

Distribution et évolution des MES dans le bassin de la Seine

Michel Meybeck (UMR Sisyphe 7619, Université P. et M. Curie, Paris)

Konstantia Koskina (UMR Sisyphe et Université Aristotles, Thessanoloiki (Grèce))

Andreadis Prodromos (UMR Sisyphe et Université Aristotles, Thessanoloiki (Grèce))

Alain Ragu (UMR Sisyphe 7619, Université P. et M. Curie, Paris)

Les matières en suspension (MES, filtrées à 0,45 ou 0,5 μm) sont un des descripteurs de base de la qualité des milieux aquatiques. Elles nous renseignent sur les bilans d'érosion des sols, les rejets de matière particulaire, elles contrôlent en partie la production végétale du milieu en agissant sur la turbidité (une grandeur optique souvent assimilée à tort aux MES). Enfin et surtout les MES sont la forme de transport privilégiée de nombreux micropolluants peu solubles (métaux lourds, HAP, PCBs) de carbone organique et de nutriments.

Dans certaines régions karstifiées, comme dans le Pays de Caux, les MES des eaux souterraines peuvent être importantes et être associées à des contaminations bactériennes entraînant la fermeture de captages après les orages. Il convient de mentionner aussi que le dépôt des MES dans les parties naviguées du fleuve entraînent des obstacles à la navigation. Le SNS drague chaque année une moyenne de 120 000 t de vases fluviales.

Le Piren-Seine a été très attentif depuis sa création au problème des MES, de leur origine, leur contamination, leur transport et leur bilan. Ces points sont abordés dans de nombreux chapitres de notre synthèse (voir Meybeck et al 1998, Thévenot et al 1998, Garnier et al 1998). L'UMR Sisyphe s'était jusqu'ici plus intéressée au transport de MES pendant les crues et à leur variabilité saisonnière. Nous nous proposons ici d'examiner la distribution géographique des MES et ses facteurs en fonction de :

- la nature lithologique des bassins
- l'ordre hydrologique
- l'urbanisation
- le profil fluvial

Sur quelques stations les mieux documentées nous étudions aussi la stabilité des séries de MES sur la période 1971-97. Une partie de cet travail a fait l'objet d'une publication sous presse (Meybeck et al, 1999).

1. Données utilisées et critique des données

Les données utilisées proviennent de plusieurs sources, il n'y a pas eu de campagnes de terrain spécifiques à cette étude.

Réseau National de Bassin (RNB, anciennement Inventaire National de la Pollution INP). Il fonctionne depuis 1971 avec des fréquences de mesures assez faibles de 1971 à 1981 (4 à 12/an). Depuis 1981 les fréquences sont couramment à 12/an et vont jusqu'à 24/an comme pour la Seine à Poses où 687 couples débits-MES ont été utilisés (exutoire du bassin, 65 000 km^2 environ). Ce fichier nous a été aimablement transmis par Mlle Serre de l'AESN grâce à la coopération de Mme E. Crouzet qui a co-encadré une stage de deux étudiants de l'université de Thessalonique (K.K. et A.P.). Nous les remercions vivement toutes deux.

Le fichier RNB comprend plus de 320 stations : nous en avons extrait environ 250 pour lesquelles on dispose d'au moins 50 mesures.

Les suivis journaliers à Poses, sur la Marne et le Grand Morin. Ces suivis expérimentaux effectués par le SNS (A. Ficht) par la CGE (N. Fauchon) et le Cemagref (V. Andreassian) pendant

quelques années ont déjà été utilisés dans le cadre du Piren-Seine (voir Meybeck et al 1998, et Meybeck et al 1999 sous presse). Ils sont précieux car ils permettent d'étudier la totalité de la population des MES journalières.

Des suivis journaliers sur d'autres fleuves comme le Rhin, l'Arve, le Lot et aussi la Peace (Canada), le Little Colorado, etc. Ils permettent de comparer les MES* moyennes pondérées par les débits avec les quantiles de MES.

Nous n'avons pas étudié de façon approfondie ici les stations estuariennes et/ou normandes (ex. Eure, Risle) documentées dans le fichier RNB.

2. Traitement des données

Les données de chaque station ont été classées de façon à déterminer les **quantiles de distribution** depuis le percentile inférieur C1% au percentile supérieur C99% pour les stations les mieux documentées (plus de 150 données). Pour les stations les moins documentées (entre 20 et 50 données) seuls les quantiles principaux ont été déterminés : C10%, C25%, C50% C75% C90% et représentées systématiquement sous forme des "boîtes à moustaches" classiques. L'ensemble des données statistiques est présenté à l'Annexe 1.

Des profils longitudinaux ont été réalisés systématiquement sur les principaux axes fluviaux : Seine moyenne et aval, Marne, Oise, sur l'Yonne, l'Aube, la Seine à l'amont de Montereau.

La relation MES-taille des bassins n'a pas pu être réalisée directement (nous n'avons pas disposé de la superficie drainée à chaque station). Aussi nous avons classé les stations d'après leur débit moyen interannuel tel que documenté dans la banque RNB, c'est à dire au moment des prélèvements effectués pour la qualité des eaux, entre 50 et 600 valeurs étalées sur 30 ans. Ces données ne correspondant pas, bien sûr, aux débits réels mais nous permettent de classer les stations de moins de 0,5 m³/s (ordres 1 et 2) à plus de 300 m³/s (ordre 8) de débits moyens (tableau 1).

Rappelons ici que la fiabilité des MES mesurées n'est pas exempte de critiques :

- la reproductibilité des mesures d'une heure à l'autre est de l'ordre de 10%
- le biais entre un prélèvement de surface et une moyenne verticale pondérée par les vitesses d'écoulement peut atteindre 20%
- on peut observer des différences marquées, d'un facteur 2, entre rive gauche et rive droite à l'aval de rejets importants et/ou aux confluences majeures (voir travaux sur la turbidité à la confluence Seine-Oise influencée par les rejets de l'usine Seine Aval, ce rapport Piren-Seine).

Cependant, si les prélèvements sont effectués toujours aux mêmes sites avec les mêmes procédures, les séries peuvent être considérées comme homogènes.

La représentation des épisodes les plus turbides courts observés lors les crues (5 À 10% du temps pour les plus grands bassins) dans la banque de donnée du RNB n'est sans doute pas excellente : il est vraisemblable que ces épisodes échappent le plus souvent à la surveillance, même fréquente, comme à Poses où les suivis journaliers ont détecté des épisodes à plus de 250 mg/L.

Tableau 1. Stations de la Seine classées par débits croissants

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
0-0.5(m ³ /s)	0.5 - 1(m ³ /s)	1-2(m ³ /s)	2-5(m ³ /s)	5-10(m ³ /s)	10-20(m ³ /s)	20-50(m ³ /s)	50-100(m ³ /s)	100-300(m ³ /s)	>300(m ³ /s)
13620	24585	13300	1000	7000	4385	3290	12000	47000	125000
34254	41165	20650	2000	15000	17000	5000	14000	48000	125500
47490	52134	34370	23000	22000	26000	5200	29140	49000	126000
51500	52785	43920	25650	24392	27000	6000	29470	61660	126510
51840	57985	52270	33000	24840	34000	18951	29710	63000	126511
52010	65000	66000	35150	25000	37650	21000	30000	80660	127370
52450	75000	71550	36650	33580	54660	27490	31040	83001	128000
56010	85807	73350	42190	36000	55000	28000	31610	138000	172510
76000	85977	77000	44000	36280	70440	29000	32000	63650	173250
78510	109660	78600	44580	41000	88410	38380	92500	80580	174000
85589	115460	79150	57000	45000	130200	39000	104000	81000	174020
119590	128500	115990	68800	53000	132000	90000	105500	81570	174210
120800	132827	128600	73000	54220	145000	98000	108098	82000	174211
129380	133690	133937	73480	69000	156995	131000	109000	82560	182629
129440	134730	142520	79990	85730	214000	132500	109840	83000	183000
132976	138390	144280	90500	86000	222000	132870	110270	83450	183460
137685	140400	144475	113040	95000		133000	111000	84470	183580
141820	141984	161747	114000	96000		133270	111320	85000	183730
143225	143785	167820	115000	96100		133850	111550		183800
144735	157430	169500	117310	99950		146890	112000		184000
157200	167000	175000	118000	101000		149081	112340		184120
168400	168995	187000	128745	102000		149605	112480		184370
172000	171880	210050	134800	119000		149630	134000		184530
189210	189675	211000	143000	129020		150000	135000		184760
189335	194080	215000	149487	130000		151800	136000		184880
189545	194180	218150	156350	130490		152000	137000		185000
190735	197000		158900	144007		152440	137290		185210
	198000		159795	146000		153000	138800		185610
			160900	162000		153660	141000		186000
			163000	165020		154000	141490		186234
			168085	166490		154470			186500
			189000	178000		155000			
			196000	180100		155100			
			200070	189975		155470			
			204000	209000		156000			
			213000	221500		193000			
			216000						
			217000						

3. Comment approcher les MES* moyennes pondérées

Dans ce travail les flux de MES sont privilégiés aux dépends des MES les plus fréquentes caractérisées par les médianes (C50%). Nous essayons d'obtenir les MES* correspondant aux flux annuel des MES passé à une station divisé par le volume annuel d'eau écoulée. Le flux de MES annuel est idéalement déterminé à partir d'une analyse en continu, ou à défaut, journalière, divisé par le volume d'eau passé à la station pendant la même période.

Ce calcul de MES* a pu être effectué sur des données journalières prises entre 1 et 20 ans sur 11 rivières du monde dont le Ruisseau de Mélarchez (1 km², bassin du Grand Morin) et la Seine à Poses. Nous avons comparé les MES* pondérées avec les quantiles de MES pour les mêmes jeux de données : MES* correspond entre les MES 74% et MES 97,6% suivant les stations. Les MES* sont donc beaucoup plus élevées que les MES 50%.

