

# Étude de modélisation comparée du bassin amont du Stang Alard

David Blanc, Eric Issanchou, Richard B. B. Kellagher et Laurent Phan

**D**ans le cadre du Contrat de Baie dont fait l'objet la rade de Brest, l'opération pilote du Stang Alard a pour objet l'étude de la pollution par temps de pluie générée à partir d'une zone urbaine et de son impact sur le milieu récepteur. L'étude de modélisation comparée s'inscrit dans ce cadre avec comme objectif supplémentaire l'évaluation et la comparaison d'outils susceptibles d'être utilisés pour traiter de problèmes similaires à ceux rencontrés sur ce bassin versant.

Pour la modélisation elle-même, deux logiciels « assainissement-pollution », l'anglais MOSQUITO et le français FLUPOL, ont été mis en œuvre. Anjou Recherche était chargé de la modélisation FLUPOL et de la coordination des opérations de modélisation, la partie modélisation MOSQUITO a été réalisée par IHS pour le compte de Wallingford Software.

## Présentation du site

Le Stang Alard est une petite rivière de l'est de l'agglomération brestoise, qui se jette dans la rade de Brest au niveau de la plage du Moulin Blanc. Son bassin versant d'environ 350 hectares est partiellement urbanisé. La zone étudiée représente la partie amont du bassin du Stang Alard proprement dit. C'est une zone urbanisée qui s'étend sur environ 180-190 hectares et regroupe de petites industries, des quartiers d'habitations et un centre commercial. L'assainissement y est de type séparatif avec un réseau pluvial qui rejoint le Stang Alard en contrebas de la rue du Pont-Neuf.

Le réseau séparatif pluvial est, d'une manière générale, en bon état avec de bonnes pentes et reçoit relativement peu d'eaux usées par des mauvais branchements. L'essentiel de l'écoulement par temps sec est constitué par des eaux claires de nappe.

## Méthodologie générale de l'étude

L'étude peut être décomposée en trois grands volets qui forment le cadre général de la méthodologie (*Anjou Recherche - Wallingford Software, 1994*).

– L'étude et l'inspection du bassin versant et de son système d'assainissement : on prend en compte les données qui vont servir à construire le modèle du bassin et de son système d'assainissement.

– La mesure des pluies et des écoulements, l'analyse de la pollution : les mesures doivent servir de référence pour le calage et la validation des modèles.

– La modélisation et l'exploitation des résultats de mesure et de calcul : construction du modèle à partir de l'exploitation des données terrain. Premier calcul tentant de reproduire un événement enregistré, comparaison avec les mesures correspondantes pour ajuster le modèle (calage). Simulation des autres événements enregistrés, le modèle étant calé, vérification de la fidélité du modèle par rapport à la réalité (validation). Exploitation des résultats de calcul, comparaison des résultats de simulation.

**David Blanc**  
**Laurent Phan**

Anjou Recherche  
24, rue Saarinen  
SILIC 248  
94568 Rungis Cedex

**Eric Issanchou**  
C.E.O

4, rue du Général Foy  
75008 Paris

**Richard B. B. Kellagher**  
I.H.S. - Wallingford Software  
Howbery Park Wallingford  
Oxfordshire OX10 8BA  
Royaume-Uni

## Campagne de mesures

Celle-ci, menée par la C.E.O, était destinée à alimenter les modèles en données et valeurs de référence. Elle a porté sur :

- le débit et la pollution en réseau par temps sec,
- les caractéristiques des dépôts (sédiments et poussières) présents à la surface du bassin versant,
- la pluie,
- le débit et la pollution en réseau par temps de pluie.

### ■ Sites de mesures

Deux points de mesures de débit et de prélèvement ont été établis, identiques pour le temps sec et le temps de pluie.

- Un point dit « amont », situé boulevard de l'Europe et qui contrôlait les effluents en provenance du nord du bassin, soit une zone d'environ 48 hectares de type industriel pour la plus grande partie.

