

Sc 041601 CS8a
2 en

C 2000 1

TD
227
'S25

A53
1990
e.1

**ANALYSE STATISTIQUE DES DONNÉES
DE QUALITÉ DE L'EAU DU
FLEUVE SAINT-LAURENT (1978-1988)**

I. TRAITEMENTS

Avril 1990

**INRS-EAU
C.P. 7500, Sainte-Foy
Québec, Canada
G1V 4C7**

Rapport scientifique No 289

Par:

**Daniel CLUIS
Gilles BOURGAULT
Claude LABERGE
Chantal GUIMONT
Diane POTVIN**

Pour:

**Conservation et Protection
Centre Saint-Laurent,
Environnement Canada
105, rue McGill
Montréal, QC H2Y 2E7
Contrat KA313-9-8623**



Résumé

Ce rapport vise à donner une image synthétique de la variabilité spatiale et temporelle de la qualité de l'eau du fleuve Saint-Laurent à la lumière des données recueillies durant la période 1978-1988. Il suggère aussi un mode de représentation cartographique permettant de visualiser ces variabilités.

Compte tenu de l'ampleur limitée de ce projet et ses délais de réalisation, il ne vise pas à répliquer les travaux réalisés par Claude Langlois et Louis Désilets, sur les données de 1983-1984, mais plutôt à en confirmer les conclusions au niveau spatial et à mettre en évidence les évolutions portant sur la période 1978-1988.

L'essentiel des travaux a été réalisé sur le logiciel SAS-PC version 6.03 (SasBase, SasStat, SasGraph), avec le logiciel d'analyse graphique multivariée Ein-Sight (Infometrix) et le logiciel d'analyse des structures spatiales GEO-EAS (US-EPA).

Table des matières

	Page
Résumé	i
Table des matières	ii
Liste des tableaux	iii
Liste des figures	v
1. Introduction et méthodologie	3
1.1 Introduction	3
1.2 Méthodologie	7
2. Statistiques descriptives, banques de travail et saisonnalités	15
2.1 Statistiques descriptives	15
2.2 Banques de travail	15
2.3 Recherche des saisonnalités	42
3. Analyses spatiales	45
3.1 Analyses en composantes principales	45
3.1.1 Analyses en composantes principales sur les médianes générales	45
3.1.2 ACP sur les médianes générales sans la station 9033	45
3.1.3 ACP incluant les variables de toxiques (Lindanes, A_BHC et BPC) ainsi que le carbone organique total (COT)	57
3.1.4 ACP saisonnières	64
3.2 Typologie et zonation par la méthode de similarité des rapports	83
3.2.1 Méthode	83
3.2.2 Pratique	84
3.2.3 Comparaison des regroupements	84
3.2.4 Caractéristiques des 5 regroupements	84
3.3 Relations concentration-débit	102
3.4 Corrélations entre paramètres	102
4. Analyse temporelle	119
4.1 Saisonnalités	119
4.2 Tendances	119

	Page
5. Structures spatiales	122
5.1 Rappel sur le variogramme	122
5.1.1 Théorie	122
5.1.2 Pratique	124
5.2 Description des structures de variations spatiales	124
5.2.1 Toutes années, toutes saisons, toutes stations, toutes directions	124
5.2.2 Toutes années, toutes saisons, stations en transect	128
5.2.3 Toutes années, toutes saisons, stations longitudinales, rive nord	134
5.2.4 Toutes années, toutes saisons, stations longitudinales, centre	139
5.2.5 Toutes années, toutes saisons, stations longitudinales, rive sud	139
5.2.6 Etude par saison, toutes stations	144
5.3 Résumé	144
5.4 Recommandations	156
6. Représentation graphique	157
6.1 Isolignes	157
6.2 Apports des tributaires	157
6.3 Représentation iconographique	158
6.4 Représentation temporelle	158
6.5 Représentation spatiale et temporelle par un indice lié aux usages	158
7. Conclusion	159
8. Références bibliographiques	160

Liste des tableaux

		Page
Tableau 1	Coordonnées des stations	4
Tableau 2	Banque MAX, décomptes des prélèvements	
	A. Décomptes selon les paramètres	9
	B. Décomptes selon les années et les saisons	10
Tableau 3	Banque MED, décomptes des prélèvements	
	A. Décomptes selon les paramètres	11
	B. Décomptes selon les années et les saisons	12
Tableau 4	Banque MIN, décomptes des prélèvements	
	A. Décomptes selon les paramètres	13
	B. Décomptes selon les années et les saisons	14
Tableau 5	Médianes générales, saisonnières et annuelles pour l'alcalinité	17
Tableau 6	Médianes générales, saisonnières et annuelles pour les alpha-BHC ..	18
Tableau 7	Médianes générales, saisonnières et annuelles pour les BPC	19
Tableau 8	Médianes générales, saisonnières et annuelles pour le calcium	20
Tableau 9	Médianes générales, saisonnières et annuelles pour les chlorures	21
Tableau 10	Médianes générales, saisonnières et annuelles pour la conductivité ..	22
Tableau 11	Médianes générales, saisonnières et annuelles pour le carbone organique total	23
Tableau 12	Médianes générales, saisonnières et annuelles pour la couleur	24
Tableau 13	Médianes générales, saisonnières et annuelles pour le cuivre	25
Tableau 14	Médianes générales, saisonnières et annuelles pour la dureté	26
Tableau 15	Médianes générales, saisonnières et annuelles pour le fer	27
Tableau 16	Médianes générales, saisonnières et annuelles pour le potassium	28
Tableau 17	Médianes générales, saisonnières et annuelles pour les lindales	29
Tableau 18	Médianes générales, saisonnières et annuelles pour le magnésium ...	30
Tableau 19	Médianes générales, saisonnières et annuelles pour le manganèse ...	31
Tableau 20	Médianes générales, saisonnières et annuelles pour les matières en suspension	32

Tableau 21	Médianes générales, saisonnières et annuelles pour le sodium	33
Tableau 22	Médianes générales, saisonnières et annuelles pour le nickel	34
Tableau 23	Médianes générales, saisonnières et annuelles pour les nitrites-nitrates	35
Tableau 24	Médianes générales, saisonnières et annuelles pour le phosphore	36
Tableau 25	Médianes générales, saisonnières et annuelles pour le plomb	37
Tableau 26	Médianes générales, saisonnières et annuelles pour le pH	38
Tableau 27	Médianes générales, saisonnières et annuelles pour les sulfates	39
Tableau 28	Médianes générales, saisonnières et annuelles pour la turbidité	40
Tableau 29	Médianes générales, saisonnières et annuelles pour le zinc	41
Tableau 30	Sélection des stations et des paramètres saisonniers (banque MAX) .	43
Tableau 31	Sélection des stations et des paramètres saisonniers (banque MED) .	44
Tableau 32	Dendrogramme général (MEDGEN) (méthode des rapports similaires)	89
Tableau 33	Matrice des similarités sur les médianes générales (MEDGEN)	90
Tableau 34	Dendrogramme des données toxiques (banque MEDTOX) (méthode des rapports similaires)	91
Tableau 35	Matrice des similarités pour les médianes générales de la banque des toxiques (MEDTOX)	92
Tableau 36	Dendrogramme de printemps (méthode des rapports similaires)	93
Tableau 37	Matrice des similarités au printemps	94
Tableau 38	Dendrogramme d'été (méthode des rapports similaires)	95
Tableau 39	Matrice des similarités en été	96
Tableau 40	Dendrogramme des regroupements en automne (méthode des rapports similaires)	97
Tableau 41	Matrice des similarités en automne	98
Tableau 42	Dendrogramme d'hiver (méthode des rapports similaires)	99

	Page
Tableau 43	Matrice des similarités en hiver 100
Tableau 44	Comparaison de la classification des stations par groupes de comportement similaires par différentes techniques 101
Tableau 45a	Caractéristiques statistiques du groupe A des stations 103
Tableau 45b	Caractéristiques statistiques du groupe B des stations 104
Tableau 45c	Caractéristiques statistiques du groupe C des stations 105
Tableau 45d	Caractéristiques statistiques du groupe D des stations 106
Tableau 45e	Caractéristiques statistiques du groupe E des stations 107
Tableau 46a	Comparaison des paramètres entre groupe de stations 108
Tableau 46b	Comparaison des paramètres entre groupe de stations 109
Tableau 46c	Comparaison des paramètres entre groupe de stations 110
Tableau 46d	Comparaison des paramètres entre groupe de stations 111
Tableau 46e	Comparaison des paramètres entre groupe de stations 112
Tableau 47	Études des relations concentrations-débits aux stations caractéristiques 113
Tableau 48	Corrélations de Spearman entre paramètres à la station 9041 (groupe A) 114
Tableau 49	Corrélations de Spearman entre paramètres à la station 9023 (groupe B) 115
Tableau 50	Corrélations de Spearman entre paramètres à la station 9202 (groupe C) 116
Tableau 51	Corrélations de Spearman entre paramètres à la station 9015 (groupe D) 117
Tableau 52	Corrélations de Spearman entre paramètres à la station 9033 (groupe E) 118
Tableau 53	Détection de tendances monotones croissantes (+) ou décroissantes (-) de 1978 à 1988 sur des paramètres choisis 121

Liste des figures

	Page
Figure 1.1	Stations de surveillance de la qualité de l'eau du fleuve Saint-Laurent (Cornwall-Québec, 1978-1988) 5
Figure 1.2	Schéma de la distribution des stations d'échantillonnage ayant servi à la définition de groupes homogènes dans le fleuve Saint-Laurent 6
Figure 3.1	Représentation des variables sur les deux premiers axes de l'ACP générale (excluant les variables toxiques et incluant la station 9033) 47
Figure 3.2	Représentation des individus (stations) sur les deux premiers axes de l'ACP générale (excluant les variables toxiques et incluant la station 9033) 49
Figure 3.3	Représentation des groupes, obtenus à l'aide de l'ACP générale, sur une illustration schématique du fleuve 50
Figure 3.4	Résultats de la classification hiérarchique pour l'ensemble de données de l'ACP générale (excluant les variables toxiques et incluant la station 9033) 53
Figure 3.5	Représentation des variables sur les deux premiers axes de l'ACP générale excluant la station 9033 (variables toxiques exclues) .. 56
Figure 3.6	Représentation des variables sur les deux premiers axes de l'ACP incluant les variables toxiques 59
Figure 3.7	Représentation des individus (stations) sur les deux premiers axes de l'ACP incluant les variables toxiques 60
Figure 3.8	Représentation des groupes, obtenus à l'aide de l'ACP incluant les variables toxiques, sur une illustration schématique du fleuve 61
Figure 3.9	Résultats de la classification hiérarchique pour l'ensemble de données de l'ACP incluant les variables toxiques 62
Figure 3.10	Représentation des variables sur les deux premiers axes de l'ACP-Printemps 67
Figure 3.11	Représentation des individus (stations) sur les deux premiers axes de l'ACP-Printemps 68
Figure 3.12	Représentation des groupes, obtenus à l'aide de l'ACP-Printemps, sur une illustration schématique du fleuve 69
Figure 3.13	Résultats de la classification hiérarchique pour l'ensemble de données de l'ACP-Printemps 70

	Page
Figure 3.14	Représentation des variables sur les deux premiers axes de l'ACP-Été 71
Figure 3.15	Représentation des individus (stations) sur les deux premiers axes de l'ACP-Été 73
Figure 3.16	Représentation des groupes, obtenus à l'aide de l'ACP-Été, sur une illustration schématique du fleuve 74
Figure 3.17	Résultats de la classification hiérarchique pour l'ensemble de données de l'ACP-Été 75
Figure 3.18	Représentation des variables sur les deux premiers axes de l'ACP-Automne 77
Figure 3.19	Représentation des individus (stations) sur les deux premiers axes de l'ACP-Automne 79
Figure 3.20	Représentation des groupes, obtenus à l'aide de l'ACP-Automne, sur une illustration schématique du fleuve 80
Figure 3.21	Résultats de la classification hiérarchique pour l'ensemble de données de l'ACP-Automne 81
Figure 3.22	Représentation des variables sur les deux premiers axes de l'ACP-Hiver 83
Figure 3.23	Représentation des individus (stations) sur les deux premiers axes de l'ACP-Hiver 84
Figure 3.24	Représentation des groupes, obtenus à l'aide de l'ACP-Hiver, sur une illustration schématique du fleuve 85
Figure 3.25	Résultats de la classification hiérarchique pour l'ensemble de données de l'ACP-Hiver 86
Figure 5.1	Comportements du variogramme à l'origine 123
Figure 5.2	Variogramme et tableau de résultats pour la première composante principale, toutes années, toutes saisons, toutes stations et toutes directions 126
Figure 5.3	Variogramme et tableau de résultats pour la première composante principale, toutes années, toutes saisons, toutes stations et toutes directions. Recalculé pour de plus petites distances au début de la fonction 127

	Page
Figure 5.4	Variogramme et tableau de résultats pour la seconde composante principale, toutes années, toutes saisons, toutes stations et toutes directions 129
Figure 5.5	Variogramme et tableau de résultats pour la seconde composante principale, toutes années, toutes saisons, toutes stations et toutes directions. Recalculé pour de plus petites distances au début de la fonction 130
Figure 5.6	Variogramme et tableau de résultats pour la troisième composante principale, toutes années, toutes saisons, toutes stations et toutes directions 131
Figure 5.7	Variogramme et tableau de résultats pour la troisième composante principale, toutes années, toutes saisons, toutes stations et toutes directions. Recalculé pour de plus petites distances au début de la fonction 132
Figure 5.8	Variogramme et tableau de résultats pour la première composante principale, toutes années, toutes saisons et stations transectes 133
Figure 5.9	Variogramme et tableau de résultats pour la seconde composante principale, toutes années, toutes saisons et stations transectes 135
Figure 5.10	Variogramme et tableau de résultats pour la troisième composante principale, toutes années, toutes saisons et stations transectes 136
Figure 5.11	Variogramme et tableau de résultats pour la première composante principale, toutes années, toutes saisons, rive nord 137
Figure 5.12	Variogramme et tableau de résultats pour la seconde composante principale, toutes années, toutes saisons, rive nord 138
Figure 5.13	Variogramme et tableau de résultats pour la troisième composante principale, toutes années, toutes saisons, rive nord 140
Figure 5.14	Variogramme et tableau de résultats pour la première composante principale, toutes années, toutes saisons, centre (voie maritime) 141
Figure 5.15	Variogramme et tableau de résultats pour la seconde composante principale, toutes années, toutes saisons, centre (voie maritime) 142

Figure 5.16	Variogramme et tableau de résultats pour la troisième composante principale, toutes années, toutes saisons, centre (voie maritime)	143
Figure 5.17	Variogramme et tableau de résultats pour la première composante principale, toutes années, toutes saisons, rive sud	145
Figure 5.18	Variogramme et tableau de résultats pour la seconde composante principale, toutes années, toutes saisons, rive sud	146
Figure 5.19	Variogramme et tableau de résultats pour la troisième composante principale, toutes années, toutes saisons, rive sud	147
Figure 5.20	Variogramme et tableau de résultats pour la première composante principale, toutes années, toutes saisons, hiver	148
Figure 5.21	Variogramme et tableau de résultats pour la seconde composante principale, toutes années, toutes saisons, hiver	149
Figure 5.22	Variogramme et tableau de résultats pour la première composante principale, toutes années, toutes saisons, été	150
Figure 5.23	Variogramme et tableau de résultats pour la seconde composante principale, toutes années, toutes saisons, été	151
Figure 5.24	Variogramme et tableau de résultats pour la première composante principale, toutes années, toutes saisons, automne	152
Figure 5.25	Variogramme et tableau de résultats pour la seconde composante principale, toutes années, toutes saisons, automne	153
Figure 5.26	Variogramme et tableau de résultats pour la première composante principale, toutes années, toutes saisons, printemps ...	154
Figure 5.27	Variogramme et tableau de résultats pour la seconde composante principale, toutes années, toutes saisons, printemps ...	155





1. INTRODUCTION ET MÉTHODOLOGIE

1.1 Introduction

Les données ont été fournies sous la forme d'un fichier DBase III regroupant 2531 enregistrements comportant les données de 102 stations pour 25 paramètres s'étendant sur une période de 11 ans (1978-1988). Ces données ont été extraites de la base NAQUADAT, qui comprend l'ensemble des données recueillies par les réseaux de surveillance du Canada. Cette base de données est actuellement située physiquement sur un ordinateur CDC-6400 dépendant du ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources à Ottawa et accessible par le réseau DATAPAC.

Les coordonnées (longitude, latitude) des stations de la banque NAQUADAT sont présentées au tableau 1, la localisation détaillée à la figure 1.1 et la localisation schématique à la figure 1.2; cette dernière figure sera utilisée pour présenter les stations de comportements similaires.

Nous avons d'abord effectué un décompte des prélèvements selon les stations, les paramètres, les saisons et les années; ce décompte contient les valeurs au-dessous du seuil de détection. Au vu des résultats, nous avons séparé la banque des données en 3 parties:

- banque MAX: les stations (33) comportent au moins 33 prélèvements;
- banque MED: les stations (28) comportent plus de 16 et moins de 33 prélèvements;
- banque MIN: les stations (41) comportent moins de 16 prélèvements.

Sur la première banque, tous les traitements seront effectués, à cause de la bonne représentativité des données. Sur la seconde, certains traitements seulement seront réalisés, alors que, sur la troisième, seules les statistiques descriptives seront évaluées.

TABLEAU 1: COORDONNEES DES STATIONS.

STATION	LATITUDE	LONGITUDE	STATION	LATITUDE	LONGITUDE	STATION	LATITUDE	LONGITUDE
BANQUE MAX			BANQUE MED			BANQUE MIN		
9007	45 13 28	-074 07 00	9004	45 36 00	-073 37 00	9042	45 15 33	-074 07 49
9029	45 18 29	-073 54 29	9006	45 41 30	-073 40 00	9043	45 15 11	-074 10 23
9030	45 19 28	-073 56 30	9011	45 28 00	-073 31 59	9044	45 16 19	-074 10 53
9033	45 19 00	-073 52 59	9012	45 29 30	-073 31 00	9045	45 16 24	-074 10 23
9201	45 01 30	-073 40 30	9068	45 42 29	-073 28 30	9208	45 01 14	-074 40 18
9202	45 01 14	-073 40 30	9069	45 41 30	-073 31 30	9209	45 01 09	-074 40 18
9203	45 01 14	-073 40 30	9070	45 42 00	-073 31 30	9210	45 01 00	-074 40 23
9204	45 00 29	-074 40 14	9018	46 04 59	-073 09 00	9046	45 22 59	-074 00 00
9205	45 00 24	-073 40 00	9073	45 45 00	-073 25 18	9047	45 28 28	-074 56 39
9206	45 00 20	-073 39 29	9056	46 23 53	-072 24 34	9071	45 26 57	-074 05 39
9207	45 00 00	-074 38 30	9021	46 40 59	-071 52 30	9053	46 04 00	-073 07 59
9019	46 18 29	-072 34 00	9060	46 34 41	-072 01 14	9054	46 04 44	-073 09 23
9002	45 24 00	-073 56 58	9061	46 35 07	-070 02 16	9038	46 04 00	-073 04 00
9003	45 31 59	-073 43 30	9065	46 53 44	-071 06 06	9051	46 04 24	-073 04 27
9005	45 32 30	-073 52 59	9066	46 53 53	-071 06 15	9052	46 04 41	-073 05 13
9013	45 38 30	-073 26 58	9067	46 54 00	-071 06 24	9086	46 03 36	-073 04 06
9014	45 39 29	-073 28 59	9024	46 48 00	-071 10 59	9087	46 02 24	-073 09 03
9028	45 24 00	-073 37 59	9025	46 48 29	-071 11 30	9088	46 02 04	-073 09 20
9031	45 38 30	-073 28 00	9062	46 50 15	-071 03 15	9089	46 03 01	-073 07 40
9016	45 57 29	-073 13 00	9063	46 50 36	-071 03 20	9090	46 06 06	-073 06 29
9041	45 45 00	-073 25 30	9064	46 50 54	-071 03 29	9057	46 24 20	-072 25 09
9020	46 18 00	-072 33 29	9058	46 34 27	-072 00 18	9059	46 35 08	-071 59 42
9026	46 18 29	-072 33 29	9008	45 25 59	-073 48 00	9055	46 23 27	-072 23 42
9015	45 42 29	-073 24 29	9009	45 22 30	-073 52 00	0004	45 12 02	-074 11 08
9017	45 56 58	-073 12 00	9032	45 19 59	-073 49 59	0005	45 14 34	-074 10 37
9027	45 57 29	-073 12 29	9035	45 20 58	-073 51 29	9048	45 31 14	-073 54 00
9039	45 44 30	-073 24 29	9036	45 22 30	-073 47 30	9049	45 31 30	-073 54 20
9040	45 45 00	-073 25 00	9022	46 13 28	-072 40 30	9050	45 31 40	-073 54 45
9023	46 48 29	-071 12 00				9072	45 27 11	-073 59 44
9037	46 48 00	-071 10 59				9074	46 12 41	-072 55 05
9010	45 20 58	-073 48 00				9075	46 12 12	-072 54 38
9034	45 19 00	-073 52 00				9076	46 11 25	-072 54 06
9001	45 34 00	-074 22 59				9080	46 15 36	-072 46 23
						9081	46 15 07	-072 46 01

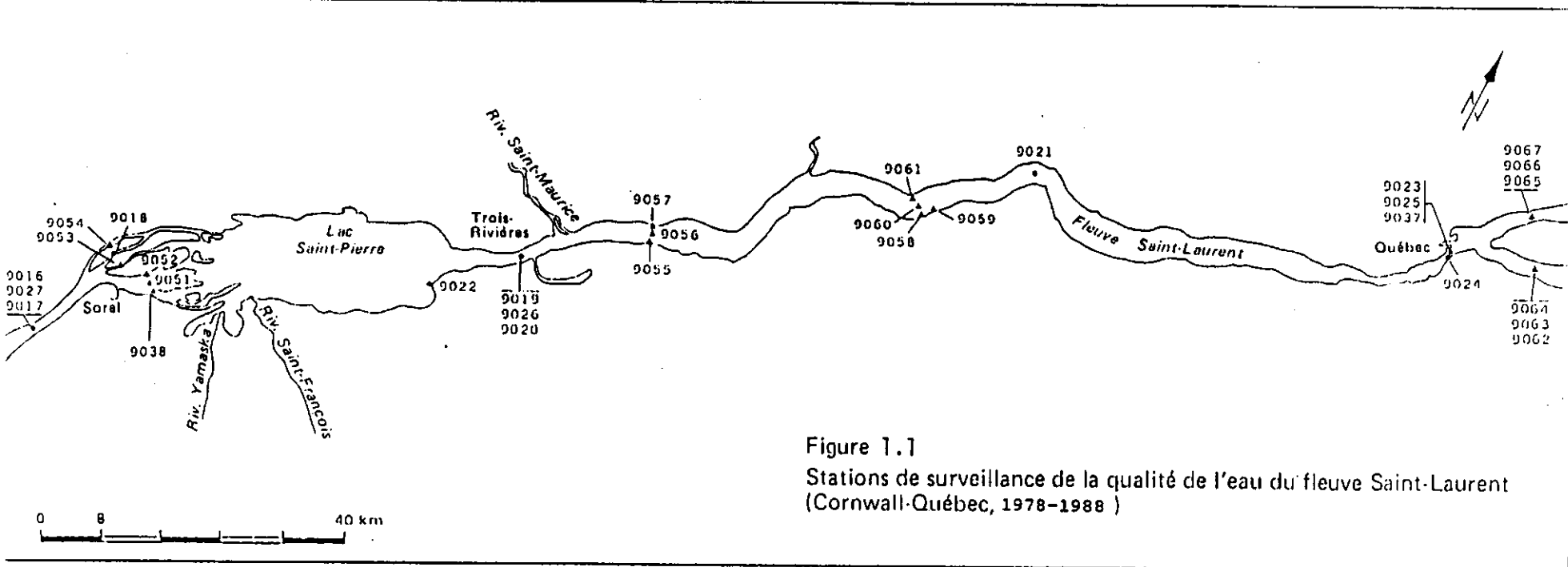
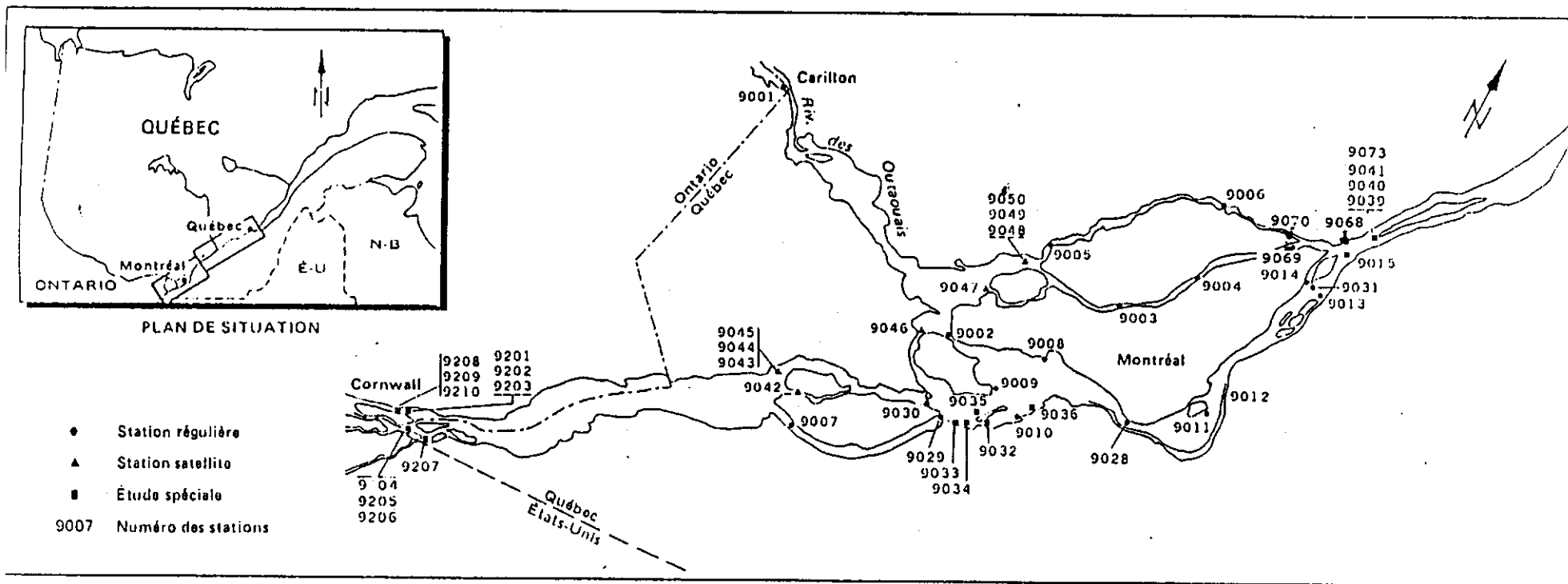
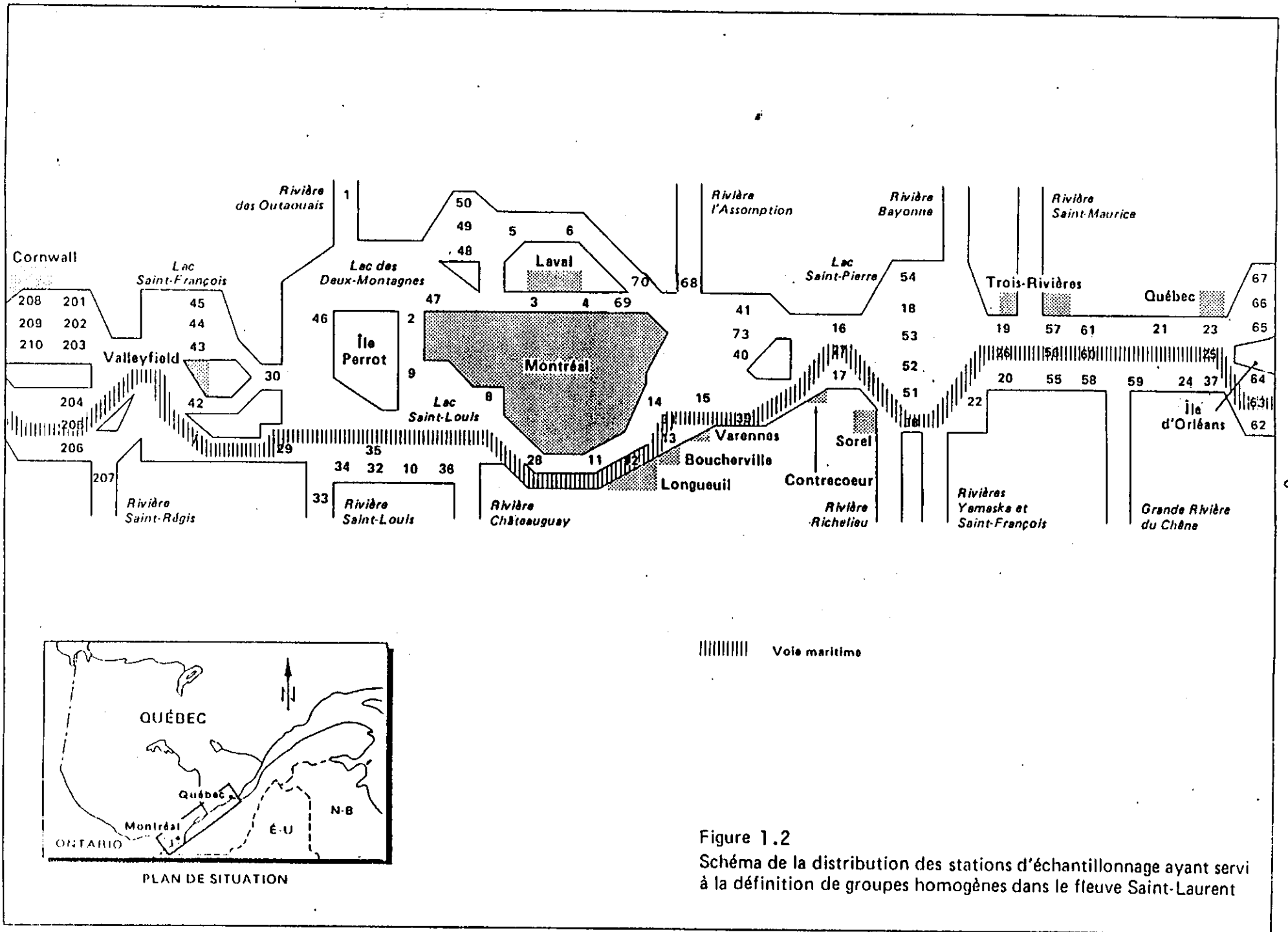


Figure 1.1
Stations de surveillance de la qualité de l'eau du fleuve Saint-Laurent
(Cornwall-Québec, 1978-1988)



Ces décomptes sont présentés aux tableaux 2, 3 et 4. Au tableau 2A, on voit que les paramètres COT, LIN, A_B et BPC sont très peu mesurés, il seront donc éliminés de la plupart des analyses multivariées; par contre, compte tenu de l'intérêt des trois derniers paramètres toxiques, certaines passes seront répétées avec ces paramètres pour les stations suffisamment échantillonnées: 9007, 9201, 9202, 9203, 9204, 9205, 9206, 9207, 9013, 9014, 9031, 9041, 9015, 9039, 9040, 9056, 9208, 9209 et 9210.

1.2 Méthodologie

Les opérations d'analyse de données ont été réalisées dans la séquence suivante:

* Analyses préliminaires

- Statistiques descriptives par station et par paramètre.
- Création de fichiers de travail pour l'analyse des tendances centrales (générale, saisonnière et annuelle).
- Sélection de stations et de paramètres présentant un caractère saisonnier.

* Analyses spatiales

- Analyse en composantes principales.
- Classification hiérarchique des stations et des paramètres.
- Caractéristiques des regroupements.
- Analyse par la méthode de similarité des rapports.
- Caractéristiques des regroupements.
- Comparaison des méthodes.
- Analyse des corrélations entre paramètres à des stations représentatives des groupes.
- Analyse concentration\débit à ces mêmes stations. Mise en évidence des paramètres sujets à dilution ou à lessivage.

*** Analyses temporelles**

- Aux stations typiques et pour les paramètres où des tendances monotones avaient déjà été décelées (Cluis *et al.*, 1987) confirmation éventuelle de ces tendances pour le test de Spearman aux stations pour lesquelles 10 des 11 médianes annuelles (78 à 88) existent et bilan des tendances.

*** Recherche de structures spatiales**

- Recherche de structure du variogramme à partir des résultats de l'analyse en composantes principales.
- Evaluation des gradients transversaux et longitudinaux.
- Conséquences cartographiques.

*** Suggestions quant au mode de représentation cartographique de ces données**

*** Conclusions**

Tableau 2: Banque MAX, décomptes des prélèvements**2 A. Décomptes selon les paramètres***

	N	COUL	COND	TUR	COT	NO2-3	ALC	PH	MSS	DUR	NA	MG	P	SO4	CL	K	CA	MN	FE	NI	CU	ZN	PB	LIN	A_8	BPC
9001	46	22	43	44	4	38	25	43	30	25	21	21	43	20	21	20	21	29	31	33	33	28	33	1	1	1
9002	56	29	53	52	12	46	33	53	38	32	29	29	51	29	29	28	29	37	39	41	39	37	41	2	2	2
9003	40	13	38	38	3	27	18	38	20	13	13	13	32	13	13	13	13	19	20	23	21	20	23	0	0	0
9005	36	13	35	35	3	27	17	35	22	13	13	13	31	13	13	13	13	19	20	23	22	20	23	0	0	0
9007	52	28	47	50	7	43	31	50	35	30	27	27	46	26	26	26	26	36	37	39	38	34	39	19	19	20
9010	33	11	30	31	4	21	15	31	20	15	5	5	24	5	5	5	5	17	18	21	22	18	22	1	1	1
9013	67	45	62	62	29	58	48	63	50	49	45	45	61	45	45	44	44	49	50	53	53	48	53	22	22	20
9014	66	47	65	65	30	60	51	65	53	52	48	48	62	48	48	47	47	53	54	56	56	50	56	20	20	19
9015	82	62	80	79	45	75	66	80	67	66	62	62	76	60	61	61	60	65	67	68	68	64	68	20	21	21
9016	80	35	58	58	19	54	39	58	45	41	37	37	55	35	35	36	36	45	46	49	50	42	50	4	4	4
9017	60	34	55	56	19	52	39	56	44	40	36	36	53	35	35	35	35	43	44	47	46	39	47	5	5	5
9019	49	26	47	48	11	43	32	47	36	32	27	27	46	26	26	26	26	35	36	39	39	33	39	0	0	0
9020	48	26	47	47	12	43	31	47	35	31	27	27	44	26	26	26	26	36	37	40	40	34	40	0	0	0
9023	38	16	37	37	4	33	20	37	25	20	16	16	36	16	16	16	16	23	24	26	27	13	27	1	1	1
9026	44	25	43	43	12	41	28	43	33	28	26	26	41	26	26	26	26	31	31	34	34	29	35	0	0	0
9027	58	34	55	55	21	51	38	55	44	39	36	36	53	36	36	35	36	41	42	44	45	37	45	4	4	4
9028	47	24	45	44	9	42	26	45	33	26	24	24	44	24	24	22	24	33	33	36	36	31	36	7	7	8
9029	42	21	39	41	4	22	22	41	19	14	13	13	23	13	13	13	13	17	17	20	20	16	20	5	5	5
9030	33	13	31	32	3	21	13	32	11	5	12	12	21	12	12	12	12	10	10	12	13	11	12	2	2	2
9031	77	60	76	75	43	74	61	76	64	62	61	61	75	60	60	60	59	62	62	65	65	59	65	22	22	21
9033	43	19	40	40	10	30	21	41	27	21	13	13	29	13	12	13	13	24	24	27	27	23	27	6	6	6
9034	33	15	31	32	8	21	15	32	22	16	9	9	20	9	9	9	9	14	14	17	17	13	17	4	4	4
9037	38	15	36	36	4	32	19	36	24	19	15	15	35	15	15	15	15	23	24	26	26	13	26	1	1	1
9039	43	38	39	38	23	38	38	39	38	38	38	38	38	37	38	38	36	36	36	37	37	34	37	14	15	14
9040	37	35	36	35	21	35	35	36	35	35	35	35	34	35	35	35	34	31	31	32	32	29	32	13	14	13
9041	44	40	40	40	26	40	39	41	40	40	40	40	40	40	40	40	39	36	36	38	38	34	38	13	14	13
9201	51	35	45	47	13	46	37	47	42	37	26	26	45	25	25	25	25	33	34	37	36	33	37	33	33	33
9202	50	34	44	47	14	46	37	47	42	37	26	26	44	26	26	26	26	31	32	35	35	31	35	39	39	38
9203	40	25	35	38	6	37	28	38	33	28	18	18	36	18	18	18	18	24	25	28	28	23	28	26	26	24
9204	41	27	36	39	6	38	29	39	34	28	18	18	34	18	18	18	18	24	25	28	28	24	28	28	28	26
9205	46	31	43	45	12	42	35	45	40	35	24	24	42	24	24	24	24	30	31	34	34	30	34	36	36	34
9206	48	36	44	47	13	46	38	47	41	37	26	26	42	25	25	25	24	31	32	35	34	31	35	38	39	38
9207	46	34	40	43	11	45	37	43	40	37	26	26	44	26	26	25	26	35	35	36	36	34	36	33	33	33

* Les valeurs inférieures au seuil de détection sont comprises dans les décomptes.

2 B. Décomptes selon les années et les saisons

	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	P	E	A	H
9001	5	7	5	3	4	5	8	5	3	1	0	14	18	11	3
9002	6	6	5	3	5	4	9	5	3	4	6	18	22	10	6
9003	10	6	7	3	4	5	0	5	0	0	0	12	16	6	6
9005	8	7	6	3	3	4	0	5	0	0	0	14	12	5	5
9007	6	7	5	3	4	4	7	5	3	4	4	15	20	11	6
9010	5	5	5	3	4	4	6	1	0	0	0	10	16	5	2
9013	4	5	5	3	4	13	11	9	3	5	5	23	27	12	5
9014	4	5	5	3	4	11	11	11	3	5	4	20	27	12	7
9015	5	5	5	3	4	11	28	9	3	5	4	21	44	11	6
9016	4	5	5	3	4	4	16	6	5	4	4	17	29	9	5
9017	6	5	5	3	3	4	16	6	4	4	4	19	28	10	3
9019	5	5	6	3	3	4	6	4	4	5	4	15	22	9	3
9020	4	6	5	3	3	3	6	5	4	5	4	16	20	9	3
9023	5	5	5	3	4	4	12	0	0	0	0	22	9	5	2
9026	2	5	5	3	3	3	6	4	4	5	4	14	19	9	2
9027	3	5	5	3	3	4	15	6	4	5	5	17	28	9	4
9028	2	6	5	3	4	4	7	4	3	3	6	15	18	10	4
9029	10	7	5	3	5	4	7	1	0	0	0	12	14	7	9
9030	9	8	5	3	4	4	0	0	0	0	0	11	10	5	7
9031	1	5	5	3	4	11	27	9	3	5	4	19	42	11	5
9033	2	9	5	3	4	4	6	1	0	4	5	13	15	10	5
9034	1	4	6	3	4	4	6	1	0	3	1	10	14	6	3
9037	5	5	5	3	4	4	12	0	0	0	0	22	9	5	2
9039	0	0	0	0	3	11	11	8	3	5	2	13	17	8	5
9040	0	0	0	0	2	11	11	10	3	0	0	11	15	6	5
9041	0	0	0	0	4	11	11	10	3	4	1	12	16	9	7
9201	0	8	8	3	3	3	7	8	3	4	4	15	23	9	4
9202	0	8	8	3	3	3	7	5	3	4	6	14	24	9	3
9203	0	8	7	3	3	3	7	5	3	1	0	10	21	7	2
9204	0	8	8	3	3	3	7	5	3	1	0	10	22	7	2
9205	0	7	7	3	3	3	7	5	3	4	4	12	21	10	3
9206	0	6	9	3	3	3	7	5	3	4	5	12	24	9	3
9207	0	8	9	3	0	3	7	5	3	4	4	12	21	10	3

Tableau 3: Banque MED, décomptes des prélèvements**3 A. Décomptes selon les paramètres***

	N	COUL	COND	TUR	COT	NO2-3	ALC	PH	MSS	DUR	NA	MG	P	SO4	CL	K	CA	MN	FE	NI	CU	ZN	PB	LIN	A_B	BPC
9004	31	9	29	29	3	24	13	29	17	13	9	9	28	8	9	9	9	17	18	19	19	18	19	1	1	1
9006	32	9	32	32	3	25	13	32	18	12	9	9	29	9	9	8	9	19	21	22	22	20	22	0	0	0
9008	30	9	28	28	3	19	12	28	17	12	3	3	21	3	3	3	3	17	18	20	20	17	20	1	1	1
9009	30	9	26	28	3	19	12	28	17	12	3	3	21	3	3	3	3	17	18	21	21	17	21	1	1	1
9011	28	4	27	27	3	22	9	27	13	9	4	4	27	4	4	4	4	14	15	17	17	16	18	1	1	1
9012	28	5	26	27	3	22	9	27	13	9	5	5	26	5	5	5	5	13	14	15	15	14	15	1	1	1
9018	32	7	29	29	8	25	12	30	16	12	8	8	28	8	8	7	8	16	18	19	19	17	19	4	4	4
9021	28	3	27	27	4	21	8	27	13	8	3	3	26	3	3	2	3	15	16	17	17	16	17	1	1	1
9022	30	4	29	28	4	21	9	29	14	9	4	4	26	4	4	3	4	13	15	16	16	14	16	1	1	1
9024	28	11	26	26	4	18	11	26	15	4	11	11	17	11	11	11	11	4	4	6	7	5	7	0	0	0
9025	24	4	24	24	4	22	6	24	12	6	4	4	23	4	4	4	4	11	11	13	13	11	13	0	0	0
9032	31	13	29	30	7	18	13	30	19	13	7	7	18	7	7	7	7	11	11	14	15	10	15	4	4	4
9035	29	13	26	28	6	18	13	28	19	13	7	7	17	7	7	7	7	12	12	16	15	12	16	4	4	4
9036	27	11	24	26	4	16	11	26	17	11	5	5	15	5	5	5	5	9	9	11	11	8	11	0	0	0
9056	31	27	30	27	21	27	27	30	26	27	27	27	27	27	27	27	27	25	25	25	25	25	25	15	15	15
9058	23	21	22	22	9	22	22	22	22	22	22	22	22	21	22	22	22	21	21	22	22	19	22	0	0	0
9060	21	18	19	19	7	19	19	18	18	19	19	19	19	18	19	19	19	18	18	19	19	16	19	0	0	0
9061	24	21	22	22	9	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	21	21	22	22	19	22	0	0	0
9062	22	21	20	21	5	21	21	21	21	21	21	21	19	21	21	21	21	21	21	21	21	20	21	0	0	0
9063	24	22	22	22	6	22	22	22	22	22	22	22	22	21	21	21	21	21	21	21	21	20	21	5	5	5
9064	23	20	20	20	7	20	20	20	20	20	20	20	20	19	19	19	19	21	21	21	21	20	21	0	0	0
9065	23	21	21	21	8	20	21	21	21	21	21	21	19	20	20	20	20	21	21	21	21	20	21	0	0	0
9066	24	22	22	22	8	22	22	22	22	22	22	22	22	21	21	21	21	23	23	23	22	22	23	4	4	5
9067	23	21	20	20	8	21	21	20	21	21	21	21	21	20	20	20	20	20	20	20	20	19	20	0	0	0
9068	18	18	18	18	8	18	17	18	18	18	18	18	17	18	18	18	18	18	18	18	18	16	18	2	2	2
9069	18	17	18	17	6	17	16	18	17	17	17	17	17	16	17	17	17	17	17	17	17	15	17	2	2	2
9070	18	18	17	18	7	18	16	18	18	18	18	18	18	17	18	18	18	18	18	18	18	16	18	2	2	2
9073	18	15	16	15	6	14	15	16	15	15	15	15	16	15	15	15	15	17	17	17	17	17	17	1	1	1

* Les valeurs inférieures au seuil de détection sont comprises dans les décomptes.

