

**IRSN**INSTITUT  
DE RADIOPROTECTION  
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

# Les flux de matières en suspension et de $^{137}\text{Cs}$ dans le Rhône à Arles durant la crue exceptionnelle de décembre 2003

Contribution au projet Extrême

DIRECTION DE L'ENVIRONNEMENT  
ET DE L'INTERVENTION

Servie d'études et de surveillance de la radioactivité dans  
l'environnement

Demandeur					
Référence de la demande					
Numéro de la fiche programme					
<p>Les flux de matières en suspension et de <sup>137</sup>Cs dans le Rhône à Arles durant la crue exceptionnelle de décembre 2003 Contribution au projet EXTREME</p> <p>C. Antonelli, F. Eyrolle</p> <p>Rapport DEI/SESURE n° 2005-30</p>					
	Réservé à l'unité		Visas pour diffusion		
	Auteur(s)	Vérificateur*	Chef du SESURE	Directeur DEI	Directeur Général de l'IRSN
Noms	C. ANTONELLI F. EYROLLE	P. RENAUD	N. LEMAITRE	D. CHAMPION	J. REPUSSARD
Dates	19/09/2005	29/11/2005			
Signatures					

\*rapport sous assurance de la qualité

---

---

## HISTORIQUE DES MODIFICATIONS

Version	Date	Auteur	Pages ou paragraphes modifiés	Description ou commentaires
1	19/09/2005	C. Antonelli, F. Eyrolle	Texte et figures	Création
2	18/11/2005	C. Antonelli, F. Eyrolle	Texte et figures	Prise en compte des remarques de P. Renaud

---

---

## LISTE DES PARTICIPANTS

Nom	Organisme
<u>Rédaction :</u> Christelle Antonelli Frédérique Eyrolle	S.E.S.U.R.E. : Laboratoire d'Etudes Radioécologiques en milieu Continental et Marin
<u>Prélèvements :</u> Christelle Antonelli Vincent Boullier Olivier Masson Benoît Rolland	S.E.S.U.R.E. : Laboratoire d'Etudes Radioécologiques en milieu Continental et Marin
<u>Métrologie</u> Patrick Bouisset Xavier Cagnat	S.T.E.M.E. : Laboratoire de Mesure de la Radioactivité dans l'Environnement

---

---

**LISTE DE DIFFUSION**

Nom	Organisme
J. REPUSSARD	IRSN/DIR
M. BRIERE	IRSN/DIR
M. BOUVET	IRSN/DSDRE
J. LEWI	IRSN/DESTQ
MB BIGOT	IRSN/COM
F. SOULET	DESTQ/DISCT/CRIS
D. CHAMPION	DEI/DIR
D. BOULAUD	DEI/DIR
B. DUFER	DEI/DIR
JM PERES	DEI/SARG
JC GARIEL	DEI/SECRE
P. DUBIAU	DEI/SESUC
JP MAIGNE	DEI/SIAR
MC ROBE	DEI/STEME
B. DESCAMPS	DEI/SESURE/LESE
P. RENAUD	DEI/SESURE/LERCM
O. PIERRARD	DEI/SESURE/LVRE

---

---

## RESUME

Le programme EXTREME s'intéresse aux événements de forte amplitude susceptibles de mettre en jeu des masses de matière importantes entre différents milieux et de générer des activités supérieures aux niveaux moyens.

En décembre 2003, une crue d'ampleur exceptionnelle a affecté l'ensemble du Rhône aval, provoquant des ruptures de digues et l'inondation d'une partie des plaines d'Arles et de la Camargue gardoise. Cette étude porte sur les flux de matières en suspension et de  $^{137}\text{Cs}$  particulaire qui ont transité dans le Rhône en Arles durant cet épisode de crue.

Les résultats montrent que les transferts de matières en suspension et de  $^{137}\text{Cs}$  mobilisés durant cet événement sont importants ( $5,4 \times 10^6$  tonnes de matières en suspension et 77 GBq de  $^{137}\text{Cs}$ ) et qu'ils contribuent à l'augmentation d'un facteur 50 à 100 de l'activité en  $^{137}\text{Cs}$  dans les eaux du Rhône par rapport à une situation d'étiage. Le calcul des flux et exports de  $^{137}\text{Cs}$  associés aux différentes fractions granulométriques montre d'une part la prédominance des flux de limons dans le bilan global, d'autre part que la non prise en compte des sables dans l'estimation globale des radionucléides ayant une affinité pour la phase particulaire pourrait conduire à une sous-estimation significative des activités calculées.