- Un point dit « aval », rue de l'Eau Blanche, sur un collecteur de 2000 mm à l'exutoire du bassin versant.

La pluie a également fait l'objet d'une mesure en deux points : -1- un premier pluviographe a été installé sur la partie nord du bassin, au centre technique de la CUB, -2- le deuxième pluviographe a été placé dans la partie sud-ouest, sur le toit d'un bâtiment.

Les échantillons solides en surface ont été prélevés : -1- rue de Kervezeneq, dans la zone industrielle au nord, -2- rue de Ker Heol, dans une zone d'habitation au sud-ouest du bassin.

### ■ Mesures de temps sec

Mesure « débit-pollution » en réseau

Les données présentées tableau n°1 correspondent à des mesures moyennes sur 24 heures.

Tableau 1. - Mesure par temps sec ▼

		Débit	M.E.S	D.C.O	D.B.O <sub>5</sub>	NTK	NH <sub>4</sub>
<b>Flux moyen</b>	amont	2,3 l/s	134,8	202,4	57,5	70,8	-
	aval	27,3 l/s	144,7	900,9	354,9	152,9	136,5
<b>Concentration</b>	amont	-	58,6	88,0	25,0	30,8	-
	aval *	-	5,3	33,0	13,0	5,6	5,0
<b>Quantité sur 24 h</b>	amont	199 m <sup>3</sup>	11,6 kg	17,5 kg	5,0 kg	6,1 kg	-
	aval *	2353 m <sup>3</sup>	12,5 kg	77,7 kg	30,6 kg	13,2 kg	11,7 kg

\* estimations sujettes à caution en raison des faibles concentrations enregistrées

Les eaux très claires à l'aval, à la limite de sensibilité d'analyse pour certains paramètres, laissent supposer d'importantes arrivées d'eau de nappe, ainsi qu'une possible décantation dans le réseau.

### Analyse des sédiments en surface

Celle-ci a été faite pour fournir des données spécifiques à l'emploi de MOSQUITO, en particulier le diamètre moyen des sédiments et poussières susceptibles d'être lessivés en surface par la pluie. Les résultats sont présentés dans le tableau n°2 suivant.

Tableau 2. - Mesure granulométrique de surface ▼

Diamètre (d)	Aval : rue de Ker Heol	Amont : rue de Kervezeneq	d 50 Mosito
d 50	0.28 mm	0.31 mm	0.30 mm

### ■ Mesures de temps de pluie

On distingue deux phases dans cette mesure.

- 1<sup>ère</sup> phase : jusqu'en avril, mesure de pluie et de débit.

- 2<sup>e</sup> phase : d'avril à juin 1994, mesure de pluie et débit, prélèvements d'échantillons et analyse de la pollution.

Les événements pluvieux des 25/04/94, 11/05/94 et 24/05/94 ont été retenus pour le calage et la validation des modèles.

### Mesures des pluies

Les événements qui ont servi de référence pour la mise au point des modèles en hydraulique et pollution correspondent à des pluies d'intensité plutôt modérée, ce qui ne permet guère de tirer de conclusions définitives quant au comportement du bassin par forte pluie.

Les caractéristiques de ces pluies sont les suivantes, tableau n°3, telles qu'elles ont été prises en compte par Anjou Recherche et IHS.

Ces divergences sont causées par une interprétation différente des résultats bruts de mesure, IHS ayant tendance à prendre en compte un événement pluvieux sur une plus longue période et à effectuer son analyse des intensités maximales sur des intervalles de temps plus réduits.

### Mesures en débit

Le matériel utilisé pour la mesure était celui de la société ADS, fondé sur une double mesure de hauteur d'eau en collecteur - par sonde ultrason

et sonde piézométrique - et une mesure de vitesse par effet Doppler.