3 B. Décomptes selon les années et les saisons

	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	P	E	A	H
9004	5	5	5	3	3	4	1	5	0	0	0	11	12	6	2
9006	4	7	5	3	4	4	0	5	0	0	0	12	12	5	3
9008	4	5	5	3	4	3	6	0	0	0	0	10	15	5	0
9009	4	5	5	3	4	3	6	0	0	0	0	10	15	5	0
9011	6	6	5	3	4	4	0	0	0	0	0	11	10	5	2
9012	5	5	6	3	4	5	0	0	0	0	0	10	12	3	3
9018	6	6	6	3	3	4	0	0	3	1	0	13	11	6	2
9021	6	6	6	3	4	3	0	0	0	0	0	12	9	6	1
9022	6	5	8	4	3	4	0	0	0	0	0	11	10	8	1
9024	7	1	8	3	5	4	0	0	0	0	0	9	9	5	5
9025	2	5	6	3	4	4	0	0	0	0	0	8	9	5	2
9032	0	5	5	3	5	3	6	0	0	3	1	10	13	6	2
9035	0	4	5	3	4	3	6	0	0	3	1	9	13	6	1
9036	0	4	5	3	4	4	6	1	0	0	0	8	12	5	2
9056	0	0	0	0	0	3	0	0	0	13	15	6	11	6	8
9058	0	0	0	0	0	3	6	5	3	5	1	6	10	4	3
9060	0	0	0	0	0	3	7	3	3	4	1	5	11	4	1
9061	0	0	0	0	0	3	7	5	3	5	1	6	11	4	3
9062	0	0	0	0	0	2	5	4	3	4	4	3	11	7	1
9063	0	0	0	0	0	3	5	5	3	4	4	3	12	8	1
9064	0	0	0	0	0	2	5	4	3	5	4	4	11	7	1
9065	0	0	0	0	0	2	5	4	3	5	4	4	11	7	1
9066	0	0	0	0	0	2	5	4	4	5	4	4	11	7	2
9067	0	0	0	0	0	2	5	4	3	5	4	4	11	7	1
9068	0	0	0	0	0	0	9	9	0	0	0	5	10	1	2
9069	0	0	0	0	0	0	10	8	0	0	0	6	10	2	0
9070	0	0	0	0	0	0	9	9	0	0	0	5	10	2	1
9073	0	0	0	0	0	0	0	10	3	4	1	6	7	3	2

Tableau 4: Banque MIN, décomptes des prélèvements

4 A. Décomptes selon les paramètres*

	N	COUL	COND	TUR	COT	NO2-3	ALC	PH	MSS	DUR	NA	MG	P	SO4	CL	K	CA	MN	FE	NI	CU	ZN	PB	LIN	A_B	BPC	
0004	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	3	3	3	3	2	3	2	2	2	
0005	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	
9038	15	9	14	14	8	14	9	14	13	9	9	9	12	9	9	9	9	8	8	9	9	7	9	4	4	4	
9042	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
9043	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
9044	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	
9045	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
9046	9	9	9	9	2	8	9	9	9	8	9	9	8	9	9	9	9	8	8	8	8	8	8	0	0	0	
9047	7	7	7	7	2	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	0	0	0	
9048	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	
9049	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	
9050	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	
9051	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6	6	6	6	6	6	3	3	3	
9052	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	
9053	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	
9054	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	
9055	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	
9057	6	6	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	0	0	0	
9059	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	
9071	11	10	10	10	0	6	9	10	6	6	10	10	6	10	10	10	10	5	5	5	5	5	5	0	0	0	
9072	6	5	5	5	0	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0	0	0	
9074	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2	
9075	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	
9076	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	2	2	2	
9077	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
9078	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
9079	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
9080	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	3	
9081	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	3	3	3	
9082	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	
9083	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	3	2	2	2	
9084	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
9085	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
9086	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
9087	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	2	2	2	
9088	8	8	8	8	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	6	6	6	6	6	7	7	3	3	3
9089	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	8	8	8	8	8	8	3	3	3	
9090	9	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	3	3	3	
9208	14	8	13	14	4	14	9	14	13	9	0	0	14	0	0	0	0	3	3	4	4	4	4	14	14	14	
9209	14	6	12	13	4	13	8	13	12	8	0	0	13	0	0	0	0	3	3	4	4	4	4	12	12	12	
9210	13	5	12	13	4	13	8	13	12	8	0	0	12	0	0	0	0	3	3	4	4	4	4	12	12	12	

* Les valeurs inférieures au seuil de détection sont comprises dans les décomptes.

4 B. Décomptes selon les années et les saisons

	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	P	E	A	H
0004	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	1	1	0
0005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	1	1	0
9038	0	0	0	3	4	3	0	0	4	1	0	4	4	5	2
9042	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1	1	1	0
9043	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1	1	1	0
9044	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1	1	1	0
9045	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1	1	1	0
9046	1	0	0	0	0	3	0	5	0	0	0	3	4	2	0
9047	0	0	0	0	0	3	0	4	0	0	0	2	4	1	0
9048	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1	1	1	0
9049	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1	1	1	0
9050	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1	1	1	0
9051	0	0	0	0	0	3	0	0	3	1	0	2	2	2	1
9052	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1	1	1	0
9053	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1	1	1	0
9054	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1	1	1	0
9055	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1	1	1	0
9057	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3	2	2	2	0
9059	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1	1	1	0
9071	2	2	0	0	0	0	0	7	0	0	0	2	8	1	0
9072	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	1	4	1	0
9074	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	1	1	1	1
9075	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	1	1	1	1
9076	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	1	1	1	1
9077	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	1	1	0
9078	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	1	1	0
9079	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	1	1	0
9080	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	1	1	1	2
9081	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	1	1	1	1
9082	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	1	1	1	1
9083	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	1	1	0
9084	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	1	0
9085	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	1	0
9086	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	1	1	1	1
9087	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	1	1	1	1
9088	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	1	2	2	2	2
9089	0	0	0	0	0	0	0	0	3	5	1	2	2	2	3
9090	0	0	0	0	0	0	0	0	3	5	1	3	2	2	2
9208	0	0	8	3	0	3	0	0	0	0	0	5	6	3	0
9209	0	0	8	3	0	3	0	0	0	0	0	4	7	3	0
9210	0	0	7	3	0	3	0	0	0	0	0	4	6	3	0

2. STATISTIQUES DESCRIPTIVES, BANQUES DE TRAVAIL ET SAISONNALITES

2.1 Statistiques descriptives

Les statistiques descriptives permettent de se faire rapidement une idée sur les données recueillies pour l'ensemble de paramètres à une station, ou bien pour un paramètre à l'ensemble des stations.

Les statistiques colligées sont les suivantes: N (nombre de valeurs), ET (écart-type), MIN (minimum), MOY (moyenne arithmétique), CV (coefficient de variation = ET/MOY), MAX (maximum) et MED (médiane générale).

L'annexe A-1 fournit ces statistiques, banque par banque, pour chaque paramètre à l'ensemble des stations et l'annexe A-2 reprend les mêmes chiffres à chaque station pour l'ensemble des paramètres.

Dans la première représentation ressort déjà le comportement particulier de la station 9033 (rivière Saint-Louis).

2.2 Banques de travail

Comme nous nous intéressons au comportement des tendances centrales des distributions des paramètres (par opposition aux valeurs extrêmes), et que ces distributions ne sont pas normales, sont censurées à gauche par le seuil de détection et sont inégalement échantillonnées, la statistique la plus robuste dans ce cas est la médiane.

Nous avons donc créé pour les deux banques les plus nombreuses (MAX et MED) des fichiers de travail comportant la médiane générale (MED), les médianes saisonnières (MEDA, MEDE, MEDH, MEDP) et les médianes annuelles (MED78, ..., MED88). Ces médianes sont présentées paramètre par paramètre aux tableaux 5 à 29.

Sur ces tableaux, on note que:

- les eaux en provenance de la rivière des Outaouais (9001-9002-9003-9004-9005-9069-9070-9207) présentent des concentrations faibles en ions majeurs, très faibles en conductivité ($< 100\text{MS/cm}$) et en dureté (< 30).

Les stations les plus problématiques sont les suivantes:

- 9033 pour COUL, FE, K, MG, MSS, NA, P, SO_4 et TUR;
- 9022 pour COUL, FE, K, MSS, TUR et LIND;
- 9021 pour COUL et MSS;
- 9029 pour LIND.

Les nitrites-nitrates ($\text{NO}_{2,3}$) sont élevés aux stations 9041, 9070, 9056 et 9060.

N.B. Les concentrations en ions [H] sont traitées par l'intermédiaire de la variable pH, directement mesurée et présentant l'avantage de réduire l'asymétrie.

TABLEAU 6: Médianes générales, saisonnières et annuelles pour les alpha-BHC (ng/l, limite de détection: 1 ng/l).

BANQUE	STATION	MED	MEDP	MEDE	MEDA	MEDH	MED78	MED79	MED80	MED81	MED82	MED83	MED84	MED85	MED86	MED87	MED88
MED	9004	1.00	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9006	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9008	1.00	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9009	1.00	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9011	1.00	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9012	1.00	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9018	2.10	1.90	2.60	1.60	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	2.60	-	-
	9021	1.00	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9022	1.00	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9024	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9025	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9032	2.15	2.70	2.30	1.90	2.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.30	2.01
	9035	2.18	3.40	2.30	1.40	2.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.30	2.07
	9036	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9056	1.94	0.40	1.91	2.50	1.95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.50	1.91
	9058	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9060	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9061	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9062	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9063	1.49	1.44	1.49	1.29	2.66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.40	1.83
	9064	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9065	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9066	1.61	-	1.40	1.61	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.40	1.83
	9067	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9068	0.80	0.80	-	-	-	-	-	-	-	-	0.80	-	-	-	-	-
	9069	2.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	2.00	-	-	-	-	-
	9070	2.40	2.40	-	-	-	-	-	-	-	-	2.40	-	-	-	-	-
	9073	2.78	-	-	-	2.78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.78
MAX	9001	1.00	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9002	1.00	1.00	1.01	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.01
	9003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9007	2.66	2.85	1.34	2.84	2.66	1.00	11.00	-	-	-	5.10	1.95	0.40	2.52	2.40	2.66
	9010	1.00	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9013	3.95	3.90	3.85	2.00	5.50	-	-	-	-	4.00	5.15	4.05	-	-	2.70	1.79
	9014	3.00	3.45	3.00	1.88	3.45	-	-	-	-	3.00	3.85	2.80	-	-	2.50	1.88
	9015	4.00	4.10	4.20	2.10	2.80	1.00	-	-	-	4.00	5.05	3.90	-	-	2.60	1.66
	9016	2.45	3.95	2.50	-	2.40	-	-	-	-	-	2.40	2.50	-	-	-	-
	9017	2.70	1.00	2.70	-	5.40	1.00	-	-	-	-	5.40	2.70	-	-	-	-
	9019	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9020	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9023	1.00	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9026	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9027	3.20	2.20	3.40	-	3.60	-	-	-	-	-	3.60	3.00	-	-	-	-
	9028	2.18	3.30	2.10	2.08	3.04	-	-	-	-	-	-	-	-	2.18	2.20	1.97
	9029	5.50	2.65	5.50	8.00	8.00	-	8.00	-	-	-	5.50	4.30	-	-	-	-
	9030	10.50	-	-	9.00	12.00	-	10.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9031	3.65	4.75	4.60	3.15	3.10	-	-	-	-	9.00	4.70	4.75	-	-	2.65	1.84
	9033	1.54	1.59	1.07	1.67	0.40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.65	1.27
	9034	2.55	3.20	2.90	2.20	1.89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.90	1.89
	9037	1.00	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9039	4.80	5.20	4.60	6.80	4.10	-	-	-	-	9.00	4.80	3.75	-	-	-	0.40
	9040	4.05	3.60	4.30	6.70	3.85	-	-	-	-	8.00	4.30	3.45	-	-	-	-
	9041	3.00	1.90	3.95	5.00	2.40	-	-	-	-	7.00	3.10	1.60	-	-	-	2.55
	9201	4.00	5.50	2.30	4.75	2.12	-	1.00	6.00	5.00	3.00	5.80	3.40	0.40	-	2.40	2.04
	9202	4.80	5.00	3.51	4.09	2.08	-	1.00	6.50	5.00	8.00	5.70	3.40	1.79	3.52	2.60	2.37
	9203	4.95	5.40	4.20	5.50	2.50	-	1.00	6.00	5.00	7.00	4.90	3.65	0.40	-	-	-
	9204	4.00	5.00	4.00	4.45	1.90	-	1.00	4.00	4.00	7.00	5.20	3.80	1.10	4.70	-	-
	9205	4.00	4.00	3.35	4.00	1.91	-	4.50	4.50	4.00	7.00	5.10	3.70	1.45	3.69	2.30	1.59
	9206	3.00	4.80	3.00	3.47	2.10	-	2.00	5.00	5.00	8.00	5.50	3.60	1.67	3.23	2.30	2.00
	9207	1.00	1.20	1.00	0.93	0.64	-	1.00	3.00	2.00	-	3.15	0.80	0.40	1.15	0.60	0.80

TABLEAU 7: Médianes générales, saisonnières et annuelles pour les BPC (ng/l, limite de détection: 9 ng/l).

BANQUE	STATION	MED	MEDP	MEDE	MEDA	MEDH	MED78	MED79	MED80	MED81	MED82	MED83	MED84	MED85	MED86	MED87	MED88
MED	9004	10.00	10.00	-	-	-	10.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9006	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9008	10.00	10.00	-	-	-	10.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9009	10.00	10.00	-	-	-	10.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9011	20.00	20.00	-	-	-	20.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9012	30.00	30.00	-	-	-	30.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9018	11.55	12.10	9.00	13.90	-	15.00	-	-	-	-	-	-	-	9.20	-	-
	9021	10.00	10.00	-	-	-	10.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9022	15.00	15.00	-	-	-	15.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9024	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9025	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9032	9.00	9.00	19.40	9.00	9.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.00	9.00
	9035	9.00	9.00	14.30	9.00	9.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.00	9.00
	9036	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9056	9.80	9.00	30.55	24.50	9.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.00	19.30
	9058	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9060	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9061	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9062	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9063	9.00	9.00	31.00	16.70	9.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.00	16.70
	9064	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9065	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9066	9.00	9.00	74.70	18.40	9.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.00	18.40
	9067	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9068	9.00	9.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.00	-	-	-	-
	9069	9.00	9.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.00	-	-	-	-
	9070	9.00	9.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.00	-	-	-	-
	9073	9.00	-	-	-	9.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.00
MAX	9001	10.00	10.00	-	-	-	10.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9002	20.25	10.00	30.50	-	-	10.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30.50
	9003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9007	9.00	9.00	12.90	9.00	9.00	10.00	10.00	-	-	-	9.00	9.00	9.00	12.75	9.00	9.00
	9010	10.00	10.00	-	-	-	10.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9013	9.00	9.00	9.00	6.00	9.00	-	-	-	-	-	9.00	10.40	-	-	9.00	9.00
	9014	9.00	9.00	9.00	14.75	9.00	-	-	-	-	-	9.00	9.00	-	-	9.00	20.50
	9015	9.00	9.00	9.00	10.70	9.00	10.00	-	-	-	-	9.00	9.00	-	-	9.00	10.70
	9016	9.00	9.00	9.00	-	9.00	-	-	-	-	-	9.00	9.00	-	-	-	-
	9017	9.00	9.00	9.00	-	19.00	10.00	-	-	-	-	19.00	9.00	-	-	-	-
	9019	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9020	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9023	20.00	20.00	-	-	-	20.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9026	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9027	9.00	9.00	9.00	-	41.00	-	-	-	-	-	41.00	9.00	-	-	-	-
	9028	9.00	9.00	15.80	23.90	9.00	-	-	-	-	-	-	-	-	9.00	9.00	18.40
	9029	10.00	9.50	9.00	20.00	11.00	-	11.00	-	-	-	9.00	9.00	-	-	-	-
	9030	10.00	-	-	10.00	10.00	-	10.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9031	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	-	-	-	-	-	9.00	9.00	-	-	9.00	16.90
	9033	9.00	9.00	54.30	18.95	9.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.00	18.95
	9034	9.00	9.00	16.40	9.00	9.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.00	9.00
	9037	10.00	10.00	-	-	-	10.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9039	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	-	-	-	-	-	9.00	9.00	-	-	-	9.00
	9040	9.00	9.00	9.00	15.00	23.50	-	-	-	-	-	9.00	9.00	-	-	-	-
	9041	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	-	-	-	-	-	9.00	9.00	-	-	-	9.00
	9201	10.00	10.00	10.00	10.00	9.00	-	10.00	10.00	10.00	25.00	9.00	9.00	68.00	-	9.00	18.15
	9202	10.00	10.00	10.00	10.00	9.00	-	10.00	10.00	10.00	25.00	9.00	9.00	9.00	12.70	10.30	9.00
	9203	10.00	10.00	10.00	10.00	13.00	-	10.00	15.00	10.00	25.00	9.00	11.00	30.00	-	-	-
	9204	10.00	10.00	10.00	10.00	9.00	-	10.00	10.00	10.00	25.00	9.00	9.00	11.50	9.00	-	-
	9205	10.00	10.00	10.00	10.00	9.00	-	10.00	10.00	10.00	25.00	9.00	9.00	9.00	9.50	17.30	9.00
	9206	10.00	10.00	10.00	10.75	9.00	-	10.00	10.00	10.00	25.00	9.00	9.00	9.00	14.90	11.50	9.00
	9207	10.00	10.00	10.00	10.00	9.00	-	10.00	10.00	10.00	-	9.00	18.50	9.00	16.20	14.25	13.70

TABLEAU 11: Médianes générales, saisonnières et annuelles pour le carbone organique total (mg/l).

BANQUE	STATION	MED	MEDP	MEDE	MEDA	MEDH	MED78	MED79	MED80	MED81	MED82	MED83	MED84	MED85	MED86	MED87	MED88
MED	9004	7.90	-	9.95	7.60	-	-	-	-	-	12.00	7.90	7.60	-	-	-	-
	9006	8.40	-	10.20	8.40	-	-	-	-	-	12.00	8.40	-	-	-	-	-
	9008	9.30	-	10.75	7.80	-	-	-	-	-	9.30	10.00	-	-	-	-	-
	9009	13.50	-	14.25	4.50	-	-	-	-	-	15.00	9.00	-	-	-	-	-
	9011	8.00	-	10.30	4.40	-	-	-	-	-	8.00	8.50	-	-	-	-	-
	9012	11.00	-	11.80	6.10	-	-	-	-	-	11.00	9.35	-	-	-	-	-
	9018	6.40	6.05	9.50	6.90	5.50	-	-	-	-	10.00	8.00	-	-	5.10	5.50	-
	9021	9.00	7.60	10.35	9.30	-	-	-	-	-	8.70	9.30	-	-	-	-	-
	9022	9.30	10.50	10.55	5.60	-	-	-	-	-	13.00	8.10	-	-	-	-	-
	9024	9.45	9.90	9.45	4.30	-	-	-	-	-	9.30	9.60	-	-	-	-	-
	9025	7.30	8.70	7.90	4.70	-	-	-	-	-	5.90	8.70	-	-	-	-	-
	9032	3.00	2.50	11.00	3.50	3.00	-	-	-	-	11.00	8.95	-	-	-	2.50	3.00
	9035	3.30	2.50	12.40	4.10	2.50	-	-	-	-	13.00	8.25	-	-	-	2.40	2.50
	9036	6.25	-	11.45	2.60	3.40	-	-	-	-	9.10	8.20	-	3.40	-	-	-
	9056	3.90	8.30	3.35	3.40	4.40	-	-	-	-	-	10.50	-	-	-	3.35	3.75
	9058	4.60	7.40	6.15	6.40	4.60	-	-	-	-	-	10.00	-	4.20	-	2.80	5.50
	9060	2.70	6.60	6.45	2.55	3.20	-	-	-	-	-	10.70	-	-	-	2.40	3.20
	9061	5.60	5.70	7.15	4.75	5.70	-	-	-	-	-	6.80	-	6.00	-	4.85	5.70
	9062	4.30	3.55	11.80	4.00	-	-	-	-	-	-	11.80	-	-	-	3.60	3.95
	9063	3.50	2.80	3.30	3.70	4.00	-	-	-	-	-	7.90	-	-	-	2.90	3.70
	9064	3.90	4.20	3.40	3.60	3.90	-	-	-	-	-	7.50	-	-	-	3.15	4.00
	9065	4.15	4.05	5.80	4.10	-	-	-	-	-	-	6.75	-	-	-	2.90	5.20
	9066	3.35	3.55	3.20	3.30	3.65	-	-	-	-	-	9.60	-	-	-	3.05	3.90
9067	3.60	4.10	3.10	4.35	4.00	-	-	-	-	-	8.80	-	-	-	3.00	4.60	
9068	5.75	5.05	5.30	6.20	11.40	-	-	-	-	-	-	5.20	11.40	-	-	-	
9069	6.90	5.85	7.20	7.20	-	-	-	-	-	-	-	6.90	-	-	-	-	
9070	7.10	6.40	7.30	7.10	13.50	-	-	-	-	-	-	7.10	13.50	-	-	-	
9073	4.35	5.00	4.50	3.20	4.05	-	-	-	-	-	-	-	-	4.50	2.70	4.90	
MAX	9001	8.10	-	10.55	6.10	7.10	-	-	-	-	12.00	7.60	-	-	-	7.10	-
	9002	5.80	5.65	5.70	5.70	6.65	-	-	-	-	14.00	4.80	-	-	-	5.65	6.10
	9003	7.30	-	10.55	7.30	-	-	-	-	-	16.00	6.20	-	-	-	-	-
	9005	7.80	-	8.50	7.80	-	-	-	-	-	12.00	6.40	-	-	-	-	-
	9007	2.30	2.20	12.25	2.30	0.60	-	-	-	-	11.00	8.15	-	-	-	2.10	1.45
	9010	8.30	-	11.80	4.90	5.00	-	-	-	-	12.00	8.25	-	5.00	-	-	-
	9013	3.40	3.60	3.40	2.70	3.10	-	-	-	-	13.00	9.90	3.40	-	3.70	2.60	2.65
	9014	4.50	5.15	4.80	3.80	4.35	-	-	-	-	10.00	9.60	3.95	12.75	4.30	2.80	4.00
	9015	3.90	4.05	4.00	3.50	3.40	-	-	-	-	10.00	10.10	3.70	21.40	4.00	3.00	3.50
	9016	5.90	5.80	6.25	6.10	6.80	-	-	-	-	11.00	6.90	5.85	-	6.20	4.40	6.10
	9017	3.20	3.60	2.80	3.20	2.50	-	-	-	-	9.30	15.00	3.00	-	3.60	1.90	2.55
	9019	5.40	5.10	7.10	5.70	5.20	-	-	-	-	7.10	10.10	-	-	-	3.30	5.40
	9020	3.95	9.20	4.65	3.20	4.10	-	-	-	-	6.50	12.40	-	4.30	-	2.90	3.50
	9023	8.20	9.10	8.95	4.60	-	-	-	-	-	7.30	9.10	-	-	-	-	-
	9026	3.50	4.00	5.55	3.00	3.50	-	-	-	-	8.30	10.10	-	-	-	2.70	2.90
	9027	3.50	4.35	3.30	3.60	2.80	-	-	-	-	9.60	12.10	3.50	-	3.60	2.15	3.30
	9028	2.50	3.00	6.65	2.40	2.50	-	-	-	-	24.00	7.40	-	-	-	2.30	2.50
	9029	6.70	-	11.25	2.20	2.90	-	-	-	-	12.00	6.35	-	2.90	-	-	-
	9030	11.20	-	12.10	4.90	-	-	-	-	-	13.00	8.05	-	-	-	-	-
	9031	3.60	3.75	3.95	3.30	3.75	-	-	-	-	22.00	8.70	3.60	-	3.80	2.50	3.35
	9033	10.50	10.60	10.90	7.70	9.65	-	-	-	-	12.00	7.70	-	4.30	-	5.60	12.60
	9034	3.40	2.60	9.70	6.75	3.40	-	-	-	-	9.70	12.65	-	3.20	-	2.40	3.60
	9037	7.25	7.60	7.95	4.30	-	-	-	-	-	6.90	7.60	-	-	-	-	-
9039	3.50	4.10	4.10	3.10	2.85	-	-	-	-	-	9.60	3.00	-	4.10	2.00	2.50	
9040	4.20	6.50	4.10	3.80	4.20	-	-	-	-	-	12.30	3.60	12.30	3.80	-	-	
9041	6.70	6.40	6.30	6.70	7.60	-	-	-	-	-	8.30	6.50	11.70	6.30	4.75	7.20	
9201	3.20	3.80	10.85	2.30	2.85	-	-	8.10	-	9.70	12.65	-	3.20	-	2.30	2.50	
9202	2.75	3.05	11.00	2.10	2.50	-	-	8.00	-	11.00	10.95	-	-	-	2.15	2.30	
9203	10.50	10.00	11.00	8.40	2.60	-	-	10.50	-	11.00	11.00	-	-	-	2.60	-	
9204	6.45	5.00	11.00	2.10	2.50	-	-	8.00	-	7.90	7.70	-	-	-	2.50	-	
9205	2.40	2.50	9.30	2.15	2.45	-	-	10.05	-	9.30	5.90	-	-	-	2.20	2.25	
9206	2.60	3.00	5.60	2.45	2.95	-	-	8.55	-	8.80	12.40	-	-	-	2.40	2.60	
9207	7.80	6.00	9.70	6.10	4.80	-	-	12.50	-	-	10.10	-	-	-	4.65	7.00	

TABLEAU 17: Médianes générales, saisonnières et annuelles pour les lindanes (ng/l, limite de détection: .4 ng/l)

BANQUE	STATION	MED	MEDP	MEDE	MEDA	MEDH	MED78	MED79	MED80	MED81	MED82	MED83	MED84	MED85	MED86	MED87	MED88
MED	9004	1.00	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9006	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9008	1.00	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9009	1.00	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9011	1.00	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9012	1.00	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9018	1.00	1.00	1.00	0.70	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-
	9021	1.00	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9022	3.00	3.00	-	-	-	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9024	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9025	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9032	0.44	1.90	0.40	0.40	0.47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.40	0.47
	9035	0.41	0.40	0.40	0.50	0.43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.40	0.43
	9036	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9056	0.50	0.40	0.40	0.40	0.57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.40	0.52
	9058	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9060	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9061	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9062	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9063	0.40	0.40	0.40	0.40	0.73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.40	0.40
	9064	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9065	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9066	0.40	-	0.40	0.40	0.58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.40	0.40
	9067	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9068	0.40	0.40	-	-	-	-	-	-	-	-	0.40	-	-	-	-	-
	9069	0.65	0.65	-	-	-	-	-	-	-	-	0.65	-	-	-	-	-
	9070	0.50	0.50	-	-	-	-	-	-	-	-	0.50	-	-	-	-	-
	9073	0.98	-	-	-	0.98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.98
MAX	9001	1.00	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9002	0.70	1.00	0.40	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.40
	9003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9007	0.40	0.65	0.40	0.85	0.61	2.00	2.00	-	-	-	0.40	0.65	0.40	0.69	0.40	0.40
	9010	1.00	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9013	0.80	0.90	0.55	0.40	1.25	-	-	-	-	1.00	1.15	0.55	-	-	0.75	0.40
	9014	0.40	0.40	0.50	0.70	0.40	-	-	-	-	1.00	0.40	0.50	-	-	0.90	0.40
	9015	0.68	0.75	0.70	0.56	0.65	1.00	-	-	-	-	0.80	0.50	-	-	0.70	0.65
	9016	0.65	0.85	0.70	-	0.60	-	-	-	-	-	0.60	0.70	-	-	-	-
	9017	1.00	0.50	1.00	-	1.00	1.00	-	-	-	-	1.00	0.50	-	-	-	-
	9019	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9020	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9023	1.00	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9026	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9027	0.60	0.45	1.30	-	0.70	-	-	-	-	-	0.70	0.50	-	-	-	-
	9028	0.40	0.40	0.40	0.65	0.68	-	-	-	-	-	-	-	-	0.67	0.40	0.40
	9029	2.00	2.80	0.40	2.00	2.00	-	2.00	-	-	-	0.40	1.60	-	-	-	-
	9030	1.50	-	-	2.00	1.00	-	1.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9031	0.60	0.65	0.60	0.65	0.42	-	-	-	-	1.00	0.70	0.65	-	-	0.70	0.40
	9033	0.40	0.90	0.40	0.40	0.40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.90	0.40
	9034	0.40	0.40	0.40	0.40	0.42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.40	0.42
	9037	1.00	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9039	0.60	0.50	0.60	0.80	0.70	-	-	-	-	-	0.70	0.50	-	-	-	0.40
	9040	0.60	0.45	0.60	1.10	0.80	-	-	-	-	-	0.60	0.45	-	-	-	-
	9041	0.70	0.40	0.75	0.70	0.60	-	-	-	-	-	0.65	0.65	-	-	-	1.72
	9201	1.00	1.00	1.00	0.80	0.45	-	3.50	1.00	1.00	1.00	0.40	0.90	0.40	-	0.40	0.40
	9202	1.00	1.30	1.00	0.90	1.05	-	2.00	2.00	1.00	1.00	0.40	1.30	0.40	1.01	0.40	0.40
	9203	1.00	2.00	1.00	1.00	1.10	-	2.00	2.00	1.00	1.00	0.40	1.75	0.40	-	-	-
	9204	1.00	1.30	1.00	1.00	0.90	-	3.00	1.00	1.00	1.00	0.40	1.15	0.40	1.30	-	-
	9205	1.00	1.00	1.00	0.90	0.81	-	2.50	1.00	1.00	1.00	0.40	1.00	0.40	1.11	0.65	0.44
	9206	1.00	1.00	1.00	0.75	0.78	-	1.50	1.00	2.00	1.00	0.40	1.15	0.40	0.89	0.40	0.40
	9207	1.00	1.00	1.00	0.40	0.48	-	1.00	1.00	1.00	-	0.40	0.45	0.40	0.51	0.40	0.44

2.3 Recherche des saisonnalités

Pour limiter les analyses saisonnières aux stations et aux paramètres présentant véritablement un caractère saisonnier, nous avons effectué le test de Kruskal-Wallis (ANOVA non-paramétrique sur les rangs) sur les stations appartenant aux banques MAX et MED. Les fichiers utilisés sont les médianes saisonnières MEDA, MEDE, MEDH et MEDP. Les résultats sont synthétisés aux tableaux 30 et 31. Le caractère significatif des différences de niveaux saisonniers a été testé pour chaque station et chaque paramètre. Finalement la sélection des 43 stations et des 12 paramètres significativement saisonniers est présenté en marge.

Les stations présentant un caractère saisonnier sont représentatives des eaux des Grands Lacs. Les paramètres saisonniers sont ceux pour lesquels pour ces stations des relations concentration-débit (représentant soit du lessivage soit de la dilution) existent (voir tableau du chapitre 3).

Tableau 30: Sélection des stations et des paramètres saisonniers (banque MAX).

	COUL	COND	TUR	COT	N02-3	ALC	PH	MSS	DUR	NA	MG	P	SO4	CL	K	CA	MN	FE	NI	CU	ZN	PB	LIN	A_B	BPC	selec	
9001	+	+	++	ns	++	++	ns					ns				ns		ns	+	ns	ns	ns	?	?	?	o	
9002	ns	ns	++	ns	++	++	ns	ns									ns		ns	ns	ns	ns	?	?	?	o	
9003	ns	++	+	ns	++	++	ns	ns				ns					ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	-	-	o	
9005	ns	ns	++	ns	++	ns	ns	++	ns	ns		ns	ns	ns		ns		ns	ns	ns	ns		-	-	-	c	
9007	+	ns	ns	ns	++	ns	++	ns	ns				ns	ns	ns		ns		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	o	
9010	ns	ns	++	ns	++	+	+	ns		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns		ns	ns	ns	ns	?	?	?	o	
9013	ns	ns	++	ns	++	ns	ns	++	ns			ns				ns	ns		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	o	
9014	++	++	++	ns	++	++	ns					ns							ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	o	
9015	++	++	++	ns	++	++	ns					ns			ns				ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	o	
9016	++	++	++	ns	++	++	ns								ns				ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	o	
9017	++	ns	++	ns	++	+	ns		ns		ns	ns	ns	ns	ns	ns		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	o	
9019	++	++	++	ns	++	+	++	ns				ns			ns				ns	ns	ns	ns	-	-	-	o	
9020	++	++	++	ns	++	++	+	ns				ns							ns	ns	ns	ns	-	-	-	o	
9023	++	++	+	ns	++	++	ns	ns				ns							ns	ns	+	ns	?	?	?	o	
9026	ns	++	ns	ns	+	++	+	ns				ns						ns	ns	ns			-	-	-	o	
9027	ns	++	++	ns	++	+	++	+							ns				ns	ns	++	ns	ns	ns	ns	o	
9028	+	ns	ns	ns	++	ns	++	+	ns			ns			ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	o	
9029	ns	ns	ns	ns	++	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	n	
9030	ns	+	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	?	?	?	n	
9031	++	++	++	ns	++	ns	++	++	ns			ns			ns	ns			ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	o	
9033	++	++	ns	ns	++	++	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	o	
9034	+	ns	ns	ns	++	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	?	?	?	n	
9037	++	++	++	ns	++	++	ns	++	++	+	+	ns			ns				ns	ns	ns	ns	ns	?	?	?	o
9039	++	ns	ns	ns	++	ns	ns	++	+		++	ns			ns				ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	o	
9040	++	++	++	ns	++	++	+	++	++										ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	o	
9041	++	ns	++	ns	++	ns	ns	++	ns	ns	ns		ns	ns	ns	ns			ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	o	
9201	ns	ns	ns	ns	++	++	ns	++	ns	ns				ns	ns				ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	o	
9202	ns	ns	ns	ns	++	++	ns	++	ns	ns			ns	ns	ns	ns	ns		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	n	
9203	ns	ns	ns	ns	++	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	n	
9204	ns	++	ns	ns	+	ns	ns	ns	ns	ns			ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	n	
9205	ns	ns	ns	ns	++	++	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns			ns	+	ns	ns	ns	ns	ns	ns	n	
9206	+	ns	ns	ns	++	ns	ns	ns	ns	ns		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	n	
9207	ns	+	ns	+	++	++	ns	ns		ns			ns						ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	o	

selec	n	o	o	n	o	o	n	o	o	o	o	n	o	o	n	o	n	o	n	n	n	n	n	n	n
-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

legende:

-	pas de donnees
?	donnees insuffisantes

ns	non significatif
+	significatif a 10%
++	significatif a 5%

o	oui
n	non

Tableau 30: Sélection des stations et des paramètres saisonniers (banque MAX).

	COUL	COND	TUR	COT	N02-3	ALC	PH	MSS	DUR	NA	MG	P	SO4	CL	K	CA	MN	FE	NI	CU	ZN	PB	LIN	A_B	BPC	selec
9001	+	+	++	ns	++	++	ns	++	+	ns	+	ns	ns	+	ns	ns	ns	ns	+	ns	ns	ns	?	?	?	0
9002	ns	ns	++	ns	++	++	ns	ns	+	ns	+	ns	ns	+	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	?	?	?	0
9003	ns	++	+	ns	++	++	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	-	-	0
9005	ns	ns	++	ns	++	ns	ns	++	ns	ns	+	ns	ns	ns	ns	+	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	-	-	0
9007	+	ns	ns	ns	++	ns	++	ns	ns	ns	+	ns	ns	ns	ns	+	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0
9010	ns	ns	++	ns	++	+	+	ns	+	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	+	ns	ns	ns	++	?	?	?	0
9013	ns	ns	++	ns	++	ns	ns	++	ns	++	++	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0
9014	++	++	++	ns	++	++	ns	++	++	++	++	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0
9015	++	++	++	ns	++	++	ns	++	++	++	++	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0

Tableau 31: Sélection des stations et des paramètres saisonniers (banque MED).

	COUL	COND	TUR	COT	N02-3	ALC	PH	MSS	DUR	NA	MG	P	SO4	CL	K	CA	MN	FE	NI	CU	ZN	PB	LIN	A_B	BPC	sel
9004	ns	ns	ns	ns	++	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	?	?	?	n
9006	ns	ns	++	ns	++	ns	ns	++	ns	+	ns	ns	ns	+	ns	ns	ns	++	ns	ns	ns	++	-	-	-	0
9008	ns	++	++	ns	ns	ns	++	++	++	?	?	ns	?	?	?	?	ns	++	ns	ns	ns	++	?	?	?	0
9009	ns	ns	++	ns	ns	ns	+	++	++	?	?	ns	?	?	?	?	ns	++	ns	ns	ns	++	?	?	?	n
9011	?	++	++	ns	+	++	++	ns	+	?	?	ns	?	?	?	?	ns	++	ns	+	ns	ns	?	?	?	0
9012	ns	ns	ns	ns	++	ns	ns	++	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	?	?	?	n
9018	ns	++	++	ns	+	ns	++	+	+	?	?	ns	?	?	?	?	ns	++	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0
9021	?	++	+	ns	ns	+	ns	++	+	?	?	ns	?	?	?	?	ns	++	ns	ns	ns	ns	?	?	?	0
9022	?	++	ns	ns	ns	++	ns	ns	++	?	?	ns	?	?	?	?	ns	+	ns	ns	ns	ns	?	?	?	n
9024	ns	+	++	ns	++	ns	ns	++	?	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	-	-	n
9025	?	++	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	?	?	ns	?	?	?	?	ns	++	+	ns	ns	ns	-	-	-	n
9032	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	+	ns	ns	?	?	?	n
9035	ns	ns	+	ns	ns	ns	ns	++	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	+	ns	ns	ns	?	?	?	n
9036	ns	ns	++	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	+	ns	ns	ns	ns	ns	-	-	-	n
9056	ns	++	++	ns	++	ns	++	++	++	++	++	++	++	++	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0
9058	++	++	++	ns	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	ns	-	-	-	0
9060	ns	ns	++	ns	+	ns	++	ns	++	++	++	+	++	++	++	++	+	ns	ns	ns	ns	ns	-	-	-	0
9061	ns	ns	ns	ns	++	ns	ns	ns	ns	+	ns	++	ns	ns	++	ns	++	ns	+	ns	ns	ns	-	-	-	0
9062	ns	ns	ns	ns	++	ns	ns	++	ns	++	ns	ns	ns	+	+	ns	++	ns	++	ns	ns	+	-	-	-	0
9063	ns	ns	ns	ns	++	ns	+	++	ns	++	ns	+	ns	ns	++	ns	ns	ns	+	ns	ns	+	++	ns	ns	0
9064	ns	ns	++	ns	++	ns	ns	+	ns	+	ns	ns	ns	ns	++	ns	ns	+	ns	ns	+	-	-	-	-	0
9065	ns	ns	++	ns	++	ns	ns	+	ns	+	ns	ns	ns	ns	++	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	-	-	0
9066	ns	ns	ns	ns	++	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	++	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0
9067	ns	ns	+	ns	++	ns	ns	++	ns	+	ns	++	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	-	-	0
9068	ns	+	ns	ns	++	++	ns	++	++	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	?	?	?	0
9069	+	ns	++	ns	++	ns	ns	+	+	ns	ns	++	++	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	?	?	?	0
9070	++	ns	++	ns	ns	ns	ns	++	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	?	?	?	n
9073	+	ns	++	ns	++	ns	ns	ns	ns	++	ns	ns	+	++	ns	ns	++	ns	ns	ns	ns	ns	?	?	?	0
sel	n	0	0	n	0	0	n	0	0	0	0	n	0	0	n	0	n	0	n	0	n	n	n	n	n	n

Tableau 31: Sélection des stations et des paramètres saisonniers (banque MED).

	COUL	COND	TUR	COT	N02-3	ALC	PH	MSS	DUR	NA	MG	P	SO4	CL	K	CA	MN	FE	NI	CU	ZN	PB	LIN	A_B	BPC	sel	
9004	ns	ns	ns	ns	++	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	?	?	?	n	
9006	ns	ns	++	ns	++	ns	ns	++	ns	++	ns	ns	ns	++	ns	ns	ns	++	ns	ns	ns	ns	-	-	-	o	
9008	ns	++	++	ns	ns	ns	++	+	++	?	?	ns	?	?	?	?	ns	++	ns	ns	ns	ns	?	?	?	o	
9009	ns	ns	++	ns	ns	ns	++	++	++	?	?	ns	?	?	?	?	ns	++	ns	ns	ns	ns	?	?	?	n	
9011	?	++	++	ns	+	++	++	ns	+	?	?	ns	?	?	?	?	ns	++	ns	++	ns	ns	?	?	?	o	
9012	ns	ns	ns	ns	++	ns	ns	+	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	?	?	?	n	
9018	ns	++	++	ns	++	+	ns	++	+	?	?	ns	?	?	?	?	ns	++	ns	ns	ns	ns	?	?	?	o	
9021	?	++	+	ns	ns	+	ns	++	+	?	?	ns	?	?	?	?	ns	++	ns	ns	+	ns	?	?	?	o	
9022	?	++	ns	ns	ns	++	ns	ns	++	?	?	ns	?	?	?	?	ns	+	ns	ns	ns	ns	?	?	?	n	
9024	ns	+	++	ns	++	ns	ns	+	?	ns	ns	ns	++	ns	ns	ns	ns	ns	ns	++	ns	ns	-	-	-	n	
9025	?	++	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	?	?	ns	?	?	?	?	ns	+	ns	ns	ns	ns	-	-	-	n	
9032	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	++	ns	ns	ns	ns	ns	ns	+	++	ns	?	?	?	n	
9035	ns	ns	++	ns	ns	ns	ns	++	ns	ns	ns	ns	++	ns	ns	ns	ns	ns	ns	+	ns	ns	?	?	?	n	
9036	ns	ns	++	ns	++	ns	ns	++	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	+	ns	ns	ns	ns	-	-	-	n	
9056	ns	++	++	ns	++	ns	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	ns	ns	ns	o	
9058	++	++	++	ns	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	ns	-	-	-	o
9060	ns	ns	++	ns	+	ns	++	ns	++	++	++	++	++	++	++	++	++	ns	ns	ns	ns	ns	-	-	-	o	
9061	ns	ns	ns	ns	++	+	+	ns	ns	+	ns	++	ns	ns	+	ns	++	ns	+	ns	++	ns	-	-	-	o	
9062	ns	ns	ns	ns	++	ns	ns	++	ns	++	ns	ns	ns	+	+	ns	++	ns	++	ns	ns	ns	+	-	-	-	o
9063	ns	ns	ns	ns	++	ns	+	++	ns	++	ns	+	ns	ns	++	ns	ns	ns	++	ns	ns	+	++	ns	ns	o	
9064	ns	ns	++	ns	++	ns	ns	+	ns	+	ns	ns	ns	ns	++	ns	+	ns	+	ns	ns	+	-	-	-	o	
9065	ns	ns	++	ns	++	ns	ns	+	ns	+	ns	ns	ns	ns	++	ns	ns	++	ns	ns	ns	ns	-	-	-	o	
9066	ns	ns	ns	ns	++	ns	ns	ns	ns	++	ns	ns	ns	ns	++	ns	++	++	++	ns	ns	ns	ns	ns	ns	o	
9067	ns	ns	+	ns	++	ns	ns	++	ns	+	ns	++	ns	ns	ns	ns	ns	++	++	ns	ns	ns	-	-	-	o	
9068	ns	+	ns	ns	++	++	ns	+	++	ns	ns	ns	ns	ns	ns	++	ns	++	ns	++	ns	ns	?	?	?	o	
9069	++	ns	++	ns	++	ns	ns	+	++	ns	ns	++	ns	ns	ns	ns	ns	++	ns	ns	++	ns	?	?	?	o	
9070	++	ns	++	ns	ns	ns	ns	+	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	++	ns	ns	++	ns	?	?	?	n	
9073	+	ns	+	ns	++	ns	ns	ns	ns	++	ns	ns	+	++	ns	ns	++	++	ns	ns	++	ns	?	?	?	o	

sel	n	o	o	n	o	o	n	o	o	o	o	n	o	o	n	o	n	o	n	n	n	n	n	n	n	n
-----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

legende:

-	pas de donnees
?	donnees insuffisantes

ns	non significatif
+	significatif a 10%
++	significatif a 5%

o	oui
n	non

3. ANALYSES SPATIALES

3.1 Analyses en composantes principales (ACP)

Les analyses en composantes principales permettent de synthétiser l'information présente dans les différents ensembles de données. L'utilisation des stations comme "individus" dans les analyses en composantes principales permet alors des analyses spatiales: des regroupements d'individus sur les composantes principales illustrant souvent des caractères particuliers à certaines régions. En plus des regroupements sur les premiers axes des analyses en composantes principales, les stations seront regroupées à l'aide d'une méthode de classification hiérarchique. En tout, 7 analyses en composantes principales sont présentées: deux ACP générales excluant les variables toxiques qui sont peu échantillonnées pour plusieurs stations (une ACP exclue également une station extrême), une ACP incluant les variables toxiques et quatre ACP saisonnières. Toutes ces ACP sont exécutées à partir d'une matrice de corrélation, sans aucune rotation des données.

3.1.1 Analyse en composantes principales sur les médianes générales

Cette analyse en composantes principales porte sur les médianes générales des observations. Par médiane générale, on entend médiane pour l'ensemble des observations à une station; on regroupe donc toutes les saisons et toutes les années. Afin d'assurer une certaine validité de toutes les médianes, les variables COT, Lindanes, A_BHC et BPC ont été exclues de cette analyse en composantes principales à cause de leur faible nombre d'échantillons pour une majorité de stations.

Cette première ACP porte donc sur 21 variables. Pour la même idée de validité, les stations de la banque MIN ont été exclues puisqu'elles présentaient un faible nombre d'observations pour une majorité de variables. L'ACP contient donc 61 observations, soit les 61 stations associées aux banques MAX et MED.

Voyons maintenant les résultats obtenus à l'aide de cette analyse en composantes principales.

Vecteurs propres

Variable	Facteur 1	Facteur 2	Facteur 3	Variable	Facteur 1	Facteur 2	Facteur 3
COUL	0.11	0.86	- 0.46	SO ₄	0.95	0.13	- 0.11
COND	0.99	- 0.07	0.06	CL	0.91	0.28	- 0.12
TUR	0.24	0.94	- 0.17	K	0.85	0.39	- 0.06
NO ₂₋₃	- 0.26	0.03	- 0.04	CA	0.94	- 0.25	0.17
ALC	0.95	- 0.22	0.15	MN	- 0.09	0.94	0.02
PH	0.84	- 0.41	0.05	FE	- 0.15	0.96	0.08
MSS	0.19	0.90	0.06	NI	0.23	0.71	0.24
DUR	0.95	- 0.24	0.15	CU	- 0.25	0.32	0.37
NA	0.81	0.44	- 0.20	ZN	- 0.00	0.38	0.76
MG	0.99	0.01	- 0.01	PB	- 0.05	0.31	0.83
P	- 0.34	0.87	- 0.14				

Facteur 1: Variance expliquée = 42.5%, Variance expliquée cumulée = 42.5%

Variables importantes:				
Conductivité	(.99)	Magnésium	(.99)	
Alcalinité	(.95)	Sulfates	(.95)	
pH	(.84)	Chlorures	(.91)	
Dureté	(.95)	Potassium	(.85)	
Sodium	(.81)	Calcium	(.94)	

Interprétation: Les variables importantes sur le premier axe sont associées à des éléments transportés sous forme dissoute par le cours d'eau; cet axe sera donc appelé "AXE DE TRANSPORT DISSOUS". On remarque, sur la figure 3.1, que les variables importantes sur ce premier axe peuvent être divisées en deux groupes: 1) les variables avec une coordonnée négative sur le second axe (conductivité, alcalinité, pH, dureté et calcium); 2) les variables avec une coordonnée positive sur le second axe (sodium, magnésium, potassium, sulfates et chlorures). Il existe donc une certaine différence entre ces deux groupes de variables malgré qu'elles soient toutes fortement corrélées avec ce premier axe.