Ces bilans, comparés à ceux d'événements antérieurs, permettent de montrer la cohérence des flux de matières en suspension. Ces résultats montrent qu'il est aujourd'hui possible de proposer un ordre de grandeur des flux théoriques de  $^{137}\text{Cs}$  associés à un épisode de crue en fonction du débit, de la durée de l'événement et du flux de matières en suspension exporté.

---

---

**MOTS-CLE :** Crue extrême, matières en suspension,  $^{137}\text{Cs}$ , flux et exports, Rhône.

# SOMMAIRE

<b>SOMMAIRE .....</b>	<b>5</b>
<b>TABLES DES ILLUSTRATIONS.....</b>	<b>5</b>
<b>1 INTRODUCTION.....</b>	<b>6</b>
<b>2 SITE D'ETUDE ET METHODOLOGIE .....</b>	<b>7</b>
2.1 STRATEGIE D'ECHANTILLONNAGE.....	7
2.2 METHODES D'ANALYSE.....	7
2.3 DETERMINATION DES FLUX ET EXPORTS.....	8
2.4 DETERMINATION DES FLUX ET EXPORT DE RADNIONUCLEIDES ARTIFICIELS .....	9
<b>3 RESULTATS .....</b>	<b>10</b>
3.1 DEBITS ET MATIERES EN SUSPENSION.....	10
3.2 TEXTURE DES MATIERES EN SUSPENSION.....	13
3.3 FLUX DE RADIOACTIVITE ARTIFICIELLE .....	14
<b>4 DISCUSSION ET CONCLUSION.....</b>	<b>15</b>
4.1 IMPACT DES CRUES EXTREMES SUR LES FLUX SEDIMENTAIRES.....	15
4.2 CONSEQUENCES SUR LES FLUX DE <sup>137</sup> Cs VERS LA MER.....	16
<b>5 CONCLUSIONS .....</b>	<b>18</b>
<b>6 REFERENCES.....</b>	<b>18</b>

## TABLES DES ILLUSTRATIONS

<i>Figure 1 : Relation entre les concentrations en MES et le pourcentage de sables, limons et argiles.....</i>	<i>9</i>
<i>Figure 2 : Evolution du débit et du gradient de montée pendant la crue de décembre (données CNR).....</i>	<i>11</i>
<i>Figure 3 : Relation entre les [MES] mesurées et le débit du Rhône .....</i>	<i>11</i>
<i>Figure 4 : Relations entre les [MES] mesurées et le débit du Rhône utilisées pour le calcul des MES durant le pic de crue.....</i>	<i>12</i>
<i>Figure 5 : Evolution de concentrations en MES et des débits du Rhône durant la crue .....</i>	<i>13</i>
<i>Figure 6 : Evolution des teneurs en argiles, limons et sables au cours de la crue .....</i>	<i>14</i>
<i>Figure 7 : Flux spécifiques de <sup>137</sup>Cs respectivement associés aux sables, limons et argiles durant la crue de Décembre 2003 (Bq.h<sup>-1</sup>). .....</i>	<i>15</i>
<i>Figure 8 : Mise en relation de l'intensité, de l'export de MES et de la durée des dernières grandes crues du Rhône .....</i>	<i>16</i>
<i>Tableau 1 : Contribution des différents affluents du Rhône au débit liquide enregistré à la station de mesure de Beaucaire.....</i>	<i>10</i>
<i>Tableau 2 : Activités, flux et exports spécifiques associés à chaque fraction granulométrique. Les erreurs associées correspondent à ± un écart type .....</i>	<i>14</i>

# 1 INTRODUCTION

Le rôle prépondérant des crues dans le transfert de sédiments et des polluants associés à la phase particulaire a été maintes fois démontré dans des études de cas (Walling et al., 1992 ; Ansari et al., 2000 ; Davide et al., 2003). En milieu méditerranéen, les crues sont également considérées comme les moments clés du transport de sédiments et de contaminants associés (Serrat et al., 2001 ; Pont et al., 2002 ; Eyrolle et Rolland, 2004). Durant la dernière décennie, sept crues majeures (fréquences de retour supérieures à 50 ans) se sont produites sur le Rhône inférieur, poussant les autorités à mener des études globales sur ce phénomène d'un point de vue hydrologique, sédimentaire, écologique et économique (IRS, 2000). En revanche, les transferts de polluants notamment vers les terres agricoles n'ont pas été étudiés bien qu'ils puissent avoir un impact sur les écosystèmes, sur la sécurité sanitaire des populations mais également sur la pollution du milieu marin côtier (via les flux à la mer).

