

DOCUMENT



n° 10366

ÉTUDE DE LA CONTAMINATION MÉTALLIQUE DE LA RIVIÈRE
ORNE AVAL (DE JARNY À RICHEMONT)

CONTRAT A.F.B.R.M.

UNIVERSITÉ DE METZ
LABORATOIRE D'ÉCOLOGIE

P. CORDEBAR
L. LEGLIZE
C. MOUVET

Octobre 1984

ÉTUDE DE LA CONTAMINATION MÉTALLIQUE DE LA RIVIÈRE ORNE AVAL (DE JARNY À RICHEMONT)

Laboratoire d'Ecologie, Université de METZ

P. CORDEBAR, L. LEGLIZE, C. MOUVET (oct. 1984)

INTRODUCTION

Cette étude a pour objet de situer le niveau actuel de la contamination métallique de la rivière ORNE-aval, en précisant le (ou les) métaux préoccupants ainsi que les niveaux rencontrés et les zones concernées. Elle indique dans la mesure du possible les tendances actuelles.

1. Situation des rejets métalliques industriels de l'ORNE-aval

Les installations actuellement présentes le long de la vallée de l'ORNE appartiennent pratiquement toutes au groupe Sacilor-Sollac et se répartissent géographiquement en 2 secteurs (figure 1) :

- . le groupe "ORNE Amont" d'AUBOUE à ROMBAS
- . le groupe "ORNE Aval " de ROMBAS à la confluence avec la Moselle.

Si les 2 groupes comprenaient, avant 1973, d'importantes installations sidérurgiques, depuis cette date, de nombreux centres ont été fermés.

Pour une meilleure compréhension de l'évolution des apports métalliques dans l'ORNE durant les cinq dernières années, nous avons regroupé en annexe 1 une série d'informations précisant :

- . les caractéristiques des installations en fonctionnement en 1979
- . la localisation des principaux rejets industriels et leurs caractéristiques physico-chimiques.

Depuis 1980, l'arrêt de la cokerie d'HOME COURT et le recyclage plus ou moins complet des eaux de lavage de gaz de Hauts-Fourneaux de ROMBAS, ont modifié très nettement le paysage physico-chimique de l'ORNE-aval.

Nous avons donc tenu compte de cette évolution dans la présentation des résultats.

2. Résultats

2.1. Données bibliographiques

Malgré l'intense activité sidérurgique le long de cette vallée, il est curieux de constater qu'on ne possède que très peu d'informations exploitables sur le tronçon considéré.

Seule la station de RICHEMONT (R.I. 89900) a fait l'objet d'analyses détaillées (7 à 10 métaux) durant les Inventaires Nationaux (76-81) :

- . en éléments dissous
- . les métaux dans les sédiments (1981 seulement)

Teneurs en métaux des sédiments de l'ORNE à RICHEMONT en 1981

%<50µm	% Insol	Perte au feu	Fe mg/kg	Mn	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Se	Zn
40.00	33.30	9.20	77500.00	1520.00	11.60	12.00 ^{4*}	320.00 ³	58.00	0.00	1470.0 ⁴	1.70	6000 ⁴

* Classes des teneurs en métaux définis par le SGAL (1982)

2.2. Données complémentaires

Depuis 1978, le Laboratoire d'Ecologie a développé sur le secteur de l'ORNE un réseau de mesures détaillé visant à mieux cerner l'évolution spatiale des rejets métalliques.

La figure 1 précise la localisation des six stations retenues sur le tronçon HATRIZE-RICHEMONT.

Stations	Localisation sur l'ORNE
1	HATRIZE en amont du moulin
3	MOYEUVE-GRANDE (aval barrage de Beth)
4	ROSSELANGE (aval de la station limnigraphique)
5	GANDRANGE (aval du barrage, mais amont des rejets aciéries)
6	RICHEMONT au pont du chemin de fer

. Le tableau I reprend l'évolution, depuis 1980, de la moyenne annuelle des teneurs en métaux des M.E.S.T. sur cinq stations du réseau (1980 : Zn et Pb, 82 à 84 : Fe, Zn, Cr, Cu, Pb). Nous avons représenté graphiquement (fig. 2 et 3) le profil longitudinal de ces teneurs pour les diverses années d'observations.

. Le tableau II rassemble les valeurs obtenues suite aux dosages de métaux (9) dans les sédiments de 4 stations du réseau pour 11 campagnes de prélèvements depuis 1980. Les caractéristiques physico-chimiques des sédiments sont précisés pour chaque campagne.

. Afin de compléter les données en notre possession, le tableau III regroupe les concentrations en métaux lourds (8) dosés dans des mousses de l'ORNE, récoltées lors d'une campagne réalisée en mai 1984 dans le secteur HATRIZE-RICHEMONT.