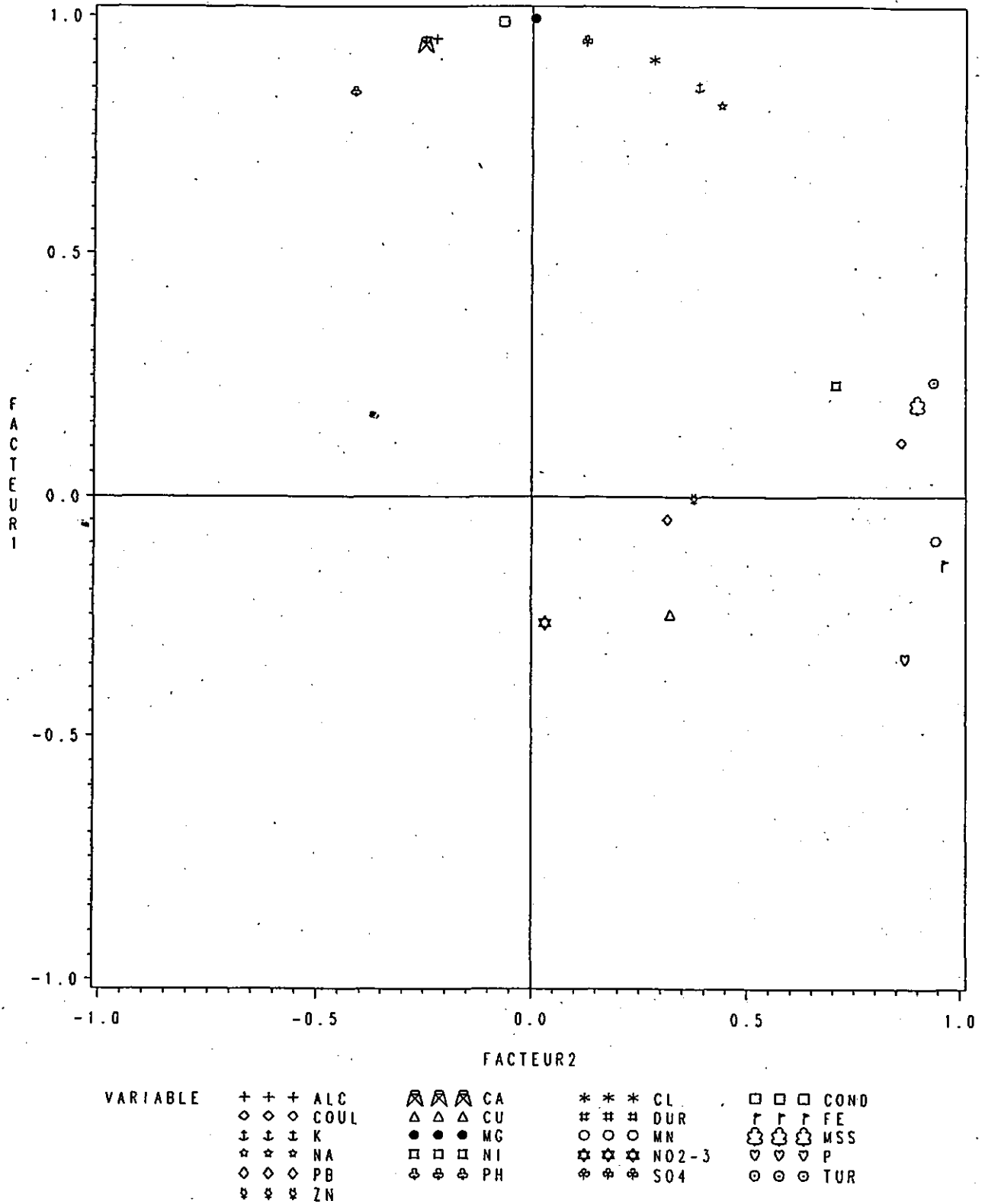


Figure 3.1: Représentation des variables sur les deux premiers axes de l'ACP générale (excluant les variables toxiques et incluant la station 9033).

Facteur 2: Variance expliquée = 31.5%, Variance expliquée cumulée = 74%

Variables importantes:	Couleur	(.86)	Manganèse	(.94)
	Turbidité	(.94)	Fer	(.96)
	MSS	(.90)	Nickel	(.71)
	Phosphore	(.87)		

Interprétation: Etant donné la présence de plusieurs variables associées à des éléments transportés sous forme particulaire, cet axe sera appelé "AXE DE TRANSPORT PARTICULAIRE".

Facteur 3: Variance expliquée = 8.9%, Variance expliquée cumulée = 83%

Variables importantes:	Plomb	(.83)	Zinc	(.76)
------------------------	-------	-------	------	-------

Interprétation: Comme des variables associées à deux métaux toxiques sont importantes sur cet axe, il sera donc appelé "AXE TOXIQUE".

Regroupements: Etant donné que les deux premiers facteurs expliquent 74% de la variabilité, le regroupement des stations sera effectué à l'aide de ces deux facteurs seulement. La figure 3.2 montre la représentation des individus (stations) sur les deux premiers axes de l'ACP; cinq groupes y sont identifiés. La figure 3.3 présente les cinq groupes sur une illustration schématique du fleuve. Comme pour tous les regroupements sur les ACP exécutés dans ce rapport, le présent regroupement est fait manuellement et demeure donc empreint d'une certaine subjectivité, en particulier aux limites de deux groupes adjacents. Cependant, les analyses de classification hiérarchique, beaucoup plus objectives (critère mathématique), présenteront des regroupements très semblables; la représentation sous la forme de la figure 3.2 apparaît donc intéressante malgré la présence de subjectivité.

Voici les stations qui forment ces cinq groupes.

Groupe A.

Ce groupe est situé au bas de l'axe 1 sur la figure 3.2. Il contient les stations: 9001, 9002, 9003, 9004, 9005, 9006, 9008, 9016, 9018, 9041, 9061, 9068, 9069, 9070 et 9207.

Ces stations sont identifiées sur la figure 3.3 par la lettre A, on remarque alors que ces stations sont associées à l'eau de la rivière des Outaouais. Ce regroupement sera appelé "Eau des Outaouais" dans les analyses subséquentes.

Groupe B.

Situé du côté droit sur le second axe de la figure 3.2, ce groupe contient les stations 9021, 9022, 9023, 9024 et 9037. Ces stations sont identifiées par la lettre B sur la figure 3.3. Ce groupe distingue donc l'eau passant à Québec, il sera appelé "Eau de Québec" dans les analyses suivantes.

Groupe C.

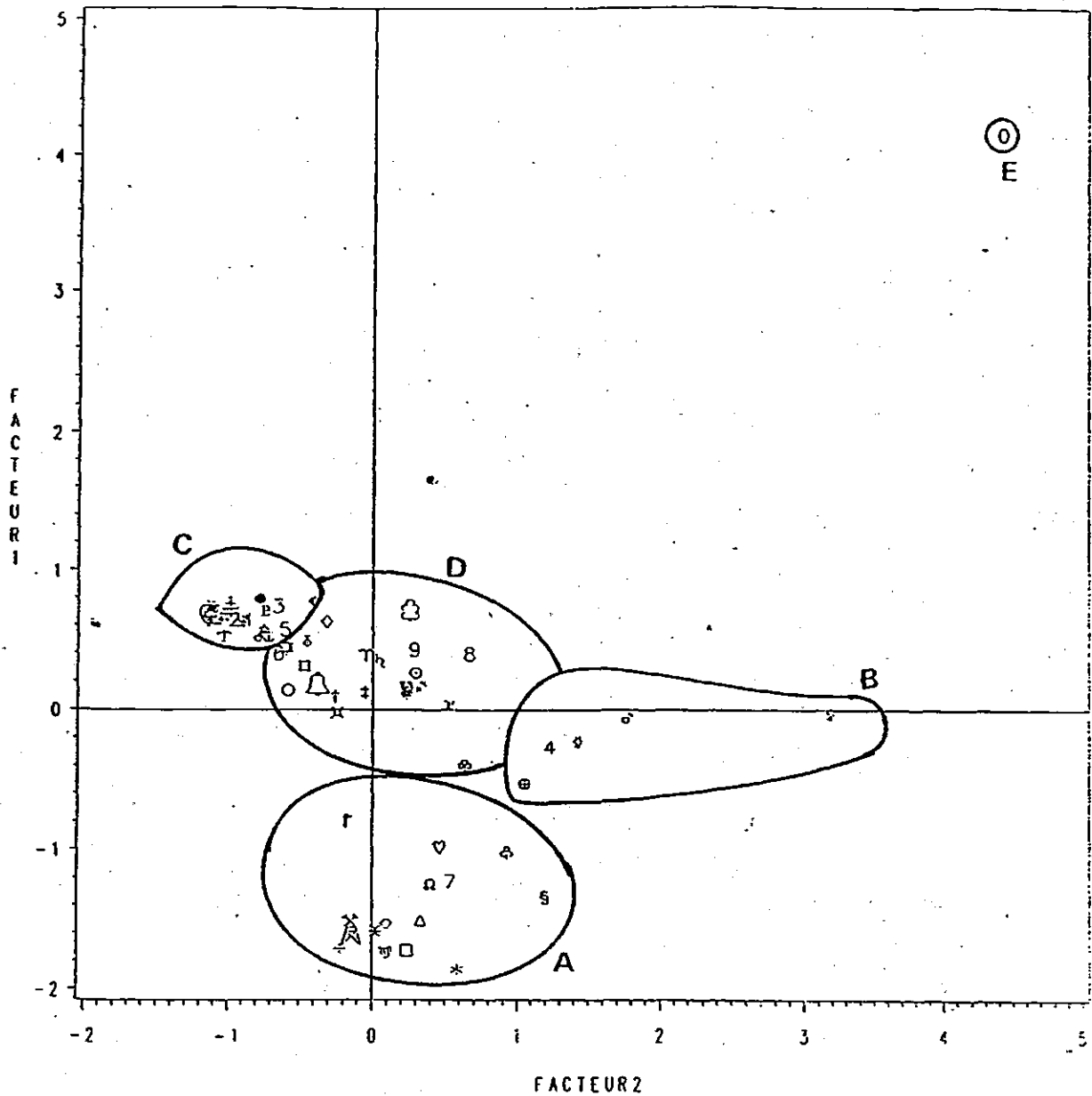
Ce groupe est situé à gauche sur le second axe, il est constitué des stations 9201, 9202, 9203, 9204, 9205, 9206, 9007, 9009, 9010, 9013, 9028, 9029, 9030, 9031, 9032, 9034, 9035, 9036 et 9039. Un coup d'oeil sur la figure 3.3 nous permet facilement de conclure que ce groupe (C) est associé à l'eau provenant des grands lacs. Ce groupe sera donc nommé "Eau des Grands Lacs".

Groupe D.

Ce groupe est situé à l'intersection des deux axes sur le graphique de la figure 3.2. Il est constitué de stations mal représentées par l'ACP: 9011, 9012, 9014, 9015, 9017, 9019, 9020, 9025, 9026, 9027, 9040, 9056, 9058, 9060, 9062, 9063, 9064, 9065, 9066, 9067 et 9073. La figure 3.3, montre que ce groupe (D) est surtout composé de stations situées à l'est de l'île de Montréal. Ce groupe sera nommé "Eaux de mélange" dans les sections suivantes.

Groupe E.

Ce groupe est constitué d'une seule station (9033) qui présente des caractéristiques tout à fait particulières. Cette station, située à l'embouchure de la rivière St-Louis, qui reçoit trois émissaires industriels importants, est identifiée par la lettre E sur la figure 3.3 et par le numéro 0, coin supérieur droit sur la figure 3.2.



STATION	+	+	+	9001	△	△	△	9006	○	○	○	9011	▽	▽	▽	9016	⊗	⊗	⊗	9021	⊕	⊕	⊕	9022	⊖	⊖	⊖	9027	⊗	⊗	⊗	9032	3	3	3	9036	8	8	8	9056	⊕	⊕	⊕	9063	⊖	⊖	⊖	9064	⊗	⊗	⊗	9069	⊕	⊕	⊕	9202	⊖	⊖	⊖	9203	⊗	⊗	⊗	9204	⊕	⊕	⊕	9205	⊖	⊖	⊖	9206	⊗	⊗	⊗	9207
	+	+	+	9001	△	△	△	9006	○	○	○	9011	▽	▽	▽	9016	⊗	⊗	⊗	9021	⊕	⊕	⊕	9022	⊖	⊖	⊖	9027	⊗	⊗	⊗	9032	3	3	3	9036	8	8	8	9056	⊕	⊕	⊕	9063	⊖	⊖	⊖	9064	⊗	⊗	⊗	9069	⊕	⊕	⊕	9202	⊖	⊖	⊖	9203	⊗	⊗	⊗	9204	⊕	⊕	⊕	9205	⊖	⊖	⊖	9206	⊗	⊗	⊗	9207

Figure 3.2: Représentation des individus (stations) sur les deux premiers axes de l'ACP générale (excluant les variables toxiques et incluant la station 9033).

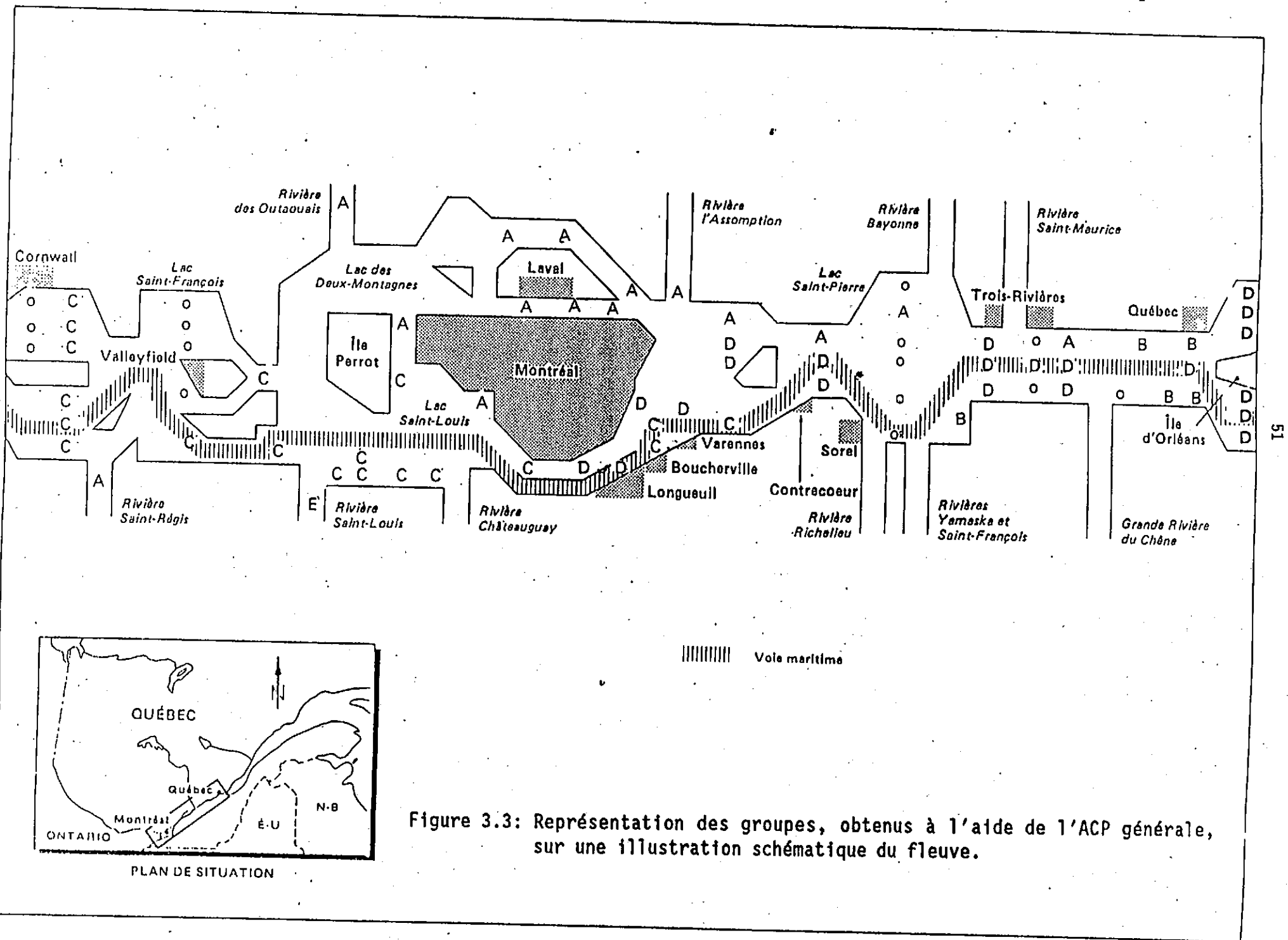


Figure 3.3: Représentation des groupes, obtenus à l'aide de l'ACP générale, sur une illustration schématique du fleuve.

A moins d'indication contraire, les cinq groupes susmentionnés serviront de groupes de références pour les études subséquentes. Ainsi, lorsque l'on parlera du groupe A, il sera toujours question d'eaux caractéristiques de la rivière des Outaouais, le groupe B sera toujours associé à des eaux caractéristiques à la région de Québec et ainsi de suite. Dans certaines études, il sera nécessaire de construire plus de cinq groupes; les groupes A, B, C, D et E correspondront de nouveau aux groupes déjà mentionnés alors que les autres groupes permettront de mettre en évidence des caractéristiques particulières à un petit nombre de stations.

La figure 3.4 présente les résultats de la classification hiérarchique des stations à l'aide de la méthode des dendrogrammes. Les regroupements sont effectués selon la méthode des voisins réciproques (single linkage) et les calculs ont été réalisés avec le logiciel EIN*SIGHT (1987). La ligne pointillée montre le niveau de séparation des groupes qui semble correspondre le plus au niveau de séparation utilisé dans l'ACP. A ce niveau, la classification hiérarchique sépare les stations en cinq groupes. Ces groupes sont très semblables aux groupes obtenus dans l'ACP générale: 1) les groupes A et E sont identiques pour les deux méthodes; 2) les groupes B sont identiques à l'exception de la station 9021 qui est plutôt classée dans le groupe D par la classification hiérarchique; 3) les groupes C et D diffèrent un peu plus d'une méthode à l'autre mais on peut voir sur la figure 3.3 que ces deux groupes sont très près sur les deux premiers axes de l'ACP, la classification hiérarchique montre également ce rapprochement entre les groupes C et D.

3.1.2 ACP sur les médianes générales sans la station 9033

Cette analyse en composantes principales porte de nouveau sur les médianes générales des observations. Les 21 mêmes variables sont utilisées. La seule différence avec la première ACP est l'exclusion de la station 9033 qui pouvait masquer certaines relations à cause de son caractère très différent des autres stations.

Vecteurs propres

Variable	Facteur 1	Facteur 2	Facteur 3	Variable	Facteur 1	Facteur 2	Facteur 3
COUL	- 0.64	0.45	- 0.56	SO ₄	0.96	0.17	0.01
COND	0.95	0.28	- 0.01	CL	0.94	0.31	0.03
TUR	- 0.54	0.77	- 0.23	K	0.61	0.64	- 0.24
NO ₂₋₃	- 0.22	- 0.05	0.02	CA	0.97	0.23	0.05
ALC	0.96	0.25	0.02	MN	- 0.74	0.56	0.09
PH	0.94	0.11	- 0.12	FE	- 0.69	0.69	- 0.01
MSS	- 0.36	0.86	- 0.14	NI	- 0.15	0.84	- 0.07
DUR	0.97	0.21	0.04	CU	- 0.35	0.19	0.46
NA	0.88	0.44	- 0.06	ZN	- 0.13	0.52	0.63
MG	0.96	0.25	- 0.02	PB	- 0.14	0.46	0.77
P	- 0.85	0.36	- 0.09				

Facteur 1: Variance expliquée = 53.9%, Variance expliquée cumulée = 53.9%

Variables importantes

Corrélées positivement:	Conductivité	(.95)	|	Magnésium	(.96)
	Alcalinité	(.96)		Sulfates	(.96)
	pH	(.94)		Chlorures	(.94)
	Dureté	(.97)		Potassium	(.85)
	Sodium	(.88)		Calcium	(.97)
Corrélées négativement:	Phosphore	(-.85)	|	Fer	(-.69)
	Manganèse	(-.74)		Couleur	(-.64)

Interprétation: Alors que l'ACP générale contenant la station 9033 présentait un axe de transport dissous (axe 1) et un axe de transport particulaire (axe 2), cette ACP générale (sans la station 9033) montre un premier axe qui oppose des variables associées au transport dissous à d'autres variables associées au transport particulaire. Cette opposition est sans aucun doute causée par un effet de débit: en période de hauts débits, la concentration des éléments transportés sous forme dissoute a tendance à diminuer alors que la concentration des éléments transportés sous forme particulaire a

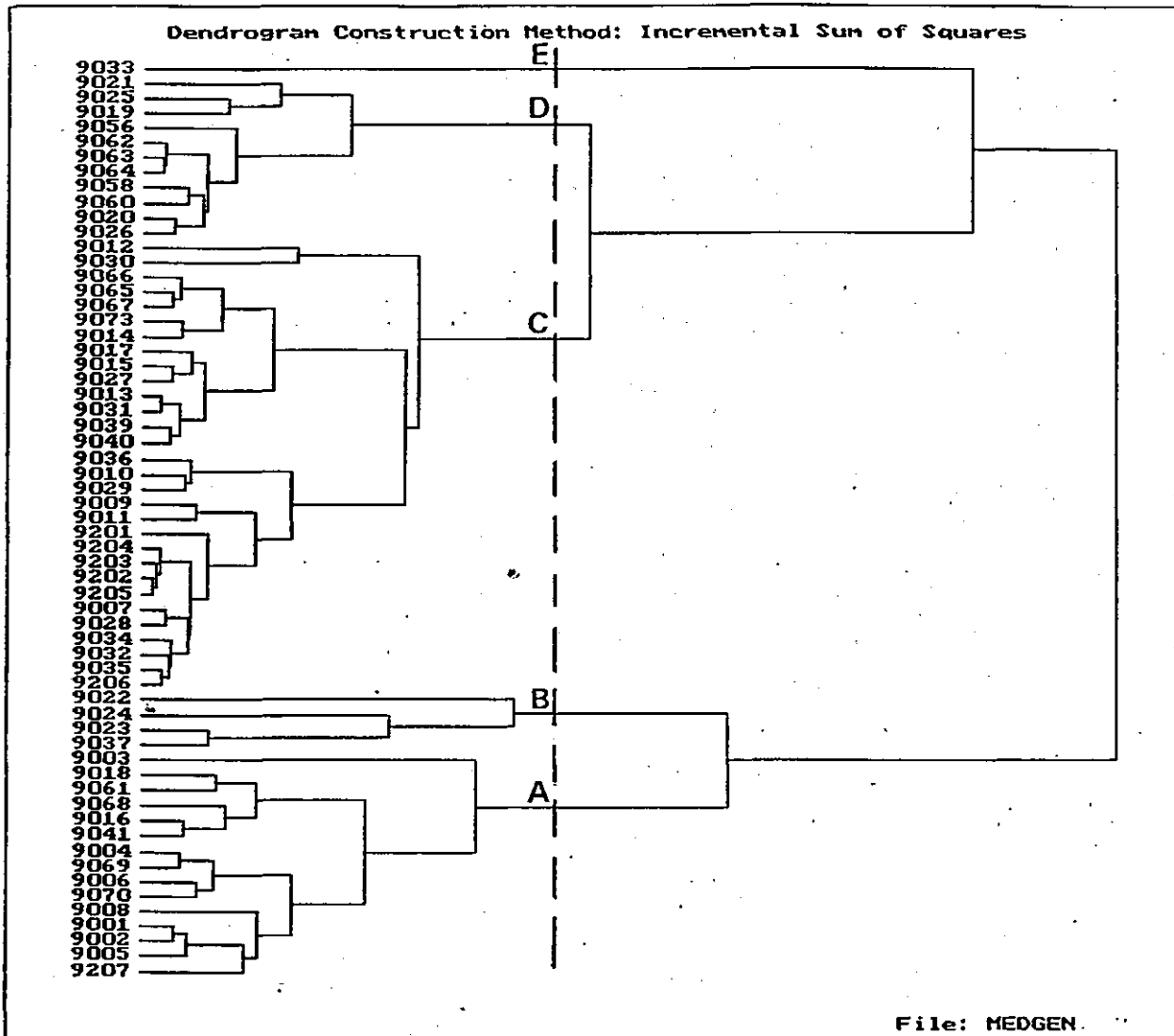


Figure 3.4: Résultats de la classification hiérarchique pour l'ensemble de données de l'ACP générale (excluant les variables toxiques et incluant la station 9033).

tendance à augmenter. Un effet inverse se produit généralement en période de faibles débits. Etant donné ces caractéristiques, ce premier axe sera appelé "AXE DE DEBITS". Il faut finalement noter que la présence de la station 9033 diminuait l'importance de cet effet de débit à cause de ses concentrations extrêmes et de sa situation particulière à l'embouchure de la rivière Saint-Louis.

La figure 3.5 montre que les variables associées à des éléments transportés sous forme particulaire sont divisées en deux groupes: le premier groupe situé au bas de l'axe 1 comprend les variables phosphore, manganèse, fer et couleur alors que le deuxième groupe, situé à droite sur l'axe 2 comprend les variables turbidité, nickel et MSS. Il semble donc y avoir une certaine distinction à faire entre ces deux groupes associés au transport particulaire.

Facteur 2: Variance expliquée = 22.5%, Variance expliquée cumulée = 76%

Variables importantes:	Turbidité	(.77)	|	Nickel	(.84)
	MSS	(.86)			

Interprétation: Tout comme pour la première ACP, le deuxième axe est surtout associé à des éléments transportés sous forme particulaire. Le deuxième axe est de nouveau appelé "AXE DE TRANSPORT PARTICULAIRE".

Facteur 3: Variance expliquée = 8.0%, Variance expliquée cumulée = 84%

Variables importantes:	Plomb	(.77)	|	Zinc	(.63)
------------------------	-------	-------	--	------	-------

Interprétation: Les deux variables associées à des métaux toxiques: plomb et zinc, étant de nouveau importantes sur le troisième axe, ce dernier est appelé "AXE TOXIQUE" comme ce fut le cas pour la première ACP.

Regroupements: Malgré quelques différences sur la position des variables pour les deux premiers axes, la représentation des stations est très semblable à la représentation des stations pour l'ACP générale incluant la station 9033. Cette similarité amenant des groupes identiques pour les deux ACP, la représentation des stations et la classification hiérarchique ne sont pas présentées pour cet ensemble de données.

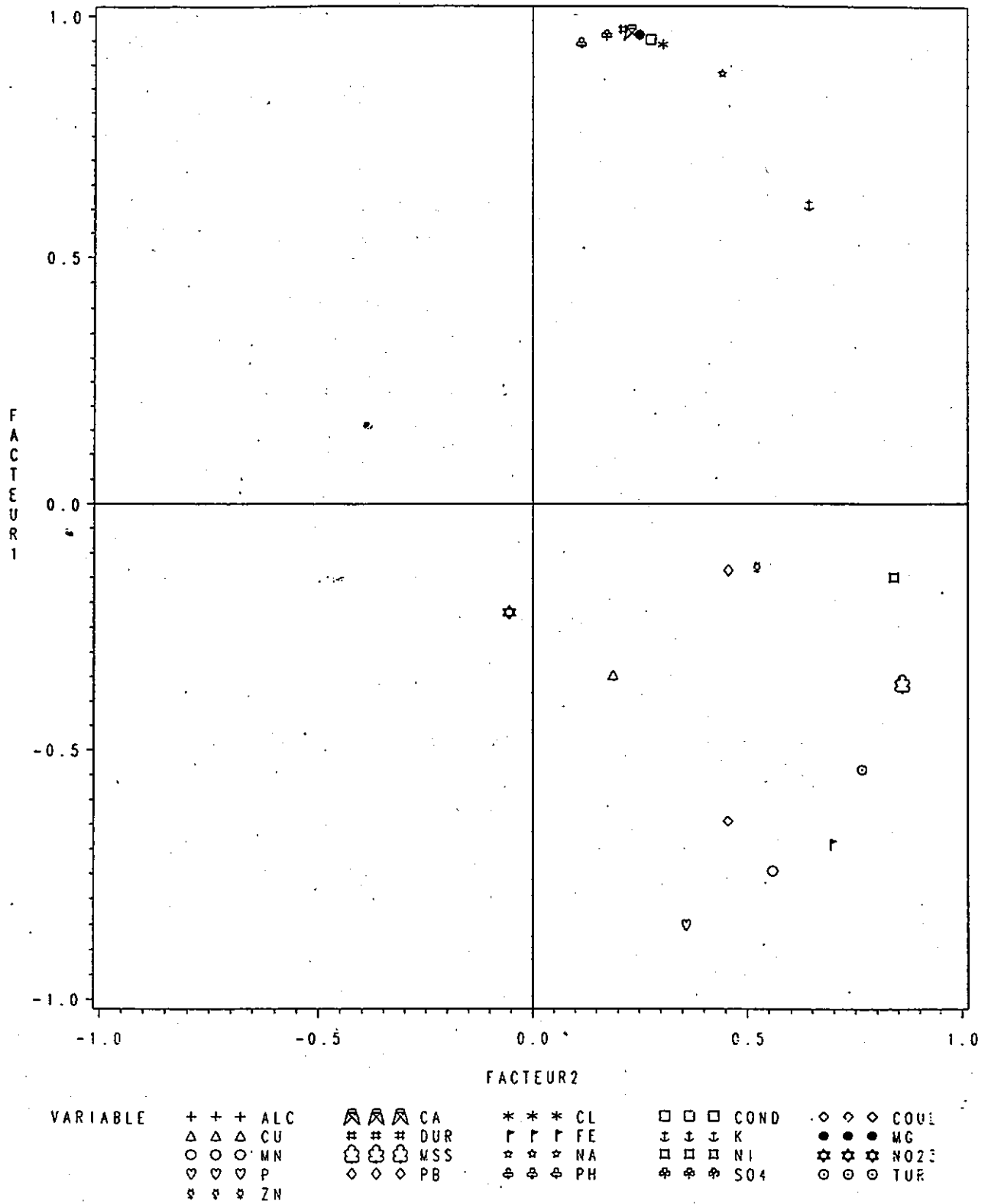


Figure 3.5: Représentation des variables sur les deux premiers axes de l'ACP générale excluant la station 9033 (variables toxiques exclues).

3.1.3 ACP incluant les variables de toxiques (Lindanes, A_BHC et BPC) ainsi que le carbone organique total (COT)

Cette ACP a pour but de connaître les relations entre les variables Lindanes, A_BHC, BPC, COT et les 21 autres variables étudiées dans les ACP précédentes. Cette analyse en composantes principales porte également sur les médianes générales.

Toujours dans le but de garder une certaine validité des médianes, seules les stations contenant 5 observations ou plus pour les toxiques sont utilisées. Seulement 24 stations répondent à ce critère : 9007, 9029, 9033, 9201, 9202, 9203, 9204, 9205, 9206, 9207, 9208, 9209, 9210, 9013, 9014, 9028, 9031, 9041, 9015, 9017, 9039, 9040, 9056 et 9063. De plus, les stations 9208, 9209 et 9210 doivent être exclues puisque aucune mesure de sodium, magnésium, sulfates, chlorures, potassium et calcium n'est disponible pour ces trois stations. Il ne reste donc que 21 stations adéquates pour la présente analyse en composantes principales.

Dans le but d'avoir moins de variables que d'individus, les variables couleur, conductivité, turbidité, alcalinité, dureté et manganèse sont exclues de l'analyse. Ces variables étant fortement corrélées avec d'autres variables encore présentes dans l'analyse, il sera quand même possible de connaître leur relation avec les toxiques.

Vecteurs propres

Variable	Facteur 1	Facteur 2	Facteur 3	Variable	Facteur 1	Facteur 2	Facteur 3
COT	0.41	- 0.06	0.72	SO ₄	0.89	0.44	0.01
BPC	- 0.37	0.35	0.59	CL	0.91	0.38	0.09
ABHC	- 0.41	0.59	- 0.02	K	0.90	0.40	- 0.10
NO _{2,3}	0.12	- 0.49	- 0.72	CA	0.44	0.82	- 0.31
LIN	- 0.40	0.38	0.65	FE	0.87	- 0.39	0.20
PH	0.06	0.85	- 0.45	NI	0.77	- 0.32	0.13
MSS	0.96	- 0.14	0.05	CU	0.72	0.48	- 0.18
NA	0.93	0.29	0.13	ZN	0.46	- 0.37	- 0.17
MG	0.82	0.56	- 0.04	PB	0.00	0.00	0.00
P	0.75	- 0.54	0.29				

Facteur 1: Variance expliquée = 46.6%, Variance expliquée cumulée = 46.6%

Variables importantes:	MSS	(.96)	Magnésium	(.82)
	Phosphore	(.75)	Sulfates	(.89)
	Cuivre	(.72)	Chlorures	(.91)
	Nickel	(.77)	Potassium	(.90)
	Fer	(.87)	Sodium	(.93)

Interprétation: La figure 3.6 montre que des variables associées à des éléments transportés sous forme dissoute et particulaire sont importantes sur le premier axe. Les variables toxiques sont du côté négatif du premier axe, elles sont opposées aux variables associées au transport particulaire. Il faut cependant noter que les variables toxiques sont mal représentées sur le premier axe.

Facteur 2: Variance expliquée = 22.8%, Variance expliquée cumulée = 69%

Variables importantes:	pH	(.85)	Calcium	(.82)
------------------------	----	-------	---------	-------

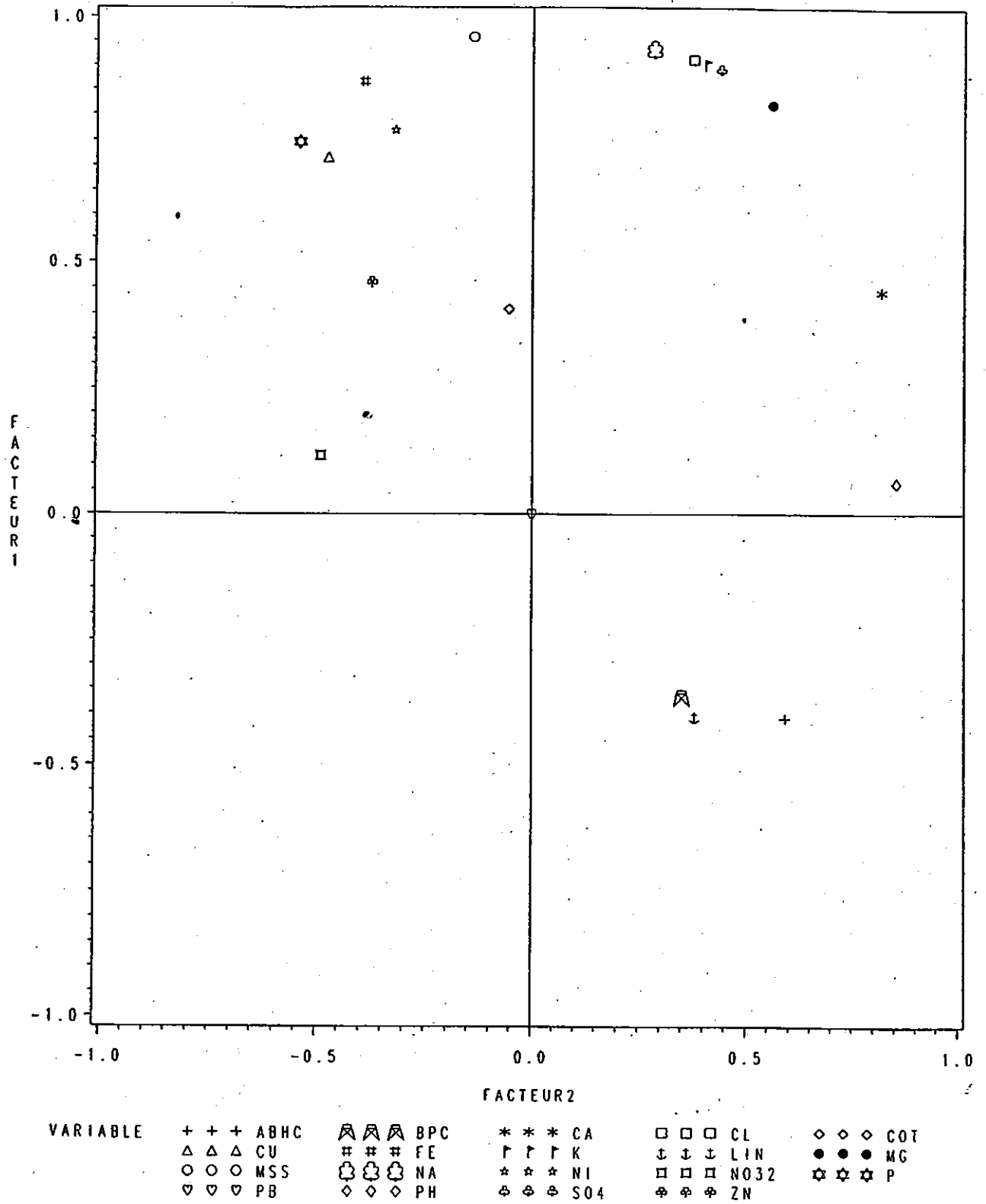


Figure 3.6: Représentation des variables sur les deux premiers axes de l'ACP incluant les variables toxiques.

Interprétation: Bien que peu de variables soient importantes sur ce second axe, on remarque sur la figure 3.6 que les variables associées à des éléments transportés sous forme dissoute (à droite) sont séparées le long de l'axe 2 des variables associées à des éléments transportés sous forme particulaire (à gauche).

Facteur 3: Variance expliquée = 13.0%, Variance expliquée cumulée = 82%

Variables importantes: COT (.72) | Nitrates (-.72)

Interprétation: Comme seulement deux variables sont importantes sur cet axe, il sera appelé "AXE D'OPPOSITION COT-NITRATES".

Regroupements: Notons d'abord que les variables toxiques ne sont pas bien représentées sur les trois premiers axes, elles sont donc d'importance moindre dans les regroupements qui suivent. La figure 3.7 montre la représentation des stations sur les deux premiers axes de l'ACP, les stations y sont regroupées en cinq groupes. La correspondance avec les groupes de l'ACP générale est presque complète, les différences sont: 1) comme aucune station du groupe B (Eau de Québec) présentait suffisamment d'observations pour être incluse dans cette analyse, on n'a pas formé de groupe B; 2) le cinquième groupe est appelé groupe "CD" puisqu'il contient un mélange de stations des groupes C et D. Notons finalement que la station 9033 demeure une observation extrême malgré l'introduction des variables toxiques et que cette station est dans une direction perpendiculaire à la direction des variables toxiques montrant une certaine indépendance vis-à-vis les variables Lindanes, A_BHC et BPC. Les stations qui se situent dans la direction des variables toxiques sont les stations du groupe C, situées à la sortie des Grands Lacs. La figure 3.8 présente les groupes A à E (le groupe "CD" est identifié dans ce cas-ci et uniquement dans ce cas par la lettre B pour simplifier le graphisme sur la représentation schématique du fleuve. La figure 3.9 donne les résultats de la classification hiérarchique, la ligne pointillée montre des regroupements similaires aux regroupements obtenus à l'aide de l'analyse en composantes principales.

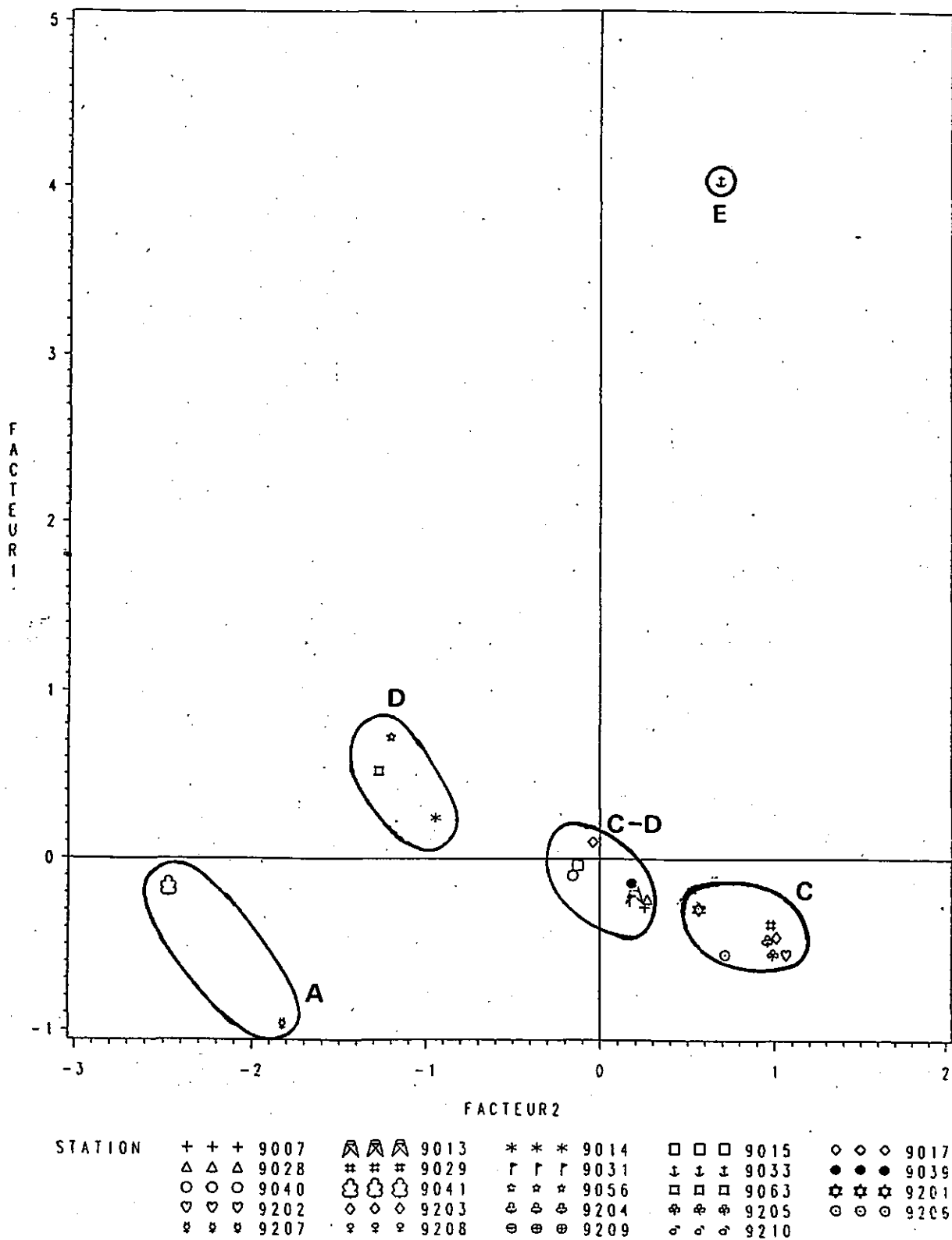


Figure 3.7: Représentation des individus (stations) sur les deux premiers axes de l'ACP incluant les variables toxiques.

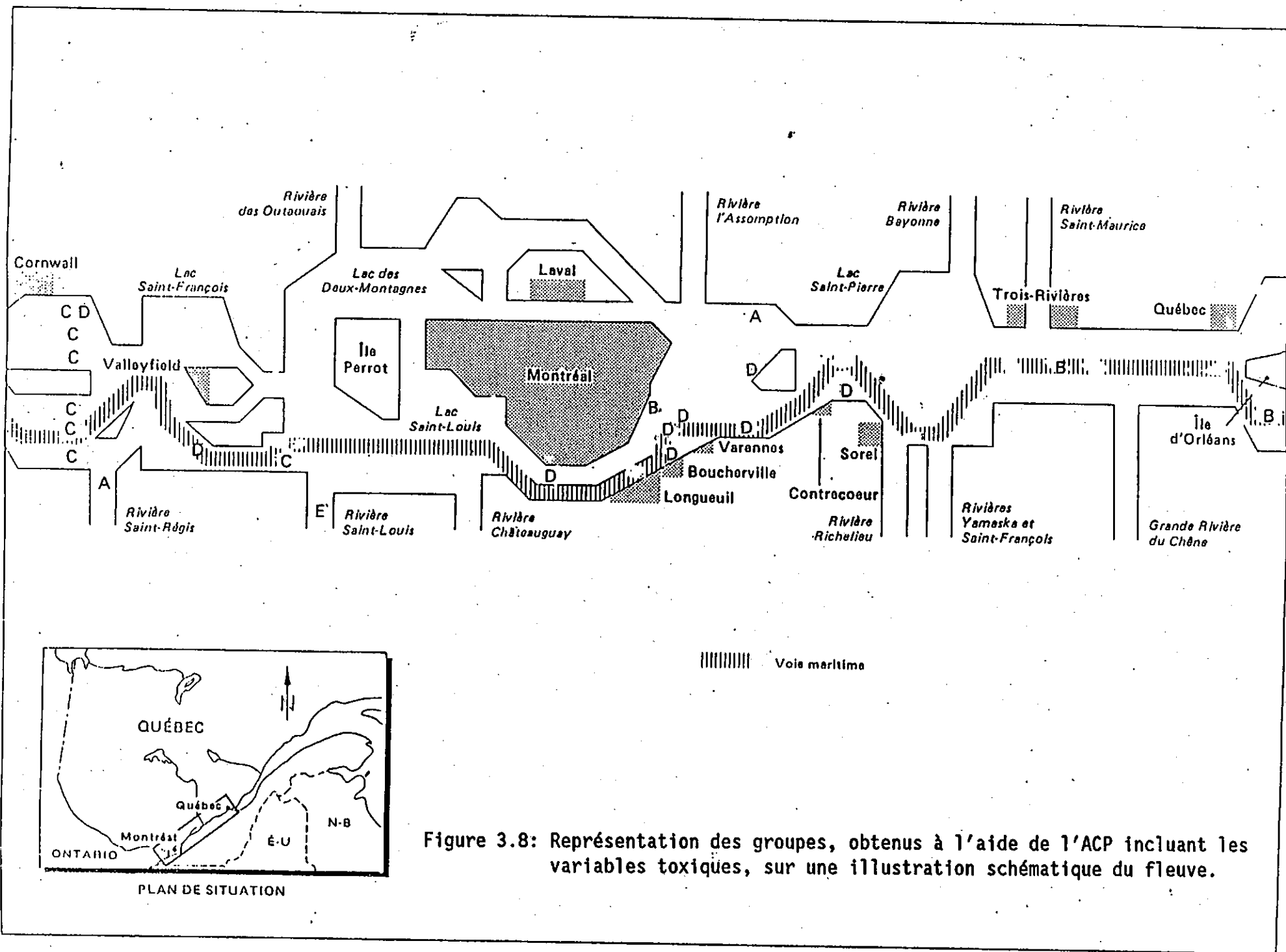


Figure 3.8: Représentation des groupes, obtenus à l'aide de l'ACP incluant les variables toxiques, sur une illustration schématique du fleuve.