Sur la Seine à Poses nous avons pu étudier cette variabilité année par année sur le fichier des MES journalières théoriques reconstitué par Z. Idlafkih (1998) sur 35 ans à partir des chroniques de débits journaliers, des hystérésis des relations MES=f(Q). Cette reconstitution a été validée sur les 3 années de MES journalières du SNS à Poses : les flux théoriques et mesurés diffèrent de 0 à 30% suivant l'hydraulicité. Le rapport MES* pondérées sur MES moyennes arithmétiques varie de 1,1 à 1,9 suivant les années avec une médiane à 1,5. Il est maximum pour les années très turbides. Rappelons ici que les MES moyennes établies sur 12 ou 24 prélèvements annuels sont en général

assez différentes des moyennes établies sur des prélèvements quotidiens. Il est donc difficile d'utiliser les moyennes annuelles du RNB pour accéder aux moyennes pondérées.

Dans les fleuves de plaine, pas très turbides, déterminés par des bassins versant de plus de 10 000 km², les MES* correspondent à des quantiles plus bas de MES 74% à MES 83%.

Pour les bassins plus petits, toutes conditions hydrologiques et pédologiques égales par ailleurs, les quantiles correspondants ont tendance à augmenter : MES 97,6% à Mélarchez dont les débits sont extrêmement variables (Meybeck et al, 1998). Pour les bassins plus turbides (Peace, Arve, Rhin Alpestre) les quantiles sont aussi plus élevés (90%).

Pour les stations du bassin de la Seine on peut estimer que la moyenne des MES* varie entre les quantiles MES 85% pour les bassins les plus petits (1 000 km² et les quantiles MES 75% pour les bassins les plus grands. Si on dispose de suffisamment de données RNB pour estimer ces quantiles (avec une erreur de 10 à 20%) on pourra directement utiliser le suivi RNB à long terme pour reconstituer les MES* pondérées. Il convient toutefois de valider cette hypothèse sur des stations documentées au pas de temps journalier en milieu comparable, soit en France soit à l'étranger.

4. Distribution générale des MES dans le bassin

4.1. Ensemble des stations

Nous avons considéré 3 populations statistiques de MES à 316 stations : celle des déciles inférieurs des séries temporelles (C10%), celle des médianes (C50%) et celle des déciles supérieurs (C90%) (voir tableau 2). Ces populations ont été classées en histogramme à progression géométrique.

Les résultats acquis confirment les niveaux de MES très modérés de l'ensemble du bassin :

- les déciles inférieurs ne dépassent guère 16 mg/L
- les médianes sont comprises entre 4 et 32 mg/l sur l'ensemble des cours d'eau du bassin
- les déciles supérieurs sont compris entre 8 et 128 mg/L avec seulement une station plus turbide (figure 1)
- Dix-huit stations estuariennes ont été également traitées (tableau 2 et figure 1, échantillon #2) elles sont nettement plus turbides avec des médianes entre 32 et 256 mg/L pour la plupart et des déciles supérieures excédant parfois 1 000 mg/L. Cette augmentation des MES est bien connue en milieu estuarien où elle est liée à l'hydraulique estuarienne. Elle intervient très à l'amont, avant même le début de salinisation des eaux fluviales et correspond au bouchon vaseux.

Une autre façon de représenter la variabilité géographique des MES est portée à la figure 2 pour le bassin en amont de Montereau (Seine Amont, Yonne et Aube) sur 36 stations bien documentées (entre 200 et 250 mesures de 1971 à 97). La distribution spatiale des quantiles de distribution temporelle (déciles inférieure, médianes et déciles supérieurs) est reportée en ordonnées. On remarque que la dispersion spatiale augmente des plus faibles turbidités aux plus fortes. Cette tendance n'existe pas pour tous les descripteurs de qualité des eaux : par exemple l'alcalinité et le calcium ont une évolution inverse

Figure 2. Distribution spatiale des MES (mg/L) dans les stations (n=36) des bassins de la Seine amont de l'Aube et de l'Yonne, pour les déciles inférieurs (C10%), médianes (C50%) et déciles supérieurs (C90%) des distributions temporelles à chaque station (période de 1971 de 1997; 200 à 250 mesures).

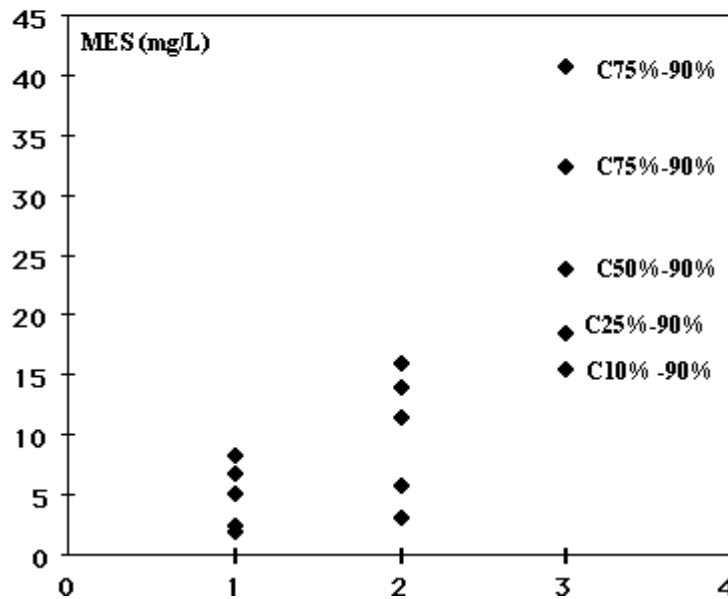
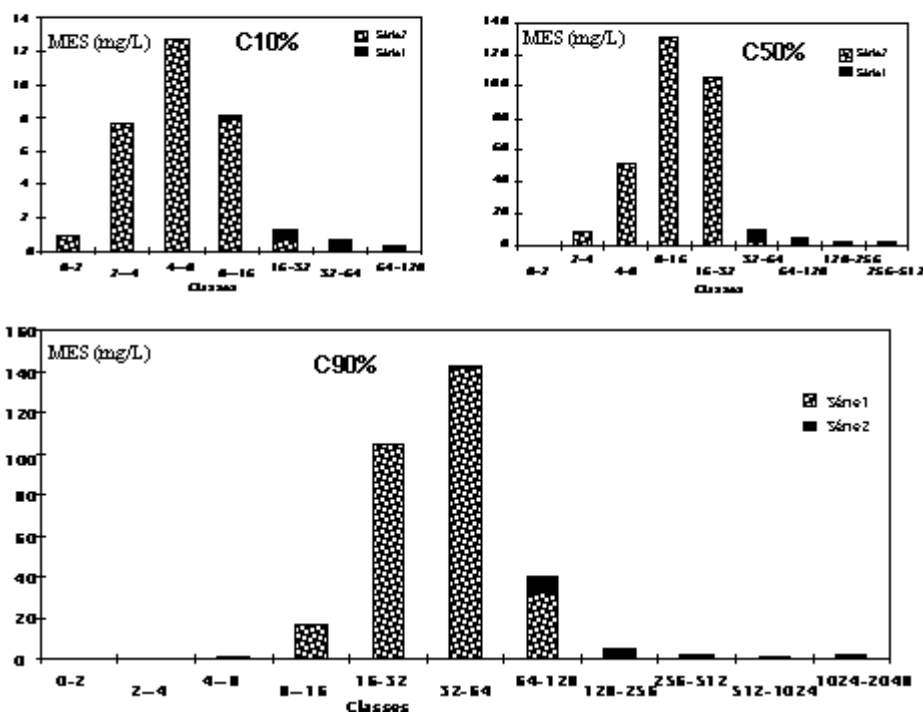


Tableau 2. Percentiles des distributions temporelles des MES : distribution du nombre de stations par classes de valeurs des MES pour les déciles inférieurs (C10%), médianes (C50%) et déciles supérieurs (C90%).

	Classes	n(1)	n(2)	n(1)+n(2)
C10%	0-2	10	0	10
	2-4	76	0	76
	4-8	127	0	127
	8-16	79	2	81
	16-32	6	7	13
	32-64	0	6	6
	64-128	0	3	3
	Somme	298	18	316
C50%	0-2	0	0	0
	2-4	9	0	9
	4-8	51	0	51
	8-16	131	0	131
	16-32	105	1	106
	32-64	2	8	10
	64-128	0	5	5
	128-256	0	2	2
	256-512	0	2	2
Somme	298	18	316	
C90%	0-2	0	0	0
	2-4	0	0	0
	4-8	1	0	1
	8-16	17	0	17
	16-32	105	0	105
	32-64	142	1	143
	64-128	32	8	40
	128-256	1	4	5
	256-512	0	2	2
	512-1024	0	1	1
	1024-2048	0	2	2
Somme	298	18	316	

(1) Toutes les stations, estuaire exclu, (2) Stations estuariennes seules

Figure 1. Percentiles des distributions temporelles des MES, distribution du nombre de stations par classes de valeur pour les déciles inférieurs (C10%), pour les médianes (C50%) et pour les déciles supérieurs (C90%) .



4.2. Stations représentatives des principaux tributaires

Tableau 3. Quantiles complets des MES à 7 stations principales du bassin de la Seine.

	n	C1%	C5%	C10%	C25%	C50%	C75%	C90%	C95%	C99%
# 21 000	269	2,7	4	5	10	15	24	40	52	169
Aube (Baudement)										
# 32 000	450	2	4	6	8	14	22	37	56	102
Yonne (Montereau)										
# 109 000	320	3	5,2	7,2	10	17	30	64	106	210
Marne (La Ferté)										
# 138 000	384	4,9	10	12	16	24	36	59	82	175
Oise (Beaumont)										
# 156 000	382	5,9	7,0	8,8	13	21	35	72	97	184
Aisne (Choisy)										
# 174 000	697	4,6	7,8	10	15	22	38	65	91	170
Seine (Poses)										
# 178 000	310	2	3,5	5	8	13	22	35	52	100
Epte (Fourges)										

5. Tendances par décades

Nous avons considéré 7 stations principales du bassin sur l'Yonne, la Seine amont, l'Aube et la Seine à Poses (#6 000, 12 000, 14 000, 21 000, 28 000, 32 000 et 174 000).