Nota : on trouvera un descriptif des techniques analytiques dans le rapport A.F.B.R.M. sur Les Bryophytes (MOUVET, 1983).

3. Discussion

3.1. M.E.S.T.

L'analyse des teneurs en métaux des M.E.S.T. se révèle intéressante pour apprécier le flux de pollution circulant dans la rivière. Elle permet de scinder les cinq métaux étudiés en 2 groupes :

. Fer, Cuivre, Chrome :

On n'observe pas d'évolution longitudinale marquée sur le tronçon concerné, si ce n'est une augmentation sensible des teneurs à partir de MOYEUVRE.

Depuis 1982, on enregistre une stabilité des valeurs, avec toutefois pour le Cuivre une tendance légère à un accroissement de la contamination.

Il faut préciser que les teneurs en Fe, particulièrement élevées, reflètent bien le caractère "sidérurgique" de la vallée de l'ORNE.

. Zn, Pb

Les teneurs relevées sont particulièrement élevées sur le secteur MOYEUVRE-ROSSELANGE pour devenir anormales à l'aval de GANDRANGE.

Ceci se traduit par une zonation longitudinale très typée (fig.2).

Toutefois, depuis 1980, on assiste à une baisse spectaculaire sur le tronçon le plus aval des teneurs en Zn et Pb, pour aboutir en 1984 à un nivellement du profil, les valeurs restant cependant très élevées à partir de MOYEUVRE, avec une amélioration vers ROSSELANGE.

3.2. Sédiments

. Caractéristiques physico-chimiques

Malgré la grande variation de la granulométrie, et à un degré moindre, du pourcentage en matières organiques, la station de RICHEMONT semble se singulariser par des teneurs moyennes en fines et en matières organiques, légèrement inférieures aux autres stations.

. Métaux :

Les résultats obtenus depuis 1980 sur les sédiments récoltés sur le secteur HATRIZE-RICHEMONT indiquent, qu'à l'exception du point 1, les seuils relevés montrent une forte contamination métallique.

Les teneurs en Zinc, Plomb sont anormalement élevées à partir de MOYEUVRE pour l'ensemble de la série de mesures, et ce jusqu'à RICHEMONT.

L'Arsenic dosé en 1984 atteint également un seuil anormal dès MOYEUVRE. Le niveau départ à HATRIZE est toutefois déjà élevé.

Les teneurs en Chrome relevées à ROSSELANGE sont élevées, avec une situation anormale en juin 1983.

On note également une augmentation régulière de la contamination en Cadmium, sans atteindre cependant des seuils élevés, sauf à RICHEMONT en 1984.

On enregistre une assez forte contamination des sédiments en Ni à MOYEUVRE.

Depuis 1980, il faut constater une très forte diminution des teneurs en Zinc et Plomb des sédiments qui restent toutefois en classe 4.

3.4. Mousses aquatiques : métaux

Les résultats, repris au tableau III, font apparaître la contamination massive du secteur aval de l'ORNE (voir annexe 2 pour la démarche suivie pour l'interprétation). Si le Cu et le Mn restent à des niveaux tout à fait normaux depuis HATRIZE jusqu'à RICHEMONT, il n'en est pas de même pour les autres métaux.

Les valeurs de Cd à ROSSELANGE, GANDRANGE et RICHEMONT sont supérieures aux valeurs amont, tout en restant à un niveau faible dont on ne peut affirmer avec certitude qu'il s'agisse d'une pollution significative. En effet, les concentrations en Cd sont toujours très faibles, ce qui peut poser des problèmes analytiques. L'incertitude des mesures étant plus grande que pour les autres métaux, l'interprétation des fluctuations observées pour le Cd doit donc être particulièrement prudente.

Une légère pollution pour le Cr est décelée à partir de ROSSELANGE et se maintient jusqu'à RICHEMONT. Il s'agit ici d'une élévation significative par rapport aux stations amont mais la valeur maximale, 27,8 µg/g, reste

faible par rapport aux valeurs observées dans d'autres cours d'eau.

L'évolution d'amont en aval des concentrations en Fe est tout à fait analogue à celle observée pour le Cr, c'est-à-dire une faible pollution à partir de ROSSELANGE confirmée par le résultat de ROSSELANGE.

Les valeurs de Ni à ROSSELANGE et RICHEMONT sont plus élevées qu'ailleurs, mais pas assez pour conclure avec certitude à un problème de pollution ; il y a suspicion de pollution, mais guère plus.

La prise en considération du Pb et du Zn nous amène au problème principal rencontré dans l'ORNE. On peut en effet affirmer que l'ORNE, dès MOYEUVRE, est fortement polluée par le Pb et le Zn, le degré de pollution le plus élevé étant atteint pour les deux métaux à RICHEMONT.