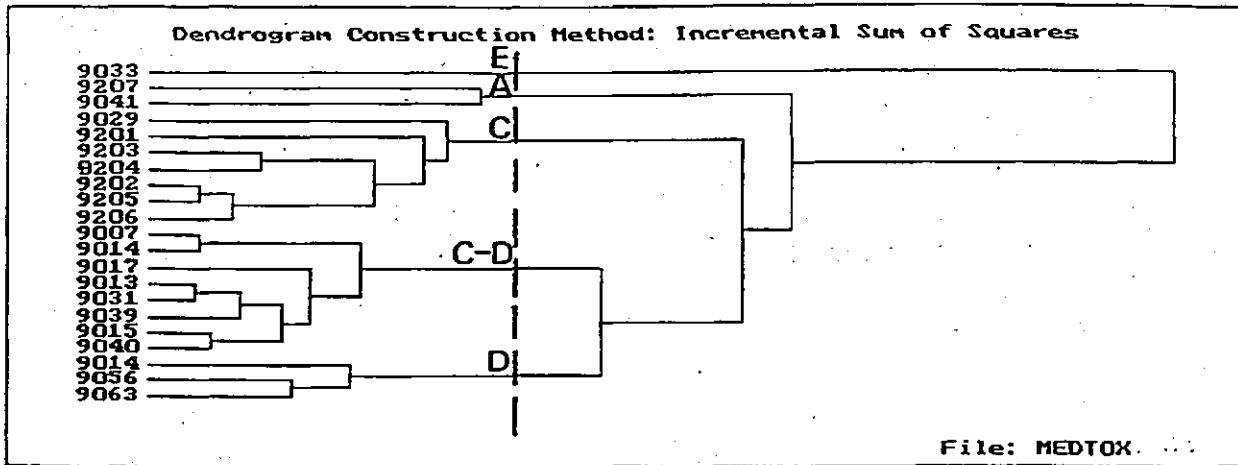


Figure 3.9: Résultats de la classification hiérarchique pour l'ensemble de données de l'ACP incluant les variables toxiques.

3.1.4 ACP saisonnières

Dans le but de faire ressortir au maximum les traits saisonniers, seules les stations et les variables présentant un caractère saisonnier sont utilisées dans ces ACP. A partir des résultats des tests de Kruskal Wallis (tableaux 30 et 31), les stations des banques MAX et MED qui présentaient des saisonnalités pour moins de 7 variables ont été exclues.

Dans le même ordre d'idées, les variables ne présentant pas de saisonnalité pour 50% des stations saisonnières (43) sont également exclues des ACP saisonnières. Seulement 12 variables répondaient à ce critère: conductivité, turbidité, nitrates, alcalinité, matières solides en suspension, dureté, sodium, magnésium, sulfates, chlorures, calcium et fer. Les ACP saisonnières portent donc sur des ensembles de 43 individus (stations) et 12 variables (à l'exception de quelques données manquantes qui seront discutées plus tard).

Les données utilisées pour ces ACP sont les médianes saisonnières, c'est-à-dire la médiane de toutes les observations pour une saison, une station et une variable données.

Printemps

Vecteurs propres

Variable	Facteur 1	Facteur 2	Facteur 3	Variable	Facteur 1	Facteur 2	Facteur 3
COND	0.95	- 0.20	- 0.13	NA	0.95	0.07	- 0.15
TUR	0.49	0.81	- 0.06	MG	0.98	- 0.08	- 0.08
NO ₂₋₃	- 0.05	- 0.07	0.96	SO ₄	0.30	- 0.49	- 0.31
ALC	0.94	- 0.28	0.09	CL	0.99	- 0.04	- 0.02
MSS	0.14	0.87	- 0.01	CA	0.93	0.13	0.10
DUR	0.95	- 0.25	0.10	FE	0.28	0.82	0.06

Facteur 1: Variance expliquée = 56.9%, Variance expliquée cumulée = 56.9%

Variables importantes:	Conductivité	(.95)	Magnésium	(.98)
	Alcalinité	(.94)	Chlorures	(.99)
	Dureté	(.95)	Calcium	(.93)
	Sodium	(.95)		

Interprétation: Tout comme pour les deux ACP sur les médianes générales, les variables associées à des éléments transportés sous forme dissoute dominant le premier facteur. Le premier axe peut donc de nouveau être nommé "AXE DE TRANSPORT DISSOUS". La figure 3.10 montre la représentation graphique des variables sur les deux premiers axes.

Facteur 2: Variance expliquée = 21.2%, Variance expliquée cumulée = 78%

Variables importantes:	Turbidité	(.81)	Fer	(.82)
	MSS	(.87)		

Interprétation: Ce second axe représente, comme pour l'ACP générale, un "AXE DE TRANSPORT PARTICULAIRE".

Facteur 3: Variance expliquée = 9.1%, Variance expliquée cumulée = 87%

Variâbles importantes:	Nitrates	(.96)
------------------------	----------	-------

Interprétation: Comme seuls les nitrates sont importants sur cet axe, il sera nommé "AXE DES NITRATES".

Regroupements: La figure 3.11 montre la représentation des stations sur les deux premiers axes de l'ACP-Printemps, les stations y sont regroupées en six groupes. Les différences importantes, avec l'ACP générale, sont: 1) la station 9207 est écartée du groupe A, elle est associée au groupe F pour cette ACP; 2) les stations 9023 et 9037 associées à l'Eau de Québec (B) dans l'ACP générale sont plutôt associées au groupe D ici; 3) à l'inverse, la station 9058, associée aux Eaux de mélange (D) dans l'ACP générale, montre des caractéristiques associées à l'eau de Québec pour le printemps. On note donc, pour la saison de printemps, que les regroupements sont très semblables

aux regroupements obtenus avec l'ACP générale. Notons que la station 9033 demeure une observation extrême. La figure 3.12 présente les groupes A à F sur la représentation schématique du fleuve. La figure 3.13 donne les résultats de la classification hiérarchique, la ligne pointillée montre des regroupements assez similaires aux regroupements obtenus à l'aide de l'ACP-Printemps, on remarque cependant certaines divergences dans les groupes C et D, comme c'était le cas pour l'ACP générale. On comparera plus loin (section 3.2.3) les résultats de ces deux méthodes, en plus de les comparer avec la méthode de similarité des rapports.

Eté

Vecteurs propres

Variabile	Facteur 1	Facteur 2	Facteur 3	Variabile	Facteur 1	Facteur 2	Facteur 3
COND	0.92	- 0.38	0.01	NA	0.87	0.44	- 0.02
TUR	0.62	0.76	0.08	MG	0.95	- 0.27	- 0.01
NO ₂₋₃	- 0.21	- 0.20	0.75	SO ₄	0.23	- 0.05	- 0.66
ALC	0.91	- 0.41	- 0.02	CL	0.98	- 0.15	0.04
MSS	0.70	0.66	0.14	CA	0.96	0.01	0.17
DUR	0.91	- 0.41	- 0.01	FE	0.14	0.96	- 0.04

Facteur 1: Variance expliquée = 58.5%, Variance expliquée cumulée = 58.5%

Variables importantes:				
	Conductivité	(.92)	Sodium	(.87)
	Alcalinité	(.91)	Magnésium	(.95)
	Dureté	(.91)	Chlorures	(.98)
	MSS	(.70)	Calcium	(.96)

Interprétation: Encore une fois, les variables associées à des éléments transportés sous forme dissoute dominant le premier facteur qui sera donc nommé "AXE DE TRANSPORT DISSOUS". Il faut cependant noter la présence de la variable MSS comme variable importante sur le premier axe. Il semble que les matières solides en suspension expliquent davantage la variabilité entre les stations pour la saison d'été. La figure 3.14 permet cependant de voir que malgré son importance sur le premier axe, la variable MSS est assez loin des variables associées à des éléments transportés sous forme dissoute.

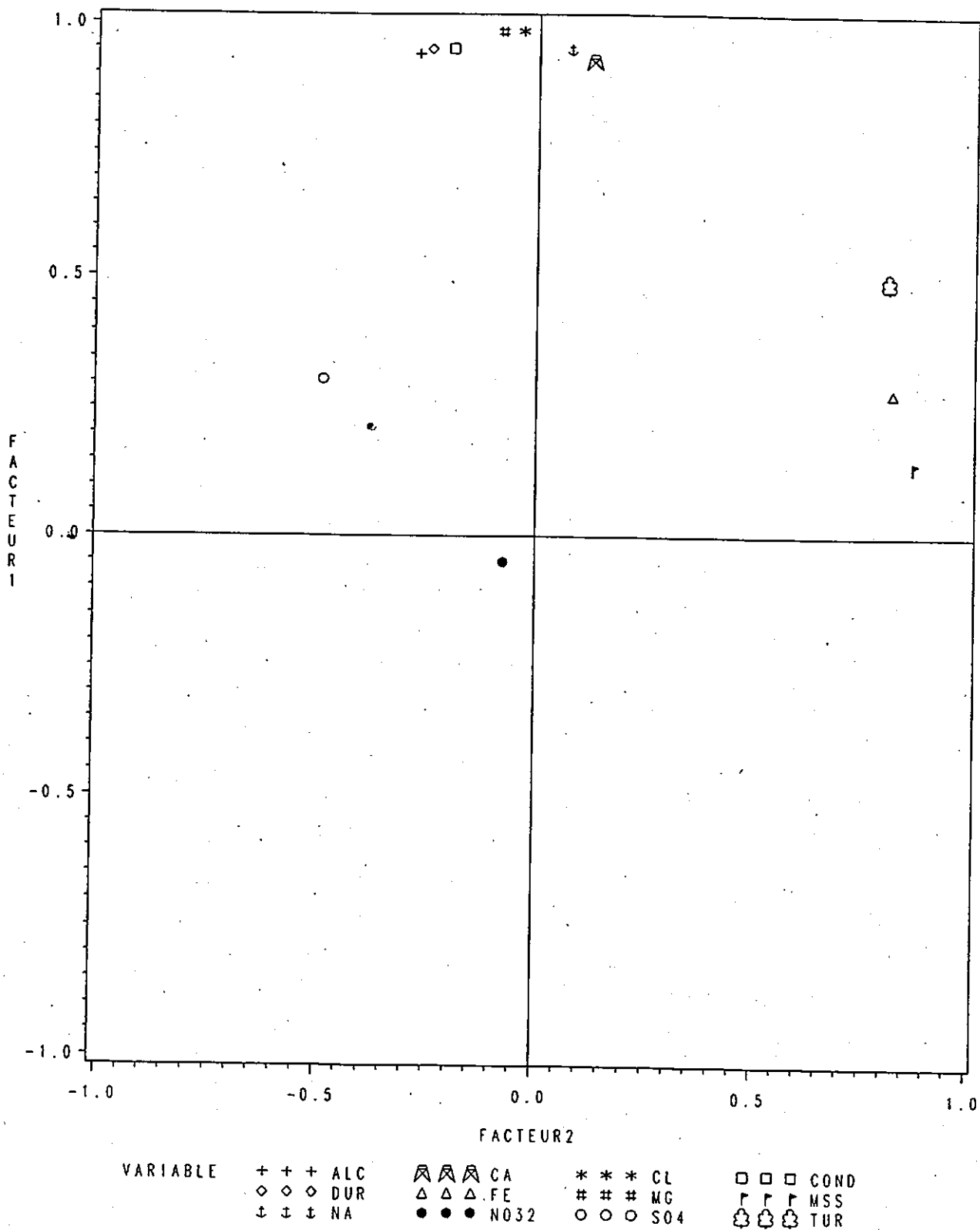


Figure 3.10: Représentation des variables sur les deux premiers axes de l'ACP-Printemps.

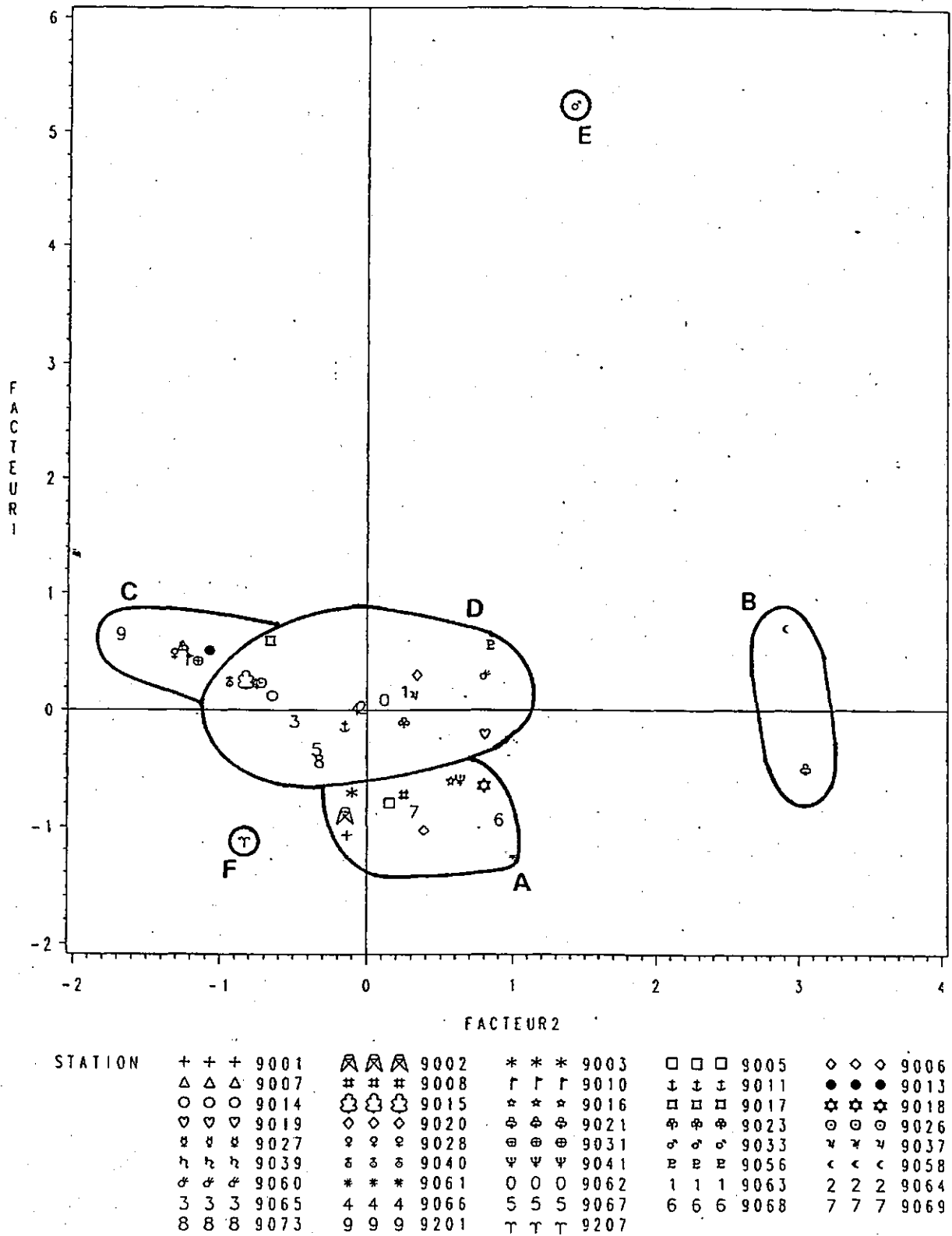
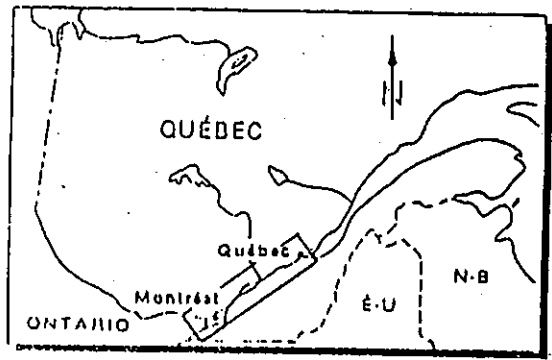
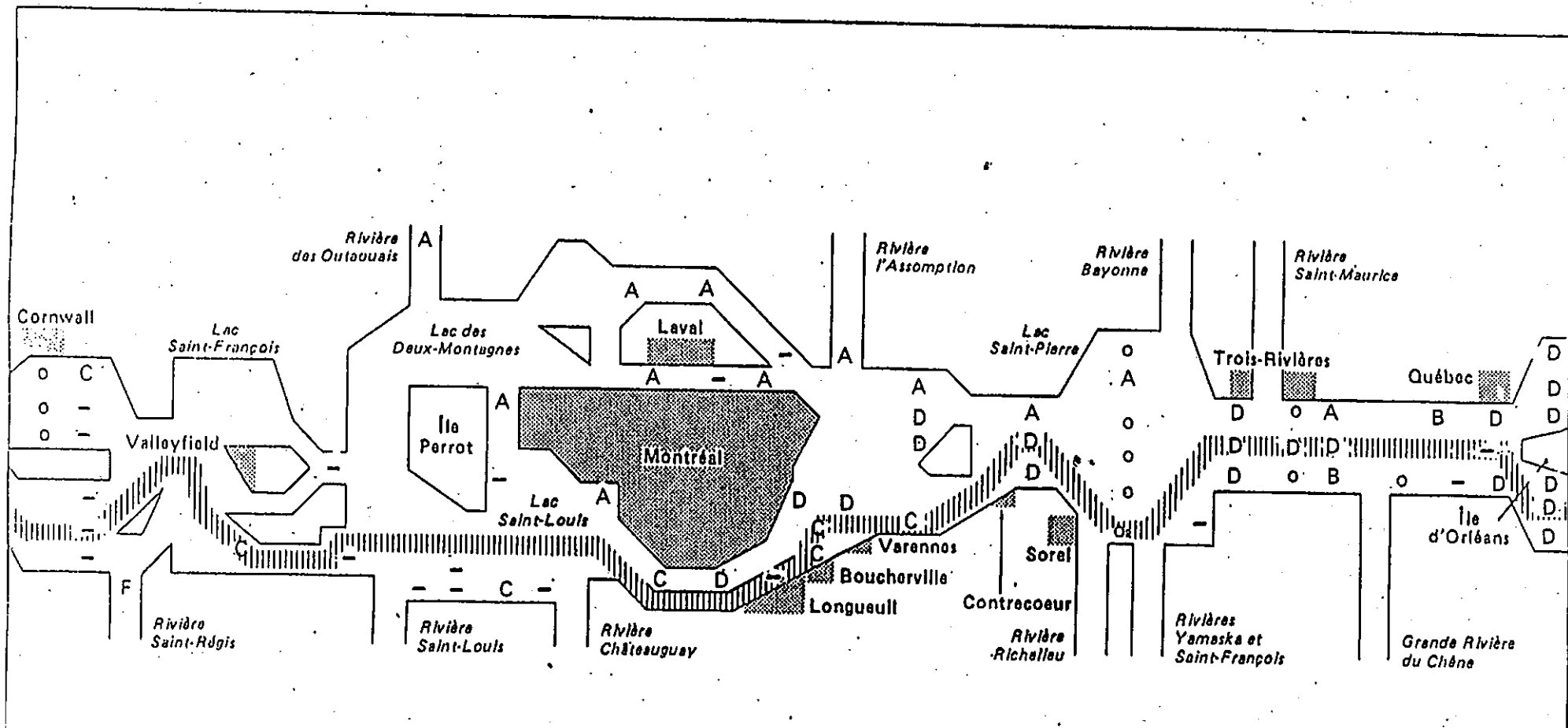


Figure 3.11: Représentation des individus (stations) sur les deux premiers axes de l'ACP-Printemps.



PLAN DE SITUATION

- ||||| Voie maritime
- station sans saisonnalité
- o station peu échantillonnée (MIN)

Figure 3.12: Représentation des groupes, obtenus à l'aide de l'ACP-Printemps, sur une illustration schématique du fleuve.

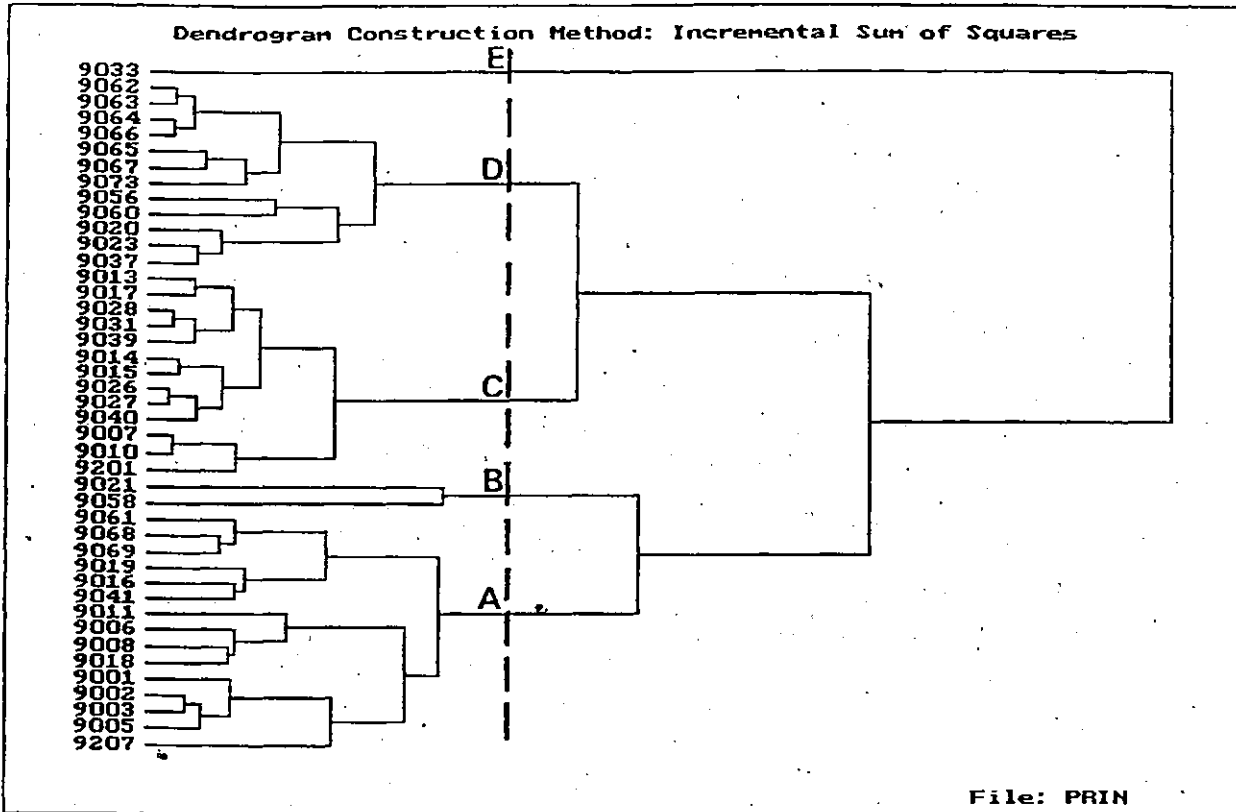


Figure 3.13: Résultats de la classification hiérarchique pour l'ensemble de données de l'ACP-Printemps.

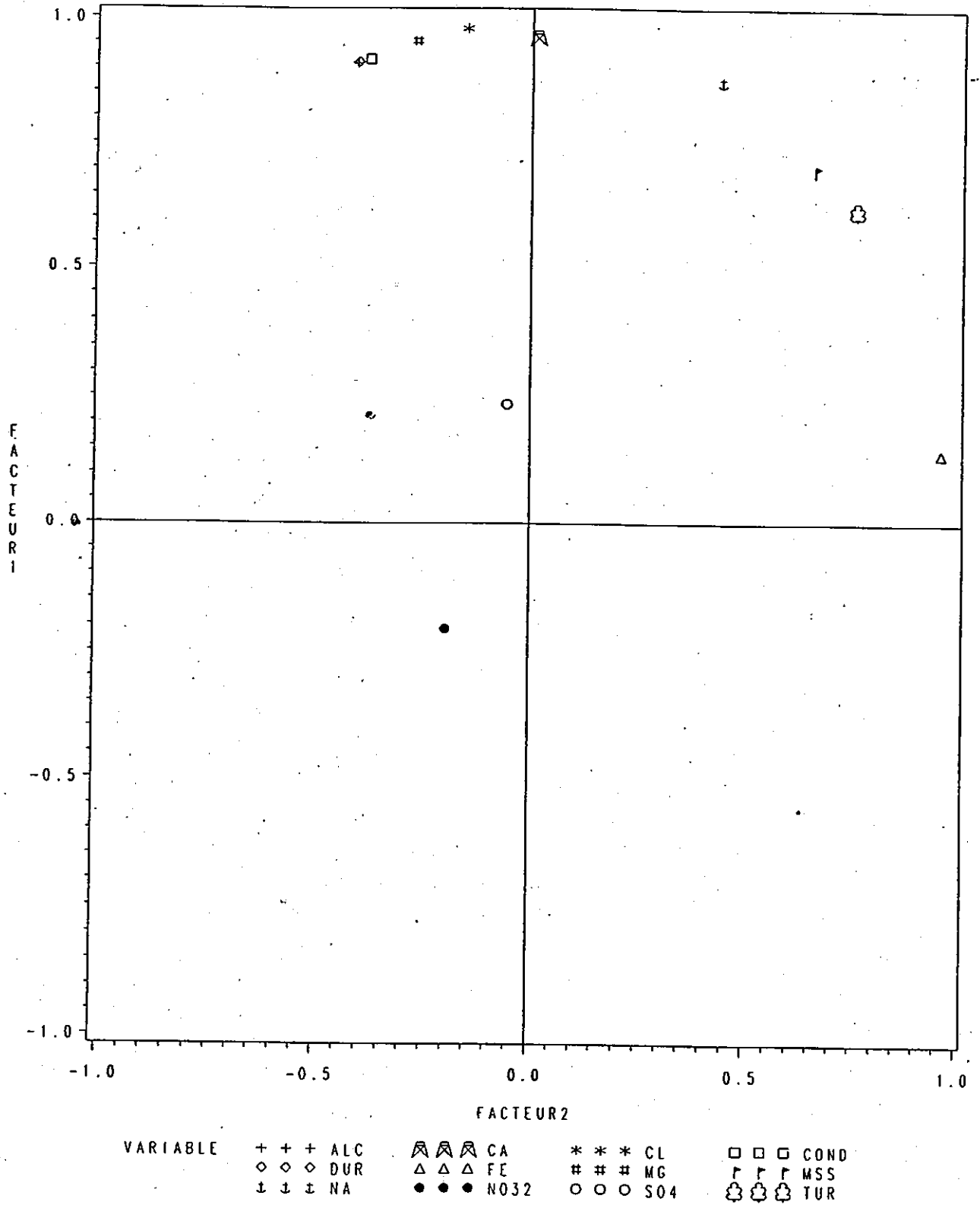


Figure 3.14: Représentation des variables sur les deux premiers axes de l'ACP-Été.

Facteur 2: Variance expliquée = 23.0%, Variance expliquée cumulée = 82%

Variables importantes: Turbidité (.76) | Fer (.96)

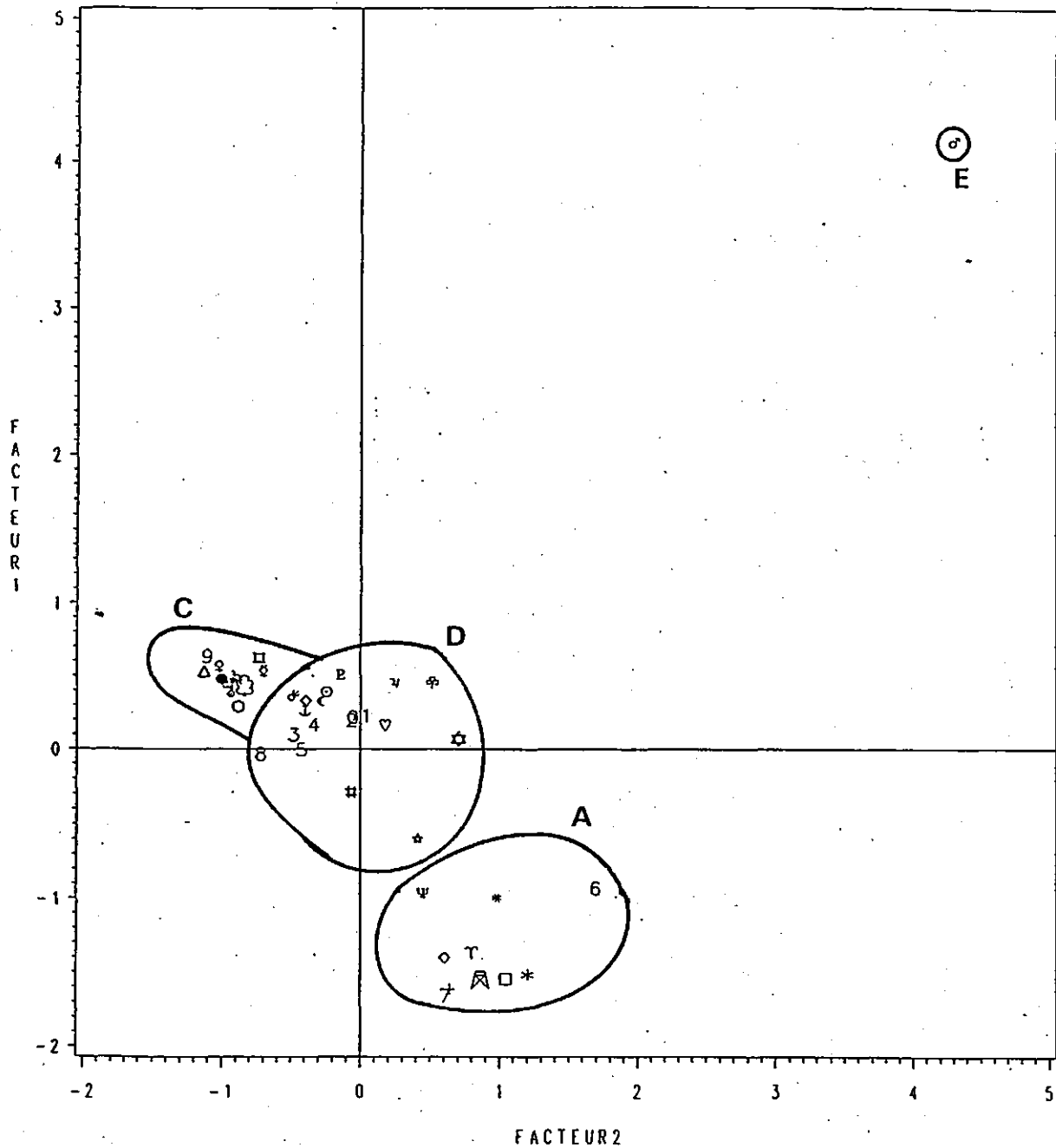
Interprétation: Encore une fois, le second axe est appelé "AXE DE TRANSPORT PARTICULAIRE", à cause du type de transport associé aux deux éléments (variables) importants sur cet axe.

Facteur 3: Variance expliquée = 8.8%, Variance expliquée cumulée = 90%

Variables importantes: Nitrates (.75)

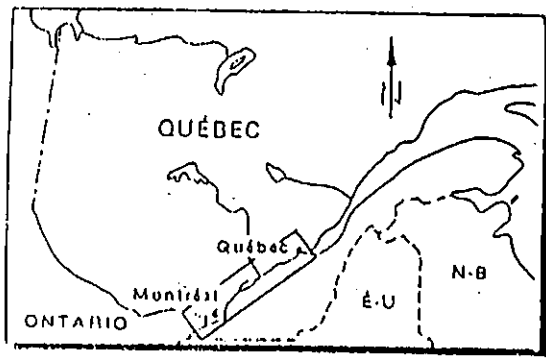
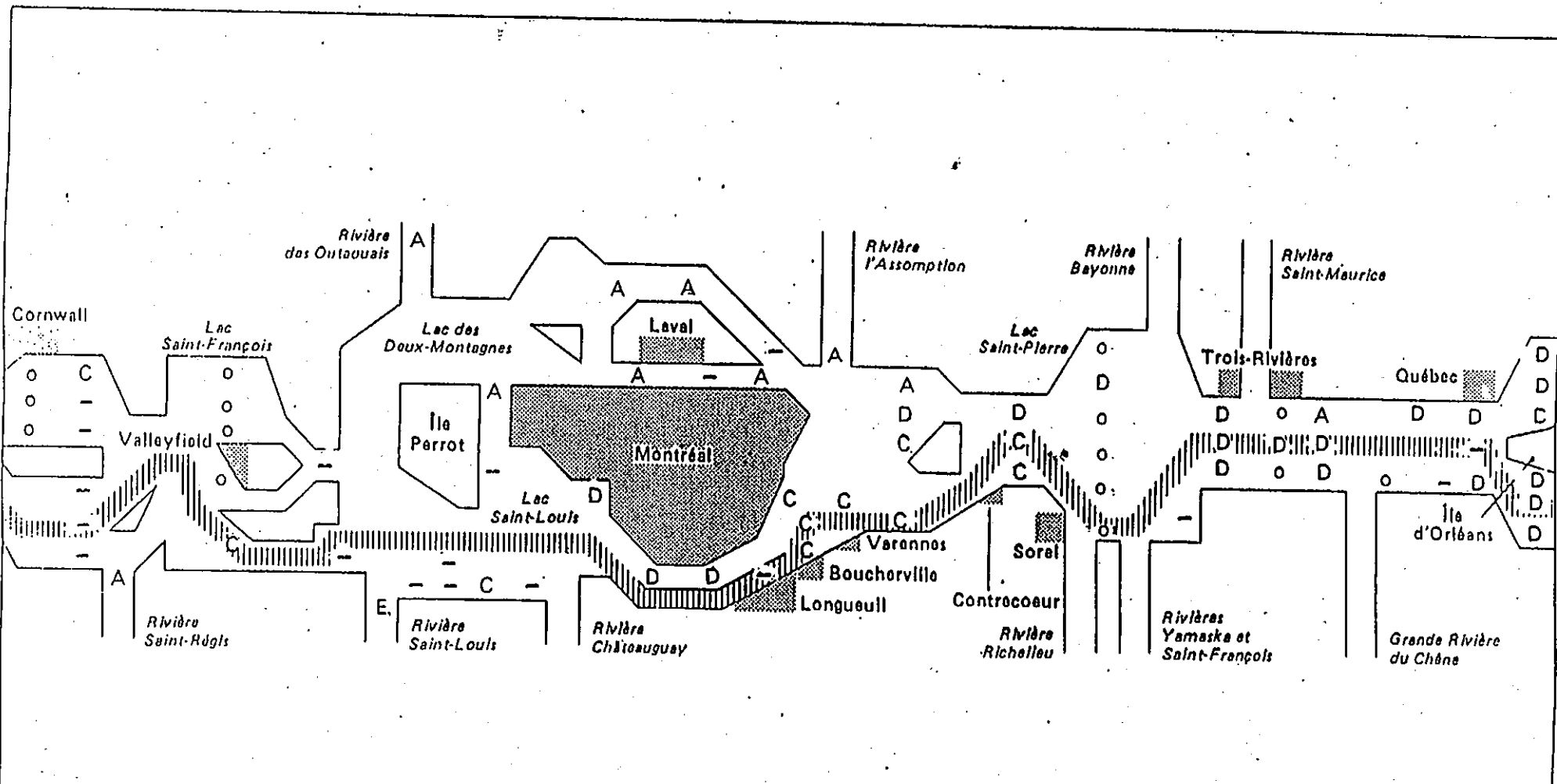
Interprétation: Comme seuls les nitrates sont importants sur cet axe, il sera nommé "AXE DES NITRATES".

Regroupements: La figure 3.15 montre la représentation des stations sur les deux premiers axes de l'ACP-Eté, les stations y sont regroupées en quatre groupes. Les différences importantes avec l'ACP générale sont: 1) les stations 9008, 9016 et 9018 passent du groupe A, Eau des Outaouais, dans l'ACP générale au groupe D, Eaux de mélange, dans cette ACP; 2) les stations 9021, 9023 et 9037 associées à l'Eau de Québec (B) dans l'ACP générale sont plutôt associées au groupe D ici, il ne reste donc aucune station associée au groupe B pour la saison été; 3) les stations 9014, 9015, 9017, 9027 et 9040 passent du groupe D, dans l'ACP générale au groupe C, Eau des Grands Lacs pour l'ACP-Eté. La station 9033 demeure une observation aux caractéristiques particulières. La figure 3.16 présente les groupes A, C, D et E sur la représentation schématique du fleuve. La figure 3.17 donne les résultats de la classification hiérarchique, la ligne pointillée montre des regroupements assez similaires aux regroupements obtenus à l'aide de l'ACP-Eté, on remarque de nouveau certaines différences dans les groupes C et D, comme ce fut le cas pour l'ACP générale et l'ACP-Printemps.



STATION	+	+	+	9001	⌘	⌘	⌘	9002	*	*	*	9003	□	□	□	9005	◇	◇	◇	9006
	△	△	△	9007	#	#	#	9008	Γ	Γ	Γ	9010	⊥	⊥	⊥	9011	●	●	●	9013
	○	○	○	9014	⊙	⊙	⊙	9015	*	*	*	9016	⊠	⊠	⊠	9017	☆	☆	☆	9018
	♥	♥	♥	9019	◇	◇	◇	9020	⊕	⊕	⊕	9021	⊗	⊗	⊗	9026	⋈	⋈	⋈	9037
	#	#	#	9027	♀	♀	♀	9028	⊖	⊖	⊖	9031	♂	♂	♂	9033	⋈	⋈	⋈	9058
	♂	♂	♂	9039	♂	♂	♂	9040	Ψ	Ψ	Ψ	9041	⊘	⊘	⊘	9056	<	<	<	9058
	♀	♀	♀	9060	*	*	*	9061	○	○	○	9062	1	1	1	9063	2	2	2	9064
	3	3	3	9065	4	4	4	9066	5	5	5	9067	6	6	6	9068	7	7	7	9069
	8	8	8	9073	9	9	9	9201	T	T	T	9207								

Figure 3.15: Représentation des individus (stations) sur les deux premiers axes de l'ACP-Été.



- ||||| Vole maritime
- station sans saisonnalité
- o station peu échantillonnée (MIN)

Figure 3.16: Représentation des groupes, obtenus à l'aide de l'ACP-Été, sur une illustration schématique du fleuve.

Automne

Vecteurs propres

Variable	Facteur 1	Facteur 2	Facteur 3	Variable	Facteur 1	Facteur 2	Facteur 3
COND	0.98	- 0.15	- 0.01	NA	0.82	0.34	- 0.18
TUR	0.43	0.80	- 0.14	MG	0.95	- 0.22	0.02
NO ₂₋₃	- 0.30	0.53	- 0.61	SO ₄	0.26	- 0.45	0.31
ALC	0.89	- 0.35	0.05	CL	0.98	0.11	- 0.06
MSS	0.27	0.80	0.38	CA	0.88	0.32	- 0.20
DUR	0.91	- 0.31	0.05	FE	- 0.02	0.61	0.72

Facteur 1: Variance expliquée = 52.3%, Variance expliquée cumulée = 52.3%

Variables importantes:	Conductivité	(.98)	Magnésium	(.95)
	Alcalinité	(.89)	Chlorures	(.98)
	Dureté	(.91)	Calcium	(.88)

Interprétation: Le premier axe représente de nouveau un "AXE DE TRANSPORT DISSOUS". La figure 3.18 montre la représentation des variables sur les deux premiers axes de cette ACP.

Facteur 2: Variance expliquée = 22.1%, Variance expliquée cumulée = 74%

Variables importantes:	Turbidité	(.80)	MSS	(.80)
------------------------	-----------	-------	-----	-------

Interprétation: Le second axe demeure un "AXE DE TRANSPORT PARTICULAIRE" pour la saison d'automne.

Facteur 3: Variance expliquée = 10.2%, Variance expliquée cumulée = 85%

Variables importantes:	Fer	(.72)
------------------------	-----	-------

Interprétation: Comme seul le fer est important sur cet axe, il sera nommé "AXE DU FER".

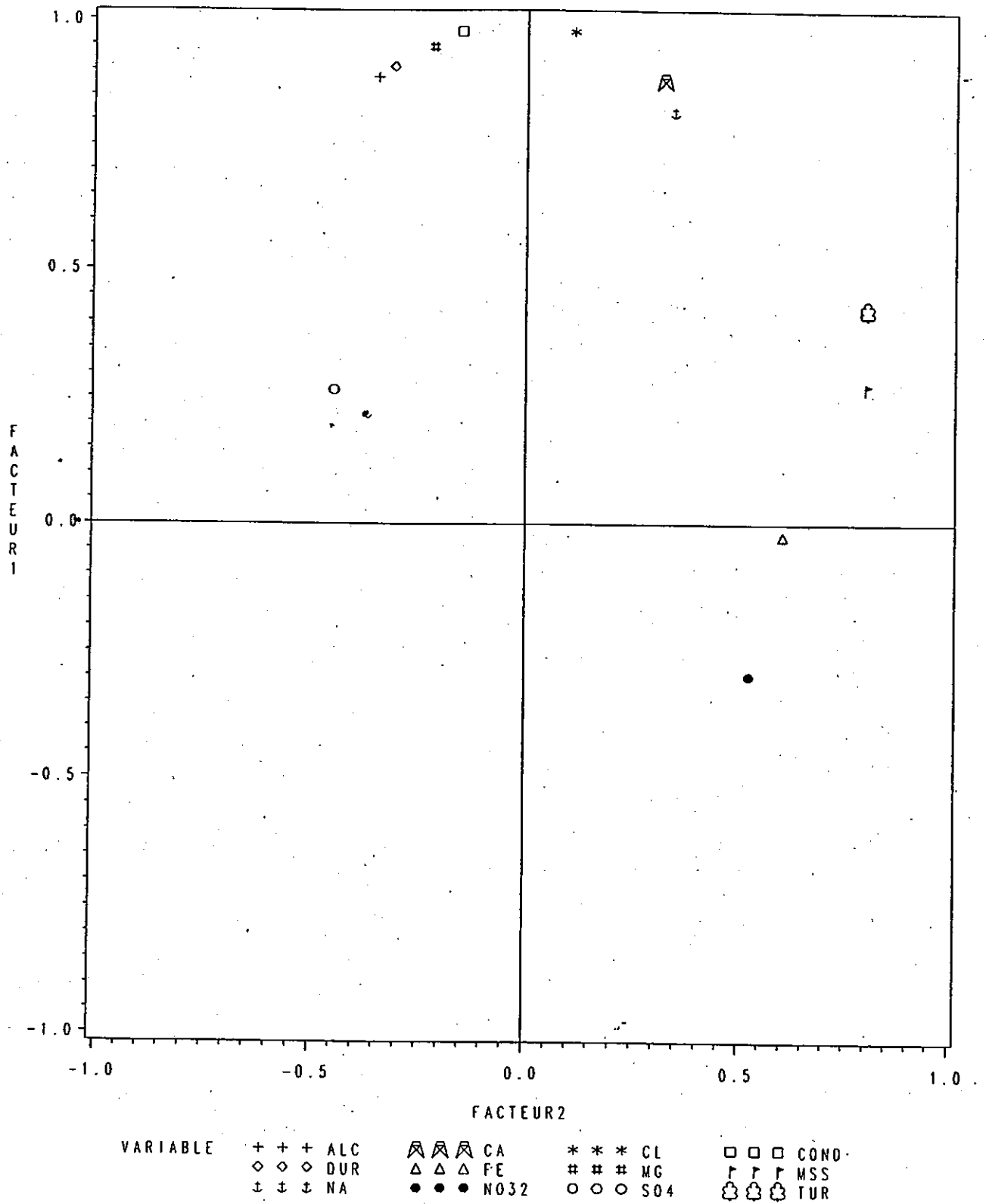


Figure 3.18: Représentation des variables sur les deux premiers axes de l'ACP-Automne.

Regroupements: La figure 3.19 montre la représentation des stations sur les deux premiers axes de l'ACP-Automne, les stations y sont regroupées en sept groupes. Les différences importantes avec l'ACP générale sont: 1) la formation d'un groupe G comprenant les stations 9018, 9019 et 9056; 2) l'isolement de la station 9207, comme ce fut le cas dans l'ACP-Printemps; 3) les stations 9011, 9014, 9015, 9017, 9026, 9027, 9040 et 9073 passent du groupe D dans l'ACP générale, au groupe C, Eau des Grands Lacs, pour l'ACP-Automne, il semble donc que l'eau provenant des Grands Lacs prend plus d'importance pour la saison d'automne puisqu'elle discrimine plusieurs stations associées, dans l'ACP générale, à des eaux de mélange. Ce phénomène était présent, mais pour un plus petit nombre de stations, lors de l'étude de la saison d'été. La station 9033 demeure une observation extrême. La figure 3.20 présente les groupes A à G sur la représentation schématique du fleuve. La figure 3.21 donne les résultats de la classification hiérarchique, la ligne pointillée montre un regroupement comprenant six groupes, les résultats sont alors assez semblables aux résultats obtenus à l'aide de l'ACP-Automne. Ces différences seront discutées à la section 3.2.3.