En ce qui concerne les polluants radioactifs, le bassin versant du Rhône a été affecté par les retombées atmosphériques des tirs anciens d'engins nucléaires et de l'accident de Tchernobyl, et par les rejets d'effluents liquides issus des diverses installations nucléaires qui jalonnent le fleuve. Les études menées par Thomas (1996) ; Charmasson (1998) ; Eyrolle and Charmasson (2001) ont permis de proposer des bilans annuels de radioactivité exportés en Méditerranée. Cependant, aucune de ces études ne s'est appuyée sur des mesures réalisées en crue, du fait de la difficulté de prélever des échantillons lorsque les débits sont élevés et du fait de l'absence de rejets par les installations lorsque les débits du Rhône dépassent  $4000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Des données récentes présentées par Eyrolle et Rolland (2004) soulignent pourtant l'importance des transferts de radioactivité durant les crues pour quelques éléments qui ont une forte affinité pour la phase particulaire comme le  $^{137}\text{Cs}$ . D'autre part, Eyrolle et al. (2004) proposent un bilan de matière à l'échelle du bassin versant rhodanien qui met en évidence la présence de stocks sédimentaires au sein du chenal d'écoulement. Or durant les crues, ces stocks de sédiments anciennement contaminés sont susceptibles d'être remis en suspension. Dans ce contexte, il apparaissait nécessaire d'obtenir des données de terrain sur les flux sédimentaires et de radioactivité associée à la phase particulaire en période de crue.

En décembre 2003, une crue exceptionnelle s'est produite sur le Rhône inférieur. Le débit de pointe a été estimé lors d'une conférence de consensus<sup>1</sup> à  $11\,500 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  et la période de retour d'un tel événement est légèrement supérieure à 100 ans. Cette crue a causé des brèches dans les digues du Rhône conduisant à l'inondation de plus de  $500 \text{ km}^2$  des plaines riveraines du fleuve. Un rapport d'expertise a précisé la radioactivité des sédiments déposés durant cet événement et les impacts que cela engendrait sur les terres inondées et sur la chaîne alimentaire (Eyrolle et al, 2004). Le présent rapport vise à évaluer les flux de sédiments et de radioactivité qui ont transité via le fleuve jusqu'à son débouché en Méditerranée et de comparer les résultats obtenus à ceux d'événements antérieurs de même intensité.

---

<sup>1</sup> <http://ccbr.lyon.cemagref.fr/> : Conférence de consensus. Débits du Rhône à Beaucaire pour la crue de décembre 2003. Organisée par le Préfet coordonnateur du bassin Rhône Méditerranée à la demande du ministère de l'écologie et du développement durable.

## **2 SITE D'ETUDE ET METHODOLOGIE**

### **2.1 STRATEGIE D'ECHANTILLONNAGE**

Un échantillonneur automatique installé à Arles dans la station-observatoire du réseau OPERA de l'IRSN<sup>2</sup> a été activé le 2 décembre 2003 à 17h30, durant la montée de crue. 500 ml d'eau du Rhône ont été prélevés toutes les heures jusqu'au 5 décembre 2003. Par la suite, au vu de l'amorce de la décrue, il a été décidé de réaliser des échantillons intégrés dans le temps : 125 ml d'eau ont été prélevés toute les 30 minutes formant un échantillon composite de 500 ml, prélevé toutes les deux heures, jusqu'à la fin de la crue le 7 décembre 2003. Cette mesure à haute fréquence d'échantillonnage permet de réduire les marges d'erreur sur l'estimation des flux totaux de matières en suspension (Coynel et al., 2004). L'inondation d'une partie de la station-observatoire a entraîné une coupure de courant générant une rupture de la séquence d'échantillonnage qui a été comblé par calcul (cf infra). Cette méthodologie adaptée à l'étude précise de l'évolution des matières en suspension (MES) ne permet pas de réaliser de mesure de radioactivité à cause d'un manque de matière. Par conséquent, chaque jour entre le 2 et le 5 décembre, un large volume d'eau (60 à 150 litres) a été prélevé par pompage sur ce même site et simultanément filtré sur des cartouches millipores (0,45 µm) de manière à recueillir la masse de sédiments nécessaire à l'analyse par spectrométrie  $\gamma$ . Parallèlement à ces prélèvements quotidiens, les résultats  $\gamma$  acquis sur 25 échantillons de dépôts de crues prélevées dans la plaine d'Arles ont été utilisés. Une méthode d'estimation de la radioactivité des eaux du Rhône à partir des dépôts de crue a été établie; elle est décrite dans le paragraphe 2.3.