Dans le cas du Pb, les apports principaux semblent s'effectuer entre HATRIZE et MOYEUVRE, puis entre MOYEUVRE et ROSSELANGE. Le maintien de valeurs élevées en aval témoigne de la présence d'autres rejets de Pb, mais plus diffuse. Ces valeurs qui atteignent 3,70 g/g (37 fois plus qu'en amont) indiquent une pollution très importante.

Le premier rejet de Zn mis en évidence par les dosages dans les mousses aquatiques est situé entre HATRIZE et MOYEUVRE. Il est suivi d'une série d'autres rejets répartis tout le long de l'ORNE et qui expliquent l'élévation régulière des concentrations jusqu'à RICHEMONT, 1875µg/g. Cette dernière valeur représente une augmentation d'un facteur 19 par rapport à la référence amont, soit une pollution tout à fait considérable.

4. CONCLUSION

Les résultats obtenus sur trois types de support analytique (MEST, sédiments, Bryophytes) convergent tous pour indiquer une pollution massive par le Plomb et le Zinc de tout le secteur de l'ORNE situé entre MOYEUVRE et RICHEMONT, et ce malgré une nette réduction des apports à l'aval de GANDRANGE (rejet ROMBAS), depuis 1982.

A partir de ROSSELANGE apparaît également un problème de Chrome, marqué par une forte contamination des sédiments, ce qui est confirmé par les analyses réalisés sur les bryophytes.

Pour le Cadmium, le Nickel, l'Arsenic, les teneurs relevées indiquent une suspicion de pollution à partir de MOYEUVRE. L'ORNE à RICHEMONT paraissant cependant fortement contaminée en Arsenic et Cadmium.

Figure 1 : LOCALISATION DE REJETS METALLIQUES INDUSTRIELS DE L'ORNE AVAL.
IMPLANTATION DES STATIONS DE PRELEVEMENTS.