C'est la chaîne de mesures « limnimétrique-débitmétrique » qui contrôlait le fonctionnement des préleveurs.

La première phase de mesures débitmétriques a été mise à profit pour caler et valider la partie hydraulique du modèle.

Ces résultats, même partiels, ont abouti à des conclusions déterminantes pour la suite des opérations.

### Le contrôle du dispositif de mesures

Se fondant sur les premières mesures « pluie-débit », chacun des chargés d'étude a construit son modèle et a ensuite essayé d'accorder les résultats des calculs de débit avec ceux des mesures. Si l'opération s'est révélée relativement aisée sur le point amont, sur le point aval la modélisation, qu'elle soit faite avec FLUPOL ou avec MOSQUITO, faisait apparaître une sous-évaluation des débits calculés.

Un ajustement des paramètres de modélisation pour « coller » aux résultats aurait abouti à des valeurs aberrantes. Ce fait, joint à une vérification du réseau par la C.E.O pour repérer d'éventuelles connexions et au contrôle par ADS des enregistrements de son dispositif, a permis de mettre en lumière le dysfonctionnement du point de mesures aval qui, pour les écoulements importants, surestimait les hauteurs d'eau et donc le débit.

Ce point, initialement équipé de manière incomplète (absence de sonde piézométrique), a été rectifié et était pleinement opérationnel pour la deuxième phase de mesures.

### La modification des consignes de prélèvement

Le dispositif prévoyait initialement une consigne de prélèvement proportionnel au temps. A partir d'un niveau fixé, supérieur à celui atteint par temps sec et dont on estime qu'il traduit une pluie ruisselant suffisamment pour être intéressante, les préleveurs d'échantillons se seraient mis en marche. Un prélèvement aurait été fait par pompage toutes les six minutes écoulées permettant de mieux appréhender les crues.

Avec les premières mesures de débits et après calage du modèle hydraulique, on disposait d'une connaissance suffisante du bassin pour en prévoir le comportement probable face à un événement

Date		25 Avril 1994		11 Mai 1994		24 Mai 1994	
		AR	IHS	AR	IHS	AR	IHS
<b>Hauteur</b>	Amont (Nord)	8.8	14.6	7.0	9.4	12.8	12.8
	Aval (Sud-Ouest)	9.8	16.2	-	-	12.0	12.2
<b>l max</b>	Amont (Nord)	6.0	6.0	7.2	12.0	9.6	12.0
	Aval (Sud-Ouest)	7.4	12.0	-	-	9.2	6.0
<b>Durée</b>	Amont (Nord)	290	840	195	521	495	490
	Aval (Sud-Ouest)	295	840	-	-	520	519

pluvieux « intéressant ». Cette connaissance a permis de fixer les seuils respectifs de déclenchement des préleveurs et de régler un prélèvement proportionnel au volume en fixant des volumes « seuils » en chacun des points.

En s'appuyant sur les premières mesures pluie-débit, la modélisation a permis une vérification des mesures et l'élaboration d'un protocole de prélèvement mieux adapté aux besoins de l'étude pollution.

### Mesures en pollution

Les analyses ont porté sur les paramètres modélisés :

Matières en Suspension (M.E.S)	Demande Chimique en Oxygène (D.C.O)
Demande Biochimique en Oxygène (D.B.O <sub>5</sub> )	Azote total Kjeldahl (NTK) pour FLUPOL
Ammonium (NH <sub>4</sub> ) pour MOSQUITO.	

Des paramètres non modélisés, mais dont la connaissance est nécessaire si l'on veut appliquer ce type d'étude à de nouveaux polluants ont été mesurés. Ils sont destinés à enrichir les bases de données en ce domaine :

Métaux :	Plomb (Pb)	Zinc (Zn)
Bactériologie :	Coliformes totaux	Coliformes thermorésistants
		Streptocoques fécaux.