L'ensemble des échantillons de matières en suspension a été stocké en chambre froide (4°C) dans l'attente du traitement.

### **2.2 ANALYSES**

La détermination de la concentration en MES a été effectuée selon la procédure AFNOR NF T 90-105-2 qui se déroule de la façon suivante :

- Détermination du volume précisément prélevé et de la marge d'erreur associée,
- Centrifugation des échantillons pendant 20 minutes à température constante (20°C),
- Séchage à 40°C dans un bécher préalablement pesé,
- Pesée du résidu sec et détermination de la marge d'erreur associée.

La détermination de la concentration en matière en suspension est assortie d'une marge d'erreur maximale de 6%.

La granulométrie des MES a également été réalisée à l'aide d'un granulomètre laser Coulter Counter LS 230. La procédure d'analyse se déroule en trois étapes :

- Mise en solution du résidu sec par ajout d'eau,
- Agitation magnétique pendant 2 heures,
- Prise d'essai et analyse de trois aliquotes par échantillon.

La texture des échantillons (détermination des taux de sables, limons et argiles) a été obtenue en moyennant les résultats des trois aliquotes analysées sur chaque échantillon. Les échantillons prélevés à partir du 6 décembre 2003 n'ont pu être analysés faute de matière en quantité suffisante. Les textures manquantes ont été calculées à

---

<sup>2</sup> Informations disponibles sur <http://www.irs.fr/opera/>



l'aide des équations de régression obtenues entre les concentrations en MES et la teneur en argiles, limons et sables.

Des mesures de radioactivité ont été réalisées sur les dépôts de crue et sur les échantillons d'eau filtrée par spectrométrie  $\gamma$  selon la méthode décrite par Bouisset et Calmet (1997).

## 2.3 DETERMINATION DES FLUX ET EXPORTS DE MATIERE SOLIDE

Le meilleur ajustement obtenu sur les mesures réalisées pendant cet événement est de type :

$$[MES] = aQ^b$$

avec  $[MES]$  la concentration en matières en suspension,  $Q$  le débit liquide,  $a$  et  $b$  étant des coefficients d'ajustement.

Cette fonction de type puissance est systématiquement utilisée pour décrire la relation entre MES et débit liquide (Bravard and Petit, 1997 ; Restrepo and Kjerfve, 2000 ; Pont et al., 2002). Cette relation a également été utilisée pour calculer les concentrations en MES durant les premières heures de la crue et en fin d'événement. Pour le pic de crue, des relations spécifiques ont été utilisées (cf infra).

Les concentrations en MES (notées  $[MES]$  en  $mg.l^{-1}$ ) mesurées et calculées ont été utilisées pour calculer les flux sédimentaires horaires et l'export sédimentaire total ( $FS_h$  en  $kg.h^{-1}$  et  $ES_{tot}$  en  $kg^{-1}$ ). Couplées aux résultats granulométriques de chaque échantillon, ces données ont permis de calculer un flux horaire pour chacune des fractions granulométriques (respectivement noté  $FS_{sa}$ ,  $FS_{li}$  et  $FS_a$  en  $kg.h^{-1}$  pour les sables, limons et argiles) donnant lieu à l'estimation d'un export sédimentaire partiel pour chacune des fractions (respectivement noté  $ES_{sa}$  ;  $ES_{li}$  et  $ES_a$  en  $kg$ ). Les équations permettant d'obtenir ces flux et exports sédimentaires sont présentées ci-dessous :

$$FS_h = [MES]_h \times Q_h$$

avec  $[MES]_h$  la concentration moyenne horaire en matières en suspension mesurées ou calculées (en  $kg.h^{-1}$ ) et  $Q_h$  le débit moyen horaire en  $m^3.s^{-1}$  fournit par la CNR<sup>3</sup>

$$FS_{sa} = (FS_h \times \%_{sa}) ; FS_{li} = (FS_h \times \%_{li}) ; FS_a = (FS_h \times \%_a) \text{ en } kg.h^{-1}$$