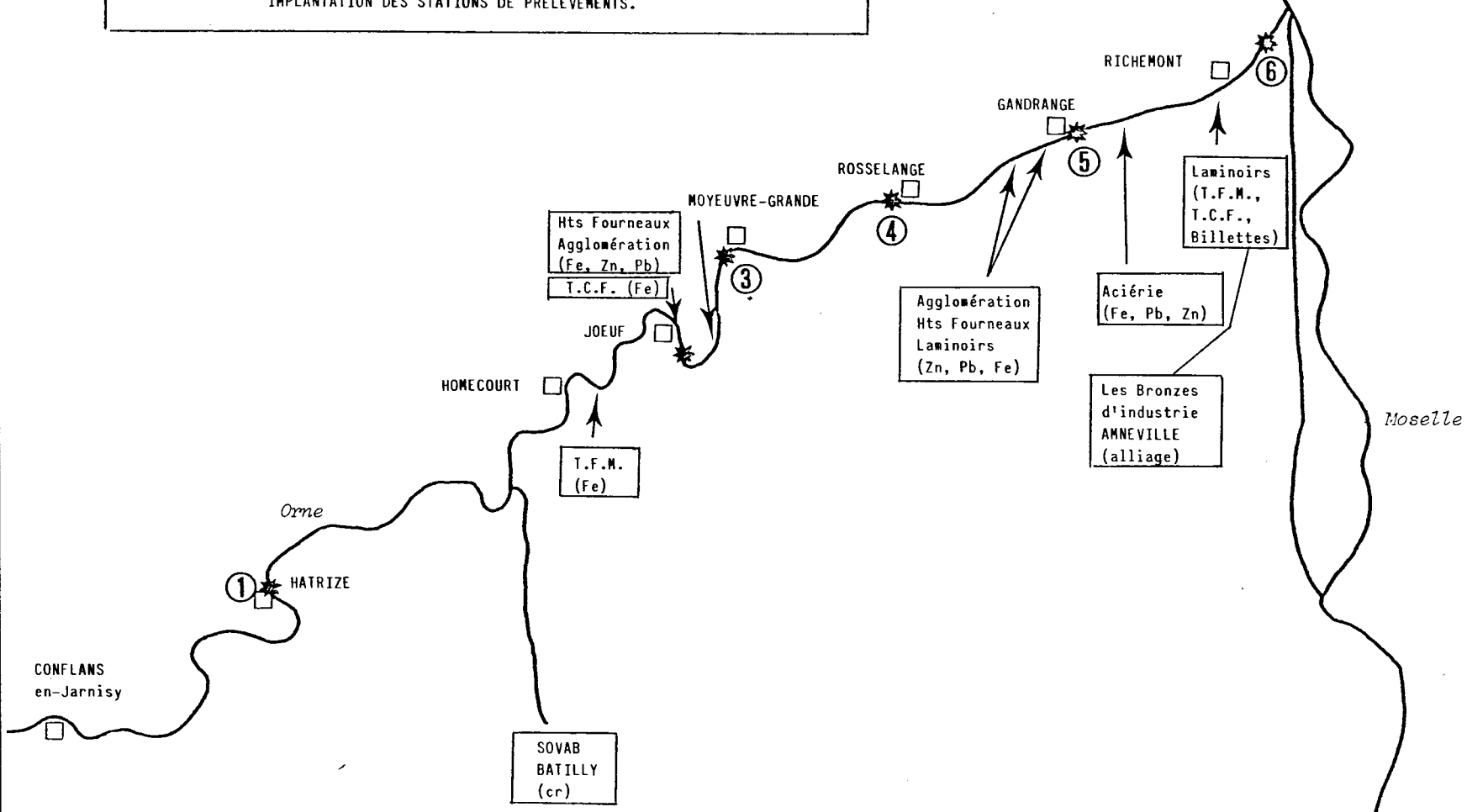


Figure 2 : Profil longitudinal de l'évolution des moyennes annuelles des concentrations métalliques des MEST aux différentes stations de l'ORNE au cours des années 1982-83-84.