Pour les paramètres de modélisation, les polluto-grammes (en flux polluants) ont été déduits des débits enregistrés en continu et des mesures de concentrations. Les valeurs en concentration ont été interpolées entre chaque résultat d'analyse.

A l'instar de ce qui est fait avec les débits, l'exploitation des mesures ne doit pas se faire sans précaution. En effet toutes les analyses à caractère biologique (D.B.O<sub>5</sub> et bactériologie) sont délicates à entreprendre et entachées d'une grande incertitude. Si on tombe en deçà de certaines valeurs plancher, les analyses commencent à perdre de leur précision puis deviennent inutilisables, les concentrations étant par trop faibles (seuil de sensibilité). Enfin, du fait du caractère ponctuel des prélève-

▲ Tableau 3. -  
Mesure  
pluviométrique  
prise en compte  
par Anjou  
Recherche et IHS

ments, les analyses peuvent traduire une situation particulière, non représentative du comportement « général » du bassin. C'est ce qui semble s'être passé pour un des prélèvements lors de la pluie du 11 mai 1994, où la concentration en M.E.S notamment a été multipliée par un facteur d'environ 6-7 par rapport aux prélèvements précédents et suivants.

### La modélisation

Les deux logiciels ont des ambitions semblables, cherchant à reproduire la réponse en débit et pollution du bassin versant et du réseau à une pluie quelconque. Ils définissent tous deux des bassins versants élémentaires au niveau desquels se fera le calcul « ruissellement-lessivage », ainsi qu'une représentation schématique du réseau d'assainissement laquelle servira aux calculs hydrauliques reproduisant les phénomènes de propagation (Bujon, 1988, Moys, 1988).

Cependant, les deux expériences modélisation ne se sont pas révélées tout à fait identiques ; non seulement à cause des différences entre les programmes eux-mêmes, c'est-à-dire des équations utilisées pour retraduire les différents phénomènes (Phan, 1994), mais aussi en raison de divergences d'interprétation des données du site et de schématisation.

### ■ Divergences d'étude

Un certain nombre de différences d'appréciation sont apparues. Les premières portent sur les limites du bassin versant du Stang Alard. Le tracé de celles-ci diffère d'une étude à l'autre, IHS prenant en compte une zone légèrement plus étendue (198 ha), qu'Anjou Recherche (183 ha).

En ce qui concerne la répartition des pluies, les deux modélisateurs ont pris en compte la différence de pluviométrie d'un site de mesure à l'autre en divisant le modèle en deux zones, chacune se voyant affecter un des hyétogrammes enregistrés.

Le modèle IHS avec MOSQUITO tend à décrire le système plus en détail avec de plus petits bassins versants élémentaires, alors qu'un utilisateur de

Tableau 4: –  
Modélisations MOSQUITO  
et FLUPOL ▼

Modèle	Nombre de points de calcul	Nombre de bassins versants	Surface du plus grand bassin versant
MOSQUITO	110	67	13.90 ha
FLUPOL	31	24	22.69 ha

FLUPOL aura recours à une description plus schématique que ce soit au niveau des bassins versants ou au niveau du réseau. Le tableau n°4 illustre ces différences de description du système.

Enfin, lors des calculs de temps de pluie, la part d'écoulement de temps sec a été négligée par l'opérateur de MOSQUITO tandis que le modèle FLUPOL reprenait les résultats de la campagne de temps sec.

### ■ Les calculs effectués

Les calculs réalisés à partir des données du début de la campagne de mesures ont servi à précaler hydrauliquement les modèles et n'entrent pas dans la comparaison. L'un et l'autre des modèles y avaient obtenu des résultats hydrauliques très satisfaisants.

La procédure « calage-validation » diffère également d'un modèle à l'autre, un processus itératif de calage entre les événements des 25/04/94 et 24/05/94 (ajustements successifs des paramètres sur un premier événement avant vérification sur le deuxième et vice-versa) ayant été utilisé pour MOSQUITO (cf. tableau n°5).