Une sélection des principaux tributaire du bassin disposant de chroniques de MES bien documentées a permis d'établir une gamme complète des quantiles depuis MES 1% (dépassés pour 99% des prélèvements) jusqu'aux MES 99% (dépassés pour 1%). Les grands tributaires sont

remarquablement homogènes : c'est une rare particularité du bassin de la Seine déjà observée en hydrologie et en bruit de fonds géochimique (voir "La Seine en son bassin " M. Meybeck éditeur, 1998). Sur les 7 stations étudiées les écarts ne dépassent guère un facteur 2, ce qui est très faible car les MES varient généralement suivant les conditions locales des bassins sur plus d'un ordre de grandeur. On notera que les MES maximales sur ces bassins, généralement supérieurs à 5 000 km², ne dépassent pas 200 mg/L (C99%). Alors qu'à une échelle inférieure les maxima peuvent dépasser 1 000 mg/L comme sur le Ruisseau de Mélarchez (Meybeck et al, 1998) (voir aussi section 6).

Nous avons découpé la période d'étude en trois : 1971 à 1979, 1980 à 1989 et 1990 à 1997, de façon à disposer de 8 à 9 années à chaque fois, combinant des années sèches comme des années humides. On suppose donc qu'il n'y a pas de biais marqué de la distribution des débits entre les trois périodes (tableau 4).

Tableau 4. Tendances des MES pour la période 1991 -1997

SEINE à Poses (65 000 km ²) # 174 000	C50%	C75%	C90%
1971 – 1979	26	39	62
1980 – 1989 effectifs ≅ 200 pour chaque période	23	34	58
1990 – 1997	21	37	79
<hr/>			
SEINE à l'aval de Troyes # 5 000			
1971 – 1979	15,5		
1980 – 1989	23,0		
1990 – 1997	24		
<hr/>			
SEINE à Montereau # 14 000			
1971 – 1979 (construction de Nogent ?)	21	33	62
1980 - 1989	16	26	39
1990 - 1997	17	24	35
<hr/>			
AUBE aval # 21 000			
1971 - 1979	12,5	20	30
1980 - 1989	13	21	29
1990 - 1997	19	29	53
<hr/>			
YONNE aval Auxerre # 28 000			
1980 - 1989	11	15	23
1990 - 1997	11	15	22
<hr/>			
YONNE à Montereau # 32 000			
1971 - 1979	18	25	42
1980 - 1989	9	12	14
1990 - 1997	25	27	58
<hr/>			
# 6 000			
1971 - 1979	16	25	46,6
1980 – 1989	16	25	39,1
1990 – 1997	14,5	23,7	36
<hr/>			
# 12 000			
1971 – 1979	(17)		
1980 – 1989	18,5	25,5	37,2
1990 – 1997	20,4	27	34,9

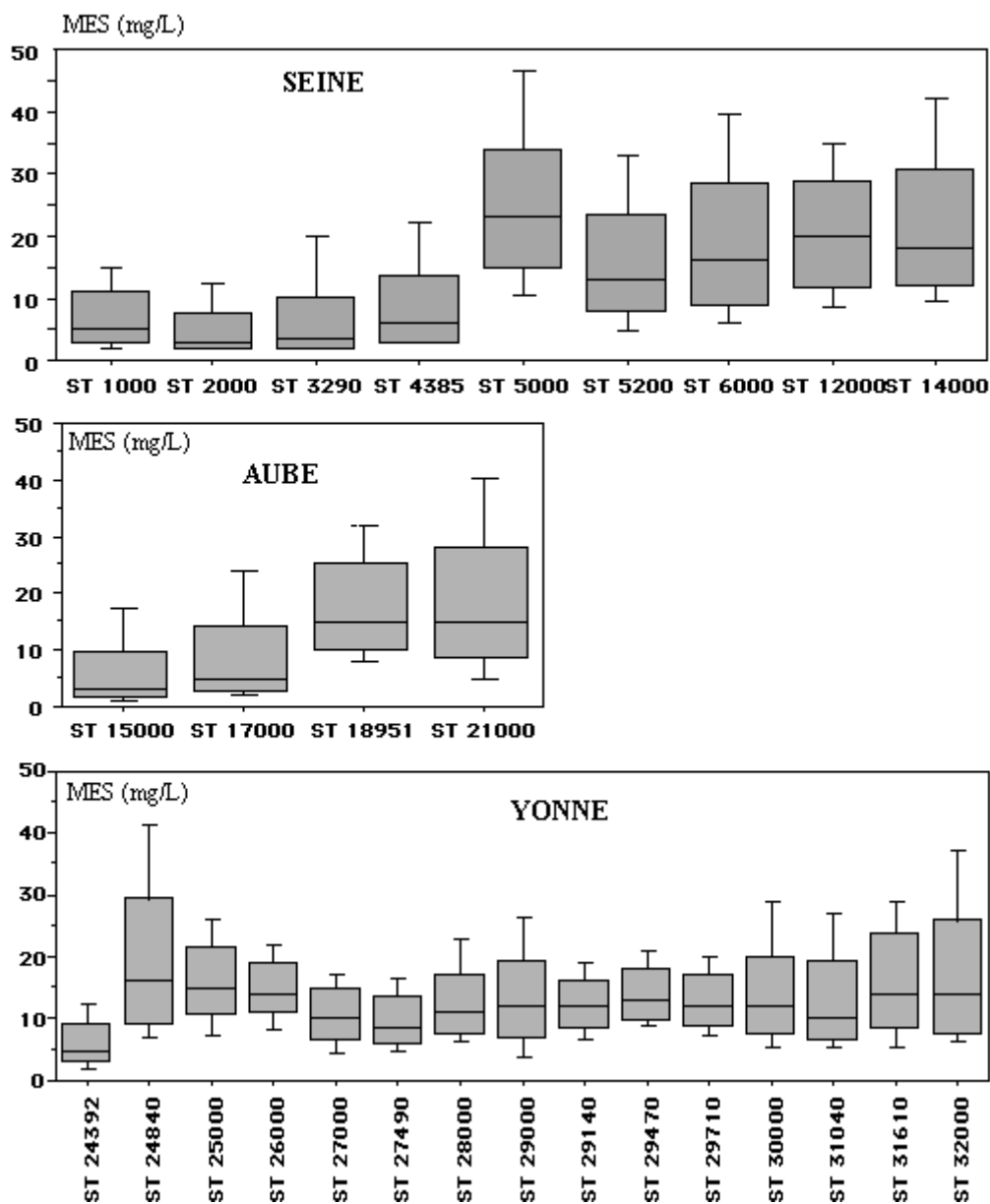
Certaines stations ne présentent aucune variation significative en particulier la Seine à Poses ou la Seine à Méry. Pour l'Yonne à Montereau la décade centrale (1980-89) est beaucoup moins turbide. Nous n'expliquons pas cette évolution passagère d'autant que sur la Seine à Montereau c'est la première décade la plus turbide (est-ce du à la construction de la centrale de Nogent ?).

6. Profils longitudinaux

6.1. Aube, Yonne et Seine amont

Les trois profils sont présentés sous forme de boîtes à moustaches (C10, C25, C50, C75 et C90%) aux stations disponibles (figure 3). Sur l'Aube l'impact de Bar sur Aube se remarque à peine, par contre on observe un net accroissement des MES entre les stations 17 000 (?lancourt) et 18 951 (Viguets).

Figure 3. Profils longitudinaux des distributions statistiques des concentrations en MES (mg/L) durant la période 1971 à 1997) pour la Seine, l'Aube et l'Yonne.



Sur la Seine Amont on remarque une très nette influence de Troyes : entre #4 385 (Verrières) et # 5 000 (Barbery-St Sulpice) les MES triplent.

Sur l'Yonne à la sortie d'un réservoir du Morvan (#24 392) les MES sont exceptionnellement faibles en raison de la décantation puis réaugmentent rapidement (# 24 840) en raison des apports latéraux et de la reprise de l'érosion. Les MES décroissent légèrement par la suite pour rester constantes dans tout le cours moyen et inférieur sans qu'on remarque un impact de la ville d'Auxerre.

6.2. Marne

Le profil de la Marne est ici représenté d'une autre façon en privilégiant cette fois les MES supérieures (MES 75% et MES 95%). Rappelons que les MES 75% doivent être assez proches des MES* pondérées.

La principale variation des MES se situe entre le cours supérieur et inférieur, entre Laneuville (# 90 000) et Pogny (# 92 500). Entre les deux stations la Marne reçoit le Saulx et les rejets de Vitry le François. Comme le Saulx est moyennement turbide (C75% = 17 mg/L, C95% = 49 mg/L), l'impact de Vitry semble plus vraisemblable. Les MES 75% restent ensuite très stables jusqu'à Maison-Alfort. Par contre les valeurs extrêmes observées lors des crues (MES 95%) augmentent de Pogny à La Ferté sous Jouarre.