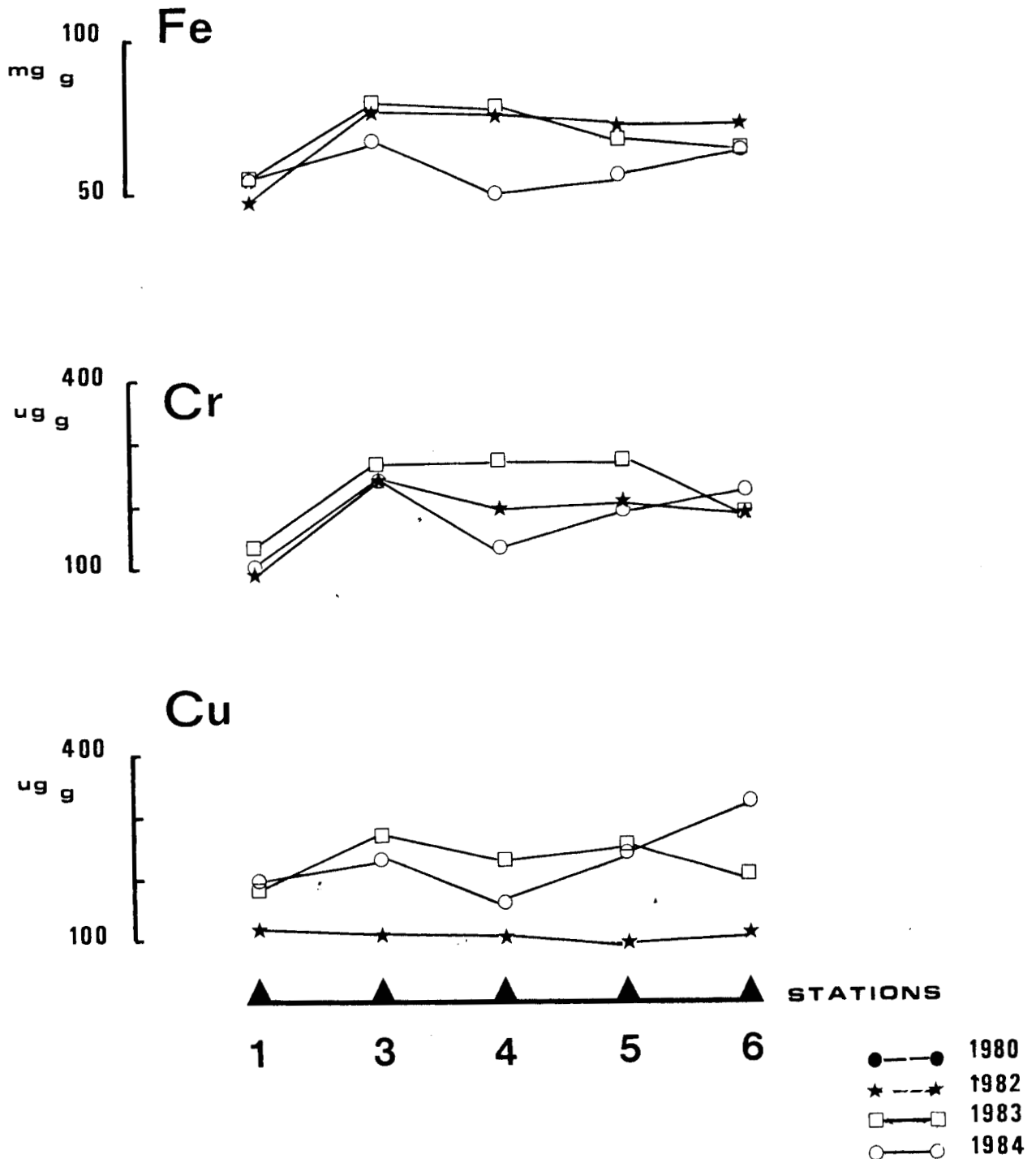
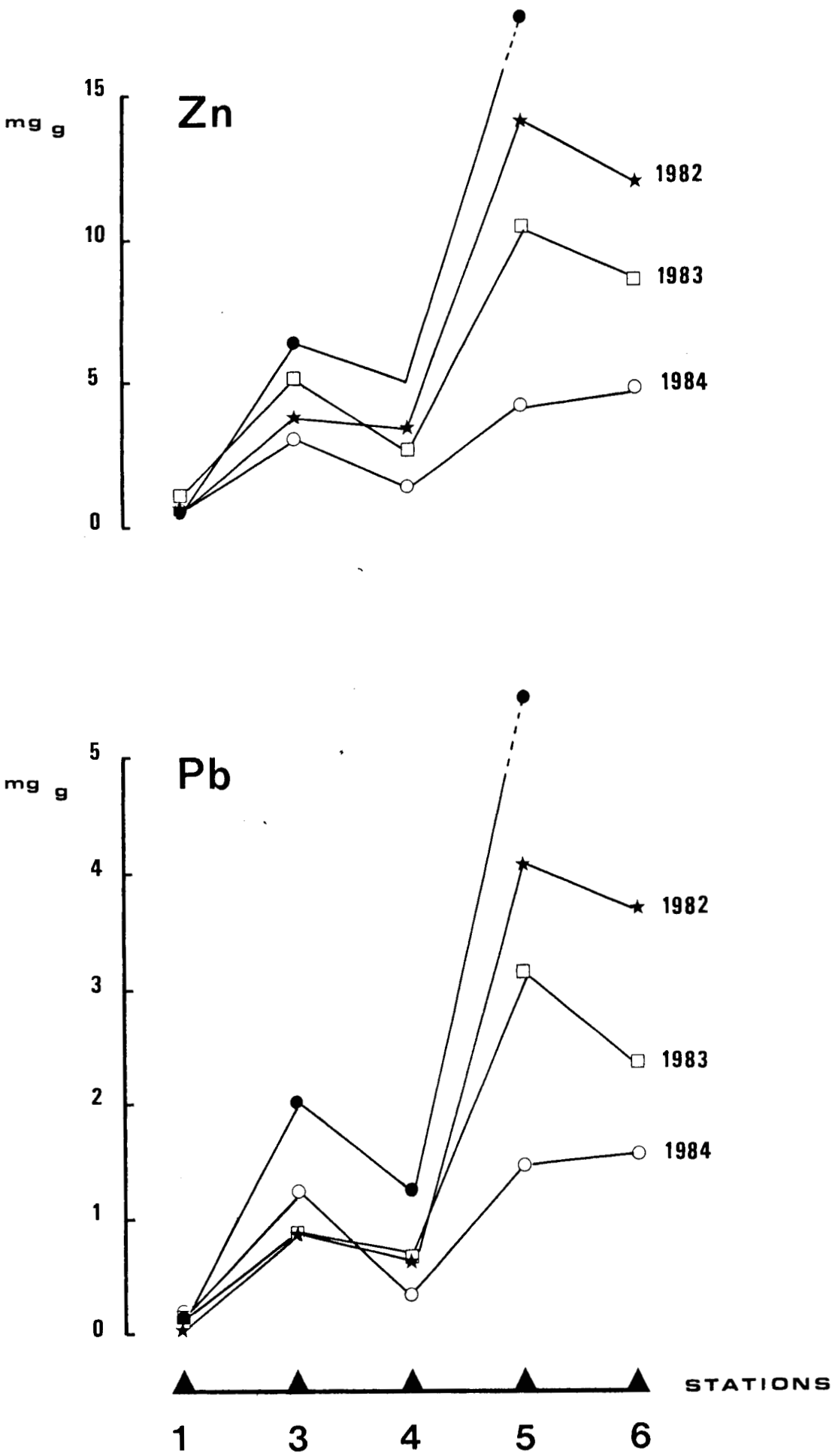


Figure 3 : Profil longitudinal de l'évolution des moyennes annuelles des concentrations métalliques des MEST aux différentes stations de l'ORNE au cours des années 1980-82-83-84.



BIBLIOGRAPHIE

- DESCY, J.P. et EMPAIN, A., 1981. Inventaire de la qualité des eaux courantes en Wallonie (Bassin Wallon de la Meuse). Univ. de Liège, Rapport de synthèse, Vol. II, 194 pp.
- MOUVET, C. et al., 1983. Utilisation des mousses aquatiques pour la détermination du niveau de pollution par les métaux lourds de certaines rivières du Bassin Rhin-Meuse. Contrat A.F.B.R.M., décembre 1983, 38 p.
- Service Géologique Régional Alsace, 1982. Inventaire du degré de pollution des sédiments des cours d'eau. Agence Financière de Bassin Rhin-Meuse. 106 p.