Tableau 5. – Exploitation des mesures par FLUPOL et MOSQUITO ▼

Modèle	FLUPOL		MOSQUITO	
	Calage	Validation	Calage	Validation
25/04/94	-	X	X	X
11/05/94	-	X	-	X
24/05/94	X	-	X	X

### ■ Bilan « calculs-mesures »

Dans ce chapitre sont présentés une partie des résultats, courbes comparées pour la pluie du 24/05/94, et les bilans de toutes les simulations. Les calculs de NH<sub>4</sub> initialement prévus par MOSQUITO n'apparaissent pas faute de résultats significatifs vis-à-vis des mesures.

### Les observations et l'évaluation des modèles

Les résultats en hydraulique sont de bonne qualité. Il convient cependant de noter que, des pluies ayant servi à ajuster et vérifier le modèle, aucune n'était de caractère orageux et qu'au contraire, ces événements apparaissent comme plutôt modérés.

La prise en compte de la pluie elle-même ne peut être qu'imparfaite. La pluie pouvant être sujette à

variations importantes dans l'espace même sur un bassin réduit, ce que deux points de mesure, même judicieusement disposés, ne peuvent pleinement restituer.

Malgré une description plus détaillée du système d'assainissement et des caractéristiques des dépôts en surface (analyse granulométrique des dépôts), ce qui entraîne une mise en œuvre du logiciel plus lourde, MOSQUITO tend à sous-évaluer les flux de pollution.

En ce qui concerne la partie amont du bassin versant, les deux logiciels sous-estiment les apports polluants, MOSQUITO le faisant de manière plus accentuée que FLUPOL. Ceci peut être expliqué par le caractère spécifique de la zone industrielle de Kergardec sur le plateau, qui rassemble des industries légères.

Les résultats sont meilleurs sur la totalité du bassin versant qui inclut des terrains plus « classiques ».

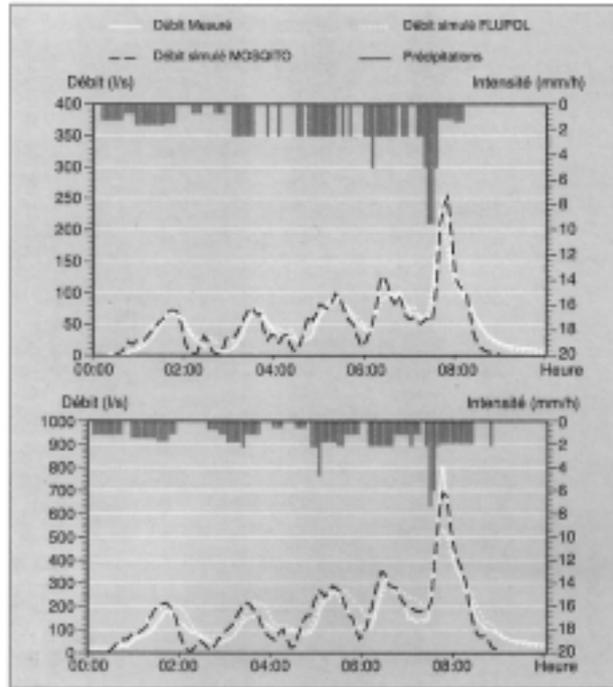
Certains enregistrements en pollution peuvent enfin traduire des conditions particulières. Les conséquences possibles de récents travaux de voirie sur le bassin par exemple, ou des phénomènes localisés, comme un relargage ponctuel de sédiments, que le modèle ne peut pas prendre en compte. C'est ce qui pourrait expliquer certaines distorsions entre courbes mesurées et courbes calculées.

En examinant l'ensemble des résultats, il apparaît que, avec une description plus schématique du système d'assainissement et une série de paramètres plus limitée, FLUPOL obtient des résultats en pollution plus proches des valeurs mesurées que MOSQUITO. Sauf peut-être sur la zone amont dont on a vu la spécificité, pour FLUPOL, les ordres de grandeur des flux de pollution calculés sont compatibles avec la réalité.