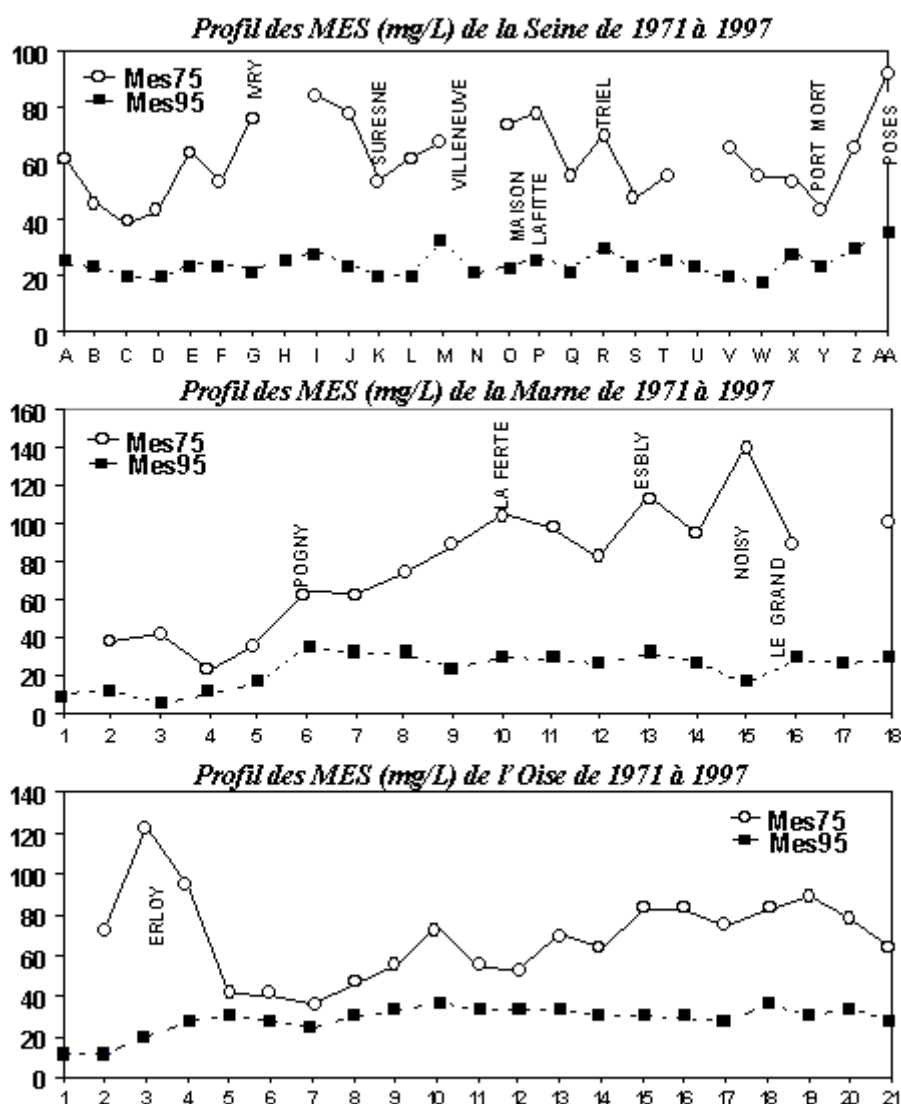
Après Trilport les MES 95% augmentent encore pour atteindre un maximum de 140 mg/L à Noisy le Grand peut être à cause de la traversée de terrains plus argileux (Sparnacien) et/ou de l'érosion des terrains viticoles. L'Ourcq très turbide (MES 95% = 140 mg/L), plus que le Petit et le Grand Morin, 68 et 58 mg/L respectivement) maintient ces MES plus élevées qui croissent encore à Noisiel (MES 95% = 113 mg/L) et à Noisy le Grand (MES 95% = 140 mg/L), maximum des valeurs de MES atteintes sur l'Oise, la Marne, la Seine moyenne et aval, sans doute lié à l'urbanisation récente de ce tronçon.

6.3. Oise

Les quartiles supérieurs augmentent régulièrement de Hirson (# 128 500, #1 sur la figure 4) à Mesières (# 130 490, #6 sur la figure 4) puis augmentent à nouveau pour atteindre 37 mg/L à Chiry-Ourscamps en amont de la confluence de l'Aisne. De là ils ne varient plus jusqu'à Conflans.

Les quantiles MES 95% présentent un maximum prononcé à Erloy peut être attribuable aux apports du Thon qui draine marnes et argiles, décroissent jusqu'à Beautor. Ils réaugmentent ensuite régulièrement sans doute en raison des apports latéraux de la Verse (MES 95% = 116 mg/L), de la Divette (MES 95% = 325 mg/L), toutes drainant des terrains très argileux du Sparnacien (voir section 7).

Figures 4. Profils des MES75 et MES95 de la Seine, Seine et Oise de 1971 à 1997.



6.4. Seine moyenne et inférieure

La Seine de Montereau (#A, figure 4) à Poses (#AA figure 4) présente des quartiles très stables compris entre 20 et 30 mg/L sauf pour Poses (MES 75% = 36 mg/L contre 30 mg/l aux Andelis). Les valeurs extrêmes de crue (MES 95%) sont assez variables sans être pour autant remarquables avec des chutes marquées entre Austerlitz (#I) et Suresnes (#K), Maison Lafitte (#P), et Conflans (#Q), Poissy (#R) et Triel (#S), Gargenville (#U) et Port-Mort (#V). Vu la taille respective de la Seine et de ses petits tributaires normands il est difficile d'attribuer ces fluctuations à d'autres causes que des variations locales d'hydraulique fluviale sans doute liées à la navigation et/ou à des biais liée à des inhomogénéités latérales aux stations.

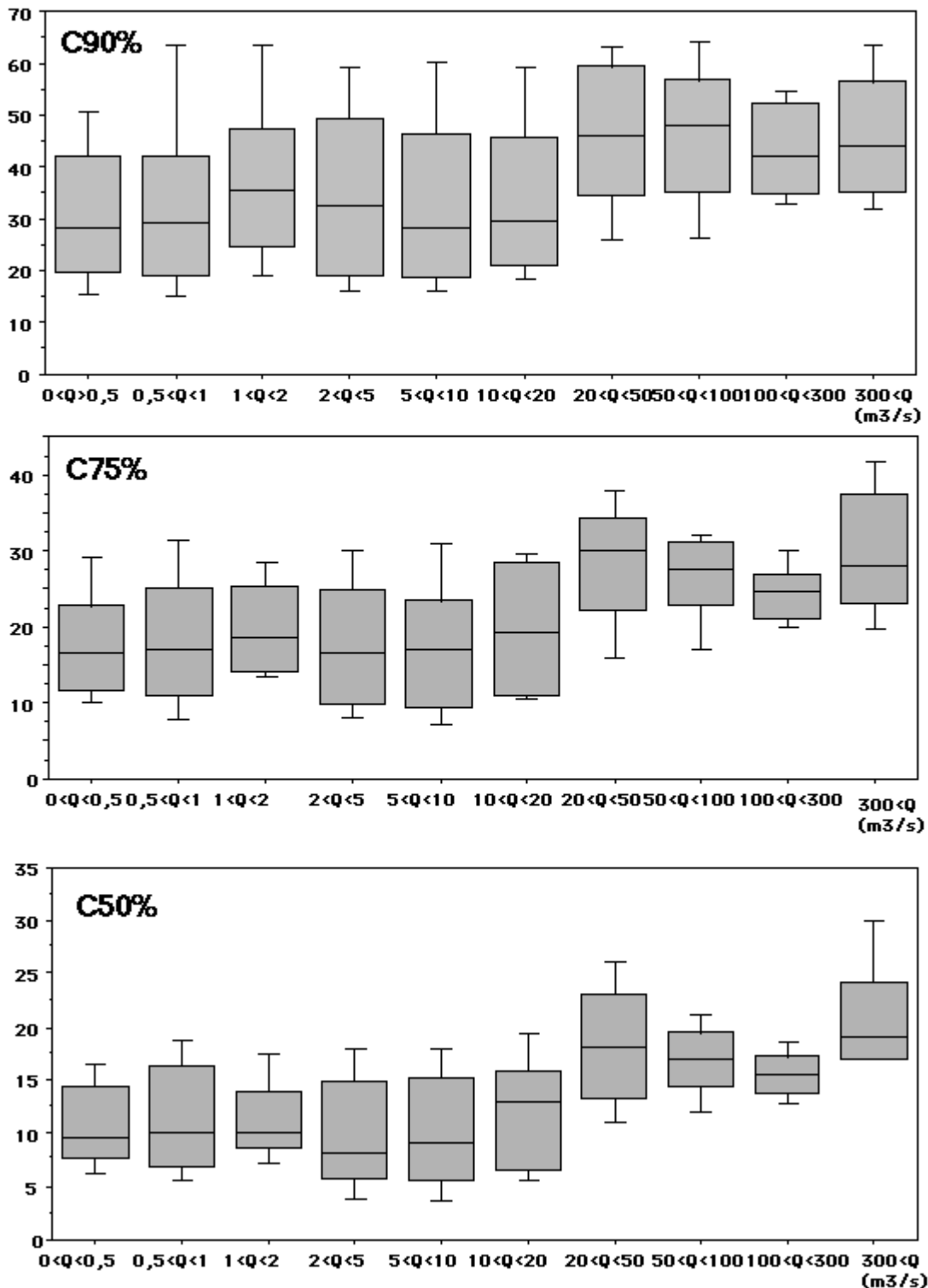
7. Influence de la taille du bassin

Elle peut être abordée en classant les stations par débit moyen et en leur attribuant un ordre hydrologique correspondant. On se base sur un écoulement interannuel de $8 \text{ L.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$, et les relations ordre-superficie ont été déterminées dans les travaux antérieurs du Piren. On y a rajouté ici les données sur Mélarchez (ML [tableau 5](#)), Grand Morin (GM), Marne à Neuilly (MA) et Seine à Poses (SP) tirées des suivis journaliers. Les quantiles de MES ont a nouveau été comparés et les gammes de variations aux stations du RNB correspondantes aux ordres hydrologiques 3, 4, 5, 6 ; 7 et 8 représentées au [tableau 5](#) correspondent à 80% de la variation observée pour chaque quantile sur le bassin.

Le Grand Morin, la Marne à Neuilly et la Seine à Poses présentent des distributions statistiques bien dans la gamme observée pour leur ordre hydrologique correspondant.

Les données du RNB seul sont aussi représentées par classe de débit sur la [figure 5](#). De l'ordre 3 (débits typiques $0,5 - 2 \text{ m}^3/\text{s}$) à l'ordre 5 (débits $10 \text{ à } 20 \text{ m}^3/\text{s}$) les distributions des quantiles de MES ne sont pas significativement différents des quartiles inférieurs (MES 25%) aux déciles supérieurs (MES 90%). On note par contre une rupture aux débits supérieur ($20 \text{ à } 50 \text{ m}^3/\text{s}$ et au dessus). Cette rupture est observée pour tous les quantiles y compris entre MES 75% et MES 90%, c'est à dire pour les MES* moyennes pondérées, donc les flux de MES.