Tableau I : Evolution des moyennes annuelles des teneurs en métaux des M.E.S.T. des cinq stations de l'ORNE-aval de 1980 à 1984

Station	Année	Fe mg/g	Zn µg/g	Cr µg/g	Cu µg/g	Pb µg/g	
1	1980	-x		545		159	
		s		200		122	
	1982	-x	48	649	88	119	116
		s	12	310	35	78	55
	1983	-x	56	1100	133	171	153
		s	8	460	32	108	84
	°1984	-x	55	630	100	190	120
		s	20	290	50	90	100
3	1980	-x		6480		2050	
		s		3270		1900	
	1982	-x	77	3840	240	109	866
		s	13	1970	142	46	423
	1983	-x	80	5180	270	270	790
		s	40	5870	30	190	860
	°1984	-x	68	3150	240	230	1240
		s	20	2260	140	160	1130
4	1980	-x		5060		1220	
		s		2130		680	
	1982	-x	75	3490	196	107	639
		s	14	1710	126	56	360
	1983	-x	78	2720	270	230	660
		s	27	2390	130	230	670
	°1984	-x	50	1420	130	160	310
		s	9	700	30	90	190
5	1980	-x		74000		26700	
		s		40000		11400	
	1982	-x	62	14200	205	95	4110
		s	14	7700	121	41	2400
	1983	-x	68	10400	270	250	3110
		s	29	11990	140	210	3620
	°1984	-x	56	4260	190	240	1460
		s	13	1740	80	220	830
6	1980	-x	*				
		s					
	1982	-x	73	12080	181	109	3700
		s	13	5570	62	39	2060
	1983	-x	65	8610	242	202	2350
		s	23	10800	132	147	2620
	°1984	-x	65	4920	220	320	1540
		s	15	2760	120	330	1260

* Station non inventoriée

	1980	1982	1983	1984
Nombre d'analyses prises en compte pour le calcul de la moyenne	12	23	12	7

Tableau II : Evolution des concentrations en métaux des sédiments récoltés durant 11 campagnes depuis 1980 des 4 stations de l'ORNE aval.

Station 1

Date	% <50µm	% m.org.	Fe mg/g	Zn µg/g	Cr µg/g	Cu µg/g	Pb µg/g	Cd µg/g	Mn µg/g	Ni µg/g	As µg/g
24.4.80				184			142				
19.5.80				168			37				
23.6.80				188							
15.3.82	45	8.4	33	170	68	17	99	0.6		27	
14.6.82	19	4.6	21	90	29	10	17	0.5			
4.10.82	82	13.1	43	190	68	24	48	0.5			
21.3.83	31	6.2	41	125	47	16	29				
20.6.83	36	8.4	42	180	69	14	52				
17.10.83	12	11.5	46	191	58	27	40				
12.1.84	30	6.6	43	113	51	16	23	0.15	500	28	94
13.3.84	30	6.6	36	103	46	19	23	0.05	570	20	

Station 3

24.4.80				2880			620				
19.5.80				3970			1120				
23.6.80				2400			570				
15.3.82	9.9	7.3	190	4380	76	77	1125	3.2		63	
14.6.82	34.4	7.8	160	2200	72	70	529	3.2			
4.10.82	91;5	14.8	105	8750	166	66	704	1.5			
21.3.83	56	9.6	310	8050	148	124	1850				
20.6.83	22	10.8	178	2665	144		603				
17.10.83	7	7.0	170	1970	84		350				
12.1.84	2	5.0	220	1420	136	81	414	0.6	1710	84	131
13.3.84	51	7.9	288	4120	144	101	1035	1.3	1650	102	

Station 4

Date	% <50µm	% m.org.	Fe mg/g	Zn µg/g	Cr µg/g	Cu µg/g	Pb µg/g	Cd µg/g	Mn µg/g	Ni µg/g	As µg/g
24.4.80				1920			460				
19.5.80				1080			384				
23.6.80				2480			488				
15.3.82	30	7.0	310	6250	119	109	1045	3.5		92	
14.6.82	31	6.0	145	2880	80	46	340	1.8			
4.10.82	91	14.8	105	8750	166	66	704	1.5			
21.3.83	5	7.2	290	6220	164	104	1290				
20.6.83	20	19.8	178	11160	355	154	1798				
17.10.83	12	11.7	230	4030	210	95	675				
12.1.84	24	12.6	43	625	99	76	146	1.7	895	49	131
13.3.84	21	11.6	188	3460	161	75	900	1.7	1280	64	

