilan des rejets de Nickel vers les eaux superficielles du bassin Rhin-Meuse

Substance	Types de rejets	Rejets	Secteur			Total
			Meuse	Moselle-Sarre	Rhin Supérieur	
Ni	Ponctuelles	STEP	14,8	314	532	862
		Industriels isolés	51	435	1 075	1 562
		<i>Total</i>	<i>66</i>	<i>750</i>	<i>1 607</i>	<b>2 423</b>
	Diffus	Population non collectées	89	251	94	434
		RUTP	-	-	-	-
		Diffus autoroutier	-	-	-	-
		Diffus agricole	n.c.	n.c.	n.c.	9 503
		Dépôt atmosphérique	13	71	40	124
			37	206	116	359
		<i>Total</i>				<b>10 061</b>
					<b>10 296</b>	

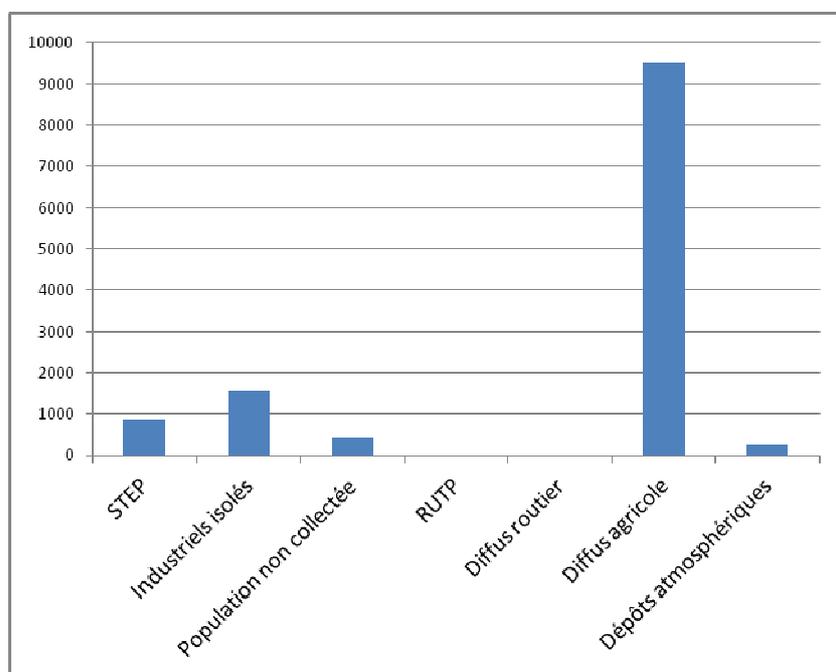


Figure 1 : Synthèse des rejets de Ni sur le bassin Rhin-Meuse (kg/an)

Tableau 23 : Bilan des rejets de Zinc vers les eaux superficielles du bassin Rhin-Meuse

Substance	Types de rejets	Rejets	Secteur			Total	
			Meuse	Moselle-Sarre	Rhin Supérieur		
Zn	Ponctuelles	STEP	374	4 797	5 604	10 776	
		Industriels isolés	337	31 317	2 725	34 379	
		<i>Total</i>	<i>711</i>	<i>36 114</i>	<i>8 330</i>	<b>45 155</b>	
	Diffus	Population non collectées	2 101	6 107	2 161	10 370	
		RUTP	15 664	59 129	42 776	117 568	
		Diffus autoroutier		n.c.	n.c.	n.c.	1 352
							2 578
		Diffus agricole	n.c.	n.c.	n.c.	56 580	
		Dépôt atmosphérique		276	1545	866	2 687
				660	3 692	2 071	6 422
	<i>Total</i>					<b>188 557</b>	
						<b>193 468</b>	