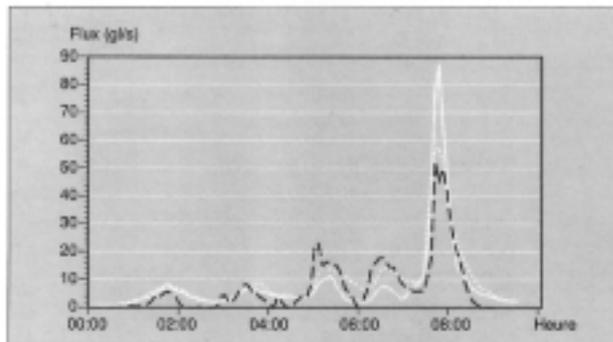
Si une expérience avec des conditions particulières, de pluie notamment, n'est cependant pas suf-

Tableau 6. – Rejets de temps de pluie, bilan en volumes ▼

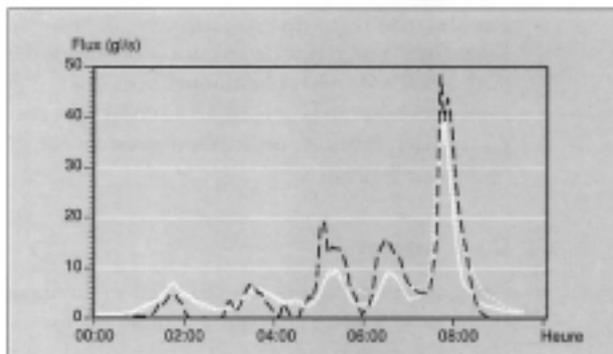
Volume (m <sup>3</sup> )	Mesure	FLUPOL	C/M	Mosquito	C/M
25/04/94 Amont	1227	1232	1.00	1207	0.98
Aval	4096	4567	1.11	3827	0.9
11/05/94 Amont	944	983	1.04	989	1.05
Aval	3515	3346	0.95	2954	0.84
24/05/94 Amont	2014	1801	0.89	1671	0.83
Aval	4998	5817	1.16	5257	1.05



▲ Figure 1. – Courbes de comparaison des débits



▲ Figure 2. – Courbes de comparaison des flux de M.E.S.



▲ Figure 3. – Courbes de comparaison des flux de D C O

Tableau 7. – Rejets de temps de pluie, bilan en M E S ▼

Volume (m <sup>3</sup> )	Mesure	FLUPOL	C/M	Mosquito	C/M
25/04/94 Amont	132	97	0.73	46	0.35
Aval	379	497	1.31	185	0.49
11/05/94 Amont	126	111	0.88	36	0.29
Aval	443	467	1.05	144	0.33
24/05/94 Amont	86	78	0.91	60	0.70
Aval	268	322	1.20	238	0.89

Tableau 8. – Rejets de temps de pluie, bilan en D.C.O ▼

D.C.O. (kg)	Mesure	FLUPOL	C/M	Mosquito	C/M
25/04/94 Amont	123	72	0.59	40	0.33
Aval	343	371	1.08	162	0.47
11/05/94 Amont	128	77	0.60	31	0.24
Aval	356	336	0.94	125	0.35
24/05/94 Amont	64	52	0.81	53	0.83
Aval	179	206	1.15	206	1.15

Tableau 9. – Rejets de temps de pluie, bilan en D.B.O<sub>5</sub> ▼

D.B.O <sub>5</sub> (kg)	Mesure	FLUPOL	C/M	Mosquito	C/M
25/04/94 Amont	34	11	0.32	5	0.15
Aval	71	63	0.89	20	0.28
11/05/94 Amont	25	11	0.44	4	0.16
Aval	74	54	0.73	15	0.20
24/05/94 Amont	7.9	7.5	0.95	6.3	0.79
Aval	28.7	29.8	1.04	25.1	0.87