Avec  $\%_{sa}$  ;  $\%_{li}$  et  $\%_a$  le pourcentage respectif de sables, limons et argiles qui composent l'échantillon

$$ES_{tot} = \sum_{h=1}^n FS_h \text{ en } kg^{-1}$$

Avec  $n$  le nombre d'heures de la crue

$$ES_{sa} = \sum_{h=1}^n FS_{sa} ; ES_{li} = \sum_{h=1}^n FS_{li} ; ES_a = \sum_{h=1}^n FS_a \text{ en } kg.h^{-1}$$

<sup>3</sup> La Compagnie Nationale du Rhône fournit la chronique des débits moyens horaires sur 36 17 Inforhone

## 2.4 DETERMINATION DES FLUX ET EXPORT DE RADIONUCLÉIDES ARTIFICIELS

Les sédiments récoltés dans la plaine d'inondation d'Arles présentent une grande variété de texture car ils ont été prélevés sur un large périmètre en tenant compte des processus naturels de dépôts qui s'opèrent par ségrégation des particules. Le  $^{137}\text{Cs}$  a été le seul radionucléide systématiquement détecté dans les échantillons étudiés (Eyrolle et al., 2004). Les activités spécifiques montrent des relations statistiquement significatives entre la teneur en  $^{137}\text{Cs}$  et la texture des échantillons récoltés (Figure 1). Ces relations soulignent que le  $^{137}\text{Cs}$  présente une affinité pour les éléments les plus fins (limons et argiles) dans les milieux naturels, comme de nombreux contaminants (Abril and Fraga, 1996 ; Borovec, 2000). Sur la base de ces relations nous avons estimé une activité pour des échantillons théoriques contenant 100% de sables, de limons ou d'argiles (respectivement noté  $A_{sa}$ ,  $A_{li}$  et  $A_a$  en  $\text{Bq.kg}^{-1}\text{sec}$ ).

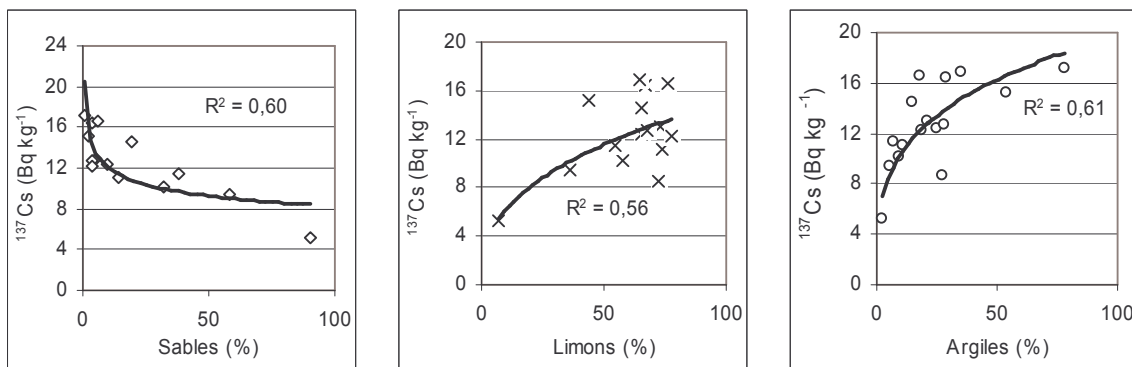


Figure 1 : Relation entre les concentrations en MES et le pourcentage de sables, limons et argiles.

Parallèlement, les flux spécifiques de  $^{137}\text{Cs}$  associés aux sables, limons et argiles ont été calculés ( $FR_{sa}$ ,  $FR_{li}$ ,  $FR_a$  en  $\text{Bq.h}^{-1}$ ) tout comme le flux total de  $^{137}\text{Cs}$  ( $FR_{tot}$  en  $\text{Bq.h}^{-1}$ ). Ces calculs ont permis de proposer un export global de radioactivité ( $ER_{tot}$  en Bq) et des exports spécifiques liés à chaque fraction granulométrique ( $ER_{sa}$  en Bq pour les sables,  $ER_{li}$  en Bq pour les limons,  $ER_a$  en Bq pour les argiles).

