

MINISTERE DE L'AGRICULTURE

C. E. M. A. G. R. E. F.  
CENTRE NATIONAL DU MACHINISME AGRICOLE  
DU GENIE RURAL, DES EAUX ET DES FORETS  
DIVISION HYDROLOGIE-HYDRAULIQUE

ANTONY

E. N. I. T. R. T. S.  
ECOLE NATIONALE DES INGENIEURS  
DES TRAVAUX RURAUX ET  
DES TECHNIQUES SANITAIRES

STRASBOURG



n° 11061

INFLUENCE DES FOSSES  
D'ASSAINISSEMENT AGRICOLE  
SUR LES CRUES

Adaptation des modèles hydrauliques aux  
écoulements dans les fossés - test du rôle des buses  
comme limiteur de débit

MEMOIRE DE 3<sup>ème</sup> ANNEE

(1984-1985)

RAPPORT

GUILLEMOTONIA Bernard  
(Promotion LA ROCHE-SUR-YON)

## Résumé

Le drainage agricole par drains enterrés connaît une extension croissante et nécessite, en son aval, l'aménagement de fossés d'assainissement.

L'objectif du drainage est de favoriser le ressuyage rapide du sol ; celui de l'assainissement agricole est d'évacuer les eaux de drainage et de ruissellement.

Par ailleurs, les crues des rivières posent parfois des problèmes graves d'inondation.

Le rapprochement de ces deux réalités conduit souvent à la question : Quelle-est l'influence de ces aménagements hydroagricoles ? Ne contribuent-ils pas à l'aggravation des crues et des dégâts qu'elles provoquent ?

Il apparaît, dans l'étude bibliographique qui constitue la première partie de ce mémoire, que l'influence du drainage commence à être bien cernée. Il semble certain que le drainage augmente le volume des crues. En revanche, et c'est un effet positif, il provoque une diminution des pointes de crue pour des crues moyennes lorsque le sol est en voie de saturation. L'influence du drainage semble diminuer, voire devenir nulle, pour des phénomènes exceptionnels (crue forte) ou lorsque le sol est saturé.

Par contre, l'influence de l'assainissement agricole sur les crues reste une question ouverte puisque peu d'études ont été entreprises sur le sujet.

Avant tout, il est clair que les réseaux d'assainissement agricole sont très souvent surdimensionnés. Ce surdimensionnement naît essentiellement de la nécessité de creuser des fossés suffisamment profonds pour recueillir l'eau des drains et des collecteurs qui débouchent vers 1 à 1,2 m de profondeur. Ainsi, la fréquence de crue pour laquelle ils sont dimensionnés (pour des raisons techniques) correspond à des crues plus rares que celles pour lesquelles le drainage est calculé.

Comparons les deux situations avant et après drainage.

Avant drainage il n'y a pas d'émissaire ou alors un petit fossé de "capacité limitée" qui déborde à partir de crues de fréquence moyenne. Après drainage est créé un fossé recalibré qui ne déborde plus.

La deuxième partie de ce mémoire présente les résultats de simulations hydrauliques de crue dans de tels fossés. Ces simulations sont exécutées par le logiciel SIREN qui utilise un modèle mathématique d'écoulement unidimensionnel en régime transitoire. Il est possible d'aborder l'influence de l'assainissement agricole sur les crues en faisant varier, simulation après simulation et un par un, les paramètres qui ont changé pour le fossé avant et après son recalibrage. Ces simulations sur des fossés théoriques de géométrie simplifiée permettent de voir les influences d'un changement de gabarit, de pente, de rugosité, sur le transit d'une crue. Cette approche permet de vérifier que la différence essentielle entre un réseau à capacité limitée (tel qu'il existait avant drainage) et un réseau surdimensionné est premièrement le laminage (diminution des pointes de crue par épandage des eaux dans le lit majeur) et secondairement l'augmentation du temps de transit (phénomènes positifs), lesquels se produisent essentiellement avec le réseau à capacité limitée lorsqu'il y a débordement.

Il se pose alors une question : Comment retrouver un même niveau de laminage, et donc d'amortissement, sur un fossé d'assainissement surdimensionné ?

L'idée est d'utiliser les buses, installées sur les fossés au niveau des chemins de traverse, comme goulot d'étranglement jouant le rôle de limiteur de débit et provoquant ainsi, en leur amont, un stockage transitoire et donc un laminage et un freinage de la crue.

