PRECODD - Programme ECOtechnologies et Développement Durable



Programme ECOPLUIES

Techniques alternatives de traitement des eaux pluviales et de leurs sous-produits : vers la maîtrise du fonctionnement des ouvrages d'infiltration urbains

Projet ANR-05-ECOT-006

Délivrable D-A1

Caractérisation du comportement des polluants dans un bassin de retenue-décantation et caractérisation des apports alimentant les ouvrages d'infiltration et calage de modèles de fonctionnement

Responsables du rendu:

S. Barraud (coordination)

J.-L. Bertrand-Krajewski – A.Torres – G. Lipeme Kouyi - A. Paquier - J.-P. Bardin

INSA Lyon, Unité de Recherche en Génie Civil, 34 av. des Arts, 69621 Villeurbanne Cedex, France (sylvie.barraud@insa-lyon.fr)

SOMMAIRE

Partie 1 : Caractérisation des sédiments piégés dans les bassins de retenue / de amont des systèmes d'infiltration	
Introduction	C
Description du site d'étude et du dispositif métrologique	
Vitesses de chute	
Résultats des campagnes	
Courbes de vitesses de chute	
Variabilité événementielle	
Interpolation spatiale	
Incertitudes de mesure	
Granulométrie	
Vérification du paramétrage de l'appareil granulométrique	
Résultats des campagnes	
Relations avec les vitesses de chute	
Siccité, métaux lourds et éléments traces organiques	
Siccité des sédiments	
Métaux lourds	
Eléments traces organiques	
Evolution physico-chimique des sédiments	
Campagne C3 (9/04/2006)	
Vitesses de chute	
Siccité	35
Métaux lourds	35
Eléments traces organiques	35
Campagne C4 (4/05/2007)	
Vitesses de chute	36
Granulométrie	36
Siccité	36
Métaux lourds	37
Eléments traces organiques	38
Campagne C5 (31/05/2007)	
Vitesses de chute	
Granulométrie	
Siccité	
Métaux lourds	
Eléments traces organiques	40
Synthèse des résultats	
Vitesses de chute	
Granulométrie	41
Siccité	
Métaux lourds	
Eléments traces organiques	
Conclusions	42
Partie 2 : Modélisation 2D de l'hydrodynamique dans un bassin de retenue / déc pluviale	
Introduction	45
Méthodologie de calage du modèle hydrodynamique 2D	
Rappel des données de site utilisé pour le calage	
Méthode de calage	
Résultats et discussion	
Modélisation du transport solide et de la décantation	
Rappel des données expérimentales utilisées	
Modélisation 2D du transport solide	

Modélisation 3D	
Résultats et discussion	
Simulations 2D de l'évolution des concentrations de sortie en MES	
Répartition spatiale des sédiments au fond du bassin	
Conclusions	54
Partie 3 : Méthode de reconstitution des apports et application au bassin de décantation de Dja	ngo
Reinhardt pour la mesure de son efficacité	56
CONTEXTE ET OBJECTIFS	5 7
METHODES	
Mesures	
Principes utilisés	
Méthode de délimitation des périodes de temps sec et des événements de ruissellement pluvial	
Récapitulatifs des séries d'événements ou de périodes pouvant être utilisées selon les objectifs	
Calage des relations turbidité-MES de temps sec et de temps de pluie	
Méthode de reconstitution des volumes et des masses de MES et estimation des incertitudes à l'é	
d'un événement de ruissellement pluvial ou d'une période de temps sec et à l'échelle d'une série	chelle
d'événements de ruissellement pluvial ou d'une série de périodes de temps sec	62
RESULTATS ET DISCUSSION	
RESULTATS ET DISCUSSION	
Volumes d'effluents apportés aux bassins et incertitudes	
Volumes et incertitudes par temps de pluie	
Volumes et incertitudes par temps de pluie	
Masses de MES apportées aux bassins par temps de pluie et incertitudes	
Masses de MES apportées aux bassins par temps de pidie et incertitudes	
Analyse des incertitudes sur les masses de MES apportées aux bassins	
Analyse des masses événementielles de MES apportées au bassin de rétention	
Analyse des masses événementielles de MES apportées au bassin de retention	
Efficacité du bassin de rétention par temps de pluie	
Efficacité à long terme Efficacité selon le type d'événements	
Masses de MES apportées par temps sec aux bassins et incertitudes	
Répartition des masses de MES apportées aux bassins avant et après le compartimentage	
Incertitudes sur les masses de MES apportées aux bassins	
Efficacité du bassin de rétention à long terme par temps sec	
CONCLUSIONS	01
Références bibliographiques	84
Annexes	
ANNEXE 1 - Caractérisation du protocole VICAS	06
Protocole VICAS (VItesse de Chute en ASsainissement)	
Répétabilité du protocole VICAS	
Incertitudes associées au protocole VICAS	
Erreurs associées au protocole VICAS	
ANNEXE 2PARTIE 1 : CARACTERISTIQUES DES 183 PERIODES DE TEMP	S SEC
TANDE 2	
ANNEXE 2 PARTIE 2 : CARACTERISTIQUES DES 183 EVENEMENTS DE RUISSELLEMENT PL	
ANNIEVE O	.o p.=.
ANNEXE 3 Distributions des volumes et des concentrations DES PERIODES / EVENEMENT	SDES

Introduction

Les compartiments d'infiltration dans les systèmes de gestion des eaux pluviales sont la plupart du temps précédés d'un compartiment de retenue/décantation. Le fonctionnement de ce dernier conditionne ainsi les apports aux ouvrages d'infiltration.

Il s'agit donc dans ce travail correspondant à la tâche A1 du programme Ecopluies :

- de caractériser les apports alimentant les bassins d'infiltration et donc d'évaluer l'efficacité du compartiment retenue/décantation en terme de piégeage des polluants
- de caractériser les solides piégés dans la retenue, leur évolution physique, chimique et biologique après décantation (variation de granulométrie, remise en suspension éventuelle, évolution des concentrations en certains polluants tels que DCO, COT, hydrocarbures, etc. au cours du temps et après un événement pluvieux). Cette recherche devait permettre en outre d'estimer les vitesses de chute des MES (protocole Vicas), de caractériser les polluants particulaires associés (protocole Vicpol)), et de les comparer avec celles d'autres bassins de retenue-décantation en France et à l'étranger. Cela devait enfin permettre de tester et de caler des modèles de décantation à partir des résultats expérimentaux in situ (modélisation en collaboration avec le Cemagref de Lyon).

Le rapport présente donc trois parties :

- Caractérisation des sédiments piégés dans les bassins de retenue / décantation placés en amont des systèmes d'infiltration
- Modélisation 2D de l'hydrodynamique dans un bassin de retenue / décantation d'eau pluviale
- Méthode de reconstitution des apports et application au bassin de décantation de Django Reinhardt pour la mesure de son efficacité

Partie 1 : Caractérisation des sédiments piégés dans les bassins de retenue / décantation placés en amont des systèmes d'infiltration

Introduction

Cette partie du document fournie des éléments pour pouvoir répondre aux questions suivantes concernant quelques aspects métrologiques du travail, compte tenu des matériels et méthodes choisis : (i) quelles sont les caractéristiques physico-chimiques des sédiments décantés dans le bassin de retenue-décantation et avec quel niveau de précision est-on capable de les mesurer ? ; (ii) peut-on parler de valeurs caractéristiques pour les sédiments en vue d'une modélisation de la décantation ? ; (iii) peut-on mesurer l'évolution physico-chimique post-décantation des sédiments en vue d'une meilleure gestion du bassin ?

Ce travail a été mené principalement par Andres Torres dans le cadre de sa thèse de Doctorat.

Nous présentons dans un premier temps les résultats relatifs aux vitesses de chute des sédiments. Nous présentons dans un deuxième temps les résultats des campagnes réalisées avec le protocole VICAS pour caractériser les sédiments décantés dans l'ouvrage en termes de leurs vitesses de chute. Dans ce sous-chapitre les courbes de vitesses de chute obtenues avec le protocole VICAS initial pour 5 campagnes de mesure sont présentées. Ces résultats présentent d'importantes variabilités événementielles et d'hétérogénéités spatiales mises en évidence qui sont ensuite analysées paragraphes ainsi que les incertitudes de mesure associées aux courbes de vitesses de chute.

Nous donnons dans un troisième temps les résultats des analyses granulométriques effectuées pour les sédiments décantés puis les résultats des analyses de siccité et des concentrations en métaux lourds et en éléments traces organiques (HAP et PCB).

Enfin les résultats concernant l'évolution post-décantation des caractéristiques physico-chimiques des sédiments sont analysés.

Description du site d'étude et du dispositif métrologique

Le bassin de retenue-infiltration Django-Reinhardt a été construit en 1975 pour recueillir les eaux pluviales de la zone industrielle de Chassieu (185 ha). Il a été réaménagé en 1985, en 2002 et en 2004. Il est composé de deux compartiments reliés par une canalisation de 60 cm de diamètre : un compartiment de retenue-décantation se déversant dans un compartiment d'infiltration. Quelques industries sont autorisées à rejeter dans le réseau d'eaux pluviales des eaux de refroidissement de machineries. Par temps sec, il y a donc un faible débit permanent arrivant dans le bassin.

Le radier du compartiment de retenue-décantation, qui nous intéresse plus particulièrement ici, a une couche de bitume et une cunette de temps sec d'environ 2 m de largeur et 20 cm de profondeur. Les parois du bassin sont des talus inclinés recouverts d'un film plastique étanche. Son volume est de 32200 m³ et sa surface au sol de 11302 m². L'eau entre dans le bassin par deux collecteurs circulaires de 1,6 m de diamètre et la vidange du bassin de retenue-décantation se fait par une surverse et un régulateur de débit à 700 L/s. L'ouvrage est schématisé

Figure 1.

Pour caractériser les sédiments des pièges ont été placés en fond de bassin. Un rappel des emplacements des 12 pièges à sédiments est donné Figure 2 ainsi que la constitution des pièges. Les pièges sont numérotés en fonction de leur altitude NGF (les numéros augmentent avec les altitudes). Chaque piège à sédiment est composé de trois bacs plastiques munis de structures en nid d'abeille de manière à réduire les remises en suspension des particules après leur piégeage. Chaque bac plastique a les dimensions suivantes : longueur 65.5 cm, largeur 45.0 cm et profondeur 12.0 cm. Les pièges sont fixés au fond du bassin au moyen de barres de fer pour éviter qu'ils ne se déplacent ou ne flottent lors des événements pluvieux.

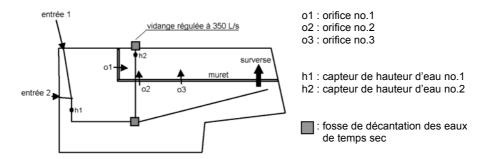


Figure 1. Schéma simplifié du sous-bassin de retenue-décantation Django Reinhardt après son réaménagement en 2004 (source : Bardin et Barraud, 2004)

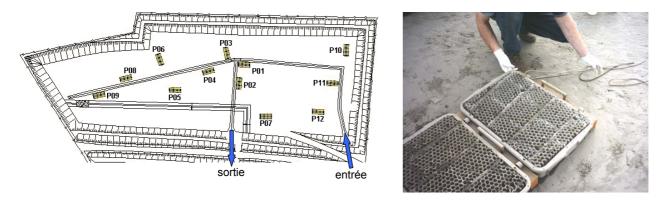


Figure 2 Emplacements des 12 pièges à sédiments et constitution des pièges à sédiments

Vitesses de chute

L'étude des vitesses de chute des sédiments a été réalisée avec le protocole français VICAS (VItesse de Chute en ASsainissement) (Gromaire et al., 2003). Le protocole VICAS a été originalement conçu et testé pour estimer les vitesses de chute des sédiments en suspension dans l'eau, avec des résultats satisfaisants en termes de répétabilité et de précision (Gromaire et al., 2003). Cependant, notre intérêt est son utilisation pour le cas de sédiments déjà déposés en fond de bassin. En effet, nous avons choisi d'étudier les caractéristiques physico-chimiques des sédiments qui arrivent au bassin à partir de prélèvements effectués au moyen de pièges à sédiments placés en fond de bassin.

Une étude préliminaire a consisté à caractériser ce protocole sur les aspects suivants en vue de son utilisation pour la détermination des vitesses de chute des sédiments décantés : (i) répétabilité ; (ii) incertitudes associées ; (iii) erreurs associées. On trouvera à l'annexe 1, le détail des résultats issus de cette étude. Elle montre que des biais ont été détectés avec le protocole VICAS, ce qui nous a conduit à proposer une modification. Cependant, nous avons observé que le protocole modifié n'était pas assez robuste et que sa répétabilité n'était pas assez bonne. Nous avons donc décidé d'utiliser systématiquement le protocole VICAS initial pour les campagnes de détermination des vitesses de chute des sédiments présents au fond du bassin. C'est donc avec le protocole VICAS d'origine que les résultats suivants ont été déterminés.

Résultats des campagnes

Courbes de vitesses de chute

Cinq campagnes (C1 à C5) pour déterminer les répartitions des vitesses de chute dans les 12 pièges (P1 à P12) fixés au fond du bassin ont été réalisées. Les caractéristiques des événements pluvieux (débit et turbidité maximums Q_{max} et TU_{max} à l'entrée du bassin pendant l'événement pluvieux, volume

total ruisselé V_{tot} , durée de temps avant l'événement pluvieux DTS, durée du ruissellement DP) relatives aux cinq campagnes de mesure sont données au Tableau 1.

grandeur	C1	C2	C3	C4	C5
Q_{max} (m ³ /s)	0.981	0.605	0.849	0.619	0.448
V_{tot} (m ³)	12446	10023	33589	2868	9984
DTS (h)	229	33	97	20	66

216

196

200

92

TU_{max} (NTU)

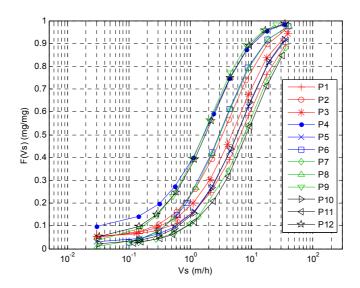
1029

Tableau 1 Caractéristiques globales des cinq événements pluvieux étudiés

Q_{max} : débit maximum à l'entrée de l'ouvrage pendant l'événement pluvieux, V_{tot} : volume total ruisselé, DTS : durée de temps avant l'événement pluvieux, DP : durée du ruissellement, TU_{max} : turbidité maximum à l'entrée de l'ouvrage pendant l'événement pluvieux

Pour les campagnes C2 et C3, les répartitions des vitesses de chute ont été déterminées en entrée (E) et sortie (S) du bassin au moyen de préleveurs automatiques disposés dans les stations de mesures OTHU. Les résultats des courbes des 5 campagnes sont donnés Figure 2 à Figure 5. On observe une variabilité assez importante des courbes obtenues, avec des vitesses médianes (V_{50}) allant d'environ 0.5 m/h (C4, piège 8) à 16.0 m/h (C3, piège 4). Pour un même événement pluvieux, les courbes de vitesses de chute sont très variables d'un piège à un autre. Pour un piège donné, les courbes varient avec les événements pluvieux.

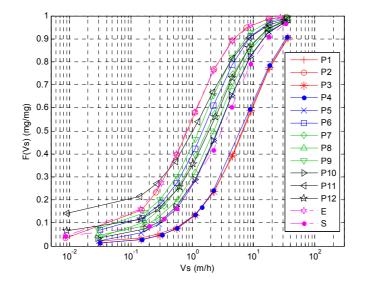
Pour la campagne de mesure C1 les vitesses médianes obtenues varient entre 1.66 m/h (piège P09) et 8.36 m/h (piège P11) avec une moyenne de 4.48 m/h (Figure 1).



1		V ₂₀ (m/h)	V ₅₀ (m/h)	V ₈₀ (m/h)	V ₉₀ (m/h)
	min	0.32 (P04)	1.66 (P09)	5.04 (P09)	8.86 (P09)
	moy	1.16	4.48	13.87	23.81
	max	2.27 (P11)	8.36 (P11)	25.87 (P11)	38.89 (P11)

Figure 1 Courbes des vitesses de chute pour la campagne de mesure C1 (14/06/2005)

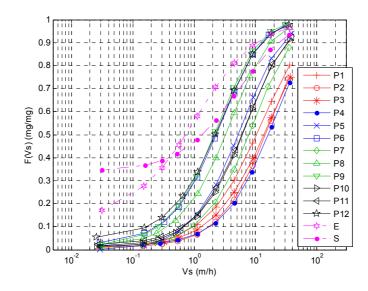
Pour la campagne de mesure C2 les vitesses médianes obtenues varient entre 0.82 m/h (entrée E) et 6.78 m/h (piège P01) avec une moyenne de 2.82 m/h (Figure 1).



	V ₂₀ (m/h)	V_{50} (m/h)	V_{80} (m/h)	V ₉₀ (m/h)
min	0.11 (P11)	0.82 (E)	2.63 (E)	4.72 (P02)
moy	0.73	2.82	8.76	15.59
max	1.83 (P03)	6.78 (P01)	20.89 (P01)	36.42 (P01)

Figure 2 Courbes des vitesses de chute pour la campagne de mesure C2 (24/03/2006)

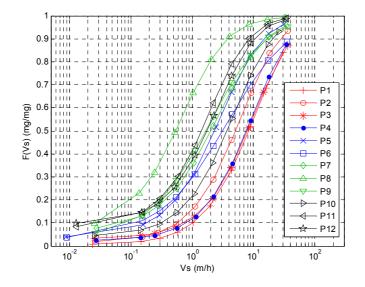
Pour la campagne de mesure C3 les vitesses médianes obtenues varient entre 0.73 m/h (entrée E) et 16.18 m/h (piège P04) avec une moyenne de 6.57 m/h (Figure 3).



_					
1		V ₂₀ (m/h)	V ₅₀ (m/h)	V ₈₀ (m/h)	V ₉₀ (m/h)
	min	0.06 (E)	0.73 (E)	4.14 (E)	10.28 (E)
	moy	1.84	6.57	20.54	31.64
	max	4.40 (P04)	16.18 (P04)	44.79 (P04)	58.66 (P03)

Figure 3 Courbes des vitesses de chute pour la campagne de mesure C3 (9/04/2006)

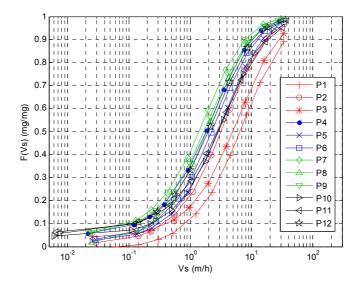
Pour la campagne de mesure C4 les vitesses médianes obtenues varient entre 0.54 m/h (piège P08) et 8.33 m/h (piège P01) avec une moyenne de 3.81 m/h (Figure 4).



Ì		V ₂₀ (m/h)	V_{50} (m/h)	V ₈₀ (m/h)	V ₉₀ (m/h)
	min	0.11 (P08)	0.54 (P08)	1.94 (P08)	3.75 (P08)
	moy	0.93	3.81	12.91	22.77
	max	2.33 (P01)	8.33 (P01)	26.29 (P03)	39.79 (P03)

Figure 4 Courbes des vitesses de chute pour la campagne de mesure C4 (4/05/2007)

Pour la campagne de mesure C5 les vitesses médianes obtenues varient entre 1.40 m/h (piège P07) et 6.55 m/h (piège P01) avec une moyenne de 2.87 m/h (Figure 5).



	V ₂₀ (m/h)	V ₅₀ (m/h)	V ₈₀ (m/h)	V ₉₀ (m/h)
min	0.33 (P07)	1.40 (P07)	4.35 (P07)	7.68 (P07)
moy	0.73	2.87	9.03	15.94
max	1.85 (P01)	6.55 (P01)	21.64 (P01)	35.23 (P01)

Figure 5 Courbes des vitesses de chute pour la campagne de mesure C5 (31/05/2007)

Une comparaison des courbes de vitesse de chute obtenues pour chaque piège et pour chaque campagne de mesure a été effectuée. Afin de synthétiser les résultats de cette comparaison, la Figure 6 montre les valeurs des vitesses médianes V_{50} pour chaque piège pour les cinq campagnes. Cette figure synthétise les deux types de variabilité : (i) variabilité événementielle : pour un seul piège les résultats des vitesses de chute varient d'un événement à l'autre ; (ii) hétérogénéité spatiale : pour un seul événement les résultats des vitesses de chute varient significativement d'un piège à l'autre.

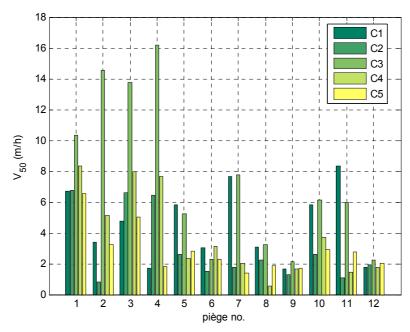


Figure 6 Valeurs du décile V₅₀ pour chaque piège (1 à 12, en abscisses) pour les cinq campagnes de mesure (C1 à C5)

Afin de mettre en évidence la variabilité événementielle, la Figure 7 montre le coefficient de variabilité événementielle CVE en fonction de la valeur moyenne $V_{50}^{(C)}$. Le coefficient de variabilité événementielle CVE est calculé pour chaque piège comme le rapport écart-type des vitesses médianes V_{50} / moyenne des vitesses médianes V_{50} des cinq campagnes. La valeur moyenne $V_{50}^{(C)}$ est calculée pour chaque piège comme la moyenne des vitesses médianes V_{50} des cinq campagnes.

De manière similaire, la Figure 8 montre le coefficient d'hétérogénéité spatiale CHS en fonction de la valeur moyenne $V_{50}^{(P)}$. Le coefficient d'hétérogénéité spatiale CHS est calculé pour chaque campagne comme le rapport écart-type des vitesses médianes V_{50} / moyenne des vitesses médianes V_{50} des douze pièges. La valeur moyenne $V_{50}^{(P)}$ est calculée pour chaque campagne comme la moyenne des vitesses médianes V_{50} des douze pièges.

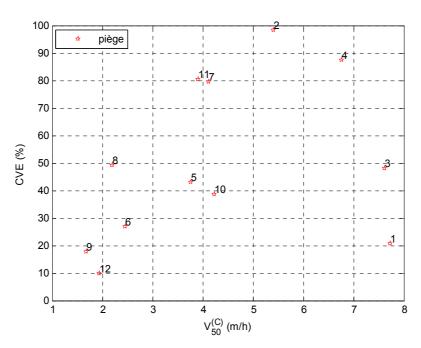


Figure 7 Coefficient de variation événementielle CVE (rapport écart-type / moyenne des cinq campagnes) en fonction de $V_{50}^{(C)}$ (moyenne des cinq campagnes)

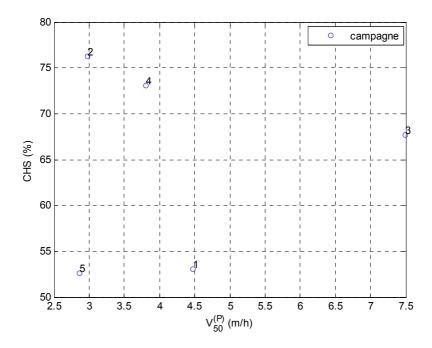


Figure 8 Coefficient d'hétérogénéité spatiale CHS (rapport écart-type / moyenne des douze pièges) en fonction de V₅₀^(P) (moyenne des douze pièges)

Sur la Figure 7 on observe que ce sont les pièges P01 à P04 qui présentent les vitesses de chute médianes les plus importantes (groupe A : $V_{50}^{(C)}$ entre 5 m/h et 8 m/h environ), suivis des pièges P05, P07, P10 et P11 (groupe B : $V_{50}^{(C)}$ aux alentours de 4 m/h). Les pièges P06, P08, P09 et P12 présentent les vitesses de chute médianes les plus faibles (groupe C : $V_{50}^{(C)}$ entre 1.5 m/h et 2.5 m/h environ). Parmi les douze pièges, c'est le piège P09 celui qui présente la plus faible vitesse de chute médiane ($V_{50}^{(C)}$ = 1.69 m/h), et le piège P01 celui qui présente la vitesse de chute médiane la plus importante ($V_{50}^{(C)}$ = 7.74 m/h). Sur cette même figure on observe que les variabilités événementielles les plus importantes sont associées aux pièges P02, P04, P07 et P11 (CVE supérieur à 80 % environ), suivis des pièges P03, P05, P08 et P10 (CVE entre 40 % et 50 % environ). Les pièges P01, P06, P09 et P12 présentent les variabilités événementielles les plus faibles (CVE entre 10 % et 30 % environ). Parmi les douze pièges, le piège P12 présente la plus faible variabilité événementielle (CVE = 10 %), et le piège P02 la variabilité événementielle la plus importante (CVE = 98 %).

Sur la Figure 8 on observe que la campagne C3 présente les vitesses de chute médianes les plus importantes ($V_{50}^{(P)}$ = 7.49 m/h). Les campagnes C1, C2, C4 et C5 présentent des vitesses de chute médianes plus faibles ($V_{50}^{(P)}$ entre 2.50 m/h et 4.50 m/h environ), avec la valeur la plus faible correspondant à la campagne C5 ($V_{50}^{(P)}$ = 2.87 m/h). Sur cette même figure on observe que le coefficient d'hétérogénéité spatiale le plus faible est CHS = 53 %, relatif aux campagnes C1 et C5, le coefficient d'hétérogénéité spatiale le plus important est celui correspondant à la campagne C2 (CHS = 76 %), suivi des campagnes C4 (CHS = 73 %) et C3 (CHS = 68 %).

Variabilité événementielle

Afin d'analyser la variabilité événementielle, les coefficients de corrélation (r) entre les vitesses médianes moyennes caractérisant chaque événement pluvieux ($V_{50}^{(P)}$) et les caractéristiques des pluies (voir Tableau 1) ont été calculés (Tableau 2).

Tableau 2 Matrice de corrélation (r) entre les caractéristiques globales des cinq événements pluvieux étudiés (Tableau 1) et les vitesses de chute médianes moyennes $V_{50}^{(P)}$

V ₅₀ ^(P)					
0.91	Q_{max}				
0.24	0.48	V_{tot}			
0.97	0.80	0.26	DTS		
0.38	0.45	0.87	0.45	DP	
0.96	0.75	-0.02	0.95	0.21	TU_{max}

 Q_{max} : débit maximum à l'entrée de l'ouvrage pendant l'événement pluvieux, V_{tot} : volume total ruisselé, DTS: durée de temps avant l'événement pluvieux, DP: durée du ruissellement, TU_{max} : turbidité maximum à l'entrée de l'ouvrage pendant l'événement pluvieux

La durée de temps avant l'événement pluvieux DTS, la turbidité maximum à l'entrée de l'ouvrage pendant l'événement pluvieux TU_{max} et le débit maximum à l'entrée de l'ouvrage pendant l'événement pluvieux Q_{max} ont les corrélations positives les plus fortes avec les vitesses médianes moyennes $V_{50}^{(P)}$.

En plus des campagnes complètes C1 à C5, des campagnes exploratoires ont été réalisées en n'utilisant que le piège P01 pour prélever. Le Tableau 3 (haut) montre les caractéristiques de ces événements pluvieux ($C1^{P01}$ à $C4^{P01}$). Une analyse similaire à celle présentée plus haut (Tableau 2) a été effectuée pour toutes les campagnes où le piège P01 a été utilisé (C1 à C5 et $C1^{P01}$ à $C4^{P01}$), de manière à corroborer les tendances obtenues. Les coefficients de corrélation r entre les vitesses médianes du piège P01 $V_{50}^{(P01)}$ et les caractéristiques des pluies ont été calculés (Tableau 3, bas).

Tableau 3 Caractéristiques globales des cinq événements pluvieux étudiés (haut) et matrice de corrélation (r) avec les vitesses de chute médianes moyennes $V_{50}^{(P)}$ (bas)

grandeur	C1 ^{P01} (29/11/2005)	C2 ^{P01} (12/12/2006)	C3 ^{P01} (7/03/2007)	C4 ^{P01} (29/05/2007)				
Q_{max} (m 3 /s)	0.425	0.871	0.160	0.250				
V_{tot} (m ³)	3270	12611	1236	1140				
DTS (h)	72	13	128	242				
<i>DP</i> (h)	25	34	9	8				
TU _{max} (NTU)	344	196	198	194				

V ₅₀ ^(P01)					
0.89	Q _{max}				
0.45	0.67	V_{tot}			
0.15	-0.15	-0.11	DTS		
0.56	0.77	0.83	-0.27	DP	
0.73	0.49	0.08	0.57	0.24	TU_{max}

Qmax : débit maximum à l'entrée de l'ouvrage pendant l'événement pluvieux, Vtot : volume total ruisselé, DTS : durée de temps avant l'événement pluvieux, DP : durée du ruissellement, TUmax : turbidité maximum à l'entrée de l'ouvrage pendant l'événement pluvieux

Le débit maximum à l'entrée de l'ouvrage pendant l'événement pluvieux Q_{max} et la turbidité maximum à l'entrée de l'ouvrage pendant l'événement pluvieux (TU_{max}) ont les corrélations les plus fortes avec les vitesses médianes moyennes ($V_{50}^{(P01)}$).

Interpolation spatiale

Nous avons observé une hétérogénéité spatiale des résultats de vitesses de chute mesurées. Ceci a été observé sur la base de 12 pièges à sédiments posés en fond de bassin. Cette hétérogénéité pose un problème de caractérisation des sédiments en termes des vitesses de chute, notamment si on veut utiliser cette information pour des propos de modélisation. D'autre part, l'information obtenue pour les 12 endroits échantillonnés est partielle, et donc elle est loin d'être représentative pour toute la surface du bassin. Afin d'interpoler sur toute la surface du bassin les résultats de vitesses de chute obtenus à partir des 12 pièges, la librairie GSTAT (Pebesma, 2005) de R (R development core team, 2006) a été utilisée. Les Figure 9, Figure 11, Figure 13, Figure 15 et Figure 17 montrent les prédictions effectuées pour les campagnes C1 à C5 respectivement, par krigeage ordinaire. Des validations croisées ont été effectuées pour tous les modèles établies : calage du modèle avec 11 pièges et validation avec le 12^{ème}. Les résultats de ces validations croisées sont montrées Figure 10, Figure 12, Figure 14, Figure 16 et Figure 18 pour les campâgnes C1 à C5 respectivement. Ces résultats sont présentés en termes de différences entre les valeurs V₅₀ observées et prédites.

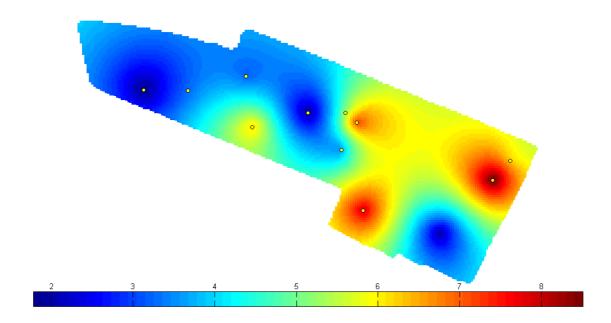


Figure 9 V_{50} (m/h) interpolation par krigeage ordinaire en utilisant GSTAT pour la campagne de mesure C1. Modèle variogramme exponentiel avec pépite = 0, seuil = 0.52 et portée = 26.67

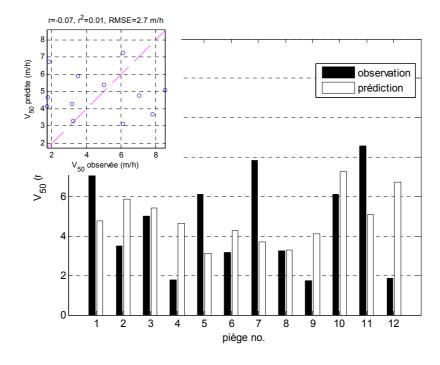


Figure 10 Comparaison entre les valeurs V₅₀ observées et prédites après une validation croisée pour la campagne C1

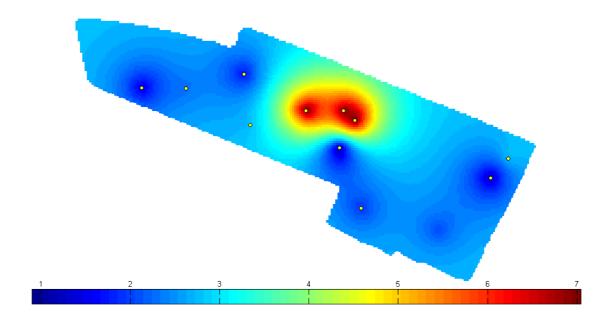


Figure 11 V_{50} (m/h) interpolation par krigeage ordinaire en utilisant GSTAT pour la campagne de mesure C2. Modèle variogramme exponentiel avec pépite = 0, seuil = 0.75 et portée = 10.26

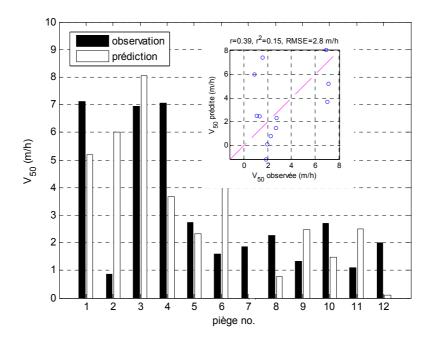


Figure 12 Comparaison entre les valeurs V₅₀ observées et prédites après une validation croisée pour la campagne C2

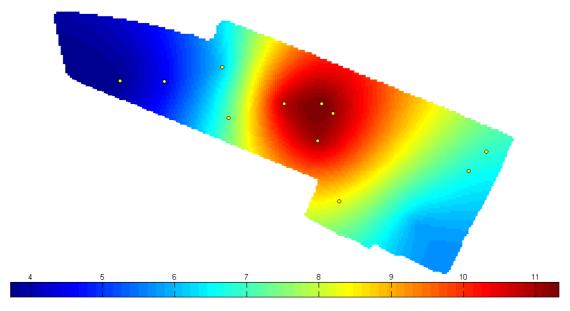
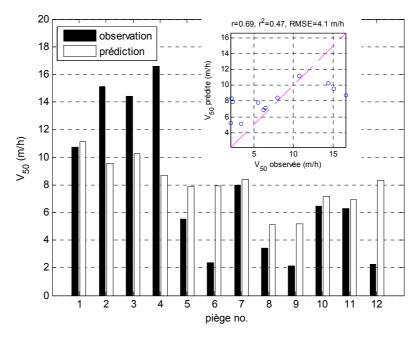


Figure 13 V_{50} (m/h) interpolation par krigeage ordinaire en utilisant GSTAT pour la campagne de mesure C3. Modèle variogramme exponentiel avec pépite = 0.85, seuil = 73.99 et portée = 8243.30



 $\textbf{Figure 14} \ \ \text{Comparaison entre les valeurs } \ V_{50} \ \text{observ\'ees et pr\'edites apr\`es une validation crois\'ee pour la campagne C3}$

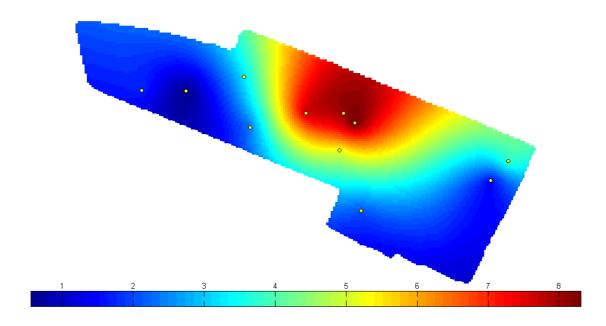


Figure 15 V_{50} (m/h) interpolation par krigeage ordinaire en utilisant GSTAT pour la campagne de mesure C4. Modèle variogramme exponentiel avec pépite = 0, seuil = 7379.26 et portée = 468033.30

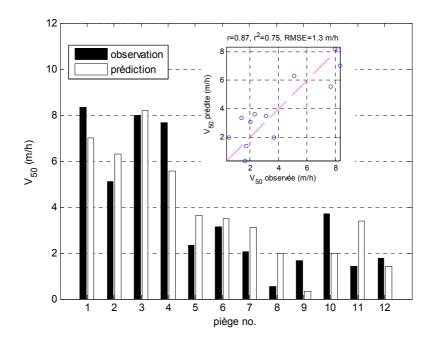


Figure 16 Comparaison entre les valeurs V₅₀ observées et prédites après une validation croisée pour la campagne C4

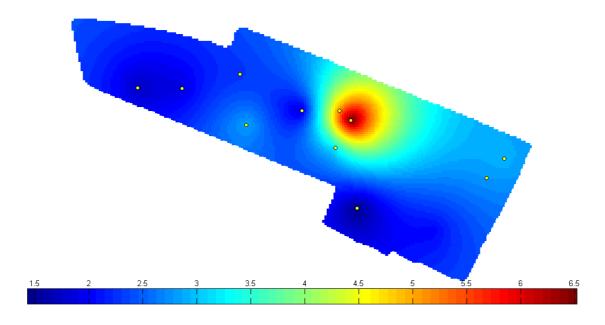


Figure 17 V_{50} (m/h) interpolation par krigeage ordinaire en utilisant GSTAT pour la campagne de mesure C5. Modèle variogramme exponentiel avec pépite = 0, seuil = 0.31 et portée = 23.36

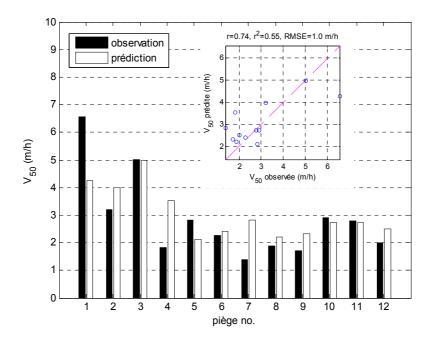
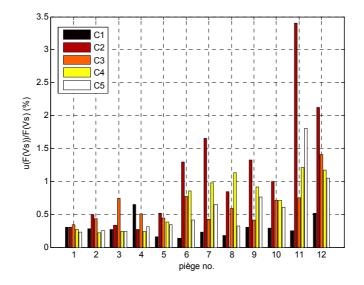


Figure 18 Comparaison entre les valeurs V₅₀ observées et prédites après une validation croisée pour la campagne C5

Les résultats des validations croisées montrés ci-dessus indiquent des faibles qualités prédictives des modèles établis, avec des écarts moyens RMSE entre 1.0 m/h et 4.1 m/h. Ils témoignent de la forte hétérogénéité spatiale des résultats des vitesses de chute par rapport aux points de mesure (pièges), et nous amènent à penser que le nombre de pièges (12) est insuffisant pour estimer les vitesses de chute des sédiments sur toute la surface du bassin. Cependant la technique de validation croisée présentée pourrait représenter une méthode intéressante pour fixer le nombre de pièges à sédiments nécessaire pour atteindre un écart moyen RMSE (entre les valeurs V₅₀ observées et prédites par des moyens géostatistiques) satisfaisant.

Incertitudes de mesure

Le programme UVICAS, décrit plus haut (voir sous-chapitre 0), a été utilisé pour évaluer les incertitudes de mesure liées aux courbes de vitesse de chute présentées Figure 1 à Figure 5 relatives aux cinq campagnes de mesure C1 à C5. La Figure 19 montre une synthèse des résultats fournis par le programme UVICAS pour les vitesses médianes V₅₀. Les incertitudes relatives sont assez faibles, ne dépassant pas 3.5 %. Pour C1, les incertitudes relatives sont assez stables et faibles : aux alentours de 0.3 %. Pour C2, les incertitudes relatives sont en général plus élevées et plus variables que pour les autres campagnes, allant de 0.3 % à 3.4 %. Quant aux campagnes C3 à C5, elles présentent une situation intermédiaire entre les deux campagnes précédentes (C1 et C2), avec des incertitudes relatives comprises entre 0.3 % et 1.4 % pour C3, entre 0.2 % et 1.2 % pour C4 et entre 0.2 % et 1.8 % pour C5. Par ailleurs, en général, les pièges de numéro élevé situés aux altitudes les plus élevées (donc submergés moins longtemps au cours des événements pluvieux) présentent des incertitudes relatives plus importantes et *vice versa*.



	C1	C2	C3	C4	C5
minimum	0.1 % (P06)	0.3 % (P04)	0.3 % (P01)	0.2 % (P02)	0.2 % (P01)
maximum	0.7 % (P04)	3.4 % (P11)	1.4 % (P12)	1.2 % (P11)	1.8 % (P11)
moyenne	0.3 %	1.1 %	0.6 %	0.7 %	0.6 %
écart- type	0.1 %	0.9 %	0.3 %	0.4 %	0.5 %

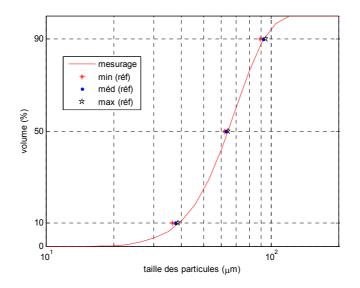
Figure 19 Incertitudes relatives calculées avec le programme UVICAS pour les vitesses médianes V₅₀

Granulométrie

Des analyses granulométriques ont été effectuées par granulométrie laser en utilisant un appareil Malvern Mastersizer 2000 équipé d'un accessoire de dispersion de échantillons Hydro 2000G. Avant d'effectuer les analyses granulométriques sur les échantillons prélevés au moyen des pièges à sédiments, une vérification du paramétrage par défaut du granulomètre a été effectuée.

Vérification du paramétrage de l'appareil granulométrique

Une poudre étalon ayant une distribution granulométrique théorique a été analysée avec l'appareil Malvern Mastersizer 2000. Les résultats de l'analyse effectuée sont montrés Figure 1. On observe que les valeurs obtenues lors de l'expérience sont très proches des valeurs de référence, avec des différences relatives par rapport aux valeurs médianes de référence inférieures à 3.7 %.



	D ₁₀	D ₅₀	D ₉₀
valeur observée (µm)	38.93	64.15	92.38
minimum théorique (µm)	36.42	61.88	89.27
médiane théorique (µm)	37.55	63.14	92.03
maximum théorique (µm)	38.68	64.40	94.79
différence relative	3.7 %	1.6 %	0.4 %

Figure 1 Distribution granulométrique de la poudre étalon testée (différence relative = 100*(médiane théorique – valeur observée) / médiane théorique

Résultats des campagnes

Pour les campagnes C4 (4/05/2007) et C5 (31/05/2007), des analyses granulométriques sur les échantillons correspondants aux pièges P01 à P12 ont été effectuées. Les Figure 1 et

Figure 2 montrent les résultats de ces analyses pour les campagne C4 et C5 respectivement. Le diamètre médian D₅₀ varie environ entre 53 um (C5, piège 9) et 153 um (C4, piège 8). On observe aussi que l'événement C5 présente une variabilité des courbes granulométriques moins importante que l'événement C4, ce qui est cohérent avec les résultats montrés Figure 8 où le coefficient d'hétérogénéité spatiale CHS relatif aux vitesses de chute médianes est plus important pour la campagne C4 que pour la campagne C5.

Une comparaison des courbes de distributions granulométriques obtenues pour chaque piège et pour chaque campagne de mesure a été effectuée. Afin de synthétiser les résultats de cette comparaison, la Figure 3 montre les valeurs des diamètres médians D_{50} pour chaque piège pour les campagnes C4 et C5. Sur cette figure on observe une forte variabilité événementielle : pour un seul piège les résultats des distributions granulométriques varient d'un événement à l'autre. Afin de mettre en évidence cette variabilité, la Figure 4 montre le coefficient de variabilité événementielle CVE en fonction de la valeur moyenne $D_{50}^{(C)}$. Le coefficient de variabilité événementielle CVE) est calculé pour chaque piège comme le rapport écart-type des diamètres médians D_{50} / moyenne des diamètres médians D_{50} des campagnes C4 et C5. La valeur moyenne $D_{50}^{(C)}$ est calculée pour chaque piège comme la moyenne des diamètres médians D_{50} des campagnes C4 et C5.

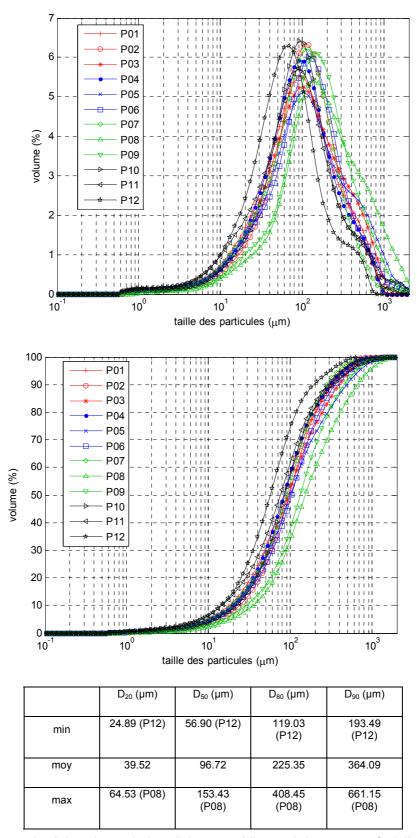
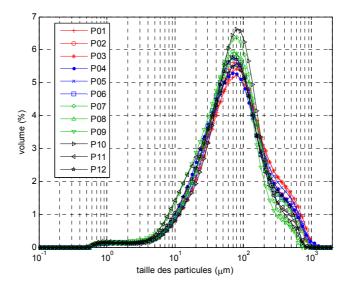
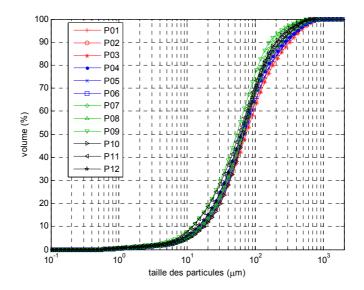


Figure 1 Distribution granulométrique des particules relatives aux sédiments de la campagne C4 (4/05/2007)





	D ₂₀ (µm)	D ₅₀ (µm)	D ₈₀ (µm)	D ₉₀ (µm)
min			111.14	162.80
	20.91 (P09)	53.13 (P09)	(P09)	(P09)
moy	26.27	64.29	146.22	240.70
max			182.53	317.89
	30.42 (P10)	73.42 (P03)	(P03)	(P03)

Figure 2 Distribution granulométrique des particules relatives aux sédiments de la campagne C5 (31/05/2007)

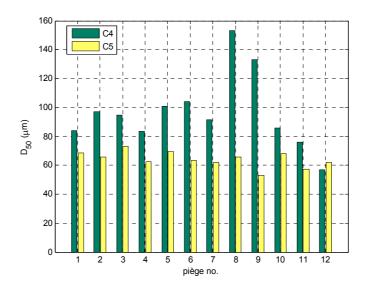


Figure 3 Valeurs des diamètres médians D_{50} pour chaque piège (1 à 12, en abscisses) pour les campagnes de mesure C4 et C5

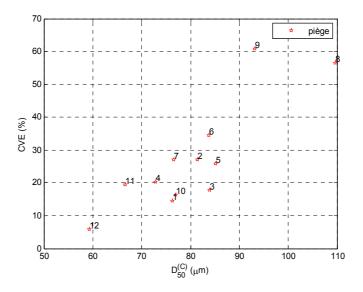


Figure 4 Coefficient de variation événementielle CVE (rapport écart-type / moyenne des deux campagnes C4 et C5) en fonction de D₅₀^(C) (moyenne des deux campagnes C4 et C5)

Sur la Figure 3 on observe que C4 présente les plus grandes tailles de particules. Sur la Figure 4 on observe que ce sont les pièges 8 et 9 qui présentent les diamètres médians les plus importants ($D_{50}^{(C)}$ entre 90 \Box m et 110 \Box m environ), suivis des pièges 2 à 7 et 10 ($D_{50}^{(C)}$ aux alentours de 80 \Box m). Le piège 12 présente les diamètres médians les plus faibles ($D_{50}^{(C)}$ aux alentours de 60 \Box m). Parmi les douze pièges, le piège 8 présente la valeur la plus importante des diamètres médians ($D_{50}^{(C)}$ = 109.63 \Box m). Sur cette même figure on observe que la variabilité événementielle la plus importante est associée aux pièges 8 et 9 (CVE supérieur à 55 % environ), suivis des pièges 2 à 7 et 10 (CVE entre 10 % et 40 % environ). Le piège 12 présente la variabilité événementielle la plus faible (CVE inférieur à 10 % environ). Parmi les douze pièges, le piège 12 présente la plus faible variabilité événementielle (CVE = 6 %), et le piège 9 la variabilité événementielle la plus importante (CVE = 61 %).

Relations avec les vitesses de chute

La Figure 1 montre les valeurs de V_{50} en fonction de D_{50} pour tous le pièges des campagnes C4 et C5. On ne remarque pas une tendance claire exprimant une relation entre les valeurs médianes des vitesses de chute et les valeurs médianes des tailles des particules.

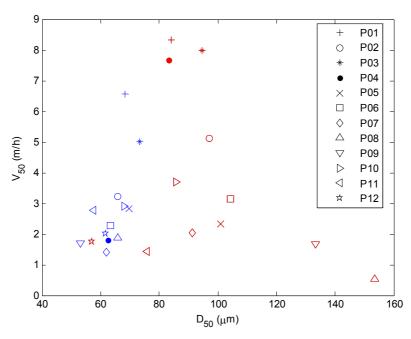


Figure 1 Comparaison des déciles V₅₀ et D₅₀ pour les campagnes de mesure C4 (rouge) et C5 (bleu)

Siccité, métaux lourds et éléments traces organiques

La siccité et les concentrations en métaux lourds et en éléments traces organiques ont été déterminés pour les sédiments prélevés au moyen des pièges P01 à P12 pendant la campagne de mesure C3. Ces mêmes analyses ont été effectuées pour les sédiments des pièges P01, P04, P09 et P10 pour les campagnes de mesure C4 et C5, en faisant des triplicats. Ces pièges ont été choisis comme étant représentatifs du jeu initial P01 à P12, selon les résultats des vitesses de chute montrés Figure 7 : P01 et P04 représentent le groupe de pièges avec les plus fortes vitesses de chute (groupe A: $V_{50}^{(C)}$ entre 5 m/h et 8 m/h environ), P10 représente le groupe de pièges avec les vitesses de chute moyennes (groupe B : V₅₀(C) aux alentours de 4 m/h) et P09 représente le groupe de pièges avec les plus faibles vitesses de chute (groupe C : $V_{50}^{(C)}$ entre 1.5 m/h et 2.5 m/h environ). Dans le groupe A, le piège P01 présente la plus forte vitesse de chute $(V_{50}^{(C)} = 7.74 \text{ m/h})$ et le plus faible coefficient de variation événementielle (CVE = 21 %) et le piège P04 présente une vitesse de chute moyenne ($V_{50}^{(C)}$ = 6.76 m/h) et un fort coefficient de variation événementielle (CVE = 87 %). Dans le groupe B, le piège P10 présente la plus forte vitesse de chute $(V_{50}^{(C)} = 4.23 \text{ m/h})$ et le plus faible coefficient de variation événementielle (CVE = 39 %). Dans le groupe C, le piège P09 présente la plus faible vitesse de chute $(V_{50}^{(C)} = 1.69 \text{ m/h})$ et un coefficient de variation événementielle assez faible (CVE = 18 %).

Siccité des sédiments

Les résultats des analyses de siccité pour les campagnes de mesure C3, C4 et C5 sont montrés Figure 1 (matière sèche) et Figure 2 (matière volatile). Les résultats pour les campagnes de mesure C4 et C5 sont représentés avec des barres d'incertitude correspondant aux intervalles de confiance à 95 %. Sur la Figure 2 on observe que le contenu en matière volatile pour chaque piège est du même ordre de grandeur pour toutes les campagnes avec des valeurs comprises entre 15 % et 30 % de matière sèche. Ces résultats sont du même ordre de grandeur que les résultats rencontrés dans la littérature : 10 % à 36 % pour les réseaux séparatifs (Gromaire-Mertz et al., 1998) ; 10 % à 60 % pour les bassins de retenue-décantation de Sarge et Vitry (Aires et al., 2003).

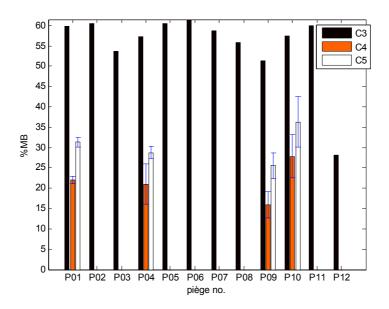


Figure 1 Matière sèche des échantillons prélevés pendant les campagnes C3, C4 et C5 (%MB : pourcentage de matière

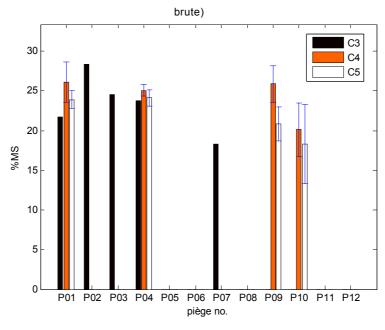


Figure 2 Matière volatile des échantillons prélevés pendant les campagnes C3 (analyses non réalisées pour les pièges 5, 6 et 8 à 12), C4 et C5 (%MS : pourcentage de matière sèche).

Métaux lourds

Les résultats des analyses de métaux lourds pour les campagnes de mesure C3, C4 et C5 sont montrés Figure 1 (cadmium), Figure 2 (cuivre), Figure 3 (plomb) et Figure 4 (zinc). Les résultats pour les campagnes de mesure C4 et C5 sont représentés avec des barres d'incertitude correspondant aux intervalles de confiance à 95 %.

Les teneurs en métaux lourds obtenues lors des campagnes de mesure C3 à C5 varient entre 2 mg/kg MS et 14 mg/kg MS pour le cadmium (Figure 1), entre 100 mg/kg MS et 400 mg/kg MS pour le cuivre (Figure 2) ainsi que pour le plomb (Figure 3) et entre 500 mg/kg MS et 2200 mg/kg MS pour le zinc (Figure 4). A l'exception du plomb, ces valeurs dépassent les valeurs d'intervention pour les sols pollués établies dans la norme hollandaise (12 mg/kg pour le cadmium, 190 mg/kg pour le cuivre, 530 mg/kg pour le plomb, 720 mg/kg pour le zinc) (NMHSPE, 2000).

Sur les Figure 1 et Figure 3 on observe que la concentration en cadmium et en plomb pour les échantillons relatifs à la campagne C3 est supérieure à celle des campagnes C4 et C5. Par ailleurs, sur ces mêmes figures on observe que, pour les résultats relatifs à la campagne C3, en général les pièges situés aux altitudes les plus élevées (donc submergés moins longtemps au cours des événements pluvieux) présentent des teneurs en cadmium et plomb plus importantes et *vice versa*. Cette tendance est moins évidente pour les résultats des deux autres campagnes (C4 et C5) ainsi que pour les résultats concernant les autres métaux lourds analysés (cuivre et zinc). Sur la Figure 2 on observe que la campagne C4 présente des valeurs de teneurs en cuivre légèrement supérieures à celles des deux autres campagnes (C3 et C5). Sur la Figure 4 on observe que la campagne C3 présente des valeurs de teneurs en zinc légèrement inférieures à celles des deux autres campagnes (C4 et C5).

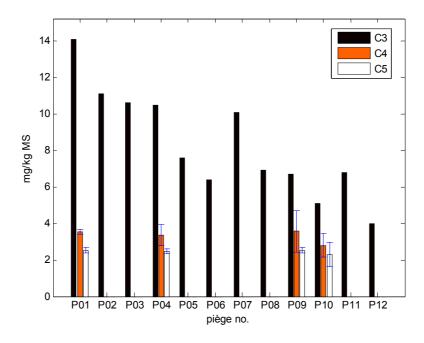


Figure 1 Teneurs en cadmium des échantillons prélevés pendant les campagnes C3, C4 et C5 (MS : matière sèche).