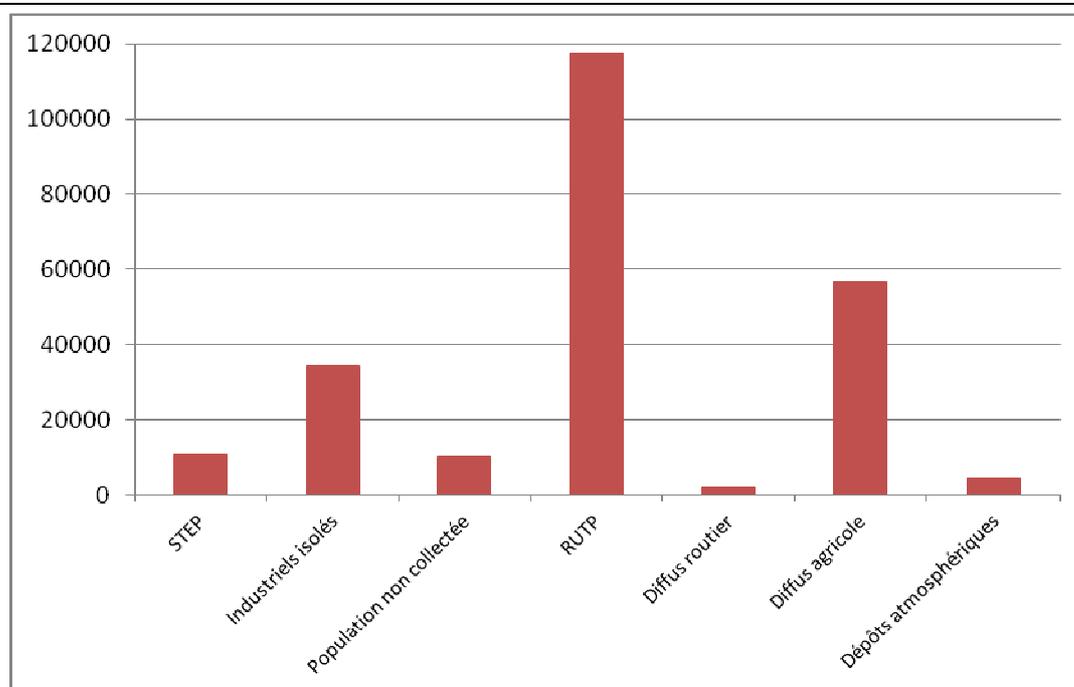


Figure 2 : Synthèse des rejets de Zn sur le bassin Rhin-Meuse (kg/an)

Tableau 24 : Bilan des rejets de Cuivre vers les eaux superficielles du bassin Rhin-Meuse

Substance	Types de rejets	Rejets	Secteur			Total
			Meuse	Moselle-Sarre	Rhin Supérieur	
Cu	Ponctuelles	STEP	23	851	637	1 511
		Industriels isolés	66	7 612	1 279	8 956
		<i>Total</i>	<i>89</i>	<i>8 463</i>	<i>1 916</i>	<b>10 468</b>
	Diffus	Population non collectées	1 076	3 067	1 122	5 265
		RUTP	3 191	12 045	8 714	23 949
		Diffus autoroutier	n.c.	n.c.	n.c.	234
		Diffus agricole	n.c.	n.c.	n.c.	8 044
		Dépôt atmosphérique	71	396	222	689
			325	1 822	1 022	3 169
		<i>Total</i>				<b>38 181</b>
					<b>40 661</b>	

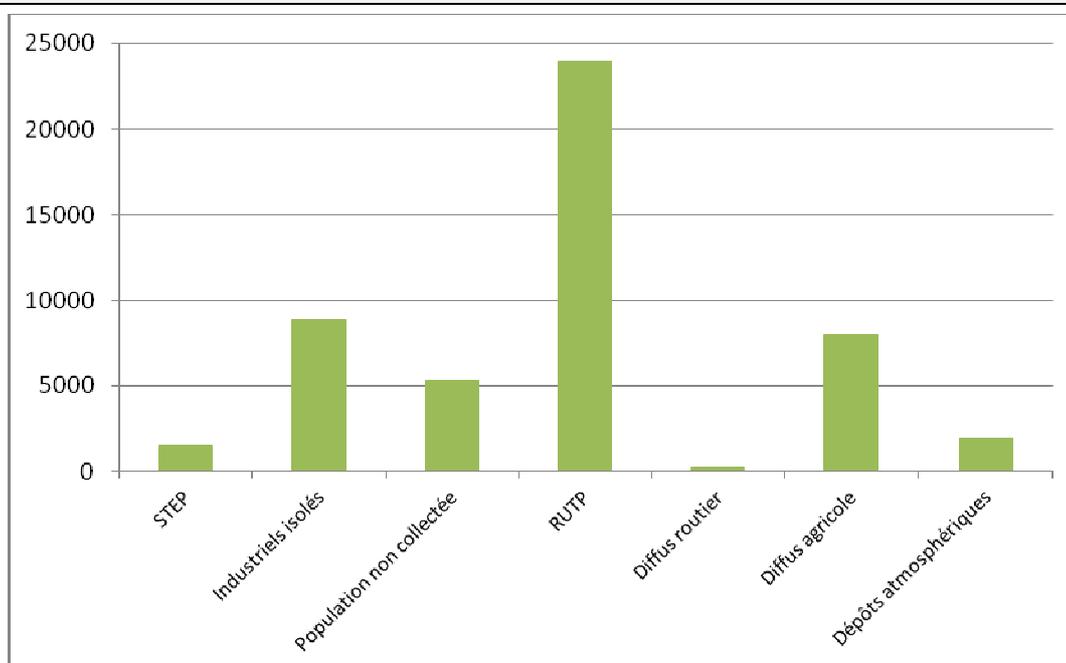


Figure 3 : Synthèse des rejets de Cu sur le bassin Rhin-Meuse (kg/an)

## **6. CONCLUSION**

Le projet dans lequel s'inscrit le présent rapport a débuté en 2013 avec pour vocation le développement méthodologique d'un outil d'aide à la définition d'un PDM.

En étudiant spécifiquement le cas du bassin Rhin-Meuse est apparue la nécessité d'approfondir le travail d'estimation des émissions de contaminants vers les eaux de surface.

L'objet de ce rapport était donc d'étendre et affiner l'inventaire des émissions en tenant particulièrement compte des données et des études de l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse et en nous appuyant sur les connaissances acquises par l'INERIS en matière d'inventaire d'émissions.

Le travail développé a permis, en dépit d'incertitudes résiduelles encore importantes de hiérarchiser les types de sources de contaminations et notamment de souligner la prééminence des émissions diffuses sur les émissions ponctuelles dans le cas des trois métaux étudiés.

Un inventaire des sources précis constituant un pas important vers la définition de mesures de réduction des émissions efficaces, il convient de souligner la nécessité d'approfondir l'étude des incertitudes portant sur l'évaluation de certaines sources, notamment le ruissellement urbain par temps de pluie et le diffus agricole.