Figure 5. Distribution des percentiles temporels à chaque station pour 10 classes de débits croissants pour les déciles supérieurs (C90%) de MES documentées en (mg/L), pour les quartiles supérieurs (C75%) et pour les médianes (C50%).



Une première explication est celle de la navigation fluviale qui n'est exercée que sur les plus grands ordres. Elle rendrait bien compte des variations observées en étiage (MES 25%) où la turbulence induite par le passage des péniches peut effectivement augmenter les MES, de même que la production des MES autochtones (phytoplancton et calcite) ou les rejets. Cette explication ne tient pas pour les MES* qui correspondent aux hautes eaux. On est donc amené à imaginer : (i) un impact anthropique, les grandes agglomérations et les secteurs industriels étant situés sur les parties aval des

tributaires (voir section 5), et/ou (ii) une érosion plus importante dans les parties inférieures des cours d'eau par rapport au transfert des particules issues des plateaux (ce point méritera d'être approfondi par la suite) et/ou (iii) un impact de rejets d'eau de lavage de granulat ? Tous ces impacts restent heureusement très limités ici.

Tableau 5. Influence de la taille des bassins sur la distribution dans le temps des quantiles des MES (mg/L) depuis C10% aux valeurs extrêmes (C99,5%) aux quatre stations échantillonnées journalièrement comparé aux champs de variations des stations du RNB échantillonnées mensuellement.

Q (m ³ .s ⁻¹)	0,055	0,5-2	2-10	6,3	10-50	50-100	112	100-300	>
Ordre Hydrol.	1	3	4	5	5	6	6	7	8
Type	ML	RNB	RNB	GM	RNB	RNB	MA	RNB	RNB
Nbr. Stat.	1	54	74	1	52	30	1	18	10
C10%	0,6	4,5±2	4±2.5	3	6±4	8,5±2	7	8±2	11±3
C25%	2	7,5±3	6±3	4	10±5	12±2,5	10	10±2	15±4
C50%	4,8	11±5	10±7	6	15±9	17±3	17	16±4	22±4
C75%	12	18±7	18±9	10	20±12	24±6	30	24±5	30±10
C90%	30	36±16*	36±16*	40	40±20	45±15	55	45±10	45±12
C95%	53*			100	70±25	(80±30)	95		
C99%	231*			396	140±60	(150±50)	220		
C99,5%				600			280		

() : nombre limitée de stations, * : valeurs probablement trop basses. Valeurs journalières sur 3 ou 4 ans : ML : ruisseau de Mélarchez, GM : Grand Morin, MA : Marne à Neuilly. Analyses mensuelles de 1971 à 1997 : RNB : la médiane et champ incluant 80% des stations documentées du RNB.

8. Influence de la lithologie

Nous avons sélectionné 35 petits bassins (A<1 000 km²) non navigués caractérisés par une dominance marquée d'un type de roche sédimentaire : calcaires du jurassique (n=7) calcaires tertiaires (Sannoisien n=5), craie du Sénomien, Turonien, Cenomanien (n=8), marnes du Bartonien, Lutétien, Turonien (n=10), enfin argiles du Sparnacien (n=5). La distribution des quantiles de MES (tableau 6) met en évidence une croissance générale des MES dans l'ordre des lithologies précédentes. Les argiles du Sparnacien, abondantes dans le NO du bassin de l'Oise expliquent les fortes turbidités de l'Ourcq et une partie de l'augmentation générale des MES dans la Marne Aval.

Tableau 6. Influence de la lithologie sur les quantiles des MES pour 35 stations RNB pour la période 1971-1977.

Lithologie	Nbr. Echan.	C10%	C50%	C75%	C90%
Calcaires du Jurassique supérieur	n= 7	1,5±0.5	4±2	9±4	18±5
Calcaires tertiaire (Sannoisien)	n=5	3,5±0,5	7±2	12±3	20±5
Craies du Crétacé supérieur	n=8	3±0,5	6±4	11±5	18±8
(Marnes du Lias, Bartonien, Turonian)	n=10	5,5±1,5	14±6	28±8	65±20
Argiles du Sparnacian	n=5	6,5±1	16±5	31±6	90±10

9. Influence de l'urbanisation

Certaines stations du RNB sont situées sur le pourtour de l'agglomération parisienne comme l'Orge, l'Yvette, la Meauldre, l'Yerres. Dans certaines parties de ces bassins la densité de population excède 1 000 habitants/km². La distribution des quantiles des MES à 10 stations fortement urbanisées est comparée au [tableau 7](#) avec celle de 37 stations typiquement rurales. L'influence urbaine est surtout remarquée pour les quantiles inférieure : en basses eaux les rivières urbaines sont nettement plus turbides. Cette distribution est moins forte en hautes eaux pour les MES 90%.

Tableau 7. Influence de l'urbanisation sur les quantiles de distribution des MES aux stations RNB sélectionnées (ordre 3 et 4) (de 1971 à 1997).

	Nbr. Echan.	Dens. Pop. (/km ²)	C10%	C50%	C75%	C90%
Rivières périurbaines	10	400 à 1 000	11±2	22±12	32±12	48±15
Rivières rurales	37	20 à 60	5±3	12±6	12±6	35±25

Conclusions et perspectives

Le bassin de la Seine est caractérisé par une grande homogénéité vis à vis des MES qui sont parmi les plus faibles du monde avec des valeurs médianes comprises entre 5 et 25 mg/L pour plus de 300 stations étudiées (estuaire exclu). Les maxima n'excèdent que très rarement (C99%) 200 mg/L quelles que soient les stations. Des variations de deuxième ordre permettent de distinguer : (i) des influences de la lithologie, avec un impact des marnes et des argiles qui peut tripler les niveaux de MES des calcaires du Jurassique ou de la craie, (ii) des influences urbaines, avec des MES de basses eaux plus élevées, (iii) des gradients longitudinaux avec des MES légèrement plus élevées dans les cours inférieurs de la Marne, de l'Oise et de la Seine pouvant résulter des apports anthropiques, MES autochtones (phytoplancton, calcite), et/ou de l'érosion, plus forte dans le lit mineur. Sur la base des données disponibles les MES ne posent pas de problème sur aucune station du RNB.

Les relations établis entre les quantiles des distributions temporelles de MES à une station et les MES* pondérées par les débits devraient permettre une estimation des flux à long terme de MES en utilisant le suivi RNB, pourtant établi avec une fréquence mensuelle.

Références

Meybeck M., Idlafkih Z., Fauchon N. Andreassian V., (1999). Spatial and temporal variability of Total Suspended Solids in the Seine basin. *Hydrobiologia*, 410, 1-14.

Annexe. Distribution statistique des quantiles des concentrations (MES en mg/L)

code de station	Nom de la station	Période	Nbre de données	C1%	C5%	C10%	25%	50%	75%	C90%	C95%	C99%
1000	SEINE-NOD SU	1976-97	68	-	2	2	3	5	10	15	19.2	-
2000	SEINE-STE CO	1971-97	97	-	1	2	2	3	6	12.4	16.6	-
3290	SEINE-BAR SU	1992-97	52	-	1	2	2	3.5	7	19.9	32.8	-
4385	SEINE-VERRIE	1985-97	80	-	2	2.98	3	6.1	11.25	22	29	-
5000	SEINE-BARBER	1971-92	48	-	-	10.7	16	23	30	46.5	-	-
5200	SEINE-ST LYE	1985-97	69	-	3.76	4.86	9	13	20	33	49.2	-
6000	SEINE-MERY S	1971-97	324	2.18	4	6	10	16	25	39.7	59.4	106
7000	OURCE-CELLES	1976-97	64	-	1	1	2	2	5	23.4	28.9	-
12000	SEINE-NOGENT	1971-97	121	4.06	8	8.8	13	20	27	35	58	68.2
13300	VOULZ-JUTIGN	1983-97	98	-	4	5	7	9	15	26.6	35.5	-
13620	AUXEN-DONNEM	1983-97	95	-	3	4.4	7	11	18			-
14000	SEINE-MONTER	1971-97	382	5	7	9.6	13	18	27	42	61.9	117
15000	AUBE-VILLE	1976-97	87	-	1	1	2	3	7	17.4	20.7	-
17000	AUBE-DOLANC	1971-97	101	1	1	2	3	5	11	24	50	77
18951	AUBE-VINETS	1992-97	52	-	6.55	8	10.8	15	23	31.9	34.4	-
20650	SUPER-MARIGN	1987-97	68	-	2	2.7	4	7	10	13.6	20.3	-
21000	AUBE-BAUDEM	1971-97	269	2.68	4	5	10	15	24	40.2	52	169
22000	AUJON-LONGCH	1976-97	51	-	1	1	2	3	6	18	31	-
23000	VOIRE-LASSIC	1976-97	89	-	6	7	9	13	21	53.6	82.8	-
24392	YONNE-MONTRE	1985-97	70	-	2	2	3	4.5	8	12.2	15.1	-
24585	ANGUIS-CORBIG	1983-93	32	-	-	6	8	10	18	31.5	-	-
24840	YONNE-AMAZY	1985-97	68	-	6	6.7	10	16	25.3	41.3	67	-
25000	YONNE-CLAMEC	1971-97	105	4.04	6	7	12	15	20	26	34.4	61.9
25650	BEUVR-CLAMEC	1987-97	68	-	2	2	3	5	9.5	16.3	22.3	-
26000	YONNE-SURGY	1971-97	105	4	7	8	12	14	18	22	29.5	52.7
27000	YONNE-PREGIL	1976-97	123	2.22	3.06	4.52	6.95	10	14	17.2	22	46.1
27490	YONNE-VAUX	1984-97	117	2	3	5	6	8.4	12.4	16.4	21.4	60.1
28000	YONNE-APPOIG	1976-97	102	2	4.43	6	8	11	15	22.9	27.8	45.9
29000	YONNE-BASSOU	1971-97	366	2	3	4	7.7	12	17	26.5	43.6	89.1
29140	YONNE-LAROCH	1971-97	92	-	4.6	6.5	9.0	12.0	15.0	19.0	23.0	-
29470	YONNE-CEZY	1984-97	93	-	7.4	8.8	10.0	13.0	17.0	21.0	24.0	-
29710	YONNE-ARMEAU	1984-97	93	-	6.0	7.2	9.0	12.0	16.0	20.0	28.0	-
30000	YONNE-VERON	1971-97	129	-	4.9	5.6	8.0	12.0	17.0	29.0	36.0	-
31040	YONNE-PONTSU	1984-97	99	-	4.3	5.4	7.0	10.0	17.0	27.0	32.0	-
31610	YONNE-MISYSU	1984-97	35	-	-	5.4	9.5	14.0	22.0	29.0	-	-
32000	YONNE-MONTER	1971-97	450	2	4.0	6.0	8.0	14.0	22.0	37.0	56.0	102.0
33000	COUSI-VAULTD	1976-97	107	-	3.0	4.0	5.0	8.0	12.0	33.0	64.0	-
33580	CURE -FOISSY	1985-97	72	-	3.0	3.0	4.0	6.0	9.0	20.0	40.0	-
34000	CURE -ACCOLA	1976-97	107	-	2.3	3.0	4.0	6.0	10.0	18.0	23.0	-
34254	RUDES-VILLAR	1984-93	35	-	-	3.0	5.0	8.0	11.0	28.0	-	-