Les équations permettant d'obtenir les flux et exports de  $^{137}\text{Cs}$  sont présentées ci-dessous :

$$FR_{sa} = (A_{sa} \times FS_{sa}) ; FR_{li} = (A_{li} \times FS_{li}) \text{ et } FR_a = (A_a \times FS_a) \text{ en } \text{Bq.h}^{-1}$$

$$FR_{tot} = FR_{sa} + FR_{li} + FR_a \text{ en } \text{Bq.h}^{-1}$$

$$ER_{sa} = \sum_{i=1}^n FR_{sa_i} ; ER_{li} = \sum_{i=1}^n FR_{li_i} \text{ et } ER_a = \sum_{i=1}^n FR_{a_i} \text{ en } \text{Bq}$$

n correspondant au nombre d'heures de la crue

$$ER_{tot} = \sum_{i=1}^n FR_{tot_i} \text{ en } \text{Bq}$$

## 3 RESULTATS

### 3.1 DEBITS ET MATIERES EN SUSPENSION

L'analyse des débits du Rhône et de ses affluents permet de classer cette crue dans le type « Méditerranéen extensif<sup>4</sup> » puisque de nombreux affluents situés au sud de Lyon sont impliqués dans cet événement. Le tableau 1 met en évidence le rôle majeur des affluents cévenols (Gard, Ardèche, Eyrieux, Cèze) puisqu'il ont fourni 36% du débit total du Rhône pendant cette crue.

Affluent	Contribution sur l'année	Contribution durant la crue
	2003 (%)	de décembre 2003 (%)
Saône	20,76	13,71
Isère	24,03	8,08
Fier	2,92	0,66
Ain	6,26	1,36
Drome	1,76	1,66
Eyrieux	1,18	4,56
Ardèche	5,33	18,58
Gard	1,57	7,44
Cèze	1,51	5,24
Ouvèze	2,27	4,74
Durance	3,25	7,35

Tableau 1 : Contribution des différents affluents du Rhône au débit liquide enregistré à la station de mesure de Beaucaire.

Dès le 1<sup>er</sup> décembre 2003, le débit augmente rapidement comme le montre le gradient de montée calculé par la Compagnie Nationale du Rhône et qui définit l'augmentation du débit heure après heure (Figure 2). Le 3 décembre 2003 à 3:00 GMT, le Rhône atteint son pic de crue avec un débit estimé à 11 500 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> à la station de mesure de Beaucaire (situé 20 km en amont d'Arles). Cette crue est exceptionnelle par sa magnitude et par sa durée liée à la succession de pic de crue sur les affluents.

<sup>4</sup> La classification des crues proposées par Pardé en 1925 est détaillée dans le rapport SESURE 2004-15

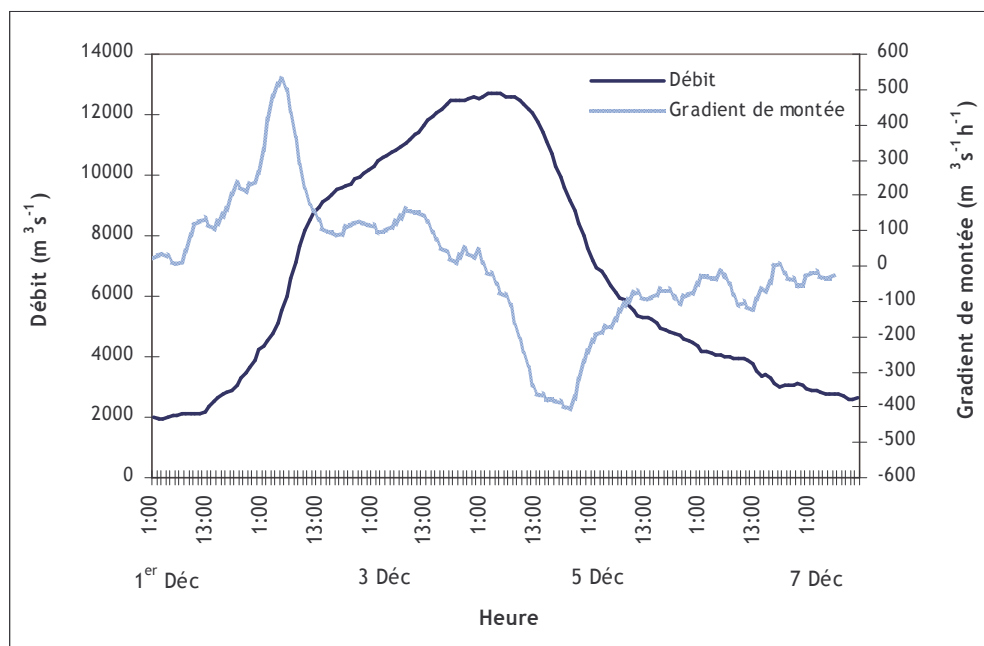


Figure 2 : Evolution du débit et du gradient de montée pendant la crue de décembre (données CNR)