La troisième partie de ce mémoire est l'analyse d'un cas réel de fossé avec des crues observées, et présente la modélisation d'une buse.

Ensuite des simulations de crues avec des buses de sections plus réduites que celles qui sont actuellement en place permettent de conclure que l'on peut retrouver le niveau de laminage antérieur aux travaux d'assainissement sans provoquer de débordement excessif puisque le fossé de grande capacité joue le rôle de réservoir.

Avec ou sans débordement, ce stockage provisoire des eaux peut respecter les objectifs du drainage et de l'assainissement : évacuer les eaux de crue, non pas le plus vite possible et dans tous les cas, mais dans un délai de l'ordre de un à deux jours et pour une fréquence de dépassement annuelle à biennale.

# S O M M A I R E

-----

	pages
Introduction Générale .....	1
I - Présentation du sujet d'après l'étude bibliographique .....	4
1 - Précisions sur le drainage et l'assainissement agricole (AA) .	5
1.1. - Définition du drainage et de l'AA .....	5
1.1.1. - Drainage .....	5
1.1.2. - L'assainissement agricole .....	5
1.2. - Justification des aménagements de drainage et d'AA .....	5
1.3. - Dimensionnement du drainage et de l'AA .....	6
1.3.1. - Protection assurée par le drainage .....	6
1.3.2. - Dimensionnement des fossés d'AA .....	6
1.3.2.1. - Eléments de choix d'un réseau à ciel ouvert par rapport à un réseau enterré .....	6
1.3.2.2. - Choix du débit de projet .....	7
1.3.2.3. - Méthode de calcul de la section d'un fossé d'assainissement .....	9
1.4. - Le surdimensionnement du réseau d'AA .....	12
1.4.1. - Définition du surdimensionnement d'un fossé d'AA .....	12
1.4.2. - Les causes du surdimensionnement .....	12
2 - Hypothèses sur les modifications apportées sur le drainage et l'AA sur le régime d'écoulement des eaux .....	13
2.1. - Observation hydrologique de bassins versants .....	13
2.1.1. - Méthode du bassin unique - Méthode des bassins comparés	13
2.1.2. - Les bassins versants expérimentaux équipés-équipement .	14
2.1.3. - Caractéristiques des hydrogrammes de crue .....	14
2.1.4. - Les causes d'incertitude sur les hypothèses .....	15
2.2. - Les effets du drainage sur le régime d'écoulement .....	16
2.2.1. - Hypothèses générales .....	16
2.2.2. - Analyse d'une étude de bassins versants comparés .....	18
2.2.2.1. - Résultat des observations .....	18
2.2.2.2. - Interprétation des observations .....	19
2.3. - Les effets de l'assainissement agricole sur le régime d'écoulement .....	21
2.4. - Conclusions sur les effets du drainage et de l'assainissement agricole sur les crues .....	26

II - Approche du phénomène de propagation de crue dans un fossé d'AA par des simulations sur des cas théoriques .....	30
1 - Ecoulement en régime transitoire - Les équations de Barré de St-Venant .....	31
1.1. - Introduction .....	31
1.2. - Les équations de Barré de St-Venant .....	32
2 - Le modèle mathématique d'écoulement unidimensionnel en régime transitoire - Le programme informatique SIREN 8 .....	32
2.1. - Description du modèle .....	32
2.2. - Modélisation d'une buse .....	33
3 - Analyse des paramètres influant sur l'écoulement dans les fossés par simulation de crue sur des cas théoriques .....	36
3.1. - Mise en place des simulations théoriques .....	36
3.1.1. - Introduction .....	36
3.1.2. - Géométrie du fossé .....	36
3.1.3. - Données hydrauliques .....	36
3.1.4. - Variables adimensionnelles .....	38
3.1.5. - Temps de transfert .....	40
3.2. - Influence de la géométrie du fossé sur la propagation de la crue .....	40
3.3. - Influence de la pente du fossé .....	41
3.4. - Influence de l'état du fossé (coefficient de rugosité) ..	44
3.5. - Influence des débordements .....	46
3.6. - Influence des débits latéraux .....	51
III - Analyse d'une situation réelle - Le fossé de GLOS-LA-FERRIERE .	55
1 - Présentation du fossé de GLOS-LA-FERRIERE .....	56
1.1. - Le bassin versant de Glos-la-Ferrière .....	56
1.2. - Géométrie du fossé .....	56
1.2.1. - Géométrie du fossé avant son recalibrage (après Mars-Avril 78) .....	57
1.2.2. - Géométrie du fossé avant le recalibrage (avant Mars-Avril 78) .....	58
1.3. - Hydrologie du fossé de GLOS-LA-FERRIERE .....	59
1.3.1. - Données disponibles .....	59
1.3.2. - Etude statistique des débits instantanés de pointe .	60
1.3.2.1. - Estimation des quantiles par la méthode des supseuils .....	60