Station 6

24.4.80				14080			3800				
19.5.80				5940			2760				
23.6.80				-			-				
15.3.82	14	6.1	180	4750	71	52	945	3.5		42	
14.6.82	22	5.8	110	4250	75	50	873	3.9			
4.10.82	13	4.1	125	9600	149	80	2092	5.5			
21.3.83	21	7.0	155	5245	114	65	1294				
20.6.83	23	5.0	150	3060	117	52	690				
17.10.83	6	6.1	130	2930	81	53	525				
12.1.84	11	10.2	128	7125	176	88	1640	38.6	1790	61	141
13.3.84	21	9.6	118	2720	109	53	675	4.4	1110	50	

Station	0	1	2	3	4
Fe	≤ 0,2	≤ 0,4	≤ 0,8	≤ 1,6	> 1,6
Zn	≤ 1	≤ 2	≤ 4	≤ 8	> 8
Cr	≤ 150	≤ 300	≤ 600	≤ 1200	> 1200
Cu	≤ 30	≤ 60	≤ 120	≤ 240	> 240
Pb	≤ 25	≤ 50	≤ 100	≤ 200	> 200
Pb	≤ 40	≤ 80	≤ 160	≤ 320	> 320
Pb	≤ 15	≤ 30	≤ 60	≤ 120	> 120

GRILLE MODIFIEE DES TENEURS EN METAUX DES SEDIMENTS DEFINIE PAR LE SGAL (SGAL, 1982)

Tableau III : CONCENTRATIONS EN METAUX LOURDS (g/l) DES MOUSSES AQUATIQUES DE L'ORNE (*PLATYHYPNIDIUM RIPARIOIDES*) LE 21 MAI 1984 DANS LE SECTEUR HATRIZE-RICHEMONT.

	Cd	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
HATRIZE	0,31	5,1	18	1870	9272	7,7	9,9	99
MOYEUVRE	0,43	7,8	12	1550	2031	8,5	<u>86</u>	<u>826</u>
ROSSELANGE	<u>1,33</u>	<u>23,6</u>	22	<u>7015</u>	7287	<u>18,0</u>	311	<u>1010</u>
GANDRANGE	<u>0,98</u>	<u>16,1</u>	21	2760	5556	8,9	<u>242</u>	1355
RICHEMONT	<u>1,64</u>	<u>27,8</u>	36	<u>7715</u>	10390	<u>23,0</u>	370	1875

 : pollution très importante

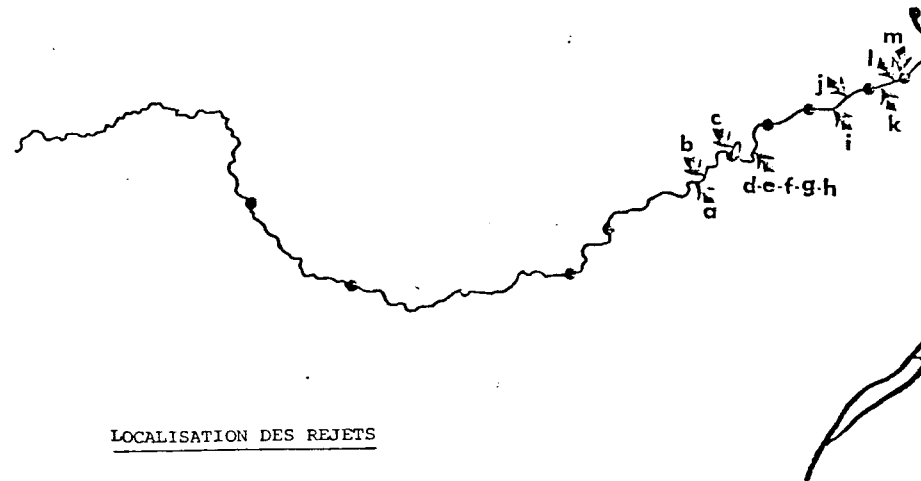
 : pollution importante

 : légère pollution

--- : pollution possible

ANNEXES

Annexe 1 : Caractéristiques des principales installations sidérurgiques, implantées sur le secteur Hatrizé-Richemont de la rivière ORNE.



LOCALISATION DES REJETS

localisation	usine	produc. annuelle 10 ⁶ T	polluants	rejet
Homecourt	cokerie	0.45	hydrocarbures phénols, CN ⁻ Ammoniaque	a
	train à fer marchand	0.25	M.E.S.T. M.E.S.T. oxyde de fer	b
Jœuf	train continu à fil	0.5	huiles	c d, e, f, g, h
	Hauts-fourneaux	1.3	M.E.S.T. métaux	
	chaîne d'agglomération criblage, concassage de minerai	2.4		
Rombas	criblage, concassage de minerai chaînes d'agglomération	5	M.E.S.T. SiO ₂ , CaO, Al ₂ O ₃	i, j*
	hauts-fourneaux	2	M.E.S.T. Zn, Pb	
	train à palplanches	0.35		
	blooming	1		
Gandrange	aciéries	4	M.E.S.T.	k
	gros train (blooming) + train à billettes	3,5	M.E.S.T.	l
	train à fer marchand	0.7		
	train continu à fil			