34370	SEREI-VICSOU	1983-97	92	-	4.0	5.0	6.8	11.0	18.0	42.0	106.0	-
35150	SEREI-MASSAN	1983-97	76	-	3.8	4.5	6.0	8.0	14.0	22.0	38.0	-
36000	SEREI-LACHAP	1976-97	63	-	2.0	2.0	3.0	6.0	10.0	18.0	27.0	-
36280	SEREI-BEAUMO	1983-97	98	-	3.0	4.0	5.0	8.0	17.0	30.0	42.0	-
36650	ARMAN-SEMURE	1983-97	89	-	4.0	4.0	6.0	9.0	20.0	42.0	82.0	-
37650	ARMAN-TRONCH	1983-97	75	-	2.0	3.0	4.5	7.0	11.0	25.0	30.0	-
38380	ARMAN-STFLOR	1983-96	83	-	6.0	6.2	9.0	13.0	23.0	36.0	60.0	-
39000	ARMAN-CHENY	1971-97	324	3	6.0	6.8	11.0	18.0	31.0	51.0	69.0	200.0
41000	BRENN-STREMY	1971-97	107	-	3.0	3.6	4.0	8.0	16.0	31.0	49.0	-
41165	ARMAN-METZRO	1983-92	36	-	-	4.0	7.0	16.0	25.0	30.0	-	-
42190	ARMAN-STFLOR	1983-97	102	-	4.0	5.0	8.0	12.0	24.0	44.0	62.0	-
43920	VANNE-ESTISS	1983-93	43	-	-	3.2	6.0	8.0	14.0	26.0	-	-
44000	VANNE-PAISYC	1976-97	44	-	-	2.3	4.0	5.0	11.0	20.0	-	-
44580	VANNE-MOLINO	1983-96	66	-	3.0	3.0	5.0	10.0	19.0	32.0	41.0	-
45000	VANNE-MALAYL	1971-97	78	-	2.0	3.0	5.0	9.0	20.0	48.0	64.0	-
47000	SEINE-MELYN	1971-97	244	2	4.6	6.0	9.0	16.0	25.0	42.0	62.0	174.0
47490	ECOLE-MOIGNY	1983-97	93	-	3.0	3.0	4.0	5.0	10.0	19.0	30.0	-
48000	SEINE-PONTHI	1971-97	268	2.27	4.0	3.0	8.4	13.0	23.0	36.0	47.0	81.0
49000	SEINE-CORBEI	1971-97	114	-	5	6.6	9	14	20	29	39	-
51500	ALMON-MOISEN	1983-97	94	-	3	3	5	7	14	30	49	-
51840	LOING-STPRIV	1977-97	66	-	3	4	6	10	18	27	34	-
52010	LOING-BLENEA	1988-96	40	-	-	2	4	6	11	16	-	-
52134	LOING-MONTBO	1977-97	97	-	3	4	6.3	11	16	22	25	-
52270	LOING-AMILLY	1981-96	65	-	2	3	4	6	9.8	15	27	-
52450	BEZON-LADON	1977-96	63	-	2.2	4	8	13	21	35	53	-
52785	BEZON-PANNES	1977-96	79	-	4	6.9	10	17	26	33	37	-
53000	LOING-CHALET	1971-97	128	-	4	5	8	12	17	24	34	-
54220	LOING-BAGNEA	1985-97	101	-	3	4	6	10	17	28	34	-
54660	LOING-MONTIG	1971-96	98	-	2	3	6	11	17	22	31	-
55000	LOING-MORETS	1971-97	153	1.5	3	4	8	13	20	36	49	66
56010	OUANN-TOUCY	1977-97	65	-	2	3	4	6	12	15	34	-
57000	OUANN-GYLESN	1976-97	117	-	2	3	5	7	12	22	30	-
57985	FUSAI-CHATEA	1986-97	62	-	1	1	1	2	4	6.8	11	-
61660	SEINE-RIS-OR	1977-97	172	4	5	6	8	12	19	34	43	69
63000	SEINE-ABLONS	1971-97	314	4	6.2	9	13	18	25	42	63	97
63650	SEINE-ORLY	1977-97	168	3.8	6	6	9.9	15	25	41	53	68
65000	OEUF -BONDAR	1971-97	120	-	3	4	5	7	12	32	40	-
66000	ESSON-BUNOBO	1976-97	102	-	3	4	6	9	15	18	22	-
68800	JUINE-MORIGN	1981-97	112	-	3	4	5	7	10	18	21	-
69000	ESSON-BALLAN	1971-97	114	-	5	6	9	15	20	24	28	-
70440	ESSON-CORBEI	1978-97	100	-	8	11	14	22	29	36	42	-
71550	ORGE -STGERM	1983-97	95	-	9.8	11	14	17	25	38	54	-
73000	ORGE -SAVIGN	1971-97	112	-	8.6	10	13	18	26	42	62	-
73350	ORGE -ATHIS-	1978-97	58	-	3.5	4	6	10	16	29	44	-
73480	ORGE -VIRYCH	1978-90	47	-	-	10	14	18	29	64	-	-
75000	REMAR-STCYRS	1976-97	102	-	3	4	5	7	10	21	42	-

76000	YVETT-CHEVRE	1976-97	100	-	9	12	21	32	41	53	58	-
77000	YVETT-EPINAY	1971-97	116	-	8	9	13	20	30	41	70	-
78510	MARSA-PRESLE	1983-97	97	-	3	4	6	8.5	12	21	45	-
78600	YERRE-SOIGNO	1976-97	126	-	3	4	5	7	17	29	45	-
79150	YERRE-BOUSSY	1983-97	96	-	2	3	5	9	14	20	35	-
79990	YERRE-VILLEN	1978-97	99	-	4	6.9	10	14	22	36	60	-
80580	SEINE-IVRYSU	1977-96	152	5	6.6	8	10	15	22	51	77	
80660	SEINE-ALFORT	1990-97	46	-	-	10	12	16	26	32	-	-
81000	SEINE-PARIS	1971-97	392	5	9	10	14	20	29	56	84	163
81570	SEINE-PARIS	1979-97	113	-	6	7.3	10	15	25	47	78	-
82000	SEINE-SURESN	1971-97	192	2	5	6	9	12	20	33	54	93
82560	SEINE-CLICHY	1979-97	94	-	8	8	11	14	20	35	62	-
83000	SEINE-EPINAY	1971-97	191	6	7	8	11	18	32	54	68	95
83001	SEINE-VILLEN	1990-97	46	-	-	9.4	11	16	21	53	-	-
83450	SEINE-COLOMB	1977-97	164	4.6	6	8	11	16	24	42	74	94
84470	SEINE-MAISON	1977-97	231	4.4	7.1	8	12	17	27	52	79	111
85000	SEINE-CONFLA	1971-97	257	4.1	5.6	7.1	10	14	23	40	55	86
85589	MARNE-HUMES	1983-97	38	-	-	2.7	4.3	6	10	12	-	-
85730	MARNE-MARNAI	1987-97	52	-	4.5	5	6.8	11	13	24	38	-
85807	TRAIR-NOGENT	1987-97	67	-	4	5	6	8	12	20	30	-
85977	SUIZE-CHAUMO	1988-97	43	-	-	2	3	5	7.5	15	-	-
86000	MARNE-CONDES	1976-92	46	-	-	3	5	7	10	15	-	-
86100	MARNE-RIAUCO	1992-97	52	-	1	2	2	4	6	19	42	-
88410	MARNE-VECQUE	1985-97	87	-	2	2	3.5	5	10	19	23	-
90000	MARNE-LANEUV	1971-97	103	-	4	5	7	11	16	25	36	-
90500	BLAIS-LOUVEM	1992-97	41	-	-	1	3	4	8	18	-	-
92500	MARNE-POGNY	1976-97	109	-	11	13	19	27	36	54	64	-
95000	ROGNO-DOULAI	1971-97	53	-	1	1	2	3	6	10	19	-
96000	SAULX-STAINV	1976-97	48	-	-	3	4	8.5	19	31	-	-
96100	SAULX-ROBERT	1984-92	32	-	-	2	3	6	7	12	-	-
98000	SAULX-VITRYE	1971-97	81	-	4	5	6	11	17	30	49	-
99950	ORNAI-SILMON	1983-92	26	-	-	2	3	4.5	9.3	17	-	-
101000	ORNAI-FAINSV	1976-97	72	-	2	2	3	5	12	19	28	-
102000	ORNAI-ALLIAN	1971-97	57	-	1	1	2	6	15	29	38	-
104000	MARNE-MATOUG	1971-97	318	2	4	6	13	21	32	48	63	109
105500	MARNE-REUIL	1976-97	118	-	9.3	11	17	23	31	49	74	-
108098	MARNE-AZYSUR	1984-97	71	-	7.6	9	12	16	24	65	88	-
109000	MARNE-LAFERT	1971-97	320	3	5.2	7.2	10	17	30	64	106	210
109660	THERO-CONGIS	1983-97	95	-	2	2	4	7	13	24	36	-
109840	MARNE-TRILPO	1988-97	83	-	6.4	8	12	18	28	57	99	-
110270	MARNE-ESBLY	1978-97	86	-	5.2	8	10	16	26	51	81	-
111000	MARNE-NOISIE	1971-97	379	3	5.9	7	10	16	31	69	113	203
111320	MARNE-GOURNA	1978-97	82	-	6	7	11	17	27	49	95	-
111550	MARNE-NOISYL	1984-97	82	-	5.1	8.8	12	18	26	54	140	-
112000	MARNE-JOINVIL	1971-97	119	-	5	7	12	16	28	59	89	-
112340	MARNE-CRETEI	1990-97	47	-	-	9.3	12	15	26	67	-	-