	pages
1.3.2.2. - Quantiles de débit de pointe pour GLOS-LA-FERRIERE ..	60
1.3.3. - Détermination du temps de concentration $t_c$ ou temps caractéristique de crue .....	
1.4. - Choix de crues de fréquence caractéristique dans l'échantillon des crues observées .....	61
2 - Renseignements tirés de l'observation des données .....	62
2.1. - Débordements observés avant le recalibrage du fossé .....	62
2.2. - Propagation de la crue sur le fossé recalibré .....	63
2.2.1. - Estimation de la courbe de tarage amont .....	63
2.2.2. - Comparaison des hydrogrammes de crue amont et aval sur le fossé recalibré de Glos-la-Ferrière .....	64
3 - Simulation hydraulique de crue sur le fossé de Glos-la-Ferrière	66
3.1. - Hypothèses pour les simulations hydrauliques .....	66
3.2. - Résultats des simulations hydrauliques sur le fossé de Glos-la-Ferrière .....	67
3.2.1. - Simulations sur le fossé dans son état primitif non recalibré .....	67
3.2.2. - Simulations sur l'état actuel du fossé .....	72
3.2.3. - Simulations hydrauliques sur le fossé de géométrie actuelle avec des buses de section réduite .....	74
3.2.3.1. - Simulations avec des buses de diamètre $\varnothing$ 80 (cm) .....	74
3.2.3.2. - Simulations avec des buses de diamètre $\varnothing$ 60 (cm) .....	76
3.2.3.3. - Simulations avec des buses de diamètre $\varnothing$ 50 (cm) .....	79
Conclusion générale .....	81
Bibliographie .....	84

## Introduction générale

Le drainage connaît une extension de plus en plus grande. La progression du drainage suit un rythme annuel de + 20 % depuis 1977 (50.000 ha drainés en 1977, plus de 100.000 ha en 1980).

Corrélativement, se développent des réseaux d'assainissement agricole qui permettent d'évacuer les eaux de drainage et les eaux de ruissellement.

Si l'aménagement "drainage par drains enterrés" n'est pas spectaculaire puisque invisible, en revanche les grands fossés d'assainissement agricole de section trapézoïdale marquent le paysage rural.

Par ailleurs des crues parfois catastrophiques amenant des dégâts importants sont observées sur les rivières.

A tort ou à raison, le drainage est accusé d'aggraver ces crues. Il apparaît, à première vue, que le drainage, en ressuyant un sol qui garderait normalement son eau, et les fossés d'assainissement bien calibrés, en permettant d'évacuer rapidement cette eau, seraient susceptibles d'aggraver ces crues.

Les études menées jusqu'ici essayent d'analyser la modification apportée par le drainage sur le régime hydrologique à l'échelle du bassin versant. Cette modification s'explique par une restitution différente de l'eau à l'échelle de la parcelle, après drainage.

Sur ce point la bibliographie est relativement abondante et il est possible d'arriver à la conclusion que le drainage au sens strict (enterré) n'est pas un aménagement globalement aggravant pour les crues. Il n'existe par contre pratiquement aucune étude en ce qui concerne l'influence des fossés d'assainissement sur les crues. Quel est en particulier l'impact sur les crues du recalibrage ou de la création des fossés d'assainissement ?

Une étude hydraulique du transit des crues dans ces fossés peut apporter des éclaircissements.

La première partie de ce mémoire se propose d'explorer ce que l'on sait de l'influence du drainage et de l'assainissement agricole sur le régime des eaux.

La deuxième partie utilise un modèle hydraulique d'écoulement en régime transitoire mis au point par la Division Hydrologie - Hydraulique du CEMAGREF. Ce modèle peut être utilisé pour simuler les crues dans les fossés d'assainissement. A l'aide de simulations hydrauliques une analyse est faite de l'influence du gabarit, de la pente, des débordements etc... sur le transit d'une crue dans un fossé d'assainissement.