Tableau 10. – Rejets de temps de pluie, bilan en NTK ▼

NTK (kg)	Mesure	FLUPOL	C/M	Mosquito	C/M
25/04/94 Amont	4.63	2.85	0.61	-	-
Aval	12.30	15.60	1.27	-	-
11/05/94 Amont	3.31	2.89	0.87	-	-
Aval	10.20	13.70	1.34	-	-
24/05/94 Amont	1.40	1.90	1.36	-	-
Aval	5.22	7.89	1.51	-	-

fisante pour émettre un jugement de valeur définitif (une autre expérience similaire pourrait donner des résultats inverses) quant au modèle lui-même, d'un point de vue utilisation dans des circonstances de type opérationnel, le rapport [Précision des résultats] sur [Travail de collecte et traitement des données] est nettement en faveur de FLUPOL.

## Conclusion

Les résultats de l'étude de modélisation du Stang Alard ne se limitent pas à une simple comparaison des performances respectives de MOSQUITO et FLUPOL et restent encore à exploiter pour certains

aspects, notamment les relations entre les différents polluants.

Les acquis de cette étude sont multiples et portent sur :

- la connaissance du bassin lui-même et de son système d'assainissement concrétisée par la construction d'un modèle « réaliste »,
- la méthodologie qui pourrait être adaptée à ce type d'étude,
- les programmes MOSQUITO et FLUPOL eux-mêmes.

Même sur un bassin versant réduit, les différences de précipitations peuvent être sensibles d'un point à un autre, avec une influence non négligeable sur les écoulements en réseau qui peut être vérifiée par le modèle.

La pollution des eaux de temps de pluie peut être très importante (ce qui ne fait que confirmer les observations faites de longue date par la CUB) et la combinaison « mesures-modèle » a permis d'en faire une quantification. Elle a aussi permis d'évaluer les flux, variables au cours du temps, auxquels on peut se trouver confronté à l'exutoire vers le cours aval, que ce soit pour en estimer l'impact ou pour dimensionner les ouvrages destinés à abattre cette pollution.

Les résultats de mesures et de calculs, comme les modèles restent utilisables pour toute étude ultérieure sur le bassin ou portant sur la qualité des eaux plus à l'aval en particulier l'étude de décantation lamellaire actuellement en cours.

Le couplage mesures-modélisation hydraulique a permis de détecter de manière précoce le dysfonctionnement du point de mesure aval.

La « pré-modélisation » hydraulique du système d'assainissement s'est révélée d'un grand intérêt pour adapter le mieux possible les consignes de prélèvement au suivi des flux polluants. Au processus : « Mesures-Construction du modèle » - « Calage » - « Validation » il semble avantageux de substituer un véritable couplage « Mesures-Modélisation » pour les études en pollution, avec une réflexion à mener sur la procédure de prélèvement et d'échantillonnage à adopter.

L'approche déterministe (fondée sur l'utilisation de nombreux paramètres physiques mesurés) de MOSQUITO est apparue comme étant d'un moins bon rapport que celle de FLUPOL, non seulement

en raison des résultats obtenus dans cette expérience particulière, mais aussi à cause des opérations (et de leur coût) à entreprendre pour obtenir les données précises nécessaires à un bon calage du modèle.

De par les enseignements qui ont pu en être tirés, des données, notamment de qualité des eaux, qui

ont été collectées à cette occasion et de la collaboration qui a rassemblé les différents acteurs quelque soit leur spécialité ou leur position, l'étude de modélisation comparée du Stang Alard peut être qualifiée d'étude pilote et s'insère dans le cadre de l'Expérience Pilote en Zone Urbaine du Contrat de Baie de la rade de Brest.