112480	MARNE-CHAREN	1977-97	184	4	6.3	9	13	18	28	54	101	215
113040	SURME-MEZY	1985-97	71	-	2.9	3	4.6	8	16	54	78	-
114000	PETIT-STCURS	1971-97	105	-	2	3	4	6	10	42	68	-
115000	OURCQ-VICHEL	1976-97	107	-	4	4.9	7.4	11	23	48	75	-
115460	SAVIE-TROESN	1984-97	73	-	7.4	11	15	22	37	87	143	-
115990	OURCQ-OCQUER	1984-97	78	-	5	5.6	8.5	14	24	67	141	-
117310	GRAND-STREMY	1983-97	94	-	2	2	3	4	7	13	52	-
118000	GRAND-POMMEU	1971-97	122	-	2	2	3	4	8	18	23	-
119000	GRAND-MONTRY	1971-97	112	-	2.4	3	5	9	14	28	58	-
119590	AUBET-AMILLI	1983-97	93	-	4	4.2	7	11	21	45	68	-
120800	BEUVR-GRESSY	1983-97	51	-	3.5	4	6	9	17	29	43	-
125000	SEINE-POISSY	1971-97	404	4.5	8	10	14	21	32	54	70	137
125500	SEINE-TRIELS	1983-97	134	-	7.6	9	12	17	25	36	48	-
126000	SEINE-MEULAN	1971-97	201	4.8	8	9	12	18	27	42	57	90
126510	SEINE-GARGEN	1983-92	76	-	7	8.2	11	17	23	35	44	-
126511	SEINE-GARGEN	1983-97	133	-	7.4	8.9	12	18	19	48	66	-
127370	SEINE-MERICO	1983-97	149	-	5	6.7	9	13	18	30	55	-
128000	SEINE-BONNIE	1971-97	162	4.2	7.6	9	14	19	28	44	55	78
128500	OISE -HIRSON	1990-97	47	-	-	3.6	5.6	8	11	17	-	-
128600	OISE -HIRSON	1985-93	37	-	-	5	8	10	13	20	-	-
128745	OISE -OHIS	1980-97	72	-	2	4	5	8	12	25	73	-
129020	OISE-ERLOY	1985-97	71	-	3.2	5.6	8.4	14	21	86	140	-
129380	MORTE-LENOUV	1986-97	52	-	5.6	6.4	8.8	15	30	47	86	-
129440	RIVIE-BOUE	1986-97	37	-	-	7.6	11	14	20	31	-	-
130000	OISE -MACQUI	1971-97	30	-	-	4	5.8	13	21	65	-	-
130200	OISE -ORIGNY	1985-96	65	-	6	7.9	11	17	28	49	93	-
130490	OISE -MESIER	1987-97	93	-	7.8	8	16	22	30	37	42	-
131000	OISE -CONDRE	1976-97	77	-	6	9.6	14	18	28	38	40	-
132000	OISE -BEAUTO	1971-97	81	-	5.4	6.9	12	17	25	34	36	-
132500	OISE -QUIERZ	1976-97	77	-	6	7.8	11	22	31	39	46	-
132827	VERSE-PONTL	1983-97	100	3.1	5	6	10	18	36	100	116	424
132870	OISE -SEMPIG	1987-97	68	-	6	6	13	24	32	45	55	-
132976	DIVET-PASSEL	1985-97	71	-	4.6	5	8.4	13	28	82	325	-
133000	OISE -CHIRYO	1971-97	339	3.3	6	8.9	15	26	37	58	75	184
133270	OISE - BAILLY	1987-97	69	-	5.7	7	12	22	33	46	54	-
133690	MATZ -THOURO	1984-96	67	-	8	9.8	14	20	39	106	251	-
133850	OISE -CLAIRO	1979-97	112	8.4	11	12	16	26	33	47	53	86
133937	AROND-CLAIRO	1984-97	70	-	4	5.5	7	11	24	42	72	-
134000	OISE -COMPIE	1971-97	121	4.9	9.1	11	14	22	33	48	71	180
134730	SAINT-GLAIGN	1986-97	94	-	4.3	5.3	9.2	15	22	31	53	-
134800	AUTOM-SAINTI	1971-97	96	-	7.5	10	13	19	34	47	85	-
135000	OISE -VERBER	1971-97	121	-	6.3	8	12	18	31	47	64	-
136000	OISE -PONTST	1971-97	144	-	8	8.9	13	19	30	54	83	-
137000	OISE -CREIL	1971-97	110	-	8	9	12	17	29	44	82	-
137290	OISE -STLEUD	1979-97	89	-	7.1	8.8	11	17	27	41	73	-
137685	THEVE-ASNIER	1984-97	93	-	7.6	9.2	11	14	19	25	33	-

138000	OISE -BEAUMO	1971-97	384	4.9	10	12	16	24	36	59	82	175
138390	ESCHE-BORNEL	1985-97	95	-	7.1	10	14	21	31	70	136	-
138800	OISE -MERIEL	1979-97	87	-	7.1	8.2	12	19	31	45	88	-
140400	VIOSN-ABLEIG	1983-97	93	-	6	7.3	9	13	17	22	39	-
141000	OISE -CERGY	1971-97	133	-	9	10	16	21	35	61	79	-
141490	OISE -CONFLA	1973-97	126	-	6.9	9.6	14	19	28	43	63	-
141820	AILET-COLLIG	1985-96	64	-	6.5	7.4	9.6	14	21	39	49	-
141984	ARDON-ROYAUC	1985-97	68	-	4.9	6.8	8.4	12	22	36	47	-
142520	AILET-LANDRI	1985-97	94	-	6	7	11	18	26	35	44	-
143000	AILET-BICHAN	1971-97	72	-	4.8	6	11	19	32	54	72	-
143225	SERRE-LEFRET	1989-97	54	-	6.6	7.2	9.8	13	19	36	52	-
143785	HURTA-FRAILL	1985-97	64	-	6	6.4	8.4	13	20	45	75	-
144007	SERRE-VOYENN	1985-97	76	-	3.5	4	5.6	9.2	19	43	106	-
144280	VILPI-LUGNY	1983-97	66	-	4.4	4.9	6.6	11	23	69	89	-
144475	VILPI-MARCYS	1983-97	77	-	4	4.7	6.9	12	22	42	99	-
144735	BAREN-BARENT	1983-97	66	-	2.1	3.2	6	8.8	15	27	36	-
145000	SERRE-PONTAB	1971-97	83	-	4	5	7.5	13	30	71	112	-
146000	AISNE-LANEUV	1971-97	97	-	3	4	6	10	17	39	53	-
146890	AISNE-MOURON	1985-97	84	-	7.2	10	16	25	38	61	105	-
149081	AISNE-ATTIGN	1985-97	84	-	12	18	23	31	45	66	81	-
149487	VAUX -ECLY	1984-97	77	-	2	2.7	5	8	17	58	96	-
149605	AISNE-CONDEL	1985-97	29	-	-	18	23	29	51	60	-	-
149630	AISNE-BALHAM	1987-97	54	-	9	12	22	32	41	57	107	-
150000	AISNE-GUIGNI	1971-97	81	-	8.4	10	15	21	31	51	62	-
151800	AISNE-BOURGE	1986-97	69	-	5.3	6	9	14	25	44	52	-
152000	AISNE-CONDES	1971-97	105	-	10	12	15	22	31	57	96	-
152440	AISNE-MISSYS	1987-97	93	-	10	11	14	20	32	62	92	-
153000	AISNE-VENIZE	1971-97	106	-	8.9	11	16	19	35	63	93	-
153660	AISNE-POMMIE	1987-97	70	-	8	9.2	13	17	26	58	80	-
154000	AISNE-FONTEN	1971-97	80	-	7	8.1	13	18	34	50	75	-
154470	AISNE-VICSUR	1987-97	70	-	6.5	7.6	11	18	26	56	102	-
155000	AISNE-ATTICH	1971-97	105	-	7.2	8.6	13	17	30	59	98	-
155470	AISNE-TROSLY	1987-97	82	-	8	8	10	18	28	71	98	-
156000	AISNE-CHOISY	1971-97	382	5.9	7	8.8	13	21	35	72	97	184
156350	AIRE -RARECO	1985-97	68	-	1	2	3	5	9	19	33	-
156995	AIRE -GRANDP	1985-97	77	-	3.9	5	10	14	28	45	74	-
157200	SUIPP-SUIPPE	1983-93	42	-	-	3	4	8	10	14	-	-
157430	SUIPP-SAINTH	1983-93	40	-	-	2.9	4	7.5	12	15	-	-
158900	SUIPP-STETIE	1983-93	78	-	4	5	7	10	18	25	33	-
159795	VESLE-BEAUMO	1992-97	51	-	2	3	4	6	12	21	27	-
160900	VESLE-CHALON	1985-97	45	-	-	3.5	5.5	14	24	37	-	-
161747	ARDRE-FISMES	1985-97	74	-	5	5.3	8	14	27	53	64	-
162000	VESLE-CHASSE	1971-97	113	-	4	4.8	9.3	20	45	88	108	-
163000	BRECH-RANTIG	1971-97	135	-	4	6	8.4	12	20	34	57	-
165020	THERA-ROCHY	1985-97	94	-	6.4	10	13	19	30	56	81	-
166490	THERA-MONTAT	1979-97	95	-	5.2	8.3	12	19	37	53	61	-