	PH	COND µscm	DCO mg/l O ₂	TA °F	TAC °F	NO ₂ mg/l	NO ₃ mg/l	PO ₄ ³⁻ mg/l	CL ⁻ mg/l	NH ₄ ⁺ mg/l	Na ⁺ mg/l	K ⁺ mg/l	TH °F	Fer total dissous mg/l
A	8.3	1650	30	0.5	36.5	9.24	4.4	5.11	81	18.33	282	112.7	28.6	0.20
B	7.6	775	<20	0	27.0	0.23	0.4	1.11	26	0.05	45	6.5	34.8	0.10
C	7.8	935	<20	0	22.0	0.12	0.3	0.26	23	0.05	55	10.8	33.6	0.34
D	6.1	1500	150	0	6.0	1.62	7.3	0.37	155	2.25	73	73.5	59.0	0.95
E	6.7	1620	100	0	7.0	1.50	11.9	0.11	163	2.71	73	87.9	54.2	0.75
F	5.3	660	<20	0	6.0	0.12	8.4	0.11	32	0.25	123	1.4	10.0	0.45
G	8.2	1750	290	0.4	10.0	1.62	9.7	0.47	160	2.04	200	73.5	53.2	0.62
H	6.8	1550	<20	0	8.0	1.33	9.7	0.11	160	1.29	77	79.5	56.2	0.33
I	7.2	810	<20	0	25.5	0.29	0.9	1.16	27	0.92	41	9.9	39.0	0.23
J	6.4	800	<20	0	27.5	0.58	1.1	0.11	30	1.42	41	12.0	25.8	0.08
K	8.1	860	40	0.3	12.0	0.23	2.2	0.11	85	0.33	95	58.4	21.2	0.27
L	6.7	890	80	0	25.5	0.12	0.9	1.47	30	3.58	68	24.1	35.0	0.35
M	6.6	1300	80	0	38.0	0.12	0.2	31.00	59	2.50	100	31.3	30.8	0.54

Caractéristiques physico-chimiques des principaux rejets industriels de la rivière ORNE (1980)

ANNEXE 2

DÉMARCHE ADOPTÉE POUR L'INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS DE MÉTAUX DANS LES MOUSSES
--

Pour un cours d'eau à n sites (0 = référence amont non contaminée, n : station la plus aval), on considèrera généralement la station n contaminée :

si $C_n \geq 1,5 \times C_0$ (C_n et C_0 : concentration en métal aux sites n et 0)

ou $C_n \geq 1,5 \times C_{n-1}$ (cette condition permet de distinguer une station particulièrement contaminée lors d'une augmentation progressive des concentrations de C_0 à C_n).

Ce facteur 1,5 qui correspond à la prise en compte des variabilités biologiques et analytiques moyennes, peut atteindre 3,0 pour des échantillons peu représentatifs (trop faible biomasse, localisation inadéquate) ou des concentrations très faibles (cas du Cd).

A cette règle de base, se superposent les problèmes de typologie de chaque cours d'eau. Les formations géologiques traversées par un cours d'eau lui confèrent en effet ses caractéristiques de pH, Ca ou conductivité, mais également ses concentrations naturelles en métaux lourds. On peut donc estimer pour chaque grand type de cours d'eau les concentrations en métaux dans les mousses qui reflètent un enrichissement anormal du milieu. Cette approche, qui a été développée par Descy et Empain (1981) pour les rivières du Bassin Wallon de la Meuse, ne peut s'appliquer à d'autres bassins qu'avec la plus grande prudence.

Elle consiste à grouper les stations pouvant être considérées comme pratiquement saines en cinq classes différentes, sur base de dosages dans l'eau, d'estimations biologiques et de considérations géologiques. On calcule alors la moyenne et l'écart-type des concentrations en métaux dans les mousses pour chaque classe de cours d'eau. On ne considèrera une valeur comme anormalement élevée (c'est-à-dire reflet d'une pollution) que si elle dépasse la limite supérieure du type d'eau correspondant, limite égale à la valeur $\bar{x} + 2s$ (écart-type). La gamme des valeurs comprise entre $\bar{x} - 2s$ et $\bar{x} + 2s$ correspond, pour une population normale, à 95 % de la distribution. On voit donc que les valeurs proches de $\bar{x} + 2s$ reflètent déjà une situation anormale et qu'au-delà de cette limite on dépasse significativement les normes typologiques.

Pour un cours d'eau aux caractéristiques physico-chimiques analogues à celles de l'Orne, les limites ($\bar{x} + 2s$) des concentrations naturelles en métaux dans les mousses sont :

Cd :	9 mg/kg
Cr :	16 "
Cu :	10 "
Pb :	50 "
Zn :	380 "
Fe :	15 g/kg

(As et Hg n'ont pas été étudiés par Descy et Empain).