La troisième partie est l'analyse d'une situation réelle : Le fossé de GLOS-LA-FERRIERE, en Haute-Normandie. Des renseignements hydrologiques sur ce fossé avant et après aménagement permettent d'émettre quelques hypothèses quant à l'influence réelle d'un recalibrage et de mesurer l'importance que peuvent jouer les buses (sous pont) comme limiteur de débit. Est-il possible, en particulier, de retrouver un laminage équivalent à celui observé avant le recalibrage du fossé et dû aux débordements, en "réduisant" le diamètre des buses sur le nouveau fossé recalibré ? Les simulations hydrauliques permettent de conclure.



## Conclusion générale

L'étude de l'influence des fossés d'assainissement agricole sur les crues montrerait en quoi le développement de l'assainissement (création et recalibrage des fossés) favorise, aggrave ou ne modifie pas les crues des rivières. Il s'agit d'un projet ambitieux.

L'étude globale de cette influence impliquerait l'observation détaillée d'un bassin versant pendant plusieurs années ou une modélisation très exacte de ce bassin. Or, il n'existe pas d'observations sur des bassins suffisamment fines, ni de modèle assez puissant et précis pour rendre compte de cette influence.

Par contre, il est possible d'adapter à l'échelle du fossé les modèles hydrauliques utilisés pour étudier les écoulements en rivière.

L'utilisation d'un modèle d'écoulement en régime transitoire permet de cerner, par des simulations sur des fossés de géométrie "théorique", ce qui caractérise les écoulements dans les fossés. D'abord, il est clair qu'à l'échelle du fossé seul (lit mineur), lequel ne dépasse généralement pas quelques kilomètres en longueur, le laminage naturel de la crue (son atténuation le long du bief) est très faible quelle que soit la section, la pente ou l'état du fossé. Par contre, un débordement peut provoquer un laminage très important.

L'analyse d'une situation particulière de fossé (fossé de GLOS-LA-FERRIERE en Haute-Normandie) confirme le surdimensionnement des fossés d'assainissement agricole. Ces fossés ne débordent pratiquement jamais, même pour des débits de fréquence très rare, et aucun laminage efficace ne se produit. C'est le constat d'une aggravation des fortes crues puisque, avant les travaux d'assainissement, un laminage par débordement avait lieu.

La modélisation des buses sur le modèle d'écoulement en régime transitoire utilisé, permet de tester le rôle que peuvent jouer les buses comme limiteur de débit.

Les résultats des simulations avec des diamètres réduits montrent que la limitation du débit provoque un laminage très net.

Toutefois, dès que cette limitation du débit devient importante (et que par là-même le laminage est fort) le fossé n'est plus assez grand pour contenir la crue et des débordements peuvent se produire dans les champs ; le pont busé peut même être passagèrement submergé.

Il s'agit donc de dimensionner la buse de telle sorte que les débordements ne se produisent pas pour des débits inférieurs aux vrais débits de projet des fossés, ceci afin de respecter l'objectif d'assainissement.

De même la submersion passagère du pont ne peut être acceptable que sur un chemin agricole peu fréquenté dont l'objectif de protection contre les crues est du même ordre que celui de l'assainissement agricole.

En pratique, il y a une certaine difficulté d'estimer correctement le diamètre limiteur de débit. Cette estimation exigerait une connaissance de l'hydrologie et de la topographie du fossé ainsi que celle des contraintes de protection du lit majeur et des ouvrages. Il n'est pas possible non plus d'utiliser un modèle d'écoulement en régime transitoire pour chaque projet d'assainissement agricole.

Par contre, une perspective d'avenir est la mise au point d'abaques qui donneraient le débit de débordement à l'amont de la buse connaissant la section du fossé, sa pente et le diamètre de la buse. Il suffirait ensuite de comparer le débit de débordement au débit de projet du réseau.

Les raisonnements ont été ici menés à l'échelle du fossé. L'influence des ramifications d'un réseau hydrographique n'a pas pu être abordée. Pourtant la façon dont les débits s'ajoutent de confluent en confluent peut, ou aggraver, ou diminuer, la crue. Mais cette influence tient trop du cas particulier de configuration du réseau pour avoir pu être abordée dans le cadre de ce mémoire.

Retrouver à l'échelle du fossé le niveau de laminage antérieur au recalibrage (ou tout autre niveau souhaité) est déjà un grand pas vers la limitation des crues et ce mémoire y aura contribué. Il reste bien sûr de nombreux autres problèmes à résoudre : effets des dépôts dans les drains, les fossés et les champs provoqués par ces stockages transitoires ; protection des ponts contre la submersion.