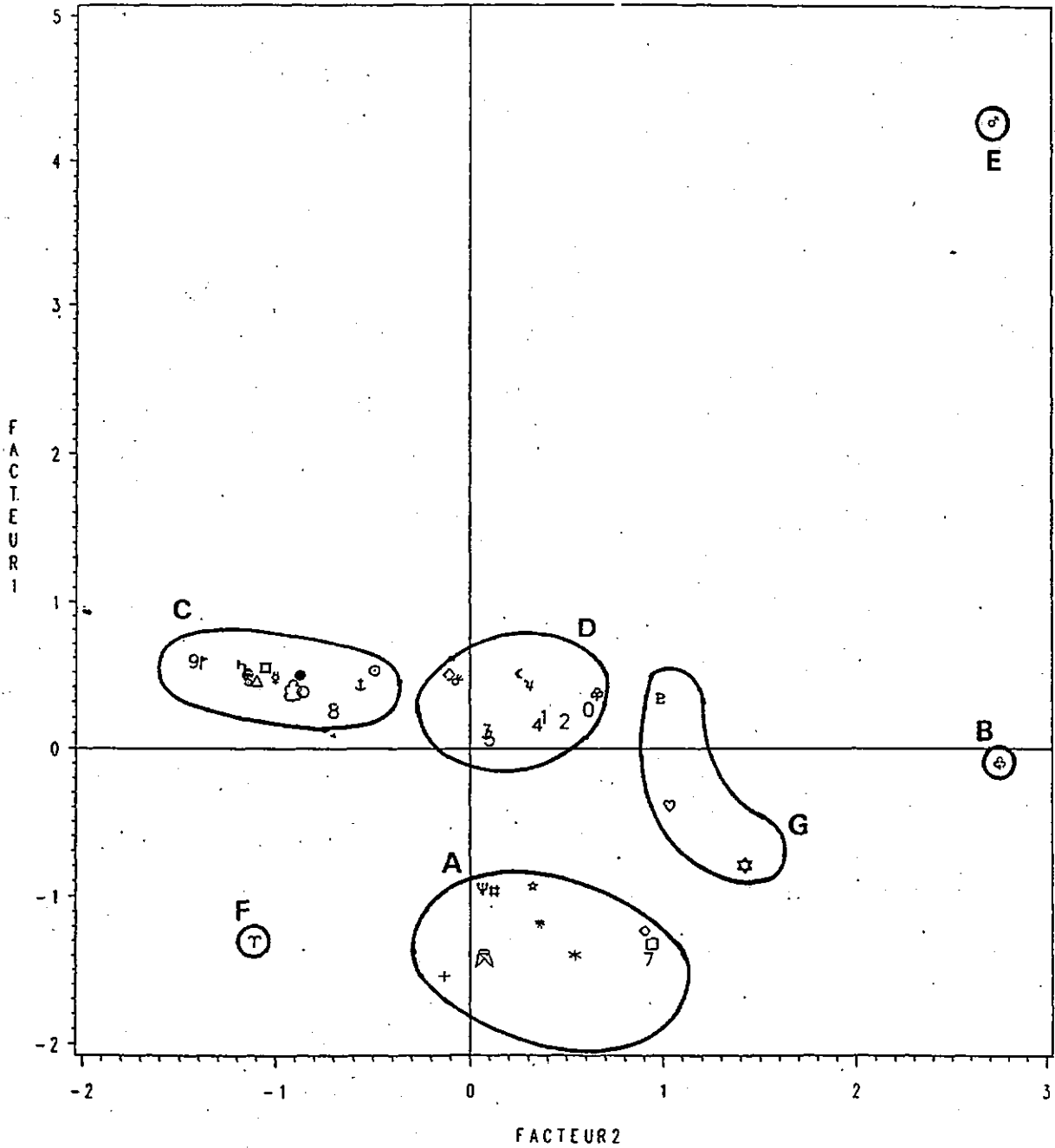
Hiver

Vecteurs propres

Variable	Facteur 1	Facteur 2	Facteur 3	Variable	Facteur 1	Facteur 2	Facteur 3
COND	0.98	- 0.11	- 0.02	NA	0.97	0.06	0.03
TUR	0.48	0.78	0.16	MG	0.96	- 0.25	- 0.07
NO ₂₋₃	0.89	0.22	0.13	SO ₄	0.24	- 0.47	- 0.83
ALC	0.90	- 0.39	- 0.13	CL	0.98	- 0.10	- 0.05
MSS	0.65	0.58	- 0.16	CA	0.94	- 0.13	- 0.08
DUR	0.87	- 0.44	- 0.16	FE	0.63	0.65	0.25

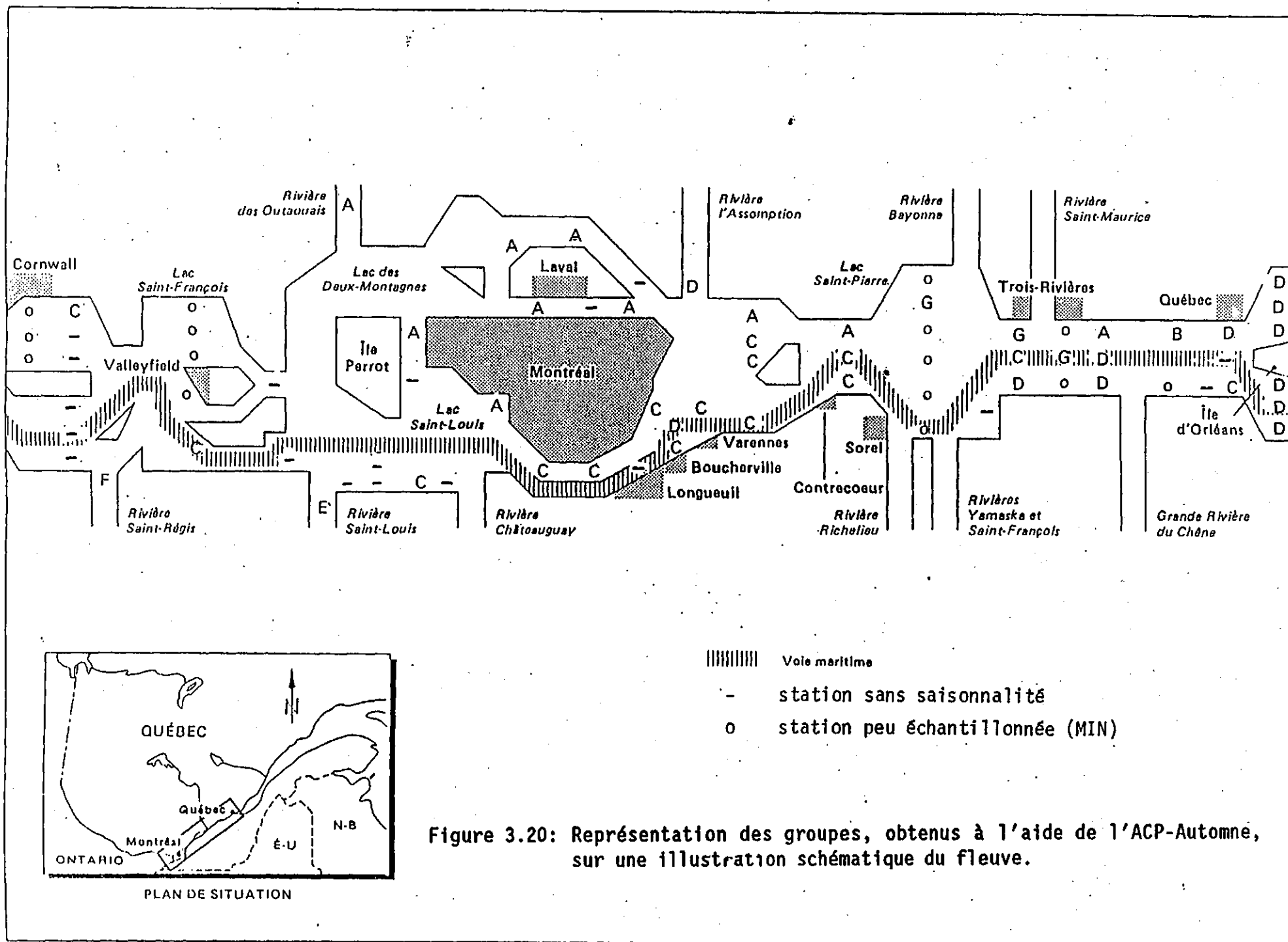
Facteur 1: Variance expliquée = 67.6%, Variance expliquée cumulée = 67.6%

Variables importantes:				
	Conductivité	(.98)	Sodium	(.97)
	Nitrates	(.89)	Magnésium	(.96)
	Alcalinité	(.90)	Chlorures	(.98)
	Dureté	(.87)	Calcium	(.94)



STATION	+	+	+	9001	⌘	⌘	⌘	9002	*	*	*	9003	□	□	□	9005	◇	◇	◇	9006
	Δ	Δ	Δ	9007	#	#	#	9008	Γ	Γ	Γ	9010	↓	↓	↓	9011	●	●	●	9013
	○	○	○	9014	⊙	⊙	⊙	9015	☆	☆	☆	9016	▣	▣	▣	9017	⊛	⊛	⊛	9018
	♥	♥	♥	9019	◇	◇	◇	9020	⊕	⊕	⊕	9021	⊗	⊗	⊗	9023	⊙	⊙	⊙	9026
	♯	♯	♯	9027	♀	♀	♀	9028	⊖	⊖	⊖	9031	♂	♂	♂	9033	⋈	⋈	⋈	9037
	ℎ	ℎ	ℎ	9039	♂	♂	♂	9040	Ψ	Ψ	Ψ	9041	ℰ	ℰ	ℰ	9056	<	<	<	9058
	♂	♂	♂	9060	*	*	*	9061	○	○	○	9062	1	1	1	9063	2	2	2	9064
	3	3	3	9065	4	4	4	9066	5	5	5	9067	6	6	6	9068	7	7	7	9069
	8	8	8	9073	9	9	9	9201	τ	τ	τ	9207								

Figure 3.19: Représentation des individus (stations) sur les deux premiers axes de l'ACP-Automne.



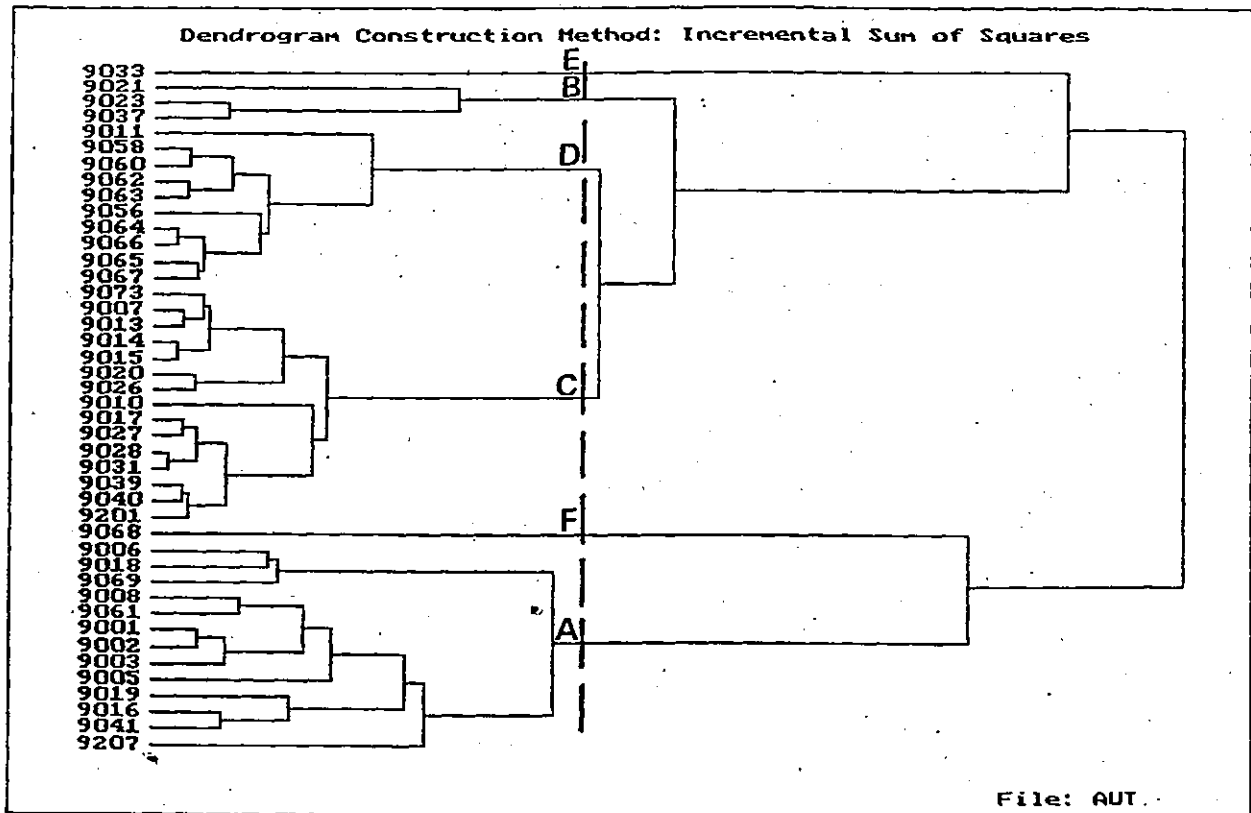


Figure 3.21: Résultats de la classification hiérarchique pour l'ensemble de données de l'ACP-Automne.

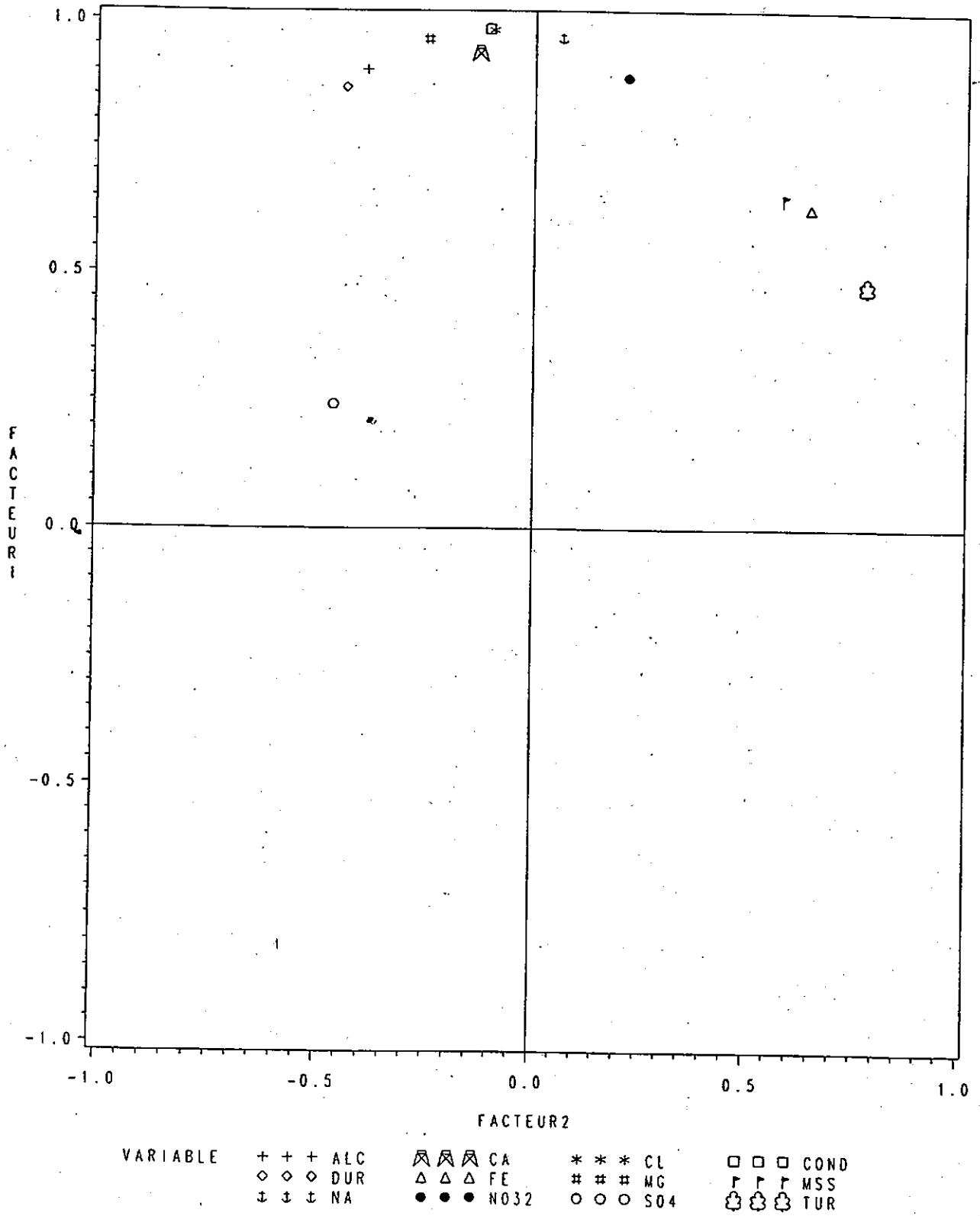


Figure 3.22: Représentation des variables sur les deux premiers axes de l'ACP-Hiver.

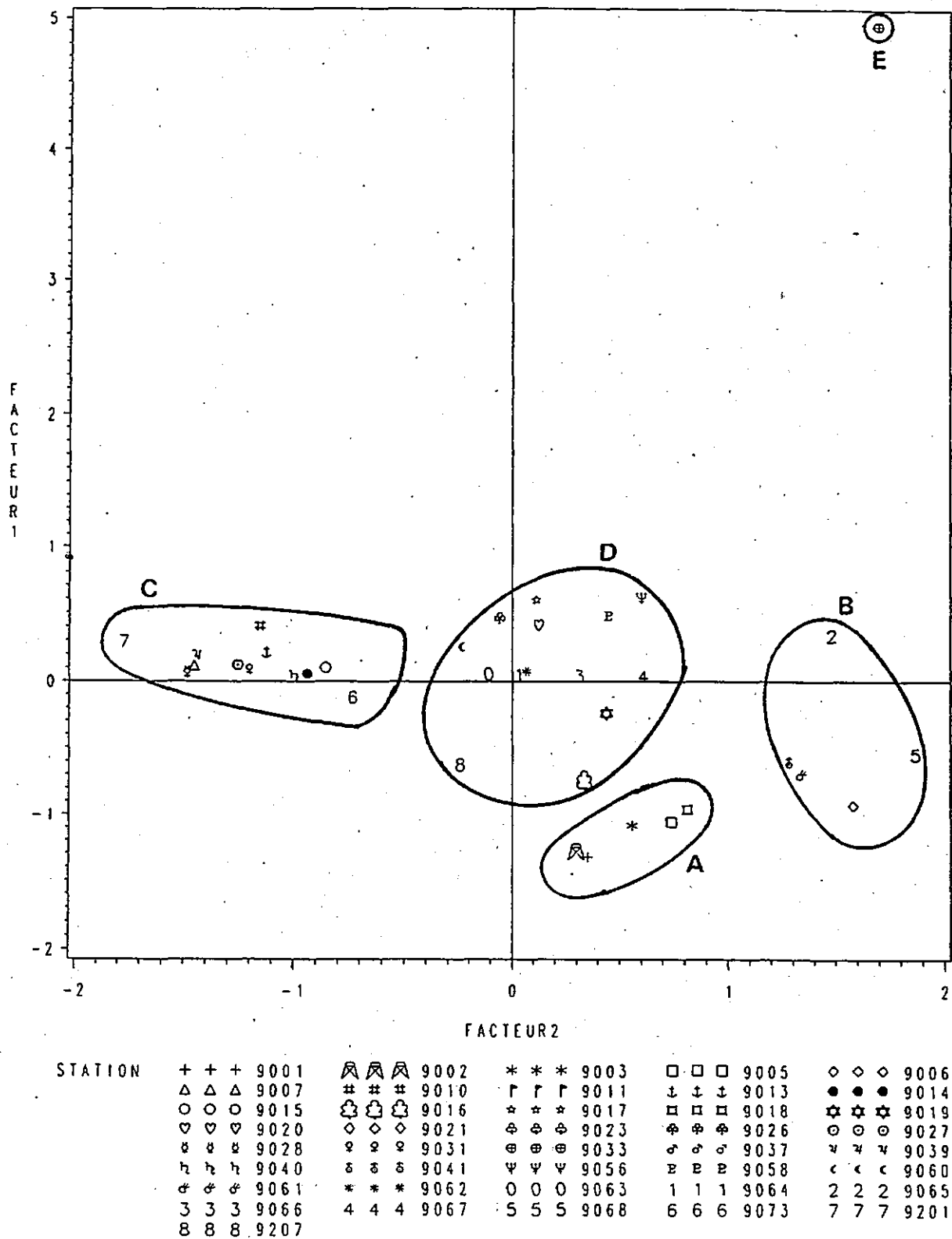
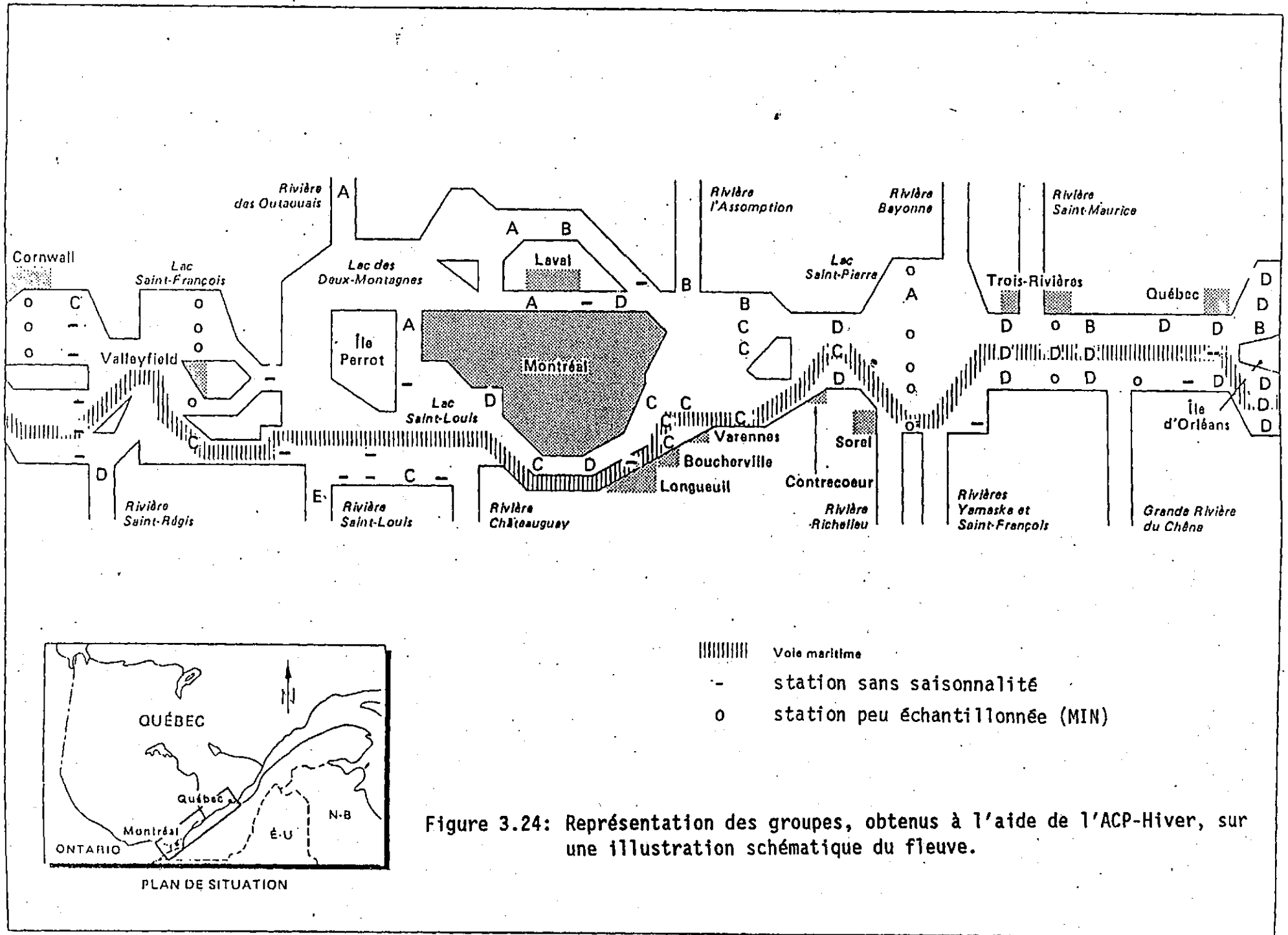


Figure 3.23: Représentation des individus (stations) sur les deux premiers axes de l'ACP-Hiver.



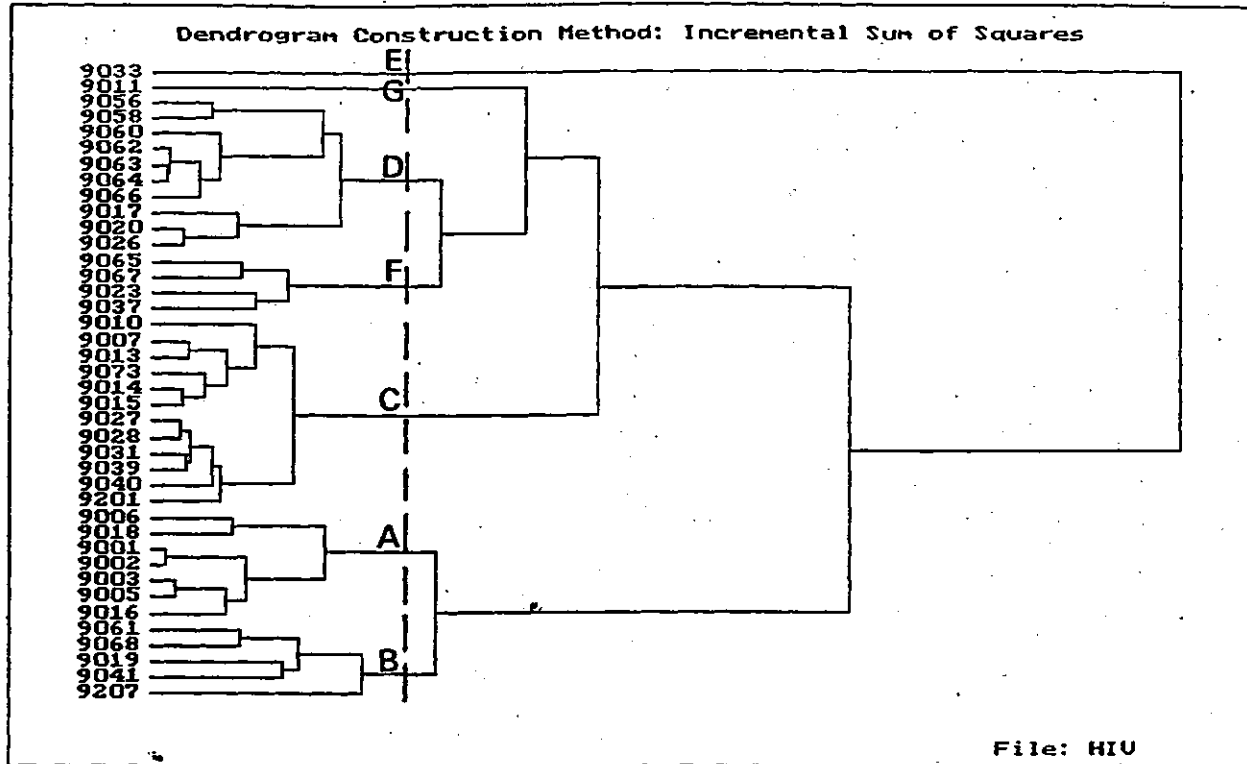


Figure 3.25: Résultats de la classification hiérarchique pour l'ensemble de données de l'ACP-Hiver.

stations 9014, 9015, 9027 et 9040 passent du groupe D dans l'ACP générale, au groupe C, Eau des Grands Lacs, pour cette ACP-Hiver. Ces quatre dernières stations se sont retrouvées dans le groupe C pour trois des quatre saisons malgré qu'elles aient été identifiées au groupe D dans l'ACP générale. Notons finalement que la station 9033 demeure une observation extrême. La figure 3.24 présente les groupes A à E sur la représentation schématique du fleuve. La figure 3.25 donne les résultats de la classification hiérarchique, la ligne pointillée définit un regroupement montrant des groupes assez semblables à ceux de l'ACP-Hiver. Pour trois stations 9011, 9023 et 9037 où un ou deux paramètres manquaient, ils ont été estimés par la moyenne générale de ces paramètres aux autres stations.

3.2 Typologie et zonation par la méthode de similarité des rapports

3.2.1 Méthode

La méthode classique (ACP, suivie d'analyse en clusters) commence par standardiser les paramètres pour équilibrer les variances, puis procède à la réduction de la dimensionnalité en projetant les points stations sur les premiers axes propres qui contribuent à l'essentiel de la variance. Les stations sont alors regroupées selon la grandeur des paramètres qui leur sont associés.

Poulton (1989) a présenté une nouvelle méthode de typologie, développée pour l'analyse de la contamination des sédiments dans laquelle une station n'est plus caractérisée par la grandeur de ses paramètres constitutifs, mais par leurs rapports; ainsi, un échantillon et ses multiples dilutions ont une représentation identique dans cette analyse.

Dans notre cas, nous pensons que les deux origines principales de l'eau (Grands Lacs et Outaouais) et que les apports des tributaires québécois pourraient être mieux discriminés par cette méthode que par la méthode classique, surtout si l'on considère l'origine géologique de la plupart des paramètres de la banque traitée. La méthode de similarité des rapports calcule les coefficients de similarité entre stations en utilisant tous les rapports typiques des paramètres de chaque station; cette matrice de corrélation donne lieu à une analyse de similarité (SPSS-PC, procédure "Matrix", option "Similar").

Un dendrogramme est ensuite établi en utilisant l'algorithme de liaison moyenne entre groupes (UPGMA = Unweighted Pair-Groups using Arithmetic Averages, selon Romesburg, 1984). Au vu de ce dendrogramme et des similarités entre groupes, on décide du nombre de clusters, puis, on calcule les coefficients de similarité intra- et extra-clusters, puis éventuellement les caractéristiques des paramètres de chaque regroupement.

3.2.2 Résultats

Les tableaux 32, 34, 36, 38, 40 et 42 présentent les dendrogrammes obtenus par la méthode des rapports similaires. Sur ces dendrogrammes, nous avons choisi un niveau d'agrégation en clusters similaire à celui des ACP qui définit des groupes A, B, C, D, E, etc...

Aux tableaux 33, 35, 37, 39, 41 et 43 nous présentons les coefficients de similarités intra- et extra-clusters pour les groupes ainsi constitués; la similarité à l'intérieur d'un groupe est par nature supérieure à la similarité entre groupes et la différence justifie les regroupements.

3.2.3 Comparaison des regroupements

Le tableau 44 présente une comparaison des différentes classifications des stations obtenues par différentes méthodes. La classification de référence est celle des ACP sur les médianes générales en 5 groupes. On note que dans la plupart des cas les classifications sont similaires, mais que, en été par exemple, la méthode de similarité des rapports discrimine davantage de groupes.

3.2.4 Caractéristiques des 5 regroupements principaux

Il est intéressant de mettre en évidence les caractéristiques qui différencient les différents regroupements de stations. Pour cette analyse nous avons utilisé les 5 groupes obtenus par l'analyse la plus générale (MEDGEN, section 3.1.1).

Tableau 32: Dendrogramme général (MEDGEN) (méthode des rapports similaires).

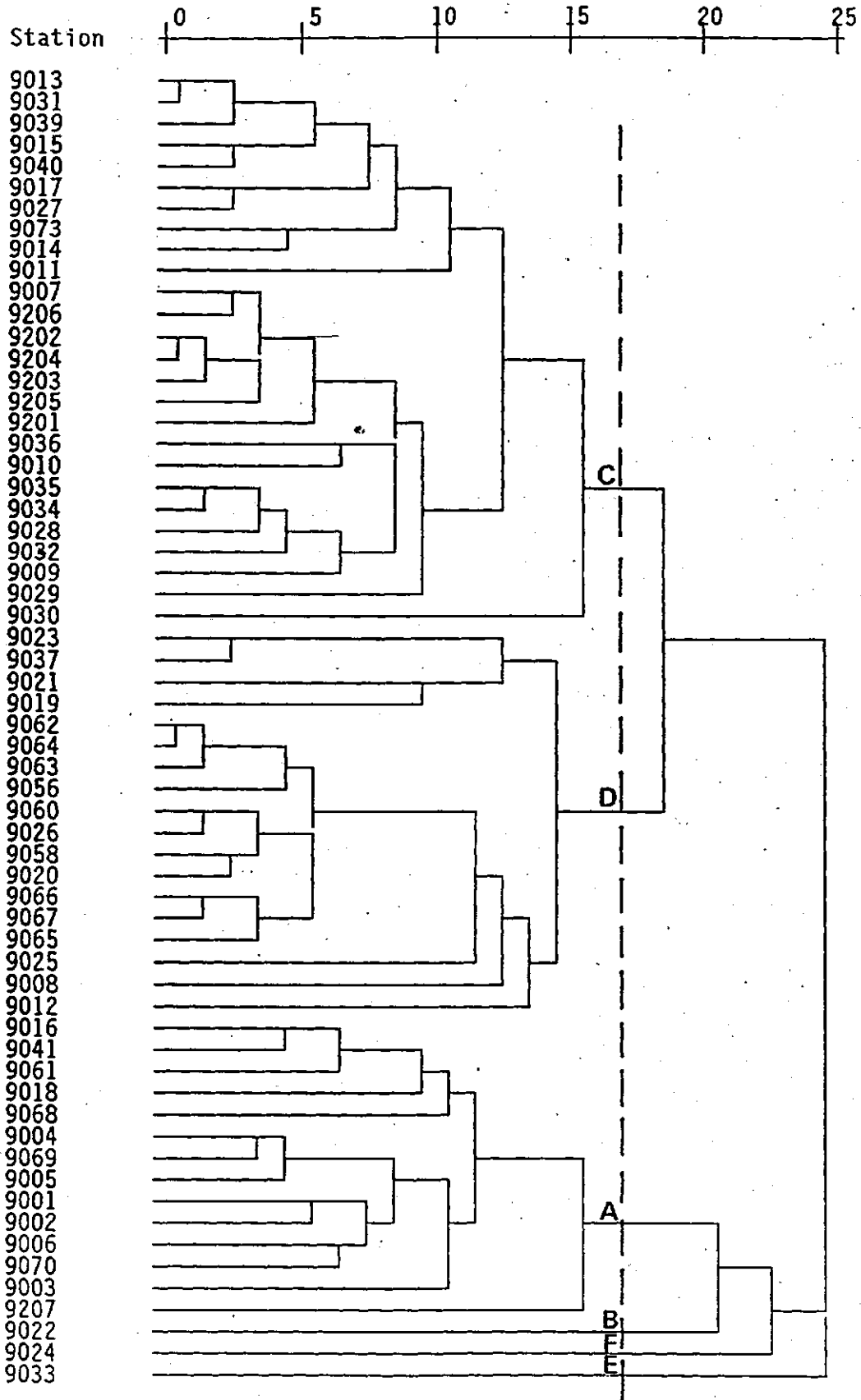


TABLEAU 33: Matrice des similarités sur les médianes générales (MEDGEN).

GROUPE		A	B	C	D	E	F
A	max =	0.896	0.710	0.671	0.843	0.607	0.673
	moy =	0.786	0.656	0.552	0.666	0.564	0.624
	min =	0.674	0.599	0.472	0.563	0.521	0.602
	et =	0.050	0.031	0.038	0.045	0.025	0.022
	n =	91	14	364	252	14	14
B	max =		0.000	0.556	0.684	0.589	0.590
	moy =		0.000	0.513	0.606	0.589	0.590
	min =		0.000	0.478	0.567	0.589	0.590
	et =		0.000	0.023	0.031	0.000	0.000
	n =		0	26	18	1	1
C	max =			0.944	0.866	0.623	0.622
	moy =			0.792	0.681	0.566	0.585
	min =			0.678	0.550	0.525	0.550
	et =			0.059	0.067	0.026	0.023
	n =			325	468	26	26
D	max =				0.937	0.652	0.744
	moy =				0.794	0.628	0.664
	min =				0.682	0.579	0.620
	et =				0.070	0.020	0.035
	n =				153	18	18
E	max =					-	0.544
	moy =					-	0.544
	min =					-	0.544
	et =					-	0.000
	n =						1
F	max =						-
	moy =						-
	min =						-
	et =						-
	n =						-

Tableau 34: Dendrogramme des données toxiques (banque MEDTOX) (méthode des rapports similaires).

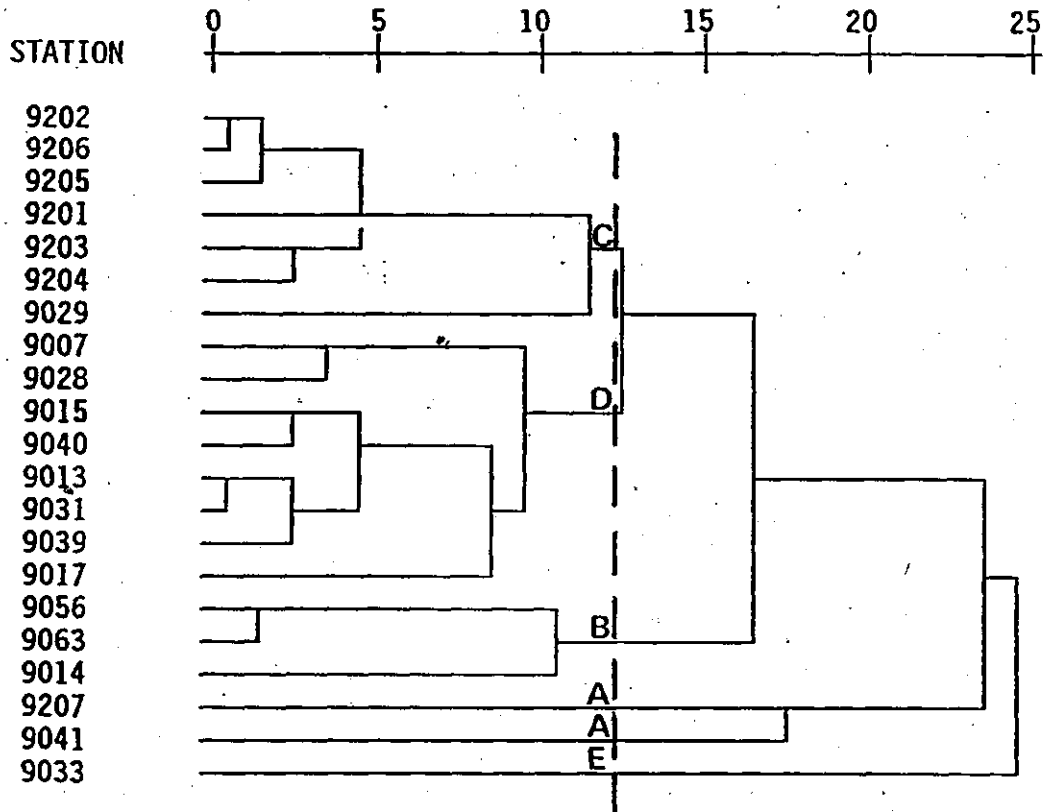


TABLEAU 35: Matrice des similarités pour les médianes générales de la banque des toxiques (MEDTOX).

GROUPE		A	B	C	D	E
A	max =	0.674	0.673	0.582	0.641	0.538
	moy =	0.674	0.621	0.551	0.585	0.525
	min =	0.674	0.571	0.524	0.527	0.511
	et =	-	0.043	0.017	0.038	0.019
	n =	1	6	14	16	2
B	max =		0.900	0.697	0.815	0.636
	moy =		0.812	0.625	0.722	0.609
	min =		0.765	0.568	0.646	0.581
	et =		0.076	0.039	0.043	0.028
	n =		3	21	24	3
C	max =			0.921	0.862	0.540
	moy =			0.834	0.745	0.526
	min =			0.723	0.672	0.512
	et =			0.059	0.040	0.011
	n =			21	56	7
D	max =				0.919	0.602
	moy =				0.823	0.577
	min =				0.737	0.552
	et =				0.048	0.014
	n =				28	8
E	max =					-
	moy =					-
	min =					-
	et =					-
	n =					0

Tableau 36: Dendrogramme de printemps (méthode des rapports similaires).

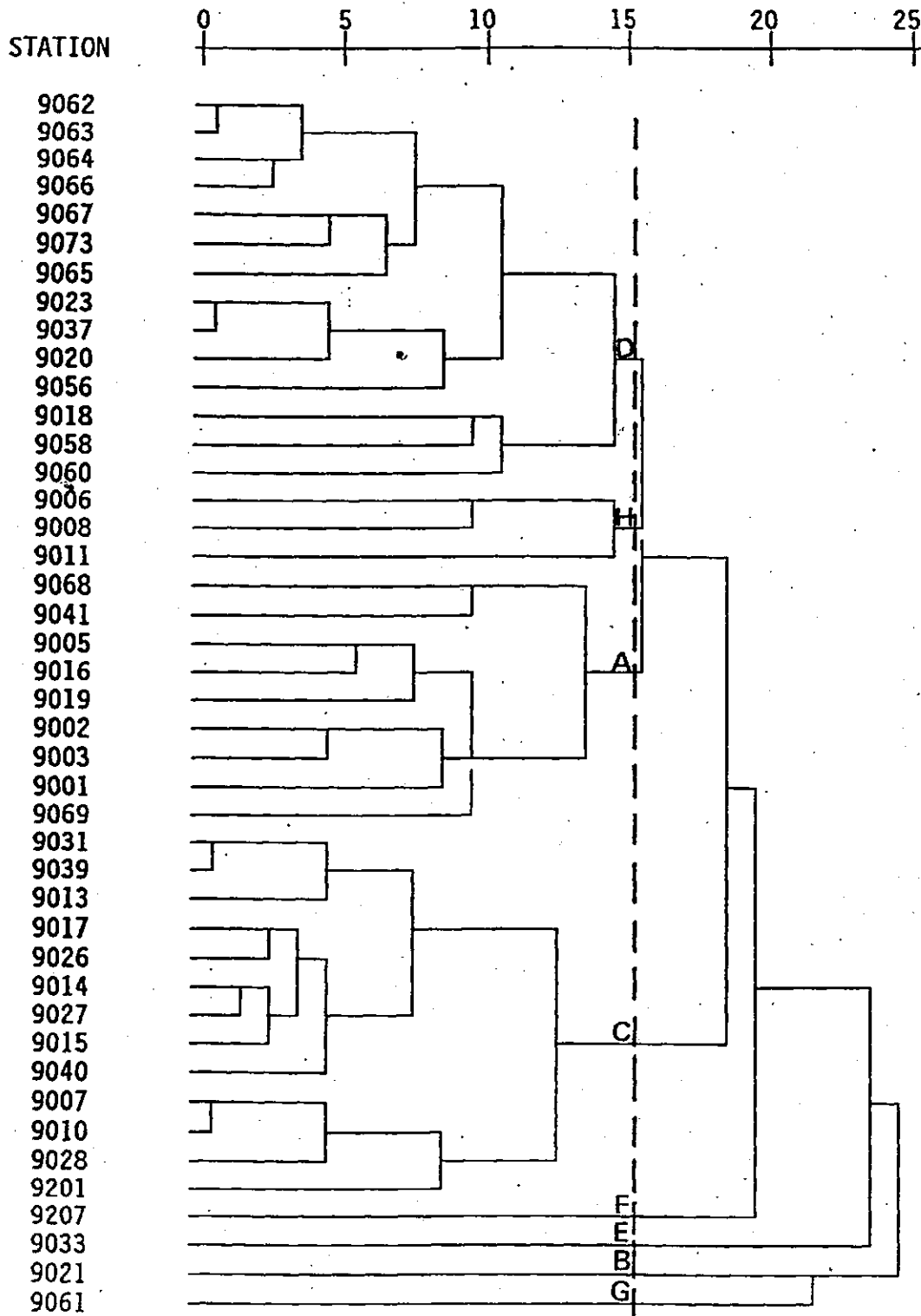


Tableau 38: Dendrogramme d'été (méthode des rapports similaires).