167000	SAUSS-NESLES	1976-97	102	-	7.1	9	12	17	24	34	46	-
167820	NONET-COURTE	1985-97	93	-	4.5	5.6	7	10	15	29	53	-
168085	NONET-GOUVIE	1984-93	39	-	-	8.9	13	22	75	68	-	-
168400	MAULD-NEAUPH	1983-97	96	-	8.8	14	19	27	35	58	85	-
168995	MAULD-BEYNES	1983-97	95	-	7.4	9.4	14	21	32	59	104	-
169500	MAULD-MAREIL	1983-97	95	-	11	12	16	26	44	60	74	-
171880	VAUCO-VILLET	1983-97	95	-	2	3	4	5	7	12	16	-
172000	VAUCO-MANTES	1976-97	103	-	3	4	5	8	12	24	32	-
172510	SEINE-PORTMO	1983-97	134	-	9.1	10	13	17	24	31	44	-
173250	SEINE-LESAND	1983-97	134	-	10	12	15	20	30	43	67	-
174000	SEINE-POSES	1971-97	697	4.6	7.8	10	15	22	36	65	91	170
174020	SEINE-PITRES	1975-83	33	-	-	17	24	31	41	52	-	-
174210	SEINE-PONTDE	1971-97	149	-	12	16	19	26	42	56	68	-
174211	SEINE-PONTDE	1971-97	149	-	12	16	22	35	50	68	74	-
174565	EPTE -LEFOSS	1990-97	46	-	-	6	7.3	11	17	40	-	-
175000	EPTE -BOUCHE	1976-97	57	-	2	3	4	7	14	32	34	-
176320	TROES-TRIELA	1990-97	47	-	1	2	5	9	23	41	59	-
176745	EPTE -COURCE	1990-97	49	-	1.4	2	4	8	16	40	67	-
176945	LEVRI-NEAUFL	1990-97	48	-	-	2	5	9.5	22	39	-	-
177760	AUBET-OMERVI	1990-97	48	-	-	18	25	32	49	97	-	-
178000	EPTE -FOURGE	1991-97	310	2	5	6	10	17	33	50	70	199
178325	ANDEL-ROUVRA	1990-97	46	-	-	11	14	23	34	81	-	-
180100	ANDEL-RADEPO	1981-97	52	-	2	3.2	6.8	12	25	70	77	-
182629	SEINE-ELBEUF	1971-85	78	-	18	20	25	35	46	65	78	-
183000	SEINE-OISSEL	1971-97	256	9	14	18	24	33	45	65	83	113
183460	SEINE-ROUEN	1971-97	312	9.4	13	18	29	44	57	73	87	127
183580	SEINE-CANTEL	1971-97	148	-	11	13	21	31	47	64	73	-
183730	SEINE-PETITC	1971-97	150	9.1	11	14	21	34	45	58	74	135
183800	SEINE-GRANDC	1971-97	147	-	15	17	26	38	53	75	84	-
184000	SEINE-LABOUIL	1971-97	640	8.8	13	17	23	33	46	64	86	134
184120	SEINE-MAUNY	1971-97	148	-	25	29	39	52	77	121	145	-
184370	SEINE-DUCLAI	1971-97	150	17	27	32	45	65	94	126	156	196
184530	SEINE-LEMESN	1971-97	148	-	24	36	56	81	132	170	191	-
184760	SEINE-HEURTE	1971-97	150	21	29	35	50	82	123	168	101	322
184880	SEINE-LAMAIL	1971-97	148	-	31	40	51	70	115	162	201	-
185000	SEINE-CAUDEB	1971-97	423	11	18	23	35	55	88	132	195	303
185210	SEINE-VATTEV	1971-97	149	-	57	66	89	119	191	269	308	-
185610	SEINE-TROUVI	1971-97	151	34	64	76	103	154	243	344	453	770
186000	SEINE-TANCAR	1971-97	531	22	40	54	84	150	312	545	839	1314
186234	SEINE-BERVIL	1971-97	226	29	59	105	173	343	701	1470	2190	3628
186500	SEINE-HONFLE	1971-97	312	21	37	46	122	331	836	1577	2341	3988
187000	EURE -SAINTL	1976-97	106	-	2	3.5	6	8.5	14	20	26	-
189000	EURE-JOUY	1971-97	82	-	1	1	2	3	5.8	9.9	26	-
189210	AUNAY-AUNEAU	1979-97	75	-	1	2	3.5	9	16	30	41	-
189335	VOISE-GALLAR	1975-97	73	-	2	3	4	6	9	16	29	-
189545	GUENV-EPERNO	1987-97	67	-	9	9.6	14	18	27	46	116	-

189675	DROUE-SAINTM	1979-97	109	-	3.4	4.8	7	10	17	28	50	-
189975	EURE -VILLEM	1979-97	98	-	2	2	4	8	13	28	32	-
190180	EURE -MONTRE	1990-96	39	-	-	4	7.5	10	17	63	-	-
190735	VESGR-SAINTL	1972-97	68	-	3	4	7	10	16	23	32	-
191700	EURE -LACROI	1990-97	48	-	-	4.7	6	12	27	45	-	-
192500	EURE -INCARV	1990-96	42	-	-	5	7	15	28	75	-	-
193000	EURE -LERY	1971-97	310	2.1	4	6	10	18	29	42	56	108
194080	BLAIS-MONTRE	1979-97	74	-	1	3	4	7	15	29	53	-
194180	BLAIS-CHERIZ	1982-97	76	-	3	4	8	13	18	52	78	-
194620	AVRE -MONTIG	1990-97	47	-	-	1	2	3	5.3	16	-	-
195400	AVRE -SAINTG	1981-96	45	-	-	2.5	4	6	11	28	-	-
196000	AVRE -SAINTG	1971-97	59	-	2	2	3.8	6	11	24	40	-
197000	ITON -LACHAI	1976-97	54	-	2	2	3	6	8	16	20	-
198000	ITON -CONDES	1971-96	52	-	4	4.2	7	10	16	26	42	-
199200	ITON -NORMAN	1990-96	41	-	-	4.1	6	8	13	25	-	-
200070	ITON -ACQUIG	1990-97	53	-	4	4	5	10	14	28	42	-
200400	ROBEC-ROUEN	1990-96	40	-	-	2	3	7	15	32	-	-
201080	AUBET-ROUEN	1990-96	39	-	-	4	11	21	33	39	-	-
202250	CAILL-LEHOUL	1990-96	38	-	-	6.8	9.5	17	27	39	-	-
203050	CAILL-CANTEL	1990-96	37	-	-	8.7	12	18	31	44	-	-
204000	AUSTR-DUCLAI	1971-97	312	2	3	5	10	16	28	42	59	144
206250	COMME-GRUCHE	1990-96	36	-	-	8.6	14	20	39	226	-	-
207020	COMME-LILLEB	1990-96	39	-	-	5	12	20	37	85	-	-
207610	BRESL-VIEUXR	1990-97	44	-	-	5	8	13	22	29	-	-
208000	BRESL-MONCHA	1976-97	51	-	2	5.1	8.5	15	30	38	55	-
209000	BRESL-PONTSE	1971-97	57	-	3.9	5	8	15	32	41	58	-
210050	YERES-CRIELS	1990-97	43	-	-	2.3	4	9.5	20	36	-	-
211000	BETHU-MESNIE	1976-97	52	-	2	4	6	10	23	40	78	-
212090	BETHU-ARQUES	1990-97	43	-	5.1	3	4.8	8	27	41	-	-
213000	VAREN-MARTIG	1976-97	54	-	-	6	12	18	38	62	70	-
213830	EAULN-MARTIN	1990-97	46	-	6.7	4	6	12	34	65	-	201
214000	ARQUE-DIEPPE	1971-97	253	4	4	4	13	24	42	70	107	-
215000	SCIE -HAUTOT	1971-97	61	-	2.9	5	9	13	30	79	91	-
216000	SAANE-LONGUE	1976-97	56	-	-	3	7	14	23	68	90	-
216250	VEULE-VEULES	1991-97	35	-	2	2	2	5	9.3	29	-	-
217000	DURDE-PALUEL	1976-97	55	-	-	2	4	7	18	30	58	-
218150	VALMO-FECAMP	1990-97	45	-	-	5	9	12	19	36	-	-
219000	LEZAR-HARFLE	1976-97	55	-	1.8	2	5	8.5	17	64	105	-
219550	RISLE-SAINTS	1990-96	41	-	-	2	2	5	11	20	-	-
219780	RISLE-AMBENA	1990-96	39	-	-	1.9	3	5.5	9.3	22	-	-
221500	RISLE-FONTAI	1976-97	54	-	2	2.4	5	8	14	20	25	-
222000	RISLE-MANNEV	1971-97	307	2	4	4	7	13	21	40	61	108
222275	RISLE-PONTAU	1990-97	42	-	-	11	16	26	47	79	-	-
222480	CHARE-BOCQUE	1990-97	47	-	-	2	4	5	10	20	-	-
223200	CHARE-FERRIE	1990-97	47	-	-	3.7	5	9	14	22	-	-
223500	CHARE-MENNEV	1990-97	47	-	-	3	4	9	16	31	-	-