### Résumé

Anjou Recherche avec le modèle FLUPOL et IHS avec le modèle MOSQUITO, développé par Wallingford Software, ont réalisé pour le compte de la Communauté Urbaine de Brest une étude de modélisation du bassin du Stang Alard amont à Brest, étude qui a aussi servi à évaluer ces deux logiciels de modélisation de la pollution urbaine de temps de pluie. Au point de vue hydraulique, les résultats obtenus sont de bonne qualité. Si les résultats en pollution sont moins précis, les bilans obtenus sont satisfaisants.

Sur le site de Brest les résultats en pollution FLUPOL sont apparus comme meilleurs que ceux de MOSQUITO qui semble avoir tendance à sous-estimer la pollution. Mais les enseignements retirés sont aussi d'ordre méthodologique, l'interaction entre modélisation, mesure de débit et analyse en pollution s'étant révélée efficace.

Mots clés : Modélisation, Pollution, Mesure, FLUPOL, MOSQUITO, Assainissement.

### Abstract

Anjou Recherche, with the FLUPOL model and IHS, with the MOSQUITO model, developed by Wallingford Software, have been asked by « Communauté Urbaine de Brest » to conduct a modelling study of the Stang Alard catchment in Brest. The aim was also to compare these two programs of storm sewer pollution modelling. For Hydraulic, the results show a good comparison between observed and predicted results. If pollution results do not have the same accuracy, the mass balance comparisons is fairly good for the pollutants simulated.

On the BREST site, the FLUPOL model seems to give better pollution results while MOSQUITO tends to underestimate the pollution load. But the profit is also methodological as interactivity of the different study stages : model building, flow surveying, sampling and verification was found to be usefull.

Key words: Modelling, Pollution, Measurement, FLUPOL, MOSQUITO, Urban drainage.

### Bibliographie

Anjou Recherche, Wallingford Software., 1994. Etude pilote de modélisation comparée du bassin amont du Stang Alard. *Rapport de synthèse*, 1994, Communauté Urbaine de Brest.

BERTRAND-KRAJEWSKI, J-L., 1992. Modélisation conceptuelle du transport solide en réseau d'assainissement unitaire. *Thèse de Doctorat* (1992), Université Louis Pasteur de Strasbourg (4/1992).

BUJON, G., 1988. Prévision des débits et flux polluants transités par les égouts par temps de pluie. Le modèle FLUPOL. *La Houille Blanche*, janvier 1988, pp. 11-23.

BUJON, G., HERREMANS, L., PHAN, L., 1992. FLUPOL : a forecasting model for flow and pollutant discharge from sewerage systems during rainfall events. *Wat. Sci. & Tech.*, Vol.25, n°8, pp.207-215.

COMBES, V., 1982. Etude de modèles mathématiques de transport de matériaux solides en réseau d'assainissement. *Mémoire de DEA de mécanique*, Institut National Polytechnique de Toulouse.

DESBORDES, M., 1974. Réflexion sur les méthodes de calcul des réseaux urbains d'assainissement pluvial. *Thèse de Docteur-Ingénieur*, 1974, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier.

GRANGE, D., PESCHEUX, F., 1987. Mesure de l'impact des eaux pluviales d'un grand bassin versant sur la Seine : cas du bassin du collecteur Fresnes-Choisy. *Etude Agence de l'Eau Seine-Normandie*, LROP, Juin 1987.

MOYS, G.D., OSBORNE, M.P. and PAYNE, J.A., 1988. MOSQUITO 1 Design Specification. *HR report*, SR 184, (8/1988).

PHAN, L., HERREMANS, L., DELAPLACE, D., BLANC, D., 1994. Modeling urban stormwater pollution : Comparison between British (MOSQUITO) and French (FLUPOL) approaches. *Hydroinformatics'94*, Verwey, Minns, Babovic & Maksimovic (eds), 1994 Balkema, Rotterdam, pp.443-450.