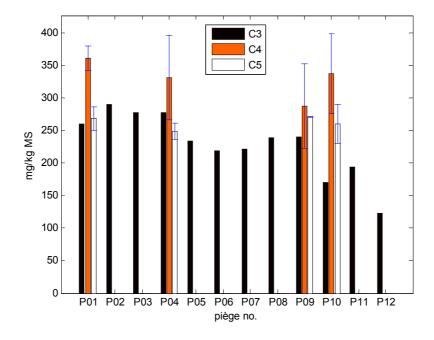


Figure 2 Teneurs en Cuivre des échantillons prélevés pendant les campagnes C3, C4 et C5 (MS : matière sèche).

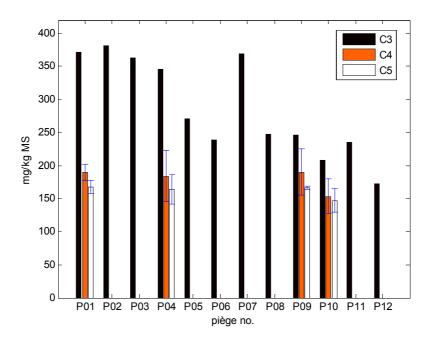


Figure 3 Teneurs en Plomb des échantillons prélevés pendant les campagnes C3, C4 et C5 (MS : matière sèche).

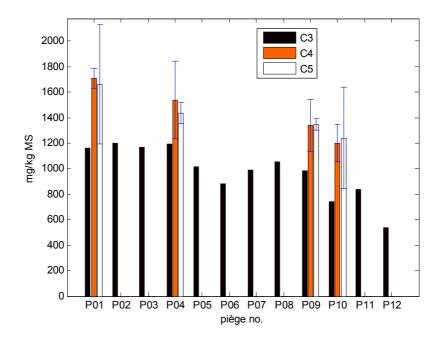


Figure 4 Teneurs en Zinc des échantillons prélevés pendant les campagnes C3, C4 et C5 (MS : matière sèche).

Eléments traces organiques

Les résultats des analyses de HAP pour les campagnes de mesure C3, C4 et C5 sont montrés Figure 1 (Fluoranthène), Figure 2 (Benzo(b)Fluoranthène) et Figure 3 (Benzo(a)Pyrène). Les résultats pour les campagnes de mesure C4 et C5 sont représentés avec des barres d'incertitude correspondant aux intervalles de confiance à 95 %. Les teneurs en HAP obtenues lors des campagnes de mesure C3 à C5 varient entre 0.5 mg/kg MS et 3.5 mg/kg MS pour le Fluoranthène (Figure 1), entre 0.1 mg/kg MS et 1.6 mg/kg MS pour le Benzo(b)Fluoranthène (Figure 2) et entre 0.1 mg/kg MS et 1.2 mg/kg MS pour le Benzo(a)Pyrène (Figure 3).

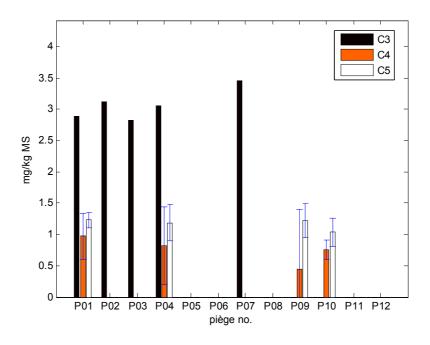


Figure 1 Teneurs en Fluoranthène des échantillons prélevés pendant les campagnes C3 (analyses non réalisées pour les pièges 5, 6 et 8 à 12), C4 et C5 (MS : matière sèche).

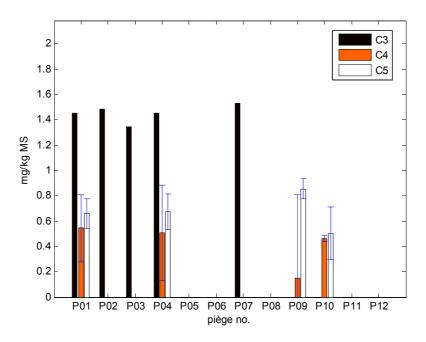


Figure 2 Teneurs en Benzo(b)Fluoranthène des échantillons prélevés pendant les campagnes C3 (analyses non réalisées pour les pièges 5, 6 et 8 à 12), C4 et C5 (MS : matière sèche).

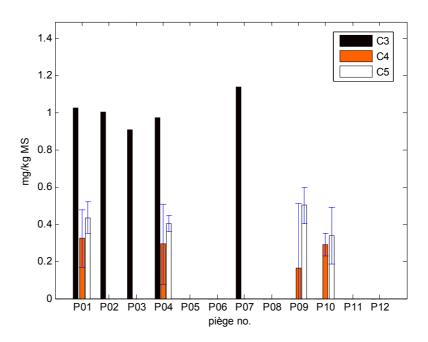


Figure 3 Teneurs en Benzo(a)Pyrène des échantillons prélevés pendant les campagnes C3 (analyses non réalisées pour les pièges 5, 6 et 8 à 12), C4 et C5 (MS : matière sèche).

Les résultats de la somme des 7 PCB analysés (PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 118, PCB 138, PCB 153 et PCB 180) sur les sédiments prélevés lors des campagnes de mesure C3, C4 et C5 sont montrés Figure 4. Les résultats pour les campagnes de mesure C4 et C5 sont représentés avec des barres d'incertitude correspondant aux intervalles de confiance à 95 %.

Les teneurs en PCB obtenues lors des campagnes de mesure C3 à C5 varient entre 0.5 mg/kg MS et 3.5 mg/kg MS.

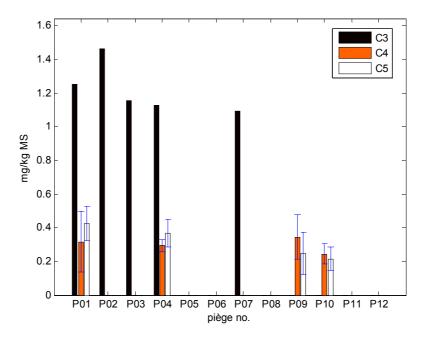


Figure 4 Teneurs en PCB des échantillons prélevés pendant les campagnes C3 (analyses non réalisées pour les pièges 5, 6 et 8 à 12), C4 et C5 (MS : matière sèche).

Sur les figures précédentes (Figure 1 à Figure 4) on observe que les teneurs en éléments traces organiques (HAP et PCB) pour les échantillons relatifs à la campagne C3 sont supérieures à celles des campagnes C4 et C5. Par ailleurs, pour les deux dernières campagnes (C4 et C5) les teneurs en HAP et PCB sont similaires, et ceci pour tous les pièges. En plus, ces valeurs dépassent les valeurs d'intervention pour les sols pollués établies dans la norme hollandaise (entre 0.015 et 0.045 mg/kg MS pour les HAP et 1 mg/kg MS pour les PCB) (NMHSPE, 2000).

Evolution physico-chimique des sédiments

Une partie des sédiments des campagnes de mesure C3, C4 et C5 a été laissée à côté du bassin, protégée de la montée des eaux. Après un certain temps (1.5 mois pour C3, 1.0 et 4.5 mois pour C4 et 3.5 mois pour C5) des analyses physico-chimiques sur ces échantillons ont été effectuées afin de voir s'il existe une évolution post-décantation. Les résultats pour chaque campagne sont montrés dans les paragraphes suivants.

La campagne de mesure C3 est considérée comme une campagne de mesure moins fiable que les autres deux campagnes C4 et C5, en ce qui concerne l'étude de l'évolution physico-chimique des sédiments car, d'une part, les prélèvements à t1 (t1 : prélèvement effectué le 24/05/2006, soit 1.5 mois après l'événement pluvieux) ont été effectués à sec, et, d'autre part, aucun réplicat n'a été réalisé. Ces deux caractéristiques de la campagne de mesure C3 peuvent être à l'origine des problèmes suivants : (i) une mauvaise hydratation des sédiments au moment de réaliser les essais de vitesses de chute, ce qui peut être à l'origine de valeurs de vitesses de chute trop faibles à t1, par rapport à t0 (t0 : prélèvement effectué le 10/04/2006, soit quelques heures après l'événement pluvieux) ; (ii) une mauvaise homogénéisation des échantillons prélevés, ce qui peut être à l'origine de valeurs erronées de teneurs en polluants, difficilement détectables par manque de réplicats.

Campagne C3 (9/04/2006)

Pour cette campagne, le suivi des sédiments concernant les vitesses de chute n'a été effectué que pour les pièges P02, P07 et P11.

Vitesses de chute

Les vitesses de chute pour le temps t1 (t1 : prélèvement effectué le 24/05/2006, soit 1.5 mois après l'événement pluvieux) diminuent par rapport à celles initialement obtenues (t0 : prélèvement effectué le 10/04/2006, soit quelques heures après l'événement pluvieux). Pour les vitesses de chute médianes (V_{50}) on observe une diminution de 50 % (de 14.55 m/h à 7.31 m/h) pour le piège P02, de 11 % (de 7.79 m/h à 6.92 m/h) pour le piège P07 et de 26 % (de 5.97 m/h à 4.40 m/h) pour le piège P11.

<u>Siccité</u>

La teneur moyenne en matières volatiles est de 23 % MS pour les échantillons correspondant à t0 (prélèvement du 10/04/2006) et de 18 % MS pour les échantillons correspondant à t1 (prélèvement du 24/05/2006).

Pour une même date d'analyse, il a été observé une variabilité importante des teneurs en matières volatiles d'un piège à l'autre. Cette variabilité est représentée par un coefficient de variation (rapport écart-type à ti / moyenne de tous les pièges à ti) de 16 % pour t0, et de 23 % pour t1.

Pour les résultats présentés, en particulier pour ceux concernant t1, il semblerait que la teneur en matières volatiles diminue au fur et à mesure que l'altitude du piège augmente.

En comparant les résultats des analyses réalisées à t0 avec celles réalisées à t1, il a été observé une augmentation de la teneur en matière volatile de 8 % et 4 % pour les pièges P01 et P07 respectivement, ainsi qu'une diminution de 17 %, 7 % et 5 % pour les pièges P02, P03 et P04 respectivement. Toute généralisation serait donc prématurée.

Métaux lourds

Les teneurs moyennes en métaux pour les analyses à t0 (prélèvement du 10/04/2006) sont de 8 mg/kg pour Cd, de 229 mg/kg pour Cu, 287 mg/kg pour Pb et de 980 mg/kg pour Zn.

Les teneurs moyennes pour les analyses à t1 (prélèvement du 24/05/2006) sont de 7 mg/kg pour Cd, de 193 mg/kg pour Cu, 273 mg/kg pour Pb et de 941 mg/kg pour Zn. Pour une même date d'analyse, il a été observé une variabilité importante des teneurs en métaux d'un piège à l'autre, représentée par un coefficient de variation allant de 21 % pour Zn à 35 % pour Cd. Cependant, les teneurs en métaux ont une tendance à diminuer au fur et à mesure que l'altitude du piège augmente.

En comparant les résultats obtenus à t0 avec ceux obtenus à t1, on observe une diminution de la teneur en Cd pour la plupart des pièges (à l'exception des pièges P05, P07 et P10), allant de 2 % pour le piège P04 à 31 % pour le piège P01. De façon similaire, on observe une diminution de la teneur en Cu pour tous les pièges (à l'exception du piège P05 qui présente une augmentation de 0.3 %), allant de 6 % pour le piège P06 à 27 % pour le piège P02. Quant à la teneur en Pb, il a été observé une diminution pour la plupart des pièges (à l'exception des pièges P04, P05 et P10), allant de 1 % pour le piège P01 à 24 % pour le piège P11. Finalement, on observe une diminution de la teneur en Zn pour la plupart des pièges (à l'exception des pièges P05 et P12), allant de 0.1 % pour le piège P06 à 15 % pour le piège P08.

Eléments traces organiques

Les teneurs moyennes en HAP pour les analyses à t0 (prélèvement du 10/04/2006) sont de 3.07 mg/kg pour le Fluoranthène, de 1.45 mg/kg pour le Benzo(b)Fluoranthène et de 1.01 mg/kg pour le Benzo(a)Pyrène. Les teneurs moyennes pour les analyses à t1 (prélèvement du 24/05/2006) sont de

2.67 mg/kg pour le Fluoranthène, de 1.35 mg/kg pour le Benzo(b)Fluoranthène et de 0.93 mg/kg pour le Benzo(a)Pyrène.

Pour les analyses à t0, il a été observé une faible variabilité des teneurs en HAP d'un piège à l'autre, avec des coefficients de variation allant de 5 % pour le Benzo(b)Fluoranthène à 8 % pour le Benzo(a)Pyrène. Ceci pourrait être expliqué par la proximité et similarité des pièges étudiés (pièges P01 à P04, et P07). Par contre, pour les analyses à t1 nous observons une variabilité importante avec des coefficients de variation allant de 20 % pour le Benzo(b)Fluoranthène à 41 % pour le Fluoranthène. Pour tous les pièges (à l'exception du piège P03) et tous les HAP étudiés, on observe une diminution des teneurs pour les analyses à t1 par rapport aux analyses à t0, allant de 0.3 % pour le piège P07 (Benzo(b)Fluoranthène) à 55 % pour le piège P01 (Fluoranthène).

Les teneurs moyennes en PCB sont de 1.216 mg/kg à t0 (prélèvement du 10/04/2006), et de 1.734 mg/kg à t1 (prélèvement du 24/05/2006). Pour une même date d'analyse, il a été observé une variabilité importante des teneurs en PCB d'un piège à l'autre, représentée par un coefficient de variation de 12 % à t0 et de 30 % à t1. En comparant les résultats à t0 avec ceux obtenus à t1 on constate une augmentation importante (minimum de 61% pour le piège P02).

Campagne C4 (4/05/2007)

Pour cette campagne, le suivi des sédiments concernant les caractéristiques physico-chimiques étudiées n'a été effectué que pour les pièges P01, P04, P09 et P10.

Vitesses de chute

Pour P01, les vitesses de chute ont tendance à diminuer par rapport à celles initialement obtenues (t0 : prélèvement effectué le 4/05/2007, soit quelques heures après l'événement pluvieux) : les vitesses médianes (V₅₀) passent de 8.33 m/h (t0) à 7.87 m/h (t1 : prélèvement effectué le 8/06/2007, soit presque 1.0 mois après l'événement pluvieux) (soit une diminution de 5 % par rapport à t0) et à 4.15 m/h (t2 : prélèvement effectué le 17/09/2007, soit presque 4.5 mois après l'événement pluvieux) (soit une diminution de 50 % par rapport à t0).

Au contraire, pour le piège P09, les vitesses de chute ont tendance à augmenter par rapport à celles initialement obtenues (t0) : les vitesses médianes (V_{50}) passent de 1.67 m/h (t0) à 4.63 m/h (t1) (soit une augmentation de 177 % par rapport à t0) et à 9.47 m/h (t2) (soit une augmentation de 466 % par rapport à t0). Pour les deux autres pièges (P04 et P10), on n'observe pas une tendance claire.

Granulométrie

Pour P09, les tailles des sédiments ont tendance à augmenter par rapport à celles initialement obtenues (t0): les diamètres médians (D_{50}) passent de 133 µm (t0) à 154 µm (t1) (soit une augmentation de 15 % par rapport à t0) et à 237 µm (t2) (soit une augmentation de 78 % par rapport à t0).

De manière similaire, pour le piège P10, les tailles des sédiments ont tendance à augmenter par rapport à celles initialement obtenues (t0) : les diamètres médians (D_{50}) passent de 86 µm (t0) à 130 µm (t1) (soit une augmentation de 52 % par rapport à t0) et à 181 µm (t2) (soit une augmentation de 111 % par rapport à t0). Pour les deux autres pièges (P01 et P04), on n'observe pas une tendance claire.

<u>Siccité</u>

La teneur moyenne en matières volatiles est de 24 % MS pour les échantillons correspondant à t0 (prélèvement du 4/05/2007), de 25 % MS pour les échantillons correspondant à t1 (prélèvement du 8/06/2007) et de 28 % MS pour les échantillons correspondant à t2 (prélèvement du 17/09/2007.

En comparant les résultats des analyses réalisées à t0 avec celles réalisées à t1, il a été observé une diminution de la teneur moyenne en matière volatile pour les pièges P01 et P04, ainsi q'une augmentation pour les pièges P09 et P10. Ces tendances se confirment avec les résultats obtenus à t2 : par rapport à t0, la teneur moyenne en matière volatile diminue de manière significative (t-tests : p-value < 0.05) de 12 % et 9 % pour les pièges P01 et P04 respectivement. Cependant, l'augmentation en teneur en matière volatile observée à t2 par rapport à t0 pour P09 et P10 est non significative (t-tests : p-value > 0.05).

Métaux lourds

Les teneurs moyennes en métaux pour les analyses à t0 (prélèvement du 4/05/2007), à t1 (prélèvement du 8/06/2007) et à t2 (prélèvement du 17/09/2007) sont montrés Tableau 1.

Tableau 1 Valeurs moyennes (mg/kg MS) des teneurs en métaux lourds pour les échantillons de la campagne de mesure C4

(MS . Mattere sectie)						
Prélèvement	С	О	Р	Zn		
	d	u	b			
t0 (4/05/2007)	3	3	1	14		
	.3	30	79	46		
t1 (8/06/2007)	3	3	1	22		
	.3	39	76	04		
t2 (17/09/2007)	2	2	1	10		
,	.5	98	32	22		

En comparant les résultats des analyses réalisées à t0 avec celles réalisées à t1, il a été observé des faibles augmentations des teneurs moyennes en cadmium pour les pièges P01 et P10, qui ne sont pas confirmées avec les résultats obtenus à t2. Quant aux pièges P04 et P09, la diminution observée pour les teneurs moyennes en cadmium obtenue à t1 par rapport à t0 est confirmée avec les résultats obtenus à t2. En comparant les résultats obtenus à t2 par rapport à ceux obtenus à t0, la teneur moyenne en cadmium diminue pour tous les pièges, mais cette diminution n'est significative (t-tests : p-value < 0.05) que pour les pièges P01 et P09, avec des différences relatives de 23 % et 39 % respectivement, par rapport à t0.

En comparant les résultats des analyses réalisées à t0 avec celles réalisées à t1 pour les teneurs en cuivre, il a été observé des augmentations des teneurs moyennes pour les pièges P01 et P04, qui ne sont pas confirmées avec les résultats obtenus à t2. Quant aux pièges P09 et P10, la diminution observée pour les teneurs moyennes en cuivre obtenue à t1 par rapport à t0 est confirmée avec les résultats obtenus à t2. En comparant les résultats obtenus à t2 par rapport à ceux obtenus à t0, la teneur moyenne en cuivre diminue pour tous les pièges, mais cette diminution n'est significative pour aucun piège (t-tests : p-value > 0.05).

En comparant les résultats des analyses réalisées à t0 avec celles réalisées à t1 pour les teneurs en plomb, il a été observé une augmentation de la teneur moyenne pour le piège P04, qui n'est pas confirmée avec les résultats obtenus à t2. Quant aux pièges P01, P09 et P10, la diminution observée pour les teneurs moyennes en plomb obtenue à t1 par rapport à t0 est confirmée avec les résultats obtenus à t2. En comparant les résultats obtenus à t2 par rapport à ceux obtenus à t0, la teneur moyenne en cuivre diminue pour tous les pièges, mais cette diminution n'est pas significative pour le piège P04 (t-tests : p-value > 0.05) et elle est significative (t-tests : p-value < 0.05) pour les

autres trois pièges, avec des différences relatives par rapport à t0 de 25 % pour P01, 41 % pour P09 et 16 % pour P10.

En comparant les résultats des analyses réalisées à t0 avec celles réalisées à t1 pour les teneurs en zinc, il a été observé des augmentations significatives (t-tests : p-value < 0.05) des teneurs moyennes pour tous les pièges (41 % pour P01, 60 % pour P04, 53 % pour P09 et 58 % pour P10), qui ne sont pas confirmées avec les résultats obtenus à t2. En comparant les résultats obtenus à t2 par rapport à ceux obtenus à t0, la teneur moyenne en zinc diminue pour tous les pièges, mais cette diminution n'est significative (t-tests : p-value < 0.05) que pour les pièges P01 et P09, avec des différences relatives de 33 % et 40 % respectivement, par rapport à t0.

Eléments traces organiques

Les teneurs moyennes en HAP pour les analyses à t0 (prélèvement du 4/05/2007), à t1 (prélèvement du 8/06/2007) et à t2 (prélèvement du 17/09/2007) sont montrés Tableau 2.

Tableau 2 Valeurs moyennes (mg/kg MS) des teneurs en HAP pour les échantillons de la campagne de mesure C4 (MS : matière sèche)

(Me : madere deeme)						
Prélèvement	Fluoranthè	Fluoranthè Benzo(b)Fluoranthène				
	ne		е			
t0 (4/05/2007)	0.75	0.42	0.27			
t1 (8/06/2007)	1.13	0.51	0.37			
t2 (17/09/2007)	0.09	0.50	0.32			

En comparant les résultats des analyses réalisées à t0 avec celles réalisées à t1, il a été observé des augmentations significatives (t-tests : p-value < 0.05) des teneurs moyennes en Fluoranthène pour les pièges P01 (38 %), P04 (72 %) et P10 (43 %) et non significative (t-tests : p-value > 0.05) pour le piège P09 (55 %). Contrairement aux tendances observées en comparant les résultats obtenus à t0 et à t1, on observe une disparition presque totale des teneurs moyennes en Fluoranthène à t2. Par contre, cette diminution n'est significative (t-tests : p-value < 0.05) que pour les pièges P04 et P10, avec des différences relatives de 100 %, par rapport à t0.

En comparant les résultats des analyses réalisées à t0 avec celles réalisées à t1 pour les teneurs en Benzo(b)Fluoranthène, il a été observé des augmentations non significatives (t-tests : p-value > 0.05) des teneurs moyennes pour tous les pièges, qui ne sont confirmées que pour les pièges P01, P04 et P09 avec les résultats obtenus à t2. En comparant les résultats obtenus à t2 par rapport à ceux obtenus à t0, les teneurs moyennes en Benzo(b)Fluoranthène augmentent de manière non significative (t-tests : p-value > 0.05) pour les pièges P01, P04 et P09, et diminuent de 18 % de manière significative (t-tests : p-value < 0.05) pour le piège P10.

En comparant les résultats des analyses réalisées à t0 avec celles réalisées à t1 pour les teneurs en Benzo(a)Pyrène, on observe des augmentations des teneurs moyennes pour tous les pièges, qui ne sont confirmées avec les résultats obtenus à t2 que pour les pièges P01 et P04. En comparant les résultats obtenus à t2 par rapport à ceux obtenus à t0, la teneur moyenne en Benzo(a)Pyrène augmente de 53 % de manière significative (t-tests : p-value < 0.05) pour le piège P04 et de manière non significative pour le piège P01, et diminue pour les pièges P09 et P10 de manière non significative (t-tests : p-value > 0.05).

Les résultats du suivi de la teneur en PCB pour les échantillons de la campagne de mesure C4 sont illustrés. Ces résultats sont représentés avec des barres d'incertitude correspondant aux intervalles de confiance à 95 % calculés à partir des triplicats effectués. La teneur moyenne en PCB

est de 0.30 mg/kg pour les échantillons correspondant à t0 (prélèvement du 4/05/2007), de 0.33 mg/kg pour les échantillons correspondant à t1 (prélèvement du 8/06/2007) et de 0.28 mg/kg pour les échantillons correspondant à t2 (prélèvement du 17/09/2007). En comparant les résultats des analyses réalisées à t0 avec celles réalisées à t1, il a été observé une augmentation de la teneur moyenne en PCB pour les pièges P01, P04 et P10, ainsi q'une diminution pour le piège P09, ce qui est confirmé avec les résultats obtenus à t2. En comparant les résultats obtenus à t2 par rapport à ceux obtenus à t0, la teneur moyenne en PCB augmente pour les pièges P01, P04 et P10 mais de manière non significative (t-tests : p-value > 0.05). Pour le piège P09, on observe une diminution significative (t-tests : p-value < 0.05) de 44 % de la teneur moyenne en PCB, par rapport à t0.

Campagne C5 (31/05/2007)

Pour cette campagne, comme pour la campagne C4, le suivi des sédiments concernant les caractéristiques physico-chimiques étudiées n'a été effectué que pour les pièges P01, P04, P09 et P10.

Vitesses de chute

Pour P01, les vitesses de chute à t1 (prélèvement effectué le 17/09/2007, soit environ 3.5 mois après l'événement pluvieux) diminuent en comparaison à celles initialement obtenues (t0 : prélèvement effectué le 31/05/2007, soit quelques heures après l'événement pluvieux) : les vitesses médianes (V_{50}) passent de 6.55 m/h (t0) à 3.93 m/h (t1) (soit une diminution de 40 % par rapport à t0).

Au contraire, pour les pièges P04, P09 et P10 les vitesses de chute à t1 augmentent par rapport à celles initialement obtenues (t0) : pour P04 les vitesses médianes (V_{50}) passent de 1.81 m/h (t0) à 3.94 m/h (t1) (soit une augmentation de 117 % par rapport à t0) ; pour P09 les vitesses médianes (V_{50}) passent de 1.70 m/h (t0) à 5.26 m/h (t1) (soit une augmentation de 209 % par rapport à t0) ; pour P10 les vitesses médianes (V_{50}) passent de 2.92 m/h (t0) à 6.74 m/h (t1) (soit une augmentation de 131 % par rapport à t0).

<u>Granulométrie</u>

Pour tous les pièges, les tailles des sédiments obtenues à t1 augmentent par rapport à celles initialement obtenues (t0) : (i) pour P01 les diamètres médians (D_{50}) passent de 68 µm (t0) à 80 µm (t1) (soit une augmentation de 17 % par rapport à t0) ; (ii) pour P04 les diamètres médians (D_{50}) passent de 63 µm (t0) à 99 µm (t1) (soit une augmentation de 58 % par rapport à t0) ; (iii) pour P09 les diamètres médians (D_{50}) passent de 53 µm (t0) à 153 µm (t1) (soit une augmentation de 188 % par rapport à t0) ; (iv) pour P10 les diamètres médians (D_{50}) passent de 68 µm (t0) à 74 µm (t1) (soit une augmentation de 8 % par rapport à t0).

<u>Siccité</u>

La teneur moyenne en matières volatiles est de 22 % MS pour les échantillons correspondant à t0 (prélèvement du 31/05/2007) et de 23 % MS pour les échantillons correspondant à t1 (prélèvement du 17/09/2007).

En comparant les résultats des analyses réalisées à t0 avec celles réalisées à t1, il a été observé une diminution significative (t-tests : p-value < 0.05) de 13 % de la teneur moyenne en matière volatile pour le piège P01 et non significative (t-tests : p-value > 0.05) pour le piège P04, ainsi q'une augmentation significative (t-tests : p-value < 0.05) de 60 % pour le piège P09 et non significative (t-tests : p-value > 0.05) pour le piège P10.

Métaux lourds

Les teneurs moyennes en métaux pour les analyses à t0 (prélèvement du 31/05/2007) et à t1 (prélèvement du 17/09/2007) sont montrés Tableau 1.

 Tableau 1
 Valeurs moyennes (mg/kg MS) des teneurs en métaux lourds pour les échantillons de la campagne de mesure C5

(MS : matière sèche)							
Prélèvement	С	С	Р	Zn			
	đ	u	b				
t0 (31/05/2007)	.5	2 62	1 61	14 20			
t1 (17/09/2007)	.1	2 29	1 27	10 46			

En comparant les résultats des analyses réalisées à t0 avec celles réalisées à t1, il a été observé des diminutions des teneurs moyennes en cadmium pour les pièges P01, P04 et P09, et une faible augmentation pour le piège P10. Cependant le seul changement significative (t-tests : p-value < 0.05) correspond au piège P09 (diminution de 32 % par rapport à t0).

En comparant les résultats des analyses réalisées à t0 avec celles réalisées à t1 pour les teneurs en cuivre, il a été observé une diminution des teneurs moyennes pour tous les pièges, qui n'est significative (t-tests : p-value < 0.05) que pour le piège P09, avec une différence relative par rapport à t0 de 28 %.

En comparant les résultats des analyses réalisées à t0 avec celles réalisées à t1 pour les teneurs en plomb, il a été observé une diminution des teneurs moyennes pour tous les pièges, qui n'est significative (t-tests : p-value < 0.05) que pour les pièges P01 et P09, avec des différences relatives par rapport à t0 de 16 % et 24 % respectivement.

Quant aux teneurs en zinc, on observe une situation semblable que pour les teneurs en plomb : il y a une diminution des teneurs moyennes à t1 par rapport à t0, qui n'est significative (t-tests : p-value < 0.05) que pour les pièges P01 et P09, avec des différences relatives de 29 % et 26 % respectivement.

Eléments traces organiques

Les teneurs moyennes en HAP pour les analyses à t0 (prélèvement du 31/05/2007) et à t1 (prélèvement du 17/09/2007) sont montrés Tableau 2.

Tableau 2 Valeurs moyennes (mg/kg MS) des teneurs en HAP pour les échantillons de la campagne de mesure C5 (MS : matière sèche)

mation desire)						
Prélèvement	Fluoranthè ne	Benzo(b)Fluoranthène	Benzo(a)Pyrèn e			
t0 (31/05/2007)	1.17	0.67	0.42			
t1 (17/09/2007)	0.00	0.52	0.36			

En comparant les résultats des analyses réalisées à t0 avec celles réalisées à t1, il a été observé une disparition du Fluoranthène pour tous les pièges.

En comparant les résultats des analyses réalisées à t0 avec celles réalisées à t1 pour les teneurs en Benzo(b)Fluoranthène, on observe une diminution des teneurs moyennes pour tous les

pièges, qui n'est significative (t-tests : p-value < 0.05) que pour les pièges P01 et P09, avec des différences relatives par rapport à t0 de 15 % et 50 % respectivement.

En comparant les résultats des analyses réalisées à t0 avec celles réalisées à t1 pour les teneurs en Benzo(a)Pyrène, on observe une augmentation significative (t-tests : p-value < 0.05) de la teneur moyenne à t1 de 11 % par rapport à t0 pour le piège P04. Pour les autres trois pièges, on observe une diminution des teneurs moyennes qui n'est significative (t-tests : p-value < 0.05) que pour le piège p09, avec une différence relative de 51 % par rapport à t0.

La teneur moyenne en PCB est de 0.31 mg/kg pour les échantillons correspondant à t0 (prélèvement du 31/05/2007) et de 0.35 mg/kg pour les échantillons correspondant à t1 (prélèvement du 17/09/2007).

En comparant les résultats des analyses réalisées à t0 avec celles réalisées à t1, la teneur moyenne en PCB augmente pour les pièges P01, P04 et P10 mais cette augmentation n'est significative (t-tests : p-value < 0.05) que pour les pièges P01 et P04, avec des différences relatives par rapport à t0 de 17 % et 37 % respectivement. La diminution de la teneur moyenne en PCB observée pour le piège P09 est non significative (t-tests : p-value > 0.05).

Synthèse des résultats

A cause des raisons exposées en début de chapitre, cette synthèse est réalisée principalement avec les résultats des campagnes C4 et C5, en s'appuyant sur les résultats de la campagne C3.

Vitesses de chute

Pour les deux campagnes de mesure C4 et C5, on observe une diminution des valeurs de vitesses de chute pour le piège P01, ainsi q'une augmentation pour le piège P09. Pour les deux autres pièges (P04 et P10) les tendances ne sont pas clairement visibles.

<u>Granulométrie</u>

Pour les deux campagnes de mesure C4 et C5, on observe une augmentation des tailles des particules pour les piège P09 et P10. Pour les deux autres pièges (P01 et P04) les tendances ne sont pas clairement visibles.

Siccité

Les teneurs en matière volatile diminuent pour les pièges P01 et P04 et augmentent pour les pièges P09 et P10. Cependant, le seul changement significatif pour les deux campagnes correspond au piège P01.

Métaux lourds

Les seuls changements significatives et qui vont dans le même sens pour les deux campagnes de mesure C4 et C5 sont les suivants : (i) cadmium : diminution de la teneur pour le piège P09 (ce qui est aussi observée pour la campagne C3) ; (ii) plomb : diminution de la teneur pour les pièges P01 et P09 (ce qui est aussi observée pour la campagne C3).

Pour le reste des métaux lourds, les résultats ne sont pas totalement contradictoires entre les deux campagnes de mesure C4 et C5, avec des tendances qui restent à confirmer : (i) diminution des teneurs en cadmium pour les pièges P01 et P04 et augmentation pour le piège P10 (ce qui est aussi observée pour la campagne C3) ; (ii) diminution des teneurs en cuivre pour tous les pièges (P01, P04, P09, P10) (ce qui est aussi observée pour la campagne C3) ; (iii) diminution des teneurs en plomb pour les pièges P04 et P10 (mais ceci est contradictoire avec les résultats de la campagne C3) ; (iv) diminution des teneurs en zinc pour tous les pièges (P01, P04, P09, P10) (ce qui est aussi observée pour la campagne C3).

Eléments traces organiques

Les résultats des teneurs en HAP montrent que le seul changement significatif et qui va dans le même sens pour les deux campagnes de mesure C4 et C5 est l'augmentation de la teneur en Benzo(a)Pyrène pour le piège P04 (mais ceci est contradictoire avec les résultats de la campagne C3). Pour une partie des échantillons prélevés, les résultats ne sont pas totalement contradictoires entre les deux campagnes de mesure C4 et C5, avec des tendances qui restent à confirmer : (i) diminution des teneurs en Fluoranthène pour tous les pièges (P01, P04, P09 et P10) (ce qui est aussi observée pour la campagne C3) ; (ii) diminution des teneurs en Benzo(b)Fluoranthène pour le piège P10 ; (iii) diminution des teneurs en Benzo(a)Pyrène pour les pièges P09 et P10. Cependant, il y a des résultats contradictoires entre les deux campagnes C4 et C5 : pour les pièges P01, P04 et P09, on observe une augmentation à t1 des teneurs en Benzo(b)Fluoranthène pour C4 et une diminution pour C5 (ce qui est aussi observé pour les pièges P01 et P04, campagne C3), par rapport à t0.

Quant aux teneurs en PCB, on n'observe pas des changements significatifs et allant dans le même sens pour les deux campagnes de mesure C4 et C5. Cependant, les résultats obtenus ne sont pas totalement contradictoires entre les deux campagnes de mesure C4 et C5, avec des tendances qui restent à confirmer : (i) augmentation des teneurs ne PCB pour les pièges P01, P04 et P10 (ce qui est aussi observée pour les pièges P01 et P04, campagne C3) ; (ii) diminution des teneurs en PCB pour le piège P09.

Conclusions

Cette partie du document a présenté successivement les résultats relatifs à la caractérisation physico-chimique des sédiments décantés en fond de bassin en ce qui concerne leurs vitesses de chute, leurs granulométries, leurs concentrations en métaux lourds et en éléments traces organiques, ainsi que l'évolution post-décantation de ces caractéristiques.

La première question à laquelle on voulait répondre était : quelles sont les caractéristiques physico-chimiques des sédiments décantés dans le bassin de retenue-décantation et avec quel niveau de précision est-on capable de les mesurer, compte tenu des matériels et méthodes choisis ? Pour mesurer les vitesses de chute des sédiments nous avions choisi de travailler avec le protocole français VICAS. Cette partie du document montre que ce protocole présente une très bonne répétabilité (coefficient de variation inférieur à 7 %), avec des incertitudes relatives associées assez faibles (inférieures à 3.5 % pour les vitesses de chute médianes V_{50} pour 5 campagnes de mesure effectuées) et que les bilans de masse sont globalement satisfaisants (erreurs comprises entre 3 et 5 % pour des tests spécifiques effectués). Cependant un biais sur les courbes de vitesses de chute obtenues avec ce protocole a été détecté quand on l'utilise pour déterminer les courbes des vitesses de chute des sédiments déjà déposés en fond de bassin, ce qui nous a conduit à modifier le remplissage de la colonne de décantation utilisé par le protocole VICAS initial. En comparant les résultats obtenus en utilisant les protocoles VICAS initial et modifié nous avons réussi à détecter un biais pour 65 % des essais réalisés avec les deux protocoles. Cependant ces mêmes essais nous on montré que le protocole VICAS modifié ne semble pas assez fiable ni robuste pour constituer une amélioration du protocole initial (répétabilité non satisfaisante pour le protocole VICAS modifié avec des coefficients de variation pouvant atteindre jusqu'à 29 %; non détection systématique du biais), ce qui nous a amené à utiliser systématiquement le protocole VICAS initial. Les résultats de 5 campagnes de mesure montrent des vitesses de chute médianes V₅₀ entre 0.5 m/h et 16.0 m/h. Pour deux de ces campagnes nous avons mesuré les distributions granulométriques des sédiments par granulométrie laser en utilisant un appareil Malvern Mastersizer 2000 équipé d'un accessoire de

dispersion de échantillons Hydro 2000G. Le diamètre médian varie environ entre 53 \Box m et 153 \Box m. Trois campagnes de mesure ont été menées afin de réaliser des analyses de siccité, métaux lourds et éléments traces organiques sur les sédiments déposés en fond d'ouvrage. Le contenu en matière volatile pour chaque point de mesure est du même ordre de grandeur pour toutes les campagnes avec des valeurs comprises entre 15 % et 30 % de matière sèche. Ces résultats sont du même ordre de grandeur que les résultats rencontrés dans la littérature (Gromaire-Mertz *et al.*, 1998 ; Aires *et al.*, 2003). Les teneurs en métaux lourds obtenues oscillent environ entre 2 mg/kg MS et 14 mg/kg MS pour le Cadmium, entre 100 mg/kg MS et 400 mg/kg MS pour le Cuivre et pour le Plomb, et entre 500 mg/kg MS et 2200 mg/kg MS pour le Zinc. Les teneurs en HAP obtenues oscillent environ entre 0.5 mg/kg MS et 3.5 mg/kg MS pour le Fluoranthène, entre 0.1 mg/kg MS et 1.6 mg/kg MS pour le Benzo(b)Fluoranthène et entre 0.1 mg/kg MS et 1.2 mg/kg MS pour le Benzo(a)Pyrène. Les teneurs en PCB obtenues oscillent environ entre 0.5 mg/kg MS et 3.5 mg/kg MS. A l'exception du Plomb, ces valeurs dépassent les valeurs d'intervention pour les sols pollués établies dans la norme hollandaise (12 mg/kg pour le Cadmium, 190 mg/kg pour le Cuivre, 530 mg/kg pour le Plomb, 720 mg/kg pour le Zinc, entre 0.015 et 0.045 mg/kg MS pour les HAP et 1 mg/kg MS pour les PCB) (NMHSPE, 2000).

La deuxième question à laquelle on voulait répondre était : peut-on parler de valeurs caractéristiques pour les sédiments en vue d'une modélisation de la décantation, compte tenu des matériels et méthodes choisis? Les résultats des campagnes de mesure des vitesses de chute montrent une variabilité assez importante des courbes obtenues exprimée par un coefficient de variabilité événementielle CVE pouvant atteindre jusqu'à 98 % et un coefficient d'hétérogénéité spatiale CHS pouvant atteindre jusqu'à 76 %. Cette variabilité des caractéristiques des sédiments est confirmée par les essais de granulométrie (CVE pouvant atteindre jusqu'à 61 %). On peut donc difficilement parler de valeurs caractéristiques pour les sédiments en vue d'une modélisation. Cependant, quelques tendances qui nous permettent aujourd'hui d'émettre quelques hypothèses ont été observées : (i) nous avons observé une corrélation importante entre les vitesses de décantation mesurées et le débit et la turbidité maximums à l'entrée de l'ouvrage pendant les événements pluvieux, ce qui nous amène à penser que les variabilités des caractéristiques des sédiments seraient en partie expliquées par les variabilités des caractéristiques des événements pluvieux associés ; (ii) les caractéristiques des sédiments sont en apparence spatialement corrélées, ce qui nous laisse penser que la variabilité spatiale serait en partie expliquée par l'hydrodynamique des écoulements au sein de l'ouvrage pendant les événements pluvieux.

La troisième question à laquelle on voulait répondre était : peut-on mesurer l'évolution physicochimique post-décantation des sédiments en vue d'une meilleure gestion du bassin, compte tenu des matériels et méthodes choisis? Les tendances observées pour les caractéristiques physicochimiques des sédiments ne sont pas clairement visibles et quelques résultats semblent contradictoires. Une évolution physico-chimique post-décantation des sédiments n'a donc pas été mise en évidence. Partie 2 : Modélisation 2D de l'hydrodynamique dans un bassin de retenue / décantation d'eau pluviale

Introduction

Les bassins de retenue d'eau pluviale ont été construits initialement pour limiter les risques d'inondations. Cependant, de très bonnes performances de dépollution des eaux stockées, dues à la décantation des polluants présents majoritairement en phase particulaire, ont été observées dans ce type d'ouvrages (Marsalek *et al.*, 1992; Chebbo, 1992; Strecker *et al.*, 2004). De nombreux bassins de retenue sont donc utilisés comme ouvrages de retenue-décantation, mais sans que les phénomènes liés à la décantation soient entièrement compris et modélisés. De nombreuses recherches sont menées depuis plusieurs années en laboratoire sur des modèles réduits afin de mieux comprendre et modéliser les processus de décantation (Stovin, 1996; Stovin *et al.*, 1999; Ta, 1999; Adamsson *et al.*, 2003). Toutefois les résultats obtenus restent difficilement transposables aux bassins réels des systèmes d'assainissement pour plusieurs raisons : complexité des géométries, variabilité des apports et des caractéristiques hydrodynamiques et des solides...

Dans le cadre de ce projet, une action de recherche est dédiée au suivi expérimental et à la modélisation du bassin de retenue-décantation Django Reinhardt situé à Chassieu (France).

Dans une première partie, nous présentons la méthodologie de calage d'un modèle hydrodynamique 2D sans transport solide et les résultats obtenus. La comparaison des hauteurs d'eau simulées et mesurées permet de vérifier les résultats numériques liés au comportement hydrodynamique de l'ouvrage.

Dans un deuxième temps, le logiciel CFD Rubar20 a été utilisé pour modéliser en 2D le transport solide au sein de l'ouvrage. Quelques simulations 3D de l'hydrodynamique au sein de l'ouvrage ont également été réalisées à l'aide du logiciel Fluent dans le but d'identifier les zones de dépôt à partir du champ des contraintes au fond du bassin.

Méthodologie de calage du modèle hydrodynamique 2D

Rappel des données de site utilisé pour le calage

Le bassin de retenue-infiltration Django Reinhardt a été construit en 1975 par la Communauté Urbaine de Lyon pour recueillir les eaux pluviales de la zone industrielle de Chassieu (185 ha). Il a été réaménagé successivement en 1985, en 2002 et en 2004. Il est composé de deux sous-bassins reliés par une canalisation de 60 cm de diamètre : un sous-bassin de retenue-décantation qui sert de pré-traitement à l'amont du sous-bassin d'infiltration. Le radier du sous-bassin de retenue-décantation est revêtu d'une couche de bitume assurant son étanchéité et possède une cunette d'environ 2 m de largeur et 20 cm de profondeur permettant l'écoulement des débits de temps sec (rejets autorisés d'eaux de refroidissement de certains établissements de la zone industrielle).

Les parois du bassin sont des talus naturels inclinés recouverts d'un film plastique étanche. Le volume du sous-bassin de retenue-décantation est de 32200 m³ et sa surface au sol de 11302 m². Les effluents arrivent dans l'ouvrage par deux collecteurs circulaires de 1.6 m de diamètre (entrées 1 et 2 sur la Figure 5). Pour favoriser la décantation, un muret a été construit en 2004. Les eaux supposées être moins chargées après décantation s'écoulent à travers trois orifices pour être vidangées vers le sous-bassin d'infiltration avec un débit maximal de 350 L/s (vanne Hydroslide®) (Bardin et Barraud, 2004).

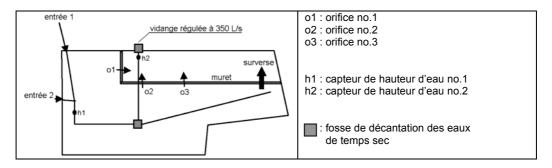


Figure 5. Schéma simplifié du bassin de retenue-décantation Django Reinhardt (vue de dessus)

Méthode de calage

Pour cette étude, nous avons utilisé le code CFD (Computational Fluid Dynamics) Rubar20 (Cemagref, 2004). Ce logiciel a été originalement conçu pour le calcul de propagation d'ondes sur une zone initialement sèche en deux dimensions. Ce logiciel permet tout calcul hydrodynamique fondé sur la résolution des équations de Barré de Saint-Venant bidimensionnelles lorsque les variations temporelles des caractéristiques hydrauliques sont importantes (crues). Le code utilise la méthode des volumes finis appliquée à une grille composée de quadrilatères et de triangles. La définition des conditions aux limites est faite au moyen d'ouvrages hydrauliques (sorties contrôlées, orifices, etc.). Par ailleurs, le logiciel permet de modéliser le transport en suspension à partir d'une équation de convection-diffusion de la concentration couplée aux équations hydrauliques (Cemagref, 2004).

Les valeurs expérimentales de débit et de turbidité sont recueillies au pas de temps de deux minutes en entrée et en sortie de bassin. Deux capteurs placés au fond du bassin permettent de mesurer les hauteurs d'eau dans l'ouvrage au même pas de temps (h_1 et h_2 sur la Figure 5). Le capteur de hauteur h_2 a été installé au mois de juin 2006. Les valeurs simultanées du débit Q_s en sortie de bassin et de la hauteur d'eau h_2 ont permis d'établir une loi hauteur-débit représentée sur la Figure 6. Cette loi empirique a été imposée en sortie comme condition à la limite aval du domaine de calcul. La condition à la limite amont (entrée) est un hydrogramme mesuré.

Les orifices (voir Figure 5) sont représentés comme des ouvrages de type déversoir rectangulaire. Nous avons sélectionné 6 événements pluvieux enregistrés entre juin et décembre 2006 par les stations de mesure de l'OTHU. Le Tableau 3 montre les volumes cumulés d'entrée et de sortie, ainsi que la différence en pourcentage (notée ΔV) entre ces volumes pour chaque événement pluvieux choisi.

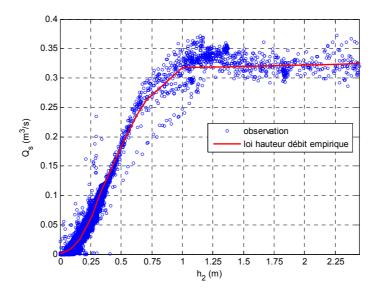


Figure 6. Evolution du débit de sortie Q_s en fonction de la hauteur d'eau h₂

Tableau 3. Différences en pourcentage entre les volumes cumulés d'entrée (V_e) et de sortie (V_s) pour les six événements pluvieux choisis

Date	Identifiant	$V_{\rm e}~({ m m}^3)$	V_s (m ³)	ΔV (%)
27-juin-06	20060627	10838	9336	14%
06-juil-06	20060706	19126	16695	13%
12-août-06	20060812	9516	7244	24%
17-août-06	20060817	20562	18509	10%
29-août-06	20060829	6026	6065	1%
15-sept-06	20060915	27661	21964	21%

Le calage initial du modèle a été réalisé à partir de l'événement de référence 20060829. En effet, cet événement présente l'écart le plus faible entre les volumes cumulés d'entrée et de sortie (Tableau 3). La vérification des résultats numériques a été faite en utilisant les cinq autres événements. Le critère permettant de déterminer les valeurs des paramètres de calage est l'écart moyen *EM* calculé comme suit :

$$EM = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N} (Y_{i-obs} - Y_{i-sim})^{2}}{N}}$$
[1]

avec : $Y_{i\text{-}obs}$ la hauteur h_1 (ou le débit Q_s) mesurée ; $Y_{i\text{-}sim}$ la hauteur h_1 (ou le débit Q_s) simulée ; N le nombre de valeurs mesurées au cours de l'événement pluvieux.

Les paramètres de calages (pas d'espace, rugosité de Strickler, coefficients de débit pour les orifices, conditions aux limites) les plus pertinents sont ceux qui permettent de minimiser les écarts entre les hauteurs d'eau mesurées et calculées. Le pas de temps est choisi de telle sorte que la condition de Courant (CFL) soit respectée. Plusieurs combinaisons ont été testées. Pour chaque pas d'espace fixé, nous avons testés tous les autres paramètres. Les valeurs des différents paramètres sont regroupées dans le Tableau 4 :

Tableau 4 : Paramètres de calage testés

Pas d'espace	Rugosité	Coefficients de débit pour les orifices	Conditions aux limites
$\Delta x = 1, 2, 4 \text{ m}$	K = 30, 40, 50 m ^{1/3} /s	μ = 0.2, 0.32, 0.42	Définition de l'hydrogramme sur 1, 2, 4 arêtes à l'entrée

Résultats et discussion

Les résultats représentés Figure 7 ont été obtenus pour un maillage régulier avec un pas d'espace Δx de 2 m, un pas de temps Δt de 0.4 s (CFL = 0.6), une rugosité de Strickler de 30 m^{1/3}/s (constante dans tout le domaine) et des coefficients de débit fixés à 0.2 pour les orifices O_1 et O_3 et à 0.32 pour l'orifice O_2 . L'hydrogramme d'entrée a été réparti sur 2 arêtes afin d'obtenir des vitesses d'écoulement réalistes (<5 m/s).

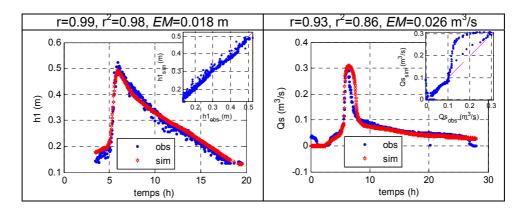


Figure 7. Comparaison des hauteurs d'eau et des débits de sortie observés et simulés pour l'événement de référence 20060829

Nous constatons que l'évolution des hauteurs h_1 simulées est la même que celle des hauteurs h_1 mesurées au cours de l'événement 20060829. Le léger décalage entre les débits de sortie simulés et mesurés est dû à une différence des hauteurs h_2 mesurées et simulées à ces instants (7 à 8 h après le début de l'événement pluvieux). En effet, la loi de vidange $Q_s(h_2)$ imposée à la sortie comme condition à la limite aval est une courbe moyenne passant par la majorité des points expérimentaux (Figure 6). Par conséquent, certains points particuliers, liés à certains événements ou à certains instants au cours des événements, peuvent ne pas suivre l'évolution globale du débit de sortie Q_s en fonction de la hauteur h_2 .

Les résultats numériques ont ensuite été vérifiés en exploitant les données des cinq autres événements pluvieux. La Figure 8 montre les différences obtenues en comparant les hauteurs d'eau et les débits de sortie simulés et mesurés.

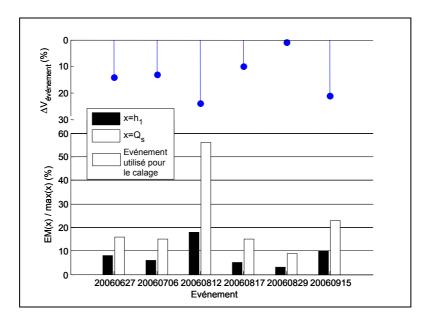


Figure 8. Comparaison des hauteurs d'eau et des débits de sortie simulés et mesurés pour les six événements pluvieux choisis

Nous constatons que les différences (*EM*/Valeur maximale observée) sont inférieures à 10 % pour les hauteurs d'eau et à 15 % pour les débits de sortie. Ces différences, considérées comme acceptables compte tenu des incertitudes de mesure expérimentales, ont été obtenues pour les événements pluvieux dont les écarts entre les volumes cumulés en entrée et en sortie ne dépassent pas 14 %. En effet, une partie des écarts constatés lors de la vérification des modèles peut provenir des données expérimentales.

A titre d'exemple, la Figure 9 montre le champ de vitesses et les hauteurs obtenus à l'instant t = 91440 s (soit 25 h 24 min) pour l'événement 20060817. Les zones de recirculation simulées devraient correspondre aux zones préférentielles de dépôt des sédiments dans l'ouvrage réel. Ceci devra être confirmé ultérieurement lors de l'utilisation du module de transport solide Rubar20TS.

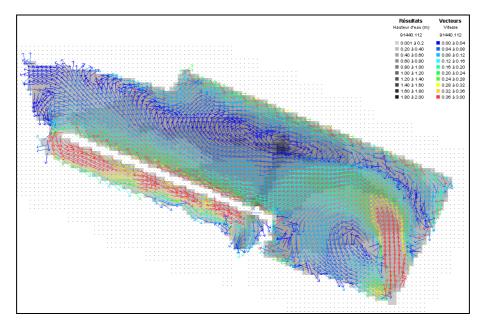


Figure 9. Champs de vitesses et hauteurs d'eau simulés (événement 20060817)

Le logiciel CFD Rubar20 a été utilisé pour modéliser en 2D le comportement hydrodynamique du bassin de retenue-décantation des eaux pluviales Django Reinhardt à Chassieu (Rhône). Six événements pluvieux pour lesquels nous disposons de données (hauteurs, débits, turbidités) fiables ont été choisis pour caler le modèle puis vérifier les hauteurs et les débits de sortie simulés. Un événement pluvieux de référence présentant une faible différence entre les volumes cumulés en entrée et en sortie a été utilisé pour caler le modèle en minimisant les écarts entre les hauteurs d'eau mesurées et calculées. Cette phase de calage nous a permis de déterminer le pas d'espace, la rugosité de Strickler, les coefficients de débit des orifices et les conditions aux limites permettant de reproduire le comportement hydraulique global de l'ouvrage. Les résultats de comparaison entre les résultats numériques et expérimentaux montrent la capacité du modèle à simuler hauteurs d'eau et débit de sortie : les différences par rapport aux valeurs mesurées sont inférieures à 10 % pour les hauteurs d'eau et à 15 % pour les débits de sortie. Nous pouvons en inférer que la simulation de l'hydrodynamique au sein de l'ouvrage (champs de vitesse, hauteur d'eau en tout point) devrait être relativement réaliste.

Les valeurs des paramètres retenues après la phase de calage et utilisées pour la vérification des résultats issus de la modélisation de l'hydrodynamique seront conservées pour simuler, dans une deuxième étape, les processus de décantation au sein de l'ouvrage.

Modélisation du transport solide et de la décantation

Rappel des données expérimentales utilisées

L'ouvrage de retenue/infiltration Django Reinhardt a servi également de support à cette recherche (Cf. paragraphe précédent) et s'appuie sur la collecte d'échantillons décantés.

Rappelons que la collecte d'échantillons des solides décantés est effectuée au moyen de pièges à sédiments placés au fond du bassin. Chaque piège est constitué de trois bacs plastiques assemblés. Chaque bac comporte une structure en nid d'abeille afin d'éviter les éventuelles remises en suspension des sédiments piégés. A partir de résultats préliminaires de modélisation hydraulique, nous avons déterminé les emplacements de 12 pièges en fonction des zones de re-circulation, des vitesses d'écoulement et de l'accumulation antérieure des sédiments observée dans le bassin. Les pièges sont numérotés en fonction de leur altitude NGF (les numéros augmentent avec les altitudes) sur la surface du bassin (Figure 2). Après un événement pluvieux, les échantillons (eau et sédiments) collectés sont transportés le plus rapidement possible au laboratoire afin de déterminer leurs courbes de vitesses de chute et leurs distributions granulométriques au moyen du protocole VICAS (Gromaire et al., 2003) et de la technique Laser Particle Sizer (LPS), respectivement.

La turbidité est mesurée par néphélométrie infrarouge à 880 nm avec un capteur Endress+Hauser CUS-31 selon la norme NF EN 27027. Les mesurages de turbidité enregistrés toutes les deux minutes permettent d'estimer les concentrations d'entrée et de sortie en MES grâce à une relation mathématique établie en suivant une méthodologie spécifique (Bertrand-Krajewski, 2004).

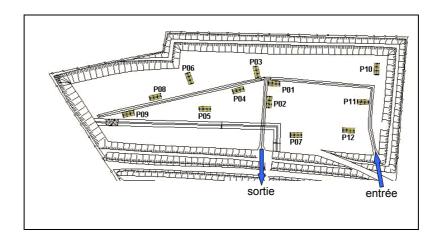


Figure 10. Emplacement des pièges à sédiments et système d'échantillonnage

Modélisation 2D du transport solide

Le logiciel CFD Rubar20 (Cemagref, 2008) a été utilisé pour les simulations en 2D du transport solide dans le bassin. Le code utilise la méthode des volumes finis appliquée à une grille composée de quadrilatères et de triangles. La définition des conditions aux limites est faite au moyen d'ouvrages hydrauliques (sorties contrôlées, orifices, etc.).

Les valeurs des paramètres hydrauliques retenues après la phase de calage en hydrodynamique (Torres et al., 2007) ont été conservées pour simuler les processus de décantation au sein de l'ouvrage. Une équation de convection-diffusion d'une concentration de sédiments en suspension est ajoutée aux équations de Barré de Saint Venant (Cemagref, 2008). L'objectif de cette phase est de reproduire les observations concernant le rendement de décantation et les zones préférentielles de dépôt.

Les paramètres permettant de caler le modèle hydrodynamique avec transport solide sont : le nombre de Schmidt σ_s (rapport entre la viscosité et la diffusivité turbulentes), le coefficient d'adaptation au non équilibre α (paramètre qui intervient dans le calcul du taux d'érosion ou de sédimentation), la contrainte critique adimensionnelle *KDS*. Les valeurs pertinentes de ces paramètres de calage sont celles qui permettent de minimiser la différence Δ_{eff} entre les efficacités de rétention mesurées et modélisées.

Modélisation 3D

Les simulations 3D ont été réalisées en régime permanent à l'aide du logiciel Fluent afin d'identifier des zones préférentielles de dépôt en recherchant les valeurs limites des contraintes de cisaillement et de Reynolds favorisant la décantation. Cette phase a pour objectif de tester les modèles complets fondés sur le calcul des contraintes de Reynolds en prenant en compte le caractère hétérogène et anisotrope de la turbulence. En effet, on suppose que les processus de décantation ont lieu dans des zones du domaine de calcul où les contraintes de cisaillement et de Reynolds sont faibles (Adamsson et al., 2003).

Résultats et discussion

Simulations 2D de l'évolution des concentrations de sortie en MES

Plusieurs combinaisons ont été testées en faisant varier manuellement le nombre de Schmidt σ_s entre 0.4 et 1.0, le paramètre de calage α entre 0.001 et 0.050, et la contrainte critique adimensionnelle *KDS* entre 0.03 et 0.50.

Pour σ_s = 0.45, α = 0.025 et *KDS* = 0.220, nous avons obtenu Δ_{eff} = 1 % pour l'événement prise comme référence pour le calage (évènement du 29/08/2006). Le tableau 1 indique les résultats de comparaison

entre les efficacités de rétention mesurées et simulées en utilisant les valeurs des paramètres de calage listées ci-dessus. L'efficacité observée est calculée comme suit :

$$Eff_{obs} = 100 \times \frac{\int Ce_{obs}Qe_{obs} - \int Cs_{obs}Qs_{obs}}{\int Ce_{obs}Qe_{obs}}$$

avec Ce_{obs} et Cs_{obs} les concentrations mesurées en entrée et sortie du bassin respectivement; Qe_{obs} et Qs_{obs} les débits mesurés en entrée et sortie du bassin respectivement. L'efficacité simulée est calculée de la même façon en utilisant les grandeurs calculées.

1			
Dates des évènements	Efficacité observée	Efficacité simulée	$\Delta_{ ext{eff}}$ (%)
27/06/2006	94 %	90 %	4
06/07/2006	94 %	84 %	10
29/08/2006	94 %	93 %	1
15/09/2006	93 %	85 %	8

Tableau 5. Résultats de comparaison des efficacités de rétention

La différence entre les efficacités mesurées et simulées atteint 10 % pour l'évènement du 06/07/2006. Les résultats de comparaison montrent la capacité du code à prédire l'efficacité de rétention du bassin.

La Figure 3 représente un exemple de résultat de comparaison entre l'évolution des concentrations de sortie en MES (kg/m3) observées et simulées au cours d'un évènement pluvieux. Sur cette figure on constate que le logiciel Rubar permet de représenter la dynamique générale liée à l'évolution des concentrations de sortie en MES.

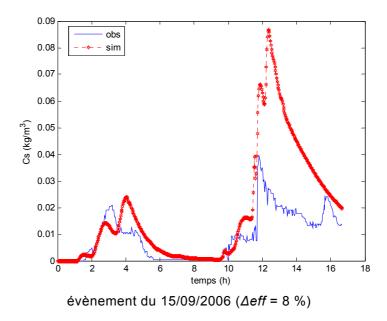


Figure 11. Résultats de comparaison des concentrations de sortie en MES (kg/m3) simulées et observées pour l'évènement du 15/09/2006

Par contre, les résultats des évolutions des concentrations en MES fournis par le modèle ne sont pas ajustés de manière satisfaisante aux observations pour tous les pas de temps. Ceci pourrait être attribué à plusieurs raisons : (i) l'utilisation d'une seule vitesse de chute et d'un seul diamètre pour tous les sédiments

et tous les événements pluvieux simulés ; (ii) les difficultés d'estimation de la quantité de dépôt présent au fond du bassin avant chaque événement pluvieux ; (iii) le modèle hydrodynamique utilise comme condition à la limite aval une loi hauteur-débit établie empiriquement et représentant un comportement global de l'ouvrage, et par conséquent il néglige des comportements particuliers de certains événements pluvieux (Torres et al., 2007); (iv) le modèle de décantation utilise des concentrations en MES provenant de relations uniques (la même relation pour tous les événements pluvieux) avec la turbidité, et par conséquent il néglige la diversité des natures des eaux de ruissellement qui peuvent solliciter l'ouvrage pendant des événements pluvieux particuliers. Les raisons exposées ci-dessus nous amènent à penser qu'une partie des divergences observées pourrait provenir non seulement des limites en modélisation mais aussi des limites expérimentales.

Le modèle de décantation établi a été utilisé pour identifier les zones préférentielles de dépôt de sédiments. La Figure 4 montre des similitudes entre les zones préférentielles de dépôt simulées et observées sur le terrain.

Répartition spatiale des sédiments au fond du bassin

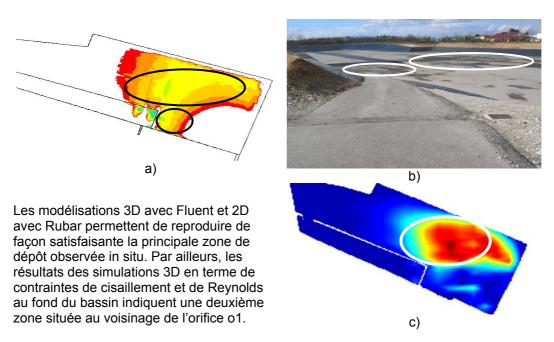


Figure 12. Répartition des sédiments au fond du bassin: a) zones au niveau desquelles le coefficient de cisaillement obtenu par modélisation 3D est compris entre 0 et 0.2; b) zones de dépôt effectivement observées sur site réel; c) localisation des dépôts obtenue avec Rubar 20.

Conclusions

Une étude fondée sur le suivi expérimental et la modélisation du bassin de retenue-décantation des eaux pluviales Django Reinhardt situé à Chassieu (Lyon, France) est menée dans le but de proposer des améliorations de conception et de gestion des bassins de retenue-décantation d'eau pluviale de grande taille.

Le logiciel CFD Rubar 20 a été utilisé pour simuler en 2D le comportement hydrodynamique et le transport solide dans l'ouvrage. Les résultats des simulations 2D obtenus montrent la capacité du logiciel : i) à reproduire l'efficacité de rétention avec des différences inférieures à 10 %, ii) à représenter la dynamique globale du comportement lié à l'évolution des concentrations de sortie en MES au cours d'un évènement pluvieux et iii) à reproduire la répartition spatiale des sédiments au fond du bassin.

Une forte corrélation a été mise en exergue entre : les zones au niveau desquelles les valeurs du coefficient de frottement obtenues par modélisation 3D sont faibles, les zones de dépôt identifiées par modélisation 2D et celles observées in situ.

La prise en compte de la variabilité et de l'hétérogénéité des caractéristiques des particules est nécessaire pour mieux représenter l'évolution des concentrations de sortie en MES au cours d'un évènement pluvieux.

Partie 3 : Méthode de reconstitution des apports et application au bassin de décantation de Django Reinhardt pour la mesure de son efficacité

Contexte et objectifs

Dans les systèmes de gestion des eaux pluviales les ouvrages d'infiltration sont la plupart du temps précédés d'un compartiment de retenue/décantation dont le fonctionnement conditionne les apports à ces ouvrages. Un des objectifs de ce travail est de reconstituer les masses de polluants arrivant ou sortant de ces systèmes sur une longue période. Aussi bien pour les compartiments de décantation situés en amont que pour les ouvrages infiltration eux-mêmes cette estimation est précieuse car elle sert à connaître l'importance des sollicitations auxquelles ils sont soumis (fréquence, durée, intensité, volumes, concentrations en polluants) et leur efficacité (rapport de la masse de polluant retenue sur la masse entrée). En reliant l'évolution des masses de polluants apportées aux ouvrages d'infiltration à l'évolution de leur capacité d'infiltration elle permet aussi d'aider à mieux comprendre leur colmatage. Cette meilleure connaissance de leur fonctionnement permet ensuite de rétroagir sur leur conception et leur gestion pour en améliorer les performances.

Les MES véhiculent une part importante des polluants des rejets urbains de temps de pluie et jouent probablement un rôle majeur dans le colmatage des ouvrages d'infiltration. Les matières organiques sont aussi susceptibles de jouer un rôle dans ce colmatage notamment par le développement de biofilm à la surface des systèmes. Leur rôle sera étudié ultérieurement par la reconstitution des masses de DCO apportée aux ouvrages. Seule la reconstitution des masses de MES a été abordée dans ce rapport. Elle s'appuie sur le site du bassin de rétention et d'infiltration de Chassieu totalement instrumenté dans le cadre de l'OTHU (Figure 13).

Nous rappelons que la capacité du bassin de rétention est de 32 2000 m³ et celle du bassin d'infiltration est de l'ordre de 60 000 m³. Cet ouvrage draine un bassin versant industriel de 185 ha. Il est alimenté par un réseau pluvial séparatif pollué par des rejets de temps sec. Depuis novembre 2004 le bassin de rétention est divisé en deux compartiments d'environ 27500 m³ et 4700 m³. Les objectifs du travail sont :

- L'estimation des volumes d'effluent apportés à chaque bassin par temps sec et par temps de pluie à l'échelle d'une période de temps sec ou d'un événement de ruissellement pluvial et sur de plus longues périodes
- L'estimation des masses de MES apportées à chaque bassin par temps sec et par temps de pluie à l'échelle d'une période de temps sec ou d'un événement de ruissellement pluvial et à long terme
- L'estimation de l'efficacité épuratoire du bassin de rétention vis-à-vis des MES par temps de pluie à l'échelle d'un événement de ruissellement pluvial et si possible à l'échelle de chroniques de plusieurs mois
- L'estimation de l'efficacité épuratoire du bassin de rétention vis-à-vis des MES par temps sec sur des chroniques de plusieurs mois
- L'estimation des incertitudes sur les volumes d'effluent, les masses de MES et les efficacités épuratoires (en filigrane des objectifs précédents).

Ces estimations ont été réalisées entre le 01/01/2004 et le 24/03/2006 en distinguant la période avant et après le compartimentage du bassin de rétention.

Cette méthode a été appliquée sur 3.5 ans sur le site de Chassieu pour les apports en MES et DCO. On trouvera dans le délivrable D-A2/D-A3 les résultats afférents.

Méthodes

Mesures

Des mesures en continu de débit et de turbidité sont réalisées toutes les 2 minutes dans les stations de mesure à l'entrée et à la sortie du bassin de rétention (constituant l'entrée du bassin d'infiltration de Chassieu (Figure 13). Elles sont utilisées pour quantifier l'évolution des flux d'eau et de polluants à l'entrée de chaque compartiment à différentes échelles de temps (événementielle jusqu'à plusieurs mois).

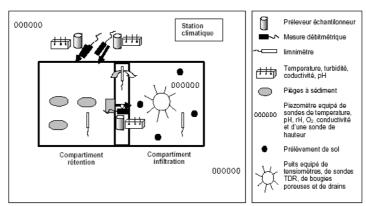


Figure 13. Dispositif de mesure installé sur le bassin de rétention et d'infiltration de Chassieu

Des mesures ponctuelles de MES, turbidité, DCO brute et dissoute ont été réalisées conjointement sur des échantillons d'effluent afin d'établir des relations permettant de corréler les mesures en continu de turbidité à la DCO (brute et dissoute) et aux concentrations en MES. Seule l'exploitation des mesures de turbidité et de MES est présentée dans ce rapport.

Principes utilisés

Les volumes d'effluent et les masses de MES apportées à chaque bassin ont été estimés par temps sec et par temps de pluie séparément. En effet les caractéristiques de la pollution des rejets de temps sec sont a priori très différentes de celles des rejets de temps de pluie.

La démarche a consisté dans un premier temps à identifier et appliquer une procédure de délimitation des périodes de temps de pluie et de temps sec.

Elle a ensuite consisté à construire des relations entre turbidités et concentrations en MES et ce pour les deux types de rejets (temps sec et temps de pluie avant et après compartimentage) en prenant en compte les incertitudes de mesures

Cela nous a conduit enfin à définir une méthode d'évaluation des volumes et des masses apportées à chaque bassin par temps sec et par temps de pluie (sur des évènements ponctuels et sur des chroniques plus longues), une estimation des efficacités entrée /sortie du bassin de rétention assorties des incertitudes.

Méthode de délimitation des périodes de temps sec et des événements de ruissellement pluvial

Les événements et les périodes ont été délimités en plusieurs étapes successives qui sont les suivantes :

A l'entrée de chaque bassin

<u>Délimitation d'hydrogrammes de ruissellement pluvial et de périodes de temps sec potentiels</u>

Des hydrogrammes de ruissellement pluvial potentiel ont été délimités à partir d'un seuil de débit fixé à 4L/s en entrée de rétention et 2 L/s en entrée d'infiltration.

A l'entrée du bassin de rétention uniquement

Etape 2 Identification d'événements de ruissellement pluvial

Les événements de ruissellement pluvial ont été identifiés à partir des hydrogrammes de ruissellement pluvial potentiel précédents dès lors que :

- Une pluie¹ est mesurée sur au moins un des 3 pluviomètres entourant le bassin versant du site
- o Cette pluie démarre entre 4 heures avant le début et avant la fin de l'hydrogramme
- Sa hauteur totale dépasse 1 mm et est cohérente avec le volume de l'hydrogramme

L'étape 2 a permis d'identifier ainsi 221 pluies susceptibles de produire un hydrogramme de ruissellement pluvial. Cependant il reste encore 19 pluies sans hydrogramme de ruissellement pluvial. Parmi elles 13 ont lieu alors qu'il n'existe pas de mesures de débit disponibles (trous dans les chroniques de débit). Les 6 autres ont lieu pendant des périodes de temps sec potentiel. Elles sont assez faibles (4 pluies de hauteur inférieure à 2 mm sur chacun des 3 pluviomètres et 2 pluies de hauteur voisine de 5 mm sur au moins un des trois pluviomètres).

Etape 3 Changement éventuel de typologie des périodes de temps sec potentiel

Chaque période de temps sec potentiel débutant par une brusque augmentation du débit corrélée à une augmentation (en hiver) ou à une chute (les autres saisons) de la conductivité a été considérée comme un événement de ruissellement pluvial indépendamment de l'observation ou non d'une pluie sur un des pluviomètres autour du bassin. Dans tous les autres cas elle a été maintenue en temps sec.

Une seule période de temps sec vérifiant ces conditions parmi les 221 identifiées à l'issue de l'étape 2 a été classée comme événement de ruissellement pluvial. Elle peut éventuellement être associée à une des 6 pluies observées sur une période de temps sec potentiel bien que cette pluie démarre plus de 4 heures avant le début de l'augmentation brusque du débit de ruissellement.

A l'issue de cette étape on compte 222 événements de ruissellement pluvial associés à 222 pluies. On compte également 222 périodes de temps sec. Il reste 18 pluies sans hydrogramme : 5 pluies de faible hauteur totale observées pendant des périodes de temps sec et 13 pluies observées pendant des périodes où les débitmètres ne fonctionnaient pas correctement.

<u>Etape 4</u> <u>Modification éventuelle des limites des événements de ruissellement pluvial au regard des variations de conductivité</u>

Les limites des événements n'ont été modifiées que dans deux cas de figure :

- La fin de l'événement de ruissellement pluvial n° i est déplacée à une date située avant le début de l'événement de ruissellement pluvial n° i+1 à laquelle le signal de conductivité, après avoir augmenté ou diminué, atteint une valeur palier a peu près stable caractéristique d'un débit chronique de temps sec². Si le palier de conductivité n'est pas encore atteint quand démarre l'événement i+1 alors la date de fin de l'événement i est fixée à la date de début de l'événement i+1 et la période de temps sec entre les deux événements est supprimée.
- Si une variation très significative de la conductivité (à la hausse ou à la baisse) est observée juste avant le début de l'événement délimité à partir du seuil de débit de 4L/s alors le début de l'événement est avancé juste avant cette variation.

<u>Etape 5</u> <u>Modification des limites et/ou de la typologie des événements de ruissellement pluvial perturbés en leur sein par un rejet périodique de temps sec</u>

Ce rejet est reconnaissable à sa périodicité et à la forme particulière de son hydrogramme (2 patrons différents identifiés). Il occasionne parfois une perturbation du signal de conductivité (brusque augmentation suivie d'une diminution plus ou moins rapide). Les événements pour lesquels le volume du rejet représente plus de 50% du volume de l'hydrogramme ont été passés en temps sec (seuls les tous petits événements sont concernés). Les limites des événements pour lesquels le volume du rejet représente moins de 50% du volume de l'hydrogramme ont été modifiées dans deux cas :

Cas n°1 : le rejet a lieu en début d'événement. S'il commence juste après le début de l'événement délimité à partir du seuil de débit et qu'il se finit avant la première montée significative du débit de ruissellement pluvial alors le début de l'événement est fixé juste après la fin du rejet. Sinon le début de l'événement n'est pas modifié.

Délimitée à partir de 4 heures de temps sec entre deux pluies

² Le volume total écoulé est généralement peu sensible à une définition précise de cette date au voisinage du palier de conductivité

Cas n°2 : le rejet se produit à la fin de l'événement avant que la conductivité se stabilise à une valeur palier caractéristique du débit chronique de temps sec. Si après la perturbation du signal de conductivité éventuellement provoquée par ce rejet la conductivité reprend sa chute (en hiver) ou sa remontée (les autres saisons) jusqu'au palier de temps sec en partant d'une valeur totalement différente de celle qui était la sienne juste avant cette perturbation alors la fin de l'événement est avancée juste avant le rejet. Sinon la fin de l'événement n'est pas modifiée.

Ces traitements conduisent à une délimitation et une répartition finales de 219 événements de ruissellement pluvial et de 219 périodes de temps sec à l'entrée du bassin de rétention.

A l'entrée du bassin d'infiltration uniquement

Etape 6 Identification d'événements de ruissellement pluvial

Les événements de ruissellement pluvial à l'entrée du bassin d'infiltration ont été identifiés en confrontant les périodes potentielles de temps sec et de temps de pluie obtenus en entrée d'infiltration à l'issue de l'étape 1 à celles obtenues en entrée de rétention à l'issue de l'étape 5 et en utilisant les règles suivantes :

- La typologie d'un hydrogramme en entrée d'infiltration est celle de l'hydrogramme qui lui correspond en entrée de rétention avant son transfert par la rétention.
- La date de début d'un événement de ruissellement pluvial en entrée d'infiltration se situe dans un voisinage³ très proche de la date de début du premier événement de la série⁴ d'événements qui l'a engendré en entrée de rétention
- Les limites des événements de ruissellement pluvial en entrée d'infiltration sont avancées ou retardées au regard des variations de la conductivité selon les mêmes règles que celles suivies à l'entrée du bassin de rétention au cours de l'étape 4.

A l'issue de cette étape on compte 183 événements de ruissellement pluvial et 183 périodes de temps sec à l'entrée du bassin d'infiltration. Les 13 événements correspondant aux 13 pluies pour lesquelles aucune mesure n'était exploitable ou disponible en entrée de rétention n'ont pas non plus été mesurés convenablement en entrée d'infiltration.

Modification à l'entrée du bassin de rétention uniquement

Etape 7 Regroupement de certains événements de ruissellement pluvial

A l'entrée du bassin de rétention les événements de chaque série chronologique d'événements engendrant un seul événement pluvial en entrée d'infiltration ont été regroupés. Lors de ce regroupement les périodes de temps sec intercalaires entre événements ont été intégrées dans l'événement regroupé⁵.

A l'issue de l'étape 7 on dénombre également 183 événements de ruissellement pluvial et 183 périodes de temps sec à l'entrée du bassin de rétention.

Selon le type de périodes (temps sec ou pluvieux) on dénombre finalement 183 périodes de temps sec ou 183 événements de ruissellement pluvial se correspondant mutuellement à l'entrée de chaque bassin. Les 183 événements définis après regroupements sont engendrés par 94% des pluies observées entre le 01/01/2004 et le 24/03/2006. Les 6% restants correspondent aux 13 pluies n'ayant pu être associées à des événements faute de mesures de débit disponibles ou exploitables. Leurs caractéristiques sont les suivantes (Tableau 6). On compte 6 pluies moyennes à fortes ou très fortes (en grisé dans le tableau). L'ensemble des pluies écartées représente environ 23% du volume de pluie. On trouvera en annexe les caractéristiques des pluies considérées.

³ Pour tenir compte du décalage horaire éventuel entre les horloges des débitmètres aux deux entrées de bassins

⁴ En raison de temps de transfert parfois longs entre la rétention et l'infiltration, à un unique événement de ruissellement pluvial en entrée d'infiltration peut correspondre une série chronologique de plusieurs événements consécutifs en entrée de rétention

⁵ L'erreur sur l'estimation des masses de MES et des volumes d'effluent par temps sec ou par temps de pluie à l'entrée du bassin de rétention liée à l'intégration des périodes de temps sec intercalaires lors des regroupements réalisés est négligeable

Dates	des pluies	Hauteur totale p	récipitée sur chaque plu	uviomètre (mm)
Début au plus tôt [*]	Fin au plus tard [*]	Villeurbanne	Saint Priest	Bron
24/07/2004 00 :48	24/07/2004 04 :36	12.0	8.8	6.8
04/08/2004 17 :42	04/08/2004 21 :36	23.4	1.6	11.4
10/08/2004 08 :00	10/08/2004 10 :18	1.8	1.8	1.8
10/08/2004 15 :48	11/08/2004 00 :36	12.4	13.4	12.2
12/08/2004 12:48	12/08/2004 18 :00	5.6	4.4	4.8
17/08/2004 00 :18	17/08/2004 06 :54	22.6	27.0	31.4
17/08/2004 13 :24	17/08/2004 20 :54	29.6	32.8	33.2
18/08/2004 23 :48	19/08/2004 05 :12	8.0	8.8	7.6
19/08/2004 10 :36	19/08/2004 21 :42	32.4	40.0	36.0
25/12/2004 11 :18	26/12/2004 20 :00	11.0	19.4	20.4
15/04/2005 06 :48	17/04/2005 17 :18	113.0	137.0	132.0
14/08/2005 14 :48	14/08/2005 17 :18	2.8	8.2	7.4
25/09/2005 04 :54	25/09/2005 05 :30	1.4	0.0	0.6

^{*:} sur 1 des 3 pluviomètres de Villeurbanne, Saint Priest, Bron

Tableau 6. Caractéristiques des pluies associées aux 13 événements de ruissellement pluvial n'ayant pu être mesurés entre le 01/01/2004 et le 24/03/2006

Récapitulatifs des séries d'événements ou de périodes pouvant être utilisées selon les objectifs

Des séries d'événements de ruissellement pluvial et des séries de périodes de temps sec ont été construites pour répondre à chaque objectif du travail. Les événements et les périodes ont été choisis parmi les 183 événements et les 183 périodes défini(e)s à l'issue de l'étape 7 (Cf. méthode de délimitation) dont les caractéristiques (durées, volumes, masses, concentrations ...) sont données en annexe 2. Différents taux mesurant l'incomplétude ou la qualité des données de débit et de turbidité ont été utilisés pour les sélectionner (taux de couverture d'une grandeur⁶, taux de validité d'une grandeur⁷, taux de validité de deux grandeurs simultanément mesurées⁸). Le tableau suivant récapitule pour chaque objectif le nombre d'événements ou de périodes de la série (avant / après compartimentage du bassin de rétention) utilisé ensuite dans l'étude.

Objectif	Type de temps	la série et répartition	énements ou de périodes de répartition avant / après le ntage du bassin de rétention	
		Entrée de rétention	Entrée d'infiltration	
Estimation des volumes d'effluent	sec	183 (83/100)	183 (83/100)	
à une entrée de bassin entre le 01/01/04 et le 24/03/06	pluie	183 (84/99)	183 (84/99)	
Estimation des masses de MES à une entrée de	sec	98 (60/38)	129 (63/66)	
bassin entre le 01/01/04 et le 24/03/06	pluie	105 (55/50)	118 (54/64)	
Estimation de l'efficacité épuratoire du bassin entre le 01/01/04 et le	sec	79 (51/28)	79 (51/28)	
24/03/06	pluie	95 (50/45)	95 (50/45)	

Tableau 7. Critères de sélection des événements de ruissellement pluvial et des périodes de temps sec des séries composées pour chaque objectif

⁶ Le taux de couverture d'une grandeur mesure l'incomplétude de la série de données de cette grandeur lors d'un événement ou d'une période. Il est défini comme le pourcentage du temps pendant l'événement où une donnée est mesurée directement - cas de la turbidité - ou indirectement - cas du débit - à partir d'autres grandeurs mesurées.

⁷ Le taux de validité d'une grandeur est toujours inférieur ou égal à son taux de couverture. Il mesure soit la qualité de la série de données de cette grandeur soit la variabilité des phénomènes mesurés par l'intermédiaire de cette grandeur. Pour le débit ce taux est défini comme le pourcentage du temps pendant l'événement ou les 2 vitesses et les 2 hauteurs et les 2 débits sont mesurés par les deux débitmètres et ne s'écartent pas significativement l'un de l'autre. Pour la turbidité ce taux est défini comme le pourcentage du temps pendant l'événement où les 2 turbidités sont mesurées et ne s'écartent pas significativement l'une de l'autre

⁸ Le taux de validité de deux grandeurs simultanément mesurées lors d'un événement mesure soit la qualité globale de la série des couples de données relatives aux deux grandeurs soit la variabilité des phénomènes mesurés par l'intermédiaire d'une au moins de ces deux grandeurs. Il est défini dans le cas du débit et de la turbidité comme le pourcentage du temps pendant l'événement où le débit et la turbidité sont simultanément mesurés et où les mesures des deux débitmètres et des deux turbidimètres ne s'écartent pas significativement l'une de l'autre.

Les distributions des événements des séries en termes de volumes et de concentrations movennes en MES sont données en annexe 3. Quelques remarques peuvent être faites sur les distributions de ces séries.

Pour les séries d'événements de ruissellement pluvial

A une entrée de bassin avant ou après compartimentage les séries dédiées aux volumes comptent une proportion plus élevée d'événements inférieurs à 1000 m³ que les autres séries. La proportion d'événements de moins de 5000 m³ est proche dans toutes les séries mais diminue un peu après compartimentage. Toutes les séries comptent 1 ou 2 événements de plus de 30 000 m³ avant compartimentage mais aucun de plus de 25 000 m³ après compartimentage. Avant compartimentage les distributions des concentrations de toutes les séries sont proches. Après compartimentage celles dédiées aux volumes comptent une proportion un peu plus élevée de concentrations faibles (< 50 mg/L) que les autres dont les distributions sont proches de celles avant compartimentage.

Pour les séries de périodes de temps sec

A une entrée de bassin avant ou après compartimentage les distributions des séries sont voisines en termes de volumes et de concentrations. Après compartimentage aux deux entrées de bassins la proportion des concentration les plus faibles (< 50 mg/L) augmente dans toutes les séries et plus aucune concentration supérieure à 150 mg/L n'est observée.

Calage des relations turbidité-MES de temps sec et de temps de pluie

Le calage de telles relations a été effectué selon le protocole proposé par (Bertrand Krajewski, 2004) et décrit dans (Perrodin & al, 2005) permettant de disposer d'un échantillon de points de mesures de turbidités T_i et de concentrations C_i en MES et d'estimer les incertitudes associées à chacune de ces mesures. Il s'agit ensuite de réaliser une approximation du type C_i = f(T_i) sur ce nuage de points. Nous avons opté pour une relation linéaire C_i = a.T_i + b et pour un ajustement au sens de Williamson (1968) qui permet de tenir compte des incertitudes à la fois sur les concentrations en MES et sur les turbidités. Si on cherche une relation du type y = ax + b la méthode consiste à rechercher les coefficients a et b qui minimisent la fonctionnelle suivante:

$$E = \sum_{i=1}^{N} (w(x_i)(x_i - X_i)^2 + w(y_i)(y_i - Y_i)^2)$$
 (1)

x_i, y_i : valeurs mesurées

X_i, Y_i: valeurs approximées

W(x_i), W(y_i): variances des x_i et y_i estimées à partir des incertitudes types liées à l'hétérogénéité de l'échantillon et au protocole de mesure.

Méthode de reconstitution des volumes et des masses de MES et estimation des incertitudes à l'échelle d'un événement de ruissellement pluvial ou d'une période de temps sec et à l'échelle d'une série d'événements de ruissellement pluvial ou d'une série de périodes de temps sec

Considérons une période de temps sec ou un événement de ruissellement pluvial de N pas de temps consécutifs. Le volume V d'effluent et la masse M de MES apportés à l'entrée d'un bassin de rétention ou d'infiltration pendant cet événement ou cette période s'écrivent :

$$V = \sum_{i=1}^{N} Q_i \Delta t$$
 2)

$$M = \sum_{i=1}^{N} C_i Q_i \Delta t$$
 (3)

$$M = \sum_{i=1}^{N} C_i Q_i \Delta t \tag{3}$$

C_i: concentration en MES de l'effluent entrant dans le bassin au pas de temps (i)

Q_i : débit entrant mesuré au pas de temps (i)

Δt : durée du pas de temps (i)

Chaque concentration C_i est estimée par une relation $C_i = f(T_i)$ de temps sec ou de temps de pluie calée selon la procédure expliquée précédemment avec T_i la turbidité mesurée au pas de temps (i). A partir de ces relations les concentrations puis les masses de MES ont été évaluées à chaque pas de temps. Les masses de MES ont ensuite été calculées à l'échelle de chaque événement et de chaque période. Elles ont enfin été calculées à l'échelle d'une série d'événements et d'une série de périodes. Les incertitudes sur les volumes et les masses ont également été évaluées en appliquant la loi de propagation des incertitudes appliquées

aux séries temporelles (Bertrand-Krajewski et al., 2002). On estime d'abord les incertitudes à chaque pas de temps puis les incertitudes par événement ou par période puis celles relatives aux bilans sur de plus longues durées. La procédure utilisée pour calculer les incertitudes est la suivante.

Les incertitudes sur les concentrations à chaque pas de temps sont données par :

$$u(c)^{2} = T^{2}v(a) + a^{2}v(T) + v(b) + 2T cov(a,b)$$
(4)

avec u(c) l'incertitude sur la concentration c, T la turbidité mesurée en continu, v(a) et v(b) les variances sur la pente et l'ordonnée à l'origine de la relation MES-turbidité déterminée par la méthode de Williamson, cov(a,b) la covariance entre a et b et v(T) la variance de la turbidité.

Les incertitudes sur les débits mesurés à chaque pas de temps sont aussi calculées en appliquant la loi de propagation des incertitudes aux débits. Le débit est le produit de la section mouillée et de la vitesse U. Si les conduites d'alimentation sont circulaires de rayon Rc comme c'est le cas sur les bassins de Chassieu alors la section mouillée dépend de Rc et de la hauteur d'eau h dans la conduite. En faisant comme hypothèse que les variables Rc, h et U ne sont pas corrélées, on obtient alors :

$$u(Q)^{2} = u(Rc)^{2} \left(\frac{\partial Q}{\partial Rc}\right)^{2} + u(h)^{2} \left(\frac{\partial Q}{\partial h}\right)^{2} + u(U)^{2} \left(\frac{\partial Q}{\partial U}\right)^{2}$$
(5)

La masse de polluant m apportée à chaque instant est le produit de la concentration c par le volume écoulé v à cet instant qui s'exprime lui même comme le produit du débit Q mesuré à cet instant par le pas de temps Δt . Pour estimer les incertitudes sur les masses de polluants à chaque instant on applique encore la loi de propagation des incertitudes en faisant comme hypothèse que volume v et concentration c ne sont pas corrélés, on obtient alors :

$$u(m)^{2} = u(c)^{2} \left(\frac{\partial m}{\partial c}\right)^{2} + u(v)^{2} \left(\frac{\partial m}{\partial v}\right)^{2}$$
(6)

avec $u(v)^2 = u(Q)^2 \Delta t^2$ en supposant que Δt et Q ne sont pas corrélés et que l'erreur commise sur Δt est négligeable.

La masse M ou le volume V lors de chaque événement ou de chaque période s'écrivent comme la somme des masses m_i (ou des volumes v_i) à chaque pas de temps sur toute la durée de l'événement ou de la période. Pour tenir compte d'une éventuelle corrélation partielle des valeurs m_i (ou v_i) on trace le variogramme qui permet de calculer sur quelle durée $p.\Delta t$ la corrélation entre les grandeurs doit être prise en compte. En prenant par exemple le cas des volumes le variogramme est défini par la relation :

$$\gamma c(t) = \frac{1}{2N(p)} \sum_{i} (v_{i+p} - v_i)^2$$
 (7)

Avec p le nombre de pas de temps séparant deux valeurs v_i N(p) le nombre de couple de points séparés d'une durée $p.\Delta t$.

On calcule ensuite la variance des N valeurs v_i par la relation :

$$s(V)^{2} = \frac{N\sum_{i=1}^{N} v_{i}^{2} - (\sum_{i=1}^{N} v_{i})^{2}}{N(N-1)}$$
(8)

Cette valeur est appelée palier du variogramme. L'abscisse $q.\Box$ t du point d'intersection de la droite d'ordonnée s(V) et du variogramme donne la portée du variogramme qui représente donc la durée pendant laquelle le degré d'autocorrélation est significatif. On peut ensuite calculer l'incertitude sur le volume V ou la masse M apporté(e) par un événement ou une période en utilisant les relations suivantes :

$$u(V)^{2} = \sum_{i=1}^{N} u(v_{i})^{2} + 2\sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^{\min(N,i+q)} r(v_{i},v_{j})u(v_{i})u(v_{j})$$
(9)

$$u(M)^{2} = \sum_{i=1}^{N} u(m_{i})^{2} + 2\sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^{\min(N,i+q)} r(m_{i},m_{j})u(m_{i})u(m_{j})$$
(10)

avec $r(m_i, m_j)$ ou $r(v_i, v_j)$ le coefficient de corrélation entre séries de données chronologiques sur les masses ou sur les volumes de premiers termes d'indices i et j.

L'incertitude sur le volume total VTOT et sur la masse totale MTOT apportés par une série de N événements ou de N périodes de volumes et masses V_i et M_i s'obtient en appliquant encore la loi de propagation des incertitudes.

En supposant les événements ou les périodes indépendant(e)s les un(e)s des autres on obtient :

$$u(VTOT)^2 = \sum_{i=1}^{N} u(V_i)^2$$
 et $u(MTOT)^2 = \sum_{i=1}^{N} u(M_i)^2$ (11)

En les supposant totalement corrélé(e)s les un(e)s aux autres ont obtient :

$$u(VTOT)^2 = \left(\sum_{i=1}^{N} u(V_i)\right)^2$$
 et $u(MTOT)^2 = \left(\sum_{i=1}^{N} u(M_i)\right)^2$ (12)

L'efficacité épuratoire E d'un bassin de rétention ou d'infiltration pendant une durée continue (un événement de ruissellement pluvial ou une période de temps sec) ou discontinue (une série d'événements de ruissellement pluvial ou une série de périodes de temps sec) est estimée à partir des masses Me et Ms de MES entrant et sortant du bassin pendant cette durée selon l'expression :

$$E = 1 - \frac{Ms}{Me} \tag{13}$$

L'incertitude sur l'efficacité est estimée en appliquant la loi de propagation des incertitudes en supposant les masses Me et Ms a priori indépendantes ce qui donne la relation suivante :

$$u(E)^{2} = \left(1 - E\right)^{2} \left(\left(\frac{u(Me)}{Me}\right)^{2} + \left(\frac{u(Ms)}{Ms}\right)^{2}\right)$$
(14)

L'incertitude sur le volume d'effluent ou sur la masse de MES apporté(e) par un événement ou une période a été estimée en tenant compte d'une éventuelle corrélation partielle entre les volumes ou entre les masses écoulé(e)s à chaque pas de temps (équations 9 et 10). L'incertitude sur le volume total d'une série d'événements ou d'une série de périodes a été estimée en supposant les volumes apportés par chaque événement ou par chaque période indépendants entre eux (équation 11). L'incertitude sur la masse totale de MES de la série a été estimée en supposant soit une corrélation nulle (équation 11) soit une corrélation totale (équation 12) entre les masses ce qui permet d'obtenir une fourchette d'incertitude.

Résultats et discussion

Relations turbidité-MES obtenues en temps sec et en temps de pluie

Tous les points expérimentaux acquis selon le protocole cité précédemment ont été utilisés pour les ajustements. Leur dispersion importante par temps de pluie notamment en sortie de bassin de rétention (entrée de l'infiltration) aurait nécessité en toute rigueur un filtrage préalable. Un travail spécifique visant à construire et tester une méthode de filtrage a été entrepris parallèlement par (Torres, 2008). Cette méthode désormais disponible n'a pas été utilisée ici car non disponible au moment de ce travail.

Le bassin de rétention ayant été divisé en deux compartiments en novembre 2004 son fonctionnement a pu changer à partir de cette date. Un ajustement sur les points acquis avant et après compartimentage a donc été réalisé par temps sec et par temps de pluie à l'entrée du bassin d'infiltration. Les résultats sont les suivants (Tableau 8, Figure 14, Figure 15, Figure 16, Figure 17).

	Entrée du compartiment de rétention		Entrée du compartiment d'infiltration avant 11/2004		Entrée du compartiment d'infiltration après 11/2004	
	Temps sec	Temps de pluie	Temps sec Temps de pluie		Temps sec Temps de pluie	
а	0.63	1.23	1.74	1.16	0.53	1.06
b	-3.25	-50.49	-12.42	-66.99	-8.12	-43.15
v(a)	0.00	0.01	0.03	0.02	0.00	0.01
v(b)	2.15	125.84	4.65	352.94	2.94	177.32
cov(a,b)	-0.06	-1.04	-0.32	-2.13	-0.08	-0.99

Tableau 8. Ajustements de Williamson C = aT + b (C en mg/L et T en NTU) par temps sec et par temps de pluie à l'entrée des bassins avant et après compartimentage du bassin de rétention

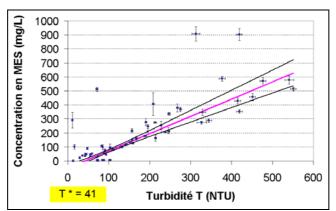


Figure 14. Ajustement turbidité – MES au sens de Williamson par temps de pluie à l'entrée du bassin de rétention

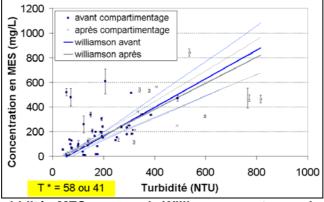


Figure 15. Ajustements turbidité - MES au sens de Williamson par temps de pluie à l'entrée du bassin d'infiltration avant et après compartimentage du bassin de rétention

Par temps de pluie le nuage de points en entrée de rétention est moins dispersé qu'en entrée d'infiltration. La variabilité inter événementielle des phénomènes y est donc plus faible. Après compartimentage du bassin de rétention par temps de pluie la dispersion des points est toujours forte en entrée d'infiltration. La variabilité des phénomènes reste donc importante. Le compartimentage semble arrêter les particules les

plus grossières et les plus lourdes car plus aucun point expérimental de faible turbidité et de forte concentration n'est présent. Les ajustements par temps de pluie à l'entrée du bassin d'infiltration sont cependant presque les mêmes avant et après compartimentage. Bien que calés sur des points ne variant pas dans des plages totalement comparables (0 à 500 NTU et 0 à 600 mg/L avant contre 0 à 900 NTU et 0 à 850 mg/L après) pour une même valeur de turbidité le modèle ne donne pas une concentration en MES très différente avant et après le compartimentage.

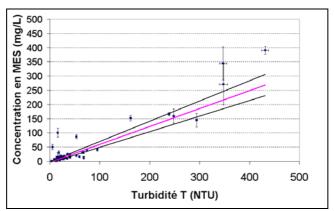


Figure 16. Ajustement turbidité-MES au sens de Williamson par temps sec à l'entrée du bassin de rétention

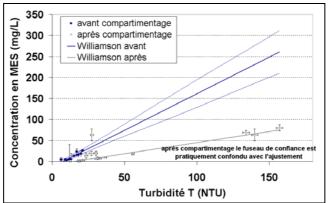


Figure 17. Ajustements turbidité-MES au sens de Williamson par temps sec à l'entrée du bassin d'infiltration avant et après compartimentage du bassin de rétention

Par temps sec les points sont moins dispersés aux deux entrées de bassins. La variabilité des phénomènes est donc moins élevée qu'en temps de pluie. En entrée de rétention l'ajustement est surtout conditionné par les points peu dispersés et peu incertains associés aux turbidités les plus faibles. Il en est de même en entrée d'infiltration avant le compartimentage du bassin de rétention. Après le compartimentage la pente de l'ajustement en entrée d'infiltration est plus faible. A turbidité égale la concentration en MES qui sort du bassin de rétention par temps sec est donc plus faible après le compartimentage qu'avant celui-ci.

Certaines droites d'ajustement coupent l'axe des turbidités en un point d'abscisse positive T*. La concentration en MES produite par le modèle pour une turbidité comprise entre 0 et T* est donc négative ce qui n'est physiquement pas acceptable. Une valeur positive ou nulle étant plus plausible, dans les calculs menés ultérieurement, nous avons choisi de remplacer chaque concentration négative par zéro.

Volumes d'effluents apportés aux bassins et incertitudes

Volumes et incertitudes par temps de pluie

Les volumes totaux apportés par la série de 183 événements sont globalement conservés à chaque entrée de bassin. On mesure 743 821 m³ en entrée de rétention (342 155 m³ avant compartimentage et 401 666 m³ après) et 771 643 m³ en entrée d'infiltration (357 784 m³ avant compartimentage et 413 859 m³ après).

Le volume total apporté au bassin de rétention sur la période complète d'étude est connu avec une incertitude absolue de 4923 m³. Celui apporté au bassin d'infiltration est connu avec une incertitude absolue de 5133 m³. L'incertitude relative sur le volume total reste faible dans les deux cas (moins de 1%).

Les incertitudes sur les volumes événementiels sont à la fois faibles (majoritairement inférieures à 15%) et peu dispersées. Elles ne prennent pas en compte l'incertitude liée à l'incomplétude des données. Elles sont distribuées de façon comparable à chaque entrée de bassin (Tableau 9).

		Bassin de rétention		Bassin d'infiltration		
volume (m ³)	Nombre d'événements	Moyenne et étendue des incertitudes	Ecart-type des incertitudes	Nombre d'événements	Moyenne et étendue des incertitudes	Ecart-type des incertitudes
< 1000	58	14% [6% - 51%]	8%	52	14% [7% - 40%]	7%
1000 -10000	102	6% [2% – 14%]	2%	108	8% [4% - 15%]	3%
10000 - 20000	19	4% [2% - 14%]	2%	20	5% [4% - 10%]	1%
20000 - 30000	2	4% [3% - 4%]	<1%	1	4% [4%]	<1%
30000 - 40000	1	4% [4%]	<1%	1	3% [3%]	<1%
> 40000	1	3% [3%]	<1%	1	3% [3%]	<1%

Tableau 9. Volumes apportés aux bassins par les 183 événements de temps de pluie et incertitudes associées

La comparaison des volumes en entrée et en sortie de bassin événement par événement n'est pas aussi satisfaisante. Parmi les événements les plus importants (plus de 1000 m³ à une entrée de bassin) on en compte 45 qui présentent une différence significative entre volumes entrant et sortant du bassin de rétention (écart entre volumes supérieur a la somme des incertitudes absolues sur ces volumes). Le taux de couverture du débit ne peut expliquer qu'autant d'événements soient caractérisés par de tels écarts car seulement 3 événements sur les 183 de la série sont couverts à moins de 90%. Pour 33 événements « défaillants » d'autres séries de données de débit ont été construites à chaque événement aux deux entrées de bassins à partir des deux couples de capteurs hauteur - vitesse (1 parmi les 4 possibles en entrée de rétention et 1 parmi les 4 possibles en entrée d'infiltration) minimisant l'écart entre volumes aux deux entrées de rétention de ces 33 événements et de le ramener en dessous de 20% pour 22 d'entre eux. Les résultats du Tableau 9 ne tiennent pas compte de cette optimisation du choix du couple de capteurs, optimisation qu'il semble intéressant de généraliser à l'avenir.

Volumes et incertitudes par temps sec

A chaque entrée de bassin les volumes totaux apportés par les 183 périodes de temps sec sont globalement moins bien conservés qu'en temps de pluie. On mesure 123 680 m³ en entrée de rétention (40 499 m³ en 10 mois avant compartimentage et 83 181 m³ en 17 mois après compartimentage) et 159 852 m³ en entrée d'infiltration (67406 m³ avant compartimentage et 92 446 m³ après). La majorité des volumes apportés aux bassins sont inférieurs à 1000 m³ (Tableau 5).

Les incertitudes sur les volumes supérieurs à 500 m³ sont majoritairement faibles et peu variables selon la période. Seuls deux événements singuliers dans la classe 500 – 1000 m³ en entrée de rétention sont d'incertitudes supérieures à 200% et expliquent la valeur plus élevée de l'incertitude moyenne et la plus grande dispersion. Par contre celles sur les volumes inférieurs à 500 m³ sont proportionnellement plus élevées et plus variables ce qui est assez normal sur de petites valeurs. Elles se distribuent de façon sensiblement comparables aux deux entrées de bassins.

L'incertitude absolue sur le volume total de temps sec est estimée à 3606 m³ en entrée de rétention et à 1121 m³ en entrée d'infiltration soit moins de 3% en valeur relative ce qui est également faible. Le volume total apporté par temps sec à chaque bassin représente entre 15 et 20% du volume total apporté par temps de pluie.

⁹ La qualité des mesures est influencée par les conditions hydrauliques et de transport solide dans le réseau qui varient beaucoup pendant chaque événement et d'un événement à l'autre ce qui justifie a priori que les capteurs les plus performants ne soient pas nécessairement les mêmes à chaque événement

		Bassin de rétent	ion	Bassin d'infiltration			
volume (m ³)	Nombre de périodes	Moyenne et étendue des incertitudes	Ecart-type des incertitudes	Nombre de périodes	Moyenne et étendue des incertitudes	Ecart-type des incertitudes	
0 – 500	112	31% [9% - 170%]	24%	104	31% [6% - 135%]	28%	
500 – 1000	26	33% (10%*) [6% - 321%]	76% (6%*)	23	10% [5% - 36%]	6%	
1000 – 1500	12	7% [4% - 12%]	2%	11	7% [5% - 9%]	1%	
1500 – 2000	11	6% [4% - 9%]	1%	13	6% [4% - 9%]	1%	
> 2000	22	5% [3% - 9%]	1%	32	5% [3% - 11%]	2%	

^(*) si on ne tient pas compte de 2 événements singuliers incertains d'incertitudes supérieures à 200%

Tableau 10. Volumes apportés aux bassins par les 183 périodes de temps sec et incertitudes

Masses de MES apportées aux bassins par temps de pluie et incertitudes

Masses de MES apportées aux bassins avant et après le compartimentage

L'estimation des masses de MES apportées à chaque entrée de bassin sur les périodes avant et après compartimentage permet d'estimer l'efficacité du bassin de rétention et d'apprécier l'influence du compartimentage sur cette efficacité à plusieurs conditions :

- Pour que l'efficacité du bassin soit estimée correctement sur une période donnée avant ou après compartimentage: les séries d'événements utilisées aux deux entrées de bassin doivent être composées en grande majorité des mêmes événements et en nombre suffisant pour que chaque série puisse être considérée comme représentative de la totalité des événements survenus.
- Pour que l'influence du compartimentage puisse être appréciée valablement : à une entrée de bassin les distributions des séries d'événements utilisées sur chaque période avant et après compartimentage doivent être comparables en termes de volumes événementiels et de concentrations en MES

Or ces conditions sont difficilement réunies ici. Les séries d'événements dédiées à l'estimation des masses de MES à une entrée de bassin comme celles dédiées à l'efficacité du bassin sont composées d'événements très bien couverts en turbidité et en débit mais leur nombre est significativement réduit par rapport à la série complète de 183 événements, ce nombre n'est pas nécessairement le même dans les séries à chaque entrée de bassin et les événements qui composent ces séries ne correspondent pas forcément en majorité aux mêmes événements pluvieux. Si on choisit la série de 183 événements aux deux entrées de bassin on dispose certes de la série la plus complète disponible d'événements communs aux deux entrées de bassins mais bon nombre d'entre eux sont couverts insuffisamment en turbidité.

Il est donc difficile d'apprécier l'influence du compartimentage sur l'efficacité du bassin de rétention en comparant les masses de MES avant et après compartimentage estimées à partir d'une série d'événements quelle qu'elle soit. Il est préférable de raisonner événement par événement (ou plutôt par classes d'événements).

A partir de la série complète d'événements il est par contre possible d'estimer la masse de MES apportée à l'entrée du bassin d'infiltration et de relier l'évolution dans le temps de la masse cumulée à l'évolution de la résistance hydraulique du bassin d'infiltration et donc de son colmatage. Ce travail a trouvé une finalité dans le rapport Ecopluies « Calage de modèles optimisés de fonctionnement hydrologique diachronique des bassins d'infiltration et analyse de l'évolution du colmatage » (Délivrable D-A2 et D-A3).

Le tableau suivant donne à titre indicatif la masse totale de MES apportée à l'entrée de chaque bassin par la série la plus complète d'événements dont nous disposons (série de 183 événements avant et après compartimentage) ainsi que son incertitude. Cette incertitude ne tient pour le moment pas compte de l'incomplétude des données en termes de débit et de turbidité.

	Période avant compartimentage				Période après compartimentage				
Bassin	Nombre d'événements de la série	Volume écoulé et incertitude (m³)	Masse de MES et incertitude (kg)	Concentration moyenne en MES (mg/L)	Nombre d'événements de la série	Volume écoulé et incertitude (m³)	Masse de MES et incertitude (kg)	Concentration moyenne en MES (mg/L)	
rétention	82	329215	26872	82	101	414605	30314	73	
		±	±	\pm		±	±	±	
		3916	518	2		2980	470	2	
infiltration	82	345092	12319	36	101	426551	21401	50	
		±	±	±		±	±	±	
		2924	830	3		4172	700	2	

Tableau 11. Masses totales de MES apportées aux bassins par temps de pluie avant et après compartimentage du bassin de rétention

Analyse des incertitudes sur les masses de MES apportées aux bassins

Les séries de 105 événements en entrée de rétention et de 118 événements en entrée d'infiltration dédiées à l'estimation des masses de MES à chaque entrée de bassin sont ici utilisées.

La distribution des masses événementielles et de leurs incertitudes à chaque entrée de bassin est donnée au Tableau 12. A l'entrée du bassin de rétention les incertitudes sur les masses sont généralement faibles. Sur les masses de plus de 20 kg qui représentent 90% des événements de la série l'incertitude moyenne s'élève à 13% avec un écart-type de 7%. A l'entrée du bassin d'infiltration les incertitudes sont un peu plus élevées et plus variables d'un événement à l'autre. Sur les masses événementielles de plus de 20 kg qui représentent 70% des événements la moyenne des incertitudes s'élève à 27% avec un écart-type de 38%.

En supposant les masses événementielles indépendantes les unes des autres la masse totale de MES apportée par la série d'événements en entrée de rétention est connue avec une incertitude de 611 kg (1.4% en valeur relative) et celle apportée par la série d'événements en entrée d'infiltration est connue avec une incertitude de 1030 kg (3.8% en valeur relative). Si on suppose les masses événementielles totalement corrélées les unes aux autres l'incertitude relative sur la masse totale monte à 10% en entrée de rétention et à 22% en entrée d'infiltration.

La masse totale de MES apportée au bassin de rétention sur une longue période par une série d'événements de temps de pluie est donc connue avec une faible incertitude inférieure à 10%. Celle apportée au bassin d'infiltration est connue avec une incertitude acceptable inférieure à 20%. Il ne s'agit toutefois que de l'estimation de la masse totale de MES et de son incertitude pour les événements mesurés pendant la période considérée et non de la masse totale de MES apportée pendant la période (certains événements n'étant pas pris en compte dans la série ou n'ayant pas été mesurés).

Masses et incertitudes à l'entrée du bassin de rétention				Masses et incertitudes à l'entrée du bassin d'infiltration					
masse (kg)	nombre d'événements	moyenne et étendue des incertitudes	écart type des incertitudes	masse (kg)	nombre d'événements	Moyenne et étendue des incertitudes	écart type des incertitudes		
0 - 20	19	> 140 % * [16% - 500%]	8%	0 - 20	37	> 147% * [20% - 5500%]	> 150% *		
20 - 100	23	18% [8% - 41%]	3%	20 - 100	32	51% [10% - 343%]	70%		
100 - 200	15	11% [8% - 20%]	11%	100 - 200	16	42% [8% – 317%]	76%		
200 - 300	11	15% [8% - 41%]	5%	200 - 300	6	23% [11% - 55%]	16%		
300 - 400	7	12% [8% - 24%]	1%	300 - 400	3	13% [10% - 16%]	3%		
400 - 500	7	10% [8% - 11%]	2%	400 - 500	6	17% [9% - 40%]	12%		
500 - 600	1	11% [11%]		500 - 600	4	15% [11% - 20%]	4%		
600 - 700	2	7% [5% - 8%]	2%	600 - 700	3	15% [10% - 25%]	9%		
700 - 800	3	6% [5% – 7%]	1%	700 - 800	3	37% [14% - 72%]	31%		
> 800	17	9% [5% - 14%]	2%	> 800	8	12% [9% - 14%]	2%		

^{* :} ou inconnu(e) pour 5 événements dont les masses sont calculées comme nulles car la turbidité mesurée est inférieure à T*

Tableau 12. Masses événementielles de MES apportées aux bassins par temps de pluie et incertitudes

Analyse des masses événementielles de MES apportées au bassin de rétention

La série de 105 événements utilisée pour estimer les masses de MES à l'entrée du bassin de rétention est composée de 81 événements de moins de 5000 $\rm m^3$ (44 avant compartimentage et 37 après) et de 24 événements de plus de 5000 $\rm m^3$ (10 avant compartimentage et 14 après). Les masses événementielles varient de manière assez dispersée avec le volume (Figure 18). Les événements de moins de 5000 $\rm m^3$ n'écoulent que 33% du volume total pour 38% de la masse totale de MES de la série. Ils apportent majoritairement - à plus de 90% - des masses de MES inférieures à 500 kg. La distribution des masses apportées par les événements de plus de 5000 $\rm m^3$ est moins resserrée (7 événements apportent entre 0 et 500 kg de MES, 3 de 500 à 1000 kg, 8 de 1000 à 1500 kg, 4 de 1500 à 2000 kg, 2 plus de 2000 kg).

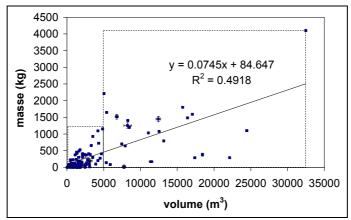


Figure 18. Masse de MES apportée au bassin de rétention en fonction du volume événementiel

Les principales caractéristiques des événements de la série apportant les 17 plus fortes masses de MES à l'entrée du bassin de rétention sont données au Tableau 13. Hormis l'événement de plus fort volume (32 484 m³ le 13/03/2004) qui est celui qui apporte la plus forte masse de MES (4 103 kg) les événements qui apportent la plus forte masse de MES ne sont pas nécessairement les plus forts en volume. Le constat n'est peut-être que provisoire car 4 événements associés à des pluies moyennes à fortes ou très fortes (environ 27, 28, 36 et 127 mm de hauteur totale) survenues en été 2004 et 2005 ne font pas partie de la série comme n'en font pas non plus partie (à cause de trous dans la série des turbidités) 4 événements de plus de 10 000 m³ dont celui de plus fort volume mesuré entre le 01/01/2004 et le 24/03/2006 (48 000 m³). L'ensemble de ces 17 plus forts événements sur 105 représente tout de même plus de la moitié de la masse de MES apportée par la série.

debut de début de ruissellement	M (kg)	DTSEC (h)	H (mm)	Ν	IMAX6 (mm/h)	V (m ³)	C (mg/L)
13/03/2004 06:38	4103	20.5	52.8	3	8	32484	126
17/12/2004 13:42	2210	6.4	7.2	2	8.0	5043	438
06/10/2004 06:54	1800	287.9	34.6	3	20.0	15738	114
17/01/2004 03:54	1646	16.4	7.0	3	12.0	5395	305
11/02/2005 11:54	1590	238.2	19.4	3	4.0	17059	93
22/03/2006 14:18	1520	9.7	8.6	3	10	6771	224
21/01/2005 17:30	1485	13.3	22.4	3	6	16396	91
23/10/2005 05:16	1449	33.6	12	3	22.0	12427	117
30/05/2005 08:48	1406	170.0	16.4	3	20.0	8282	170
17/01/2006 14:58	1254	9.3	11.2	3	4.0	8246	152
14/09/2004 13:38	1195	4.5	9.2	3	20.0	8490	141
13/09/2004 19:38	1151	0.9	7.9	3	20.0	4848	237
04/11/2005 05:20	1101	64.2	35.0	2	14.0	24457	45
21/03/2004 15:14	1094	1.2	4.6	3	2.0	4217	259
20/01/2004 01:00	1077	42.3	16	3	4.0	12538	86
24/08/2004 00:00	1034	72.2	24.4	3	56.0	11080	93
15/10/2004 13:44	926	4.0	6.7	2	40.0	3525	263
R ² Masse / autres paramètres		0.001	0.4		0.08	0.38	

N : nombre de pluviomètres où il a plu parmi les 3 qui entourent le bassin versant H : hauteur moyenne sur les N pluviomètres DTSEC : durée de temps sec antécédente V : volume de ruissellement M : masse de MES C : concentration moyenne en MES IMAX6 : intensité maximum sur 6 minutes sur le pluviomètre de Villeurbanne ou à défaut Saint Priest

Tableau 13. Principales caractéristiques des événements de la série apportant les 17 plus fortes masses de MES

La masse événementielle de MES ne semble pas varier non plus de façon particulière avec l'intensité maximum sur 6 minutes ou avec la durée de temps sec antécédente de la pluie. La masse événementielle la plus forte est d'ailleurs apportée par une pluie peu intense (8 mm/h en 6 min) précédée d'une courte période de temps sec (20.5 heures).

Analyse des masses événementielles de MES apportées au bassin d'infiltration

La série de 118 événements utilisée à l'entrée du bassin d'infiltration est composée de 92 événements de moins de 5000 m³ (43 avant le compartimentage et 49 après) et de 26 événements de plus de 5000 m³ (12 avant compartimentage et 14 après).

Avant ou après compartimentage les masses événementielles varient avec le volume événementiel de manière assez dispersée (Figure 19).

Les événements de moins de 5000 m³ apportent majoritairement - à plus de 90% - des masses de MES inférieures à 500 kg. Ces événements écoulent 31% du volume total (16 % avant compartimentage et 15% après) et 50% de la masse totale de MES de cette série (22% avant compartimentage et 28% après). La distribution des masses de MES apportées par ces événements reste sensiblement la même avant et après compartimentage (Figure 20).

Les événements de plus de 5000 m³ apportent des masses de MES dont la distribution est moins resserrée (0 à 3500 kg) et qui sont en moyenne plus élevées après le compartimentage (Figure 20). Ces événements écoulent 69% du volume total de la série (35% avant le compartimentage et 34% après) et 50% de sa masse totale de MES (10% avant compartimentage et 40% après).

Les 12 événements de plus gros volume survenus avant compartimentage (5462 à 48338 m³) ont des concentrations faibles qui varient peu (moyenne : 15 mg/L ; écart type : 18 mg/L). Parmi eux les 11 événements de plus gros volume après celui de 48338 m³ se distribuent entre 5000 et 25000 m³. La moyenne et l'écart type de leurs concentrations sont les mêmes que précédemment (15 mg/l et 18 mg/L). Ces valeurs sont très inférieures à la moyenne et à l'écart type des concentrations des 14 événements de volume supérieur à 5000 m³ distribués entre 5832 et 24611 m³ qui sont survenus après compartimentage (moyenne : 55 mg/L ; écart type : 56 mg/L). Exprimée différemment on retrouve la même conclusion que précédemment. A l'entrée du bassin d'infiltration les événements de plus de 5000 m³ sont en moyenne plus chargés et apportent des masses de MES plus élevées depuis le compartimentage du bassin de rétention.

Malgré l'importance des volumes événementiels en question (donc des temps de séjour des effluents dans le bassin, donc de l'aptitude de ces événements à être fortement décantés) la distribution des volumes et des concentrations en MES événementiels à l'entrée du bassin de rétention, éventuellement moins favorable à la décantation dans la série d'événements observés après compartimentage que dans la série d'événements observés avant compartimentage, pourrait expliquer cette différence de réponse en sortie de bassin. Le changement de fonctionnement hydraulique du bassin du fait de son compartimentage lors de certains de ces événements pourrait aussi en être à l'origine. Ultérieurement, un examen détaillé des événements permettra de répondre à cette question.

Les conclusions précédentes restent provisoires car la série d'événements utilisée est privée de 8 événements significatifs observés en nombre égal avant et après compartimentage. Il s'agit de 4 événements non mesurés associés à des pluies moyennes à fortes ou très fortes survenues en été 2004 et 2005 et de 4 événements de plus de 10 000 m³ couverts seulement à 13%, 14%, 24% et 65% en turbidité dont les masses de MES estimées sur la base de ces taux de couverture sont inférieures à 400 kg. La répartition intra-événementielle des masses de MES n'ayant pas encore été étudiée sur des événements suffisamment couverts en débit et en turbidité, nous ne savons pas si l'absence dans la série de ces 4 événements et des 4 événements non mesurés peut biaiser les tendances précédemment énoncées.

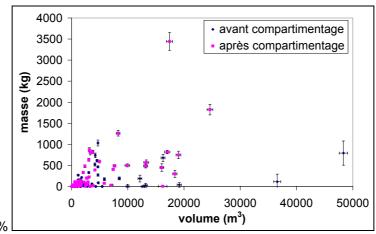


Figure 19. Masse événementielle de MES en fonction du volume événementiel à l'entrée du bassin d'infiltration avant et après le compartimentage du bassin de rétention

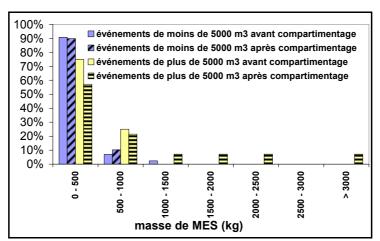


Figure 20. Distribution des masses de MES apportées au bassin d'infiltration par les événements de plus de 5000 m³ et par ceux de moins de 5000 m³ avant et après le compartimentage du bassin de rétention

Efficacité du bassin de rétention par temps de pluie

Les séries dédiées à cet objectif composées de 95 événements communs à chaque entrée de bassin comportent chacune 72 événements de moins de 5 000 m³ (40 observés avant compartimentage et 32 après) et 23 événements de plus de 5 000 m³ (10 observés avant compartimentage et 13 après). Les 8 événements significatifs identifiés aux paragraphes « Analyse des masses événementielles de MES apportées au bassin de rétention » et « Analyse des masses événementielles de MES apportées au bassin d'infiltration » précédents ne font pas partie de ces séries. Bien que ces séries soient globalement comparables aux séries les plus complètes disponibles (183 événements) en terme de distributions des volumes, sur la période avant compartimentage comme sur la période après compartimentage, le petit nombre d'événements qui les composent (95 soit moins de la moitié des événements survenus entre janvier 2004 et mars 2006) et l'impossibilité de juger de leur représentativité, en termes de distributions des concentrations en MES vis-à-vis des séries de 183 événements (souffrant d'incomplétude des données de turbidité) limite dors et déjà la portée des interprétations qui pourront être tirées de l'analyse des résultats.

Efficacité sur de longues périodes

L'efficacité à long terme du bassin de rétention est estimée à partir des masses de MES et des volumes d'effluent véhiculés à chaque entrée de bassin par les 95 événements de chaque série (50 avant compartimentage et 45 après). A l'entrée de chaque bassin les distributions de ces événements en termes de volumes sont globalement comparables avant et après compartimentage. Elles sont aussi globalement comparables en termes de concentrations en MES (voir annexe 3). Par contre un examen détaillé des distributions des concentrations en MES par classe de volume événementiel montre des différences parfois importantes entre distributions avant et après compartimentage dans certaines classes de volume. Ces différences apparaissent dans le tableau suivant qui donne le pourcentage d'événements de la série appartenant à une classe de volume et à une classe de concentrations moyennes en MES en entrée et en

sortie de bassin de rétention sur les périodes avant et après compartimentage. Les écarts les plus significatifs sont en caractères gras. L'estimation de l'efficacité du bassin avant et après compartimentage devra donc être considérée avec réserve.

Concentration (mg/L)		0 - 50		50 - 100		100 - 15	0	150 - 20	0	200 - 2	250	250 - 3	00	300 - 3	350	350 - 4	00	> 400	
Volume (m³)		Е	S	E	S	Е	S	Е	S	Е	S	Е	S	Е	S	Е	S	Е	S
0-5000	Avant	30,0%	52,0%	18,0%	10,0%	10,0%	14,0%	10,0%	2,0%	4,0%	2,0%	4,0%	0,0%	2,0%	0,0%	0,0%	0,0%	2,0%	0,0%
	Après	24,4%	35,6%	20,0%	15,6%	6,7%	8,9%	4,4%	4,4%	0,0%	4,4%	6,7%	2,2%	6,7%	0,0%	0,0%	0,0%	2,2%	0,0%
5000-10000	Avant	4,0%	8,0%	2,0%	0,0%	2,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	2,0%	0,0%	0,0%	2,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Après	2,2%	2,2%	2,2%	4,4%	0,0%	2,2%	2,2%	2,2%	2,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	2,2%	0,0%
10000-15000	Avant	0,0%	4,0%	4,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Après	2,2%	4,4%	2,2%	2,2%	2,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
15000-20000	Avant	0,0%	2,0%	0,0%	0,0%	2,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Après	4,4%	8,9%	4,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
20000-25000	Avant	2,0%	2,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Après	2,2%	0,0%	0,0%	2,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
25000-30000	Avant	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Après	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
30000-35000	Avant	0,0%	2,0%	0,0%	0,0%	2,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Après	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
> 35000	Avant	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Après	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

E : entrée du bassin de rétention Avant : avant compartimentage S : sortie du bassin de rétention Après : après compartimentage

Tableau 14. Proportions d'événements de la série de 95 événements en entrée et sortie de rétention avant et après son compartimentage rangés par classe de volume et de concentration en MES

En moyenne à partir des 95 événements de la série l'efficacité du bassin est estimée à 50% ce qui est assez décevant. Avec les réserves précédentes liées aux différences entre distributions des concentrations en MES avant et après compartimentage dans certaines classes de volume à chaque entrée de bassin, l'efficacité moyenne est estimée à 65% sur la période avant le compartimentage et à 35% sur la période après le compartimentage (Tableau 15). La diminution de l'efficacité après le compartimentage est nette. Il n'est cependant pas possible de savoir, entre la modification du fonctionnement hydraulique (et donc épuratoire) de l'ouvrage depuis son compartimentage, d'une part, et les différences avant et après compartimentage entre distributions des concentrations moyennes en MES dans certaines classes de volume à l'entrée du bassin, d'autre part, laquelle de ces deux hypothèses est la plus plausible pour expliquer cette baisse d'efficacité, ou si les deux y participent conjointement, et à quel niveau. L'absence dans les séries utilisées de 8 événements significatifs susceptibles d'apporter des masses importantes de MES à l'entrée du bassin de rétention peut aussi biaiser ces tendances qu'il convient de considérer avec précaution pour le moment.

50 événements o	de la période avant cor (01/04 → 10/04)	mpartimentage	45 événements de la période après compartimentage (11/04 → 03/06)				
Masse de MES (F	(g) et incertitudes	Efficacité (%) et	Masse de MES (Efficacité (%) et			
Entrée de rétention	Entrée d'infiltration	incertitudes	Entrée de rétention	Entrée d'infiltration	incertitudes		
20712 ± 438	7308 ± 531	64.7 ± 5.3	19050 ± 413	12475 ± 474	34.5 ± 5.7		

Tableau 15. Efficacité moyenne à long terme du bassin de rétention avant et après compartimentage

Efficacité selon le type d'événements

Efficacité vis-à-vis des événements de plus de 5 000 m³

Parmi les 23 événements de plus de 5000 m³ seuls les 12 événements de plus de 10000 m³ ont été examinés pour le moment. Leurs caractéristiques principales sont données dans le tableau suivant.

Date de l'événement	20/01/04	22/02/04	13/03/04	24/08/04	06/10/04	21/01/05
Volume V (m ³)	12538	22 118	32 484	11 451	15 738	16 396
rang du volume V parmi les 95 événements	10 / 95	3 / 95	1 / 95	13 / 95	8 / 95	7 / 95
Masse Mbr de MES en entrée de rétention (kg)	1077	290	4101	1034	1800	1485
Masse Mbi de MES en entrée d'infiltration (kg)	188	38	113	26	679	818
rang de la masse Mbr parmi les 95 événements	14 / 95	49 / 95	1 / 95	15 / 95	3 / 95	7 / 95
Taux de couverture de la turbidité en entrée de rétention	100%	100%	72%	100%	100%	100%
Taux de couverture de la turbidité en entrée d'infiltration	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Hauteur maximum atteinte dans la rétention (m)	Non	0.76	0.95	1.23	1.11	1.02
	mesuré					
Temps de séjour dans le compartiment de rétention n°1 (h)	38.4	39.0	42.4	42.2	39.8	77.6
Temps de déversement dans le compartiment n°2 de la rétention	0	0	0	0	0	1.4
(en h et en pourcentage du temps se séjour)	(0%)	(0%)	(0%)	(0%)	(0%)	(2%)
Efficacité de la rétention et incertitude absolue	83%	87%	97%	98%	62%	45%
	(± 15%)	$(\pm 37\%)$	$(\pm 9\%)$	$(\pm 9\%)$	$(\pm 10\%)$	(± 6%)
% de la durée de l'événement ou la turbidité T est inférieure à T*	33%	85% ´	20% ´	50% ´	5% ´	39% [′]
en entrée de rétention						
% de la durée de l'événement ou la turbidité T est inférieure à T*	72%	95%	93%	78%	70%	18%
en entrée d'infiltration						
Efficacité de la rétention en prenant C(T <t*) 10="" =="" l<="" mg="" td=""><td>73%</td><td>55%</td><td>89%</td><td>83%</td><td>60%</td><td>44%</td></t*)>	73%	55%	89%	83%	60%	44%

Date de l'événement	11/02/05	13/06/05	18/10/05	23/10/05	31/10/05	04/11/05
Volume V (m ³)	17 059	13 166	18 432	12 427	17 388	24 457
rang du volume V parmi les 95 événements	6 / 95	9 / 95	4 / 95	11 / 95	5 / 95	2 / 95
Masse Mbr de MES en entrée de rétention (kg)	1590	794	381	1449	288	1101
Masse Mbi de MES en entrée d'infiltration (kg)	6	487	748	571	299	1824
rang de la masse Mbr parmi les 95 événements	5 / 95	17 / 95	43 / 95	8 / 95	38 / 95	20 / 95
Taux de couverture de la turbidité en entrée de rétention	100%	96%	100%	100%	100%	100%
Taux de couverture de la turbidité en entrée d'infiltration	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Hauteur maximum atteinte dans la rétention (m)	0.99	1.03	1.47	1.16	1.79	1.51
Temps de séjour dans le compartiment de rétention n°1 (h)	102.8	56.0	52.6	38.0	31.6	42.8
Temps de déversement dans le compartiment n°2 de la	0	3.8	7.8	6.4 (17%)	9.1	12.5
rétention (en h et en pourcentage du temps se séjour)	(0%)	(7%)	(14%)		(30%)	(30%)
Efficacité de la rétention et incertitude absolue	100%	39%	-96%	61%	-4%	-65%
	(± 3%)	(± 13%)	$(\pm 66\%)$	$(\pm 9\%)$	$(\pm 66\%)$	$(\pm 33\%)$
% de la durée de l'événement ou la turbidité T est inférieure	45%	64%	86%	76%	91%	64%
à T* en entrée de rétention						
% de la durée de l'événement ou la turbidité T est inférieure	93%	27%	34%	0%	61%	33%
à T* en entrée d'infiltration						
Efficacité de la rétention en prenant C(T <t*) 10="" =="" l<="" mg="" td=""><td>90%</td><td>33%</td><td>-60%</td><td>58%</td><td>-58%</td><td>31%</td></t*)>	90%	33%	-60%	58%	-58%	31%

Le trait double marque l'avant et l'après compartimentage

Tableau 16. Caractéristiques des 12 événements de plus de 10 000 m³ extraits de la série dédiée aux efficacités classés par volume croissant

L'efficacité moyenne du bassin calculée à partir des masses entrée et sortie du bassin de rétention avec ces 12 événements n'est que de 40%. Tous sont caractérisés par un taux de couverture en débit et en turbidité très élevé éliminant l'hypothèse d'incertitude sur l'efficacité liée à l'incomplétude des données. La turbidité mesurée lors de ces événements est parfois inférieure au seuil T* en dessous duquel la concentration en MES estimée par le modèle de Williamson est négative et donc considérée nulle dans les calculs. L'efficacité du bassin peut être sensible à la valeur choisie pour cette concentration comme par exemple lors de l'événement du 04/11/2005 apportant la 20ème plus forte masse événementielle de la série et dont l'efficacité varie de -65% à +31% selon l'hypothèse adoptée (0 ou 10 mg/L). A moins que les ajustements calés à l'avenir sur des échantillons composés après filtrage d'un plus grand nombre de points expérimentaux (de nouvelles mesures étant disponibles depuis peu) ne posent plus ce problème une étude des effluents très peu turbides mériterait d'être faite pour mieux préciser leurs concentrations en MES. On compte 3 événements d'efficacité négative (18/10/2005, 31/10/2005, 04/11/2005) qui apportent 4,5% de la masse totale de MES apportée au bassin de rétention.

Le compartiment rétention n'a pas le même comportement vis-à-vis des MES pour ces 12 événements selon qu'on les observe avant ou après son compartimentage.

Avant compartimentage les efficacités sont très élevées et peu dispersées (moyenne : 85% ; écart type : 13% ; n = 5). Elles sont connues avec une faible incertitude absolue inférieure à 15% quatre fois sur cinq. L'absence de déversement et des temps de séjour des effluents suffisamment élevés (environ 40 h) expliquent le très bon fonctionnement du bassin non compartimenté pour ce type d'événements.

Après compartimentage les efficacités sont plus variables mais les évènements observés plus nombreux (- 96% à +100%; moyenne : 11%; écart type 70%; n = 7). Les efficacités positives sont connues avec une faible incertitude absolue (inférieure à 13 %). Les efficacités négatives sont connues avec une incertitude absolue plus élevée (entre 33% et 66%). L'efficacité du bassin est maximale (voisine de 100%) et son incertitude absolue minimale (environ 3%) le 11/02/05 lors du seul événement de cette classe de

volume pour lequel la hauteur d'eau maximum dans le premier compartiment reste inférieure au niveau de la surverse¹⁰ et dont le temps de séjour des effluents dans le premier compartiment est le plus élevé de tous les événements (plus de 100 h). Pour les autres événements de plus de 10 000 m³ mesurés après compartimentage il y a déversement du premier compartiment dans le second. Les efficacités sont d'autant plus faibles que le déversement est long et que le temps de séjour des effluents dans le premier compartiment est court. Ceci parait logique (turbulence plus élevée dans le premier compartiment, trajet de l'eau plus direct depuis l'entrée jusqu'à la surverse, possible remise en suspension des dépôts dans le second compartiment lors du déversement). La hauteur d'eau maximum atteinte au dessus du seuil (donc le débit maximum déversé) semble influencer notablement l'efficacité du bassin. Les trois événements marqués par les plus fortes hauteurs d'eau maximum dans le premier compartiment (04/11/05, 18/10/05, 31/10/05) sont tous caractérisés par des efficacités négatives¹¹. Lors des trois événements où un déversement a eu lieu avec une hauteur d'eau maximum plus faible (21/01/05, 13/06/05, 23/10/05) l'efficacité du bassin est encore faible (entre 39% et 61%) mais pas autant. Les événements du 31/10/05 et du 23/10/05 caractérisés par un temps de séjour et un temps de déversement des effluents assez proches (31.6 h et 9.1 h contre 38 h et 6.4 h) présentent des efficacités très différentes (-4% le 31/10/05 et 61% le 23/10/05) peut être à cause de hauteurs maximum atteintes très différentes (79 cm au dessus du seuil le 31/10/05 contre 16 cm le 23/10/05). L'efficacité du bassin de rétention compartimenté vis-à-vis des événements de fort volume semble donc assez sensible au niveau de la surverse entre compartiments.

Efficacité vis-à-vis des événements de moins de 5 000 m³

Les volumes de ces 72 événements sont majoritairement un peu plus forts avant compartimentage (moyenne : 2067 m^3 ; écart type : 1286 m^3 ; n = 40) qu'après (moyenne : 1775 m^3 ; écart type : 1112 m^3 ; n = 32) probablement du fait de périodes et de durées d'observation différentes. L'efficacité du bassin est très variable vis-à-vis d'eux (Tableau 17). Elle est néanmoins supérieure à 60% pour 60% des événements d'efficacité positive.

Classes d'efficacité	Nombre d'événements	Proportion	Proportion	Proportion
	total (avant	calculée sur le	calculée sur le	calculée sur le
	compartimentage / après	nombre total	nombre	nombre
	compartimentage)	d'événements	d'événements	d'événements
		avant et après	avant	après
		compartimentage	compartimentage	compartimentage
inconnue (0 kg de MES entré et sorti)	5 (5/0)	6,94%	12,50%	0,00%
Moins de -100%	7 (1/6)	9,72%	2,50%	18,75%
De – 100% à 0%	15 (5/10)	20,83%	12,50%	31,25%
De 0% à 20%	4 (4/0)	5,56%	10,00%	0,00%
De 20% à 40%	6 (3/3)	8,33%	7,50%	9,38%
De 40% à 60%	9 (7/2)	12,50%	17,50%	6,25%
De 60% à 80%	9 (4/5)	12,50%	10,00%	15,63%
De 80% à 100%	17 (11/6)	23,61%	27,50%	18,75%

Tableau 17. Distribution des événements de volume inférieur à 5 000 m³ selon l'efficacité du bassin (avant compartimentage / après compartimentage)

Deux tiers des événements d'efficacité négative ont lieu après compartimentage c'est-à-dire pendant deux tiers de la période d'observation. Ramenée à la durée d'observation la fréquence d'apparition des événements d'efficacité négative n'a donc pas augmenté depuis le compartimentage. Par contre, ramenée au nombre d'événements observés, cette fréquence a été presque multipliée par 3 puisque 6 des 40 événements de la série observés avant compartimentage sont d'efficacité négative contre 16 des 32 événements de la série observés après compartimentage. Avant compartimentage ces événements représentent 7% des 8700 kg de MES apportés en entrée de rétention et 17% des 5900 kg de MES apportés en entrée d'infiltration par les événements de moins de 5000 m³. Après compartimentage Ils représentent 39% des 6088 kg de MES apportée en entrée de rétention et 69% des 5032 kg de MES apportés en entrée d'infiltration par les événements de moins de 5000 m³. Depuis le compartimentage ils concernent plus souvent des événements de volume un peu plus élevé (9 événements de plus de 2000 m³ après compartimentage contre 2 avant) (Tableau 18).

¹⁰ Ou éventuellement juste en limite de cette surverse située 100 cm au dessus du fond du premier compartiment en tenant compte de l'incertitude sur sa cote

¹¹ Ou très faible si l'on tient compte de l'incertitude liée au choix d'une concentration en MES nulle lorsque la turbidité est inférieure à T*

Classe de volume (m³)	Nombre d'événements d'efficacité négative par rapport au nombre d'événements avant compartimentage	Nombre d'événements d'efficacité négative par rapport au nombre d'événements après compartimentage
0-1000	0/8	4/9
1000-2000	4/17	3/12
2000-3000	1/6	5/5
3000-4000	0/3	4/6
4000-5000	1/6	0/0

Tableau 18. Distribution des événements d'efficacité négative avant et après compartimentage

Les caractéristiques des 72 événements de moins de 5000 m³ sont fournies aux tableaux suivants. Le taux de couverture en turbidité des 72 événements est élevé (> 78% pour tous et > 100% pour 66 d'entre eux).

Par contre, pour de nombreux événements et pendant un pourcentage du temps parfois élevé de leur durée, la turbidité mesurée est inférieure au seuil T* en dessous duquel la concentration en MES estimée est négative et donc considérée nulle dans les calculs. L'efficacité du bassin peut être sensible à la valeur choisie pour cette concentration comme par exemple lors de l'événement du 30/06/2005 dont l'efficacité varie de -129% à +4% selon l'hypothèse adoptée (0 ou 10 mg/L). Nous avons considéré qu'au-delà de 20% d'écart entre les efficacités obtenues selon l'hypothèse adoptée (0 ou 10 mg/L) les événements étaient trop sensibles à cette hypothèse pour que leurs efficacités puissent être interprétées valablement.

Nous avons ainsi travaillé sur l'échantillon des 53 événements restants (en gris foncé dans le tableau). Sur cet échantillon de 53 événements les 5 efficacités événementielles supérieures à 90% sont connues avec une incertitude absolue inférieure à 3%. A deux exceptions près (le 17/04/2004 et le 24/09/2004) pour lesquels l'incertitude absolue sur l'efficacité avoisine 30% les efficacités des 48 autres événements sont connues avec une incertitude absolue inférieure à 20%. Le trait double vertical dans le tableau matérialise la limite entre les périodes avant et après compartimentage.

Date de l'événement	02/01/04	14/01/04	17/01/04	18/01/04	24/01/04	26/01/04
Volume V (m ³)	4219	755	2441	1618	1848	1363
rang du volume V parmi les 95 événements	48	140	75	98	86	110
Masse Mbr de MES en entrée de rétention (kg)	203	105	40	0	0	0
Masse Mbi de MES en entrée d'infiltration (kg)	0	73	49	0	83	14
rang de la masse Mbr parmi les 95 événements	45	59	76	92	91	93
Taux de couverture de la turbidité en entrée de rétention	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Taux de couverture de la turbidité en entrée d'infiltration	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Hauteur maximum atteinte dans la rétention (m)	0.74	0.68	0.72	0.74	0.72	0.73
Temps de séjour dans le compartiment de rétention n°1 (h)	19.6	7.3	14.4	22.1	11.8	9.6
Temps de déversement dans le compartiment n°2 de la	0	0	0	0	0	0
rétention (en h et en pourcentage du temps se séjour)						
Efficacité de la rétention et incertitude absolue	100%	31%	-20%	inconnue	inconnue	inconnue
	(inconnue)	(± 15%)	(± 66%)	inconnue	inconnue	inconnue
% de la durée de l'événement ou la turbidité T est inférieure	49%	53%	43%	100%	100%	100%
à T* en entrée de rétention						
% de la durée de l'événement ou la turbidité T est inférieure	100%	60%	77%	100%	76%	38%
à T* en entrée d'infiltration						
Efficacité de la rétention en prenant C(T <t*) 10="" =="" l<="" mg="" td=""><td>79%</td><td>28%</td><td>-9%</td><td>-2%</td><td>-411%</td><td>-45%</td></t*)>	79%	28%	-9%	-2%	-411%	-45%

Date de l'événement	07/02/04	21/02/04	21/02/04 ⁽²⁾	24/02/04	05/03/04	19/03/04
Volume V (m ³)	1306	637	1253	1338	487	2025
rang du volume V parmi les 95 événements	72	85	74	70	87	49
Masse Mbr de MES en entrée de rétention (kg)	453	124	4	0	215	157
Masse Mbi de MES en entrée d'infiltration (kg)	269	14	0	0	1	89
rang de la masse Mbr parmi les 95 événements	24	54	87	94	44	50
Taux de couverture de la turbidité en entrée de rétention	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Taux de couverture de la turbidité en entrée d'infiltration	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Hauteur maximum atteinte dans la rétention (m)	0.75	0.68	0.68	0.66	0.64	0.70
Temps de séjour dans le compartiment de rétention n°1 (h)	5.2	10.8	11.5	15.0	17.9	14.0
Temps de déversement dans le compartiment n°2 de la						
rétention (en h et en pourcentage du temps se séjour)	0	0	0	0	0	0
Efficacité de la rétention et incertitude absolue	41%	89%	95%	inconnue	100%	43%
	(± 11%)	$(\pm 6\%)$	(±158%)	inconnue	(± 1%)	(±16%)
% de la durée de l'événement ou la turbidité T est inférieure à	4%	48%	94%	100%	70%	85%
T* en entrée de rétention						
% de la durée de l'événement ou la turbidité T est inférieure à	31%	89%	98%	100%	100%	89%
T* en entrée d'infiltration						
Efficacité de la rétention en prenant C(T <t*) 10="" =="" l<="" mg="" td=""><td>40%</td><td>87%</td><td>34%</td><td>-17%</td><td>97%</td><td>40%</td></t*)>	40%	87%	34%	-17%	97%	40%

Date de l'événement	21/03/04	22/03/04	23/03/04	06/04/04	17/04/04	29/04/04
Volume V (m ³)	4217	4313	1505	2821	1929	1839
rang du volume V parmi les 95 événements	29	27	63	40	50	53
Masse Mbr de MES en entrée de rétention (kg)	1094	722	117	229	86	94
Masse Mbi de MES en entrée d'infiltration (kg)	521	614	213	41	81	107
rang de la masse Mbr parmi les 95 événements	13	18	57	41	66	62
Taux de couverture de la turbidité en entrée de rétention	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Taux de couverture de la turbidité en entrée d'infiltration	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Hauteur maximum atteinte dans la rétention (m)	0.77	0.77	0.73	0.74	0.72	0.73
Temps de séjour dans le compartiment de rétention n°1 (h)	25.8	9.6	24.8	13.5	17.3	23.9
Temps de déversement dans le compartiment n°2 de la						
rétention (en h et en pourcentage du temps se séjour)	0	0	0	0	0	0
Efficacité de la rétention et incertitude absolue	52%	15%	-82 %	82%	6%	-14%
	(± 8%)	(± 9%)	(±26%)	(±11%)	(± 28%)	(±27%)
% de la durée de l'événement ou la turbidité T est inférieure à	83%	57%	70%	78%	91%	26%
T* en entrée de rétention						
% de la durée de l'événement ou la turbidité T est inférieure à	75%	38%	64%	86%	91%	34%
T* en entrée d'infiltration						
Efficacité de la rétention en prenant C(T <t*) 10="" =="" l<="" mg="" td=""><td>51%</td><td>15%</td><td>-78%</td><td>74%</td><td>4%</td><td>-15%</td></t*)>	51%	15%	-78%	74%	4%	-15%

Date de l'événement	05/05/04	06/05/04	21/05/04	01/06/04	02/06/04	08/07/04
Volume V (m³)	3916	1070	380	1259	771	4693
rang du volume V parmi les 95 événements	30	77	90	73	82	25
Masse Mbr de MES en entrée de rétention (kg)	97	121	87	237	5	405
Masse Mbi de MES en entrée d'infiltration (kg)	58	161	35	138	0	272
rang de la masse Mbr parmi les 95 événements	61	56	64	40	85	28
Taux de couverture de la turbidité en entrée de rétention	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Taux de couverture de la turbidité en entrée d'infiltration	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Hauteur maximum atteinte dans la rétention (m)	0.77	0.75	0.68	0.69	0.64	0.77
Temps de séjour dans le compartiment de rétention n°1 (h)	18.3	27.4	12.0	20.0	8.0	39.5
Temps de déversement dans le compartiment n°2 de la	0	0	0	0	0	0
rétention (en h et en pourcentage du temps se séjour)						
Efficacité de la rétention et incertitude absolue	41%	-34%	60%	42%	100%	33%
	(±46%)	(±22%)	(± 8%)	(±7%)	(inconnue)	(± 15%)
% de la durée de l'événement ou la turbidité T est	50%	49%	0%	25%	89%	87%
inférieure à T* en entrée de rétention						
% de la durée de l'événement ou la turbidité T est	95%	71%	83%	60%	100%	78%
inférieure à T* en entrée d'infiltration						
Efficacité de la rétention en prenant C(T <t*) 10="" =="" l<="" mg="" td=""><td>19%</td><td>-34%</td><td>58%</td><td>41%</td><td>40%</td><td>33%</td></t*)>	19%	-34%	58%	41%	40%	33%

Date de l'événement	12/07/04	23/07/04	03/08/04	25/08/04	11/09/04	13/09/04
Volume V (m ³)	3079	2964	53	1648	2144	4848
rang du volume V parmi les 95 événements	35	39	94	58	47	24
Masse Mbr de MES en entrée de rétention (kg)	16	407	0	168	401	1151
Masse Mbi de MES en entrée d'infiltration (kg)	5	330	0	33	15	0
rang de la masse Mbr parmi les 95 événements	81	27	95	49	29	11
Taux de couverture de la turbidité en entrée de rétention	83%	100%	100%	100%	100%	100%
Taux de couverture de la turbidité en entrée d'infiltration	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Hauteur maximum atteinte dans la rétention (m)	0.74	0.80	0.62	0.73	0.75	0.87
Temps de séjour dans le compartiment de rétention n°1 (h)	14.9	7.0	2.6	34.0	22.8	8.7
Temps de déversement dans le compartiment n°2 de la	0	0	0	0	0	0
rétention (en h et en pourcentage du temps se séjour)						
Efficacité de la rétention et incertitude absolue	71%	19%	inconnue	80%	96%	100%
	(±123%)	(±14%)	inconnue	(±14%)	(± 3%)	(±2%)
% de la durée de l'événement ou la turbidité T est inférieure à	85%	12%	100%	74%	73%	0%
T* en entrée de rétention						
% de la durée de l'événement ou la turbidité T est inférieure à	81%	39%	78%	94%	97%	95%
T* en entrée d'infiltration						
Efficacité de la rétention en prenant C(T <t*) 10="" =="" l<="" mg="" td=""><td>26%</td><td>20%</td><td>-50%</td><td>75%</td><td>92%</td><td>95%</td></t*)>	26%	20%	-50%	75%	92%	95%

Date de l'événement	24/09/04	14/10/04	14/10/04	15/10/04	15/10/04	16/10/04
Volume V (m ³)	2631	974	1042	341	3525	1459
rang du volume V parmi les 95 événements	42	80	78	91	31	66
Masse Mbr de MES en entrée de rétention (kg)	78	106	88	27	926	63
Masse Mbi de MES en entrée d'infiltration (kg)	33	37	18	4	740	6
rang de la masse Mbr parmi les 95 événements	69	58	63	77	16	72
Taux de couverture de la turbidité en entrée de rétention	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Taux de couverture de la turbidité en entrée d'infiltration	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Hauteur maximum atteinte dans la rétention (m)	0.75	0.72	0.74	0.71	0.75	0.72
Temps de séjour dans le compartiment de rétention n°1 (h)	23.3	10.1	7.8	6.6	10.5	32.1
Temps de déversement dans le compartiment n°2 de la						
rétention (en h et en pourcentage du temps se séjour)	0	0	0	0	0	0
Efficacité de la rétention et incertitude absolue	58%	65%	79%	86%	20%	90%
	(±30.0%)	(±16%)	(±17%)	(±20%)	(±14%)	(±9%)
% de la durée de l'événement ou la turbidité T est inférieure à	45%	0%	0%	0%	0%	0%
T* en entrée de rétention						
% de la durée de l'événement ou la turbidité T est inférieure à	93%	50%	86%	35%	11%	51%
T* en entrée d'infiltration						
Efficacité de la rétention en prenant C(T <t*) 10="" =="" l<="" mg="" td=""><td>38%</td><td>65%</td><td>73%</td><td>81%</td><td>20%</td><td>68%</td></t*)>	38%	65%	73%	81%	20%	68%

Date de l'événement	20/10/04	27/10/04	29/10/04	30/10/04	02/11/04	16/12/04
Volume V (m ³)	1590	1694	4503	1754	3510	49
rang du volume V parmi les 95 événements	62	57	26	56	32	95
Masse Mbr de MES en entrée de rétention (kg)	299	100	273	2	297	1
Masse Mbi de MES en entrée d'infiltration (kg)	161	84	467	14	106	0
rang de la masse Mbr parmi les 95 événements	35	60	39	89	36	90
Taux de couverture de la turbidité en entrée de rétention	100%	100%	100%	100%	92%	100%
Taux de couverture de la turbidité en entrée d'infiltration	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Hauteur maximum atteinte dans la rétention (m)	0.71	0.72	0.75	0.72	0.73	0.59
Temps de séjour dans le compartiment de rétention n°1 (h)	18.5	24.6	8.6	22.4	26.2	8.3
Temps de déversement dans le compartiment n°2 de la						
rétention (en h et en pourcentage du temps se séjour)	0	0	0	0	0	0
Efficacité de la rétention et incertitude absolue	46%	16%	-71%	-593%	64%	88%
	(±8%)	(±15%)	(± 21%)	(±3572%)	(±8%)	(±41%)
% de la durée de l'événement ou la turbidité T est inférieure à	22%	32%	5%	62%	19%	22%
T* en entrée de rétention						
% de la durée de l'événement ou la turbidité T est inférieure à	20%	36%	0%	86%	52%	65%
T* en entrée d'infiltration						
Efficacité de la rétention en prenant C(T <t*) 10="" =="" l<="" mg="" td=""><td>46%</td><td>14%</td><td>-69%</td><td>-56%</td><td>63%</td><td>62%</td></t*)>	46%	14%	-69%	-56%	63%	62%

Date de l'événement	16/12/04	02/01/05	20/01/05	01/02/05	19/02/05	20/02/05
Volume V (m ³)	1325	1639	479	2405	1634	1844
rang du volume V parmi les 95 événements	71	59	88	46	60	52
Masse Mbr de MES en entrée de rétention (kg)	448	488	225	383	136	72
Masse Mbi de MES en entrée d'infiltration (kg)	110	83	108	481	55	19
rang de la masse Mbr parmi les 95 événements	25	23	43	31	53	70
Taux de couverture de la turbidité en entrée de rétention	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Taux de couverture de la turbidité en entrée d'infiltration	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Hauteur maximum atteinte dans la rétention (m)	0.72	0.75	0.64	0.69	0.67	0.69
Temps de séjour dans le compartiment de rétention n°1 (h)	17.8	16.5	19.0	15.0	19.7	40.4
Temps de déversement dans le compartiment n°2 de la						
rétention (en h et en pourcentage du temps se séjour)	0	0	0	0	0	0
Efficacité de la rétention et incertitude absolue	75%	83%	52%	-26%	59%	73%
	(±6%)	(±4%)	(±11%)	(±20%)	(±11%)	(±19%)
% de la durée de l'événement ou la turbidité T est inférieure à	56%	5%	8%	2%	27%	82%
T* en entrée de rétention						
% de la durée de l'événement ou la turbidité T est inférieure à	58%	40%	10%	5%	28%	86%
T* en entrée d'infiltration						
Efficacité de la rétention en prenant C(T <t*) 10="" =="" l<="" mg="" td=""><td>75%</td><td>83%</td><td>52%</td><td>-25%</td><td>58%</td><td>62%</td></t*)>	75%	83%	52%	-25%	58%	62%

Date de l'événement	03/03/05	22/03/05	29/03/05	30/03/05	03/05/05	05/05/05
Volume V (m ³)	830	1123	1383	1789	3307	991
rang du volume V parmi les 95 événements	81	76	68	55	33	79
Masse Mbr de MES en entrée de rétention (kg)	228	373	420	527	654	72
Masse Mbi de MES en entrée d'infiltration (kg)	5	24	75	129	810	81
rang de la masse Mbr parmi les 95 événements	42	33	26	22	20	71
Taux de couverture de la turbidité en entrée de rétention	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Taux de couverture de la turbidité en entrée d'infiltration	92%	100%	100%	100%	100%	100%
Hauteur maximum atteinte dans la rétention (m)	0.69	0.71	0.74	0.77	0.74	0.75
Temps de séjour dans le compartiment de rétention n°1 (h)	10.3	8.7	10.3	12.9	38.8	7.3
Temps de déversement dans le compartiment n°2 de la						
rétention (en h et en pourcentage du temps se séjour)	0	0	0	0	0	0
Efficacité de la rétention et incertitude absolue	98%	94%	82%	75%	-24%	-13%
	(±2%)	(±2%)	(±4%)	(±4%)	(±21%)	(±23%)
% de la durée de l'événement ou la turbidité T est inférieure	15%	0%	0%	0%	48%	32%
à T* en entrée de rétention						
% de la durée de l'événement ou la turbidité T est inférieure	81%	31%	5%	0%	31%	4%
à T* en entrée d'infiltration						
Efficacité de la rétention en prenant C(T <t*) 10="" =="" l<="" mg="" td=""><td>96%</td><td>93%</td><td>82%</td><td>76%</td><td>-23%</td><td>-12%</td></t*)>	96%	93%	82%	76%	-23%	-12%

Date de l'événement	12/05/05	30/06/05	06/07/05	08/07/05	01/10/05	02/10/05
Volume V (m ³)	2498	1413	3055	1472	3035	493
rang du volume V parmi les 95 événements	43	67	36	65	38	86
Masse Mbr de MES en entrée de rétention (kg)	56	4	87	84	199	20
Masse Mbi de MES en entrée d'infiltration (kg)	70	9	94	62	48	0
rang de la masse Mbr parmi les 95 événements	73	86	65	67	46	79
Taux de couverture de la turbidité en entrée de rétention	100%	99%	78%	100%	83%	100%
Taux de couverture de la turbidité en entrée d'infiltration	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Hauteur maximum atteinte dans la rétention (m)	0.74	0.75	0.81	0.73	0.75	0.70
Temps de séjour dans le compartiment de rétention n°1 (h)	31.3	24.5	28.7	13.6	29.3	4.2
Temps de déversement dans le compartiment n°2 de la						
rétention (en h et en pourcentage du temps se séjour)	0	0	0	0	0	0
Efficacité de la rétention et incertitude absolue	-26%	-129%	-8%	27%	76%	100%
	(±54%)	(±341%)	(±32%)	(±18%)	(±14%)	(±6%)
% de la durée de l'événement ou la turbidité T est inférieure	92%	88%	88%	72%	38%	23%
à T* en entrée de rétention						
% de la durée de l'événement ou la turbidité T est inférieure	59%	71%	46%	25%	54%	96%
à T* en entrée d'infiltration						
Efficacité de la rétention en prenant C(T <t*) 10="" =="" l<="" mg="" td=""><td>-9%</td><td>4%</td><td>-2%</td><td>28%</td><td>74%</td><td>77%</td></t*)>	-9%	4%	-2%	28%	74%	77%

Date de l'événement	03/10/05	05/10/05	21/10/05	09/11/05	16/11/05	25/11/05
Volume V (m ³)	2462	166	769	1835	383	1481
rang du volume V parmi les 95 événements	44	93	83	54	89	64
Masse Mbr de MES en entrée de rétention (kg)	2	9	44	150	50	19
Masse Mbi de MES en entrée d'infiltration (kg)	5	16	78	100	36	43
rang de la masse Mbr parmi les 95 événements	88	84	75	51	74	80
Taux de couverture de la turbidité en entrée de rétention	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Taux de couverture de la turbidité en entrée d'infiltration	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Hauteur maximum atteinte dans la rétention (m)	0.73	0.63	0.74	0.75	0.66	0.68
Temps de séjour dans le compartiment de rétention n°1 (h)	29.3	8.3	19.2	15.2	6.7	21.0
Temps de déversement dans le compartiment n°2 de la						
rétention (en h et en pourcentage du temps se séjour)	0	0	0	0	0	0
Efficacité de la rétention et incertitude absolue	-124%	-90%	-79%	33%	28%	-125%
	(±628%)	(±49%)	(±39%)	(±16%)	(±19%)	(±160%)
% de la durée de l'événement ou la turbidité T est inférieure	95%	59%	26%	10%	13%	37%
à T* en entrée de rétention						
% de la durée de l'événement ou la turbidité T est inférieure	44%	0%	15%	31%	22%	39%
à T* en entrée d'infiltration						
Efficacité de la rétention en prenant C(T <t*) 10="" =="" l<="" mg="" td=""><td>10%</td><td>-83%</td><td>-74%</td><td>31%</td><td>28%</td><td>-86%</td></t*)>	10%	-83%	-74%	31%	28%	-86%

Date de l'événement	05/12/05	07/12/05	07/12/05	16/12/05	05/01/06	27/01/06
Volume V (m ³)	3141	1134	295	2130	2669	3053
rang du volume V parmi les 95 événements	34	75	92	48	41	37
Masse Mbr de MES en entrée de rétention (kg)	384	23	12	312	123	189
Masse Mbi de MES en entrée d'infiltration (kg)	871	126	38	331	196	226
rang de la masse Mbr parmi les 95 événements	30	78	83	34	55	47
Taux de couverture de la turbidité en entrée de rétention	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Taux de couverture de la turbidité en entrée d'infiltration	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Hauteur maximum atteinte dans la rétention (m)	0.76	0.71	0.64	0.68	0.67	0.64
Temps de séjour dans le compartiment de rétention n°1 (h)	45.6	12.4	4.8	42.2	24.5	63.1
Temps de déversement dans le compartiment n°2 de la						
rétention (en h et en pourcentage du temps se séjour)	0	0	0	0	0	0
Efficacité de la rétention et incertitude absolue	-127%	-441%	-216%	-6%	-60%	-20%
	(±31%)	(±234%)	(±100%)	(±22%)	(±48%)	(±24%)
% de la durée de l'événement ou la turbidité T est inférieure	73%	62%	54%	64%	61%	68%
à T* en entrée de rétention						
% de la durée de l'événement ou la turbidité T est inférieure	19%	0%	0%	60%	27%	53%
à T* en entrée d'infiltration						
Efficacité de la rétention en prenant C(T <t*) 10="" =="" l<="" mg="" td=""><td>-122%</td><td>-372%</td><td>-192%</td><td>-5%</td><td>-49%</td><td>-16%</td></t*)>	-122%	-372%	-192%	-5%	-49%	-16%

Le trait double marque l'avant et l'après compartimentage, les colonnes grisées correspondent aux 53 évènements estimés corrects

Tableau 19. Caractéristiques des 72 événements de moins de 5000 m³ extraits de la série dédiée aux efficacités

Parmi ces 53 événements on en compte 17 d'efficacité négative et 36 d'efficacité positive. Les efficacités restent très chaotiques. Le compartimentage ne semble pas pour cette classe d'évènements apporter un mieux marquant.

Masses de MES apportées par temps sec aux bassins et incertitudes

Les masses de MES apportées à chaque bassin ont été calculées à partir des séries dédiées à leur estimation composées de 98 périodes de temps sec en entrée de rétention et de 129 périodes de temps sec en entrée d'infiltration.

Répartition des masses de MES apportées aux bassins avant et après le compartimentage

A l'entrée du bassin de rétention après compartimentage le volume écoulé est du même ordre de grandeur que celui écoulé avant compartimentage mais la masse de MES apportée a diminué de moitié (Tableau 20). A l'entrée du bassin d'infiltration la tendance est encore plus nette puisque la masse de MES apportée après compartimentage est divisée par 5 alors qu'elle est apportée par un volume d'effluent un peu plus élevé que celui écoulé avant compartimentage. Ces résultats paraissent logiques puisque la proportion de périodes de temps sec caractérisées par de faibles concentrations augmente après compartimentage (annexe 3).

	Pério	ode avant o	compartime	ntage	Période après compartimentage			itage
Bassin	Nombre de périodes de la série	Volume écoulé (m³)	Masse de MES (kg)	Concentration moyenne en MES (mg/L)	Nombre de périodes de la série	Volume écoulé (m³)	Masse de MES (kg)	Concentration moyenne en MES (mg/L)
rétention	60	25372	1513	60	38	26485	735	28
		±	±	±		±	±	±
		3494	760	31		431	387	15
infiltration	63	44402	3296	74	66	58025	619	11
		±	±	±		±	±	±
		462	819	18		752	419	7

Tableau 20. Masses de MES apportées aux bassins par temps sec avant et après compartimentage

Incertitudes sur les masses de MES apportées aux bassins

Pour l'immense majorité des périodes de temps sec apportant plus de 10 g de MES à l'entrée de chaque bassin (c'est-à-dire 85% des périodes) la distribution des masses de MES apportées aux bassins lors de ces périodes et la distribution de leurs incertitudes sont indiquées au Tableau 21.

Les incertitudes sont d'autant plus fortes que les masses sont faibles. Elles restent majoritairement faibles (moyenne des incertitudes inférieure à 30%) et peu variables (écart type des incertitudes inférieur à 23%) pour les masses supérieures à 20 kg. Les masses de moins de 20 kg sont entachées d'incertitudes plus élevées (jusqu'à 60% en moyenne) et plus variables d'une période à l'autre (écart type des incertitudes pouvant atteindre 30%).

La masse totale de MES apportée par la série de 98 périodes de temps sec en entrée de rétention est connue avec une incertitude comprise entre 112 kg (corrélation nulle entre les masses) et 364 kg (corrélation totale entre les masses) soit entre 5% et 16% en valeur relative. Celle apportée par la série de 129 périodes de temps sec en entrée d'infiltration est connue avec une incertitude comprise entre 136 kg (corrélation nulle entre les masses) et 423 kg (corrélation totale entre les masses) soit entre 3% et 11% en valeur relative. L'incertitude sur la masse totale de MES apportée à un bassin sur une longue période par une série de périodes de temps sec est donc inférieure à 16% ce qui reste acceptable.

	Bassin de rétention			Bassin d'infiltration			
masse de MES	Nombre de périodes	moyenne et étendue des incertitudes	écart type des incertitudes	Nombre de périodes	moyenne et étendue des incertitudes	écart type des incertitudes	
10 g à 1 kg	25	61% [28%-125%]	25%	35	41% [5%-121%]	30%	
entre 1 et 20 kg	34	30% [9%-82%]	16%	47	24% [3%-93%]	23%	
entre 20 et 40 kg	11	9% [5%-16%]	3%	13	11% [2%-37%]	10%	
entre 40 et 60 kg	5	12% [8%-19%]	5%	6	14% [3%-30%]	10%	
entre 60 et 80 kg	2	6% [5% -7%]	1%	1	10%	-	
entre 80 et 100 kg	1	11%	-	4	9% [7%-12%]	2%	
> 100 kg	6	20% [9%-46%]	15%	6	10% [4%-27%]	9%	

Tableau 21. Masses de MES apportées aux bassins par les périodes de temps sec et incertitudes

Les conclusions précédentes restent encore provisoires au vu des écarts importants entre les volumes de temps sec aux deux entrées de bassin. Malgré ces réserves on peut considérer qu'entre le 01/01/2004 et le 24/03/2006 la masse de MES apportée en temps sec à chaque bassin représente moins de 7% de celle apportée par temps de pluie au bassin d'infiltration.

Efficacité du bassin de rétention à long terme par temps sec

Les séries formées pour cet objectif ont été utilisées. Elles sont composées à chaque entrée de bassin de 79 périodes de temps sec se correspondant mutuellement. Les masses de MES et les volumes d'effluent apportés à chaque entrée de bassin avant et après compartimentage par les périodes de ces séries permettent d'estimer les concentrations moyennes en MES à chaque entrée de bassin puis d'en déduire l'efficacité du bassin de rétention (Tableau 22).

Période	Nombre de périodes de temps sec	Concentration moyenne en entrée de rétention	Concentration moyenne en entrée d'infiltration	Efficacité moyenne du bassin de rétention
Avant compartimentage	51	73 mg/L	86 mg/L	-18%
Après compartimentage	28	28 mg/L	11 mg/L	61%

Tableau 22. Concentrations moyennes en MES des effluents de temps sec à l'entrée de chaque bassin avant et après compartimentage et efficacité du bassin de rétention.

On observe une diminution de la concentration moyenne en MES des effluents à chaque entrée de bassin après le compartimentage. Cette diminution est un peu plus marquée en entrée d'infiltration. Le bassin semble donc traiter un peu mieux les effluents de temps sec depuis le compartimentage. Avant le compartimentage son efficacité épuratoire est vraisemblablement nulle ou très faible. Ces résultats doivent encore être considérés avec prudence en raison de bilans volumiques peu satisfaisants aux deux entrées de bassin et d'incertitudes sur les concentrations moyennes après compartimentage probablement du même ordre de grandeur que les concentrations elles-mêmes.

CONCLUSIONS

Les principaux résultats de cette étude sont les suivants :

i) Sur des événements couverts en débit à plus de 90% à l'entrée de systèmes de rétention et d'infiltration comme ceux instrumentés à Chassieu dans le cadre de l'OTHU, les volumes événementiels apportés par temps de pluie sont connus avec des incertitudes faibles généralement inférieures à 10%. Les volumes totaux apportés à long terme par ce type d'événements sont eux-mêmes connus avec une très faible incertitude de l'ordre de 1 %. Cependant les principales sources d'incertitude viennent d'une mauvaise couverture des évènements. Une possibilité consisterait à utiliser à la place des événements insuffisamment couverts en débit des événements simulés à partir d'un modèle de fonctionnement hydrologique

du bassin versant (en entrée de rétention) et d'un modèle de fonctionnement hydraulique du bassin de rétention (en entrée d'infiltration) correctement calés et validés sur des événements suffisamment couverts en débit à chacune des deux entrées. Une autre possibilité consisterait à utiliser une méthode de reconstitution des données manquantes (interpolation, par exemple).

- Par temps sec les volumes apportés à l'entrée de ces systèmes sont plus mal connus et entachés d'incertitudes plus importantes vraisemblablement liées à des niveaux d'eau et à des vitesses d'écoulement en réseau bien plus faibles qu'en temps de pluie. Le volume apporté à long terme par temps sec aux bassins de Chassieu est faible et représente 15 à 20% du volume apporté à long terme par temps de pluie. Les polluants véhiculés par les effluents de temps sec peuvent aussi jouer un rôle dans le colmatage des ouvrages d'infiltration même s'il est sans doute mineur par rapport au temps de pluie. L'amélioration des mesures des volumes par temps sec qui sont nécessaires à la reconstitution des masses de polluants doit donc être poursuivie. Pour tenter d'améliorer l'estimation des volumes de temps sec d'autres choix de mesures de hauteur et de vitesse parmi celles fournies par les capteurs disponibles pourront prochainement être testés à l'identique de ce qui a été tenté avec succès en temps de pluie.
- iii) Par temps de pluie les masses de MES apportées événement par événement sont connues avec des incertitudes plus faibles en entrée de rétention (15% en moyenne) qu'en entrée d'infiltration (27% en moyenne). A long terme elles sont connues avec des incertitudes acceptables (10% en entrée de rétention et 20% en entrée d'infiltration). A l'entrée du bassin de rétention de Chassieu les masses événementielles de MES ne semblent pas particulièrement corrélées à des intensités mesurées sur de courts pas de temps ni à la durée de temps sec antécédente ni au volume événementiel d'effluent. Les événements de volume faible apportent majoritairement des faibles masses de MES. Les plus fortes masses événementielles de MES ne semblent pas spécifiquement apportées par les événements de plus fort volume même si ces événements apportent quand même à eux seuls plus de la moitié de la masse totale de MES de la série d'événements utilisée. Depuis le compartimentage du bassin les masses apportées par ce type d'événement semblent particulièrement fortes. Il semble que des déversements fréquents par la surverse en soient à l'origine. Ces conclusions restent encore réservées pour les mêmes raisons liées à l'absence de plusieurs événements significatifs dans la série d'événements utilisée.
- Par temps de pluie l'efficacité à long terme du bassin de rétention de Chassieu est d'environ iv) 50%. Elle semble avoir chuté depuis le compartimentage du bassin. Les séries d'événements utilisées avant et après compartimentage ne sont cependant pas suffisamment comparables pour conclure à une influence du compartimentage sur cette baisse d'efficacité, la variabilité événementielle pouvant très bien l'expliquer. Les efficacités sont globalement très variables. Visà-vis des événements de plus de 5000 m³ de plus fort volume, l'efficacité du bassin semble meilleure sur la période avant compartimentage (80% en moyenne) qu'après (11% en moyenne) où des déversements fréquents ont eu lieu entre compartiments. Le bassin produit pourtant son efficacité maximum après compartimentage lors du seul événement de plus fort volume n'ayant pas déversé. La recherche d'un niveau de seuil adapté au déversement d'événements de plus grande période de retour semble nécessaire. La mise en relation de l'évolution des masses de MES apportées au bassin d'infiltration avec l'évolution de sa capacité d'infiltration a été entreprise pour mieux cerner l'influence des MES sur son colmatage dans le rapport Ecopluies « Calage de modèles optimisés de fonctionnement hydrologique diachronique des bassins d'infiltration et analyse de l'évolution du colmatage » (D-A2 et D-A3).
- v) Par temps sec l'efficacité du bassin de rétention avant compartimentage est quasiment nulle. Elle semble meilleure depuis le compartimentage. Ces conclusions doivent être prises avec prudence jusqu'à ce que la qualité des bilans volumiques de temps sec s'améliore.

Globalement l'amélioration de la méthode de suivi des volumes d'eau et des masses de MES passera par l'amélioration des relations Turbidité /MES notamment dans les faibles gammes de turbidité et par l'amélioration et une meilleure couverture des débits notamment dans les faibles et grandes valeurs de débits.

Références bibliographiques

- Abdi H. (2003). Partial least squares (PLS) regression. In: *Encyclopedia of social sciences research methods*. M. Lweis-Beck, A. Bryman, T. Futing (eds). Thousand Oaks, CA (USA): Sage, 792-795.
- Adamsson Å., Stovin V., Bergdahl L. (2003). Bed shear stress boundary condition for storage tank sedimentation. *Journal of Environmental Engineering*, 129(7), 651-658.
- Aires N., Chebbo G., Tabuchi J.-P., Battaglia P. (2003). Dépollution des effluents urbains de temps de pluie en bassins de stockage-décantation. *TSM*, 12, 70-86.
- Aji S., Tavolaro S., Lantz F., Faraj A. (2003). Apport du bootstrap à la régression PLS : application à la prédiction de la qualité des gazoles. *Oil & Gas Science and Technology*, 58(5), 599-608.
- Bardin J.-P., Barraud S. (2004). Aide au diagnostic et à la restructuration du bassin de rétention de Chassieu. Villeurbanne (France): INSA de Lyon URGC, rapport pour la Direction de l'Eau du Grand Lyon, juin 2004, 62 p.
- Bertrand Krajewski J.L, Barraud S., Lipeme Kouyi G., Torres S. (2007). Annual TSS and COD loads in combined sewers overflows estimated by continuous in situ turbidity measurements. To be printed in Proceedings of the 11th International Conference on Diffuse Pollution. Belo Horizonte, Brasil, 26-31 august 2007.
- Bertrand-Krajewski J.-L. (2001). Détermination des vitesses de chute des polluants en phase particulaire des rejets urbains par ajustement numérique de la courbe M(t) pour le protocole VICTOR. Villeurbanne (France) : INSA de Lyon Laboratoire URGC Hydrologie Urbaine, rapport de recherche, mars 2001, 63 p.
- Bertrand-Krajewski J.L. (2004). TSS concentrations in sewers estimated from turbidity measurements by means of linear regression accounting for uncertainties in both variables. Water Science and Technology Vol 50 (11), pp81-88.
- Bertrand-Krajewski J.-L., Bardin J.P. (2002). Evaluation of uncertainties in urban hydrology: application to volumes and pollutant loads in a storage and settling tank. *Water Science and Technology*, Vol 45(4-5), 437-444, 2002.
- Cemagref (2004). *Logiciel Rubar 20. Notice d'emploi*. Lyon (France): Cemagref, Département Gestion des Milieux Aquatiques, Unité de Recherches Hydrologie-Hydraulique, Mai 2004, 64 p.
- CEMAGREF (2008). Logiciel Rubar20. Notice d'emploi, Lyon (France): Cemagref, Département Gestion des Milieux Aquatiques, Unité de Recherches Hydrologie-Hydraulique, Février 2008, 60 p.
- Chebbo G. (1992). Solides des rejets pluviaux urbains Caractérisation et traitabilité. Thèse de doctorat : Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, Paris (France), 400 p. + annexes.
- Chebbo G., Bertrand-Krajewski J.-L., Gromaire M.-C., Aires N. (2003). Répartition des polluants des eaux urbaines par classes de vitesses de chute. Partie A : description des protocoles de mesure. *TSM*, 12, 50-58.
- Chebbo G., Bertrand-Krajewski J.-L., Gromaire M.-C., Aires N. (2003a). Répartition des polluants des eaux urbaines par classes de vitesses de chute. Partie A : description des protocoles de mesure. *TSM*, 12, 50-58. ISSN 0299-7258.
- Chebbo G., Gromaire M.-C., Lucas E. (2003b). Protocole VICAS: mesure de la vitesse de chute des MES dans les effluents urbains. *TSM*, 12, 39-49. ISSN 0299-7258.
- Dantas Filho H. A., de Souza E. S., Visani V., de Barros S. R., Saldanha T. C., Araújo M. C., Galvao R. K. (2005). Simultaneous Spectrometric Determination of Cu²⁺, Mn²⁺ and Zn²⁺ in Polivitaminic/Polimineral Drug Using SPA and GA Algorithms for Variable Selection. *J. Braz. Chem. Soc.*, 16(1), 58-61.
- De Bénédittis J., Bertrand-Krajewski J.-L. (2005). Mesurage de la concentration en polluants dans les eaux usées par spectrométrie UV-visible. Actes de la conférence SHF-ASTEE-GRAIE « Autosurveillance, diagnostic permanent et modélisation des flux polluants en réseaux d'assainissement urbains », Marne-la-Vallée (France), 5-6 juin 2005, 201-210.
- Filzmoser P., Garrett R.G., Reimann C. (2005). Multivariate outlier detection in exploration geochemistry. *Computers & Geosciences*, 31, 579–587. ISSN 0098-3004.
- Gromaire M.-C., Chebbo G., Mesure de la vitesse de chute des particules en suspension dans les effluents urbains, protocole VICAS, manuel de l'utilisateur, Marne-la-Vallée (France): ENPC CEREVE, novembre 2003, 70 p.
- Gromaire M.-C., Saad M., Chebbo G. (2003). Répartition des polluants des eaux urbaines par classes de vitesses de chute. Partie B : analyse des méthodes de mesure. *TSM*, 12, 59-68.
- Hanafi M. (2004). Approche PLS : une hiérarchie des stratégies pour la détermination des variables latentes. *Actes des XXXVIèmes Journées de Statistique*, Montpellier (France), 24-28 mai 2004, 5 p.

- Hochedlinger M. (2005). Assessment of combined sewer overflow emissions. PhD thesis: Faculty of Civil Engineering, University of Technology Graz (Austria), June 2005, 174 p. + annexes.
- Langergraber G., Fleischmann N., Hofstädter F. (2003). A multivariate calibration procedure for UV/VIS spectrometric quantification of organic matter and nitrate in wastewater. *Water Science and Technology*, 47(2), 63-71.
- Marsalek J., Watt W.E., Henry D. (1992). Retrofitting stormwater ponds for water quality control. *Water Poll. Res. J. Canada*, 27(2), 403-422.
- Matthews R.R., Watt W.E., Marsalek J., Crowder A.A., Anderson B.C. (1997). Extending retention times in a stormwater pond with retroffited baffles. Water Quality Research Journal of Canada, 32(1), 73-87.
- Pebesma E.J. (2005). The gstat Package, uni- and multivariable geostatistical modelling, prediction and simulation. Version 0.9-21, 2005/03/29.
- Perrodin Y., Delolme C., Winiarski T., Bedell J.P., Barraud S., Bardin J.P., Le Coustumer S., Gibert J., Malard F., Mermillot Blondin F., Gourdon R., Desjardin V., Brelot E., Bacot L. (2005). Programme MGD Infiltration. Maîtrise et gestion durable des ouvrages d'infiltration en milieu urbain. Rapport final. 389 p.
- Rousseeuw, P.J., Van Driessen, K., 1999. A fast algorithm for the minimum covariance determinant estimator. *Technometrics* 41, 212–223.
- Stovin V.R. (1996). The prediction of sediment deposition in storage chambers based on laboratory observations and numerical simulations. PhD thesis: University of Sheffield, UK.
- Stovin V.R., Saul A.J., Drinkwater A., Clifforde I. (1999). Field testing CFD-based predictions of storage chamber gross solids separation efficiency. *Water Science and Technology*, 39(9), 161-168.
- Strecker E., Quigley M., Urbonas B., Jones J., Clary J., O'Brien J. (2004). Urban stormwater BMP performance: Recent findings from the International Stormwater BMP Database Project. *Proceedings of Novatech 2004*, Lyon, France, 6-10 June, 407-414.
- Strecker E., Quigley M., Urbonas B., Jones J., Clary J., O'Brien J. (2004). Urban stormwater BMP performance: Recent findings from the International Stormwater BMP Database Project. *Proceedings of Novatech 2004*, Lyon, France, ISBN 2-9509337-5-0, 6-10 Juin 2004, 407-414.
- Ta C. T. (1999). Computational fluid dynamic model of storm tank. *Proceedings of the 8th Int. Conf. Urban Storm Drainage*, Sydney, Australia, 30 Aug.-3 Sept., 3, 1279–1286.
- Tenenhaus M. (1998). La régression PLS, théorie et pratique. Paris (France) : Technip, 254 p.
- Torres A., Bertrand-Krajewski J.-L. (2006). Amélioration des algorithmes d'étalonnage d'un spectromètre UV-visible pour le mesurage in situ en continu des polluants dans les effluents urbains. *Actes des 24^{èmes} Rencontres Universitaires de Génie Civil, AUGC*, La Grande Motte, France, 1-2 juin 2006, 8 p.
- Torres A., Bertrand-Krajewski J.-L. (2007). Distribution of settling velocities of particles in urban stormwater: assessment and uncertainties of the Vicas protocol. *Proceedings of the 32th IAHR Congress*, Venice, Italy, 1-6 July 2007, 9 pages.
- Torres A., Lipeme Kouyi G., Bertrand-Krajewski J.-L., Paquier A. (2007). Modélisation 2D de l'hydrodynamique dans un bassin de retenue d'eau pluviale. *Actes des 25*^{èmes} *Rencontres Universitaires de Génie Civil*, AUGC, Bordeaux, France, 23-25 mai 2007, 8 p.
- VCCL (2005). Partial Least Squares Regression (PLSR). Virtual Computational Chemistry Laboratory, http://146.107.217.178/lab/pls/
- Zaninetti J.-M. (2005). Statistique spatiale. Méthodes et applications géomatiques. Paris (France): Lavoisier, 320 p.

ANNEXE 1 - Caractérisation du protocole VICAS

Protocole VICAS (VItesse de Chute en ASsainissement)

Ce protocole est fondé sur le principe de la suspension homogène de type A (Chebbo *et al.*, 2003a). Les particules sont supposées décanter dans une colonne de décantation de manière indépendante les unes des autres, sans former d'agrégats et sans diffusion (Gromaire et Chebbo, 2003), ce qui se traduit par l'équation (1).

$$M(t) = S(t) + t \frac{dM(t)}{dt} \tag{1}$$

avec M(t) la masse accumulée de particules ayant décanté en bas de la colonne après la durée t, S(t) la masse accumulée de particules décantées en bas de la colonne après la durée t avec une vitesse de chute supérieure à H/t avec H la hauteur d'eau dans la colonne (Chebbo, 1992; Chancelier et al., 1998).

Un schéma de la colonne de décantation VICAS est donné Figure 1. La liste des équipements ainsi que la procédure de mesurage seront décrites en détail dans la partie 2 de ce document.

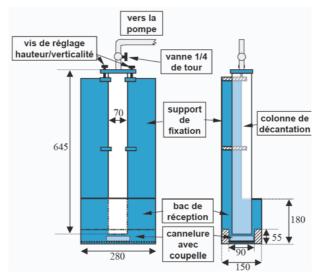


Figure 1 Schéma du protocole VICAS (Chebbo et al., 2003b)

Répétabilité du protocole VICAS

Deux expériences de répétabilité ont été réalisées le 11/05/2006 et le 13/12/2006. Les échantillons utilisés ont été prélevés au moyen des pièges P02 et P01 respectivement (voir localisation Figure 2) après des remplissages du bassin lors d'événements pluvieux. Chaque expérience a été réalisée sur trois sous-échantillons de 5_L chacun constitués à partir d'un échantillon de 25 L. Pour chaque sous-échantillon le protocole a été mené de manière à déterminer leurs courbes de vitesses de chute, en utilisant trois colonnes de décantation VICAS. Les courbes des vitesses de chute obtenues sont présentées Figure 1 (expérience du 11/05/2006) et Figure 2 (expérience du 13/12/2006). Pour les deux expériences, les courbes de vitesses de chute obtenues pour les trois tests sont très semblables. Le coefficient de variation calculé pour les trois tests ne dépasse pas 7 %, indiquant une très bonne répétabilité du protocole VICAS, même dans le cas de solides décantés.

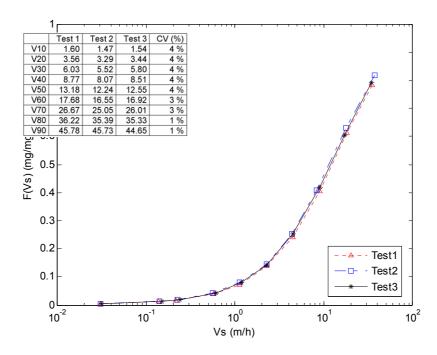


Figure 1 Expérience de répétabilité (3 répétitions) du protocole VICAS réalisée le 11/05/2006 pour les sédiments collectés au moyen du piège P02

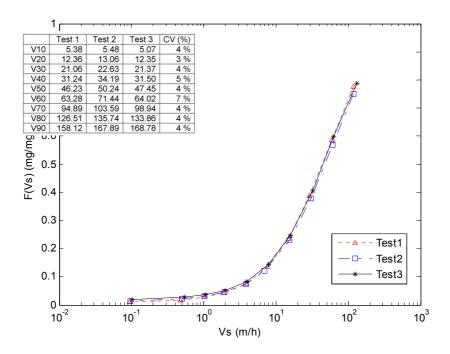


Figure 2 Expérience de répétabilité (3 répétitions) du protocole VICAS réalisée le 13/12/2006 pour les sédiments collectés au moyen du piège P01

Incertitudes associées au protocole VICAS

La courbe obtenue à partir du protocole VICAS est représentée mathématiquement par l'équation (Gromaire et Chebbo, 2003).

$$F(V_s) = 100 \left(1 - \frac{S(t)}{M_{dec} + M_{fin}} \right) \tag{1}$$

avec,

$$S(t) = M(t) - t \frac{dM(t)}{dt} = \frac{b\left(1 + \left(1 - d\right)\left(\frac{c}{t}\right)^{d}\right)}{\left(1 + \left(\frac{c}{t}\right)^{d}\right)^{2}}$$
(2)

$$V_s = \frac{H}{t} \tag{3}$$

Mdec la masse totale décantée, Mfin la masse résiduelle dans la colonne à la fin du mesurage, b, c et d des paramètres déterminés par moindres carrés de manière que b > 0, c > 0 et $d \in]0$; 1[, selon l'équation (4) proposée par Bertrand-Krajewski (2001).

$$M(t) = \frac{b}{1 + \left(\frac{c}{t}\right)^d} \tag{4}$$

La grandeur $F(V_s)$ est donc déterminée à partir des six grandeurs t, b, c, d, M_{dec} et M_{fin} par la relation fonctionnelle :

$$F(V_s) = f_F(t, b, c, d, M_{dec}, M_{fin}) = 1 - \frac{b\left(1 + \left(1 - d\left(\frac{c}{t}\right)^d\right)\right)}{\left(1 + \left(\frac{c}{t}\right)^d\right)^2 \left(M_{dec} + M_{fin}\right)}$$

$$(5)$$

L'incertitude type de $F(V_s)$ peut être calculée à partir de la loi de propagation des incertitudes :

$$u^{2}(F(V_{s})) = \sum_{i=1}^{6} \left(\frac{\partial f_{F}}{\partial x_{i}}\right)^{2} u^{2}(x_{i}) + 2\sum_{i=1}^{5} \sum_{j=i+1}^{6} \frac{\partial f_{F}}{\partial x_{i}} \frac{\partial f_{F}}{\partial x_{j}} u(x_{i}, x_{j})$$

$$\tag{6}$$

avec x_i les 6 variables présentes dans l'équation (5) ($x_1 = b$, $x_2 = c$, $x_3 = d$, $x_4 = t$, $x_5 = M_{dec}$, $x_6 = M_{fin}$.), $u(x_i)$ l'incertitude type associée à la variable x_i et $u(x_i, x_j)$ la covariance de x_i et x_j . Les incertitudes types sont considérées équivalentes aux écart-types.

Toutes les dérivées partielles sont évaluables de manière analytique par les équations (7) à (12).

$$\frac{\partial f_F}{\partial t} = \frac{\partial F(V_s)}{\partial t} = \frac{-\frac{bd}{t} \left(\frac{c}{t}\right)^d}{\left(M_{dec} + M_{fin} \left(1 + \left(\frac{c}{t}\right)^d\right)^3\right)} \left[1 + d + \left(1 - d\right) \left(\frac{c}{t}\right)^d\right]$$
(7)

$$\frac{\partial f_F}{\partial b} = \frac{\partial F(V_s)}{\partial b} = -\frac{1 + \left(1 - d\right) \left(\frac{c}{t}\right)^d}{\left(1 + \left(\frac{c}{t}\right)^d\right)^2 \left(M_{dec} + M_{fin}\right)}$$
(8)

$$\frac{\partial f_F}{\partial c} = \frac{\partial F(V_s)}{\partial c} = \frac{bd}{c} \left(\frac{c}{t}\right)^d \frac{1 + d + \left(1 - d\right)\left(\frac{c}{t}\right)^d}{\left(1 + \left(\frac{c}{t}\right)^d\right)^3 \left(M_{dec} + M_{fin}\right)} \tag{9}$$

$$\frac{\partial f_F}{\partial d} = \frac{\partial F(V_s)}{\partial d}$$

$$= \frac{b\left(\frac{c}{t}\right)^{d}}{\left(1 + \left(\frac{c}{t}\right)^{d}\right)^{3} \left(M_{dec} + M_{fin}\right)} \left[1 + \left(\frac{c}{t}\right)^{d} + \ln\left(\frac{c}{t}\right) \left[1 + d + \left(1 - d\left(\frac{c}{t}\right)^{d}\right)\right]\right]$$

$$(10)$$

$$\frac{\partial f_F}{\partial M_{dec}} = \frac{\partial F(V_s)}{\partial M_{dec}} = \frac{b\left(1 + \left(1 - d\left(\frac{c}{t}\right)^d\right)\right)}{\left(1 + \left(\frac{c}{t}\right)^d\right)^2 \left(M_{dec} + M_{fin}\right)^2} \tag{11}$$

$$\frac{\partial f_F}{\partial M_{fin}} = \frac{\partial F(V_s)}{\partial M_{fin}} = \frac{b\left(1 + \left(1 - d\right)\left(\frac{c}{t}\right)^d\right)}{\left(1 + \left(\frac{c}{t}\right)^d\right)^2 \left(M_{dec} + M_{fin}\right)^2}$$
(12)

Le temps t est mesuré manuellement avec un chronomètre. Les solides décantés sont collectés dans des coupelles d'aluminium avec des indices p=1 à 10 aux instants $t_p=1$ min, 2 min, 4 min, 8 min, 16 min, 32 min, 64 min, 2 h, 4 h et > 12 h. L'incertitude type u(t) est prise égale à 1 s.

Les incertitudes types sur b, c et d ont été évaluées à partir de simulations de Monte Carlo. N jeux de 10 masses élémentaires m_p (m_p est la masse de particules ayant décanté dans la colonne entre les instants t_{p-1} et t_p) ont été générés comme des séries aléatoires corrélées en supposant une distribution normale pour chaque série m_p . La méthode utilisée est une généralisation de la méthode présentée par Tu (1998). Le nombre N de jeux de masses élémentaires est défini par la méthode présentée dans Anonyme (1995). N = 800 jeux ont été générées pour toutes les expériences VICAS. Pour chaque jeu, b, c et d ont été déterminés selon la méthode des moindres carrés. Pour les séries de N valeurs de b, c et d, les moyennes et les écart-types ont été calculés. La Figure 1 illustre, pour un exemple réel (protocole VICAS mené pour un échantillon relatif à l'événement pluvieux du 14 juin 2005 prélevé au fond du bassin Django Reinhardt au moyen du piège P04), les courbes simulées et les résultats (valeur moyenne et incertitude type) obtenus pour b, c et d.

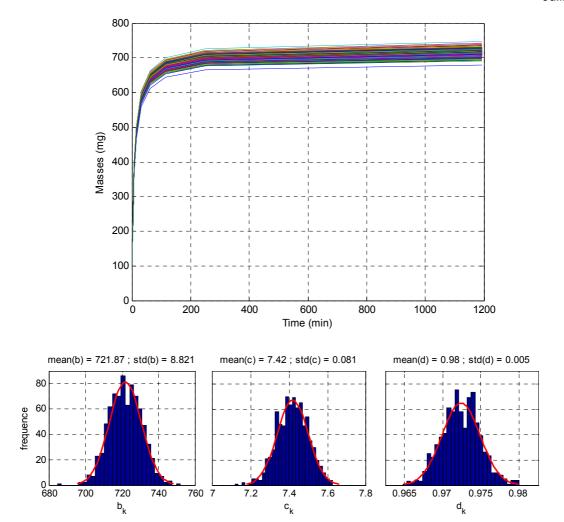


Figure 1 Simulation de Monte Carlo pour N = 800 jeux de 10 masses élémentaires m_p (événement : 14/06/2005; échantillonnage : piège P04 ; protocole : VICAS)

Pour cet exemple, sur la base des 800 triplets b, c et d estimés, les moyennes pour chaque paramètre ont été calculées (721.87, 7.42 et 0.98, respectivement), ainsi que les écart-types (8.821, 0.081 et 0.005, respectivement). On observe aussi que les courbes des masses acumulées en fonction du temps présentées Figure 1 (haut) ne se croisent pas entre elles. Ceci est dû au fait que la génération a été faite de manière aléatoire mais corrélée, de manière qu'à chaque génération, la masse élémentaire $m_{\rm p+1}$ dépende de la masse élémentaire $m_{\rm p}$.

Comme la masse totale décantée M_{dec} est calculée selon l'équation (013), son incertitude type est calculée à partir des incertitudes types sur chaque valeur m_p . Un calcul similaire est réalisé pour M_{fin} , qui est déterminé par filtration de l'eau dans la colonne de décantation à la fin de l'expérience, en utilisant plusieurs filtres.

$$M_{dec} = \sum_{p=1}^{10} m_p \tag{013}$$

L'incertitude type $u(V_s)$ dépend des deux incertitudes type u(H) = 0.5 mm et u(t) = 1 s.

Tous les calculs expliqués ci-dessus (paragraphe 0) ont été programmés dans un code MatLab appelé UVICAS utilisé pour chaque expérience. Un exemple de résultats d'incertitude est présenté Figure 2. Cet exemple correspond à un échantillon relatif à l'événement pluvieux du 9 avril 2006 prélevé au fond du bassin Django Reinhardt au moyen du piège P12. Sur cet échantillon nous avons mené le protocole VICAS et appliqué le programme UVICAS. La valeur finale de l'incertitude sur $F(V_s)$ décroît pour des valeurs croissantes de V_s

(Figure 2) : $u(F(V_s))$ varie de 0.4 % pour V_s = 0.03 m/h à 0.14 % pour V_s = 30 m/h. Dans cet exemple, la vitesse médiane V_{50} une probabilité de 95 % d'être comprise entre 2.14 et 2.39 m/h.

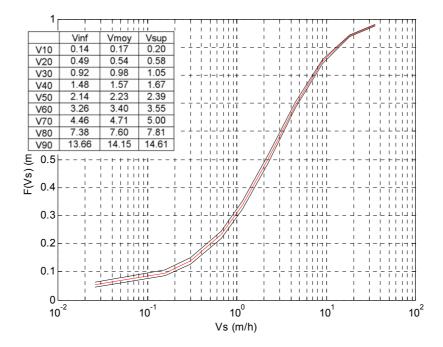


Figure 2 Incertitudes sur $F(V_s)$ calculées avec le code UVICAS (événement : 9/04/2006 ; échantillonnage : piège P12)

Erreurs associées au protocole VICAS

Gromaire et Chebbo (2003) ont proposé le calcul d'un bilan de masse pour évaluer le qualité des résultats issus des mesurages avec le protocole VICAS. Ce bilan a pour objectif la détection de pertes de particules qui pourraient générer des biais ou des erreurs dans le résultat final. Il repose sur la comparaison entre la masse initiale introduite dans la colonne, d'une part, et la somme de M_{dec} (masse totale de particules ayant décanté dans la colonne à la fin de l'expérience, voir Figure 2) et M_{fin} (masse de particules qui reste dans la colonne à la fin de l'expérience, voir Figure 3), d'autre part (voir rappel du schéma du protocole Figure 1). Cependant, ce bilan de masse est difficile à calculer (la masse initiale dans la colonne ne peut pas être mesurée directement du fait que les sédiments sont généralement prélevés en solution) et pas exhaustive (toutes les sources d'erreurs ne sont pas prises en compte). Il a donc été décidé d'élargir cette approche de manière à évaluer toutes les sources d'erreurs possibles pendant les manipulations.

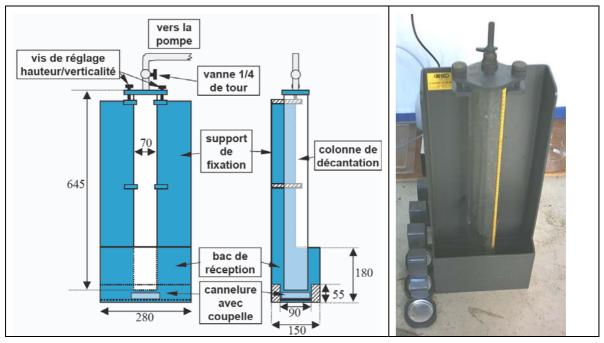


Figure 1 Schéma (gauche, Chebbo et al., 2003b) et photo (droite, A. Torres) du protocole VICAS



Figure 2 Illustration de l'endroit correspondant à la masse totale de particules ayant décanté dans la colonne à la fin de l'expérience M_{dec}



Figure 3 Illustration de l'endroit correspondant à la masse de particules qui reste dans la colonne à la fin de l'expérience M_{fin}

En plus de M_{dec} et M_{fin} , les masses suivantes ont été prises en compte dans nos calculs :

 M_{ini} masse initiale totale dans le seau contenant l'échantillon à verser dans le bac de réception (Figure 4).

 M_{br} masse totale de particules qui reste dans le bac de réception à la fin de l'expérience (Figure 1).

 M_{hom} masse totale de particules perdue par dépôt sur le mélangeur utilisé pour homogénéiser l'échantillon dans le seau avant transfert dans le bac de réception (Figure 4).

 M_s masse totale de solides qui restent dans le seau après que l'échantillon ait été versé dans le bac de réception (Figure 5).



Figure 4 Illustration de l'endroit correspondant à la masse initiale totale dans le seau contenant l'échantillon à verser dans le bac de réception M_{ini} et à la masse totale de particules perdue par dépôt sur le mélangeur utilisé pour homogénéiser l'échantillon dans le seau avant transfert dans le bac de réception M_{hom}



Figure 5 Illustration de l'endroit correspondant à la masse totale de solides qui restent dans le seau après que l'échantillon ait été versé dans le bac de réception M_s

 M_{hom} et M_s sont déterminés après un rinçage méticuleux de tout le matériel avec de l'eau distillée. Le bilan de masse est donc calculé selon l'équation (1).

$$M_{ini} = M_{dec} + M_{fin} + M_{br} + M_{hom} + M_s + \Delta \tag{1}$$

avec Δ l'erreur éventuelle sur le bilan de masse.

Trois tests de bilan de masse ont été réalisés avec différents un échantillon collecté dans le bassin de retenue Django Reinhardt le 23 mai 2006 au moyen du piège P01. Cet échantillon a été séché au four pendant plus de 24 heures pour constituer avec lui des solutions à différentes concentrations (élevée pour le Test 1, moyenne pour le Test 2 et faible pour le Test 3) fixées en fonction des concentrations observées lors d'expériences précédentes. Par ces expériences nous voulions avoir une meilleure connaissance et un meilleur contrôle de la masse initiale à introduire dans la colonne M_{ini} de manière à réaliser avec plus de certitude le bilan de masse. Les résultats sont indiqués dans le Tableau 1. Les bilans de masse sont globalement satisfaisants, avec des erreurs comprises entre 3 et 5 %.

abicau	i ivesuit	ats des tests de t	man de mas	sse (prefeverifient	. 23/03/200	o , echantinonnag	je . piege i
		Test 1		Test 2		Test 3	
		Masse (mg)	% M _{ini}	Masse (mg)	% M _{ini}	Masse (mg)	% M _{ini}
	M _{dec}	3481.2	32 %	1663.9	23 %	83.5	24 %
	M_{fin}	87.0	1 %	73.0	1 %	9.0	3 %
	M_{br}	6606.8	61 %	3952.3	54 %	202	59 %
	M_{hom}	7.3	0 %	6.3	0 %	0.3	0 %
	Ms	353.1	3 %	1325.1	18 %	36.5	11 %
	Δ	358.6	3 %	346.4	5 %	13.1	4 %

7367.0

Tableau 1 Résultats des tests de bilan de masse (prélèvement : 23/05/2006 ; échantillonnage : piège P01)

Protocole VICAS modifié

 M_{ini}

10894.0

100 %

Pour les résultats présentés Tableau 1, les concentrations de particules sont inférieures dans la colonne de décantation que dans le bac de réception. En effet, la plupart de la masse totale initiale de particules est divisée entre le bac de réception M_{br} (plus de 54 %) et la masse décantée M_{dec} (plus de 23 %).

100 %

344.4

100 %

Les concentrations initiales (C_{ini}) ont été calculées pour les trois échantillons relatifs aux tests 1 à 3, comme le rapport entre la masse initiale totale dans le seau contenant l'échantillon à verser dans le bac de réception M_{ini} et le volume d'eau utilisé pour constituer l'échantillon initial à verser dans le bac de réception V_{ini} (voir Tableau 1).

Dans le Tableau 1 on observe que le volume initial V_{ini} utilisé pour constituer l'échantillon du Test 1 est inférieur à celui utilisé pour les autres deux tests (soit 4 L au lieu de 5 L). Ceci a été effectué pour pouvoir homogénéiser l'échantillon le mieux possible avant de réaliser les protocoles VICAS en évitant des débordements, ce qui entraînerait une perte de sédiments.

Tableau 1 Concentrations en MES pour les échantillons initiaux correspondants à trois tests de bilan de masse $(M_{ini}: masse initiale totale dans le seau contenant l'échantillon à verser dans le bac de réception ; <math>V_{ini}: volume$ d'eau utilisé pour constituer l'échantillon initial à verser dans le bac de réception ; prélèvement : 23/05/2006 ; échantillonnage : piège P01)

	<i>M_{ini}</i> (mg)	V _{ini} (L)	$C_{ini} = M_{ini}/V_{ini}$ (mg/L)
Test 1	10894.0	4.0	2723.5

Test 2	7367.0	5.0	1473.4
Test 3	344.4	5.0	68.9

Les concentrations finales (C_{fin}) ont été calculées pour les trois échantillons relatifs aux tests 1 à 3, comme le rapport entre la masse totale de particules ayant décanté dans la colonne à la fin de l'expérience M_{dec} plus la masse de particules qui reste dans la colonne à la fin de l'expérience M_{fin} et le volume d'eau dans la colonne V_{fin} (voir Tableau 2).

Tableau 2 Concentrations finales en MES C_{fin} pour les échantillons correspondants à trois tests de bilan de masse (M_{dec} : masse totale de particules ayant décanté dans la colonne à la fin de l'expérience ; M_{fin} : masse de particules qui reste dans la colonne à la fin de l'expérience ; H: hauteur d'eau dans la colonne ; R: rayon de la colonne ; V_{fin} : volume d'eau dans la colonne ; prélèvement : 23/05/2006 ; échantillonnage : piège P01)

						·
	M _{dec} (mg)	M _{fin} (mg)	H (cm)	R (cm)	$V_{fin} = H\pi R^2$ (L)	$C_{fin} = (M_{dec} + M_{fin}) / V_{fin}$ (mg/L)
Test 1	3481.2	87.0	60.4	3.5	2.3	1541.2
Test 2	1663.9	73.0	60.4	3.5	2.3	750.2
Test 3	83.5	9.0	60.3	3.5	2.3	40.0

Les Tableau 1 et Tableau 2 montrent des écarts importants entre les concentrations obtenues pour chaque Test : l'échantillon contenu dans la colonne au début de l'expérience n'a pas la même concentration que l'échantillon initial contenu dans le seau, pour lequel on veut déterminer les distributions de vitesses de chute. La question de la représentativité des courbes de vitesses de chute obtenues à partir du protocole VICAS se pose car il n'y aucune garantie que cette perte de concentration soit homogène pour toutes les classes de vitesses. Au contraire, on aurait tendance à penser que la plus grande perte de concentration correspondrait aux classes de sédiments ayant les plus fortes vitesses de chute : pendant le remplissage de la colonne de décantation, toutes les particules dans le bac de réception n'auraient pas la même probabilité d'être entraînées par pompage dans la colonne de décantation, dû à une décantation trop rapide dans le bac de réception et à la ségrégation de certaines particules. Par conséquent, les particules avec des fortes vitesses de chute pourraient être moins représentées dans la colonne, en comparaison avec le bac de réception. Donc, les vitesses de chute réelles pourraient être supérieures à celles obtenues avec le protocole VICAS. Il existerait donc une possible amélioration de la représentativité du protocole VICAS initial en modifiant la façon de remplir la colonne VICAS.

Une modification sur la façon de remplir la colonne VICAS est donc proposée (VICAS modifié). Des tests spécifiques ont été effectués pour comparer les résultats obtenus avec les deux protocoles : protocole VICAS initial et protocole VICAS modifié et évaluer ainsi l'effet du remplissage sur le résultat final (courbes de distribution des vitesses de chute).

Pour le protocole VICAS modifié, la colonne est remplie par immersion horizontale dans l'échantillon brut, et transferrée ensuite dans un grand bac. Une fois remplie, la colonne est fermée avec un bouchon (Figure 1).



Figure 1 Illustration du processus de remplissage de la colonne de décantation pour le protocole VICAS modifié

La pompe à vide est ensuite mise en fonctionnement et la colonne est placée verticalement sur le support de fixation le plus rapidement possible, avec le bac de réception préalablement rempli avec de l'eau potable (Figure 2).



Figure 2 Illustration de la fixation de la colonne de décantation sur le support de fixation pour le protocole VICAS modifié

Ensuite, le bouchon est retiré et remplacé par la première coupelle en aluminium. Le bouchon est spécialement conçu pour collecter la masse décantée entre l'instant correspondant au remplissage de la

colonne et l'instant correspondant à la mise en place de la première coupelle en aluminium. Deux tests préliminaires ont été effectués pour comparer les résultats obtenus avec le protocole VICAS initial et modifié (Figure 3). Les échantillons, relatifs à l'évènement pluvieux du 7/03/2007, ont été prélevés en utilisant le piège P01. Dans la Figure 3 des différences relatives (Δ) importantes ont été observées entre les deux protocoles VICAS. Pour le test 1, les différences relatives varient de 99 % (V_{90}) à 137 % (V_{20}). Pour le test 2, les différences relatives varient de 78 % (V_{10}) à 110 % (V_{90}). Ces résultats mettent en évidence qu'un biais peut avoir lieu pour les courbes de vitesses de chute obtenus avec le protocole VICAS appliqué aux sédiments déposés en fond de bassin.

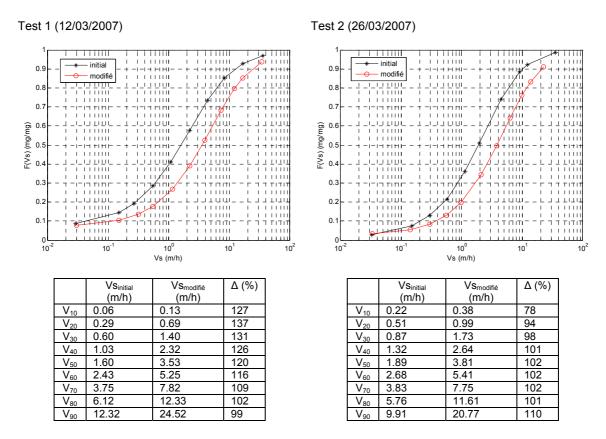


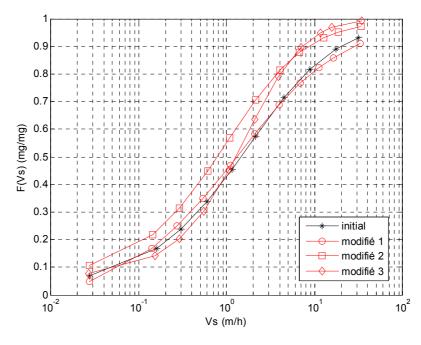
Figure 3 Comparaison entre les courbes de vitesse de chute obtenues à partir du protocole VICAS initial et modifié pour deux tests. Evénement : 7/03/2007; Echantillonnage : piège P01. Δ : différence relative entre les résultats obtenus avec le protocole modifié et ceux obtenus avec le protocole initial

Afin de valider le protocole VICAS modifié décrit précédemment, une série d'expériences a été réalisée, notamment pour évaluer la répétabilité du protocole VICAS modifié. Le Tableau 3 montre une synthèse des résultats des vitesses de chute médianes V50 de 5 expériences de répétabilité du protocole VICAS modifié ainsi que les comparaisons entre les résultats de chaque réplicat et ceux obtenus en utilisant le protocole VICAS initial. Comme indiqué sur le Tableau 3, les échantillons ont été prélevés pendant le moi de mai 2007 au moyen du piège P01, à l'exception de l'expérience 4. Les échantillons ont été conservés au réfrigérateur entre les dates correspondantes aux prélèvements et celles correspondantes aux expériences proprement dites. Pour l'expérience 2, après la conservation au réfrigérateur, l'échantillon a été séché au four à 100 °C et ensuite a été mélangé avec de l'eau potable lors de la réalisation des essais VICAS.

Tableau 3 Synthèse des expériences pour évaluer la répétabilité du protocole VICAS modifié (Δ_i : différence relative (%) entre les résultats obtenus avec le protocole modifié pour le réplicat i et ceux obtenus avec le protocole initial; CV: coefficient de variation (%) pour les résultats obtenus avec le protocole VICAS modifié)

No.	1	2	3	4	5
Date prélèvement	4/05/2007	4/05/2007	29/05/2007	29/05/2007	31/05/2007
Date expériences	15/05/2007	19/06/2007	30/05/2007	31/05/2007	6/06/2007
Piège	P01	P01	P01	P04	P01
V _{50initial} (m/h)	8.33	5.87	1.32	1.44	6.55
V _{50modifié(1)} (m/	h) 18.52	11.12	1.86	1.29	13.28
(Δ1)	(122 %)	(90 %)	(40 %)	(-10 %)	(103 %)
V _{50modifié(2)} (m/	h) 10.41	11.65	1.45	0.78	12.28
(Δ1)	(25 %)	(99 %)	(10 %)	(-45 %)	(87 %)
V _{50modifié(3)} (m/	h) 18.12	8.92	1.60	1.27	12.32
(Δ1)	(118 %)	(52 %)	(21 %)	(-12 %)	(88 %)
CV (%)	29	14	12	26	4

Les figures suivantes montrent les résultats complets des expériences de répétabilité du protocole VICAS modifié no. 4 (Figure 4) et no. 5 (Figure 5). On a choisi d'illustrer d'une manière plus approfondie les résultats relatifs à ces deux expériences pour les raisons suivantes : (i) l'expérience 4 présente un coefficient de variation CV très élevé (26 %) et des vitesses de chute médianes obtenues avec le protocole VICAS modifié inférieures par rapport à celles obtenues avec le protocole VICAS initial ; (ii) l'expérience 5 présente le plus faible coefficient de variation CV (4 %) et des des vitesses de chute médianes obtenues avec le protocole VICAS modifié beaucoup plsu élevées que celles obtenues avec le protocole VICAS initial.



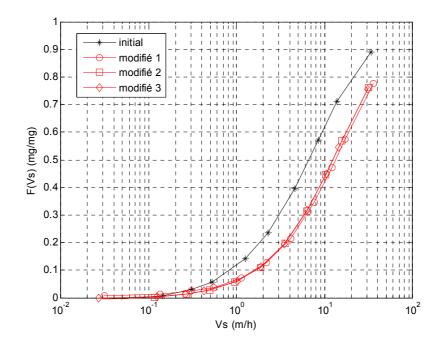
	Vs _{initial} (m/h)	$Vs_{modifié(1)} \ (m/h) \ (\Delta_1)$	$\begin{array}{c} Vs_{modifi\'e(2)} \\ (m/h) \\ (\Delta_2) \end{array}$	$Vs_{modifié(3)} \ (m/h) \ (\Delta_3)$	CV (%)
V ₁₀	0.06	0.06 (7 %)	0.02 (-61 %)	0.07 (15 %)	48
V ₂₀	0.22	0.18 (-15 %)	0.12 (-44 %)	0.28 (30 %)	42
V ₃₀	0.47	0.39 (-17 %)	0.27 (-43 %)	0.54 (14 %)	34
V ₄₀	0.85	0.73 (-14 %)	0.48 (-44 %)	0.85 (0 %)	28
V ₅₀	1.44	1.29 (-10 %)	0.78 (-45 %)	1.27 (-12 %)	26
V ₆₀	2.39	2.29 (-5 %)	1.26 (-47 %)	1.82 (-24 %)	29
V ₇₀	4.10	4.24 (3 %)	2.06 (-50 %)	2.64 (-36 %)	38
V ₈₀	7.75	9.03 (17 %)	3.67 (-53 %)	4.01 (-48 %)	54

V ₉₀ 19.80 28.80 (45 8.43 (-57 %) 7.10 (-64 %) 82	V ₉₀		19.80	30 (45	8.43 (-57 %)	7.10 (-64 %)	82
---	-----------------	--	-------	---------	--------------	--------------	----

 Δ_i : différence relative (%) entre les résultats obtenus avec le protocole modifié pour le réplicat i et ceux obtenus avec le protocole initial ; CV : coefficient de variation (%) pour les résultats obtenus avec le protocole VICAS modifié

Figure 4 Expérience de répétabilité no. 4 pour l'évaluation du protocole VICAS modifié. Prélèvement :

29/05/2007; Expériences: 31/05/2007; Echantillonnage: piège P04



	Vs _{initial} (m/h)	Vs _{modifié(1)} (m/h) (Δ1)	$Vs_{modifie(2)}$ (m/h) $(\Delta 2)$	$Vs_{modifie(3)}$ (m/h) $(\Delta 3)$	CV (%)
V ₁₀	0.88	1.67 (89 %)	1.68 (91 %)	1.67 (89 %)	0
V ₂₀	1.85	3.73 (101 %)	3.57 (93 %)	3.57 (93 %)	3
V ₃₀	3.06	6.23 (104 %)	5.85 (91 %)	5.86 (92 %)	4
V ₄₀	4.57	9.33 (104 %)	8.68 (90 %)	8.72 (91 %)	4
V ₅₀	6.55	13.28 (103 %)	12.28 (87 %)	12.32 (88 %)	4
V ₆₀	9.23	18.86 (104 %)	17.40 (88 %)	17.62 (91 %)	4
V ₇₀	13.27	27.43 (107 %)	25.12 (89 %)	25.26 (90 %)	5
V ₈₀	21.64	38.89 (80 %)	35.20 (63 %)	35.14 (62 %)	6
V ₉₀	35.23	53.01 (50 %)	47.25 (34 %)	47.17 (34 %)	7

 Δ_i : différence relative (%) entre les résultats obtenus avec le protocole modifié pour le réplicat i et ceux obtenus avec le protocole initial ; CV : coefficient de variation (%) pour les résultats obtenus avec le protocole VICAS modifié

Figure 5 Expérience de répétabilité no. 5 pour l'évaluation du protocole VICAS modifié. Prélèvement :

31/05/2007; Expériences: 6/06/2007; Echantillonnage: piège P01

Les expériences réalisées en vue de déterminer la répétabilité du protocole VICAS modifié, dont leurs résultats sont présentés en forme de synthèse $Tableau\ 3$ présentent des inconvénients à deux niveaux : (i) la répétabilité n'est pas satisfaisante dans la plupart des cas : les coefficients de variation (CV) peuvent atteindre jusqu'à 29 % pour les vitesses médianes V_{50} ; (ii) le biais n'est pas toujours observé en utilisant le protocole VICAS modifié (voir par exemple les résultats présentés $Figure\ 4$).

Le deuxième problème évoqué ci-dessus pourrait être expliqué par le fait que les concentrations initiales en MES dans la colonne au début de l'expérience ne soient pas identiques d'une expérience à l'autre. Le biais pourrait donc n'être détecté avec le protocole VICAS modifié pour certaines expériences ayant une concentration initiale trop élevée ou trop faible. De manière à évaluer cette hypothèse la Figure 6 montre, pour chaque expérience relative au protocole VICAS modifié, en ordonnées la différence relative en pourcentage (D_{V50}) entre les vitesses médianes V_{50} déterminées par le protocole VICAS modifié et par le protocole VICAS initial, et en abscisses la concentration initiale en MES dans la colonne au début de l'expérience VICAS modifiée, ainsi qu'un histogramme pour chacune de ces deux variables.

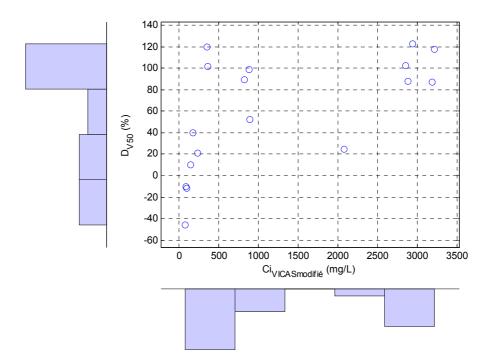


Figure 6 Test de répétabilité pour l'évaluation du protocole VICAS modifié.

Sur la Figure 6 on observe tout d'abord que la plupart des expériences (47 %) ont été réalisées pour des concentrations initiales inférieures à 500 mg/L ; 35 % des expériences ont été réalisées pour des concentrations supérieures à 2000 mg/L et le reste des expériences ont été réalisées pour des concentrations entre 500 et 2000 mg/L. Quant au biais, il a été détecté ($D_{V50} > 40$ %) pour 65 % des essais réalisés, alors que pour 35 % des cas D_{V50} présente des valeurs inférieurs à 40 % ou même négatifs ($V_{50_initial} > V_{50_modifié}$). Cependant, une corrélation entre la concentration initiale et le biais est difficile à établir.

Le protocole VICAS modifié ne semble pas être assez fiable ni robuste pour constituer une amélioration du protocole initial. En plus, le protocole modifié présente des inconvénients d'ordre pratique, comme le fait que la quantité d'échantillon requise pour l'utiliser soit trois fois plus importante que celle requise pour le protocole VICAS initial (soit 15 L minimum). Nous avons donc décidé d'utiliser systématiquement le protocole VICAS initial pour les campagnes de détermination des vitesses de chute des sédiments présents au fond du bassin

de retenue-décantation Django-Reinhardt, même si des biais plus ou moins importants ont été mis en évidence.

ANNEXE 2 PARTIE 1: CARACTERISTIQUES DES 183 PERIODES DE TEMPS SEC

D: durée (h); V: volume apporté par la période de temps sec (m^3) ; $\square V$: incertitude absolue sur V (m^3); $\square V$ V: incertitude relative sur V; M: masse de MES apportée par la période de temps sec (kg); $\square M$: incertitude absolue sur M (kg); $\square M$: incertitude relative sur M; C: concentration moyenne en MES du volume V (mg/L); SM: appartenance de la période de temps sec à la série dédiée aux masses de MES à l'entrée du bassin; SE: appartenance de la période de temps sec à la série dédiée à l'efficacité du bassin de rétention

		PERIODE DE T	EMPS S	EC A L'	ENTREE I	DU BAS	SIN DE R	ETENTIC	ON					PERIO	DDE DE T	EMPS	SEC A L	ENTRE	E DU bAS	SSIN D'IN	IFILTRATI	ON				
	début	fin	D	V	□V	□V/V	M	□M	□M/M	С	SM	SE	début	fin	D	V	$\Box V$	□V/V	M	$\square M$	□M/M	С	Е	□E	SM	SE
0	1/01/2004 00:02	02/01/2004 00:30	24.5	76	12.9	17%	1.35	0.63	46%	18	*	*	01/01/2004 00:02	02/01/2004 00:18	24.3	148	13.8	9%	1.1	0.12	11%	8	43%	27%	*	*
0	2/01/2004 19:54	08/01/2004 20:24	144.5	753	1969.5	261%	7.49	0.92	12%	10	*		02/01/2004 19:52	08/01/2004 20:24	144.5	1946	83.8	4%	1784.5	82.47	5%	917	52%	6%	*	
0	9/01/2004 07:34	11/01/2004 06:12	46.6	78	44.3	57%	3.36	0.65	19%	43	*	*	09/01/2004 10:36	11/01/2004 06:00	43.4	648	44.8	7%	17.2	3.20	19%	26	-4439%	1220%	*	*
	1/01/2004 06:22	12/01/2004 15:20	33.0	114	36.0	32%	8.31	3.00	36%	73	*		11/01/2004 11:54	12/01/2004 15:08	27.2	1124	58.4	5%	132.0	16.20	12%	117	-14%	43%	*	
	2/01/2004 16:18	12/01/2004 20:32	4.2	27	10.3	38%	6.02	2.90	48%	224	*	*	12/01/2004 19:54	12/01/2004 20:20	0.4	4	0.6	14%	0.2	0.03	22%	37	-412%	271%	*	*
	3/01/2004 09:54	14/01/2004 19:26	33.5	264	33.3	13%	8.86	2.38	27%	34	*	*	13/01/2004 09:52	14/01/2004 19:14	33.4	427	32.5	8%	11.7	3.54	30%	27	90%	4%	*	*
	5/01/2004 02:30	17/01/2004 03:54	49.4	439	43.9	10%	6.18	1.65	27%	14	*	*	15/01/2004 02:30	17/01/2004 03:42	49.2	1113	71.2	6%	13.0	0.87	7%	12	55%	12%	*	*
	7/01/2004 09:16	17/01/2004 14:18	5.0	41	15.3	37%	1.10	0.37	34%	27	*	*	17/01/2004 14:14	17/01/2004 14:16	0.0	0	0.2	49%	0.0	0.02	72%	60	-3%	83%	*	*
	8/01/2004 01:28	18/01/2004 04:44	3.3	23	9.5	41%	0.09	0.06	65%	4	*	*	18/01/2004 04:40	18/01/2004 04:42	0.0	0	0.2	47%	0.0	0.00	223%	2	-37%	319%	*	*
	9/01/2004 02:48	20/01/2004 01:00	22.2	75	26.1	35%	1.24	0.27	22%	16	*	*	19/01/2004 02:48	20/01/2004 00:48	22.0	273	17.1	6%	2.0	1.01	50%	7	-315%	225%	*	*
	1/01/2004 15:12	23/01/2004 01:00	34.9	454	57.1	13%	1.47	0.67	46%	3	*		21/01/2004 15:10	23/01/2004 01:54	34.7	586	56.8	10%	66.9	21.03	31%	114	-53%	85%	*	
	3/01/2004 12:48	24/01/2004 15:30	26.7	135	23.8	18%	0.00	0.04	?	0	*	*	23/01/2004 10:10	24/01/2004 01:54	19.1	407	41.3	10%	6.4	0.64	10%	16	?	?	*	*
	25/01/2004 03:06	26/01/2004 04:52	25.8	171	36.8	21%	0.00	0.04	?	0	*	*	25/01/2004 20:10	26/01/2004 04:40	25.6	751	40.0	5%	1.4	0.04	16%	2	61%	?	*	*
	26/01/2004 03:00	28/01/2004 04:32	46.9	319	38.5	12%	0.00	0.05	?	0	*	*	26/01/2004 03:04	28/01/2004 04:40	44.6	903	49.5	5%	6.8	2.19	32%	8	-1489%	?	*	*
				105	19.6	19%		0.03	?	0	*	*				403		10%	7.1	1.33		18	-316%	?	*	*
	8/01/2004 20:36	29/01/2004 11:26	14.8	887			0.00			-	*	*	28/01/2004 20:34	29/01/2004 11:14	14.7	2646	41.2	4%		3.58	19% 6%	24			*	*
	9/01/2004 16:58	06/02/2004 10:00	185.0		66.9	8%	21.07	2.54	12%	24			29/01/2004 16:56	06/02/2004 09:48	184.9		104.2		62.3				59%	5%		
	16/02/2004 14:36	07/02/2004 09:58	19.4	184	21.7	12%	2.70	0.42	15%	15			06/02/2004 14:34	07/02/2004 09:46	19.2	175	22.5	13%	5.9	0.64	11%	33	?	?		
	7/02/2004 15:02	21/02/2004 04:48	325.8	1818	81.9	5%	107.65	9.81	9%	59	-	-	07/02/2004 15:00	21/02/2004 04:36	325.6	3009	111.0	4%	354.9	97.42	27%	118	-7%	31%	-	-
	21/02/2004 11:20	21/02/2004 20:16	8.9	58	15.8	27%	0.68	0.33	49%	12			21/02/2004 15:26	21/02/2004 20:04	4.6	22	1.5	7%	0.3	0.21	76%	13	?	?		
	2/02/2004 07:36	22/02/2004 11:18	3.7	7	2.3	33%	0.01	0.01	58%	2	_		22/02/2004 07:34	22/02/2004 11:06	3.5	15	1.7	11%	0.0	0.01	24%	2	?	?	_	
	4/02/2004 01:54	24/02/2004 11:16	9.4	20	8.4	43%	0.16	0.14	88%	8	•		24/02/2004 02:02	24/02/2004 11:04	9.0	94	15.7	17%	0.2	0.19	108%	2	?	?	•	
	25/02/2004 02:04	25/02/2004 12:12	10.1	23	8.7	38%	0.06	0.04	71%	3			25/02/2004 02:04	25/02/2004 12:00	9.9	95	9.0	9%	0.2	0.21	112%	2	?	?		
	25/02/2004 23:12	05/03/2004 02:38	195.4	1563	85.5	5%	218.68	63.02	29%	140	*	*	26/02/2004 00:32	05/03/2004 02:26	193.9	2944	130.9	4%	827.7	32.04	4%	281	-196%	86%	*	*
	5/03/2004 20:24	05/03/2004 22:16	1.9	12	3.2	25%	0.03	0.02	71%	2	*		05/03/2004 20:22	05/03/2004 22:04	1.7	10	1.3	14%	0.3	0.04	15%	26	73%	20%	*	
	6/03/2004 20:10	13/03/2004 06:38	154.5	804	46.3	6%	6.10	0.83	14%	8	*	*	06/03/2004 20:12	13/03/2004 06:26	154.2	1850	78.1	4%	62.4	6.49	10%	34	57%	7%	*	*
	5/03/2004 00:52	19/03/2004 20:10	115.3	658	102.8	16%	18.75	1.77	9%	29	*	*	15/03/2004 00:50	19/03/2004 19:58	115.1	1711	117.8	7%	24.7	3.74	15%	14	-278%	68%	*	*
	20/03/2004 10:00	21/03/2004 15:14	29.2	37	15.1	41%	0.05	0.03	61%	1			20/03/2004 10:00	21/03/2004 15:12	29.2	98	24.4	25%	0.1	0.02	24%	1	-10%	72%		
	2/03/2004 17:04	22/03/2004 17:06	0.0	0	0.1	72%	0.00	0.00	146%	2	*	*	22/03/2004 17:02	22/03/2004 17:04	0.0	0	0.2	41%	0.0	0.01	61%	48	99%	1%	*	*
	23/03/2004 02:38	23/03/2004 10:32	7.9	56	11.0	20%	0.25	0.07	28%	4	*	*	23/03/2004 02:42	23/03/2004 10:20	7.6	98	12.7	13%	0.2	0.10	48%	2	?	?	*	*
	4/03/2004 11:06	06/04/2004 13:28	314.4	2171	94.5	4%	182.27	32.72	18%	84	*	*	24/03/2004 11:06	06/04/2004 13:16	314.2	6039	174.5	3%	124.9	6.81	5%	21	-923%	192%	*	*
	6/04/2004 17:48	06/04/2004 22:16	4.5	0	0.0	71%	0.00	0.00	?	0			06/04/2004 22:12	06/04/2004 22:16	0.1	0	0.0	135%	0.0	0.00	408%	2	?	?		
0	7/04/2004 11:46	09/04/2004 14:58	51.2	248	26.1	11%	6.72	2.40	36%	27	*	*	07/04/2004 11:44	09/04/2004 14:46	51.0	487	36.6	8%	48.1	5.63	12%	99	-218%	120%	*	*
1	0/04/2004 18:50	17/04/2004 05:38	154.8	888	2848.3	321%	158.75	73.63	46%	179	*	*	10/04/2004 18:48	17/04/2004 05:26	154.6	2518	119.2	5%	16.0	1.33	8%	6	?	?	*	*
1	7/04/2004 18:36	17/04/2004 20:32	1.9	9	3.0	32%	0.02	0.01	61%	2	*	*	17/04/2004 20:28	17/04/2004 20:30	0.0	0	0.1	60%	0.0	0.00	93%	10	79%	23%	*	*
1	8/04/2004 09:26	18/04/2004 13:52	4.4	12	5.0	42%	0.00	0.01	147072%	0	*	*	18/04/2004 13:48	18/04/2004 13:50	0.0	0	0.1	61%	0.0	0.00	229%	2	54%	67057%	*	*
2	1/04/2004 04:54	23/04/2004 00:20	43.4	3410	305.4	9%	248.67	23.08	9%	73	*	*	21/04/2004 04:52	23/04/2004 00:08	43.3	880	49.6	6%	112.4	5.08	5%	128	?	?	*	*
2	7/04/2004 12:34	28/04/2004 10:20	21.8	584	220.2	38%	12.71	5.99	47%	22			27/04/2004 12:32	28/04/2004 10:08	21.6	417	32.8	8%	15.0	1.06	7%	36	-230%	157%		
2	9/04/2004 01:04	29/04/2004 22:16	21.2	58	15.7	27%	1.57	0.74	47%	27	*	*	29/04/2004 01:14	29/04/2004 22:04	20.8	107	24.1	22%	3.6	2.25	63%	33	?	?	*	*
3	30/04/2004 22:00	02/05/2004 21:32	47.5	1708	152.9	9%	291.45	25.90	9%	171	*	*	30/04/2004 21:58	02/05/2004 21:20	47.4	1806	123.2	7%	927.3	79.73	9%	513	-87%	23%	*	*
0	3/05/2004 02:18	05/05/2004 01:56	47.6	352	39.2	11%	10.71	1.31	12%	30			03/05/2004 02:16	05/05/2004 01:44	47.5	665	57.9	9%	38.5	7.59	20%	58	13%	20%		
0	5/05/2004 20:02	05/05/2004 21:44	1.7	5	1.4	28%	0.24	0.09	37%	47	*	*	05/05/2004 20:00	05/05/2004 21:32	1.5	8	1.7	20%	0.2	0.03	16%	19	-356%	184%	*	*
0	6/05/2004 11:30	06/05/2004 18:56	7.4	18	5.8	32%	1.06	0.67	64%	57	*	*	06/05/2004 11:28	06/05/2004 18:44	7.3	39	5.6	14%	3.5	2.10	60%	90	-64%	144%	*	*
0	7/05/2004 22:10	08/05/2004 03:32	5.4	5	2.1	39%	0.12	0.07	59%	23	*	*	07/05/2004 22:08	08/05/2004 03:20	5.2	18	2.4	14%	0.9	0.38	42%	51	?	?	*	*
0	8/05/2004 07:22	08/05/2004 21:24	14.0	22	13.0	59%	0.16	0.12	76%	7			08/05/2004 21:20	08/05/2004 21:22	0.0	0	0.1	89%	0.0	0.00	?	0	?	?		
0	9/05/2004 13:16	21/05/2004 06:48	281.5	2623	111.1	4%	41.89	5.77	14%	16			14/05/2004 14:00	21/05/2004 06:36	160.6	1878	71.5	4%	92.2	7.10	8%	49	?	?		
2	1/05/2004 18:38	01/06/2004 09:54	255.3	1965	99.4	5%	88.82	5.76	6%	45			21/05/2004 18:36	01/06/2004 09:42	255.1	2293	104.8	5%	94.8	7.85	8%	41	49%	5%		
	2/06/2004 05:10	02/06/2004 05:46	0.6	2	0.7	32%	0.01	0.00	44%	4	*	*	02/06/2004 05:42	02/06/2004 05:44	0.0	0	0.1	56%	0.0	0.00	109%	5	63%	43%	*	*
	2/06/2004 13:42	11/06/2004 11:28	213.8	1183	65.1	5%	49.07	3.39	7%	41			02/06/2004 13:42	11/06/2004 11:16	213.6	1686	85.9	5%	88.9	10.67	12%	53	15%	12%		
	1/06/2004 21:40	19/06/2004 16:56	187.3	1643	85.4	5%	18.17	1.68	9%	11			11/06/2004 21:38	19/06/2004 16:44	187.1	3370	115.0	3%	117.9	3.10	3%	35	-186%	27%		
	20/06/2004 00:00	20/06/2004 06:34	6.6	102	25.2	25%	3.42	0.78	23%	33	*	*	19/06/2004 23:58	20/06/2004 06:22	6.4	138	19.6	14%	14.2	5.63	40%	103	52%	22%	*	*
	1/06/2004 06:00	22/06/2004 07:02	25.0	90	14.4	16%	18.56	15.31	82%	207	*	*	21/06/2004 05:58	22/06/2004 06:50	24.9	367	23.1	6%	18.5	3.68	20%	50	?	?	*	*
-													-													

_												_													
23/06/2004 01:56	23/06/2004 02:46	0.8	9	3.2	38%	0.04	0.03	60%	5	*	*	23/06/2004 01:54	23/06/2004 02:34	0.7	9	0.9	10%	0.0	0.01	46%	3	99%	1%	*	*
24/06/2004 01:50	05/07/2004 18:16	280.4	2927	128.3	4%	53.79	4.40	8%	18	*		24/06/2004 01:48	05/07/2004 18:04	280.3	5632	159.1	3%	139.0	6.34	5%	25	25%	7%	*	
06/07/2004 00:30	08/07/2004 04:16	51.8	809	69.5	9%	6.16	0.92	15%	8	*		06/07/2004 03:50	08/07/2004 04:04	48.2	847	52.0	6%	6.8	0.54	8%	8	?	?	*	
09/07/2004 19:34	09/07/2004 20:32	1.0	6	1.7	29%	0.04	0.02	42%	7	*	*	09/07/2004 19:32	09/07/2004 20:20	0.8	9	1.4	15%	0.2	0.05	26%	21	3%	47%	*	*
10/07/2004 00:20	10/07/2004 02:32	2.2	125	20.6	16%	0.55	0.25	46%	4	*	*	10/07/2004 01:36	10/07/2004 02:20	0.7	12	3.0	26%	0.0	0.01	243%	0	2	?	*	*
10/07/2004 04:58	12/07/2004 01:12	44.2	236	27.5	12%	0.61	0.23	28%	3			10/07/2004 01:30	12/07/2004 01:00	37.5	362	28.3	8%	1.2	0.38	32%	3	?	?		
			27					2070	0						0						-	•	?		
12/07/2004 11:50	12/07/2004 16:04	4.2		12.0	44%	0.00	0.01		•			12/07/2004 15:52	12/07/2004 15:54	0.0	•	0.2	45%	0.0	0.02	66%	71	-98%			
14/07/2004 03:20	20/07/2004 16:10	156.8	1452	60.0	4%	22.09	0.98	4%	15			14/07/2004 03:20	20/07/2004 15:58	156.6	1963	82.3	4%	16.5	0.63	4%	8	-190%	17%		
20/07/2004 23:24	23/07/2004 09:36	58.2	947	100.5	11%	23.77	3.73	16%	25	*	*	20/07/2004 23:24	23/07/2004 09:24	58.0	1170	104.0	9%	20.2	0.71	4%	17	49%	8%	*	*
23/07/2004 15:12	03/08/2004 18:02	266.8	1002	71.8	7%	98.07	8.29	8%	98			23/07/2004 16:26	03/08/2004 17:50	265.4	2006	73.6	4%	56.2	2.00	4%	28	-178%	25%		
03/08/2004 20:00	24/08/2004 00:00	484.0	94	18.6	20%	0.00	0.03	?	0			03/08/2004 20:24	23/08/2004 23:48	483.4	274	26.1	10%	5.8	0.25	4%	21	100%	?		
25/08/2004 00:00	25/08/2004 18:02	18.0	34	14.7	43%	0.00	0.01	1914%	0			25/08/2004 17:58	25/08/2004 18:00	0.0	0	0.2	51%	0.0	0.01	75%	29	-42%	2725%		
26/08/2004 15:00	11/09/2004 22:20	391.3	2164	95.5	4%	23.06	5.50	24%	11			27/08/2004 04:00	11/09/2004 22:08	378.1	3369	111.5	3%	96.0	6.81	7%	29	62%	9%		
12/09/2004 21:00	13/09/2004 19:38	22.6	79	15.1	19%	1.15	0.32	28%	15	*	*	12/09/2004 20:58	13/09/2004 19:26	22.5	282	27.9	10%	1.9	1.23	66%	7	-35%	97%	*	*
14/09/2004 04:10	14/09/2004 04:14	0.1	1	0.4	35%	0.03	0.02	50%	26	*	*	14/09/2004 04:10	14/09/2004 04:12	0.0	1	0.2	40%	0.0	0.02	59%	59	25%	58%	*	*
14/09/2004 13:34	14/09/2004 13:38	0.1	Ö	0.4	68%	0.03	0.02	100%	42	*	*	14/09/2004 13:32	14/09/2004 13:34	0.0	Ö	0.1	53%	0.0	0.02	78%	44	100%	0%	*	*
			-												-										
16/09/2004 00:30	24/09/2004 00:24	191.9	1420	83.6	6%	31.69	2.35	7%	22	-	-	16/09/2004 00:28	24/09/2004 00:12	191.7	2658	111.2	4%	131.8	15.27	12%	50	15%	12%	-	-
24/09/2004 23:30	06/10/2004 06:54	271.4	913	70.4	8%	23.80	4.81	20%	26			24/09/2004 23:30	06/10/2004 06:42	271.2	1841	160.2	9%	44.4	1.86	4%	24	-158%	53%		
07/10/2004 22:26	10/10/2004 03:24	53.0	292	36.7	13%	15.40	1.97	13%	53	*		07/10/2004 22:24	10/10/2004 03:12	52.8	448	43.9	10%	0.1	0.65	907%	0	?	?	*	
11/10/2004 23:00	14/10/2004 13:16	62.3	678	71.4	11%	35.52	3.59	10%	52	*	*	11/10/2004 22:58	14/10/2004 13:04	62.1	1190	90.8	8%	50.5	2.40	5%	42	-38%	15%	*	*
14/10/2004 23:04	14/10/2004 23:12	0.1	8	1.3	17%	1.03	0.25	24%	128	*	*	14/10/2004 23:08	14/10/2004 23:10	0.0	0	0.1	66%	0.0	0.01	96%	52	-1090%	1181%	*	*
15/10/2004 07:00	15/10/2004 07:04	0.1	0	0.2	62%	0.01	0.01	88%	44	*	*	15/10/2004 07:00	15/10/2004 07:02	0.0	0	0.1	91%	0.0	0.00	131%	27	?	?	*	*
15/10/2004 13:40	15/10/2004 13:44	0.1	0	0.1	79%	0.01	0.02	125%	104	*	*	15/10/2004 13:40	15/10/2004 13:42	0.0	0	0.1	121%	0.0	0.01	173%	81	?	?	*	*
15/10/2004 23:30	16/10/2004 15:38	16.1	71	19.5	27%	2.72	1.15	42%	38	*	*	16/10/2004 00:12	16/10/2004 15:26	15.2	80	17 4	22%	6.0	0.42	7%	75	-110%	90%	*	*
17/10/2004 23:36	18/10/2004 21:30	21.9	160	23.3	15%	5.62	1.50	27%	35	*	*	17/10/2004 23:34	18/10/2004 21:18	21.7	246	32.7	13%	12.1	0.53	4%	49	85%	4%	*	*
										*	*													*	*
20/10/2004 01:12	20/10/2004 06:24	5.2	25	7.9	32%	1.14	0.43	38%	46			20/10/2004 01:10	20/10/2004 06:12	5.0	35	10.7	31%	2.5	1.16	46%	72	-52%	90%		-
21/10/2004 00:40	25/10/2004 15:54	111.2	632	85.7	14%	16.39	1.74	11%	26			21/10/2004 00:40	25/10/2004 15:42	111.0	681	85.3	13%	30.6	5.46	18%	45	79%	4%		
27/10/2004 18:46	27/10/2004 21:36	2.8	7	1.4	20%	0.36	0.19	53%	50	*		27/10/2004 18:44	27/10/2004 21:24	2.7	12	2.0	17%	0.7	0.22	29%	63	100%	0%	*	
28/10/2004 19:26	28/10/2004 22:02	2.6	15	6.4	44%	0.35	0.22	62%	24			28/10/2004 21:58	28/10/2004 22:00	0.0	0	0.1	59%	0.0	0.02	87%	146	-406%	541%		
29/10/2004 15:16	29/10/2004 15:20	0.1	0	0.3	56%	0.01	0.01	83%	22	*	*	29/10/2004 15:16	29/10/2004 15:18	0.0	0	0.1	53%	0.0	0.04	78%	170	92%	9%	*	*
29/10/2004 23:54	30/10/2004 00:00	0.1	1	0.5	38%	0.04	0.02	54%	26	*	*	29/10/2004 23:56	29/10/2004 23:58	0.0	1	0.2	41%	0.1	0.04	61%	114	67%	27%	*	*
30/10/2004 06:26	31/10/2004 14:18	31.9	62	38.0	61%	0.15	0.12	80%	2			30/10/2004 22:22	31/10/2004 14:06	15.7	61	14.6	24%	0.7	0.04	5%	12	-238%	270%		
01/11/2004 13:38	02/11/2004 17:58	28.3	165	22.3	14%	0.27	0.08	30%	2			02/11/2004 01:06	02/11/2004 17:46	16.7	74	16.4	22%	0.4	0.03	8%	5	11%	27%		
03/11/2004 20:02	04/11/2004 16:40	20.6	70	10.4	15%	7.52	1.97	26%	107			03/11/2004 20:00	04/11/2004 16:28	20.5	166	17.6	11%	8.3	1.07	13%	50	100%	0%		
05/11/2004 01:12	29/11/2004 04:24	579.2	962	69.7	7%	40.04	3.29	8%	42	*		05/11/2004 14:44	29/11/2004 04:12	565.5	2623	103.4	4%	111.3	4.61	4%	42	100%	0%	*	
	02/12/2004 04:24		4	0.8	23%	0.12	0.04	33%		*		02/12/2004 05:12		0.0	0	0.1	70%	0.0	0.00	7	0	?	7	*	
02/12/2004 00:04		5.2	•						32				02/12/2004 05:14		•	٠					•	•			
03/12/2004 19:40	16/12/2004 07:00	299.3	597	45.2	8%	85.60	9.14	11%	143			03/12/2004 19:40	16/12/2004 06:48	299.1	2303	110.6	5%	6.6	0.36	6%	3	-725%	99%		
16/12/2004 15:10	16/12/2004 20:02	4.9	12	4.8	40%	0.35	0.16	45%	29	*	*	16/12/2004 15:08	16/12/2004 19:50	4.7	26	3.7	14%	0.1	0.01	8%	5	-117%	99%	*	*
17/12/2004 13:14	17/12/2004 13:42	0.5	2	0.7	30%	0.09	0.04	47%	40	*	*	17/12/2004 13:38	17/12/2004 13:40	0.0	0	0.1	55%	0.0	0.00	91%	5	-127%	233%	*	*
18/12/2004 02:30	19/12/2004 09:24	30.9	413	69.6	17%	1.50	1.25	83%	4			18/12/2004 15:20	19/12/2004 09:22	18.0	543	64.7	12%	8.0	0.62	82%	1	23%	90%		
20/12/2004 07:38	23/12/2004 00:02	64.4	204	25.0	12%	0.12	0.14	118%	1	*	*	20/12/2004 20:40	22/12/2004 23:50	51.2	517	49.3	10%	4.4	0.32	7%	8	?	?	*	*
23/12/2004 12:40	28/12/2004 19:22	126.7	334	40.4	12%	15.62	6.02	39%	47			23/12/2004 14:04	28/12/2004 19:10	125.1	773	47.2	6%	6.4	0.34	5%	8	-118%	85%		
30/12/2004 22:40	02/01/2005 09:06	58.4	1199	107.7	9%	52.47	6.47	12%	44	*	*	30/12/2004 22:40	02/01/2005 08:54	58.2	2108	188.0	9%	24.9	0.62	2%	12	91%	1%	*	*
03/01/2005 01:26	06/01/2005 05:14	75.8	786	68.2	9%	25.76	2.19	9%	33	*	*	03/01/2005 01:24	06/01/2005 05:02	75.6	884	72.1	8%	9.5	0.34	4%	11	28%	7%	*	*
07/01/2005 12:00	18/01/2005 14:22	266.4	2081	113.3	5%	189.29	9.24	5%	91			07/01/2005 12:00	18/01/2005 14:10	266.2	2603	150.9	6%	90.1	17.87	20%	35	10%	18%		
19/01/2005 19:00	20/01/2005 06:28	11.5	254	40.6	16%	14.64	2.77	19%	58	*	*	19/01/2005 18:58	20/01/2005 06:16	11.3	462	65.0	14%	13.1	1.75	13%	28	-411%	118%	*	*
										*	*													*	*
21/01/2005 01:20	21/01/2005 17:30	16.2	75	25.9	34%	6.08	2.72	45%	81			21/01/2005 01:18	21/01/2005 17:18	16.0	86	8.3	10%	1.6	0.08	5%	18	71%	13%		
24/01/2005 23:00	01/02/2005 06:22	175.4	720	89.0	12%	29.34	3.38	12%	41			24/01/2005 22:58	01/02/2005 06:10	175.2	918	51.0	6%	11.2	0.35	3%	12	16%	10%		
01/02/2005 17:30	11/02/2005 11:54	234.4	2129	110.5	5%	75.50	3.99	5%	35	*	*	01/02/2005 21:12	11/02/2005 11:42	230.5	2424	123.8	5%	27.8	0.66	2%	11	-234%	19%	*	*
15/02/2005 17:54	19/02/2005 09:40	87.8	706	54.2	8%	48.68	4.42	9%	69	*	*	15/02/2005 18:28	19/02/2005 09:28	87.0	895	70.5	8%	8.3	1.06	13%	9	-18%	19%	*	*
20/02/2005 04:50	20/02/2005 07:40	2.8	13	6.5	49%	0.27	0.19	70%	21	*	*	20/02/2005 05:08	20/02/2005 07:28	2.3	19	4.8	25%	0.2	0.09	37%	13	10%	71%	*	*
21/02/2005 23:50	03/03/2005 14:50	231.0	2315	126.8	5%	37.96	3.36	9%	16	*	*	21/02/2005 23:50	03/03/2005 14:38	230.8	2769	143.3	5%	5.6	0.29	5%	2	-123%	23%	*	*
04/03/2005 00:54	05/03/2005 03:08	26.2	222	42.0	19%	4.90	1.59	32%	22	*		04/03/2005 00:54	05/03/2005 03:06	26.2	275	44.0	16%	0.0	0.07	?	0	?	?	*	
06/03/2005 23:40	07/03/2005 22:46	23.1	117	27.0	23%	3.88	1.29	33%	33	*		07/03/2005 22:42	07/03/2005 22:44	0.0	0	0.1	63%	0.0	0.00	?	0	100%	?	*	
08/03/2005 23:00	22/03/2005 13:28	326.5	2838	123.1	4%	112.05	6.58	6%	39			08/03/2005 23:00	22/03/2005 13:16	326.3	3016	132.1	4%	23.7	0.61	3%	8	-81%	12%		1
22/03/2005 22:00	24/03/2005 15:36	41.6	127	50.3	39%	2.92	2.26	78%	23			22/03/2005 21:58	24/03/2005 15:10	41.4	132	49.1	37%	1.6	1.12	70%	12	7	?		
																						•	?		1
24/03/2005 19:36	26/03/2005 22:58	51.4	122	37.5	31%	0.00	0.01	?	0			24/03/2005 20:00	26/03/2005 22:46	50.8	134	43.8	33%	1.1	0.81	73%	8	63%			1
27/03/2005 03:32	27/03/2005 23:40	20.1	89	21.8	25%	0.00	0.01	?	0			27/03/2005 03:30	27/03/2005 23:28	20.0	102	23.3	23%	0.5	0.03	5%	5	45%	?		- 1
28/03/2005 07:34	29/03/2005 21:14	37.7	327	39.1	12%	0.36	0.13	37%	1			29/03/2005 00:14	29/03/2005 21:02	20.8	284	54.6	19%	1.2	0.24	20%	4	-615%	300%		- 1
30/03/2005 07:24	30/03/2005 07:26	0.0	0	0.1	153%	0.00	0.01	217%	69	*	*	30/03/2005 07:22	30/03/2005 07:24	0.0	0	0.1	69%	0.0	0.00	100%	17	-58%	377%	*	*
30/03/2005 15:40	07/04/2005 05:52	182.2	1840	96.1	5%	14.02	3.26	23%	8			30/03/2005 20:18	07/04/2005 05:40	177.4	1924	106.4	6%	6.9	3.80	55%	4	100%	0%		
09/04/2005 13:10	18/04/2005 18:42	221.5	1556	94.1	6%	10.33	2.92	28%	7			09/04/2005 13:10	18/04/2005 18:30	221.3	2285	129.0	6%	29.5	0.97	3%	13	-10%	31%		
20/04/2005 14:16	23/04/2005 07:32	65.3	559	53.5	10%	32.55	5.44	17%	58			21/04/2005 00:10	23/04/2005 07:20	55.2	575	47.5	8%	25.5	4.87	19%	44	74%	7%		
26/04/2005 01:16	03/05/2005 11:10	177.9	1012	57.5	6%	45.93	4.01	9%	45			26/04/2005 11:38	03/05/2005 10:58	167.3	1029	57.0	6%	7.4	1.41	19%	7	51%	10%		
	20.00.2000 11.10		.012	00	J 70			C /0	,,				35.55.2500 10.00	.57.5	. 525	00	C /0			. 5 /0		J . /0	. 5 / 0		

_												_													_
04/05/2005 19:30	05/05/2005 17:30	22.0	46	17.8	39%	0.05	0.07	138%	1			05/05/2005 01:48	05/05/2005 17:18	15.5	20	10.4	52%	0.2	0.02	9%	9	-64%	228%		
05/05/2005 19:54	12/05/2005 16:40	164.8	1506	100.6	7%	12.43	2.21	18%	8			06/05/2005 00:38	12/05/2005 16:28	159.8	1471	75.5	5%	17.2	0.46	3%	12	-260%	65%		
13/05/2005 21:44	14/05/2005 06:10	8.4	104	17.1	16%	0.62	0.21	34%	6			13/05/2005 23:48	14/05/2005 06:08	6.3	130	30.8	24%	1.0	0.09	9%	7	?	?		
16/05/2005 11:12	21/05/2005 20:34	129.4	1139	75.0	7%		0.77		5			17/05/2005 01:50	21/05/2005 20:22	114.5	1048		7%	8.5		3%	8	19%	12%		
						5.37		14%	-							76.4			0.25		-				
24/05/2005 00:00	30/05/2005 08:48	152.8	1040	62.9	6%	10.04	1.91	19%	10			24/05/2005 00:00	30/05/2005 08:36	152.6	1014	67.6	7%	8.5	0.24	3%	8	84%	3%		
01/06/2005 00:54	03/06/2005 20:56	68.0	923	84.2	9%	32.06	7.17	22%	35			01/06/2005 00:52	03/06/2005 20:44	67.9	891	71.1	8%	11.8	0.32	3%	13	?	?		
04/06/2005 03:06	13/06/2005 16:00	228.9	2025	122.4	6%	0.00	0.18	?	0			06/06/2005 16:28	13/06/2005 15:48	167.3	2107	107.3	5%	45.2	5.11	11%	21	-116%	?		
15/06/2005 23:44	25/06/2005 18:04	234.3	4251	153.6	4%	0.00	0.37	?	0			15/06/2005 23:44	25/06/2005 17:52	234.1	4156	278.1	7%	34.1	0.62	2%	8	27%	?		
25/06/2005 18:10	28/06/2005 17:52	71.7	1059	42.7	4%	0.00	0.18	?	0			25/06/2005 18:08	28/06/2005 17:40	71.5	1042	58.9	6%	3.5	0.15	4%	3	-28%	?		
					27%			?	-						35					11%	-		?		
29/06/2005 01:40	29/06/2005 11:28	9.8	54	14.7		0.00	0.01	-	0			29/06/2005 04:18	29/06/2005 11:16	7.0		6.1	18%	0.4	0.04		10	89%	ŗ		
29/06/2005 21:06	29/06/2005 23:54	2.8	13	6.5	50%	0.00	0.01	?	0			29/06/2005 23:34	29/06/2005 23:42	0.1	0	0.2	48%	0.0	0.00	61%	17	?	?		
30/06/2005 04:52	30/06/2005 23:56	19.1	161	21.3	13%	0.00	0.03	?	0			30/06/2005 18:30	30/06/2005 23:44	5.2	36	9.1	25%	8.0	0.06	8%	23	-242%	?		
02/07/2005 00:14	06/07/2005 05:08	100.9	1638	116.1	7%	0.00	0.21	?	0			02/07/2005 00:12	06/07/2005 04:56	100.7	1618	111.4	7%	4.6	0.25	5%	3	-87%	?		
07/07/2005 01:00	08/07/2005 00:42	23.7	498	55.9	11%	3.28	0.58	18%	7	*	*	07/07/2005 09:38	08/07/2005 00:30	14.9	657	78.4	12%	3.9	0.56	14%	6	27%	17%	*	*
08/07/2005 02:18	08/07/2005 10:42	8.4	43	14.2	33%	0.38	0.13	33%	9	*	*	08/07/2005 02:54	08/07/2005 10:30	7.6	205	23.3	11%	0.3	0.35	121%	1	-108%	261%	*	*
09/07/2005 00:10	18/07/2005 13:06	228.9	3706	232.3	6%	34.99	3.29	9%	9			09/07/2005 00:08	18/07/2005 12:54	228.8	4261	361.7	8%	9.5	0.38	4%	2	-109%	21%		
									-													-109%	2170		
03/08/2005 07:52	21/08/2005 06:04	430.2	994	295.3	30%	12.88	2.66	21%	13			03/08/2005 21:32	21/08/2005 05:50	416.3	952	342.1	36%	5.1	1.89	37%	5		?		
23/08/2005 11:46	25/08/2005 19:44	56.0	435	63.2	15%	13.56	1.71	13%	31			23/08/2005 11:42	25/08/2005 19:30	55.8	424	63.3	15%	12.2	3.41	28%	29	?	?		
26/08/2005 01:32	27/08/2005 16:36	39.1	59	25.6	44%	0.00	0.01	?	0			26/08/2005 08:12	27/08/2005 16:32	32.3	78	27.7	36%	0.0	0.01	?	0	?	?		
27/08/2005 20:38	06/09/2005 00:32	219.9	2047	90.6	4%	0.00	0.23	?	0			28/08/2005 03:20	06/09/2005 00:48	213.5	1976	82.5	4%	0.0	0.22	?	0	?	?		
06/09/2005 14:22	06/09/2005 14:28	0.1	1	0.4	51%	0.00	0.00	?	0			06/09/2005 14:22	06/09/2005 14:24	0.0	0	0.1	54%	0.0	0.00	?	0	?	?		
07/09/2005 00:30	08/09/2005 18:26	41.9	551	51.5	9%	0.00	0.10	?	0	*		08/09/2005 00:34	08/09/2005 18:22	17.8	394	59.6	15%	0.0	0.11	2	0	2	?	*	
								?	0											?	0	?	?		
09/09/2005 01:40	10/09/2005 20:22	42.7	361	46.2	13%	0.00	0.08		•			10/09/2005 00:10	10/09/2005 20:18	20.1	248	43.6	18%	0.0	0.08		•	ſ	ŗ		
11/09/2005 04:34	16/09/2005 23:58	139.4	953	61.0	6%	0.00	0.14	?	0			12/09/2005 00:00	16/09/2005 23:54	119.9	996	71.3	7%	0.0	0.13	?	0	?	?		
17/09/2005 04:52	25/09/2005 19:06	206.2	511	84.8	17%	0.00	0.05	?	0			17/09/2005 04:52	25/09/2005 19:02	206.2	514	95.7	19%	0.0	0.06	?	0	?	?		
26/09/2005 03:56	29/09/2005 18:42	86.8	361	33.3	9%	3.23	0.63	19%	9			27/09/2005 00:00	29/09/2005 18:28	66.5	288	66.2	23%	2.7	0.15	5%	9	19252%	3888%		
30/09/2005 07:00	01/10/2005 14:54	31.9	133	20.7	16%	5.18	1.47	28%	39	*	*	30/09/2005 06:56	01/10/2005 14:40	31.7	104	17.0	16%	0.5	0.02	5%	5	63%	11%	*	*
02/10/2005 20:00	02/10/2005 20:02	0.0	0	0.1	171%	0.00	0.00	242%	28	*	*	02/10/2005 19:56	02/10/2005 19:58	0.0	0	0.1	110%	0.0	0.00	?	0	99%	?	*	*
03/10/2005 00:10	03/10/2005 23:18	23.1	530	78.7	15%	8.92	1.72	19%	17	*	*	03/10/2005 00:10	03/10/2005 23:04	22.9	477	78.2	16%	0.9	0.11	12%	2	?	?	*	*
05/10/2005 04:24	05/10/2005 06:58	2.6	7	1.4	21%	0.04	0.01	36%	6	*	*	05/10/2005 04:20	05/10/2005 06:44	2.4	11	0.9	8%	0.5	0.18	36%	45	-622%	366%	*	*
			-						9																
05/10/2005 13:52	18/10/2005 19:32	317.7	2732	141.1	5%	24.46	2.14	9%	•			05/10/2005 15:02	18/10/2005 19:18	316.3	2558	146.5	6%	12.6	1.62	13%	5	-549%	101%		
20/10/2005 23:48	21/10/2005 19:26	19.6	141	29.7	21%	2.47	0.44	18%	18			20/10/2005 23:52	21/10/2005 19:12	19.3	189	29.1	15%	5.1	0.34	7%	27	?	?		
22/10/2005 13:48	23/10/2005 05:16	15.5	95	9.8	10%	7.91	1.26	16%	83	*		22/10/2005 14:22	23/10/2005 05:02	14.7	144	19.4	13%	2.5	0.16	7%	17	?	?	*	
23/10/2005 22:54	31/10/2005 21:38	190.7	1709	84.9	5%	39.90	2.48	6%	23	*	*	24/10/2005 19:06	31/10/2005 21:24	170.3	1781	83.4	5%	29.3	3.46	12%	16	-120%	29%	*	*
02/11/2005 00:00	04/11/2005 05:20	53.3	1474	170.1	12%	36.37	2.65	7%	25			02/11/2005 05:04	04/11/2005 05:06	48.0	2184	249.5	11%	27.1	1.44	5%	12	92%	1%		
06/11/2005 00:00	09/11/2005 15:20	87.3	1157	87.6	8%	23.23	2.88	12%	20			06/11/2005 00:00	09/11/2005 15:06	87.1	1166	88.8	8%	7.5	3.61	48%	6	?	?		
09/11/2005 23:54	16/11/2005 16:54	161.0	2733	163.6	6%	25.26	1.84	7%	9	*	*	10/11/2005 06:18	16/11/2005 16:40	154.4	2535	157.2	6%	4.2	1.56	37%	2	-61%	61%	*	*
				116.0						*	*									93%	3			*	*
16/11/2005 23:20	25/11/2005 03:14	195.9	2380		5%	29.98	2.00	7%	13			16/11/2005 23:20	25/11/2005 03:00	195.7	2673	109.8	4%	8.7	8.08			69%	29%		
25/11/2005 18:08	27/11/2005 16:52	46.7	328	54.9	17%	0.02	0.12	725%	0			26/11/2005 00:00	27/11/2005 16:52	40.9	312	49.1	16%	3.1	0.25	8%	10	?	?		
27/11/2005 19:00	29/11/2005 03:48	32.8	848	81.8	10%	0.00	0.20	?	0			28/11/2005 10:00	29/11/2005 03:34	17.6	791	62.8	8%	42.1	1.35	3%	53	-3465%	?		
30/11/2005 02:08	04/12/2005 17:32	111.4	1388	115.5	8%	46.44	3.21	7%	33			30/11/2005 05:54	04/12/2005 17:18	107.4	1275	118.3	9%	28.9	10.71	37%	23	63%	14%		
05/12/2005 00:00	05/12/2005 09:02	9.0	318	61.4	19%	4.52	1.24	27%	14			05/12/2005 00:00	05/12/2005 08:48	8.8	408	63.0	15%	3.2	1.26	39%	8	?	?		
07/12/2005 06:30	07/12/2005 06:32	0.0	1	0.3	56%	0.00	0.00	?	0	*	*	07/12/2005 06:26	07/12/2005 06:28	0.0	0	0.1	70%	0.0	0.00	102%	22	51%	?	*	*
07/12/2005 18:12	07/12/2005 18:56	0.7	7	1.6	21%	0.01	0.01	54%	2			07/12/2005 18:50	07/12/2005 18:52	0.0	0	0.1	58%	0.0	0.00	85%	24	-3030%	3146%		
07/12/2005 23:40	08/12/2005 04:30	4.8	107	27.7	26%	2.30	0.53	23%	22			07/12/2005 23:40	08/12/2005 04:16	4.6	144	24.0	17%	7.7	0.53	7%	53	-31%	32%		
															0					7					
08/12/2005 14:48	08/12/2005 15:00	0.2	2	0.6	34%	0.05	0.02	50%	27	-		08/12/2005 14:54	08/12/2005 14:56	0.0	•	0.0	106%	0.0	0.00		0	?	?		
08/12/2005 21:44	08/12/2005 21:46	0.0	0	0.3	57%	0.00	0.00	?	0	*		08/12/2005 21:40	08/12/2005 21:42	0.0	0	0.0	106%	0.0	0.00	?	0	100%	?		
09/12/2005 22:20	16/12/2005 15:42	161.4	1897	117.8	6%	59.10	5.48	9%	31	*	*	10/12/2005 06:02	16/12/2005 15:28	153.4	1916	121.2	6%	51.2	10.95	21%	27	-120%	51%	*	*
17/12/2005 19:54	28/12/2005 15:00	259.1	2422	141.2	6%	39.35	1.95	5%	16	*	*	18/12/2005 09:40	28/12/2005 14:46	245.1	2559	140.9	6%	28.8	3.17	11%	11	-121%	27%	*	*
01/01/2006 11:44	01/01/2006 13:24	1.7	18	2.6	15%	0.00	0.01	?	0	*	*	01/01/2006 11:40	01/01/2006 13:10	1.5	11	1.2	10%	0.0	0.00	41%	1	60%	?	*	*
02/01/2006 17:14	05/01/2006 23:32	78.3	904	70.2	8%	42.01	8.05	19%	46	*	*	02/01/2006 17:10	05/01/2006 23:18	78.1	964	74.8	8%	53.6	16.35	30%	56	83%	6%	*	*
06/01/2006 23:54	17/01/2006 14:58	255.1	2826	126.4	4%	14.11	2.32	16%	5			06/01/2006 23:50	17/01/2006 14:44	254.9	3173	130.3	4%	31.5	0.77	2%	10	70%	5%		I
00/0 1/2000 23.34	1110112000 14.30	200.1	2020	120.4	7 /0	17.11	2.52	10 /0	J			30/01/2000 23.30	11/01/2000 14.44	254.3	5113	100.0	- /0	51.5	0.11	∠ /0	10		J /0		I
18/01/2006 23:50	27/01/2006 13:10	205.3	2650	156.9	6%	70.81	4.79	7%	27	*		19/01/2006 05:10	27/01/2006 12:56	199.8	2465	139.7	6%	54.3	13.49	25%	22	23726%	6136%	*	I
30/01/2006 04:06	30/01/2006 08:24	4.3	5	3.3	63%	0.03	0.03	103%	6			30/01/2006 04:02	30/01/2006 08:10	4.1	22	5.6	25%	0.0	0.00	35%	1	-19%	129%		
																					•				
01/02/2006 22:30	06/02/2006 09:32	107.0	959	63.9	7%	13.97	0.85	6%	15			02/02/2006 23:08	06/02/2006 09:18	82.2	750	74.7	10%	6.0	0.95	16%	8	43%	10%		
08/02/2006 00:18	08/02/2006 17:44	17.4	282	46.1	16%	7.02	1.11	16%	25	*		08/02/2006 00:18	08/02/2006 17:40	17.4	282	32.9	12%	0.0	0.09	?	0	?	?	*	
10/02/2006 08:20	15/02/2006 11:48	123.5	2116	131.2	6%	0.00	0.25	?	0			10/02/2006 08:20	15/02/2006 11:34	123.2	2148	143.6	7%	22.7	0.70	3%	11	31%	?		
17/02/2006 17:08	18/02/2006 05:06	12.0	236	23.3	10%	0.00	0.08	?	0			17/02/2006 17:04	18/02/2006 04:52	11.8	257	16.8	7%	4.2	0.27	6%	17	0%	?		
18/02/2006 08:26	19/02/2006 15:04	30.6	189	29.0	15%	0.00	0.05	?	0			18/02/2006 19:16	19/02/2006 14:50	19.6	198	23.0	12%	1.5	0.12	8%	7	68%	?		I
20/02/2006 12:04	04/03/2006 02:24	278.3	3645	128.2	4%	0.00	0.32	?	0			21/02/2006 02:08	04/03/2006 02:10	264.0	3416	126.2	4%	24.1	3.97	16%	7	-32%	?		
04/03/2006 07:54	04/03/2006 02:24	15.1	39	120.2	32%	0.00	0.01	?	0			04/03/2006 07:50	04/03/2006 02:10	15.0	92	20.4	22%	0.0	0.01	12696%	0	83%	2		
05/03/2006 07:54	06/03/2006 23:02							•	•												-		,		
		16.3	141	24.4	17%	0.00	0.06	?	0			05/03/2006 23:00	06/03/2006 08:36	9.6	218	33.8	15%	1.3	0.11	8%	6	26%	7		

06/03/2006 13:56	06/03/2006 15:12	1.3	11	1.8	16%	0.00	0.01	?	0			06/03/2006 15:06	06/03/2006 15:08	0.0	0	0.1	57%	0.0	0.00	83%	16	?	?		I
07/03/2006 01:38	07/03/2006 08:44	7.1	24	5.8	24%	0.00	0.01	?	0			07/03/2006 02:04	07/03/2006 08:30	6.4	35	6.5	19%	0.1	0.06	63%	3	38%	?		
07/03/2006 15:28	08/03/2006 01:08	9.7	213	21.5	10%	0.00	0.09	?	0			07/03/2006 15:24	08/03/2006 00:54	9.5	156	16.2	10%	0.9	0.22	23%	6	22%	?		
09/03/2006 02:32	09/03/2006 16:00	13.5	73	17.9	24%	0.00	0.01	?	0			09/03/2006 02:32	09/03/2006 15:46	13.2	121	17.9	15%	0.4	0.02	6%	3	-58%	?		
11/03/2006 14:46	22/03/2006 14:18	263.5	2077	163.5	8%	23.60	0.98	4%	11			12/03/2006 15:06	22/03/2006 14:04	239.0	2363	154.1	7%	7.1	0.30	4%	3	?	?		
23/03/2006 20:16	24/03/2006 01:06	4.8	35	8.4	24%	0.39	0.32	83%	11	*	*	23/03/2006 20:12	24/03/2006 00:52	4.7	36	3.4	10%	0.6	0.20	33%	17	-316%	371%	*	*

ANNEXE 2 PARTIE 2 : CARACTERISTIQUES DES 183 EVENEMENTS DE RUISSELLEMENT PLUVIAL

Hmoy : hauteur moyenne de la pluie sur les 3 pluviomètres entourant le bassin (mm); D : durée de l'événement (m^3); $\Box V$: incertitude absolue sur V (m^3); $\Box V$: incertitude relative sur V; M : masse de MES apportée par l'événement (m^3); $\Box V$: incertitude absolue sur V (m^3); $\Box V/V$: incertitude relative sur V; M : masse de MES apportée par l'événement (m^3); D : hauteur maximum événementielle dans le bassin de rétention entier avant son compartimentage et dans le premier compartiment du bassin après son compartimentage; SM : appartenance de l'événement à la série dédiée aux masses de MES à l'entrée du bassin; SE : appartenance de l'événement à la série dédiée à l'efficacité du bassin de rétention

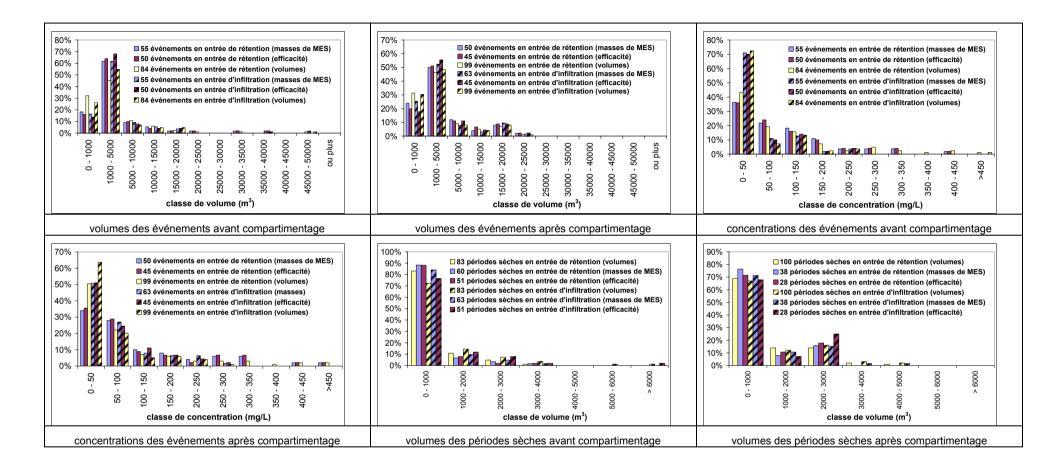
•																												
PLUIE			EV	/ENEME	NT A L'EN	NTREE DU	U BASSIN	N DE RET	ENTION								E	VENEME	ENT A L'E	NTREE	DU BASS	IN D'INF	ILTRATION					
début	Hmoy	début	fin	D	V	$\Box V$	□V/V	M	□M	□M/M	С	hBR	SM	SE	début	fin	D	V	$\Box V$	□V/V	M	□M	□M/M	С	E	□E	SM	SE
01/01/2004 16:42	6.90	02/01/2004 00:30	02/01/2004 19:54	19.4	4219	118.1	6%	202.5	9.0	9%	48	0.74	*	*	02/01/2004 00:18	02/01/2004 19:52	19.6	4324	87.1	4%	0.0	4.0	?	0	100%	?	•	*
08/01/2004 15:06	3.60	08/01/2004 20:24	09/01/2004 07:34	11.2	673	39.6	12%	77.6	5.5	14%	115	0.70			08/01/2004 20:24	09/01/2004 10:36	14.2	1957	69.5	7%	279.5	23.5	17%	143	-260%	79%		
11/01/2004 03:30	2.20	11/01/2004 06:12	11/01/2004 06:22	0.2	2	0.3	24%	0.3	0.0	21%	125	0.71			11/01/2004 06:00	11/01/2004 11:54	5.9	970	44.1	9%	0.1	2.6	5404%	0	66%	1816%		
12/01/2004 08:54	3.00	12/01/2004 15:20	12/01/2004 16:18	1.0	14	8.0	11%	5.7	0.5	16%	405	0.70			12/01/2004 15:08	12/01/2004 19:54	4.8	925	43.2	9%	43.1	5.6	26%	47	-661%	231%		
12/01/2004 19:12	5.30	12/01/2004 20:32	13/01/2004 09:54	13.4	138	11.8	17%	11.7	1.6	26%	85	0.71			12/01/2004 20:20	13/01/2004 09:52	13.5	4156	84.5	4%	0.5	6.1	2593%	0	96%	103%		
14/01/2004 18:12	1.30	14/01/2004 19:26	15/01/2004 02:30	7.1	755	43.8	12%	104.9	4.7	9%	139	0.68	*	*	14/01/2004 19:14	15/01/2004 02:30	7.3	904	33.1	7%	72.9	7.3	20%	81	31%	15%	*	*
17/01/2004 02:54	7.70	17/01/2004 03:54	17/01/2004 09:16	5.4	5395	94.2	3%	1646.2	84.6	10%	305	0.83	*	*	17/01/2004 03:42	17/01/2004 14:14	10.5	4699	112.7	5%	1032.2	70.6	14%	220	37%	11%	•	*
17/01/2004 11:42	4.10	17/01/2004 14:18	18/01/2004 01:28	11.2	2441	57.4	5%	40.4	6.0	30%	17	0.72	*	*	17/01/2004 14:16	18/01/2004 04:40	14.4	2545	66.4	5%	48.6	11.2	46%	19	-20%	66%	•	•
18/01/2004 03:12	2.10	18/01/2004 04:44	19/01/2004 02:48	22.1	1618	52.1	6%	0.0	2.1	?	0	0.74	*	*	18/01/2004 04:42	19/01/2004 02:48	22.1	1654	50.0	6%	0.0	2.7	?	0	?	?	•	•
19/01/2004 22:24	17.70	20/01/2004 01:00	21/01/2004 15:12	38.2	12538	398.6	6%	1077.2	65.7	12%	86	0.76	*	*	20/01/2004 00:48	21/01/2004 15:10	38.4	12158	326.9	5%	188.0	80.9	86%	15	83%	15%	•	•
22/01/2004 23:18	2.50	23/01/2004 02:06	23/01/2004 12:48	10.7	1024	39.4	8%	4.6	1.2	52%	5	0.67			23/01/2004 01:54	23/01/2004 20:10	18.3	1501	83.0	11%	0.0	1.8	?	0	100%	?		
24/01/2004 14:12	3.30	24/01/2004 15:30	25/01/2004 03:06	11.6	1848	80.3	9%	0.0	1.9	?	0	0.72	*	*	24/01/2004 15:18	25/01/2004 03:04	11.8	2186	80.2	7%	82.9	10.5	25%	38	?	?	*	*
26/01/2004 03:24	3.10	26/01/2004 04:52	26/01/2004 12:14	7.4	1363	39.6	6%	0.0	2.0	?	0	0.73	*	*	26/01/2004 04:40	26/01/2004 14:18	9.6	1431	56.2	8%	13.8	6.4	93%	10	?	?	*	*
28/01/2004 08:18	1.10	28/01/2004 11:08	28/01/2004 20:36	9.5	949	45.2	10%	0.0	8.0	?	0	0.65	*		28/01/2004 10:56	28/01/2004 20:34	9.6	1143	60.7	11%	25.0	3.0	24%	22	?	?		
29/01/2004 04:24	1.00	29/01/2004 11:26	29/01/2004 16:58	5.5	563	27.6	10%	0.0	0.7	?	0	0.65			29/01/2004 11:14	29/01/2004 16:56	5.7	739	35.8	10%	99.5	8.4	17%	135	?	?		
0 mais Q et cond pluie		06/02/2004 10:00	06/02/2004 14:36	4.6	1301	35.1	5%	459.2	25.8	11%	353	0.74			06/02/2004 09:48	06/02/2004 14:34	4.8	19	0.9	10%	0.0	0.0	?	0	100%	?		
07/02/2004 07:48	2.30	07/02/2004 09:58	07/02/2004 15:02	5.1	1306	33.3	5%	452.7	25.9	11%	347	0.75	*	*	07/02/2004 09:46	07/02/2004 15:00	5.2	1183	38.4	6%	269.0	18.8	14%	227	41%	11%	*	*
21/02/2004 01:54	2.10	21/02/2004 04:48	21/02/2004 11:20	6.5	637	31.3	10%	124.2	8.4	13%	195	0.68	*	*	21/02/2004 04:36	21/02/2004 15:26	10.8	575	33.6	12%	13.9	3.4	48%	24	89%	6%	*	*
21/02/2004 16:42	2.00	21/02/2004 20:16	22/02/2004 07:36	11.3	1253	61.0	10%	3.7	2.5	136%	3	0.68	*	*	21/02/2004 20:04	22/02/2004 07:34	11.5	1026	50.8	10%	0.2	3.0	3309%	0	95%	159%	*	*
22/02/2004 09:06	35.50	22/02/2004 11:18	24/02/2004 01:54	38.6	22118	389.3	4%	290.0	58.8	41%	13	0.76	*	*	22/02/2004 11:06	24/02/2004 02:02	38.9	19165	384.8	4%	38.2	53.0	278%	2	87%	37%	*	*
24/02/2004 10:54	1.80	24/02/2004 11:16	25/02/2004 02:04	14.8	1338	72.8	11%	0.0	0.9	?	0	0.66	*	٠	24/02/2004 11:04	25/02/2004 02:04	15.0	1568	78.1	10%	0.0	1.8	?	0	?	?	*	٠
25/02/2004 10:30	0.30	25/02/2004 12:12	25/02/2004 23:12	11.0	360	27.7	15%	0.3	0.8	596%	1	0.63			25/02/2004 12:00	26/02/2004 00:32	12.5	566	35.1	12%	316.7	13.4	8%	560	113511%	677633%		
05/03/2004 00:12	0.80	05/03/2004 02:38	05/03/2004 20:24	17.8	487	38.8	16%	215.1	11.0	10%	441	0.64	*	*	05/03/2004 02:26	05/03/2004 20:22	17.9	530	27.8	10%	0.7	0.9	247%	1	100%	1%	*	*
05/03/2004 17:30	11.10	05/03/2004 22:16	06/03/2004 20:10	21.9	5345	109.9	4%	140.0	10.4	15%	26	0.72	*	*	05/03/2004 22:04	06/03/2004 20:12	22.1	4753	103.2	4%	87.6	16.7	38%	18	37%	26%	*	*
13/03/2004 05:18	52.50	13/03/2004 06:38	15/03/2004 00:52	42.2	32484	656.0	4%	4103.4	104.4	5%	126	0.96	*	*	13/03/2004 06:26	15/03/2004 00:50	42.4	36572	618.2	3%	113.4	180.1	317%	3	97%	9%	*	*
19/03/2004 23:06	3.30	19/03/2004 20:10	20/03/2004 10:00	13.8	2025	89.5	9%	157.2	10.4	13%	78	0.70	*	*	19/03/2004 19:58	20/03/2004 10:00	14.0	1840	73.2	8%	89.1	11.1	25%	48	43%	16%		*
21/03/2004 13:48	4.60	21/03/2004 15:14	22/03/2004 17:04	25.8	4217	83.4	4%	1094.5	54.8	10%	260	0.77	*	*	21/03/2004 15:12	22/03/2004 17:02	25.8	4155	101.4	5%	520.8	36.5	14%	125	52%	8%	*	*
22/03/2004 13:36	4.50	22/03/2004 17:06	23/03/2004 02:38	9.5	4313	69.6	3%	722.0	18.8	5%	167	0.77	*	*	22/03/2004 17:04	23/03/2004 02:42	9.6	4525	93.7	4%	613.5	29.3	10%	136	15%	9%		*
23/03/2004 05:54	3.10	23/03/2004 10:32	24/03/2004 11:06	24.6	1505	44.1	6%	117.2	5.3	9%	78	0.73	*	*	23/03/2004 10:20	24/03/2004 11:06	24.8	1802	49.3	5%	213.1	12.1	11%	118	-82%	26%	*	*
06/04/2004 09:00	0.80	06/04/2004 13:28	06/04/2004 17:48	4.3	54	5.3	20%	1.0	0.1	27%	18	0.60			06/04/2004 13:16	06/04/2004 22:12	8.9	60	8.5	28%	0.3	0.5	325%	5	71%	96%		
06/04/2004 20:00	5.60	06/04/2004 22:16	07/04/2004 11:46	13.5	2821	74.8	5%	228.8	10.9	10%	81	0.74	*	*	06/04/2004 22:16	07/04/2004 11:44	13.5	2898	81.9	6%	41.4	12.3	60%	14	82%	11%	*	*
09/04/2004 11:00	3.30	09/04/2004 14:58	10/04/2004 18:50	27.9	1134	42.2	7%	563.9	43.6	15%	497	0.67			09/04/2004 14:46	10/04/2004 18:48	28.0	1488	79.5	11%	37.9	7.0	37%	25	93%	3%		
17/04/2004 00:54	3.70	17/04/2004 05:38	17/04/2004 18:36	13.0	831	28.9	7%	0.2	0.7	788%	0	0.64			17/04/2004 05:26	17/04/2004 20:28	15.0	1219	60.0	10%	4.5	6.0	264%	4	-2324%	20139%		
17/04/2004 18:24	3.30	17/04/2004 20:32	18/04/2004 09:26	12.9	1929	90.4	9%	86.3	6.7	16%	45	0.72	*	*	17/04/2004 20:30	18/04/2004 13:48	17.3	2149	100.1	9%	80.7	10.5	26%	38	7%	28%		*
18/04/2004 11:54	2.20	18/04/2004 13:52	21/04/2004 04:54	63.0	5338	197.2	7%	241.6	9.0	7%	45	0.63			18/04/2004 13:50	21/04/2004 04:52	63.0	1458	41.9	6%	17.5	2.4	27%	12	93%	2%		
22/04/2004 22:30	20.90	23/04/2004 00:20	27/04/2004 12:34	108.2	9962	722.7	15%	517.6	22.6	9%	52	1.20			23/04/2004 00:08	27/04/2004 12:32	108.4	16497	300.1	4%	1803.6	84.1	9%	109	-248%	45%		
28/04/2004 08:00	0.70	28/04/2004 10:20	29/04/2004 01:04	14.7	17233	1203.4	14%	198.0	20.4	21%	11	0.62			28/04/2004 10:08	29/04/2004 01:14	15.1	254	11.1	9%	3.2	0.4	23%	12	98%	0%		
29/04/2004 14:24	1.70	29/04/2004 22:16	30/04/2004 22:00	23.7	1839	66.2	7%	94.2	7.3	16%	51	0.73	*	*	29/04/2004 22:04	30/04/2004 21:58	23.9	1997	63.5	6%	107.4	9.9	18%	54	-14%	27%	*	*
02/05/2004 18:00	0.90	02/05/2004 21:32	03/05/2004 02:18	4.8	380	20.9	11%	0.2	0.4	383%	1	0.63			02/05/2004 21:20	03/05/2004 02:16	4.9	440	21.8	10%	0.0	0.8	?	0	100%	?	*	
04/05/2004 23:24	6.70	05/05/2004 01:56	05/05/2004 20:02	18.1	3916	152.1	8%	97.2	12.4	26%	25	0.77	*	*	05/05/2004 01:44	05/05/2004 20:00	18.3	3632	105.6	6%	57.6	21.0	73%	16	41%	46%	*	*
05/05/2004 18:24	1.10	05/05/2004 21:44	06/05/2004 11:30	13.8	34	8.7	51%	1.0	0.2	38%	29	0.58			05/05/2004 21:32	06/05/2004 11:28	13.9	99	13.9	28%	0.1	0.3	565%	1	87%	71%		
06/05/2004 14:30	2.80	06/05/2004 18:56	07/05/2004 22:10	27.2	1070	40.8	8%	120.6	7.8	13%	113	0.75	*	*	06/05/2004 18:44	07/05/2004 22:08	27.4	1197	39.0	7%	161.5	8.0	10%	135	-34%	22%	*	*
07/05/2004 23:42	0.90	08/05/2004 03:32	08/05/2004 07:22	3.8	223	16.3	15%	31.7	2.3	14%	142	0.64	*		08/05/2004 03:20	08/05/2004 21:20	18.0	210	17.3	16%	0.0	0.5	?	0	100%	?		
08/05/2004 13:30	12.00	08/05/2004 21:24	09/05/2004 13:16	15.9	6028	102.3	3%	11.9	10.7	179%	2	0.77			08/05/2004 21:22	14/05/2004 14:00	136.6	6219	228.8	7%	0.0	5.0	?	0	100%	?		

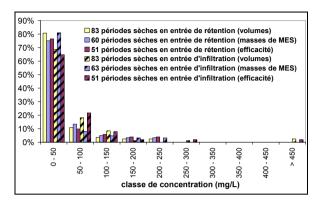
	_	_												_														_
21/05/2004 04:06	0.90	21/05/2004 06:48	21/05/2004 18:38	11.8	380	17.6	9%	87.2	3.3	8%	229	0.68	*	*	21/05/2004 06:36	21/05/2004 18:36	12.0	442	17.3	8%	34.6	3.3	19%	78	60%	8%	*	*
01/06/2004 00:18	2.90	01/06/2004 09:54	02/06/2004 05:10	19.3	1259	51.6	8%	237.2	9.8	8%	188	0.69	*	*	01/06/2004 09:42	02/06/2004 05:42	20.0	1335	51.4	8%	138.5	6.0	9%	104	42%	7%	*	*
02/06/2004 03:00	1.00	02/06/2004 05:46	02/06/2004 13:42	7.9	771	36.6	9%	4.6	1.1	47%	6	0.64	*	*	02/06/2004 05:44	02/06/2004 13:42	8.0	704	37.6	11%	0.0	1.1	?	0	100%	?	*	*
11/06/2004 08:18	2.90	11/06/2004 11:28	11/06/2004 21:40	10.2	825	31.2	8%	213.0	12.1	11%	258	0.73			11/06/2004 11:16	11/06/2004 21:38	10.4	1326	44.1	7%	273.7	18.9	14%	206	-29%	23%		
19/06/2004 14:54	3.00	19/06/2004 16:56	20/06/2004 00:00	7.1	153	16.2	21%	9.2	8.0	17%	60	0.66			19/06/2004 16:44	19/06/2004 23:58	7.2	390	20.0	10%	66.5	3.4	10%	171	-621%	142%		
20/06/2004 04:12	2.50	20/06/2004 06:34	21/06/2004 06:00	23.4	596	26.7	9%	24.5	2.1	17%	41	0.71			20/06/2004 06:22	21/06/2004 05:58	23.6	1214	29.1	5%	137.1	11.8	17%	113	-460%	136%		
22/06/2004 04:48	6.10	22/06/2004 07:02	23/06/2004 01:56	18.9	1902	60.2	6%	255.7	11.0	9%	134	0.78			22/06/2004 06:50	23/06/2004 01:54	19.1	2838	98.4	7%	123.5	13.7	22%	44	52%	12%		
23/06/2004 00:54	15.90	23/06/2004 02:46	24/06/2004 01:50	23.1	7344	132.4	4%	2128.4	97.4	9%	290	1.39			23/06/2004 02:34	24/06/2004 01:48	23.2	11933	260.8	4%	954.9	103.0	22%	80	55%	11%		
05/07/2004 16:36	5.00	05/07/2004 18:16	06/07/2004 00:30	6.2	2103	34.5	3%	387.7	18.2	9%	184	0.76	*		05/07/2004 18:04	06/07/2004 03:50	9.8	1896	42.4	4%	0.0	3.8	?	0	100%	?		
07/07/2004 23:30	17.50	08/07/2004 04:16	09/07/2004 19:34	39.3	4693	92.8	4%	405.3	20.0	10%	86	0.77	*	*	08/07/2004 04:04	09/07/2004 19:32	39.5	4699	114.4	5%	271.7	26.5	20%	58	33%	15%	•	*
09/07/2004 18:30	3.10	09/07/2004 20:32	10/07/2004 00:20	3.8	460	21.7	9%	19.7	1.4	14%	43	0.70			09/07/2004 20:20	10/07/2004 01:36	5.3	606	28.2	9%	27.3	3.1	23%	45	-39%	37%		
fin pluie précédente		10/07/2004 02:32	10/07/2004 04:58	2.4	439	19.6	9%	0.0	0.7	?	0	0.67			10/07/2004 02:20	10/07/2004 11:30	9.2	545	33.8	12%	0.0	0.9	?	0	?	?	*	
12/07/2004 00:06	6.90	12/07/2004 01:12	12/07/2004 11:50	10.6	3079	87.8	6%	15.7	3.4	44%	5	0.74	*		12/07/2004 01:00	12/07/2004 15:52	14.9	2826	91.9	7%	4.6	9.6	420%	2	71%	123%	*	*
12/07/2004 14:00	4.90	12/07/2004 16:04	14/07/2004 03:20	35.3	779	30.9	8%	0.0	0.6	?	0	0.65			12/07/2004 15:54	14/07/2004 03:20	35.4	961	50.1	10%	4.4	3.3	150%	5	?	?		
20/07/2004 16:06	4.80	20/07/2004 16:10	20/07/2004 23:24	7.2	1542	26.3	3%	179.3	7.2	8%	116	0.75	*		20/07/2004 15:58	20/07/2004 23:24	7.4	1399	31.9	5%	0.0	2.8	?	0	100%	?		
23/07/2004 07:24	4.90	23/07/2004 09:36	23/07/2004 15:12	5.6	2964	68.2	5%	407.5	22.7	11%	137	0.80	*		23/07/2004 09:24	23/07/2004 16:26	7.0	3067	68.1	4%	329.6	21.3	13%	107	19%	14%	*	*
03/08/2004 15:30	6.00	03/08/2004 18:02	03/08/2004 20:00	2.0	53	1.6	6%	0.0	0.1	?	0	0.62	*		03/08/2004 17:50	03/08/2004 20:24	2.6	63	5.9	19%	0.2	0.2	149%	4	?	?	•	*
23/08/2004 19:42	23.10	24/08/2004 00:00	25/08/2004 00:00	24.0	11080	145.6	3%	1034.5	45.3	9%	93	1.24	*		23/08/2004 23:48	25/08/2004 17:58	42.2	13180	307.7	5%	26.1	44.7	343%	2	97%	9%	•	*
25/08/2004 15:42	5.90	25/08/2004 18:02	26/08/2004 15:00	21.0	1648	43.2	5%	167.7	7.6	9%	102	0.73	*	*	25/08/2004 18:00	27/08/2004 04:00	34.0	2052	61.0	6%	33.3	11.6	70%	16	80%	14%	•	*
11/09/2004 17:42	7.10	11/09/2004 22:20	12/09/2004 21:00	22.7	2144	78.9	7%	400.6	21.5	11%	187	0.75		1	11/09/2004 22:08	12/09/2004 20:58	22.8	2143	82.3	8%	15.5	6.3	82%	7	96%	3%		
13/09/2004 17:36	7.90	13/09/2004 19:38	14/09/2004 04:10	8.5	4848	66.4	3%	1150.5	43.9	8%	237	0.87	•	1	13/09/2004 19:26	14/09/2004 04:10	8.7	5462	111.9	4%	0.1	8.9	13084%	0	100%	2%	•	
14/09/2004 00:42	1.00	14/09/2004 04:14	14/09/2004 13:34	9.3	72	12.5	34%	1.1	0.2	32%	16	0.61		. I	14/09/2004 04:12	14/09/2004 13:32	9.3	189	17.4	18%	0.0	0.2	?	0	100%	?		
14/09/2004 11:42	11.90	14/09/2004 13:38	16/09/2004 00:30	34.9	8490	176.4	4%	1195.0	43.1	7%	141	0.89		1	14/09/2004 13:34	16/09/2004 00:28	34.9	9974	275.0	6%	0.6	48.0	15809%	0	100%	8%		
23/09/2004 22:12	5.40	24/09/2004 00:24	24/09/2004 23:30	23.1	2631	85.4	6%	78.1	7.7	20%	30	0.75			24/09/2004 00:12	24/09/2004 23:30	23.3	2779	88.1	6%	32.9	15.3	93%	12	58%	40%		
06/10/2004 04:54	35.40	06/10/2004 06:54	07/10/2004 22:26	39.5 43.6	15738 12322	315.5 269.8	4% 4%	1800.4	81.8 45.4	9% 11%	114	1.11	•	1	06/10/2004 06:42	07/10/2004 22:24	39.7 43.8	16275	360.1 343.7	4% 4%	678.7 0.0	85.8 17.0	25%	42 0	62%	10% ?	•	1
10/10/2004 00:48	24.60	10/10/2004 03:24	11/10/2004 23:00	43.6 9.8	974		4% 10%	814.6			66 109	1.73			10/10/2004 03:12	11/10/2004 22:58	43.8 10.1	16323		4% 6%	37.0		45%	-	100%	· ·		
14/10/2004 10:12 14/10/2004 21:18	1.10	14/10/2004 13:16 14/10/2004 23:12	14/10/2004 23:04 15/10/2004 07:00	9.8 7.8	1042	48.8 41.8	10% 8%	106.2 88.0	6.5 5.1	12% 12%	109 84	0.72			14/10/2004 13:04 14/10/2004 23:10	14/10/2004 23:08 15/10/2004 07:00	7.8	1172 1273	35.1 37.5	6%	37.0 18.3	8.3 7.4	45% 81%	32 14	65% 79%	16% 17%		
15/10/2004 21:18	0.70	15/10/2004 23:12	15/10/2004 07:00	6.6	341	21.3	12%	26.8	2.0	15%	79	0.74			15/10/2004 23:10	15/10/2004 07:00	6.6	409	16.8	8%	3.7	2.7	149%	9	79% 86%	20%		
15/10/2004 04:48	4.50	15/10/2004 07:04	15/10/2004 13:40	9.8	3525	86.6	5%	926.2	44.2	10%	263	0.71			15/10/2004 07:02	16/10/2004 13:40	10.5	4227	112.2	5%	740.3	53.3	149%	175	20%	14%		
16/10/2004 13:06	2.30	16/10/2004 15:38	17/10/2004 23:36	32.0	1459	57.5	8%	62.6	46	15%	43	0.73			16/10/2004 15:26	17/10/2004 00:12	32.1	1596	66.7	8%	6.4	2.9	91%	4	90%	9%		
18/10/2004 13:54	9.20	18/10/2004 13:30	20/10/2004 01:12	27.7	7922	141.9	4%	643.2	17.7	5%	81	0.72			18/10/2004 21:18	20/10/2004 01:10	27.9	8499	191.7	5%	190.9	34.3	36%	22	70%	11%		
20/10/2004 03:12	1.70	20/10/2004 06:24	21/10/2004 00:40	18.3	1590	57.7	7%	299.2	13.8	9%	188	0.71			20/10/2004 06:12	21/10/2004 00:40	18.5	1523	55.2	7%	160.8	9.0	11%	106	46%	8%		
20/10/2001 00:12	10	20/10/2007 00:21	21/10/2001 00:10	10.0	1000	01.1	. ,0	200.2	10.0	0,0	.00	0.7 1			20/10/2001 00:12	21110/2001 00:10	10.0	1020	00.2	. ,0	100.0	0.0	,	.00	-	0,0		
25/10/2004 11:36	48.60	25/10/2004 15:54	27/10/2004 18:46	50.9	45181	747.6	3%	0.3	56.4	41667%	0	1.81			25/10/2004 15:42	27/10/2004 18:44	51.0	48338	733.1	3%	792.6	287.0	72%	16	292591%	121954344%	*	
28/10/2004 01:36	1.50	27/10/2004 21:36	28/10/2004 19:26	21.8	1694	46.4	5%	99.8	4.3	9%	59	0.72	*		27/10/2004 21:24	28/10/2004 21:58	24.6	1694	53.0	6%	84.2	6.8	16%	50	16%	15%	*	*
28/10/2004 19:54	6.50	28/10/2004 22:02	29/10/2004 15:16	17.2	5895	173.8	6%	82.5	13.6	33%	14	0.79	*		28/10/2004 22:00	29/10/2004 15:16	17.3	5847	160.3	5%	173.1	33.2	38%	30	-110%	106%	•	*
29/10/2004 12:36	5.50	29/10/2004 15:20	29/10/2004 23:54	8.6	4503	83.5	4%	273.1	12.3	9%	61	0.75			29/10/2004 15:18	29/10/2004 23:56	8.6	4688	86.5	4%	466.6	20.0	9%	100	-71%	21%	*	
29/10/2004 23:30	1.70	30/10/2004 00:00	30/10/2004 06:26	6.4	1754	57.2	7%	2.0	4.9	488%	1	0.72	*		29/10/2004 23:58	30/10/2004 22:22	22.4	1821	68.1	7%	13.9	11.4	165%	8	-593%	3572%	*	*
01/11/2004 00:12	7.80	31/10/2004 14:18							9.3		0	0.82							298.7	5%	0.0	10.7			?	?		
02/11/2004 13:48	6.70		01/11/2004 13:38	23.3	12940	267.4	4%	0.0							31/10/2004 14:06	02/11/2004 01:06	35.0	12693					?	0		-01		
04/11/2004 13:12		02/11/2004 17:58	03/11/2004 20:02	26.1	3510	154.7	9%	296.8	11.8	8%	85	0.73	*	*	02/11/2004 17:46	03/11/2004 20:00	26.2	2929	133.4	9%	106.2	11.8	22%	36	64%	8%		•
00/44/0004 04:54	4.90	04/11/2004 16:40	03/11/2004 20:02 05/11/2004 01:12	26.1 8.5	3510 3169	154.7 103.5	9% 7%	296.8 688.8	11.8 25.0	7%	85 217	0.73 0.77	*	•	02/11/2004 17:46 04/11/2004 16:28	03/11/2004 20:00 05/11/2004 14:44	26.2 22.3	2929 3791	133.4 113.3	6%	106.2 822.1	11.8 39.7	22% 10%	36 217	-19%	14%	:	•
28/11/2004 21:54	20.70	04/11/2004 16:40 29/11/2004 04:24	03/11/2004 20:02 05/11/2004 01:12 02/12/2004 00:04	26.1 8.5 67.7	3510 3169 385	154.7 103.5 19.7	9% 7% 10%	296.8 688.8 50.1	11.8 25.0 2.0	7% 8%	85 217 130	0.73 0.77 0.71	*	*	02/11/2004 17:46 04/11/2004 16:28 29/11/2004 04:12	03/11/2004 20:00 05/11/2004 14:44 02/12/2004 05:12	26.2 22.3 73.0	2929 3791 2537	133.4 113.3 97.0	6% 8%	106.2 822.1 0.0	11.8 39.7 2.6	22%	36 217 0	-19% 100%	14% ?		•
02/12/2004 15:24	20.70 1.70	04/11/2004 16:40 29/11/2004 04:24 02/12/2004 05:16	03/11/2004 20:02 05/11/2004 01:12 02/12/2004 00:04 03/12/2004 19:40	26.1 8.5 67.7 38.4	3510 3169 385 1038	154.7 103.5 19.7 32.3	9% 7% 10% 6%	296.8 688.8 50.1 515.9	11.8 25.0 2.0 26.5	7% 8% 10%	85 217 130 497	0.73 0.77 0.71 0.74		*	02/11/2004 17:46 04/11/2004 16:28 29/11/2004 04:12 02/12/2004 05:14	03/11/2004 20:00 05/11/2004 14:44 02/12/2004 05:12 03/12/2004 19:40	26.2 22.3 73.0 38.4	2929 3791 2537 1417	133.4 113.3 97.0 76.5	6% 8% 11%	106.2 822.1 0.0 0.0	11.8 39.7 2.6 1.0	22% 10% ? ?	36 217 0 0	-19% 100% 100%	14% ? ?		
02/12/2004 15:24 15/12/2004 20:48	20.70 1.70 0.50	04/11/2004 16:40 29/11/2004 04:24 02/12/2004 05:16 16/12/2004 07:00	03/11/2004 20:02 05/11/2004 01:12 02/12/2004 00:04 03/12/2004 19:40 16/12/2004 15:10	26.1 8.5 67.7 38.4 8.2	3510 3169 385 1038 49	154.7 103.5 19.7 32.3 7.6	9% 7% 10% 6% 31%	296.8 688.8 50.1 515.9 1.4	11.8 25.0 2.0 26.5 0.2	7% 8% 10% 35%	85 217 130 497 28	0.73 0.77 0.71 0.74 0.59		•	02/11/2004 17:46 04/11/2004 16:28 29/11/2004 04:12 02/12/2004 05:14 16/12/2004 06:48	03/11/2004 20:00 05/11/2004 14:44 02/12/2004 05:12 03/12/2004 19:40 16/12/2004 15:08	26.2 22.3 73.0 38.4 8.3	2929 3791 2537 1417 59	133.4 113.3 97.0 76.5 5.9	6% 8% 11% 20%	106.2 822.1 0.0 0.0 0.2	11.8 39.7 2.6 1.0 0.3	22% 10% ? ? 341%	36 217 0 0 3	-19% 100% 100% 88%	14% ? ? 41%		
02/12/2004 15:24 15/12/2004 20:48 16/12/2004 18:36	20.70 1.70 0.50 2.00	04/11/2004 16:40 29/11/2004 04:24 02/12/2004 05:16 16/12/2004 07:00 16/12/2004 20:02	03/11/2004 20:02 05/11/2004 01:12 02/12/2004 00:04 03/12/2004 19:40 16/12/2004 15:10 17/12/2004 13:14	26.1 8.5 67.7 38.4 8.2 17.2	3510 3169 385 1038 49 1325	154.7 103.5 19.7 32.3 7.6 80.8	9% 7% 10% 6% 31% 12%	296.8 688.8 50.1 515.9 1.4 447.9	11.8 25.0 2.0 26.5 0.2 17.6	7% 8% 10% 35% 8%	85 217 130 497 28 338	0.73 0.77 0.71 0.74 0.59 0.72			02/11/2004 17:46 04/11/2004 16:28 29/11/2004 04:12 02/12/2004 05:14 16/12/2004 06:48 16/12/2004 19:50	03/11/2004 20:00 05/11/2004 14:44 02/12/2004 05:12 03/12/2004 19:40 16/12/2004 15:08 17/12/2004 13:38	26.2 22.3 73.0 38.4 8.3 17.8	2929 3791 2537 1417 59 1463	133.4 113.3 97.0 76.5 5.9 90.1	6% 8% 11% 20% 12%	106.2 822.1 0.0 0.0 0.2 110.2	11.8 39.7 2.6 1.0 0.3 11.8	22% 10% ? ? 341% 21%	36 217 0 0 3 75	-19% 100% 100% 88% 75%	14% ? ? 41% 6%		
02/12/2004 15:24 15/12/2004 20:48 16/12/2004 18:36 17/12/2004 12:12	20.70 1.70 0.50 2.00 4.90	04/11/2004 16:40 29/11/2004 04:24 02/12/2004 05:16 16/12/2004 07:00 16/12/2004 20:02 17/12/2004 13:42	03/11/2004 20:02 05/11/2004 01:12 02/12/2004 00:04 03/12/2004 19:40 16/12/2004 15:10 17/12/2004 13:14 18/12/2004 02:30	26.1 8.5 67.7 38.4 8.2 17.2	3510 3169 385 1038 49 1325 5043	154.7 103.5 19.7 32.3 7.6 80.8 85.3	9% 7% 10% 6% 31% 12% 3%	296.8 688.8 50.1 515.9 1.4 447.9 2209.8	11.8 25.0 2.0 26.5 0.2 17.6 69.8	7% 8% 10% 35%	85 217 130 497 28 338 438	0.73 0.77 0.71 0.74 0.59 0.72 0.88		•	02/11/2004 17:46 04/11/2004 16:28 29/11/2004 04:12 02/12/2004 05:14 16/12/2004 06:48 16/12/2004 19:50 17/12/2004 13:40	03/11/2004 20:00 05/11/2004 14:44 02/12/2004 05:12 03/12/2004 19:40 16/12/2004 15:08 17/12/2004 13:38 18/12/2004 15:20	26.2 22.3 73.0 38.4 8.3 17.8 25.7	2929 3791 2537 1417 59 1463 4962	133.4 113.3 97.0 76.5 5.9 90.1 209.4	6% 8% 11% 20% 12% 8%	106.2 822.1 0.0 0.0 0.2 110.2 592.6	11.8 39.7 2.6 1.0 0.3 11.8 32.8	22% 10% ? ? 341% 21% 11%	36 217 0 0 3 75 119	-19% 100% 100% 88%	14% ? ? 41% 6% 3%		
02/12/2004 15:24 15/12/2004 20:48 16/12/2004 18:36 17/12/2004 12:12 19/12/2004 04:54	20.70 1.70 0.50 2.00 4.90 3.80	04/11/2004 16:40 29/11/2004 04:24 02/12/2004 05:16 16/12/2004 07:00 16/12/2004 20:02 17/12/2004 13:42 19/12/2004 09:24	03/11/2004 20:02 05/11/2004 01:12 02/12/2004 00:04 03/12/2004 15:10 17/12/2004 15:10 17/12/2004 02:30 20/12/2004 07:38	26.1 8.5 67.7 38.4 8.2 17.2	3510 3169 385 1038 49 1325	154.7 103.5 19.7 32.3 7.6 80.8 85.3 72.6	9% 7% 10% 6% 31% 12% 3% 4%	296.8 688.8 50.1 515.9 1.4 447.9	11.8 25.0 2.0 26.5 0.2 17.6	7% 8% 10% 35% 8%	85 217 130 497 28 338	0.73 0.77 0.71 0.74 0.59 0.72	*	•	02/11/2004 17:46 04/11/2004 16:28 29/11/2004 04:12 02/12/2004 05:14 16/12/2004 06:48 16/12/2004 19:50 17/12/2004 13:40 19/12/2004 09:22	03/11/2004 20:00 05/11/2004 14:44 02/12/2004 05:12 03/12/2004 15:08 17/12/2004 15:08 17/12/2004 13:38 18/12/2004 15:20 20/12/2004 20:40	26.2 22.3 73.0 38.4 8.3 17.8	2929 3791 2537 1417 59 1463 4962 3851	133.4 113.3 97.0 76.5 5.9 90.1 209.4 197.0	6% 8% 11% 20% 12%	106.2 822.1 0.0 0.0 0.2 110.2	11.8 39.7 2.6 1.0 0.3 11.8	22% 10% ? ? 341% 21% 11%	36 217 0 0 3 75	-19% 100% 100% 88% 75%	14% ? ? 41% 6%		
02/12/2004 15:24 15/12/2004 20:48 16/12/2004 18:36 17/12/2004 12:12 19/12/2004 04:54 23/12/2004 00:24	20.70 1.70 0.50 2.00 4.90	04/11/2004 16:40 29/11/2004 04:24 02/12/2004 05:16 16/12/2004 07:00 16/12/2004 20:02 17/12/2004 13:42 19/12/2004 09:24 23/12/2004 00:02	03/11/2004 20:02 05/11/2004 01:12 02/12/2004 00:04 03/12/2004 15:10 16/12/2004 15:10 17/12/2004 02:30 20/12/2004 07:38 23/12/2004 12:40	26.1 8.5 67.7 38.4 8.2 17.2 12.8 22.2 12.6	3510 3169 385 1038 49 1325 5043 3314	154.7 103.5 19.7 32.3 7.6 80.8 85.3 72.6 15.6	9% 7% 10% 6% 31% 12% 3%	296.8 688.8 50.1 515.9 1.4 447.9 2209.8 0.0	11.8 25.0 2.0 26.5 0.2 17.6 69.8 2.5	7% 8% 10% 35% 8%	85 217 130 497 28 338 438 0	0.73 0.77 0.71 0.74 0.59 0.72 0.88 0.74			02/11/2004 17:46 04/11/2004 16:28 29/11/2004 04:12 02/12/2004 05:14 16/12/2004 06:48 16/12/2004 19:50 17/12/2004 13:40 19/12/2004 09:22 22/12/2004 23:50	03/11/2004 20:00 05/11/2004 14:44 02/12/2004 05:12 03/12/2004 15:08 16/12/2004 15:08 17/12/2004 13:38 18/12/2004 15:20 20/12/2004 20:40 23/12/2004 14:04	26.2 22.3 73.0 38.4 8.3 17.8 25.7 35.3	2929 3791 2537 1417 59 1463 4962 3851 257	133.4 113.3 97.0 76.5 5.9 90.1 209.4 197.0 10.5	6% 8% 11% 20% 12% 8% 10%	106.2 822.1 0.0 0.0 0.2 110.2 592.6 18.2	11.8 39.7 2.6 1.0 0.3 11.8 32.8 16.2 0.6	22% 10% ? ? 341% 21% 11% 178%	36 217 0 0 3 75 119 5 4	-19% 100% 100% 88% 75%	14% ? ? 41% 6% 3% ?	:	•
02/12/2004 15:24 15/12/2004 20:48 16/12/2004 18:36 17/12/2004 12:12 19/12/2004 04:54 23/12/2004 00:24 28/12/2004 11:42	20.70 1.70 0.50 2.00 4.90 3.80 1.50 9.10	04/11/2004 16:40 29/11/2004 04:24 02/12/2004 05:16 16/12/2004 07:00 16/12/2004 20:02 17/12/2004 13:42 19/12/2004 00:24 23/12/2004 00:02 28/12/2004 19:22	03/11/2004 20:02 05/11/2004 01:12 02/12/2004 00:04 03/12/2004 19:40 16/12/2004 15:10 17/12/2004 02:30 20/12/2004 02:30 20/12/2004 02:30 30/12/2004 12:40	26.1 8.5 67.7 38.4 8.2 17.2 12.8 22.2 12.6 51.3	3510 3169 385 1038 49 1325 5043 3314 191 2925	154.7 103.5 19.7 32.3 7.6 80.8 85.3 72.6 15.6 122.8	9% 7% 10% 6% 31% 12% 3% 4% 16% 8%	296.8 688.8 50.1 515.9 1.4 447.9 2209.8 0.0	11.8 25.0 2.0 26.5 0.2 17.6 69.8 2.5 0.2 46.3	7% 8% 10% 35% 8% 6% ? ?	85 217 130 497 28 338 438 0	0.73 0.77 0.71 0.74 0.59 0.72 0.88 0.74 0.63		•	02/11/2004 17:46 04/11/2004 16:28 29/11/2004 06:14 16/12/2004 06:48 16/12/2004 19:50 17/12/2004 13:40 19/12/2004 09:22 22/12/2004 23:50 28/12/2004 19:10	03/11/2004 20:00 05/11/2004 14:44 02/12/2004 05:12 03/12/2004 19:40 16/12/2004 15:08 17/12/2004 15:20 20/12/2004 20:40 23/12/2004 14:04 30/12/2004 22:40	26.2 22.3 73.0 38.4 8.3 17.8 25.7 35.3 14.2 51.5	2929 3791 2537 1417 59 1463 4962 3851 257 4425	133.4 113.3 97.0 76.5 5.9 90.1 209.4 197.0	6% 8% 11% 20% 12% 8% 10% 8%	106.2 822.1 0.0 0.0 0.2 110.2 592.6 18.2 0.9 131.5	11.8 39.7 2.6 1.0 0.3 11.8 32.8 16.2	22% 10% ? 341% 21% 11% 178% 137% 25%	36 217 0 0 3 75 119 5 4 30	-19% 100% 100% 88% 75% 73% ? ?	14% ? ? 41% 6% 3% ? ? 3%	:	
02/12/2004 15:24 15/12/2004 20:48 16/12/2004 18:36 17/12/2004 12:12 19/12/2004 04:54 23/12/2004 00:24 28/12/2004 11:42 02/01/2005 04:36	20.70 1.70 0.50 2.00 4.90 3.80 1.50 9.10 2.10	04/11/2004 16:40 29/11/2004 04:24 02/12/2004 05:16 16/12/2004 07:00 16/12/2004 20:02 17/12/2004 13:42 19/12/2004 09:24 23/12/2004 09:22 02/01/2005 09:06	03/11/2004 20:02 05/11/2004 01:12 02/12/2004 00:04 03/12/2004 19:40 16/12/2004 15:10 17/12/2004 13:14 18/12/2004 02:30 20/12/2004 07:38 23/12/2004 12:40 03/01/2005 01:26	26.1 8.5 67.7 38.4 8.2 17.2 12.8 22.2 12.6	3510 3169 385 1038 49 1325 5043 3314 191	154.7 103.5 19.7 32.3 7.6 80.8 85.3 72.6 15.6	9% 7% 10% 6% 31% 12% 3% 4% 16%	296.8 688.8 50.1 515.9 1.4 447.9 2209.8 0.0 0.0	11.8 25.0 2.0 26.5 0.2 17.6 69.8 2.5 0.2	7% 8% 10% 35% 8% 6% ?	85 217 130 497 28 338 438 0 0	0.73 0.77 0.71 0.74 0.59 0.72 0.88 0.74 0.63 0.68	•		02/11/2004 17:46 04/11/2004 16:28 29/11/2004 04:12 02/12/2004 05:14 16/12/2004 05:48 16/12/2004 19:50 17/12/2004 13:40 19/12/2004 23:50 28/12/2004 19:10 02/01/2005 08:54	03/11/2004 20:00 05/11/2004 14:44 02/12/2004 05:14 03/12/2004 19:40 16/12/2004 15:08 17/12/2004 15:20 20/12/2004 20:40 23/12/2004 14:04 30/12/2004 22:40 03/01/2005 01:24	26.2 22.3 73.0 38.4 8.3 17.8 25.7 35.3 14.2	2929 3791 2537 1417 59 1463 4962 3851 257	133.4 113.3 97.0 76.5 5.9 90.1 209.4 197.0 10.5 226.6	6% 8% 11% 20% 12% 8% 10% 8%	106.2 822.1 0.0 0.0 0.2 110.2 592.6 18.2 0.9	11.8 39.7 2.6 1.0 0.3 11.8 32.8 16.2 0.6 16.5	22% 10% ? ? 341% 21% 11% 178%	36 217 0 0 3 75 119 5 4	-19% 100% 100% 88% 75% 73% ?	14% ? ? 41% 6% 3% ?		
02/12/2004 15:24 15/12/2004 20:48 16/12/2004 18:36 17/12/2004 12:12 19/12/2004 04:54 23/12/2004 00:24 28/12/2004 11:42	20.70 1.70 0.50 2.00 4.90 3.80 1.50 9.10	04/11/2004 16:40 29/11/2004 04:24 02/12/2004 05:24 01/12/2004 07:00 16/12/2004 20:02 17/12/2004 13:42 19/12/2004 09:24 23/12/2004 09:24 23/12/2004 19:22 02/01/2005 09:06 06/01/2005 05:14	03/11/2004 20:02 05/11/2004 01:12 02/12/2004 00:04 03/12/2004 19:40 16/12/2004 15:10 17/12/2004 13:14 18/12/2004 02:30 20/12/2004 07:38 23/12/2004 12:40 03/01/2005 01:26 07/01/2005 12:00	26.1 8.5 67.7 38.4 8.2 17.2 12.8 22.2 12.6 51.3 16.3	3510 3169 385 1038 49 1325 5043 3314 191 2925 1639	154.7 103.5 19.7 32.3 7.6 80.8 85.3 72.6 15.6 122.8 52.2	9% 7% 10% 6% 31% 12% 3% 4% 16% 8%	296.8 688.8 50.1 515.9 1.4 447.9 2209.8 0.0 0.0 1114.6 487.8	11.8 25.0 2.0 26.5 0.2 17.6 69.8 2.5 0.2 46.3 27.0	7% 8% 10% 35% 8% 6% ? ? 8% 11%	85 217 130 497 28 338 438 0 0 381 298	0.73 0.77 0.71 0.74 0.59 0.72 0.88 0.74 0.63 0.68 0.75	•		02/11/2004 17:46 04/11/2004 16:28 29/11/2004 06:14 16/12/2004 06:48 16/12/2004 19:50 17/12/2004 13:40 19/12/2004 09:22 22/12/2004 23:50 28/12/2004 19:10	03/11/2004 20:00 05/11/2004 14:44 02/12/2004 05:12 03/12/2004 19:40 16/12/2004 15:08 17/12/2004 15:08 17/12/2004 15:20 20/12/2004 20:40 03/12/2004 14:04 03/12/2004 22:40 03/01/2005 01:24 07/01/2005 12:00	26.2 22.3 73.0 38.4 8.3 17.8 25.7 35.3 14.2 51.5	2929 3791 2537 1417 59 1463 4962 3851 257 4425 1672	133.4 113.3 97.0 76.5 5.9 90.1 209.4 197.0 10.5 226.6 87.2	6% 8% 11% 20% 12% 8% 10% 8% 10%	106.2 822.1 0.0 0.0 0.2 110.2 592.6 18.2 0.9 131.5 83.2	11.8 39.7 2.6 1.0 0.3 11.8 32.8 16.2 0.6 16.5 8.2	22% 10% ? ? 341% 21% 11% 178% 137% 25% 20%	36 217 0 0 3 75 119 5 4 30 50	-19% 100% 100% 88% 75% 73% ? ? 88% 83%	14% ? ? 41% 6% 3% ? ? 3% 4%	:	
02/12/2004 15:24 15/12/2004 20:48 16/12/2004 12:12 17/12/2004 12:12 19/12/2004 04:54 23/12/2004 00:24 28/12/2004 11:42 02/01/2005 04:36 06/01/2005 01:24 18/01/2005 12:54	20.70 1.70 0.50 2.00 4.90 3.80 1.50 9.10 2.10 0.90 1.80	04/11/2004 16:40 29/11/2004 04:24 02/12/2004 05:16 16/12/2004 07:00 16/12/2004 20:02 17/12/2004 09:24 23/12/2004 09:22 23/12/2004 09:22 02/01/2005 09:06 06/01/2005 05:14 18/01/2005 14:22	03/11/2004 20:02 05/11/2004 01:12 02/12/2004 00:04 03/12/2004 19:40 16/12/2004 15:10 17/12/2004 13:14 18/12/2004 02:30 20/12/2004 07:38 23/12/2004 22:40 03/01/2005 12:00 19/01/2005 19:00	26.1 8.5 67.7 38.4 8.2 17.2 12.8 22.2 12.6 51.3 16.3 30.8	3510 3169 385 1038 49 1325 5043 3314 191 2925 1639 358	154.7 103.5 19.7 32.3 7.6 80.8 85.3 72.6 15.6 122.8 52.2 64.5	9% 7% 10% 6% 31% 12% 3% 4% 16% 8% 6% 36%	296.8 688.8 50.1 515.9 1.4 447.9 2209.8 0.0 0.0 1114.6 487.8 18.9	11.8 25.0 2.0 26.5 0.2 17.6 69.8 2.5 0.2 46.3 27.0 2.6	7% 8% 10% 35% 8% 6% ? ? 8% 11% 27%	85 217 130 497 28 338 438 0 0 381 298 53	0.73 0.77 0.71 0.74 0.59 0.72 0.88 0.74 0.63 0.68 0.75 0.63			02/11/2004 17:46 04/11/2004 16:28 29/11/2004 06:14 16/12/2004 06:48 16/12/2004 19:50 17/12/2004 13:40 19/12/2004 09:22 22/12/2004 09:42 22/12/2004 19:10 02/01/2005 08:54 06/01/2005 08:50 28/12/2005 14:10	03/11/2004 20:00 05/11/2004 14:44 02/12/2004 05:12 03/12/2004 19:40 16/12/2004 15:08 17/12/2004 15:38 18/12/2004 15:20 20/12/2004 20:40 23/12/2004 20:40 03/01/2005 01:24 07/01/2005 12:00 19/01/2005 18:58	26.2 22.3 73.0 38.4 8.3 17.8 25.7 35.3 14.2 51.5 16.5 31.0	2929 3791 2537 1417 59 1463 4962 3851 257 4425 1672 369	133.4 113.3 97.0 76.5 5.9 90.1 209.4 197.0 10.5 226.6 87.2 39.2	6% 8% 11% 20% 12% 8% 10% 8% 10% 21%	106.2 822.1 0.0 0.0 0.2 110.2 592.6 18.2 0.9 131.5 83.2 18.5	11.8 39.7 2.6 1.0 0.3 11.8 32.8 16.2 0.6 16.5 8.2 3.1	22% 10% ? ? 341% 21% 11% 178% 137% 25% 20% 33%	36 217 0 0 3 75 119 5 4 30 50 50	-19% 100% 100% 88% 75% 73% ? 88% 83% 2%	14% ? ? 41% 6% 3% ? ? 3% 4% 4%	:	
02/12/2004 15:24 15/12/2004 20:48 16/12/2004 18:36 17/12/2004 12:12 19/12/2004 04:54 23/12/2004 00:24 28/12/2004 11:42 02/01/2005 04:36 06/01/2005 01:24	20.70 1.70 0.50 2.00 4.90 3.80 1.50 9.10 2.10 0.90	04/11/2004 16:40 29/11/2004 04:24 02/12/2004 05:24 01/12/2004 07:00 16/12/2004 20:02 17/12/2004 13:42 19/12/2004 09:24 23/12/2004 09:24 23/12/2004 19:22 02/01/2005 09:06 06/01/2005 05:14	03/11/2004 20:02 05/11/2004 01:12 02/12/2004 00:04 03/12/2004 19:40 16/12/2004 15:10 17/12/2004 13:14 18/12/2004 02:30 20/12/2004 07:38 23/12/2004 12:40 03/01/2005 01:26 07/01/2005 12:00	26.1 8.5 67.7 38.4 8.2 17.2 12.8 22.2 12.6 51.3 16.3 30.8 28.6	3510 3169 385 1038 49 1325 5043 3314 191 2925 1639 358 1370	154.7 103.5 19.7 32.3 7.6 80.8 85.3 72.6 15.6 122.8 52.2 64.5 63.8	9% 7% 10% 6% 31% 12% 3% 4% 16% 8% 6% 36% 9%	296.8 688.8 50.1 515.9 1.4 447.9 2209.8 0.0 0.0 1114.6 487.8 18.9 554.7	11.8 25.0 2.0 26.5 0.2 17.6 69.8 2.5 0.2 46.3 27.0 2.6 21.5	7% 8% 10% 35% 8% 6% ? ? 8% 11% 27% 8%	85 217 130 497 28 338 438 0 0 381 298 53 405	0.73 0.77 0.71 0.74 0.59 0.72 0.88 0.74 0.63 0.68 0.75 0.63 0.73	•		02/11/2004 17:46 04/11/2004 06:28 29/11/2004 06:14 16/12/2004 06:48 16/12/2004 19:50 17/12/2004 13:40 19/12/2004 09:22 22/12/2004 19:10 02/01/2005 08:54 06/01/2005 08:54	03/11/2004 20:00 05/11/2004 14:44 02/12/2004 05:12 03/12/2004 19:40 16/12/2004 15:08 17/12/2004 15:08 17/12/2004 15:20 20/12/2004 20:40 03/12/2004 14:04 03/12/2004 22:40 03/01/2005 01:24 07/01/2005 12:00	26.2 22.3 73.0 38.4 8.3 17.8 25.7 35.3 14.2 51.5 16.5 31.0 28.8	2929 3791 2537 1417 59 1463 4962 3851 257 4425 1672 369 1744	133.4 113.3 97.0 76.5 5.9 90.1 209.4 197.0 10.5 226.6 87.2 39.2 73.5	6% 8% 11% 20% 12% 8% 10% 8% 10% 21% 8%	106.2 822.1 0.0 0.0 0.2 110.2 592.6 18.2 0.9 131.5 83.2 18.5 298.5	11.8 39.7 2.6 1.0 0.3 11.8 32.8 16.2 0.6 16.5 8.2 3.1 24.9	22% 10% ? ? 341% 21% 11% 137% 25% 20% 33% 17%	36 217 0 0 3 75 119 5 4 30 50	-19% 100% 100% 88% 75% 73% ? 88% 83% 2% 46%	14% ? ? 41% 6% 3% ? ? 3% 4% 42% 10%	:	
02/12/2004 15:24 15/12/2004 20:48 16/12/2004 18:36 17/12/2004 12:12 19/12/2004 00:54 23/12/2004 00:24 28/12/2004 01:42 02/01/2005 04:36 06/01/2005 01:24 18/01/2005 12:54 20/01/2005 03:12	20.70 1.70 0.50 2.00 4.90 3.80 1.50 9.10 2.10 0.90 1.80 1.60	04/11/2004 16:40 29/11/2004 04:24 02/12/2004 05:16 16/12/2004 07:00 16/12/2004 07:00 16/12/2004 09:24 23/12/2004 09:24 23/12/2004 09:02 28/12/2004 09:05 06/01/2005 09:06 18/01/2005 15:14 18/01/2005 14:22 20/01/2005 06:28	03/11/2004 20:02 05/11/2004 01:12 02/12/2004 00:04 03/12/2004 19:40 16/12/2004 15:10 17/12/2004 02:30 20/12/2004 02:30 20/12/2004 12:40 30/12/2004 12:40 03/01/2005 01:26 07/01/2005 10:00 19/01/2005 01:20	26.1 8.5 67.7 38.4 8.2 17.2 12.8 22.2 12.6 51.3 16.3 30.8 28.6 18.9	3510 3169 385 1038 49 1325 5043 3314 191 2925 1639 358 1370 479	154.7 103.5 19.7 32.3 7.6 80.8 85.3 72.6 15.6 122.8 52.2 64.5 63.8 33.6	9% 7% 10% 6% 31% 12% 3% 4% 16% 8% 6% 36% 9% 14%	296.8 688.8 50.1 515.9 1.4 447.9 2209.8 0.0 0.0 1114.6 487.8 18.9 554.7 224.9	11.8 25.0 2.0 26.5 0.2 17.6 69.8 2.5 0.2 46.3 27.0 2.6 21.5 16.8	7% 8% 10% 35% 8% 6% ? ? 8% 11% 27% 8% 15%	85 217 130 497 28 338 438 0 0 381 298 53 405 469	0.73 0.77 0.71 0.74 0.59 0.72 0.88 0.74 0.63 0.68 0.75 0.63 0.73			02/11/2004 17:46 04/11/2004 16:28 29/11/2004 06:14 16/12/2004 06:48 16/12/2004 19:50 17/12/2004 13:40 19/12/2004 09:22 22/12/2004 29:50 28/12/2004 19:10 02/01/2005 08:54 06/01/2005 06:02 18/01/2005 16:10	03/11/2004 20:00 05/11/2004 14:44 02/12/2004 05:12 03/12/2004 19:40 16/12/2004 15:08 17/12/2004 15:20 20/12/2004 15:20 20/12/2004 20:40 23/12/2004 14:04 30/12/2004 12:40 03/01/2005 01:24 07/01/2005 18:58 21/01/2005 01:18	26.2 22.3 73.0 38.4 8.3 17.8 25.7 35.3 14.2 51.5 16.5 31.0 28.8 19.0	2929 3791 2537 1417 59 1463 4962 3851 257 4425 1672 369 1744 593	133.4 113.3 97.0 76.5 5.9 90.1 209.4 197.0 10.5 226.6 87.2 39.2 73.5 41.0	6% 8% 11% 20% 12% 8% 10% 8% 10% 21% 8% 14%	106.2 822.1 0.0 0.0 0.2 110.2 592.6 18.2 0.9 131.5 83.2 18.5 298.5 108.1	11.8 39.7 2.6 1.0 0.3 11.8 32.8 16.2 0.6 16.5 8.2 3.1 24.9 9.9	22% 10% ? ? 341% 21% 11% 178% 25% 20% 33% 17% 18%	36 217 0 0 3 75 119 5 4 30 50 50 171 182	-19% 100% 100% 88% 75% 73% ? ? 88% 83% 2% 46% 52%	14% ? ? 41% 6% 3% ? ? 3% 4% 42% 10% 11%	:	
02/12/2004 15:24 15/12/2004 20:48 16/12/2004 18:36 17/12/2004 12:12 19/12/2004 04:54 23/12/2004 00:24 28/12/2004 01:24 02/01/2005 04:36 06/01/2005 01:24 18/01/2005 03:12 20/01/2005 03:12 21/01/2005 03:12	20.70 1.70 0.50 2.00 4.90 3.80 1.50 9.10 2.10 0.90 1.80 1.60 27.00	04/11/2004 16:40 29/11/2004 04:24 02/12/2004 07:00 16/12/2004 07:00 16/12/2004 07:00 16/12/2004 03:42 19/12/2004 09:22 28/12/2004 09:02 28/12/2004 19:22 02/01/2005 09:06 06/01/2005 05:14 18/01/2005 06:28 21/01/2005 07:30	03/11/2004 20:02 05/11/2004 01:12 02/12/2004 00:04 03/12/2004 19:40 16/12/2004 15:10 17/12/2004 02:30 20/12/2004 07:38 23/12/2004 12:40 03/01/2005 01:26 07/01/2005 12:00 19/01/2005 10:20 24/01/2005 03:00	26.1 8.5 67.7 38.4 8.2 17.2 12.8 22.2 12.6 51.3 16.3 30.8 28.6 18.9 77.5	3510 3169 385 1038 49 1325 5043 3314 191 2925 1639 358 1370 479 16396	154.7 103.5 19.7 32.3 7.6 80.8 85.3 72.6 15.6 122.8 52.2 64.5 63.8 33.6 325.0	9% 7% 10% 6% 31% 12% 3% 4% 16% 8% 6% 36% 9% 14% 4%	296.8 688.8 50.1 515.9 1.4 447.9 2209.8 0.0 0.0 1114.6 487.8 18.9 554.7 224.9 1484.5	11.8 25.0 2.0 26.5 0.2 17.6 69.8 2.5 0.2 46.3 27.0 2.6 21.5 16.8 40.1	7% 8% 10% 35% 8% 6% ? 8% 11% 27% 8% 15% 5%	85 217 130 497 28 338 438 0 0 381 298 53 405 469 91	0.73 0.77 0.71 0.74 0.59 0.72 0.88 0.74 0.63 0.68 0.75 0.63 0.73 0.64			02/11/2004 17:46 04/11/2004 04:12 02/12/2004 05:14 16/12/2004 06:48 16/12/2004 19:50 17/12/2004 19:50 17/12/2004 19:40 19/12/2004 19:40 19/12/2004 19:10 02/01/2005 06:54 06/01/2005 06:52 18/01/2005 06:16 21/01/2005 17:18	03/11/2004 20:00 05/11/2004 14:44 02/12/2004 05:12 03/12/2004 19:40 16/12/2004 15:08 17/12/2004 15:08 17/12/2004 15:20 20/12/2004 20:40 23/12/2004 14:04 03/01/2/2004 22:40 03/01/2/2005 01:24 07/01/2005 12:00 19/01/2005 11:85 24/01/2005 22:58	26.2 22.3 73.0 38.4 8.3 17.8 25.7 35.3 14.2 51.5 16.5 31.0 28.8 19.0 77.7	2929 3791 2537 1417 59 1463 4962 3851 257 4425 1672 369 1744 593 17008	133.4 113.3 97.0 76.5 5.9 90.1 209.4 197.0 10.5 226.6 87.2 39.2 73.5 41.0	6% 8% 11% 20% 12% 8% 10% 10% 21% 8% 14% 6%	106.2 822.1 0.0 0.0 0.2 110.2 592.6 18.2 0.9 131.5 83.2 18.5 298.5 108.1 818.3	11.8 39.7 2.6 1.0 0.3 11.8 32.8 16.2 0.6 16.5 8.2 3.1 24.9 9.9 39.7	22% 10% ? 341% 21% 1178% 137% 25% 20% 33% 17% 18% 10%	36 217 0 0 3 75 119 5 4 30 50 50 171 182 48	-19% 100% 100% 88% 75% 73% ? 88% 83% 2% 46% 52% 45%	14% ? ? 41% 6% 3% ? ? 3% 44% 42% 10% 11% 6%	:	
02/12/2004 15:24 15/12/2004 20:48 16/12/2004 18:36 17/12/2004 12:12 19/12/2004 04:54 23/12/2004 00:24 28/12/2004 11:42 02/01/2005 04:36 06/01/2005 01:24 18/01/2005 03:12 21/01/2005 03:12 21/01/2005 15:48 01/02/2005 04:00	20.70 1.70 0.50 2.00 4.90 3.80 1.50 9.10 0.90 1.80 1.60 27.00 3.80	04/11/2004 16:40 29/11/2004 04:24 29/11/2004 04:24 02/12/2004 05:16 16/12/2004 07:00 16/12/2004 07:02 17/12/2004 13:42 19/12/2004 09:24 23/12/2004 09:24 23/12/2004 09:22 02/01/2005 09:14 18/01/2005 14:22 20/01/2005 17:30 01/02/2005 06:22	03/11/2004 20:02 05/11/2004 01:12 02/12/2004 00:04 03/12/2004 19:40 16/12/2004 15:10 17/12/2004 15:10 17/12/2004 02:30 20/12/2004 07:38 23/12/2004 02:30 20/12/2005 12:00 19/01/2005 12:00 19/01/2005 19:00 01/10/2005 17:30 01/02/2005 17:30	26.1 8.5 67.7 38.4 8.2 17.2 12.8 22.2 12.6 51.3 16.3 30.8 28.6 18.9 77.5 11.1	3510 3169 385 1038 49 1325 5043 3314 191 2925 1639 358 1370 479 16396 2405	154.7 103.5 19.7 32.3 7.6 80.8 85.3 72.6 15.6 122.8 52.2 64.5 63.8 33.6 325.0 82.5	9% 7% 10% 6% 31% 12% 3% 4% 16% 8% 6% 36% 9% 14% 4% 7%	296.8 688.8 50.1 515.9 1.4 447.9 2209.8 0.0 0.0 1114.6 487.8 18.9 554.7 224.9 1484.5 382.8	11.8 25.0 2.0 26.5 0.2 17.6 69.8 2.5 0.2 46.3 27.0 2.6 21.5 16.8 40.1	7% 8% 10% 35% 8% 6% ? ? 8% 11% 27% 8% 15% 5%	85 217 130 497 28 338 438 0 0 381 298 53 405 469 91 159	0.73 0.77 0.71 0.74 0.59 0.72 0.88 0.74 0.63 0.68 0.75 0.63 0.73 0.64 1.02			02/11/2004 17:46 04/11/2004 06:28 29/11/2004 06:14 16/12/2004 06:48 16/12/2004 19:50 17/12/2004 19:50 22/12/2004 13:40 19/12/2004 03:50 28/12/2004 19:10 02/01/2005 08:54 06/01/2005 05:02 18/01/2005 14:10 20/01/2005 17:18 01/02/2005 16:01	03/11/2004 20:00 05/11/2004 14:44 02/12/2004 05:12 03/12/2004 19:40 16/12/2004 15:08 17/12/2004 15:08 17/12/2004 15:20 20/12/2004 20:40 23/12/2004 20:40 23/12/2004 20:40 23/12/2004 10:00 30/12/2005 12:00 19/01/2005 11:10 24/01/2005 22:58 01/02/2005 21:12	26.2 22.3 73.0 38.4 8.3 17.8 25.7 35.3 14.2 51.5 16.5 31.0 28.8 19.0 77.7 15.0	2929 3791 2537 1417 59 1463 4962 3851 257 4425 1672 369 1744 593 17008 2382	133.4 113.3 97.0 76.5 5.9 90.1 209.4 197.0 10.5 226.6 87.2 39.2 73.5 41.0 474.1 160.1	6% 8% 11% 20% 12% 8% 10% 8% 10% 21% 8% 14% 6% 13%	106.2 822.1 0.0 0.0 0.2 110.2 592.6 18.2 0.9 131.5 83.2 18.5 298.5 108.1 818.3 481.0	11.8 39.7 2.6 1.0 0.3 11.8 32.8 16.2 0.6 16.5 8.2 3.1 24.9 9.9 39.7 31.5	22% 10% ? ? 341% 21% 11% 178% 137% 25% 20% 33% 17% 18% 10% 13%	36 217 0 0 3 75 119 5 4 30 50 50 171 182 48 202	-19% 100% 100% 88% 75% ? ? 88% 83% 2% 46% 52% 45%	14% ? ? 41% 6% 3% ? 33% 4 40% 42% 10% 11% 6% 20%		
02/12/2004 15:24 15/12/2004 20:48 16/12/2004 12:12 17/12/2004 12:12 19/12/2004 00:24 23/12/2004 00:24 28/12/2004 11:42 02/01/2005 04:36 06/01/2005 01:24 18/01/2005 12:54 20/01/2005 03:12 21/01/2005 15:48 01/02/2005 04:00 11/02/2005 01:24	20.70 1.70 0.50 2.00 4.90 3.80 1.50 9.10 0.90 1.80 1.60 27.00 3.80 29.30	04/11/2004 16:40 29/11/2004 04:24 02/12/2004 05:16 16/12/2004 07:00 16/12/2004 07:00 16/12/2004 07:00 16/12/2004 09:24 23/12/2004 09:24 23/12/2004 09:22 02/01/2005 06:14 18/01/2005 06:28 21/01/2005 06:22 11/02/2005 01:24	03/11/2004 20:02 05/11/2004 01:12 02/12/2004 00:04 03/12/2004 19:40 16/12/2004 15:10 17/12/2004 02:30 20/12/2004 07:38 23/12/2004 07:38 23/12/2004 22:40 03/01/2005 11:20 07/01/2005 12:00 19/01/2005 01:20 24/01/2005 17:30 15/02/2005 17:30	26.1 8.5 67.7 38.4 8.2 17.2 12.8 22.2 12.6 51.3 16.3 30.8 28.6 18.9 77.5 11.1	3510 3169 385 1038 49 1325 5043 3314 191 2925 1639 358 1370 479 16396 2405 17059	154.7 103.5 19.7 32.3 7.6 80.8 85.3 72.6 15.6 122.8 52.2 64.5 63.8 33.6 325.0 82.5 505.0	9% 7% 10% 6% 31% 12% 3% 4% 16% 6% 36% 9% 14% 4% 7% 6%	296.8 688.8 50.1 515.9 1.4 447.9 2209.8 0.0 0.0 1114.6 487.8 18.9 554.7 224.9 1484.5 382.8 1590.1	11.8 25.0 2.0 26.5 0.2 17.6 69.8 2.5 0.2 46.3 27.0 2.6 21.5 16.8 40.1 16.1 77.3	7% 8% 10% 35% 8% 6% ? ? 8% 11% 27% 8% 15% 8% 10%	85 217 130 497 28 338 438 0 0 381 298 53 405 469 91 159 93	0.73 0.77 0.71 0.74 0.59 0.72 0.88 0.74 0.63 0.68 0.75 0.63 0.73 0.64 1.02 0.69			02/11/2004 17:46 04/11/2004 16:28 29/11/2004 06:14 16/12/2004 06:48 16/12/2004 19:50 17/12/2004 19:50 17/12/2004 19:50 28/12/2004 19:10 02/01/2004 09:22 22/12/2004 19:10 02/01/2005 08:54 06/01/2005 06:16 21/01/2005 06:16 21/01/2005 06:10 11/02/2005 06:10	03/11/2004 20:00 05/11/2004 14:44 02/12/2004 05:12 03/12/2004 19:40 16/12/2004 15:08 17/12/2004 15:08 17/12/2004 15:20 20/12/2004 20:40 23/12/2004 20:40 03/01/2005 01:24 07/01/2005 10:08 24/01/2005 21:12 15/02/2005 11:12	26.2 22.3 73.0 38.4 8.3 17.8 25.7 35.3 14.2 51.5 16.5 31.0 28.8 19.0 77.7 15.0 102.8	2929 3791 2537 1417 59 1463 4962 3851 257 4425 1672 369 1744 593 17008 2382 16204	133.4 113.3 97.0 76.5 5.9 90.1 209.4 197.0 10.5 226.6 87.2 39.2 73.5 41.0 474.1 160.1 761.8	6% 8% 11% 20% 12% 8% 10% 8% 10% 21% 8% 14% 6% 13% 9%	106.2 822.1 0.0 0.0 0.2 110.2 592.6 18.2 0.9 131.5 83.2 18.5 298.5 108.1 818.3 481.0 6.3	11.8 39.7 2.6 1.0 0.3 11.8 32.8 16.2 0.6 16.5 8.2 3.1 24.9 9.9 39.7 31.5 21.4	22% 10% ? 341% 21% 11% 178% 137% 25% 20% 33% 17% 10% 13% 677%	36 217 0 0 3 75 119 5 4 30 50 50 171 182 48 202 0	-19% 100% 100% 88% 75% 73% ? ? 88% 83% 2% 46% 52% 45% -26% 100%	14% ? ? 41% 6% 3% ? ? 3% 4% 42% 10% 11% 6% 20% 3%		
02/12/2004 15:24 15/12/2004 20:48 16/12/2004 18:36 17/12/2004 12:12 19/12/2004 04:54 23/12/2004 00:24 28/12/2004 11:42 02/01/2005 01:24 18/01/2005 12:54 20/01/2005 03:12 21/01/2005 15:48 01/02/2005 01:24 11/02/2005 15:48	20.70 1.70 0.50 2.00 4.90 3.80 1.50 9.10 2.10 0.90 1.80 1.60 27.00 3.80 29.30 2.10	04/11/2004 16:40 29/11/2004 04:24 02/12/2004 05:16 16/12/2004 07:00 16/12/2004 07:00 16/12/2004 09:24 23/12/2004 09:24 23/12/2004 09:24 23/12/2004 09:02 28/12/2004 09:05 06/01/2005 09:06 06/01/2005 05:14 18/01/2005 14:22 20/01/2005 16:28 21/01/2005 17:30 01/02/2005 17:54 19/02/2005 19:40	03/11/2004 20:02 05/11/2004 01:12 02/12/2004 00:04 03/12/2004 19:40 16/12/2004 15:10 17/12/2004 13:14 18/12/2004 07:38 23/12/2004 07:38 23/12/2004 12:40 03/01/2005 01:26 07/01/2005 10:20 24/01/2005 19:00 21/01/2005 19:00 21/01/2005 17:30 15/02/2005 17:54 20/02/2005 14:50	26.1 8.5 67.7 38.4 8.2 17.2 12.8 22.2 12.6 51.3 16.3 30.8 28.6 18.9 77.5 11.1 102.0 19.2	3510 3169 385 1038 49 1325 5043 3314 191 2925 1639 358 1370 479 16396 2405 17059 1634	154.7 103.5 19.7 32.3 7.6 80.8 85.3 72.6 15.6 122.8 52.2 64.5 63.8 33.6 325.0 82.5 505.0 85.1	9% 7% 10% 6% 31% 12% 3% 4% 16% 6% 36% 9% 14% 4% 7% 6% 10%	296.8 688.8 50.1 515.9 1.4 447.9 2209.8 0.0 0.0 1114.6 487.8 18.9 554.7 224.9 1484.5 382.8 1590.1 135.6	11.8 25.0 2.0 26.5 0.2 17.6 69.8 2.5 0.2 46.3 27.0 2.6 21.5 16.8 40.1 16.1 77.3 8.3	7% 8% 10% 35% 8% 6% ? ? 8% 11% 27% 8% 15% 5% 8% 10% 12%	85 217 130 497 28 338 438 0 0 381 298 53 405 469 91 159 93 83	0.73 0.77 0.71 0.74 0.59 0.72 0.88 0.74 0.63 0.63 0.75 0.63 0.73 0.64 1.02 0.69 0.99			02/11/2004 17:46 04/11/2004 16:28 29/11/2004 06:14 16/12/2004 06:48 16/12/2004 06:48 16/12/2004 19:50 17/12/2004 13:40 19/12/2004 09:22 22/12/2004 23:50 28/12/2004 19:10 02/01/2005 06:50 28/12/2005 16:02 18/01/2005 16:10 21/01/2005 07:18 01/02/2005 06:10 11/02/2005 01:42 19/02/2005 19:28	03/11/2004 20:00 05/11/2004 14:44 02/12/2004 05:12 03/12/2004 19:40 16/12/2004 15:08 17/12/2004 13:38 18/12/2004 12:00 12/2004 20:40 23/12/2004 20:40 23/12/2004 14:04 30/12/2004 12:40 03/01/2005 01:24 03/01/2005 11:20 19/01/2005 12:00 19/01/2005 12:12 15/02/2005 12:12 15/02/2005 18:28 20/02/2005 10:28	26.2 22.3 73.0 38.4 8.3 17.8 25.7 35.3 14.2 51.5 16.5 31.0 28.8 19.0 77.7 15.0 102.8 19.7	2929 3791 2537 1417 59 1463 4962 3851 257 4425 1672 369 1744 593 17008 2382 16204 1757	133.4 113.3 97.0 76.5 5.9 90.1 209.4 197.0 10.5 226.6 87.2 39.2 73.5 41.0 474.1 160.1 761.8 94.6	6% 8% 11% 20% 12% 8% 10% 8% 10% 21% 8% 144 6% 13% 9%	106.2 822.1 0.0 0.0 0.2 110.2 592.6 18.2 0.9 131.5 83.2 18.5 108.1 818.3 481.0 6.3 55.0	11.8 39.7 2.6 1.0 0.3 11.8 32.8 16.2 0.6 16.5 8.2 3.1 24.9 9.9 39.7 31.5 21.4 6.7	22% 10% ? 341% 21% 11% 178% 25% 20% 33% 17% 18% 10% 137% 24%	36 217 0 0 3 75 119 5 4 30 50 50 171 182 48 202 0 31	-19% 100% 100% 88% 75% 73% ? 88% 2% 46% 52% 45% -26% 100% 59%	14% ? ? 41% 6% 3% ? ? 3% 4% 42% 10% 11% 6% 20% 3% 11%		
02/12/2004 15:24 15/12/2004 20:48 16/12/2004 18:36 17/12/2004 12:12 19/12/2004 04:54 23/12/2004 00:24 28/12/2004 01:24 20/2/12/2005 04:36 06/01/2005 01:24 18/01/2005 03:12 20/01/2005 03:12 21/01/2005 03:12 21/01/2005 03:12 11/02/2005 04:00 11/02/2005 05:36 19/02/2005 05:36	20.70 1.70 0.50 2.00 4.90 3.80 1.50 9.10 2.10 0.90 1.80 1.60 27.00 3.80 27.00 3.80	04/11/2004 16:40 29/11/2004 04:24 02/12/2004 07:00 16/12/2004 07:00 16/12/2004 07:00 16/12/2004 07:00 16/12/2004 07:00 16/12/2004 09:24 29/12/2004 09:24 23/12/2004 09:02 28/12/2004 09:02 28/12/2004 09:02 28/12/2004 19:22 02/01/2005 09:05 18/01/2005 06:14 18/01/2005 06:28 21/01/2005 06:28 21/01/2005 06:22 21/102/2005 09:40 20/02/2005 07:40	03/11/2004 20:02 05/11/2004 01:12 02/12/2004 09:40 03/12/2004 19:40 16/12/2004 15:10 17/12/2004 02:30 20/12/2004 07:38 23/12/2004 02:30 20/12/2004 02:30 20/12/2004 02:30 20/12/2004 12:40 03/01/2005 01:26 07/01/2005 12:00 19/01/2005 19:00 19/01/2005 19:00 11/02/2005 17:30 01/02/2005 17:30 15/02/2005 17:35 20/02/2005 04:50 21/02/2005 04:50	26.1 8.5 67.7 38.4 8.2 17.2 12.8 22.2 12.6 51.3 16.3 30.8 28.6 18.9 77.5 11.1 102.0 19.2 40.2	3510 3169 385 1038 49 1325 5043 3314 191 2925 1639 358 1370 479 16396 2405 17059 1634 1844	154.7 103.5 19.7 32.3 7.6 80.8 85.3 72.6 15.6 122.8 52.2 64.5 63.8 33.6 325.0 82.5 505.0 85.1 91.6	9% 7% 10% 6% 31% 12% 3% 4% 16% 8% 6% 36% 9% 4% 4% 7% 6% 10%	296.8 688.8 50.1 515.9 1.4 447.9 2209.8 0.0 0.0 1114.6 487.8 18.9 554.7 224.9 1484.5 382.8 1590.1 135.6 71.8	11.8 25.0 2.0 26.5 0.2 17.6 69.8 2.5 0.2 46.3 27.0 2.6 21.5 16.8 40.1 16.1 77.3 8.3 6.1	7% 8% 10% 35% 8% 6% ? ? 8% 11% 27% 8% 15% 5% 8% 10% 12% 17%	85 217 130 497 28 338 438 0 0 381 298 53 405 469 91 159 93 83 39	0.73 0.77 0.71 0.74 0.59 0.72 0.88 0.74 0.63 0.75 0.63 0.75 0.63 0.73 0.64 1.02 0.69 0.99			02/11/2004 17:46 04/11/2004 01:28 92/11/2004 06:14 16/12/2004 09:14 16/12/2004 09:20 17/12/2004 19:50 17/12/2004 19:50 17/12/2004 19:40 19/12/2004 09:22 22/12/2004 23:50 28/12/2004 19:10 02/01/2005 08:54 06/01/2005 08:54 06/01/2005 08:61 21/01/2005 06:16 21/01/2005 06:16 21/01/2005 06:16 21/01/2005 06:18 21/02/2005 01:42 19/02/2005 09:28 20/02/2005 07:28	03/11/2004 20:00 05/11/2004 14:44 02/12/2004 05:12 03/12/2004 19:40 16/12/2004 15:08 17/12/2004 15:08 18/12/2004 15:20 20/12/2004 20:40 23/12/2004 14:04 30/12/2005 01:24 07/01/2005 12:00 19/01/2005 01:18 24/01/2005 22:58 01/02/2005 21:12 15/02/2005 05:08 21/02/2005 05:08	26.2 22.3 73.0 38.4 8.3 17.8 25.7 35.3 14.2 51.5 16.5 31.0 28.8 19.0 77.7 15.0 102.8 19.7 40.4	2929 3791 2537 1417 59 1463 4962 3851 257 4425 1672 369 1744 593 17008 2382 16204 1757 1699	133.4 113.3 97.0 76.5 5.9 90.1 209.4 197.0 10.5 226.6 87.2 39.2 73.5 41.0 474.1 160.1 761.8 94.6 105.3	6% 8% 11% 20% 12% 8% 10% 8% 10% 21% 8% 14% 6% 13% 9% 11%	106.2 822.1 0.0 0.0 0.2 110.2 592.6 18.2 0.9 131.5 83.2 18.5 298.5 108.1 818.3 481.0 6.3 55.0 19.4	11.8 39.7 2.6 1.0 0.3 11.8 32.8 16.2 0.6 16.5 8.2 3.1 24.9 9.9 39.7 31.5 21.4 6.7 6.6	22% 10% ? 341% 21% 11% 178% 25% 20% 33% 17% 18% 10% 13% 677% 24% 68%	36 217 0 0 3 75 119 5 4 30 50 50 171 182 48 202 0 31	-19% 100% 100% 88% 75% 73% ? ? 88% 83% 2% 46% -26% 100% 59% 73%	14% ? ? 41% 6% 3% ? ? 3% 4% 42% 10% 11% 6% 20% 3% 11% 19%		
02/12/2004 15:24 15/12/2004 20:48 16/12/2004 18:36 17/12/2004 12:12 19/12/2004 02:24 28/12/2004 01:24 28/12/2004 11:42 02/01/2005 04:36 06/01/2005 01:24 18/01/2005 03:12 21/01/2005 03:12 21/01/2005 12:54 20/01/2005 10:24 19/02/2005 05:36 19/02/2005 05:36 19/02/2005 22:00 03/03/2005 13:24	20.70 1.70 0.50 2.00 4.90 3.80 1.50 9.10 2.10 0.90 1.80 1.60 27.00 3.80 29.30 2.10 3.20 1.30	04/11/2004 16:40 29/11/2004 04:24 29/11/2004 04:24 02/12/2004 05:16 16/12/2004 07:00 16/12/2004 07:02 17/12/2004 13:42 19/12/2004 09:24 23/12/2004 09:24 23/12/2004 09:22 20/20/12/205 09:06 06/01/2005 06:28 21/01/2005 06:28 21/01/2005 11:54 19/02/2005 11:54 19/02/2005 07:40 03/03/2005 14:50	03/11/2004 20:02 05/11/2004 01:12 02/12/2004 09:40 03/12/2004 19:40 16/12/2004 15:10 17/12/2004 15:10 17/12/2004 07:38 23/12/2004 07:38 23/12/2004 07:38 23/12/2004 07:38 23/12/2004 12:40 03/01/2005 01:26 07/01/2005 12:00 19/01/2005 19:00 21/01/2005 23:00 01/02/2005 17:54 20/02/2005 17:54 20/02/2005 23:50 04/03/2005 00:54	26.1 8.5 67.7 38.4 8.2 17.2 12.8 22.2 12.6 51.3 16.3 30.8 28.6 18.9 77.5 11.1 102.0 19.2 40.2	3510 3169 385 1038 49 1325 5043 3314 191 2925 1639 358 1370 479 16396 2405 17059 1634 830	154.7 103.5 19.7 32.3 7.6 80.8 85.3 72.6 15.6 122.8 52.2 64.5 63.8 33.6 325.0 82.5 505.0 85.1 91.6 44.4	9% 7% 10% 6% 31% 12% 3% 4% 16% 8% 6% 36% 9% 14% 4% 7% 6% 10% 10% 11%	296.8 688.8 50.1 515.9 1.4 447.9 2209.8 0.0 0.0 1114.6 487.8 18.9 554.7 224.9 1484.5 382.8 1590.1 71.8 228.0	11.8 25.0 2.0 26.5 0.2 17.6 69.8 2.5 0.2 46.3 27.0 2.6 21.5 16.8 40.1 16.1 77.3 8.3 6.1 11.3	7% 8% 10% 35% 6% ? ? 8% 11% 27% 8% 15% 5% 8% 10% 12%	85 217 130 497 28 338 438 0 0 381 298 53 405 469 91 159 93 83 39 275	0.73 0.77 0.71 0.74 0.59 0.72 0.88 0.74 0.63 0.63 0.75 0.63 0.73 0.64 1.02 0.69 0.69			02/11/2004 17:46 04/11/2004 16:28 29/11/2004 06:14 16/12/2004 06:48 16/12/2004 19:50 17/12/2004 19:50 17/12/2004 13:40 19/12/2004 13:40 19/12/2004 06:22 22/12/2004 23:50 28/12/2004 19:10 02/01/2005 08:54 06/01/2005 08:54 06/01/2005 08:02 18/01/2005 14:10 20/01/2005 06:10 11/02/2005 17:18 01/02/2005 01:12 11/02/2005 07:28 20/02/2005 07:28 03/03/2005 14:38	03/11/2004 20:00 05/11/2004 14:44 02/12/2004 15:12 03/12/2004 19:40 16/12/2004 15:08 17/12/2004 15:08 17/12/2004 15:20 20/12/2004 20:40 23/12/2004 20:40 23/12/2004 20:40 23/12/2005 12:00 19/01/2005 11:20 19/01/2005 16:58 21/01/2005 21:12 15/02/2005 18:28 20/02/2005 05:08 20/02/2005 25:50 04/03/2005 00:54	26.2 22.3 73.0 38.4 8.3 17.8 25.7 35.3 14.2 51.5 16.5 31.0 28.8 19.0 77.7 15.0 102.8 19.7 40.4 10.3	2929 3791 2537 1417 59 1463 4962 3851 257 4425 1672 369 1744 593 17008 2382 16204 1757 1699 738	133.4 113.3 97.0 76.5 5.9 90.1 209.4 197.0 10.5 226.6 87.2 73.5 41.0 474.1 160.1 761.8 94.6 105.3 42.2	6% 8% 11% 20% 12% 8% 10% 10% 21% 8% 14% 6% 13% 9% 11% 12% 11%	106.2 822.1 0.0 0.0 0.2 110.2 592.6 18.2 0.9 131.5 83.2 18.5 298.5 108.1 818.3 481.0 6.3 55.0 19.4 5.1	11.8 39.7 2.6 1.0 0.3 11.8 32.8 16.2 0.6 16.5 8.2 3.1 24.9 9.9 39.7 31.5 21.4 6.7 6.6 2.6	22% 10% ? 341% 21% 11% 178% 25% 20% 33% 17% 18% 10% 13% 677% 24% 68%	36 217 0 0 3 75 119 5 4 30 50 50 171 182 48 202 0 31 11	-19% 100% 100% 88% 75% 73% ? 88% 83% 52% 46% 52% 46% 52% 46% 52% 46% 52% 45% 98%	14% ? ? 41% 6% 3% ? ? 3% 4% 42% 10% 11% 6% 20% 3% 11% 19%		
02/12/2004 15:24 15/12/2004 20:48 16/12/2004 12:36 17/12/2004 12:12 19/12/2004 02:4 23/12/2004 00:24 28/12/2004 11:42 02/01/2005 04:36 06/01/2005 01:24 18/01/2005 03:12 21/01/2005 05:36 19/02/2005 05:36 19/02/2005 05:36 19/02/2005 22:00 03/03/2005 13:24 05/03/2005 13:24	20.70 1.70 0.50 2.00 4.90 3.80 1.50 9.10 0.90 1.80 1.60 27.00 3.80 29.30 2.10 3.20 4.60	04/11/2004 16:40 29/11/2004 04:24 02/12/2004 05:16 16/12/2004 07:00 16/12/2004 07:00 16/12/2004 07:00 16/12/2004 09:24 23/12/2004 09:24 23/12/2004 09:22 23/12/2004 09:22 23/12/2004 09:22 23/12/2004 09:22 23/12/2005 06:28 21/01/2005 06:28 21/01/2005 17:30 01/02/2005 06:22 11/02/2005 06:22 11/02/2005 07:40 03/03/2005 14:50 05/03/2005 03:08	03/11/2004 20:02 05/11/2004 01:12 02/12/2004 09:40 16/12/2004 19:40 16/12/2004 15:10 17/12/2004 13:14 18/12/2004 02:30 20/12/2004 07:38 23/12/2004 07:38 23/12/2004 12:40 03/01/2005 01:26 07/01/2005 10:20 24/01/2005 01:20 01/02/2005 17:54 20/02/2005 04:50 21/02/2005 03:50 04/03/2005 00:54 06/03/2005 03:40	26.1 8.5 67.7 38.4 8.2 17.2 12.8 22.2 12.6 51.3 16.3 30.8 28.6 18.9 77.5 11.1 102.0 19.2 40.2 10.1 44.5	3510 3169 385 1038 49 1325 5043 3314 191 2925 1639 358 1370 16396 2405 17059 1634 1844 830 2650	154.7 103.5 19.7 32.3 7.6 80.8 85.3 72.6 15.6 122.8 52.2 64.5 63.8 33.6 82.5 505.0 82.5 191.6 44.4 132.4	9% 7% 10% 6% 31% 12% 3% 4% 16% 8% 6% 9% 14% 4% 7% 6% 10% 10%	296.8 688.8 50.1 515.9 1.4 447.9 2209.8 0.0 0.0 1114.6 487.8 1594.7 224.9 1484.5 382.8 1590.1 135.6 71.8 228.0 371.7	11.8 25.0 2.0 26.5 0.2 17.6 69.8 2.5 0.2 46.3 27.0 2.6 21.5 16.8 40.1 16.1 77.3 8.3 6.1 11.3 23.2	7% 8% 10% 35% 8% 6% ? 8% 11% 27% 15% 5% 8% 10% 12% 10% 10%	85 217 130 497 28 338 438 0 0 381 298 53 405 469 91 159 93 83 39 275 140	0.73 0.77 0.71 0.74 0.59 0.72 0.88 0.75 0.63 0.73 0.64 1.02 0.69 0.69 0.69			02/11/2004 17:46 04/11/2004 16:28 29/11/2004 06:14 16/12/2004 06:48 16/12/2004 19:50 17/12/2004 19:50 19/12/2004 19:50 28/12/2004 19:40 20/12/2004 19:40 20/12/2004 19:40 20/12/2004 09:22 22/12/2004 09:22 22/12/2004 09:10 20/12/2005 08:54 06/01/2005 06:16 21/01/2005 06:10 11/02/2005 09:28 19/02/2005 09:28 03/03/2005 14:38 05/03/2005 13:06	03/11/2004 20:00 05/11/2004 14:44 02/12/2004 05:12 03/12/2004 19:40 16/12/2004 15:08 17/12/2004 15:08 17/12/2004 15:20 20/12/2004 20:40 23/12/2004 20:40 03/01/2005 01:24 07/01/2005 10:18 24/01/2005 21:12 15/02/2005 21:12 15/02/2005 21:12 15/02/2005 25:58 01/02/2005 25:59 04/03/2005 05:08	26.2 22.3 73.0 38.4 8.3 17.8 25.7 35.3 14.2 51.5 16.5 31.0 28.8 19.0 77.7 15.0 102.8 19.7 40.4 10.3 67.6	2929 3791 2537 1417 59 1463 4962 3851 257 4425 1672 369 1744 593 17008 2382 16204 1757 1699 738 2537	133.4 113.3 97.0 76.5 5.9 90.1 209.4 197.0 10.5 226.6 87.2 39.2 73.5 41.0 474.1 160.1 761.8 94.6 105.3 42.2 173.5	6% 8% 11% 20% 12% 8% 10% 10% 21% 8% 14% 6% 13% 9% 11% 12% 11%	106.2 822.1 0.0 0.0 0.2 110.2 592.6 18.2 0.9 131.5 83.2 18.5 298.5 108.1 818.3 481.0 6.3 55.0 19.4 5.1	11.8 39.7 2.6 1.0 0.3 11.8 32.8 16.2 0.6 16.5 8.2 3.1 24.9 9.9 39.7 31.5 21.4 6.7 6.6 2.6 1.2	22% 10% ? 341% 21% 11% 178% 25% 20% 33% 17% 18% 10% 13% 677% 24% 68%	36 217 0 0 3 75 119 5 4 30 50 50 171 182 48 202 0 31 11 7	-19% 100% 100% 88% 75% 73% ? 88% 83% 2% 46% 52% 45% -26% 100% 59% 73%	14% ? ? 41% 6% 3% ? ? 3% 4% 42% 10% 11% 6% 20% 3% 11% 19% 22% ?		
02/12/2004 15:24 15/12/2004 20:48 16/12/2004 18:36 17/12/2004 12:12 19/12/2004 04:54 23/12/2004 00:24 28/12/2004 11:42 02/01/2005 04:36 06/01/2005 11:24 18/01/2005 12:54 20/01/2005 03:12 21/01/2005 03:12 21/01/2005 05:36 01/02/2005 05:36 19/02/2005 05:36 19/02/2005 13:24 05/03/2005 02:18 07/03/2005 13:24	20.70 1.70 0.50 2.00 4.90 3.80 1.50 9.10 0.90 1.80 1.60 27.00 3.80 29.30 2.10 3.20 1.30 4.60 1.50	04/11/2004 16:40 29/11/2004 04:24 02/12/2004 07:00 16/12/2004 07:00 16/12/2004 07:00 16/12/2004 07:00 16/12/2004 09:24 23/12/2004 09:24 23/12/2004 09:24 23/12/2004 09:02 28/12/2004 09:05 06/01/2005 09:06 06/01/2005 09:06 20/01/2005 17:30 01/02/2005 17:30 01/02/2005 07:40 02/02/2005 07:40 03/03/2005 07:08 07/03/2005 03:08	03/11/2004 20:02 05/11/2004 01:12 02/12/2004 10:04 03/12/2004 19:40 16/12/2004 15:10 17/12/2004 02:30 20/12/2004 07:38 23/12/2004 02:30 20/12/2004 02:30 20/12/2004 12:40 03/01/2005 01:26 07/01/2005 12:00 19/01/2005 19:00 21/01/2005 01:20 24/01/2005 01:20 24/01/2005 01:20 01/02/2005 17:30 01/02/2005 17:54 20/02/2005 04:50 21/02/2005 23:50 04/03/2005 03:340 08/03/2005 23:40	26.1 8.5 67.7 38.4 8.2 17.2 12.8 22.2 12.6 51.3 16.3 30.8 28.6 18.9 77.5 11.1 102.0 19.2 40.2 10.1 44.5 24.2	3510 3169 385 1038 49 1325 5043 3314 191 2925 1639 358 1370 479 16396 2405 17059 1634 1844 830 2650 809	154.7 103.5 19.7 32.3 7.6 80.8 85.3 72.6 15.6 122.8 52.2 64.5 63.8 33.6 325.0 82.5 505.0 85.1 91.6 44.4 432.4 36.1	9% 7% 10% 6% 31% 12% 3% 4% 16% 8% 6% 36% 9% 14% 7% 6% 10% 10% 11% 10% 9%	296.8 688.8 50.1 515.9 1.4 447.9 2209.8 0.0 0.0 1114.6 487.8 18.9 554.7 224.9 1484.5 382.8 1590.1 135.6 71.8 228.0 371.7 67.0	11.8 25.0 2.0 26.5 0.2 17.6 69.8 2.5 0.2 46.3 27.0 2.6 21.5 16.8 40.1 16.1 77.3 8.3 6.1 11.3 23.2 2.8	7% 8% 10% 35% 8% 6% ? ? 8% 11% 27% 8% 15% 5% 8% 12% 10% 12% 12% 8%	85 217 130 497 28 338 438 0 0 381 298 53 405 469 91 159 93 83 83 39 275 140 83	0.73 0.77 0.71 0.74 0.59 0.72 0.88 0.74 0.63 0.68 0.75 0.63 0.64 1.02 0.69 0.99 0.67 0.69 0.69			02/11/2004 17:46 04/11/2004 04:12 02/12/2004 05:14 16/12/2004 06:48 16/12/2004 19:50 17/12/2004 19:50 17/12/2004 19:50 17/12/2004 19:50 17/12/2004 19:40 19/12/2004 19:10 02/01/2005 06:54 06/01/2005 06:06 18/01/2005 06:16 21/01/2005 06:16 21/01/2005 06:16 21/01/2005 06:16 21/01/2005 06:16 21/01/2005 06:16 21/01/2005 06:16 21/01/2005 06:16 21/01/2005 11:42 19/02/2005 07:28 03/03/2005 14:38 05/03/2005 03:06 07/03/2005 22:44	03/11/2004 20:00 05/11/2004 14:44 02/12/2004 15:12 03/12/2004 19:40 16/12/2004 15:08 17/12/2004 15:08 17/12/2004 15:20 20/12/2004 20:40 23/12/2004 16:04 23/12/2004 14:04 03/01/2/2005 01:24 07/01/2005 11:20 19/01/2005 12:00 19/01/2005 22:58 01/02/2005 21:12 15/02/2005 05:08 21/02/2005 05:08 21/02/2005 05:54 07/03/2005 22:42 08/03/2005 23:50	26.2 22.3 73.0 38.4 8.3 17.8 25.7 35.3 14.2 51.5 16.5 31.0 28.8 19.0 77.7 15.0 102.8 19.7 40.4 10.3 67.6 24.3	2929 3791 2537 1417 59 1463 4962 3851 257 4425 1672 369 1744 593 17008 2382 16204 1757 1699 738 2537 814	133.4 113.3 97.0 76.5 5.9 90.1 209.4 197.0 10.5 226.6 87.2 39.2 73.5 41.0 474.1 160.1 160.1 761.8 94.6 105.3 42.2 173.5 35.6	6% 8% 11% 20% 12% 8% 10% 8% 10% 21% 8% 14% 6% 13% 9% 11% 12% 11% 9%	106.2 822.1 0.0 0.2 110.2 592.6 18.2 0.9 131.5 83.2 18.5 108.1 818.3 481.0 6.3 55.0 19.4 5.1 0.0	11.8 39.7 2.6 1.0 0.3 11.8 32.8 16.2 0.6 16.5 8.2 3.1 24.9 9.9 39.7 31.5 21.4 6.7 6.6 2.6 1.2 0.7	22% 10% ? 341% 21% 11% 178% 25% 20% 33% 17% 18% 10% 137% 24% 68% 103% ?	36 217 0 0 3 75 119 5 4 30 50 50 1711 182 48 202 0 31 11 7 0	-19% 100% 100% 88% 75% 73% ? 88% 83% 2% 46% 52% 45% -26% 100% 59% 73% 98%	14% ? ? 41% 6% 3% ? ? 3% 4% 42% 10% 11% 6% 20% 3% 11% 19% 2% ? ?		

Ī		ı													1													
26/03/2005 22:30	1.30	26/03/2005 22:58	27/03/2005 03:32	4.6	196	12.6	13%	0.0	0.3	?	0	0.64			26/03/2005 22:46	27/03/2005 03:30	4.7	195	12.3	13%	0.9	0.6	137%	5	?	?	*	
27/03/2005 22:36	0.70	27/03/2005 23:40	28/03/2005 07:34	7.9	324	17.8	11% 8%	0.0	0.3 21.5	100/	0	0.64			27/03/2005 23:28	29/03/2005 00:14	24.8	423	30.7	15% 9%	0.0	0.3	100/	0				.
29/03/2005 18:36	3.60	29/03/2005 21:14	30/03/2005 07:24	10.2	1383 1789	57.9		419.8		10%	303	0.74			29/03/2005 21:02	30/03/2005 07:22	10.3	1450	63.6	9%	75.4	6.2	16%	52	82%	3% 4%		
30/03/2005 05:30 07/04/2005 03:18	3.10 39.10	30/03/2005 07:26 07/04/2005 05:52	30/03/2005 15:40 09/04/2005 13:10	8.2 55.3	18480	48.4 269.7	5% 3%	527.5 2006.6	29.5 51.6	11% 5%	295 109	1.09		-	30/03/2005 07:24 07/04/2005 05:40	30/03/2005 20:18 09/04/2005 13:10	12.9 55.5	1737 18308	79.2 340.9	9% 4%	129.3 405.9	8.6 44.9	13% 22%	74 22	75% 80%	4% 5%		
18/04/2005 16:18	14.10	18/04/2005 18:42	20/04/2005 14:16	43.6	7461	176.1	5%	702.6	17.1	5%	94	0.79		*	18/04/2005 18:30	21/04/2005 00:10	53.7	7651	255.1	7%	490.2	28.5	12%	64	30%	9%		
23/04/2005 05:12	27.50	23/04/2005 07:32	26/04/2005 01:16	65.7	3920	94.4	5%	282.3	11.1	8%	72	0.79			23/04/2005 07:20	26/04/2005 11:38	76.3	4717	172.5	7%	91.1	20.5 14.0	31%	19	68%	10%		
03/05/2005 08:48	5.50	03/05/2005 11:10	04/05/2005 19:30	32.3	3307	56.5	3%	653.8	26.3	8%	198	0.74		*	03/05/2005 10:58	05/05/2005 01:48	38.8	3341	216.7	13%	809.6	59.3	15%	242	-24%	21%		
05/05/2005 15:30	0.50	05/05/2005 17:30	05/05/2005 19:54	2.4	991	30.3	6%	71.6	5.4	15%	72	0.75	*		05/05/2005 17:18	06/05/2005 00:38	7.3	1046	38.5	7%	81.2	5.6	14%	78	-13%	23%		
12/05/2005 14:36	4.60	12/05/2005 16:40	13/05/2005 21:44	29.1	2498	100.4	8%	55.7	4.3	15%	22	0.74			12/05/2005 16:28	13/05/2005 23:48	31.3	2588	172.4	13%	70.3	14.0	40%	27	-26%	54%		
14/05/2005 02:54	16.20	14/05/2005 06:10	16/05/2005 11:12	53.0	5861	114.1	4%	2.5	7.3	591%	0	0.80			14/05/2005 06:08	17/05/2005 01:50	67.7	5832	198.2	7%	76.0	14.3	38%	13	-2990%	18286%		
21/05/2005 18:30	13.10	21/05/2005 20:34	24/05/2005 00:00	51.4	946	69.0	15%	42.0	4.0	19%	44	0.68			21/05/2005 20:22	24/05/2005 00:00	51.6	931	97.1	21%	82.2	8.9	22%	88	-96%	57%		
30/05/2005 06:24	16.80	30/05/2005 08:48	01/06/2005 00:54	40.1	8282	123.8	3%	1406.3	42.6	6%	170	1.34			30/05/2005 08:36	01/06/2005 00:52	40.3	9885	371.5	8%	0.0	6.4	793874%	0	100%	1%		
03/06/2005 19:42	8.70	03/06/2005 20:56	04/06/2005 03:06	6.2	4984	90.3	4%	421.5	23.3	11%	85	1.03			03/06/2005 20:44	06/06/2005 16:28	67.7	4638	214.8	9%	360.6	33.8	19%	78	14%	19%		
13/06/2005 14:42	29.30	13/06/2005 16:00	15/06/2005 23:44	55.7	13166	165.7	3%	793.7	28.2	7%	60	1.04	*		13/06/2005 15:48	15/06/2005 23:44	55.9	13178	345.0	5%	486.9	47.4	19%	37	39%	13%	*	
25/06/2005 16:18	0.50	25/06/2005 18:04	25/06/2005 18:10	0.1	7	0.6	19%	0.0	0.1	?	0	0.57			25/06/2005 17:52	25/06/2005 18:08	0.3	1	0.2	38%	0.0	0.0	?	0	?	?		
28/06/2005 15:48	2.20	28/06/2005 17:52	29/06/2005 01:40	7.8	1505	37.1	5%	0.0	3.0	?	0	0.77			28/06/2005 17:40	29/06/2005 04:18	10.6	1400	60.4	9%	138.9	8.4	12%	99	?	?	*	
29/06/2005 09:48	3.00	29/06/2005 11:28	29/06/2005 21:06	9.6	797	29.3	7%	0.0	0.7	?	0	0.68			29/06/2005 11:16	29/06/2005 23:34	12.3	789	33.4	8%	66.8	3.6	11%	85	?	?	*	
29/06/2005 21:48	4.10	29/06/2005 23:54	30/06/2005 04:52	5.0	2632	68.0	5%	0.0	5.5	?	0	0.81			29/06/2005 23:42	30/06/2005 18:30	18.8	2941	106.5	7%	0.0	1.8	9583%	0	?	?		
30/06/2005 21:54	2.90	30/06/2005 23:56	02/07/2005 00:14	24.3	1413	40.9	6%	3.9	1.7	86%	3	0.75	*	*	30/06/2005 23:44	02/07/2005 00:12	24.5	1415	104.8	15%	8.9	5.4	122%	6	-129%	341%	*	
06/07/2005 04:18	5.70	06/07/2005 05:08	07/07/2005 01:00	19.9	3055	77.8	5%	86.6	8.2	19%	28	0.81	*	*	06/07/2005 04:56	07/07/2005 09:38	28.7	2924	132.9	9%	93.8	10.7	23%	32	-8%	32%	*	
07/07/2005 19:00	0.60	08/07/2005 00:42	08/07/2005 02:18	1.6	126	8.1	13%	0.5	0.2	88%	4	0.65			08/07/2005 00:30	08/07/2005 02:54	2.4	173	12.5	14%	0.5	0.7	255%	3	-3%	279%		
08/07/2005 05:18	2.90	08/07/2005 10:42	09/07/2005 00:10	13.5	1472	79.3	11%	84.1	6.3	15%	57	0.73	*	*	08/07/2005 10:30	09/07/2005 00:08	13.6	1291	52.4	8%	61.7	6.1	20%	48	27%	18%	*	
18/07/2005 11:30	35.50	18/07/2005 13:06	03/08/2005 07:52	378.8	13077	124.1	2%	2367.3	33.2	3%	181	1.24			18/07/2005 12:54	03/08/2005 21:32	392.6	17932	468.4	5%	305.2	30.7	20%	17	87%	3%		
21/08/2005 01:36	21.30	21/08/2005 06:04	23/08/2005 11:46	53.7	12045	332.6	6%	182.3	31.3	34%	15	1.11			21/08/2005 05:50	23/08/2005 11:42	53.9	12092	451.1	7%	66.3	30.1	91%	5	64%	35%		
25/08/2005 16:12	3.40	25/08/2005 19:44	26/08/2005 01:32	5.8	1476	46.0	6%	0.0	1.7	?	0	0.73			25/08/2005 19:30	26/08/2005 08:12	12.7	1388	90.5	13%	0.0	1.1	?	0	?	?		
27/08/2005 12:42	3.10	27/08/2005 16:36	27/08/2005 20:38	4.0	1151	43.8	8%	0.0	1.5	?	0	0.72			27/08/2005 16:32	28/08/2005 03:20	10.8	1159	56.6	10%	0.0	1.0	?	0	?	?		
05/09/2005 06:18	6.90	06/09/2005 00:32	06/09/2005 14:22	13.8	269	11.9	9%	0.0	0.3	?	0	0.66			06/09/2005 00:48	06/09/2005 14:22	13.6	245	16.2	13%	0.0	0.3	?	0	?	?		
06/09/2005 12:12	7.90	06/09/2005 14:28	07/09/2005 00:30	10.0	5580	63.3	2%	0.0	7.2	?	0	1.01			06/09/2005 14:24	08/09/2005 00:34	34.2	5702	243.6	9%	0.0	2.8	?	0	?	?		
08/09/2005 17:42	1.20	08/09/2005 18:26	09/09/2005 01:40	7.2	830	30.8	7%	0.0	1.1	?	0	0.72	*		08/09/2005 18:22	10/09/2005 00:10	29.8	811	59.9	15%	0.0	0.7	?	0	?	?		
10/09/2005 18:12	5.10	10/09/2005 20:22	11/09/2005 04:34	8.2	4478	66.9	3%	0.0	5.8	?	0	0.87			10/09/2005 20:18	12/09/2005 00:00	27.7	4254	193.7	9%	0.0	2.3	?	0	?	?		
16/09/2005 21:30	1.90	16/09/2005 23:58	17/09/2005 04:52	4.9	438	23.2	11%	0.0	0.5	?	0	0.67			16/09/2005 23:54	17/09/2005 04:52	5.0	447	26.8	12%	0.0	0.5	?	0	?	?		
25/09/2005 16:54	3.10	25/09/2005 19:06	26/09/2005 03:56	8.8	5118	118.7	5%	0.0	8.1	?	0	1.01			25/09/2005 19:02	27/09/2005 00:00	29.0	5211	274.6	11%	0.0	3.0	?	0	?	?		
29/09/2005 16:36	0.80	29/09/2005 18:42	30/09/2005 07:00	12.3	413	32.8	16%	85.6	6.5	15%	207	0.70	*		29/09/2005 18:28	30/09/2005 06:56	12.5	401	28.9	14%	0.0	0.5	?	0	100%	?		
01/10/2005 12:48	5.50	01/10/2005 14:54	02/10/2005 20:00	29.1	3035	71.7	5%	198.6	8.2	8%	65	0.75	*	*	01/10/2005 14:40	02/10/2005 19:56	29.3	2769	161.3	12%	48.0	14.1	59%	17	76%	14%	•	*
02/10/2005 17:54	1.10	02/10/2005 20:02	03/10/2005 00:10	4.1	493	22.8	9%	20.0	1.7	17%	40	0.70	*	*	02/10/2005 19:58	03/10/2005 00:10	4.2	488	32.2	13%	0.0	0.6	5530%	0	100%	6%	*	*
03/10/2005 20:48	4.50	03/10/2005 23:18	05/10/2005 04:24	29.1	2462	93.0	8%	2.3	2.3	205%	1	0.73			03/10/2005 23:04	05/10/2005 04:20	29.3	2462	144.5	12%	5.1	4.9	191%	2	-124%	628%		
05/10/2005 04:42	0.90	05/10/2005 06:58	05/10/2005 13:52	6.9	166	17.3	21%	8.6	0.7	16%	52	0.63		Ť	05/10/2005 06:44	05/10/2005 15:02	8.3	155	9.1	12%	16.3	1.7	20%	106	-90%	49%	Ī	
18/10/2005 17:06	30.30	18/10/2005 19:32	20/10/2005 23:48	52.3	18432	396.7	4%	381.4	45.6	24%	21	1.47			18/10/2005 19:18	20/10/2005 23:52	52.6	19011	418.8	4%	748.5	88.4	24%	39	-96%	66%		
21/10/2005 17:18	1.30	21/10/2005 19:26	22/10/2005 13:48	18.4	769	36.0	9%	43.9	2.4	11%	57	0.74			21/10/2005 19:12	22/10/2005 14:22	19.2	721	47.1	13%	78.5	7.3	19%	109	-79%	39%		1
23/10/2005 02:36	14.90	23/10/2005 05:16	23/10/2005 22:54	17.6	12427	234.4	4%	1449.2	56.3	8%	117	1.16			23/10/2005 05:02	24/10/2005 19:06	38.1	13281	430.1	6%	570.6	58.7	21%	43	61%	9%		
31/10/2005 21:00	22.30	31/10/2005 21:38	02/11/2005 00:00	26.4	17388 24457	372.1 498.5	4%	288.5 1101 4	45.1 79.4	31% 14%	17	1.79			31/10/2005 21:24 04/11/2005 05:06	02/11/2005 05:04	31.7	18381 24612	378.8 498.2	4%	299.0 1824.4	82.7	55% 14%	16 74	-4% -66%	66% 33%		
04/11/2005 00:30 09/11/2005 13:36	24.70 5.50	04/11/2005 05:20 09/11/2005 15:20	06/11/2005 00:00 09/11/2005 23:54	42.7 8.6	1835	73.0	4% 8%	149.8	10.6	14%	45 82	1.52 0.75			09/11/2005 05:06	06/11/2005 00:00 10/11/2005 06:18	42.9 15.2	2238	74.0	4% 7%	100.5	125.2 9.8	20%	74 45	33%	33% 16%		
16/11/2005 13:24	1.10	16/11/2005 16:54	16/11/2005 23:34	6.4	383	23.6	12%	49.8	3.7	15%	130	0.75			16/11/2005 16:40	16/11/2005 23:20	6.7	393	26.4	13%	35.9	3.9	20%	91	28%	19%		
24/11/2005 21:18	3.10	25/11/2005 03:14	25/11/2005 18:08	14.9	1481	78.4	11%	19.3	5.7	59%	130	0.68			25/11/2005 03:00	26/11/2005 00:00	21.0	1658	101.0	12%	43.4	8.8	40%	26	-125%	160%		
27/11/2005 08:48	0.70	27/11/2005 16:52	27/11/2005 19:00	2.1	47	2.3	10%	0.0	0.1	20 /0	0	0.59			27/11/2005 16:52	28/11/2005 10:00	17.1	75	15.1	40%	0.1	0.3	483%	2	2	?		
29/11/2005 00:48	0.70	29/11/2005 10:52	30/11/2005 02:08	22.3	2776	72.8	5%	490.5	8.1	3%	177	0.59			29/11/2005 03:34	30/11/2005 05:54	26.3	3078	104.4	7%	635.0	35.9	11%	206	-29%	15%		
04/12/2005 16:12	1.00	04/12/2005 17:32	05/12/2005 02:00	6.5	128	16.7	26%	3.0	0.7	43%	24	0.73			04/12/2005 17:18	05/12/2005 00:00	6.7	95	7.5	16%	0.1	0.3	591%	1	96%	21%		
06/12/2005 20:18	1.20	05/12/2005 09:02	07/12/2005 06:30	45.5	3141	65.6	4%	383.8	15.3	8%	122	0.76			05/12/2005 08:48	07/12/2005 06:26	45.6	3167	124.6	8%	871.2	47.9	11%	275	-127%	31%		
07/12/2005 05:00	2.80	07/12/2005 06:32	07/12/2005 18:12	11.7	1134	71.8	13%	23.4	4.7	41%	21	0.70			07/12/2005 06:28	07/12/2005 18:50	12.4	1157	62.0	11%	126.4	9.3	15%	109	-441%	234%		
07/12/2005 05:00	2.30	07/12/2005 18:56	07/12/2005 10:12	4.7	295	20.8	14%	12.1	1.4	23%	41	0.64	*		07/12/2005 18:52	07/12/2005 10:50	4.8	258	18.7	14%	38.2	4.1	22%	148	-216%	100%		
08/12/2005 05:00	3.00	08/12/2005 04:30	08/12/2005 14:48	10.3	2302	67.0	6%	122.0	9.5	16%	53	0.74			08/12/2005 04:16	08/12/2005 14:54	10.6	879	52.2	12%	174.4	14.4	17%	199	-43%	33%		
08/12/2005 13:06	0.80	08/12/2005 15:00	08/12/2005 21:44	6.7	146	13.5	18%	12.1	1.0	16%	83	0.69			08/12/2005 14:56	08/12/2005 21:40	6.7	9	0.6	14%	0.0	0.0	?	0	100%	?		
08/12/2005 10:00	2.90	08/12/2005 21:46	09/12/2005 22:20	24.6	1844	89.1	10%	98.2	6.2	13%	53	0.85			08/12/2005 21:42	10/12/2005 06:02	32.3	3469	71.5	4%	179.7	7.7	9%	52	-83%	28%		
16/12/2005 12:42	3.30	16/12/2005 15:42	17/12/2005 19:54	28.2	2130	140.9	13%	311.8	20.1	13%	146	0.68		*	16/12/2005 15:28	18/12/2005 09:40	42.2	2090	161.2	15%	331.0	26.4	16%	158	-6%	22%	*	٠
30/12/2005 14:48	3.60	28/12/2005 15:00	01/01/2006 11:44	92.7	7764	233.8	6%	15.1	38.1	503%	2	0.89	*	*	28/12/2005 14:46	01/01/2006 11:40	92.9	7417	235.2	6%	404.8	18.4	9%	55	-2573%	13449%	*	
01/01/2006 12:06	4.90	01/01/2006 13:24	02/01/2006 17:14	27.8	2595	82.4	6%	0.0	2.2	?	0	0.73			01/01/2006 13:10	02/01/2006 17:10	28.0	2840	142.4	10%	204.7	21.5	21%	72	?	?	*	
05/01/2006 21:30	5.30	05/01/2006 23:32	06/01/2006 23:54	24.4	2669	134.7	10%	122.7	12.0	20%	46	0.67	*		05/01/2006 23:18	06/01/2006 23:50	24.5	2670	124.2	9%	196.2	22.3	23%	73	-60%	48%	*	*
17/01/2006 13:30	11.10	17/01/2006 14:58	18/01/2006 23:50	32.9	8246	279.8	7%	1254.1	56.1	9%	152	0.87		*	17/01/2006 14:44	19/01/2006 05:10	38.4	8291	329.8	8%	1263.0	65.5	10%	152	-1%	14%		*
27/01/2006 12:18	8.00	27/01/2006 13:10	30/01/2006 04:06	62.9	3053	94.0	6%	189.0	7.3	8%	62	0.64		*	27/01/2006 12:56	30/01/2006 04:02	63.1	3139	99.7	6%	226.3	20.9	18%	72	-20%	24%		
30/01/2006 12:12	0.90	30/01/2006 08:24	01/02/2006 22:30	62.1	1830	84.0	9%	149.8	13.3	18%	82	0.66			30/01/2006 08:10	02/02/2006 23:08	87.0	1620	89.7	11%	31.0	6.1	39%	19	79%	9%		
0 mais Q et cond pluie		06/02/2006 09:32	08/02/2006 00:18	38.8	2053	98.9	10%	56.6	5.7	20%	28	0.63	*		06/02/2006 09:18	08/02/2006 00:18	39.0	2119	127.4	12%	43.6	7.5	35%	21	23%	31%		
08/02/2006 17:06	1.90	08/02/2006 17:44	10/02/2006 08:20	38.6	2208	96.6	9%	153.7	11.3	15%	70	0.68			08/02/2006 17:40	10/02/2006 08:20	38.7	2345	110.5	9%	0.0	1.3	?	0	100%	?		
-		-												-	=													-

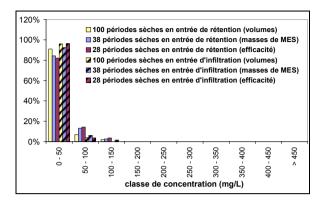
15/02/2006 10:00	25.90	15/02/2006 11:48	17/02/2006 17:08	53.3	17270	439.9	5%	0.0	9.5	?	0	0.52			15/02/2006 11:34	17/02/2006 17:04	53.5	17422	528.9	6%	3443.7	210.0	12%	198	?	?	*	
18/02/2006 03:48	1.50	18/02/2006 05:06	18/02/2006 08:26	3.3	1251	34.5	6%	0.0	2.6	?	0	0.52			18/02/2006 04:52	18/02/2006 19:16	14.4	1268	76.2	12%	98.9	12.6	26%	78	?	?	*	
19/02/2006 13:54	27.40	19/02/2006 15:04	20/02/2006 12:04	21.0	16328	277.1	3%	0.0	14.1	?	0	0.52			19/02/2006 14:50	21/02/2006 02:08	35.3	16052	339.9	4%	448.9	89.8	40%	28	?	?	*	
04/03/2006 01:00	1.10	04/03/2006 02:24	04/03/2006 07:54	5.5	416	18.5	9%	0.0	0.6	?	0	0.65			04/03/2006 02:10	04/03/2006 07:50	5.7	414	28.7	14%	0.2	1.4	1809%	0	?	?	*	
04/03/2006 20:18	5.40	04/03/2006 23:02	05/03/2006 16:32	17.5	3303	65.6	4%	0.0	4.0	?	0	0.75			04/03/2006 22:48	05/03/2006 23:00	24.2	3316	112.0	7%	0.0	1.8	?	0	?	?	*	
06/03/2006 07:24	0.70	06/03/2006 08:50	06/03/2006 13:56	5.1	224	20.1	18%	0.0	0.2	?	0	0.54			06/03/2006 08:36	06/03/2006 15:06	6.5	224	18.8	17%	15.0	1.9	26%	67	?	?	*	
06/03/2006 14:48	2.50	06/03/2006 15:12	07/03/2006 01:38	10.4	883	31.9	7%	0.0	1.0	?	0	0.60			06/03/2006 15:08	07/03/2006 02:04	10.9	863	35.0	8%	36.5	3.3	18%	42	?	?	*	
07/03/2006 07:18	0.50	07/03/2006 08:44	07/03/2006 15:28	6.7	480	24.4	10%	0.0	0.6	?	0	0.56			07/03/2006 08:30	07/03/2006 15:24	6.9	439	34.8	16%	2.6	1.8	134%	6	?	?	*	
08/03/2006 00:48	6.00	08/03/2006 01:08	09/03/2006 02:32	25.4	4115	103.6	5%	0.0	3.4	?	0	0.72			08/03/2006 00:54	09/03/2006 02:32	25.6	4162	177.6	9%	392.5	20.4	10%	94	?	?	*	
09/03/2006 14:24	16.10	09/03/2006 16:00	11/03/2006 14:46	46.8	12027	133.5	2%	0.0	8.5	?	0	0.92			09/03/2006 15:46	12/03/2006 15:06	71.3	10421	327.2	6%	322.6	58.1	36%	31	?	?		
22/03/2006 13:06	7.80	22/03/2006 14:18	23/03/2006 20:16	30.0	6771	205.7	6%	1520.4	72.2	9%	225	1.10	*	*	22/03/2006 14:04	23/03/2006 20:12	30.1	7093	297.1	8%	30.0	13.1	87%	4	98%	2%	*	*
24/03/2006 00:36	18.00	24/03/2006 01:06	24/03/2006 21:26	20.3	11451	256.0	4%	170.6	7.9	9%	15	1.08	*	*	24/03/2006 00:52	27/03/2006 11:00	82.1	9926	416.1	8%	500.7	36.3	15%	50	-193%	51%	*	*

ANNEXE 3 Distributions des volumes et des concentrations DES PERIODES / EVENEMENTS DES SERIES









concentrations des périodes sèches après compartimentage