Les concentrations en matières en suspension augmentent rapidement avec le débit, passant de  $77 \text{ mg.l}^{-1}$  à  $3\,689 \pm 0,05 \text{ mg.l}^{-1}$  (Figure 5). Trois valeurs anormalement basses ont été mesurées durant le pic de crue et sont probablement liées soit à la ségrégation des MES en relation avec l'augmentation des vitesses d'écoulement, soit à la présence de fragments végétaux qui ont empêché le fonctionnement correct de l'échantillonneur automatique. Par conséquent, ces valeurs ont été remplacées par des valeurs calculées selon la relation entre la concentration en MES et le débit, établie à partir de l'ensemble des échantillons mesurés (Figure 3).

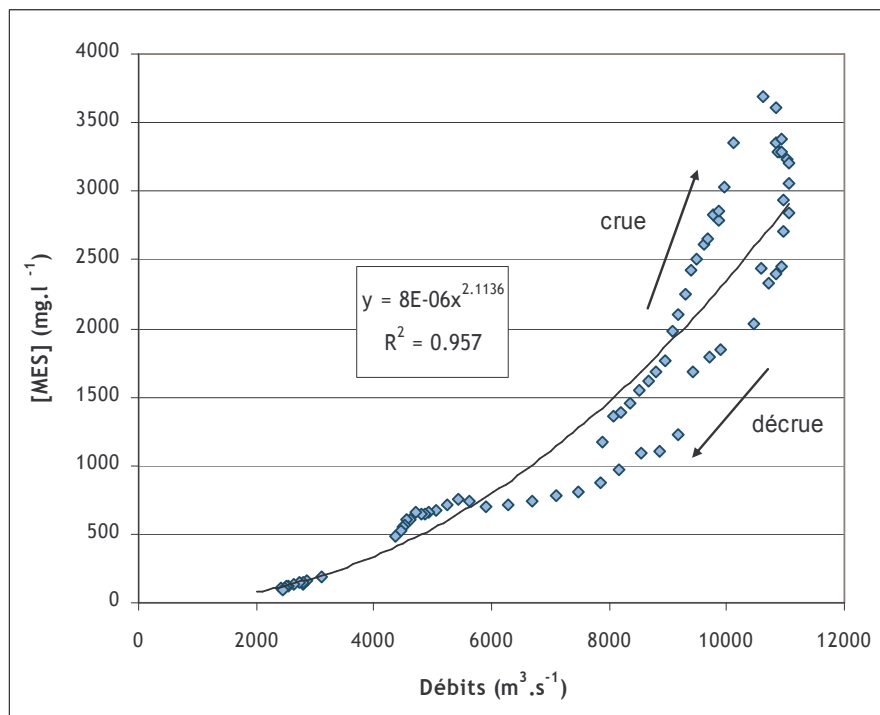


Figure 3 : Relation entre les [MES] mesurées et le débit du Rhône

Cependant, pour le pic de crue, cette relation sous-estime les concentrations en MES comme le montre la Figure 3 sur laquelle les concentrations maximales sont situées bien au dessus du modèle statistique. Pour ajuster au mieux les MES durant le pic de crue, cette phase particulière a été isolée afin de calculer les valeurs manquantes durant le pic de crue (Figure 4).