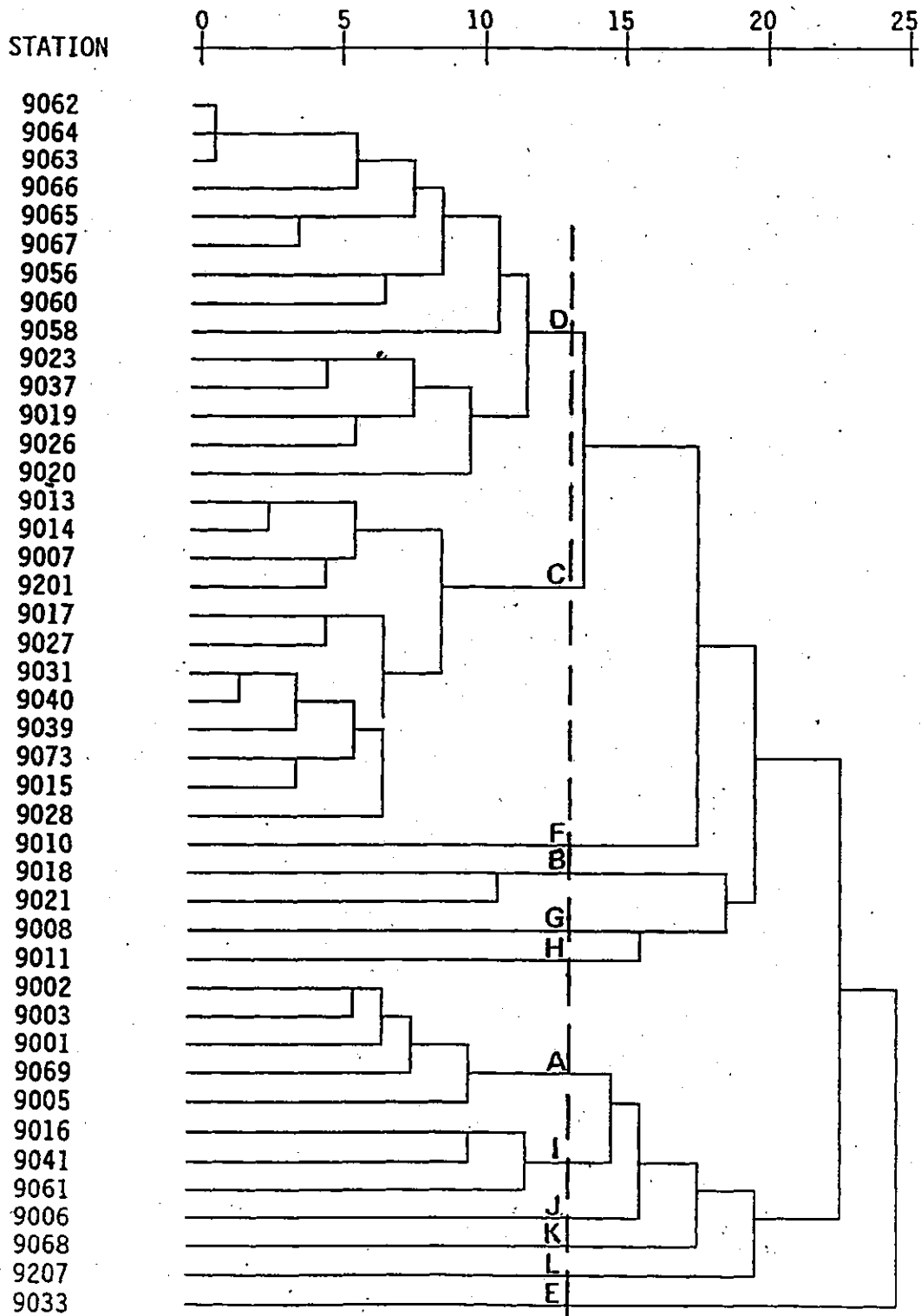


Tableau 40: Dendrogramme des regroupements en automne (méthode des rapports similaires).

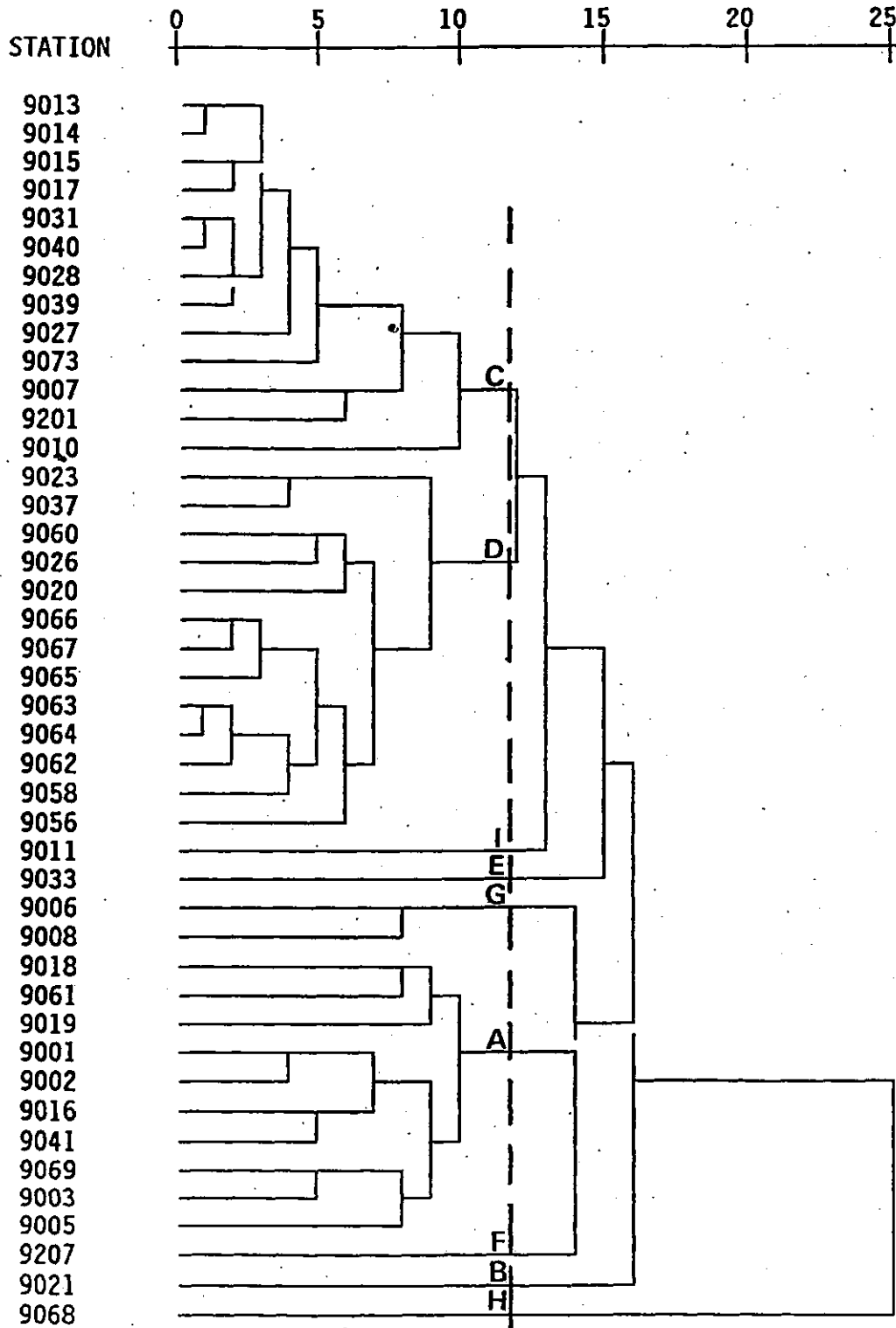


Tableau 42: Dendrogramme d'hiver (méthode des rapports similaires).

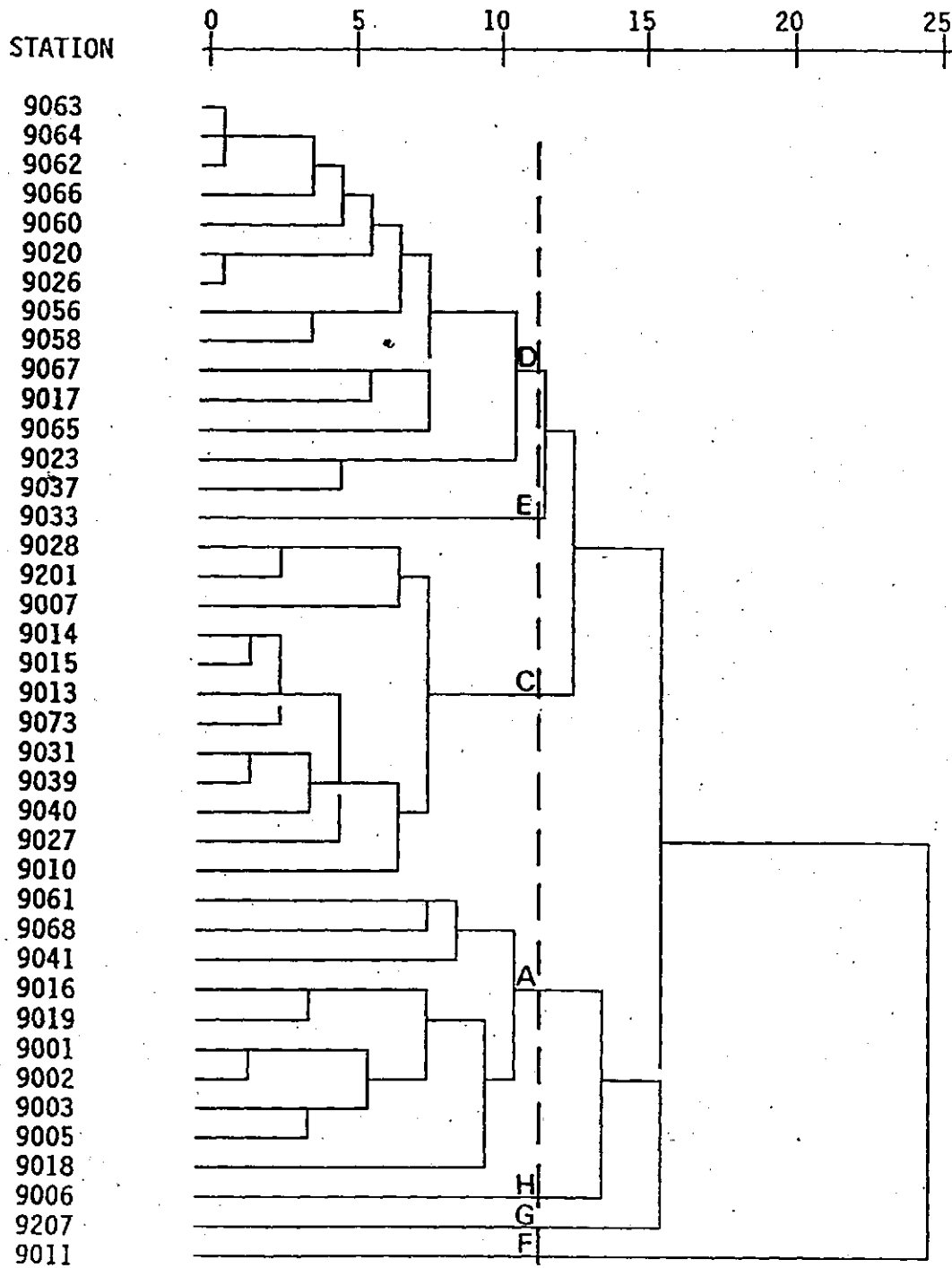


TABLEAU 44: Comparaison de la classification des stations par groupes de comportement similaires par différentes techniques.

Station	BANQUE MEDGEN			BANQUES SAISONNIERES									BANQUE MEDTOX			
	ACP	DENDRO	RAP-SIM	ACP			DENDRO			RAP-SIM			ACP	DENDRO	RAP-SIM	
				P	E	A	H	P	E	A	H	P				E	A	H
9001	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	.	.	.
9002	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	.	.	.
9003	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	.	.	.
9004	A	A	A	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
9005	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	.	.	.
9006	A	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A	H	J	G	H	.
9008	A	A	D	A	D	A	.	A	D	A	.	H	G	G	.	.
9016	A	A	A	A	D	A	D	A	A	A	A	A	I	A	A	.
9018	A	A	A	A	D	G	A	A	D	A	A	D	B	A	A	.
9041	A	A	A	A	A	A	B	A	A	A	B	A	I	A	A	A
9061	A	A	A	A	A	A	B	A	A	A	B	G	I	A	A	.
9068	A	A	A	A	A	D	B	A	A	F	B	A	K	H	A	.
9069	A	A	A	A	A	A	.	A	A	A	.	A	A	A	.	.
9207	A	A	A	F	A	F	D	A	A	A	B	F	L	F	G	A
9021	B	D	D	B	D	B	.	B	D	B	.	B	B	B	.	.
9022	B	B	B	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
9023	B	B	D	D	D	.	.	D	C	B	F	D	D	D	D	.
9024	B	B	F	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
9037	B	B	D	D	D	C	.	D	C	B	F	D	D	D	D	.
9202	C	C	C	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	C
9203	C	C	C	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	C
9204	C	C	C	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	C
9205	C	C	C	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	C
9206	C	C	C	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	C
9007	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	D
9201	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	D
9028	C	C	C	C	D	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	D
9035	C	C	C	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
9032	C	C	C	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
9034	C	C	C	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
9010	C	C	C	C	C	C	C	C	D	C	C	C	F	C	C	.
9029	C	C	C	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	C
9013	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	D
9036	C	C	C	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
9030	C	C	C	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
9039	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	D
9031	C	C	C	C	C	D	C	C	C	C	C	C	C	C	C	D
9009	C	C	C	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
9011	D	C	C	D	D	C	.	A	D	D	G	H	H	I	F	.
9012	D	C	D	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
9014	D	C	C	D	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B
9015	D	C	C	D	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	D
9017	D	C	C	D	C	C	D	C	C	C	D	C	C	C	D	D
9019	D	D	D	D	D	G	D	A	C	A	B	A	D	A	A	.
9020	D	D	D	D	D	D	D	D	C	C	D	D	D	D	D	.
9025	D	D	D	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
9026	D	D	D	D	D	C	D	C	C	C	D	C	D	D	D	.
9027	D	C	C	D	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	.
9040	D	C	C	D	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	D
9056	D	D	D	D	D	G	D	D	D	D	D	D	D	D	D	B
9058	D	D	D	B	D	D	D	B	D	D	D	D	D	D	D	.
9060	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	.
9062	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	.
9063	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	B
9064	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	.
9065	D	C	D	D	D	D	B	D	D	D	F	D	D	D	D	.
9066	D	C	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	.
9067	D	C	D	D	D	D	D	D	D	D	F	D	D	D	D	.
9073	D	C	C	D	D	C	C	D	D	C	C	D	C	C	C	.
9033	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E

station avec trop peu de données.

Le tableau 45 présente les caractéristiques de l'ensemble des paramètres pour chacun des groupes de stations A, B, C, D et E.

Le tableau 46 présente ces mêmes statistiques de base paramètre par paramètre.

3.3 Relations concentration-débit

La seule station, où les débits du fleuve sont mesurés est la station de Ville Lasalle (#Q020A0169). Pour étudier les relations concentration-débit, nous avons utilisé ces débits journaliers (sans correction pour taille de bassin versant) pour les prélèvements effectués à chacune des stations représentatives des zones homogènes mises en évidence précédemment (9015 = groupe D; 9023 = groupe B; 9033 = groupe E; 9041 = groupe A; 9202 = groupe C).

Les concentrations (c) de chaque paramètre mesuré ont été mises en régression avec le débit (Q) de la journée de l'échantillonnage selon la relation universelle $c = a Q^b$ (rating curve). "a" est un paramètre d'échelle et "b" un paramètre de variabilité: le signe du coefficient b de cette relation $c = a Q^b$ détermine l'existence d'effets de dilution ($b < 0$) ou de lessivage ($b > 0$).

Du tableau 47, il ressort qu'à part la station 9033, non représentative, les paramètres de transport dissous subissent des dilutions et ceux de transport particulaire sont sujets au lessivage.

3.4 Corrélations entre paramètres

Les tableaux 48 à 52 présentent pour les mêmes stations typiques, les corrélations de Spearman (non paramétriques) entre paramètres. Très généralement, on peut dire que, pour les cas où l'effet de débit, existe (relations concentration-débit significatives), les paramètres de transport dissous sont corrélés positivement entre eux, ainsi que ceux de transport particulaire et que ces deux classes de paramètres sont intercorrélés négativement. On voit donc que malgré les faibles variations de débit du fleuve ($\pm 20\%$), la composition de ses eaux est sensible à ces variations.

Tableau 45a: Caractéristiques statistiques du groupe A des stations.

PARAM	N	MOY	ET	CV	MIN	MAX	MED	
A_B	66	2.1995	1.9206	0.87	0.4	10	1.9	
ALC	329	29.1164	12.2092	0.42	7.5	78.6	27	
BPC	65	12.9169	15.4419	1.2	9	130	9	
CA	281	11.5621	4.5121	0.39	4.4	31.42	10.4	
CL	281	6.8206	4.3771	0.64	1.7	22.3	5.4	
COND	500	107.83	47.6684	0.44	40	605	95	
COT	125	7.1904	2.5932	0.36	3.4	16	6.5	
COUL	294	85.5986	102.636	1.2	20	944	62.5	
CU	394	0.0049	0.012	2.45	0	0.13	0.002	
DUR	325	42.6252	17.1652	0.4	13.8	125.3	39.1	
FE	376	0.5979	0.7966	1.33	0.009	7.55	0.423	
GROUPE A	LIN	65	0.7851	0.504	0.64	0.4	3.74	0.7
	MG	283	2.8908	1.0807	0.37	0.7	6.9	2.7
MN	363	0.0291	0.0335	1.15	0.005	0.47	0.022	
MSS	378	10.4101	20.2613	1.95	1	229	5	
NI	398	0.0031	0.0226	7.34	0	0.45	0.001	
NO2-3	445	0.1859	0.1186	0.64	0.005	1.03	0.18	
PH	506	7.314	0.4632	0.06	2.8	8.9	7.3	
P	476	0.0628	0.0545	0.87	0.008	0.91	0.053	
PB	399	0.0015	0.0017	1.12	0	0.02	0.001	
K	277	0.9773	0.3381	0.35	0.4	2.9	0.96	
NA	283	4.6498	2.5473	0.55	0.8	16	3.9	
SO4	277	12.3874	3.5885	0.29	6.2	32.3	11.5	
TUR	503	6.769	9.785	1.45	0.8	85	4.3	
ZN	353	0.015	0.0456	3.04	0.001	0.68	0.004	

Tableau 45b: Caractéristiques statistiques du groupe B des stations.

PARAM	N	MOY	ET	CV	MIN	MAX	MED	
A_B	4	1	0	0	1	1	1	
ALC	67	62.2791	19.6093	0.31	11.6	137	59	
BPC	4	13.75	4.7871	0.35	10	20	12.5	
CA	49	24.9173	5.1553	0.21	10.1	33	24.5	
CL	49	16.6041	4.877	0.29	5.8	30.5	14.6	
COND	155	218.142	58.062	0.27	64	500	214	
COT	20	8.365	2.4097	0.29	4.3	13	8.85	
COUL	49	68.4898	80.2081	1.17	5	320	30	
CU	93	0.0061	0.0106	1.76	0.001	0.07	0.003	
DUR	60	89.455	23.1307	0.26	24.9	175	85.55	
FE	83	1.154	1.206	1.05	0.11	6.57	0.75	
GROUPE B	LIN	4	1.5	1	0.67	1	3	1
MG	49	5.3918	1.1774	0.22	2	10.3	5.2	
MN	78	0.0573	0.0794	1.39	0.007	0.49	0.036	
MSS	91	28.0879	29.7182	1.06	4	195	18	
NI	91	0.0033	0.0026	0.78	0.001	0.01	0.003	
NO2-3	125	0.1727	0.1173	0.68	0.005	0.62	0.16	
PH	155	7.5929	0.3677	0.05	6.6	8.8	7.6	
P	140	0.0699	0.0509	0.73	0.001	0.38	0.053	
PB	93	0.0027	0.0037	1.36	0.001	0.03	0.001	
K	47	1.3447	0.3181	0.24	1	2.9	1.3	
NA	49	9.3408	3.1242	0.33	3.3	24.4	8.2	
SO4	49	20.0245	4.0788	0.2	10.4	28.9	19.6	
TUR	154	12.7149	14.2905	1.12	1	90	6.95	
ZN	61	0.0192	0.0274	1.43	0.001	0.12	0.011	

Tableau 45c: Caractéristiques statistiques du groupe C des stations.

PARAM	N	MOY	ET	CV	MIN	MAX	MED
A_B	307	4.2086	3.0536	0.73	0.4	18	3.8
ALC	522	87.6362	7.6595	0.09	46.1	180.6	87.8
BPC	297	14.5323	23.4311	1.61	3	360	10
CA	385	35.5994	2.2011	0.06	29	52	35.6
CL	390	23.0813	1.7542	0.08	18	34.5	22.9
COND	752	291.1	30.8708	0.11	153	465	296
COT	214	5.8528	4.6187	0.79	0.6	24	3.5
COUL	489	20.5828	19.2827	0.94	1	199	18
CU	558	0.0024	0.0117	4.83	0.001	0.26	0.001
DUR	506	125.587	7.1689	0.06	98	185	126
FE	506	0.1505	0.27	1.79	0.01	5.05	0.11
GROUPE C LIN	305	1.1407	1.0316	0.9	0.4	9	1
MG	394	7.6464	0.6112	0.08	5.7	10.5	7.7
MN	496	0.0113	0.0103	0.91	0.001	0.16	0.01
MSS	596	4.656	8.2058	1.76	1	179	3
NI	559	0.0017	0.002	1.17	0.001	0.02	0.001
NO2-3	666	0.1667	0.1287	0.77	0.005	2.3	0.15
PH	784	8.0885	0.3619	0.04	6.4	8.9	8.2
P	666	0.0238	0.0304	1.28	0.001	0.55	0.018
PB	561	0.0011	0.001	0.9	0	0.01	0.001
K	387	1.4299	0.2521	0.18	0.9	4.9	1.4
NA	394	11.1685	1.2711	0.11	8	26.3	11.1
SO4	389	27.2416	2.7071	0.1	7.6	39.4	27.4
TUR	780	2.2717	1.9575	0.86	0.4	26	1.9
ZN	483	0.0092	0.0278	3.02	0.001	0.39	0.003

Tableau 45d: Caractéristiques statistiques du groupe D des stations.

PARAM	N	MOY	ET	CV	MIN	MAX	MED
A_B	91	3.4924	3.2763	0.94	0.4	20.4	2.8
ALC	554	74.2045	11.9525	0.16	18.2	96.9	76.45
BPC	90	14.9656	12.0314	0.8	9	74.7	9
CA	508	30.5099	4.5804	0.15	8.1	38.4	31.1
CL	511	20.3008	3.3918	0.17	5.4	34.2	20.7
COND	717	258.898	47.5076	0.18	75	353	266
COT	266	5.662	3.8605	0.68	1.4	21.4	4.05
COUL	510	56.2078	65.5667	1.17	5	944	43
CU	614	0.0046	0.0184	4.02	0.001	0.33	0.002
DUR	557	107.367	16.7674	0.16	25.7	137.9	110
FE	590	0.4729	0.5927	1.25	0.009	7.53	0.32
LIN	89	0.744	0.7792	1.05	0.4	7	0.5
MG	520	6.7306	1.1279	0.17	2.1	9.9	6.9
MN	581	0.0213	0.0231	1.08	0.002	0.25	0.017
MSS	593	10.4857	12.6718	1.21	1	199	7
NI	615	0.002	0.0016	0.83	0.001	0.02	0.002
NO2-3	674	0.2036	0.1154	0.57	0.005	1	0.18
PH	719	7.9323	0.3709	0.05	6.4	8.8	8
P	692	0.0444	0.0429	0.97	0.001	0.83	0.036
PB	618	0.0014	0.002	1.43	0	0.04	0.001
K	509	1.4145	0.2655	0.19	0.6	3.4	1.4
NA	520	10.3417	1.773	0.17	3	20.1	10.4
SO4	508	25.1596	3.5177	0.14	12.2	40.7	25.5
TUR	715	6.2368	7.7023	1.23	0.4	77	4.4
ZN	554	0.0137	0.059	4.32	0.001	0.97	0.005

GROUPE
D

Tableau 45e: Caractéristiques statistiques du groupe E des stations.

PARAM	N	MOY	ET	CV	MIN	MAX	MED
A_B	6	1.3317	0.5163	0.39	0.4	1.74	1.54
ALC	21	134.881	33.9149	0.25	94.1	203.7	122.3
BPC	6	19.8667	18.6526	0.94	9	54.3	9
CA	13	53.1723	11.4767	0.22	40.7	79.8	48
CL	12	103.892	66.2933	0.64	27.8	246	99.25
COND	40	586.625	258.394	0.44	76	1480	551
COT	10	9.62	3.7222	0.39	4.3	15	10.5
COUL	19	258.579	74.1323	0.29	60	389	279
CU	27	0.0031	0.0008	0.26	0.001	0	0.003
DUR	21	196.333	47.7761	0.24	141.1	337.6	177.2
FE	24	1.2056	0.6429	0.53	0.27	2.82	1.1
GROUPE E	6	0.5667	0.4082	0.72	0.4	1.4	0.4
LIN	13	16.8769	6.841	0.41	6.8	33.6	17.1
MN	24	0.07	0.0574	0.82	0.004	0.23	0.06
MSS	27	29.963	12.7565	0.43	7	62	26
NI	27	0.0035	0.0038	1.06	0.001	0.02	0.003
NO2-3	30	0.3205	0.4891	1.53	0.005	2.35	0.125
PH	41	8.1512	0.3107	0.04	7.5	8.9	8.1
P	29	0.1073	0.0407	0.38	0.028	0.2	0.097
PB	27	0.0012	0.0008	0.68	0.001	0.01	0.001
K	13	3.6577	1.5539	0.42	2.17	6.78	3
NA	13	74.7538	44.7697	0.6	20.9	174.9	63.8
SO4	13	76.8769	31.4646	0.41	36.1	144	77.3
TUR	40	25.64	14.3595	0.56	2.1	54.5	25.25
ZN	23	0.0117	0.0196	1.68	0.001	0.08	0.006

Tableau 46a: Comparaison des paramètres entre groupe de stations.

PAR	GRP	NB	MOY	ET	CV	MIN	MAX	MED
A_B	A	66	2.199	1.920	0.87	0.4	10	1.9
	B	4	1	0	0	1	1	1
	C	307	4.208	3.053	0.73	0.4	18	3.8
	D	91	3.492	3.276	0.94	0.4	20.4	2.8
	E	6	1.331	0.516	0.39	0.4	1.74	1.54
ALC	A	329	29.11	12.20	0.42	7.5	78.6	27
	B	67	62.27	19.60	0.31	11.6	137	59
	C	522	87.63	7.659	0.09	46.1	180.6	87.8
	D	554	74.20	11.95	0.16	18.2	96.9	76.45
	E	21	134.8	33.91	0.25	94.1	203.7	122.3
BPC	A	65	12.91	15.44	1.2	9	130	9
	B	4	13.75	4.787	0.35	10	20	12.5
	C	297	14.53	23.43	1.61	3	360	10
	D	90	14.96	12.03	0.8	9	74.7	9
	E	6	19.86	18.65	0.94	9	54.3	9
CA	A	281	11.56	4.512	0.39	4.4	31.42	10.4
	B	49	24.91	5.155	0.21	10.1	33	24.5
	C	385	35.59	2.201	0.06	29	52	35.6
	D	508	30.50	4.580	0.15	8.1	38.4	31.1
	E	13	53.17	11.47	0.22	40.7	79.8	48
CL	A	281	6.820	4.377	0.64	1.7	22.3	5.4
	B	49	16.60	4.877	0.29	5.8	30.5	14.6
	C	390	23.08	1.754	0.08	18	34.5	22.9
	D	511	20.30	3.391	0.17	5.4	34.2	20.7
	E	12	103.8	66.29	0.64	27.8	246	99.25

Tableau 46b: Comparaison des paramètres entre groupe de stations.

PAR	GRP	NB	MOY	ET	CV	MIN	MAX	MED
COND	A	500	107.8	47.66	0.44	40	605	95
	B	155	218.1	58.06	0.27	64	500	214
	C	752	291.1	30.87	0.11	153	465	296
	D	717	258.8	47.50	0.18	75	353	266
	E	40	586.6	258.3	0.44	76	1480	551
COT	A	125	7.190	2.593	0.36	3.4	16	6.5
	B	20	8.365	2.409	0.29	4.3	13	8.85
	C	214	5.852	4.618	0.79	0.6	24	3.5
	D	266	5.662	3.860	0.68	1.4	21.4	4.05
	E	10	9.62	3.722	0.39	4.3	15	10.5
COUL	A	294	85.59	102.6	1.2	20	944	62.5
	B	49	68.48	80.20	1.17	5	320	30
	C	489	20.58	19.28	0.94	1	199	18
	D	510	56.20	65.56	1.17	5	944	43
	E	19	258.5	74.13	0.29	60	389	279
CU	A	394	0.004	0.012	2.45	0	0.13	0.002
	B	93	0.006	0.010	1.76	0.001	0.07	0.003
	C	558	0.002	0.011	4.83	0.001	0.26	0.001
	D	614	0.004	0.018	4.02	0.001	0.33	0.002
	E	27	0.003	0.000	0.26	0.001	0	0.003
DUR	A	325	42.62	17.16	0.4	13.8	125.3	39.1
	B	60	89.45	23.13	0.26	24.9	175	85.55
	C	506	125.5	7.168	0.06	98	185	126
	D	557	107.3	16.76	0.16	25.7	137.9	110
	E	21	196.3	47.77	0.24	141.1	337.6	177.2

Tableau 46c: Comparaison des paramètres entre groupe de stations.

PAR	GRP	NB	MOY	ET	CV	MIN	MAX	MED
FE	A	376	0.597	0.796	1.33	0.009	7.55	0.423
	B	83	1.154	1.206	1.05	0.11	6.57	0.75
	C	506	0.150	0.27	1.79	0.01	5.05	0.11
	D	590	0.472	0.592	1.25	0.009	7.53	0.32
	E	24	1.205	0.642	0.53	0.27	2.82	1.1
LIN	A	65	0.785	0.504	0.64	0.4	3.74	0.7
	B	4	1.5	1	0.67	1	3	1
	C	305	1.140	1.031	0.9	0.4	9	1
	D	89	0.744	0.779	1.05	0.4	7	0.5
	E	6	0.566	0.408	0.72	0.4	1.4	0.4
MG	A	283	2.890	1.080	0.37	0.7	6.9	2.7
	B	49	5.391	1.177	0.22	2	10.3	5.2
	C	394	7.646	0.611	0.08	5.7	10.5	7.7
	D	520	6.730	1.127	0.17	2.1	9.9	6.9
	E	13	16.87	6.841	0.41	6.8	33.6	17.1
MN	A	363	0.029	0.033	1.15	0.005	0.47	0.022
	B	78	0.057	0.079	1.39	0.007	0.49	0.036
	C	496	0.011	0.010	0.91	0.001	0.16	0.01
	D	581	0.021	0.023	1.08	0.002	0.25	0.017
	E	24	0.07	0.057	0.82	0.004	0.23	0.06
MSS	A	378	10.41	20.26	1.95	1	229	5
	B	91	28.08	29.71	1.06	4	195	18
	C	596	4.656	8.205	1.76	1	179	3
	D	593	10.48	12.67	1.21	1	199	7
	E	27	29.96	12.75	0.43	7	62	26

Tableau 46d: Comparaison des paramètres entre groupe de stations.

PAR	GRP	NB	MOY	ET	CV	MIN	MAX	MED
NI	A	398	0.003	0.022	7.34	0	0.45	0.001
	B	91	0.003	0.002	0.78	0.001	0.01	0.003
	C	559	0.001	0.002	1.17	0.001	0.02	0.001
	D	615	0.002	0.001	0.83	0.001	0.02	0.002
	E	27	0.003	0.003	1.06	0.001	0.02	0.003
NO2-3	A	445	0.185	0.118	0.64	0.005	1.03	0.18
	B	125	0.172	0.117	0.68	0.005	0.62	0.16
	C	666	0.166	0.128	0.77	0.005	2.3	0.15
	D	674	0.203	0.115	0.57	0.005	1	0.18
	E	30	0.320	0.489	1.53	0.005	2.35	0.125
PH	A	506	7.314	0.463	0.06	2.8	8.9	7.3
	B	155	7.592	0.367	0.05	6.6	8.8	7.6
	C	784	8.088	0.361	0.04	6.4	8.9	8.2
	D	719	7.932	0.370	0.05	6.4	8.8	8
	E	41	8.151	0.310	0.04	7.5	8.9	8.1
P	A	476	0.062	0.054	0.87	0.008	0.91	0.053
	B	140	0.069	0.050	0.73	0.001	0.38	0.053
	C	666	0.023	0.030	1.28	0.001	0.55	0.018
	D	692	0.044	0.042	0.97	0.001	0.83	0.036
	E	29	0.107	0.040	0.38	0.028	0.2	0.097
PB	A	399	0.001	0.001	1.12	0	0.02	0.001
	B	93	0.002	0.003	1.36	0.001	0.03	0.001
	C	561	0.001	0.001	0.9	0	0.01	0.001
	D	618	0.001	0.002	1.43	0	0.04	0.001
	E	27	0.001	0.000	0.68	0.001	0.01	0.001

Tableau 46e: Comparaison des paramètres entre groupe de stations.

PAR	GRP	NB	MOY	ET	CV	MIN	MAX	MED
K	A	277	0.977	0.338	0.35	0.4	2.9	0.96
	B	47	1.344	0.318	0.24	1	2.9	1.3
	C	387	1.429	0.252	0.18	0.9	4.9	1.4
	D	509	1.414	0.265	0.19	0.6	3.4	1.4
	E	13	3.657	1.553	0.42	2.17	6.78	3
NA	A	283	4.649	2.547	0.55	0.8	16	3.9
	B	49	9.340	3.124	0.33	3.3	24.4	8.2
	C	394	11.16	1.271	0.11	8	26.3	11.1
	D	520	10.34	1.773	0.17	3	20.1	10.4
	E	13	74.75	44.76	0.6	20.9	174.9	63.8
SO4	A	277	12.38	3.588	0.29	6.2	32.3	11.5
	B	49	20.02	4.078	0.2	10.4	28.9	19.6
	C	389	27.24	2.707	0.1	7.6	39.4	27.4
	D	508	25.15	3.517	0.14	12.2	40.7	25.5
	E	13	76.87	31.46	0.41	36.1	144	77.3
TUR	A	503	6.769	9.785	1.45	0.8	85	4.3
	B	154	12.71	14.29	1.12	1	90	6.95
	C	780	2.271	1.957	0.86	0.4	26	1.9
	D	715	6.236	7.702	1.23	0.4	77	4.4
	E	40	25.64	14.35	0.56	2.1	54.5	25.25
ZN	A	353	0.015	0.045	3.04	0.001	0.68	0.004
	B	61	0.019	0.027	1.43	0.001	0.12	0.011
	C	483	0.009	0.027	3.02	0.001	0.39	0.003
	D	554	0.013	0.059	4.32	0.001	0.97	0.005
	E	23	0.011	0.019	1.68	0.001	0.08	0.006

Tableau 47: Études des relations concentrations-débits aux stations caractéristiques.

	COUL	COND	TUR	COT	N02-3	ALC	PH	MSS	DUR	NA	MG	P	SO4
9015	++	---	ns	ns	++	---	ns	++	---	---	---	ns	---
9023	ns	---	++	ns	ns	---	ns	ns	---	---	---	ns	---
9033	ns	ns	-	ns	ns	++	ns	ns	++	ns	+	ns	ns
9041	++	ns	++	ns	ns	ns	ns	+	ns	-	ns	ns	---
9202	ns	ns	ns	ns	ns	++	ns	++	++	ns	-	ns	ns

	CL	K	CA	MN	FE	NI	CU	ZN	PB	LIN	A_B	BPC
9015	---	ns	---	++	++	ns	ns	+	ns	ns	ns	ns
9023	---	---	---	ns	++	ns	ns	ns	++	?	?	?
9033	ns	ns	++	ns	ns	ns	ns	ns	ns	++	ns	ns
9041	-	ns	ns	ns	++	ns	ns	ns	ns	ns	ns	?
9202	ns	ns	ns	ns	++	ns	ns	ns	ns	+	ns	ns

legende:

++	lessivage
+	lessivage
---	dilution
-	dilution
?	

significatif a 5% et coefficient positif
 significatif a 10% et coefficient positif
 significatif a 5% et coefficient negatif
 significatif a 10% et coefficient negatif
 nombre insuffisant de donnees

Tableau 48: Corrélations de Spearman entre paramètres à la station 9041 (groupe A).

	COUL	COND	TUR	COT	NO2-3	ALC	PH	MSS	DUR	NA	MG	P	SO4	CL	K	CA	MN	FE	NI	CU	ZN	PB	LIN	A_B	BPC
COUL	#	ns	++	++	++	+	ns	++	++	ns	ns	++	++	ns	ns	ns	++	++	ns	++	++	ns	ns	ns	?
COND	ns	#	ns	+	ns	++	++	ns	++	++	++	++	++	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	?
TUR	++	ns	#	++	++	ns	ns	++	ns	ns	ns	++	++	ns	ns	ns	++	++	ns	ns	++	++	ns	ns	?
COT	++	++	++	#	ns	++	++	++	++	++	++	ns	++	++	ns	++	++	+	ns	++	+	++	ns	ns	?
NO2-3	++	ns	++	ns	#	ns	ns	++	ns	ns	ns	++	ns	ns	++	ns	ns	++	ns	ns	++	+	ns	++	?
ALC	+	++	ns	++	ns	#	++	ns	++	++	++	++	++	++	++	++	ns	ns	++	ns	ns	ns	ns	ns	?
PH	ns	++	ns	++	ns	++	#	ns	++	++	++	++	++	++	++	++	ns	+	ns	ns	ns	ns	ns	ns	?
MSS	++	ns	++	++	++	ns	ns	#	ns	ns	ns	++	++	ns	ns	ns	++	++	ns	ns	++	++	ns	++	?
DUR	++	++	ns	++	ns	++	++	ns	#	++	++	++	++	++	++	++	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	?
NA	ns	++	ns	++	ns	++	++	ns	++	#	++	ns	++	++	++	++	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	?
MG	ns	++	ns	++	ns	++	++	ns	++	++	#	++	++	++	++	++	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	?
P	++	++	++	ns	++	++	++	++	++	ns	++	#	++	ns	ns	++	++	++	+	ns	++	++	ns	++	?
SO4	++	++	++	++	ns	++	++	++	++	++	++	++	#	++	++	++	ns	++	+	ns	ns	ns	ns	ns	?
CL	ns	++	ns	++	ns	++	++	ns	++	++	++	ns	++	#	++	++	ns	ns	++	ns	ns	ns	ns	ns	?
K	ns	++	ns	ns	++	++	++	ns	++	++	++	ns	++	++	#	++	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	?
CA	ns	++	ns	++	ns	++	++	ns	++	++	++	++	++	++	++	#	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	?
MN	++	ns	++	ns	ns	ns	ns	++	ns	ns	ns	++	ns	ns	ns	ns	#	++	ns	+	++	+	ns	ns	?
FE	++	ns	++	+	++	ns	++	++	ns	ns	ns	++	++	ns	ns	ns	++	#	ns	+	++	++	ns	ns	?
NI	ns	ns	ns	ns	ns	+	ns	ns	ns	++	ns	+	++	++	ns	ns	ns	ns	#	++	++	++	ns	ns	?
CU	+	ns	ns	++	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	+	+	++	+	++	+	ns	ns	?
ZN	++	ns	++	+	++	ns	ns	++	ns	ns	ns	++	ns	ns	ns	ns	++	++	++	++	+	+	#	+	?
PB	ns	+	++	++	+	ns	ns	++	ns	ns	ns	++	ns	ns	ns	ns	+	++	++	+	+	+	#	ns	?
LIN	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	#	?
A_B	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	#	?
BPC	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	#

Legende:

++	significatif à 5% et corrélation positive
+	significatif à 10% et corrélation positive
---	significatif à 5% et corrélation négative
-	significatif à 10% et corrélation négative
?	nombre de données insuffisant
#	ne s'applique pas

Tableau 49: Corrélations de Spearman entre paramètres à la station 9023 (groupe B).

	COUL	COND	TUR	COT	NO2-3	ALC	PH	MSS	DUR	NA	MG	P	SO4	CL	K	CA	MN	FE	NI	CU	ZN	PB	LIN	A_B	BPC
COUL	#	ns	ns	?	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	?	ns	?	?	?
COND	ns	#	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	ns	?	?	?
TUR	ns	ns	#	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	?	?	?
COT	?	ns	ns	#	ns	?	ns	ns	?	?	?	ns	?	?	?	?	?	?	ns	?	ns	?	?	?	?
NO2-3	ns	ns	ns	ns	#	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	?	?	?
ALC	ns	ns	ns	?	ns	#	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	?	?	?
PH	ns	ns	ns	ns	ns	ns	#	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	?	?	?
MSS	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	#	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	?	?	?
DUR	ns	ns	ns	?	ns	ns	ns	ns	#	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	?	?	?
NA	ns	ns	ns	?	ns	ns	ns	ns	ns	#	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	?	ns	?	?	?
MG	ns	ns	ns	?	ns	ns	ns	ns	ns	ns	#	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	?	ns	?	?	?
P	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	#	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	?	?	?
SO4	ns	ns	ns	?	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	#	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	?	ns	?	?	?
CL	ns	ns	ns	?	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	#	ns	ns	ns	ns	ns	?	ns	?	?	?	?
K	ns	ns	ns	?	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	#	ns	ns	ns	ns	?	ns	?	?	?	?
CA	ns	ns	ns	?	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	#	ns	ns	ns	?	ns	?	?	?	?
MN	ns	ns	ns	?	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	#	ns	ns	ns	ns	?	?	?	?
FE	ns	ns	ns	?	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	#	ns	ns	ns	ns	?	?	?
NI	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	#	ns	ns	?	?	?	?
CU	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	#	ns	ns	?	?	?
ZN	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	#	ns	?	?	?
PB	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	#	?	?	?
LIN	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
A_B	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
BPC	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?

Legende:

+
+
-
-
?
#

significatif a 5% et correlation positive
 significatif a 10% et correlation positive
 significatif a 5% et correlation negative
 significatif a 10% et correlation negative
 nombre de donnees insuffisant
 ne s'applique pas

Tableau 50: Corrélations de Spearman entre paramètres à la station 9202 (groupe C).

	COUL	COND	TUR	COT	N02-3	ALC	PH	MSS	DUR	NA	MG	P	SO4	CL	K	CA	MN	FE	NI	CU	ZN	PB	LIN	A_B	BPC
COUL	#	ns	ns	ns	++	++	ns	ns	ns	ns	-	ns	ns	ns	ns	ns	+	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
COND	ns	#	ns	---	+	ns	+	ns	ns	ns	+	ns	ns	ns	ns	ns	---	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
TUR	ns	ns	#	ns	ns	ns	ns	---	ns	ns	ns	---	ns	ns	ns	ns	---	+	ns	ns	ns	ns	ns	++	ns
COT	ns	---	ns	#	---	ns	---	ns	ns	ns	ns	+	ns	ns	ns	+	ns	ns	ns	ns	ns	---	ns	ns	ns
N02-3	++	+	ns	---	#	++	++	ns	---	---	---	---	ns	ns	ns	---	ns	---	+	ns	ns	ns	---	---	ns
ALC	++	ns	ns	ns	++	#	ns	ns	---	ns	---	---	ns	ns	ns	---	ns	ns	+	ns	ns	ns	ns	ns	ns
PH	++	+	ns	---	++	ns	#	ns	ns	---	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	---	ns	---	ns
MSS	ns	ns	++	ns	ns	ns	ns	#	ns	ns	---	ns	ns	ns	ns	ns	---	ns	ns	ns	ns	ns	ns	---	ns
DUR	ns	ns	ns	ns	---	---	ns	ns	#	ns	---	---	ns	---	ns	ns	ns	---	ns	ns	ns	ns	ns	++	ns
NA	ns	ns	ns	ns	---	ns	---	ns	ns	#	ns	---	+	+	+	ns	ns	ns	ns	ns	ns	++	++	+	ns
MG	---	++	ns	ns	---	---	ns	---	---	ns	#	ns	ns	ns	ns	ns	---	ns	ns	ns	ns	---	ns	---	ns
P	ns	ns	++	+	---	---	ns	ns	---	ns	ns	#	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	++	ns
SO4	ns	ns	---	ns	ns	ns	ns	ns	ns	+	ns	ns	#	ns	+	ns	---	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CL	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	---	---	ns	ns	ns	#	+	ns	ns	+	ns	---	---	---	ns	ns	ns
K	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	+	+	#	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CA	ns	+	ns	+	++	++	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	#	---	---	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
MN	++	---	++	ns	ns	ns	ns	---	ns	ns	---	ns	---	ns	ns	---	#	---	ns	ns	ns	---	ns	ns	ns
FE	ns	ns	+	ns	---	ns	ns	---	ns	ns	ns	ns	ns	ns	---	---	+	#	ns	ns	ns	---	ns	ns	---
NI	ns	ns	ns	ns	++	++	ns	ns	---	ns	ns	ns	ns	+	+	ns	ns	ns	#	ns	---	---	---	ns	ns
CU	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	#	+	ns	ns	ns	ns
ZN	ns	---	ns	ns	ns	ns	ns	ns	---	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	#	+	+	ns	ns	ns
PB	ns	---	ns	+	ns	ns	---	ns	ns	---	---	ns	ns	---	---	ns	---	---	---	ns	+	#	ns	ns	ns
LIN	---	ns	ns	ns	---	ns	ns	ns	ns	---	ns	ns	ns	ns	+	ns	ns	+	ns	+	+	ns	#	++	ns
A_B	ns	ns	---	ns	---	ns	---	+	ns	---	---	---	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	---	#	ns
BPC	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	---	ns	ns	ns	ns	ns	ns	#

Legende:

++	significatif a 5% et correlation positive
+	significatif a 10% et correlation positive
---	significatif a 5% et correlation negative
--	significatif a 10% et correlation negative
?	nombre de donnees insuffisant
#	ne s'applique pas

Tableau 51: Corrélations de Spearman entre paramètres à la station 9015 (groupe D).

	COUL	COND	TUR	COT	NO2-3	ALC	PH	MSS	DUR	NA	MG	P	SO4	CL	K	CA	MN	FE	NI	CU	ZN	PB	LIN	A_B	BPC
COUL	#	---	++	++	++	---	ns	++	---	---	---	ns	---	---	ns	---	++	++	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
COND	---	#	---	---	ns	---	---	---	---	---	---	ns	++	++	ns	---	---	---	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
TUR	++	---	#	ns	---	---	ns	---	---	---	---	ns	++	++	ns	---	---	---	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
COT	++	---	ns	#	ns	ns	ns	ns	ns	ns	---	ns	ns	ns	ns	ns	---	+	ns	ns	ns	++	ns	++	ns
NO2-3	++	ns	++	ns	#	ns	ns	++	---	---	---	ns	ns	---	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
ALC	---	++	---	ns	ns	#	++	---	++	++	++	ns	---	---	---	---	---	---	---	ns	ns	---	ns	ns	ns
PH	ns	++	ns	ns	ns	++	#	ns	ns	+	ns	---	ns	ns	---	---	---	ns	ns	ns	+	ns	ns	---	ns
MSS	++	++	++	ns	++	---	ns	#	---	---	---	ns	---	---	ns	---	++	++	ns	ns	++	++	ns	ns	ns
DUR	---	++	---	ns	---	---	ns	---	#	---	---	---	---	---	ns	---	---	---	ns	ns	++	++	ns	ns	ns
NA	---	++	---	ns	---	---	+	---	---	#	---	ns	---	---	---	---	---	---	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
MG	---	++	---	---	---	---	ns	---	---	---	#	ns	---	---	---	---	---	---	---	ns	---	---	ns	---	ns
P	ns	ns	ns	ns	ns	ns	++	ns	ns	ns	ns	#	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	++	++	ns	ns	ns	ns
SO4	---	++	---	ns	ns	++	ns	---	++	++	++	ns	#	++	++	++	ns	---	++	ns	ns	---	ns	ns	ns
CL	---	++	---	ns	---	++	ns	---	++	++	++	ns	++	#	++	++	++	---	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
K	ns	ns	ns	ns	ns	++	++	ns	ns	++	++	ns	++	+	#	++	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	---	ns
CA	---	++	---	ns	ns	++	++	---	++	++	++	ns	++	+	#	#	ns	ns	ns	ns	++	++	ns	---	ns
MN	++	---	++	++	ns	---	---	++	ns	---	---	ns	ns	++	++	#	++	ns	ns	ns	ns	ns	ns	++	ns
FE	++	---	++	+	ns	---	ns	++	---	---	---	ns	---	---	---	---	++	#	ns	ns	++	+	ns	ns	ns
NI	ns	ns	ns	ns	ns	++	ns	ns	---	ns	++	ns	++	ns	ns	ns	ns	ns	#	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CU	ns	ns	---	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	++	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	#	++	ns	ns	ns	ns
ZN	ns	ns	ns	ns	ns	ns	+	++	ns	ns	---	++	ns	ns	ns	+	ns	++	ns	++	#	ns	ns	ns	ns
PB	ns	---	ns	++	ns	---	ns	++	ns	ns	---	ns	ns	ns	ns	---	---	---	ns	ns	ns	#	ns	++	ns
LIN	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	#	ns	ns
A_B	ns	---	ns	++	ns	ns	---	ns	ns	ns	---	ns	ns	ns	---	---	---	ns	ns	ns	ns	++	ns	#	---
BPC	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	---	#

Legende:

++
+

?
#

significatif a 5% et correlation positive
 significatif a 10% et correlation positive
 significatif a 5% et correlation negative
 significatif a 10% et correlation negative
 nombre de donnees insuffisant
 ne s'applique pas

Tableau 52: Corrélations de Spearman entre paramètres à la station 9033 (groupe E).

	COUL	COND	TUR	COT	NO2-3	ALC	PH	MSS	DUR	NA	MG	P	SO4	CL	K	CA	MN	FE	NI	CU	ZN	PB	LIN	A_B	BPC
COUL	#	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	?	ns	ns
COND	ns	#	ns	ns	+	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	?	ns	ns
TUR	ns	ns	#	+	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	?	ns	ns
COT	ns	ns	+	#	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	?	ns	ns
NO2-3	ns	+	ns	ns	#	+	ns	ns	+	ns	+	ns	ns	ns	ns	ns	+	ns	ns	ns	ns	ns	?	ns	ns
ALC	ns	ns	ns	ns	+	#	+	ns	+	ns	+	ns	ns	ns	ns	+	+	ns	ns	ns	ns	ns	?	ns	ns
PH	ns	ns	ns	ns	ns	+	#	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	+	ns	ns	ns	ns	ns	?	ns	ns
MSS	+	+	ns	ns	ns	ns	ns	#	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	+	ns	ns	ns	ns	ns	?	ns	ns
DUR	ns	ns	ns	ns	+	+	ns	ns	#	ns	+	ns	ns	ns	ns	+	ns	+	ns	ns	ns	ns	?	ns	ns
NA	ns	+	+	ns	ns	ns	ns	ns	ns	#	ns	ns	+	+	+	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	?	ns	ns
MG	ns	ns	ns	ns	+	+	ns	ns	+	ns	#	ns	ns	ns	ns	+	ns	ns	ns	ns	ns	ns	?	ns	ns
P	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	#	ns	ns	ns	ns	+	+	ns	ns	ns	ns	?	ns	ns
SO4	ns	+	+	ns	ns	ns	ns	ns	ns	+	ns	ns	#	+	+	+	ns	ns	ns	+	ns	ns	?	ns	ns
CL	ns	+	+	ns	ns	ns	ns	ns	ns	+	ns	ns	+	#	+	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	?	ns	ns
K	+	+	+	ns	ns	ns	ns	ns	ns	+	ns	ns	+	+	#	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	?	ns	ns
CA	+	ns	ns	ns	ns	+	ns	ns	+	ns	+	ns	+	ns	#	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	?	ns	ns
MN	ns	ns	ns	ns	+	+	+	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	#	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
FE	+	ns	ns	ns	ns	ns	ns	+	ns	ns	+	ns	ns	ns	ns	ns	ns	#	+	+	ns	+	ns	ns	ns
NI	+	ns	+	ns	ns	ns	ns	+	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	+	#	+	+	ns	ns	ns	ns
CU	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	+	ns	ns	ns	ns	+	+	#	ns	ns	ns	ns	ns
ZN	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	#	ns	ns	ns	ns
PB	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	#	ns	ns	ns
LIN	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	ns	ns	ns	ns	ns	ns	#	ns	ns
A_B	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	#	ns	ns
BPC	ns	ns	ns	ns	ns	+	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	#

Legende:

- ++ significatif a 5% et correlation positive
- + significatif a 10% et correlation positive
- significatif a 5% et correlation negative
- significatif a 10% et correlation negative
- ? nombre de donnees insuffisant
- # ne s'applique pas

4. ANALYSE TEMPORELLE

4.1 Saisonnalités

Les données saisonnières apparaissent aux tableaux 5 à 29; mais la synthèse des tableaux 30 et 31 est plus intéressante: elle montre que les eaux de la rivière des Outaouais présentent plus de saisonnalités que celles provenant des Grands Lacs. De façon générale, les métaux lourds et les autres toxiques ne présentent pas de saisonnalités (en concentration), alors que la plupart des ions majeurs ($\text{NO}_{2,3}$, NA, SO_4 , CL, CA), de même que COND, ALC, MSS, DUR, MG et FE en présente une.

4.2 Tendances

A partir des banques de données des 11 médianes annuelles (MED78 ... MED88), nous avons sélectionné les stations pour lesquelles nous disposions au moins de 10 valeurs médianes annuelles sur 11. Quant aux paramètres, nous avons effectué, à partir de notre étude des tendances de la qualité de l'eau du fleuve Saint-Laurent (Cluis *et al.*, 1987), une présélection sur les paramètres ayant manifesté, à cette époque, certaines tendances; il s'agit du pH, de la turbidité, de l'alcalinité, des nitrates, du calcium, de la conductivité, de la couleur, de la dureté, du magnésium, du phosphore et des sulfates.

Sur ces stations et ces paramètres nous avons effectué le test non paramétrique de Spearman visant à détecter une tendance monotone durant cette période. Le tableau 53 rend compte de ces tests.

La plus significative est sans doute l'augmentation systématique des nitrates ($\text{NO}_{2,3}$) déjà documentée.

La régression linéaire des nitrates en fonction des années donne, pour ces stations un taux annuel d'augmentation de l'ordre de 0.02 mg/L (de 0.01 à 0.03 selon les stations). Si l'on compare cette augmentation aux statistiques présentées au tableau 23, on s'aperçoit que cette augmentation est très significative, les taux ayant souvent doublé et

quelquefois quadruplé entre 1978 et 1988, ceci sous la réserve de représentativité des données.

Tableau 53: Détection de tendances monotones croissantes (+) ou décroissantes (-) de 1978 à 1988 sur des paramètres choisis.

	COUL	COND	TUR	N02-3	ALC	PH	DUR	MG	P	SO4	CL	CA
9001	ns	ns	ns	++	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
9002	++	ns	-	ns	ns	++	ns	ns	ns	ns	ns	ns
9007	+	ns	+	++	ns	+	ns	ns	ns	ns	---	-
9013	ns	ns	++	++	ns	++	---	++	-	ns	---	++
9014	ns	ns	ns	++	ns	++	ns	ns	ns	ns	-	ns
9015	ns	ns	+	++	ns	ns	ns	ns	ns	ns	---	ns
9016	ns	ns	ns	++	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
9017	++	ns	++	++	+	++	ns	+	ns	ns	ns	ns
9019	ns	ns	ns	++	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
9020	ns	ns	ns	++	ns	+	ns	ns	ns	ns	ns	ns
9026	ns	ns	++	++	ns	++	ns	ns	ns	ns	ns	ns
9027	ns	ns	ns	++	ns	+	ns	ns	---	ns	ns	ns
9028	ns	ns	ns	+	ns	++	---	++	ns	ns	-	ns
9031	+	ns	ns	++	ns	+	-	+	ns	ns	---	ns
9033	ns	+	++	ns	ns	ns	ns	---	ns	+	++	ns
9034	ns	+	ns	+	ns	ns	ns	+	ns	ns	ns	ns
9201	ns	++	ns	++	ns	++	ns	++	ns	++	---	ns
9202	+	++	ns	++	ns	+	ns	++	ns	ns	---	ns
9205	ns	ns	ns	++	ns	++	ns	++	ns	ns	---	ns
9206	ns	++	ns		ns	ns	ns	++	ns	ns	ns	ns

Legende:

++	significatif a 5% et coefficient positif	---	significatif a 5% et coefficient negatif
+	significatif a 10% et coefficient positif	---	significatif a 10% et coefficient negatif
ns	non significatif		pas de donnees

5. STRUCTURES SPATIALES

5.1 Rappels sur le variogramme

5.1.1 Théorie

Le variogramme est une fonction de structure spatiale définie comme suit:

$$2.G(h) = E[(Z(x)-Z(x+h))^2]$$

où $Z(x)$ est la valeur de la variable au point géographique (spatial) (Matheron, 1965). Le comportement du variogramme à l'origine ($h=0$) est en relation étroite avec les propriétés de régularité et de continuité de la variable Z (Matheron, 1965). Journel et Huijbreghts (1978) décrivent ainsi cette relation (voir figure 5.1): un comportement parabolique à l'origine indique que la variable est très continue ou que sa variabilité est hautement régulière. Un comportement linéaire indique que la variable est continue mais non dérivable au sens des moindres-carrés. Une discontinuité à l'origine ($2.G(0) > 0$) indique que la variable n'est pas continue en moyenne quadratique, donc très irrégulière. Cette dernière caractéristique peut être causée par des erreurs de mesures ou par une structure de variations spatiales dont l'échelle est inférieure à la maille d'échantillonnage. Si le variogramme conserve sa valeur de discontinuité à l'origine pour toutes les distances h , alors la variable sera assimilable à un bruit blanc. Pour un bruit blanc, les échantillons sont sans corrélation quelque soit la distance (h) qui les sépare. En règle générale, le variogramme montre une montée de la fonction pour atteindre une valeur limite avec la distance croissante. La distance à laquelle la valeur est atteinte se nomme la **portée**. Des échantillons séparés par une distance supérieure à la portée sont non-corrélés. En conséquence, toute structure de variations spatiales dont la portée est inférieure à la maille d'échantillonnage apparaîtra comme un bruit blanc sur le variogramme.

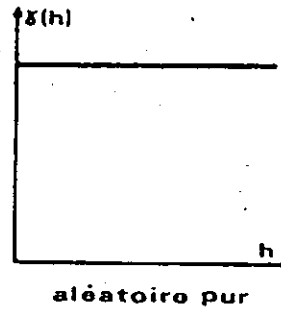
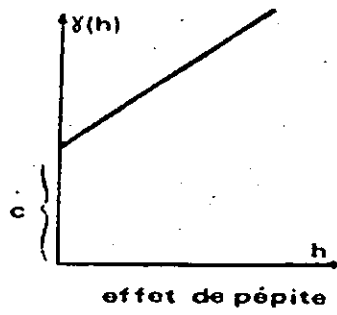
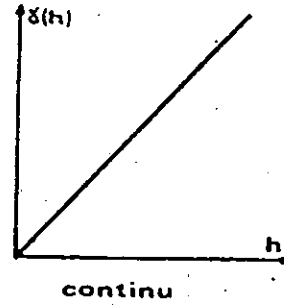
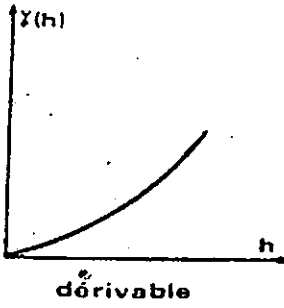


Fig. 5.1 Comportements du variogramme à l'origine.

Inversement, plus la **portée** est grande plus les variations sont à grande échelle. La valeur limite du variogramme est appelée le **plateau** et représente la variance des échantillons pour des données stationnaires. Finalement, les données qui présentent une **dérive** ("trend") peuvent se caractériser par un variogramme complexe. Par exemple, une **dérive** linéaire (gradient) engendrera un variogramme parabolique (concave vers le haut).

5.1.2 Pratique

Expérimentalement, on estime le variogramme en regroupant les paires d'échantillons selon les classes de distance qui les séparent. L'estimé est calculé en établissant la moyenne des différences carrées dans chacune des classes. Journel et Huijbreghts (1978) conseillent de ne pas calculer le variogramme pour des classes de distance supérieure à la moitié de la dimension du champ d'étude. Ils suggèrent aussi de ne pas accorder trop de confiance aux valeurs du variogramme pour les classes de distance dont le nombre de paires d'échantillons est inférieur à 30. Le variogramme peut se calculer suivant une direction particulière. Il suffit de ne considérer, dans les classes de distance, que les paires d'échantillons alignées selon la direction désirée. En pratique, pour avoir suffisamment de paires dans chacune des classes de distance directionnelles, on acceptera une tolérance de 5° à 22.5° de part et d'autre de la direction voulue. A noter qu'une tolérance de 90° entraînera le calcul d'un variogramme omnidirectionnel.

5.2 Description des structures de variations spatiales

Les positions des stations d'échantillonnage en longitude et latitude ont été transformées en coordonnées cartésiennes sans correction pour la sphéricité terrestre (long. = X, lat. = Y).

5.2.1 Toutes années, toutes saisons, toutes stations, toutes directions

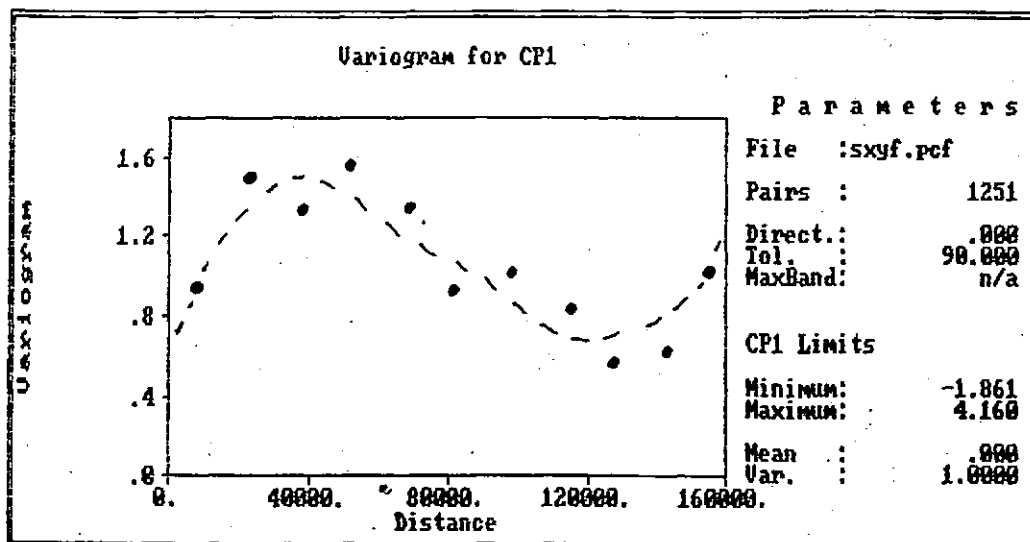
On suppose à priori que les effets dûs aux variations temporelles ont été occultés en calculant les composantes principales avec les médianes à chacune des stations.

Première composante principale (CP1)

Son variogramme (fig. 5.2) montre un effet périodique (forme sinusoïdale) évident. Ce résultat peut être causé par deux processus différents:

- i) la première explication qui vient à l'esprit est celle où les valeurs de la variable CP1 seraient elles-mêmes sinusoïdales le long du fleuve. Ceci pourrait être engendré par l'alternance de zones à valeurs fortes avec des zones à valeurs faibles. Comme cette variable est fortement associée au contenu minéral, on peut soupçonner que les zones à valeurs fortes coïncident avec les principaux affluents du fleuve. La longueur d'onde sur le variogramme est d'environ 100 000 m, ce qui indiquerait que les affluents sont espacés de 100 km en moyenne.
- ii) la seconde explication fait intervenir l'hypothèse que le fleuve est subdivisé en trois masses d'eau longitudinales (Désilets et Langlois, 1988). Pour les petites distances, le variogramme représentera surtout des paires d'échantillons provenant de la même masse d'eau, donc des valeurs faibles. Lorsque la distance augmente, les paires sont majoritairement formées par des échantillons de masse d'eau différente, donc des valeurs plus fortes. Finalement pour les grandes distances, les paires auront encore tendance à représenter la même masse d'eau car le vecteur reliant deux échantillons sera plutôt parallèle au fleuve. Pour vérifier cette affirmation nous avons recalculé un variogramme en considérant les classes de distances appropriées. La figure 5.3 montre que le variogramme est faible pour des distances moyennes de 600 m, augmente pour passer par un maximum vers 50 km et redescend pour les distances supérieures à 60 km.

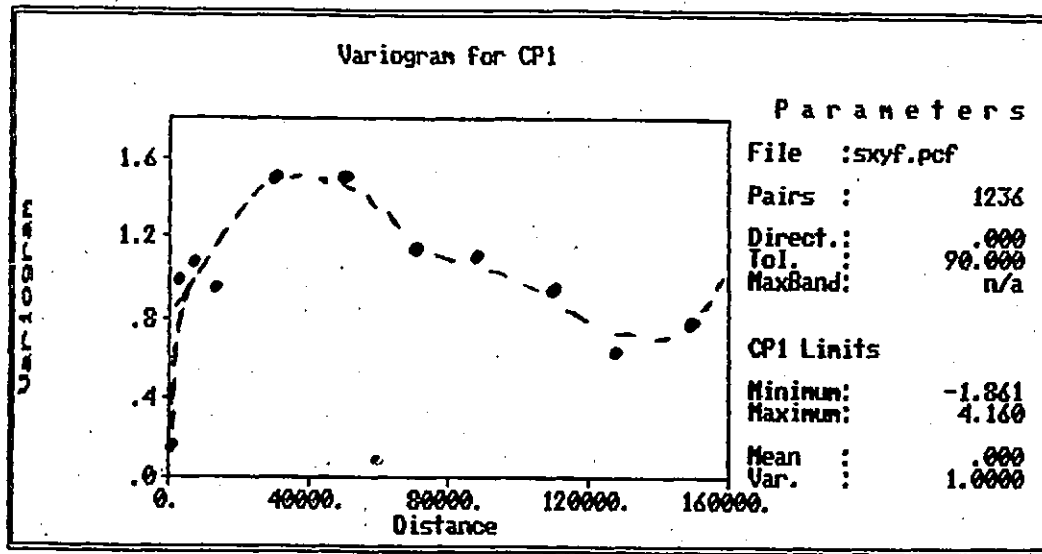
D'un point de vue global, on peut considérer cette variable comme un bruit coloré, car son variogramme oscille autour de sa variance (1). Ce n'est pas un bruit blanc car les oscillations sont structurées.



R E S U L T S

Variable: CP1		Estimator : Variogram	
Minimum :	-1.861	Total Pairs :	1251
Maximum :	4.160		
Pairs	Avg Distance	Estimate	
1	207	7308.249	.929
2	120	22866.790	1.499
3	123	37385.460	1.326
4	151	51501.360	1.559
5	141	68140.460	1.349
6	100	81479.150	.928
7	96	98109.590	1.020
8	95	114950.100	.835
9	93	127515.900	.571
10	56	143593.800	.627
11	69	155759.600	1.016
12			

Fig. 5.2 Variogramme et tableau de résultats pour la première composante principale, toutes années, toutes saisons, toutes stations et toutes directions.



RESULTS					
Variable: CPI		Estimator : Variogram		Direction : .000	
Minimum : -1.861		Total Pairs : 1236		Tolerance : 90.000	
Maximum : 4.160				BandWidth : n/a	
Pairs	Avg Distance	Estimate	Pairs	Avg Distance	Estimate
1	17	571.980	13		
2	55	2534.490	14		
3	54	7211.241	15		
4	112	13436.460	16		
5	178	30098.510	17		
6	185	49897.250	18		
7	184	70517.450	19		
8	101	87756.900	20		
9	147	110584.000	21		
10	100	128189.800	22		
11	103	149384.800	23		
12			24		

Fig. 5.3 Variogramme et tableau de résultats pour la première composante principale, toutes années, toutes saisons, toutes stations et toutes directions. Recalculé pour de plus petites distances au début de la fonction.

Seconde composante principale (CP2)

idem CP1, voir figures 5.4 - 5.5.

L'effet périodique apparaît plus persistant que pour la variable CP1, après avoir recalculer le variogramme pour les petites distances. Cette constatation favorise la première explication.

Troisième composante principale (CP3)

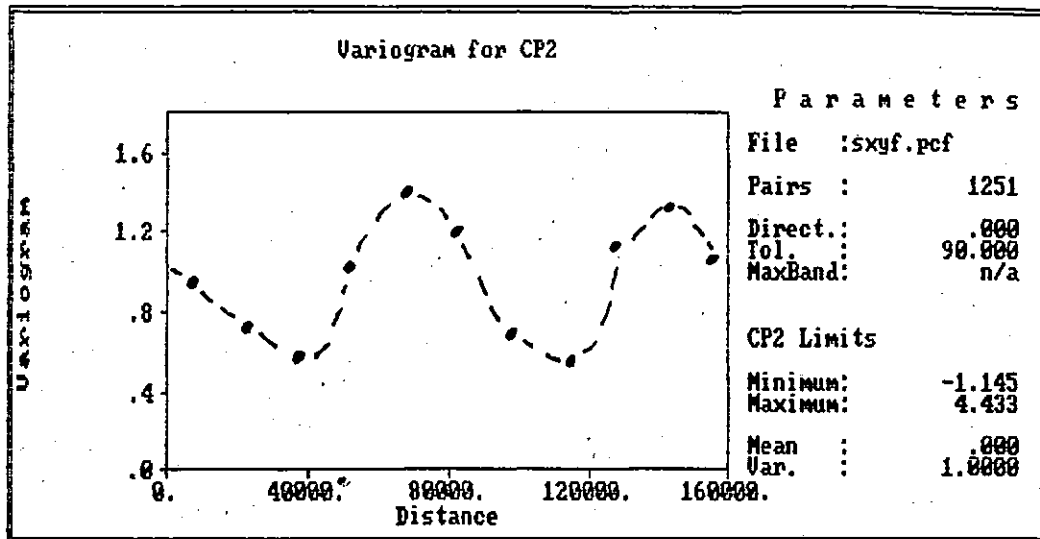
idem CP2, voir figures 5.6 - 5.7.

5.2.2 Toutes années, toutes saisons, stations en transect

Pour vérifier l'hypothèse des masses d'eau longitudinales, nous avons recalculé les variogrammes en ne conservant que les stations d'échantillonnage disposées en transect. Nous avons contraint les calculs pour des paires d'échantillons espacées de moins de 5 km. Comme les transects sont espacés de plus de 5 km, seules les paires intra-transects interviennent. Les interprétations sont données sous toutes réserves car le nombre de paires est inférieur à 30.

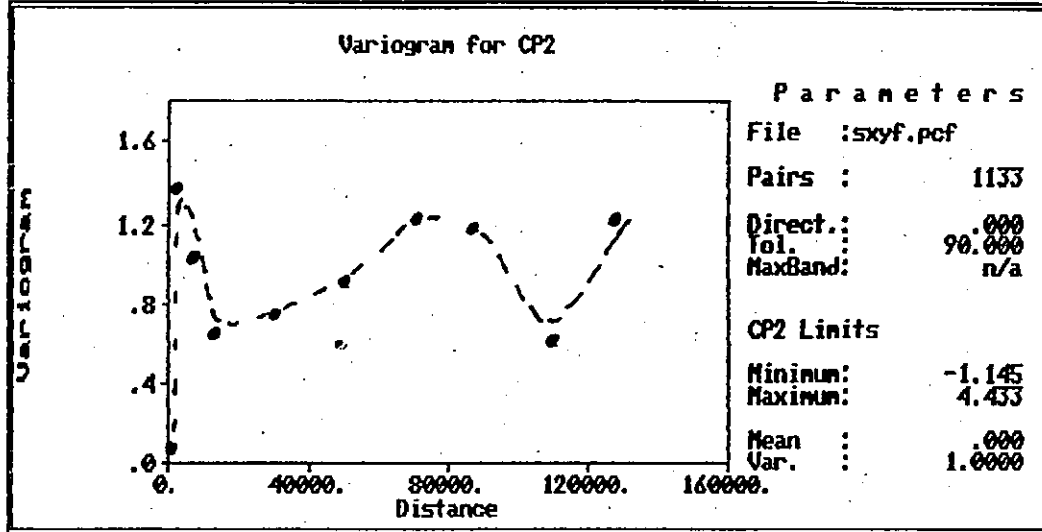
Première composante principale (CP1)

Son variogramme (fig. 5.8) est parabolique avec une très faible discontinuité à l'origine. Cela indique l'existence d'un gradient linéaire continu transversalement au fleuve. Comme cette variable est assimilable au contenu minéral des différentes masses d'eau, c'est donc dire que leurs contenus minéraux sont différents et qu'il n'y a pas de mélange d'eau uniforme sur toute la largeur du fleuve. Néanmoins, la continuité et la linéarité du gradient suggèrent qu'il s'établit une zone de mélange limitée aux interfaces des différentes masses d'eau.



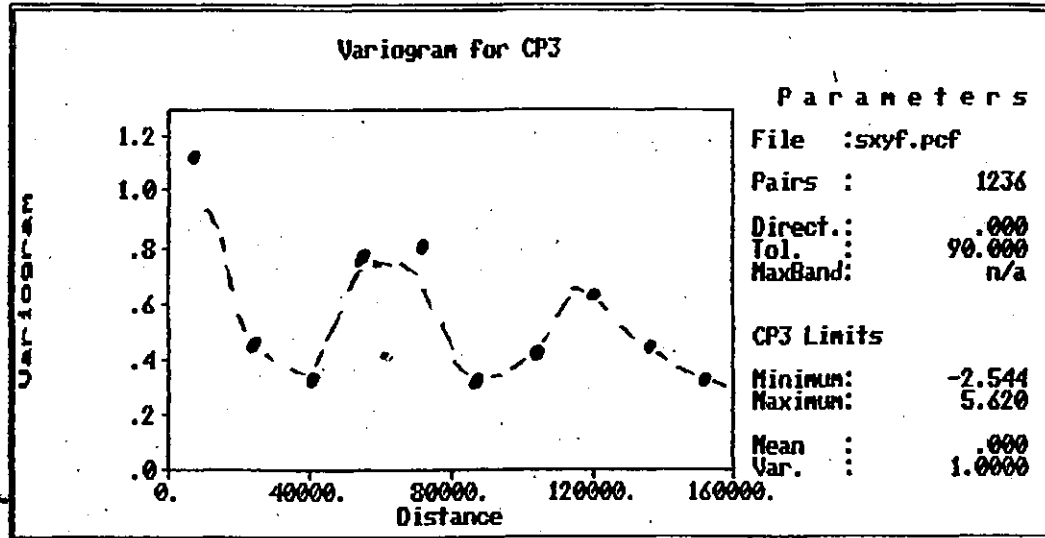
R E S U L T S			
Variable: CP2		Estimator : Variogram	
Minimum :	-1.145	Total Pairs :	1787
Maximum :	4.433		
	Pairs	Avg Distance	Estimate
1	207	7308.249	.939
2	120	22866.790	.719
3	123	37385.460	.582
4	151	51501.360	1.019
5	141	68140.460	1.406
6	100	81479.150	1.201
7	96	98109.590	.688
8	95	114950.100	.552
9	93	127515.900	1.126
10	56	143593.800	1.322
11	69	155759.600	1.064
12			

Fig. 5.4 Variogramme et tableau de résultats pour la seconde composante principale, toutes années, toutes saisons, toutes stations et toutes directions.



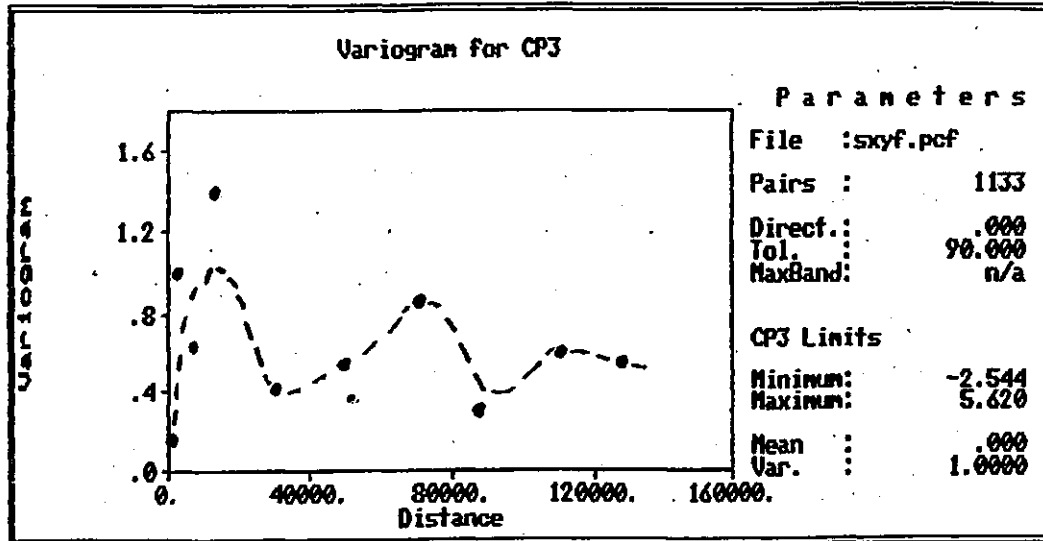
RESULTS					
Variable: CP2		Estimator : Variogram		Direction : .000	
Minimum : -1.145		Total Pairs : 1133		Tolerance : 90.000	
Maximum : 4.433				BandWidth : n/a	
Pairs	Avg Distance	Estimate	Pairs	Avg Distance	Estimate
1	17	571.980	13		
2	55	2534.490	14		
3	54	7211.241	15		
4	112	13435.460	16		
5	178	30098.510	17		
6	185	49897.250	18		
7	184	70517.450	19		
8	101	87756.900	20		
9	147	110584.000	21		
10	100	128189.800	22		
11			23		
12			24		

Fig. 5.5 Variogramme et tableau de résultats pour la seconde composante principale, toutes années, toutes saisons, toutes stations et toutes directions. Recalculé pour des distances plus petites au début de la fonction.



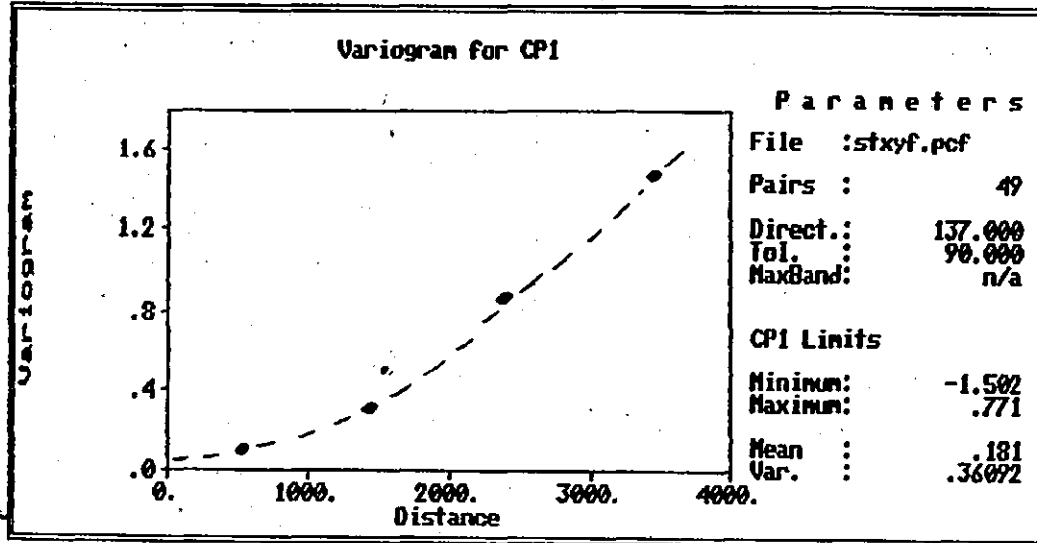
RESULTS					
Variable: CP3		Estimator : Variogram		Direction : .000	
Minimum : -2.544		Total Pairs : 1236		Tolerance : 90.000	
Maximum : 5.620				BandWidth : n/a	
Pairs	Avg Distance	Estimate	Pairs	Avg Distance	Estimate
1	213	7537.740	13		
2	131	24253.260	14		
3	145	40588.100	15		
4	138	54943.040	16		
5	158	71879.860	17		
6	92	86803.660	18		
7	81	103418.900	19		
8	129	120097.600	20		
9	72	135876.900	21		
10	77	151770.300	22		
11			23		
12			24		

Fig. 5.6 Variogramme et tableau de résultats pour la troisième composante principale, toutes années, toutes saisons, toutes stations et toutes directions.



RESULTS					
Variable: CP3		Estimator : Variogram		Direction : .000	
Minimum : -2.544		Total Pairs : 1133		Tolerance : 90.000	
Maximum : 5.620				BandWidth : n/a	
Pairs	Avg Distance	Estimate	Pairs	Avg Distance	Estimate
1	17	571.980	13		
2	55	2534.490	14		
3	54	7211.241	15		
4	112	13436.460	16		
5	178	30098.510	17		
6	185	49897.250	18		
7	184	70517.450	19		
8	101	87756.900	20		
9	147	110584.000	21		
10	100	128189.800	22		
11			23		
12			24		

Fig. 5.7 Variogramme et tableau de résultats pour la troisième composante principale, toutes années, toutes saisons, toutes stations et toutes directions. Recalculé pour des distances plus petites au début de la fonction.



RESULTS			
Variable: CPI			
Minimum :	-1.502	Estimator :	Variogram
Maximum :	.771	Total Pairs :	49
Pairs	Avg Distance	Estimate	
1	14	531.538	.111
2	21	1441.819	.307
3	9	2375.507	.865
4	5	3446.907	1.467
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			

Fig. 5.8 Variogramme et tableau de résultats pour la première composante principale, toutes années, toutes saisons et stations transectées.

Seconde composante principale (CP2)

Son variogramme (fig. 5.9) est linéaire indiquant que plus les échantillons sont espacés, plus ils sont différents, sans toutefois qu'il s'établisse de gradient linéaire. Cela suggère un gradient plus complexe pour cette variable, peut-être par sauts en escalier au niveau des interfaces.

Il faut noter également que les variances sont faibles indiquant que les différences entre les masses d'eau sont faibles, tout en étant structurées spatialement. La discontinuité à l'origine est très faible, donc la variable est uniforme, du moins dans une même masse d'eau.

Troisième composante principale (CP3)

Son variogramme apparaît comme un bruit blanc (fig. 5.10). Cette variable a un comportement aléatoire.

5.2.3 Toutes années, toutes saisons, stations longitudinales, rive nord

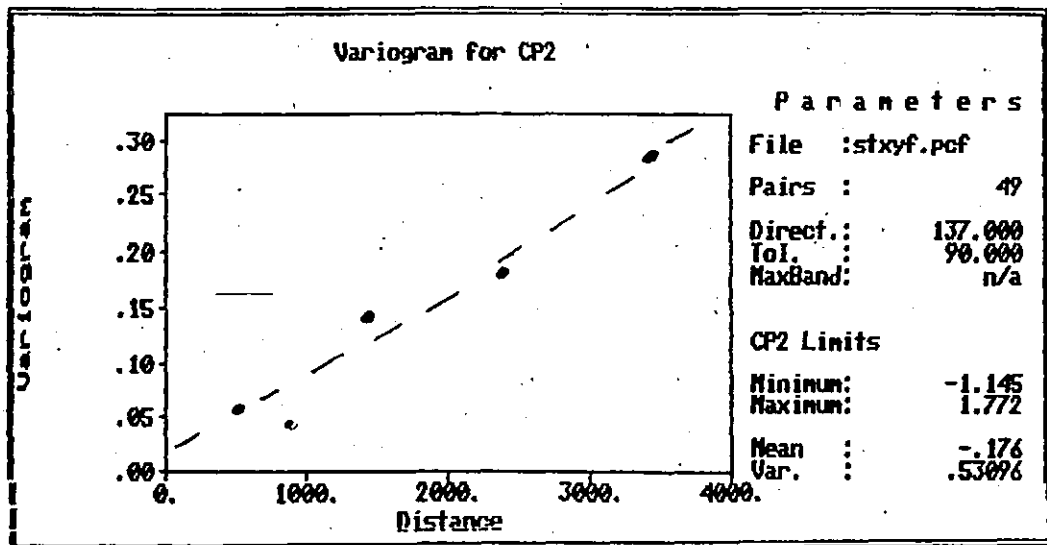
(sous toutes réserves, car le nombre de paires est inférieur à 30)

Première composante principale (CP1)

Son variogramme (fig. 5.11) est périodique avec une longueur d'onde d'environ 100 km. Cela appuie fortement l'hypothèse initiale proposant que l'effet périodique est créé par les affluents et en particulier par les affluents de la rive nord.

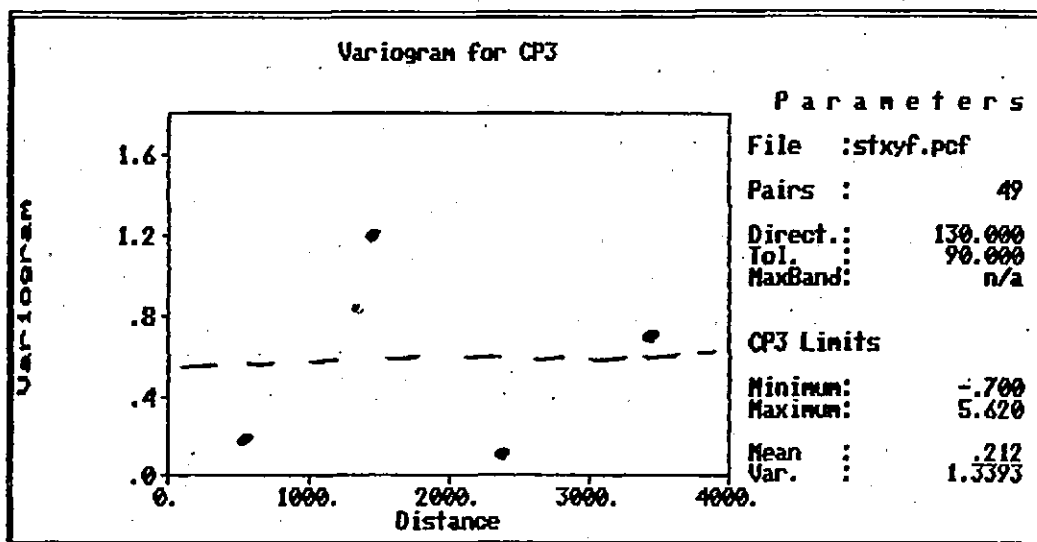
Seconde composante principale (CP2)

Son variogramme (fig. 5.12) est typique. Il indique que la variable est auto-corrélée pour des distances allant jusqu'à 200 km. La discontinuité à l'origine est faible, donc la variable est continue. La grande portée (200 km) appuie l'hypothèse que les eaux de la rive nord forment une masse homogène longitudinalement, à variation régionale.



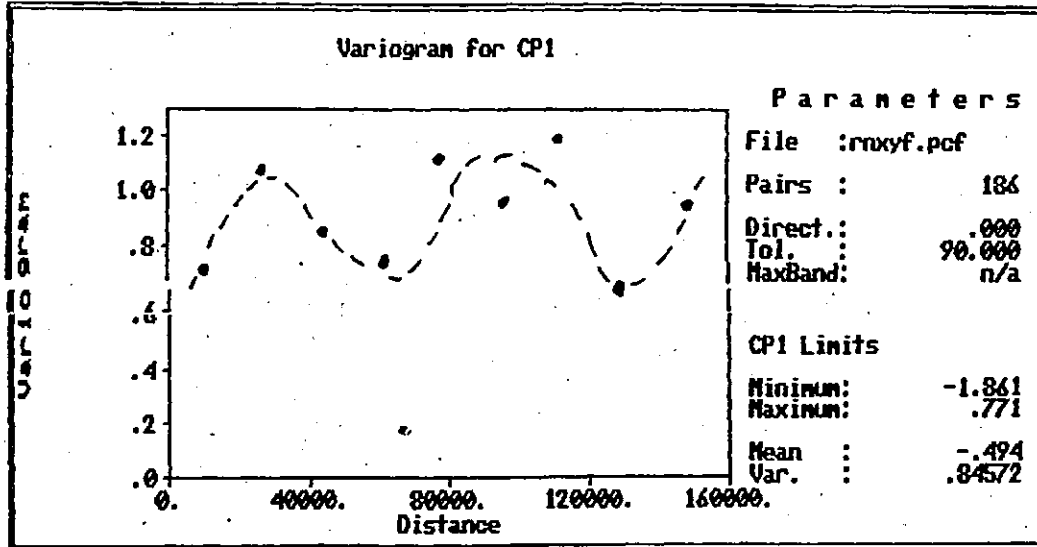
RESULTS			
Variable: CP2		Estimator : Variogram	
Minimum :	-1.145	Total Pairs :	49
Maximum :	1.772		
	Pairs	Avg Distance	Estimate
1	14	531.538	.058
2	21	1441.819	.142
3	9	2375.507	.181
4	5	3446.907	.286
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			

Fig. 5.9 Variogramme et tableau de résultats pour la seconde composante principale, toutes années, toutes saisons et stations transectes.



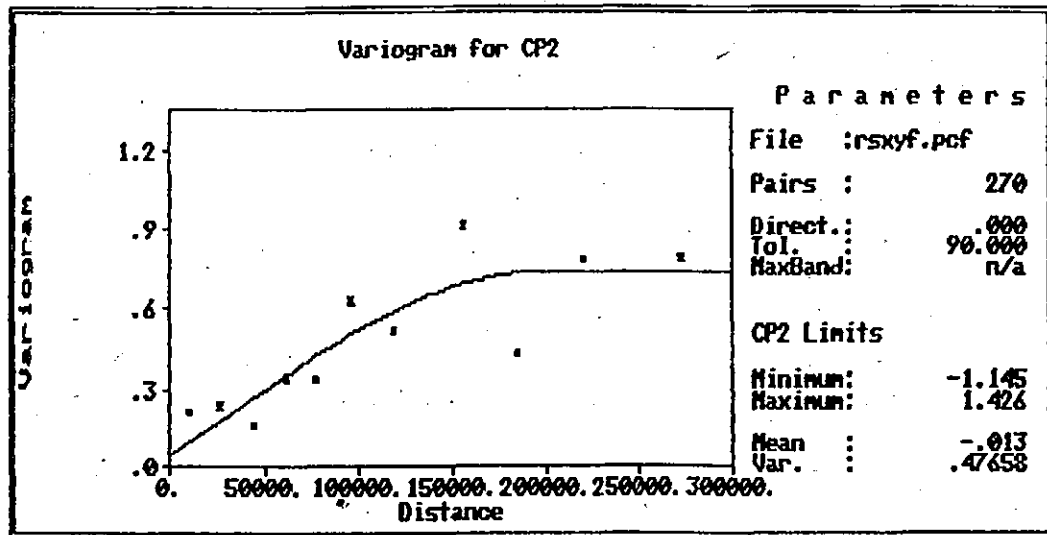
RESULTS			
Variable: CP3		Estimator : Variogram	
Minimum :	-.700	Total Pairs :	49
Maximum :	5.620		
	Pairs	Avg Distance	Estimate
1	14	531.538	.182
2	21	1441.819	1.206
3	9	2375.507	.107
4	5	3446.907	.694
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			

Fig. 5.10 Variogramme et tableau de résultats pour la troisième composante principale, toutes années, toutes saisons et stations transectes.



RESULTS					
Variable: CPI		Estimator : Variogram		Direction : .000	
Minimum : -1.861		Total Pairs : 186		Tolerance : 90.000	
Maximum : .771				BandWidth : n/a	
Pairs	Avg Distance	Estimate	Pairs	Avg Distance	Estimate
1	27	10367.530	13		
2	30	26385.810	14		
3	26	43904.690	15		
4	25	61517.290	16		
5	25	77157.090	17		
6	15	96116.180	18		
7	17	111669.800	19		
8	12	129052.800	20		
9	9	149107.700	21		
10			22		
11			23		
12			24		

Fig. 5.11 Variogramme et tableau de résultats pour la première composante principale, toutes années, toutes saisons, rive nord.



			RESULTS	
Variable: CP2			Estimator :	Variogram
Minimum :	-1.145		Total Pairs :	270
Maximum :	1.426			
Pairs	Avg Distance	Estimate		
1				
2	27	10367.530	.218	
3	30	26385.810	.246	
4	26	43904.690	.169	
5	25	61517.290	.344	
6	25	77157.090	.341	
7	15	96116.180	.619	
8	28	118230.800	.512	
9	19	155466.500	.917	
10	16	184802.300	.432	
11	25	220070.900	.780	
12	34	272940.600	.784	

Fig. 5.12 Variogramme et tableau de résultats pour la seconde composante principale, toutes années, toutes saisons, rive nord.

Troisième composante principale (CP3)

Son variogramme (fig. 5.13) est plat et oscille autour de sa variance. Cette variable a un comportement aléatoire.

5.2.4 Toutes années, toutes saisons, stations longitudinales, centre

(sous toutes réserves, car le nombre de paires est inférieur à 30)

Ces stations représentent surtout la voie maritime.

Première composante principale

Son variogramme est linéaire et passe à l'origine (fig. 5.14). La variable est très continue car sa variance est très faible. Avec seulement trois points, on ne peut dire si la tendance linéaire se maintient où si ce n'est pas un variogramme avec plateau de très grande portée. Dans ce dernier cas, le plateau serait atteint pour des distances supérieures à la dimension du champ d'étude indiquant des variations à très grande échelle.

Seconde composante principale

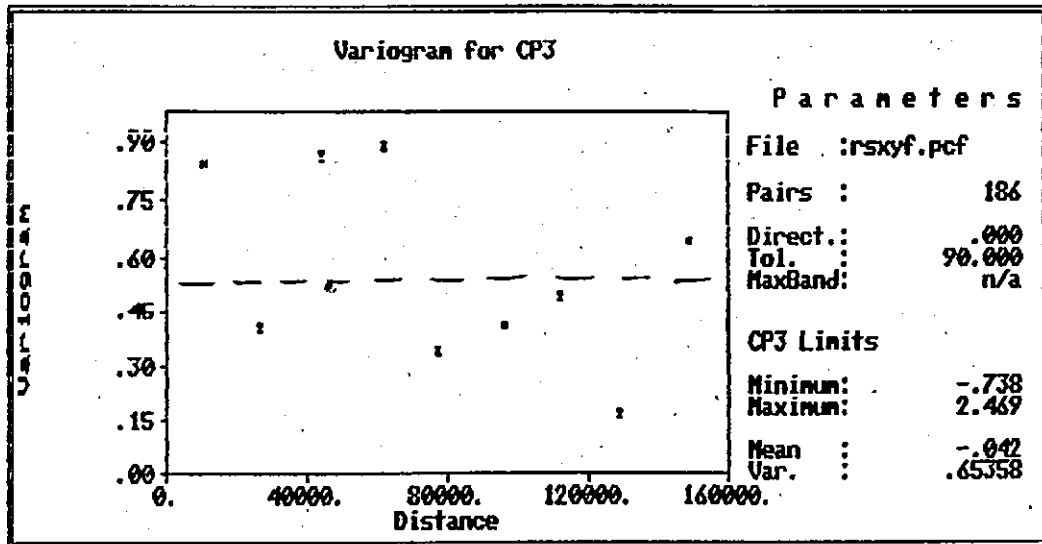
Son variogramme (fig. 5.15) pourrait être parabolique ou linéaire. On ne peut le préciser seulement avec trois points. On peut soupçonner l'existence d'un gradient pour cette variable.

Troisième composante principale

Son variogramme (fig. 5.16) est typique d'un bruit blanc. Mais comme le niveau de variance est très bas, la variable est homogène le long de cette masse d'eau.

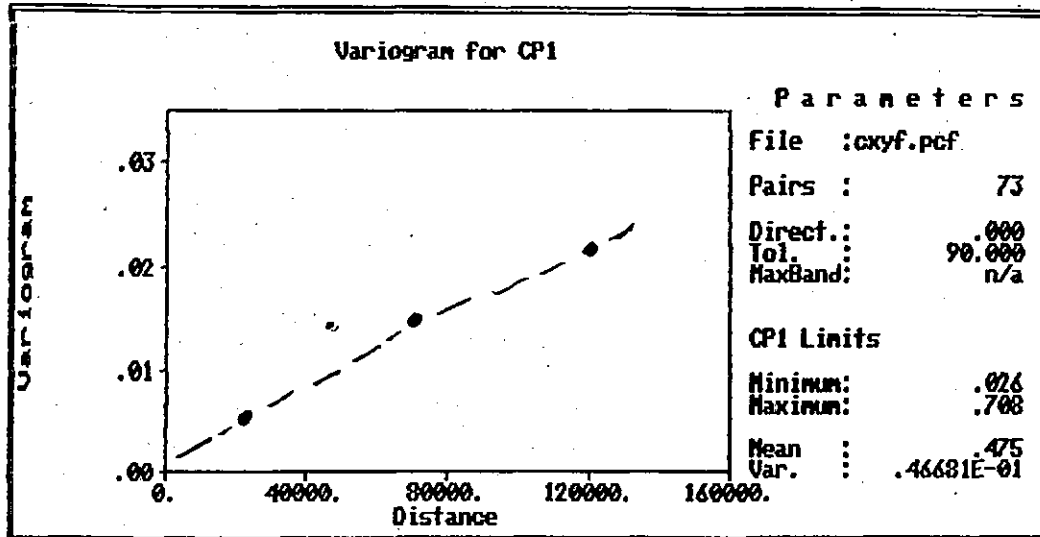
5.2.5 Toutes années, toutes saisons, stations longitudinales, rive sud

(sous toutes réserves, car le nombre de paires est inférieur à 30)



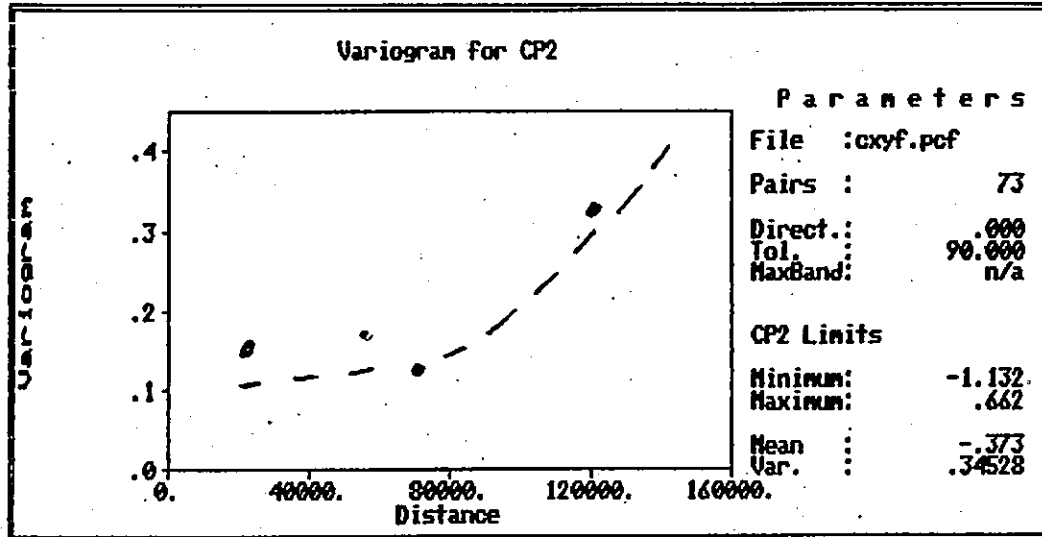
RESULTS			
Variable: CP3		Estimator : Variogram	
Minimum :	-.738	Total Pairs :	186
Maximum :	2.469		
	Pairs	Avg Distance	Estimate
1	27	10367.530	.849
2	30	26385.810	.404
3	26	43904.690	.869
4	25	61517.290	.888
5	25	77157.090	.336
6	15	96116.180	.407
7	17	111669.800	.494
8	12	129052.800	.170
9	9	149107.700	.642
10			
11			
12			

Fig. 5.13 Variogramme et tableau de résultats pour la troisième composante principale, toutes années, toutes saisons, rive nord.



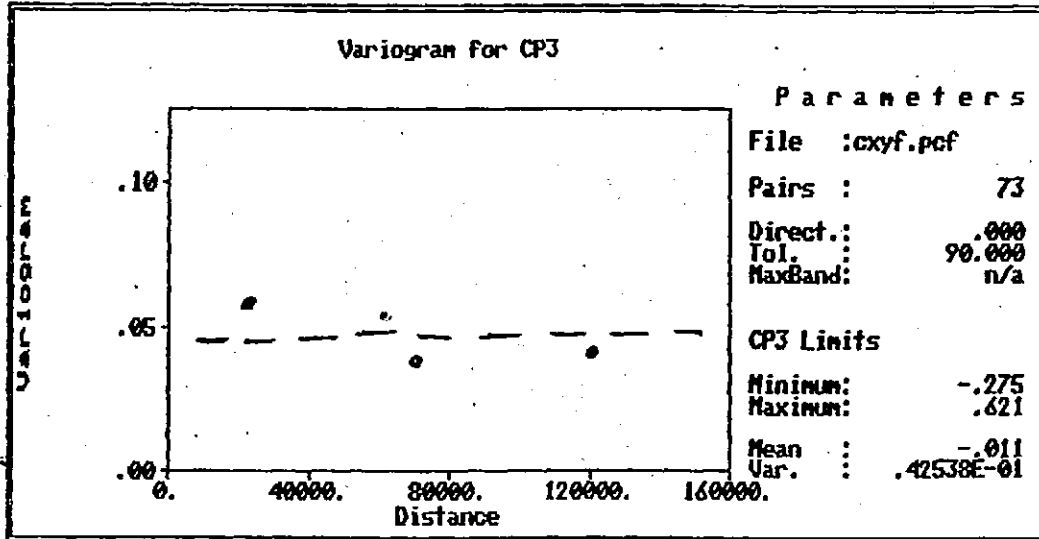
RESULTS			
Variable: CP1		Estimator : Variogram	
Minimum :	.026	Total Pairs :	73
Maximum :	.708		
	Pairs	Avg Distance	Estimate
1	23	22702.060	.006
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8	24	70639.430	.015
9	26	120653.100	.022
10			
11			
12			

Fig. 5.14 Variogramme et tableau de résultats pour la première composante principale, toutes années, toutes saisons, centre (voie maritime).



RESULTS			
Variable: CP2		Estimator : Variogram	
Minimum :	-1.132	Total Pairs :	73
Maximum :	.662		
	Pairs	Avg Distance	Estimate
1	23	22702.060	.157
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8	24	70639.430	.127
9	26	120653.100	.329
10			
11			
12			

Fig. 5.15 Variogramme et tableau de résultats pour la seconde composante principale, toutes années, toutes saisons, centre (voie maritime).



RESULTS			
Variable: CP3		Estimator : Variogram	
Minimum :	-.275	Total Pairs :	73
Maximum :	.621		
	Pairs	Avg Distance	Estimate
1	23	22702.060	.059
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8	24	70639.430	.039
9	26	120653.100	.042
10			
11			
12			

Fig. 5.16 Variogramme et tableau de résultats pour la troisième composante principale, toutes années, toutes saisons, centre (voie maritime).

Les variogrammes des composantes principales (fig. 5.17 - 5.19) montrent tous la structure d'un bruit blanc avec un niveau de variance élevé. Cela indique beaucoup de variations aléatoires le long de cette masse d'eau. Il faut quand même noter que la variable CP1 pourrait être périodique, de manière semblable à la rive nord, mais le trop petit nombre de paires ne nous permet pas de l'affirmer.

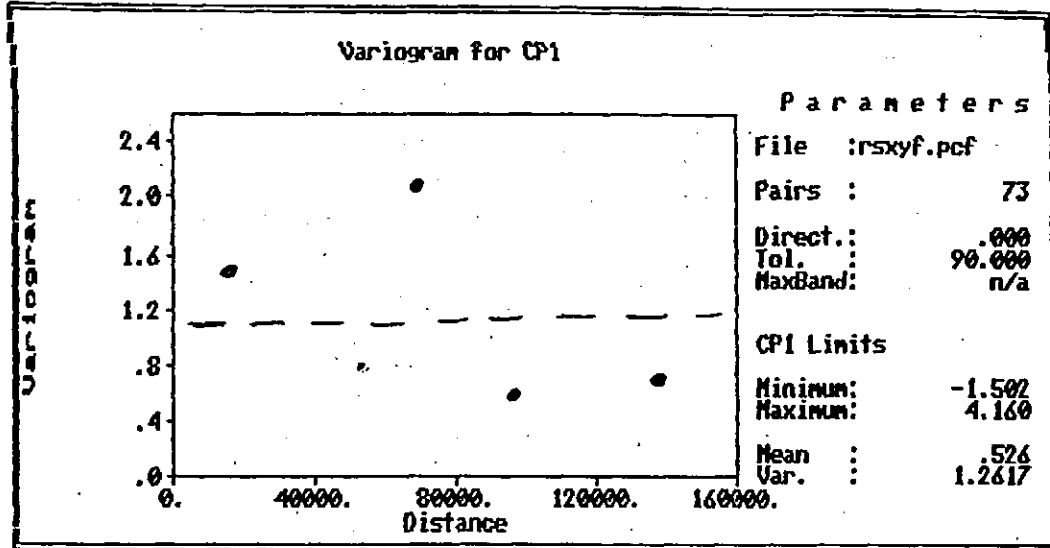
5.2.6 Etude par saison, toutes stations

Seule l'interprétation des composantes principales CP1 et CP2 demeure semblable d'une saison à l'autre et globalement. Donc l'analyse sera effectuée seulement pour ces deux variables.

En examinant les différents variogrammes pour les diverses saisons (fig. 5.20 - 5.27), on note que seul le printemps permet d'observer des changements appréciables dans la structure du variogramme de la seconde composante principale. Au printemps la variable CP2 est caractérisée par un gradient linéaire le long du fleuve contrairement à son comportement plutôt périodique pour les autres saisons.

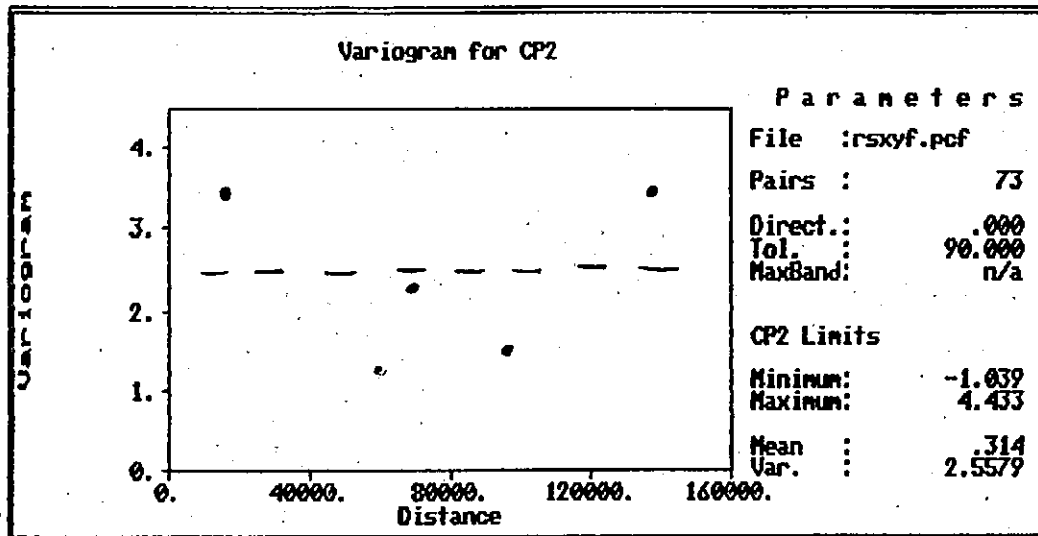
5.3 Résumé

- i) Globalement les variables montrent des variations périodiques causées principalement par les affluents et en particulier sur la rive nord par les rivières en provenance du bouclier Canadien.
- ii) Transversalement, on peut déceler la présence de deux types de gradients. Un gradient linéaire et un gradient en sauts d'escalier. Le premier indique que certaines variables se mélangent dans les zones d'interface entre masses d'eau longitudinales. Le second indique, au contraire, que d'autres variables ne se mélangent pas dans ces zones. Ces gradients appuient fortement l'hypothèse d'une subdivision du fleuve en masses d'eau longitudinales.



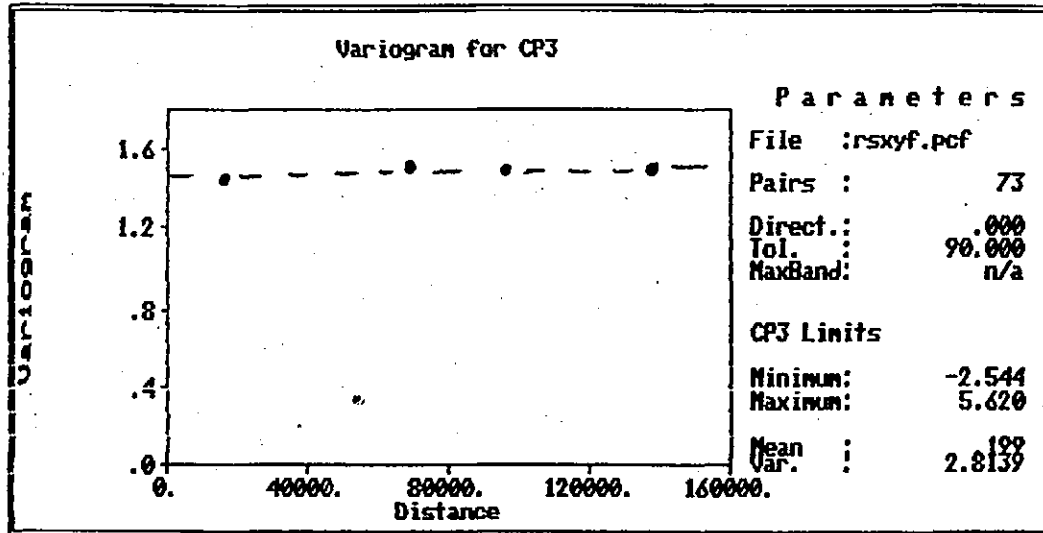
RESULTS			
Variable: CP1		Estimator : Variogram	
Minimum :	-1.502	Total Pairs :	73
Maximum :	4.160		
Pairs	Avg Distance	Estimate	
1	26	16037.020	1.494
2			
3			
4			
5	17	68780.120	2.088
6	15	96047.010	.593
7	15	137708.700	.711
8			
9			
10			
11			
12			

Fig. 5.17 Variogramme et tableau de résultats pour la première composante principale, toutes années, toutes saisons, rive sud.



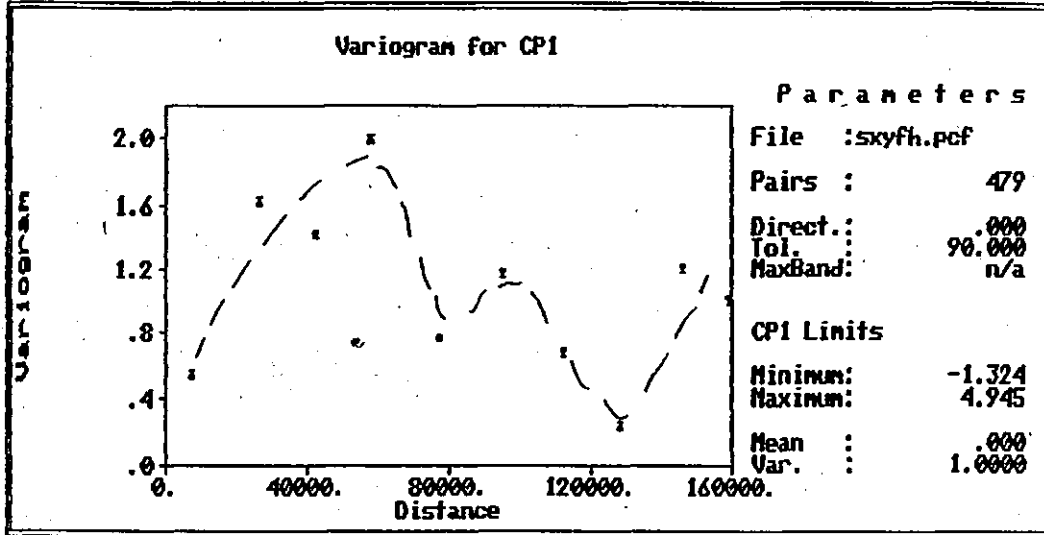
RESULTS			
Variable: CP2		Estimator : Variogram	
Minimum :	-1.039	Total Pairs :	73
Maximum :	4.433		
	Pairs	Avg Distance	Estimate
1	26	16037.020	3.432
2			
3			
4			
5	17	68780.120	2.286
6	15	96047.010	1.486
7	15	137708.700	3.442
8			
9			
10			
11			
12			

Fig. 5.18 Variogramme et tableau de résultats pour la seconde composante principale, toutes années, toutes saisons, rive sud.



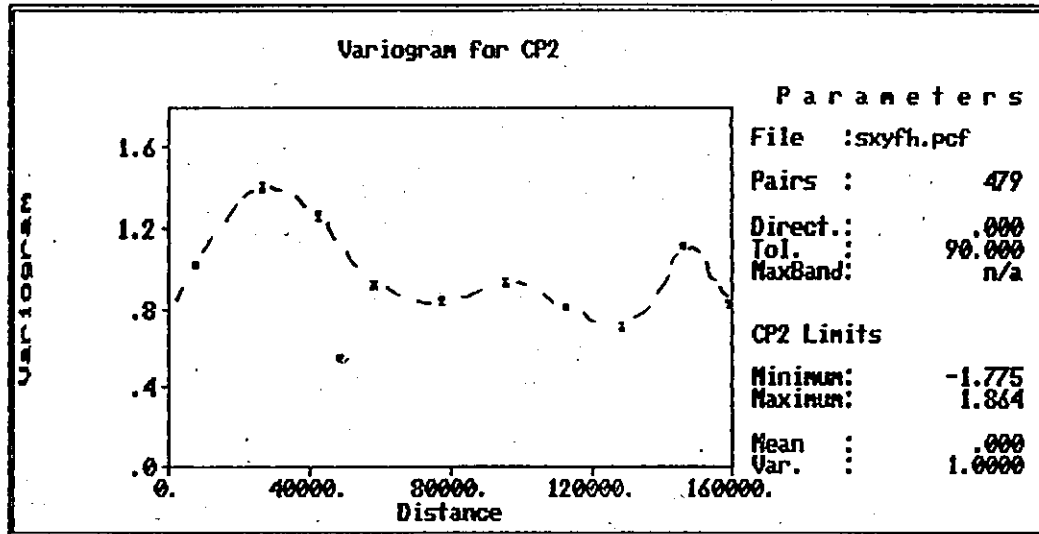
RESULTS			
Variable: CP3			
Minimum :	-2.544	Estimator :	Variogram
Maximum :	5.620	Total Pairs :	73
Pairs	Avg Distance	Estimate	
1	26	16037.020	1.438
2			
3			
4			
5	17	68780.120	1.507
6	15	96047.010	1.489
7	15	137708.700	1.496
8			
9			
10			
11			
12			

Fig. 5.19 Variogramme et tableau de résultats pour la troisième composante principale, toutes années, toutes saisons, rive sud.



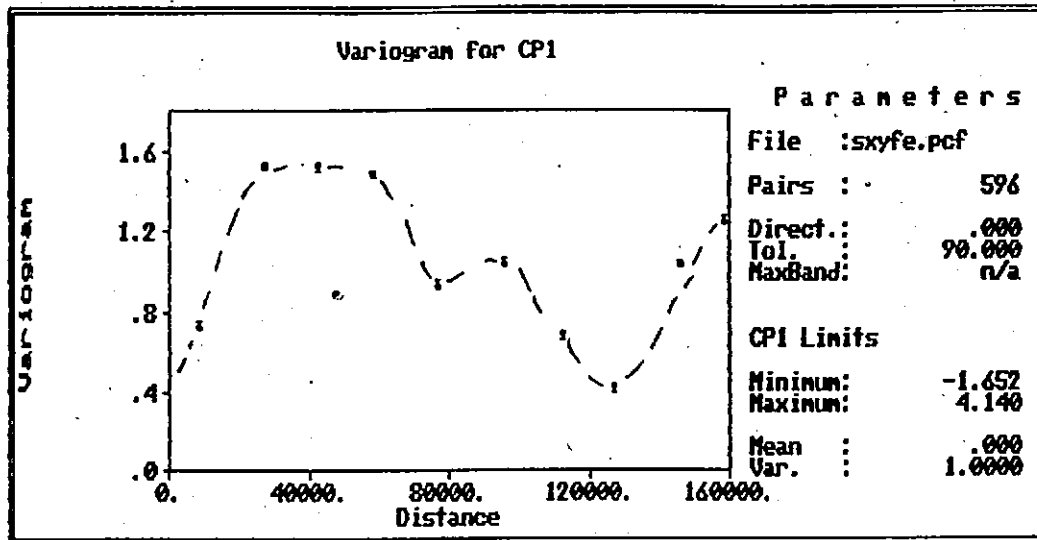
Variable: CPI			RESULTS	
Minimum :	-1.324	Estimator :	Variogram	
Maximum :	4.945	Total Pairs :	479	
Pairs	Avg Distance	Estimate		
1	77	7303.779	.547	
2	47	26468.270	1.622	
3	65	42284.910	1.426	
4	49	57740.040	1.989	
5	62	77172.590	.768	
6	39	94990.380	1.182	
7	43	112143.100	.683	
8	41	128453.100	.247	
9	37	146371.300	1.215	
10	19	159261.400	1.014	
11				
12				

Fig. 5.20 Variogramme et tableau de résultats pour la première composante principale, toutes années, toutes stations, niver.



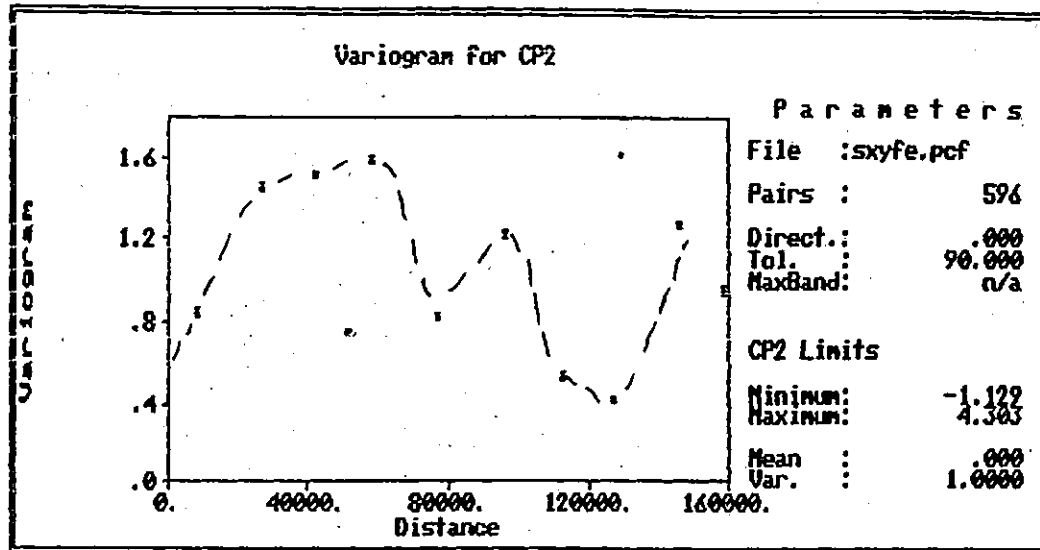
RESULTS			
Variable: CP2		Estimator : Variogram	
Minimum :	-1.775	Total Pairs :	479
Maximum :	1.864		
	Pairs	Avg Distance	Estimate
1	77	7303.779	1.026
2	47	26468.270	1.393
3	65	42284.910	1.265
4	49	57740.040	.918
5	62	77172.590	.845
6	39	94930.380	.933
7	43	112143.100	.808
8	41	128453.100	.702
9	37	146371.300	1.120
10	19	159261.400	.828
11			
12			

Fig. 5.21 Variogramme et tableau de résultats pour la seconde composante principale, toutes années, toutes stations, hiver.



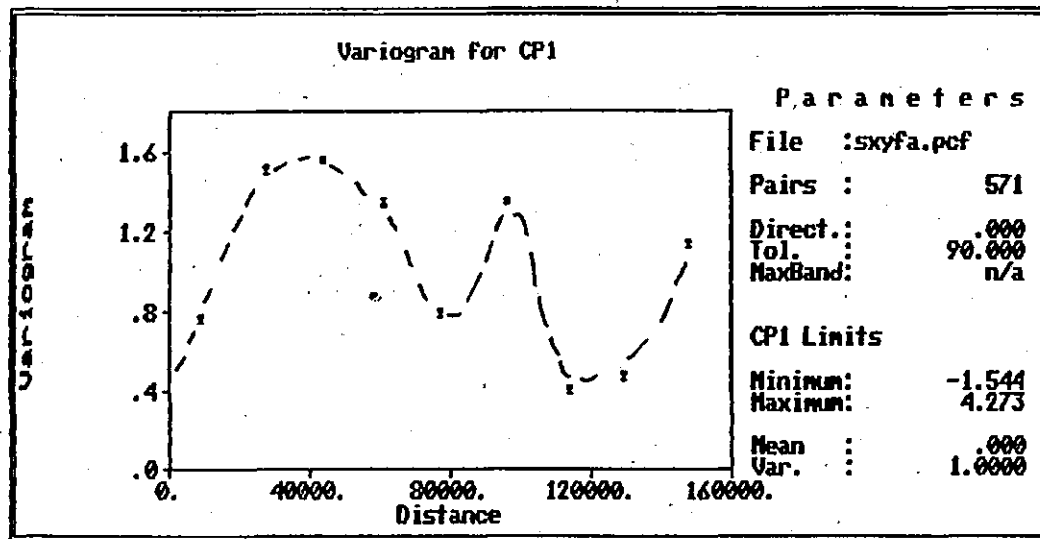
RESULTS			
Variable: CP1		Estimator : Variogram	
Minimum :	-1.652	Total Pairs :	596
Maximum :	4.140		
Pairs	Avg Distance	Estimate	
1	108	8302.311	.731
2	68	27054.640	1.525
3	82	42196.990	1.520
4	57	58179.270	1.485
5	74	76484.840	.936
6	45	95528.950	1.044
7	49	112225.000	.681
8	50	127221.800	.422
9	43	146127.800	1.039
10	20	158969.800	1.259
11			
12			

Fig. 5.22 Variogramme et tableau de résultats pour la première composante principale, toutes années, toutes stations, été.



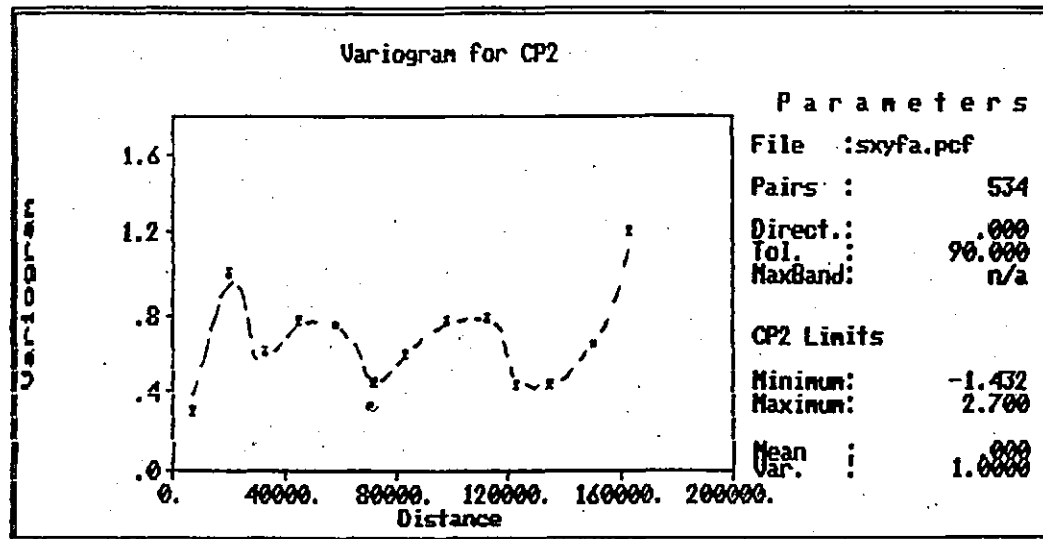
RESULTS			
Variable: CP2		Estimator : Variogram	
Minimum :	-1.129	Total Pairs :	596
Maximum :	4.303		
Pairs	Avg Distance	Estimate	
1	108	8302.311	.838
2	68	27054.640	1.448
3	82	42196.990	1.513
4	57	58179.270	1.585
5	74	76484.840	.822
6	45	95528.950	1.221
7	49	112225.000	.542
8	50	127221.800	.426
9	43	146127.800	1.269
10	20	158969.800	.947
11			
12			

Fig. 5.23 Variogramme et tableau de résultats pour la seconde composante principale, toutes années, toutes stations, été.



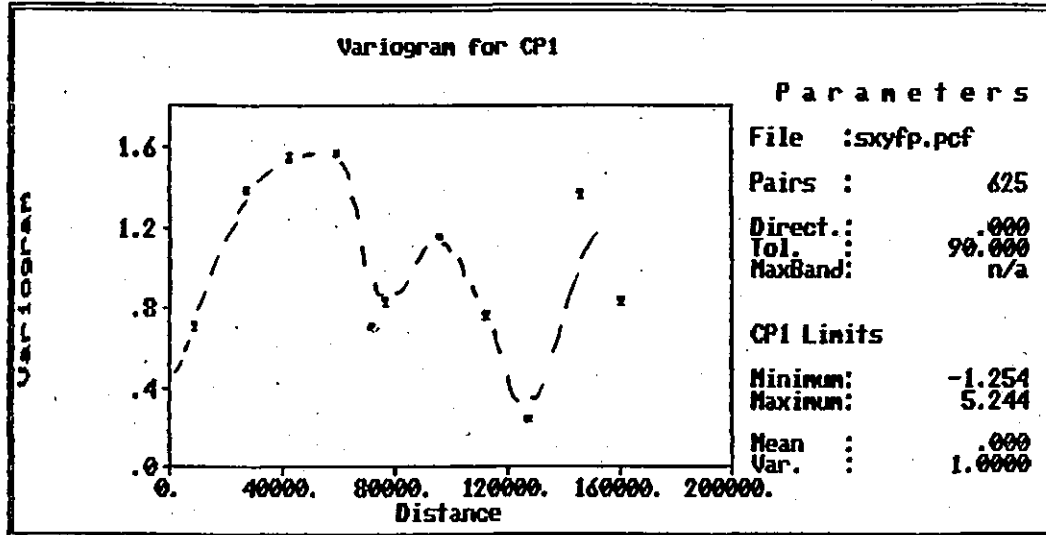
RESULTS			
Variable: CP1		Estimator : Variogram	
Minimum :	-1.544	Total Pairs :	571
Maximum :	4.273		
Pairs	Avg Distance	Estimate	
1	101	8665.230	.761
2	68	27258.180	1.510
3	78	43451.560	1.554
4	66	60616.110	1.341
5	67	77178.460	.787
6	45	95899.900	1.351
7	54	113993.800	.408
8	46	129709.200	.475
9	46	148030.100	1.142
10			
11			
12			

Fig. 5.24 Variogramme et tableau de résultats pour la première composante principale, toutes années, toutes stations, automne.



			M O D E L
	Pairs	Avg Distance	Value
1	80	7089.729	.312
2	39	19401.520	.999
3	53	32336.240	.593
4	58	44518.750	.774
5	39	58163.120	.753
6	38	71619.590	.451
7	47	82874.020	.584
8	31	98187.420	.769
9	42	112480.700	.783
10	26	122827.500	.438
11	40	134899.000	.437
12	31	150083.800	.629
13	10	163090.400	1.212
14			
15			
16			
17			

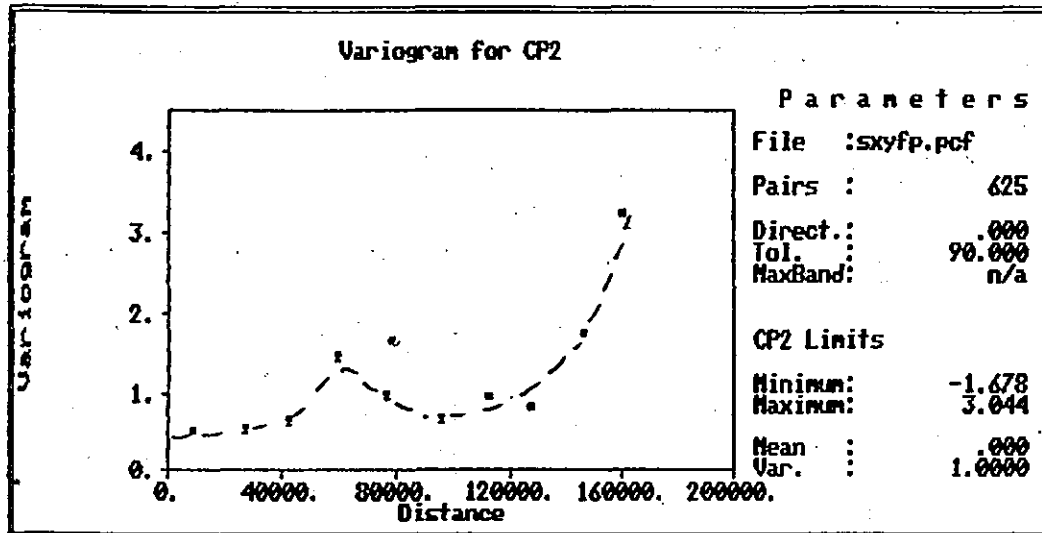
Fig. 5.25 Variogramme et tableau de résultats pour la seconde composante principale, toutes années, toutes stations, automne.



RESULTS

Variable: CP1		Estimator : Variogram	
Minimum :	-1.254	Total Pairs :	625
Maximum :	5.244		
Pairs	Avg Distance	Estimate	
1	111	8516.661	.705
2	68	27054.640	1.392
3	82	42196.990	1.544
4	69	58999.640	1.565
5	74	76484.840	.828
6	45	95528.950	1.162
7	49	112225.000	.764
8	54	127307.500	.249
9	43	146127.800	1.373
10	30	160471.500	.829
11			
12			

Fig. 5.26 Variogramme et tableau de résultats pour la première composante principale, toutes années, toutes stations, printemps.



			RESULTS
Variable: CP2			
Minimum :	-1.678	Estimator :	Variogram
Maximum :	3.044	Total Pairs :	625
Pairs	Avg Distance	Estimate	
1	111	8516.661	.523
2	68	27054.640	.544
3	82	42196.990	.650
4	69	58999.640	1.463
5	74	76484.840	.983
6	45	95528.950	.680
7	49	112225.000	.962
8	54	127307.500	.827
9	43	146127.800	1.750
10	30	160471.500	3.233
11			
12			

Fig. 5.27 Variogramme et tableau de résultats pour la seconde composante principale, toutes années, toutes stations, printemps.

- iii) Longitudinalement (en admettant la subdivision), on peut observer des variations structurées pour la rive nord et le centre (ou la voie maritime). La rive sud semble aléatoire. Ces constatations appuient encore une fois l'hypothèse d'une subdivision longitudinale en particulier pour la rive nord et le centre.
- iv) Les forts débits du printemps amènent des changements dans la structure de variation spatiale du fleuve en engendrant un gradient longitudinal pour certaines variables. Néanmoins les variables associées à la première composante principale semblent peu affectées.
- v) Malgré le petit nombre de paires dans certains variogrammes, la plupart des structures identifiées sont très claires.

5.4 Recommandations

- i) Pour les statistiques d'ensemble, il serait conseiller de considérer séparément le printemps et de regrouper les trois autres saisons.
- ii) Ajouter des stations dans les transects existants pour raffiner l'analyse structurale transversale du fleuve.
- iii) Pour les stations transects, prendre les échantillons à des profondeurs variées pour vérifier si les structures de variation spatiale sont constantes sur toute la hauteur des eaux.

6. REPRESENTATION GRAPHIQUE

Ce chapitre a pour but de suggérer des modes de représentation des données des eaux de surface qui soient à la fois parlantes et représentatives de l'effort d'échantillonnage consenti dans le passé. On cherche à éviter l'usage de logiciels automatiques de cartographie qui produisent des zones de couleurs "mur à mur", même en l'absence de données spatiales représentatives.

6.1 Isolignes

On suggère de représenter les isolignes de quantiles 50 (médiane) et 90 (décile supérieur) dans les zones où l'étude des variogrammes longitudinaux garanti une erreur inférieure à 25% de la valeur obtenue par krigeage directionnel. Ceci tient compte du caractère de non-mélange des eaux du fleuve, mis en évidence par les fortes pentes des variogrammes transversaux. Dans cette représentation, il faut s'attendre à ce qu'une certaine partie de la surface du fleuve ne permette pas d'estimation fiable des valeurs des paramètres.

Le krigeage est l'outil privilégié de cette analyse; comme le variogramme longitudinal est relativement bien défini, mais que très peu de transects existent (Cornwall, Lac Saint-François, Rivière des Milles Iles, Varennes, Lac Saint-Pierre, Trois-Rivières, Québec), un complément de mesures transversales devraient être effectuées à l'occasion d'autres projets. Dans ce contexte, un krigeage devrait être effectué, avec comme variables de localisation, non pas la latitude et la longitude, mais le kilométrage par rapport à une origine longitudinale arbitraire et une position transversale exprimée en pourcentage de la débitance du fleuve.

6.2 Apports des tributaires

On sait que les eaux des tributaires ne se mélangent pas facilement à la masse des eaux des Grands Lacs. Dans cette étude, nous ne disposons que des concentrations caractéristiques des eaux des rivières des Outaouais et de l'Assomption. Il serait

intéressant de caractériser les eaux des 12 tributaires majeurs québécois (Yamaska, Richelieu, Saint-Maurice, etc...) mesurées près de leurs embouchures qui sont des données provinciales.

6.3 Représentation iconographique

Il serait intéressant de représenter par des symboles les paramètres les plus critiques associés à chaque usage; ceci permettrait de focaliser les efforts de monitoring et le suivi des problèmes: cela pourrait être le mercure dans la chair de poisson des plans d'eau ou certains corps pouvant limiter l'utilisation de l'eau du fleuve comme source d'alimentation en eau potable.

6.4 Représentation temporelle

Pour les paramètres présentant une évolution temporelle il serait intéressant de choisir une base historique (1978-1982 par exemple) et de représenter graphiquement et en valeur relative leur évolution ($\text{NO}_{2,3}$). Ce pourrait être un graphique circulaire où l'évolution annuelle médiane serait représentée par rapport à un cercle de rayon unitaire.

6.5 Représentation spatiale et temporelle par un indice lié aux usages

Face à la multiplicité des paramètres représentant la qualité de l'eau, il serait intéressant d'utiliser pour la représenter un indice permettant au moins de qualifier les stations les unes par rapport aux autres et les évolutions temporelles à chaque station. Un tel indice pourrait être construit par groupes de paramètres (minéralisation, métaux lourds, toxiques organiques, contamination bactérienne, bioessais) et relativement aux critères canadiens limitant les usages. Malheureusement, il n'existe pas actuellement de consensus dans la communauté scientifique sur la structure d'un tel indice, mais la voie devrait être explorée surtout pour favoriser la communication avec le grand public.

7. CONCLUSION

Cette étude rend compte des tendances **centrales spatiales et temporelles** affectant les eaux de surface du fleuve. Elle pourrait être complétée par une analyse similaire pour caractériser les sédiments, dont les données sont bien plus disparates.

Si l'on fait l'hypothèse que les données sont bien analysées, deux autres secteurs touchant les eaux courantes pourraient être approfondis: l'étude des valeurs fortes correspondant à des rejets ou des déversements et celle des toxiques dont la présence est rare. Les méthodes statistiques applicables aux valeurs non-détectées (ND) ont fait des progrès certains, malgré les difficultés liées à des seuils de détection décroissants suite à l'amélioration des techniques analytiques. Pourtant on sait que l'avenir n'est pas orienté vers les réseaux de connaissance générale, mais plutôt vers des indicateurs environnementaux et la surveillance de quelques corps dont l'absence dans le milieu doit être la règle générale. On aura donc à tirer des conclusions à partir de résultats touchant la fréquence des valeurs non-détectées.

8. REFERENCES

CLUIS, D., C. LABERGE et C. HOULE (1987). Détection des tendances en qualité de l'eau. II. Applications aux données NAQUADAT et aux industries réglementées. Rapport scientifique No 230, 430 p. (pour Environnement Canada).

DESILETS, L. et C. LANGLOIS (1988). Variabilité spatiale et saisonnière de la qualité de l'eau du fleuve Saint-Laurent et optimisation du réseau d'échantillonnage. Environnement Canada, Direction des eaux intérieures, programme qualité et quantité de l'eau, région du Québec, EMS-1004.

JOURNEL, A.G. et C.J. HUIJBREGHTS (1978). Mining geostatistics. Academic Press, 600 p.

MATHERON, G. (1965). Les variables régionalisées et leur estimation. Masson, 305 p.

POULTON, D.J. (1989). Statistical zonation of sediment samples using ratio matching and cluster analysis. Env. Monit. and Ass., 12, 379-404.

ROMESBURG, H.C. (1984). Cluster analysis for researchers. Lifetime Learning Publications, Belmont, Ca.