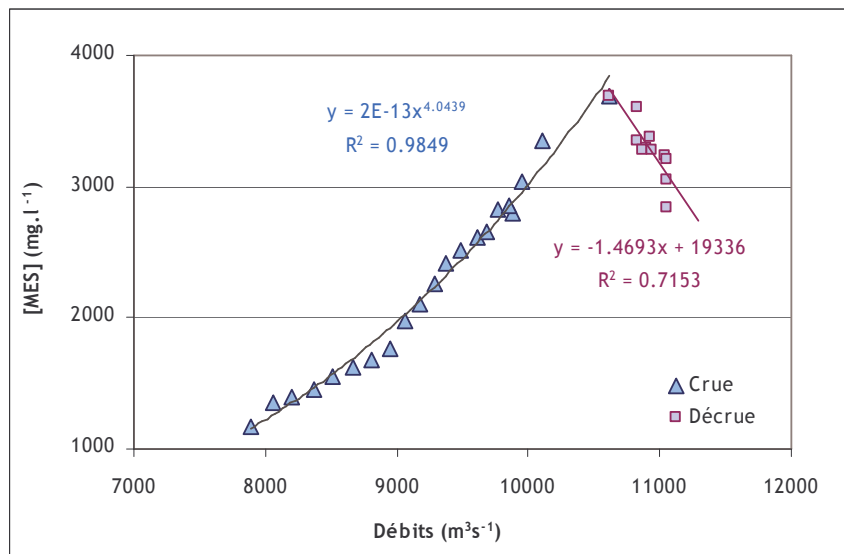


Figure 4 : Relations entre les [MES] mesurées et le débit du Rhône utilisées pour le calcul des MES durant le pic de crue.

Le pic de MES intervient 11 heures avant le pic de débit liquide. Ce décalage est probablement lié à l'origine des sédiments et des masses d'eau : comme indiqué plus haut, le débit croît d'abord sous l'impulsion des affluents cévenols qui sont généralement plus chargés en sédiments. Par la suite, des masses d'eau en provenance d'autres affluents (Saône, Isère, Durance) et des pics secondaires sur le Gard et la Durance (le 3 Décembre) viennent soutenir et permettre l'augmentation continue des débits liquides, entraînant un délai dans l'occurrence du pic de crue. Les concentrations en MES présentent une forme d'hystérésis horaire : à débit équivalent, les concentrations en MES sont plus importantes durant la montée de crue que la décrue (Figure 3). Cette évolution des MES est caractéristique de la participation précoce des affluents cévenols.

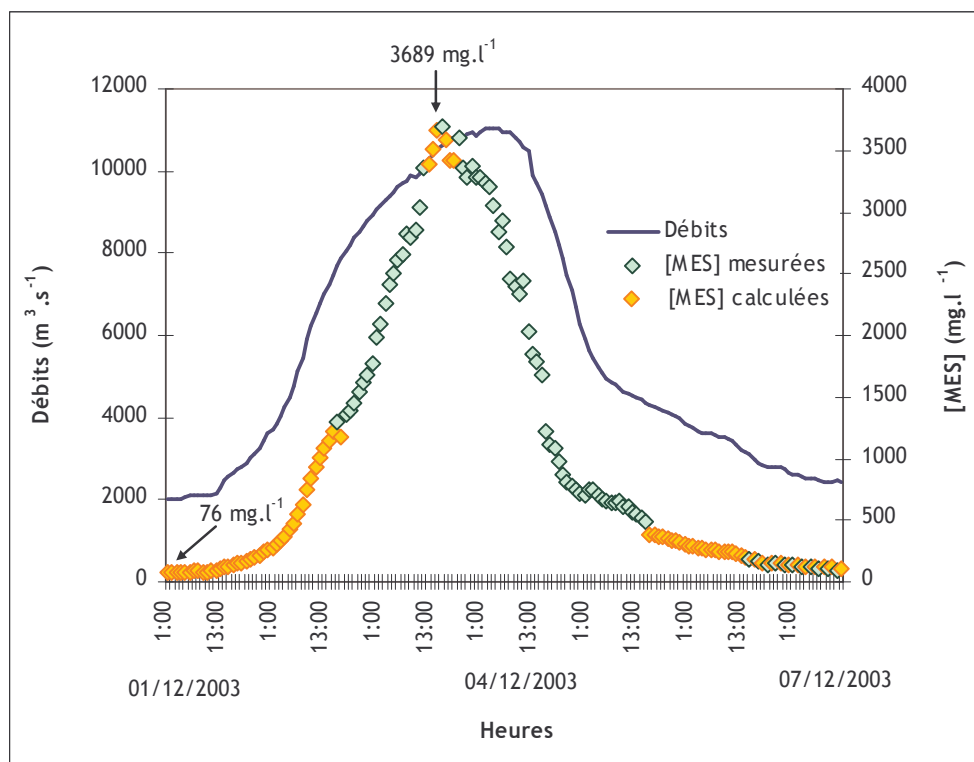


Figure 5 : Evolution de concentrations en MES et des débits du Rhône durant la crue

L'export total de matières en suspension durant cet événement de crue est estimé à  $5,4 \pm 0,3 \times 10^6$  t

ERROR: syntaxerror  
OFFENDING COMMAND: --nostringval--

STACK: