

— DEPARTEMENT DU GERS —

VILLE DE FLEURANCE



ETUDE HYDRAULIQUE DU GERS

1.1 - Mémoire explicatif

Toulouse, le 16 novembre 1992

**CABINET D'ETUDES MARC MERLIN
INGENIEURS CONSEILS**

58, chemin de Baluffet - 31300 TOULOUSE
Tél. 61 49 62 62 - Télécopie 61 49 04 24

**CENTRE D'ETUDES DU SUD OUEST
INGENIEURS CONSEILS**

58, chemin de Baluffet - 31300 TOULOUSE
Tél. 61 49 62 62 - Télécopie 61 49 04 24

SOMMAIRE

I - OBJET DE L'ETUDE	1
II - MODELISATION	2
<i>II.1 - PRESENTATION DU LOGICIEL DE MODELISATION DES ECOULEMENTS</i>	<i>2</i>
<i>II.2 - DONNEES TOPOGRAPHIQUES</i>	<i>3</i>
<i>II.3 - CONDITION HYDRAULIQUE AMONT</i>	<i>4</i>
<i>II.4 - APPORTS LATERAUX</i>	<i>5</i>
<i>II.5 - CONDITION HYDRAULIQUE AVAL</i>	<i>5</i>
<i>II.6 - COEFFICIENT DE STRICKLER</i>	<i>7</i>
III - ETAT ACTUEL	8
<i>III.1 - CALAGE DU MODELE</i>	<i>8</i>
<i>III.2 - DEFINITION DES ZONES INONDABLES</i>	<i>10</i>
<i>III.3 - ANALYSE DES RESULTATS</i>	<i>14</i>
IV - PROJETS DE REMBLAIEMENT	18
<i>IV.2 - SIMULATIONS</i>	<i>18</i>
<i>IV.2 - ANALYSE DES RESULTATS</i>	<i>22</i>
V - PRINCIPES D'AMENAGEMENTS	24
VI - LE SAINT-LAURENT	28
<i>VI.1 - ETAT ACTUEL</i>	<i>28</i>
<i>VI.2 - PRINCIPES D'AMENAGEMENTS</i>	<i>30</i>
VII - GENERALITES SUR L'ENTRETIEN DES RIVIERES	33

I - OBJET DE L'ETUDE

La ville de **FLEURANCE** se situe sur la rive gauche du Gers et s'étend principalement au delà de la Route Nationale 21 qui suit la même direction que la rivière. 400 m, en moyenne, séparent la route de la berge gauche du Gers.

La zone entre la RN 21 et le Gers est encore assez peu urbanisée car elle est située dans le champ d'inondation du Gers. Des lotissements et des industries se sont quand même installés le long de la nationale, le plus souvent en remblai pour limiter les risques de submersion. La commune a également installé des équipements sportifs entre la nationale et le Gers. Au nord de la ville, la station d'épuration est implantée dans cette zone.

Dans le cadre de son expansion, la commune de **FLEURANCE** envisage d'urbaniser une bande de terrain le long de la R.N. 21, côté Gers. Cette bande s'étendrait de la D654, en amont, jusqu'aux environs du ruisseau Pascal, en aval, soit environ 600 m en aval de la station d'épuration. Elle permettrait l'extension des équipements sportifs, face au centre ville, et le développement de l'urbanisation tout le long de la nationale. Ces aménagements seraient accompagnés de la création d'un cheminement piétonnier près de la rivière.

La Direction Départementale de l'Équipement a souhaité qu'une étude hydraulique soit réalisée préalablement à l'aménagement de ces terrains.

Cette étude hydraulique est l'objet du présent mémoire.

Dans un premier temps, il s'agit d'actualiser la délimitation des zones inondables du Gers sur la commune pour des crues d'occurrence 10 ans et 100 ans. En effet, la cartographie des zones inondables effectuée par le B.C.E.O.M. date de 1979 ; depuis, des modifications sont intervenues, notamment, des remblais le long de la R.N. 21.

Dans un deuxième temps, sera estimé l'impact des aménagements projetés sur les crues du Gers : modification du champ d'inondation, des vitesses d'écoulement, des hauteurs de submersion ...

L'étude porte sur le tronçon du Gers compris entre le barrage de Piot et le Moulin d'Aurenque.

II - MODELISATION

La définition de la zone inondable d'une rivière pour une occurrence donnée se fait à partir du calcul de la ligne d'eau dans la rivière et dans son lit majeur pour le débit correspondant à cette occurrence.

Le calcul de la ligne d'eau a été effectué à partir du module hydrodynamique du logiciel de modélisation des écoulements à surface libre **MIKE 11**.

La modélisation constitue l'étape préalable à l'exécution des calculs hydrauliques. Elle consiste à transformer les principales caractéristiques géométriques et hydrauliques de la rivière en données numériques susceptibles d'être traitées par le logiciel.

Avant de préciser les principaux éléments de la modélisation du Gers, nous présenterons le logiciel **MIKE 11**.

II.1 - PRESENTATION DU LOGICIEL DE MODELISATION DES ECOULEMENTS A SURFACE LIBRE : MIKE 11

Le module hydrodynamique de **MIKE 11** est un logiciel de simulation des écoulements transitoires unidimensionnels à surface libre. Il effectue les calculs de lignes d'eau dans les rivières, en écoulement fluvial ou torrentiel, pour un débit d'entrée variable dans le temps ou constant (régime permanent).

Il permet par ailleurs la modélisation des ouvrages tels que seuils, ponts, vannes ... , ainsi que celle des apports ou pertes de débits latéraux.

La résolution complète des équations de BARRE-SAINT VENANT effectuée par le module hydrodynamique permet d'intégrer l'influence de conditions aval sur les calculs de ligne d'eau.

Les données nécessaires à l'établissement du modèle sont de deux ordres :

- *topographiques : profils en travers et profil en long de la rivière, rugosité, description des ouvrages,*

- *hydrauliques : conditions aux limites amont et aval (hydrogramme, limnigramme) et les conditions extérieures latérales.*

Les résultats exprimés par le programme comprennent débits, niveaux d'eau et vitesse moyenne en chaque point de calcul et à chaque pas de temps.

Plusieurs présentations possibles permettent leur exploitation : *tableaux, courbes, minima, maxima*. Vu en plan schématique et profil en long de la rivière peuvent être également représentés. Ligne d'eau et vitesse sont alors visualisées en dynamique à l'écran et peuvent faire l'objet de sorties imprimante ou traceur.

II.2 - DONNEES TOPOGRAPHIQUES

La géométrie du Gers est représentée par des profils en travers englobant tout le lit majeur et le lit mineur de la rivière. Ces profils ont été construits à partir d'un levé topographique du lit majeur et du lit mineur effectué en juillet 1992.

Le tronçon étudié est ainsi décrit par 27 profils en travers, répartis suivant les singularités rencontrées sur le lit majeur ou le lit mineur (ponts, seuils, digues ...)

Les ouvrages sont modélisés par une fonction décrivant la largeur de passage pour une plage de niveaux d'eau. Les ouvrages ainsi décrits sont :

- *le barrage du PIOT,*
- *le barrage dit "de la Gobits",*
- *le pont de la R.D. 654,*
- *le barrage d'AURENQUE,*
- *le pont d'AURENQUE.*

Les principaux ensembles de digues, et notamment les grandes digues transversales, ont été modélisés grâce à plusieurs profils en travers (deux en pied de digue de part et d'autre, et un sur la crête).

Dans le modèle, les profils sont identifiés par leur position longitudinale sur la rivière (point kilomètre ou Pk), c'est ainsi qu'ils sont nommés sur les planches au 1/2.000ème permettant de les situer. Le point kilométrique zéro a été fixé juste à l'amont du barrage du PIOT.

Le Gers présente de nombreux méandres sur ce tronçon ; il est impossible de représenter correctement cette particularité à partir des profils en travers.

En effet, la longueur du lit mineur et celle du lit majeur de la rivière sont très différentes du fait de la sinuosité de ce lit mineur. Plus le débordement est important, plus la forme du champ d'inondation s'éloigne de celle du lit mineur de la rivière, tendant à devenir plus rectiligne, selon la forme des courbes de niveaux. Or, pour décrire des crues très importantes, il est préférable de privilégier la description du lit majeur ; la distance entre deux profils sera donc mesurée sur le lit majeur.

L'erreur engendrée sur la pente du lit mineur sera corrigée lors du calage du modèle par le coefficient de rugosité (ou coefficient de STRICKLER). Ce coefficient doit tenir compte également des pertes de charge induites par la sinuosité du lit mineur. Les autres éléments intervenant dans sa définition seront décrits dans un paragraphe ultérieur.

II.3 - CONDITION HYDRAULIQUE AMONT

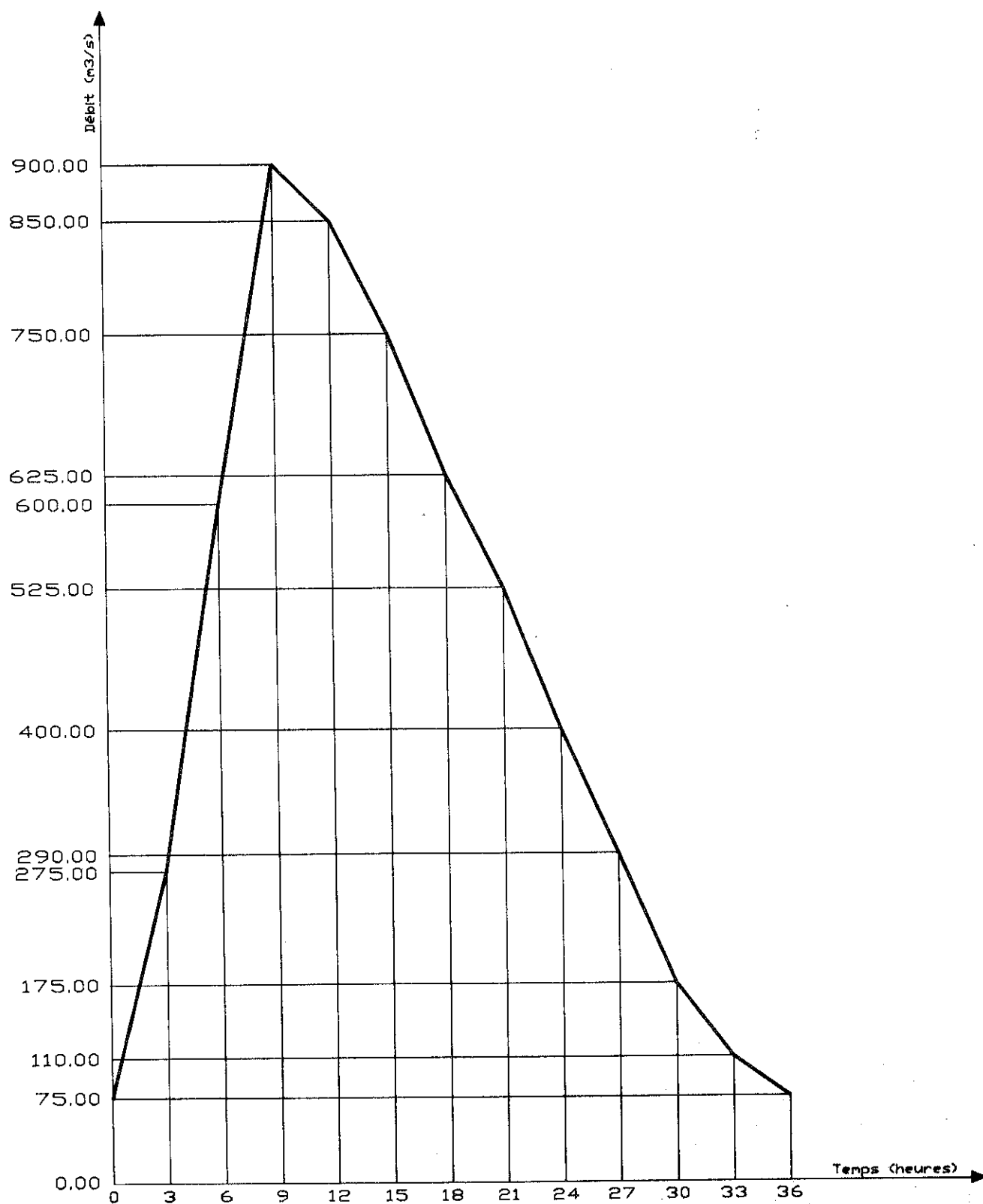
La condition hydraulique amont d'un modèle de rivière est le débit entrant dans le tronçon par le profil amont (ici PO.00). Ce débit peut être constant dans le temps ou variable (hydrogramme).

L'étude hydrologique du Gers a déjà été réalisée au cours d'études sur les rivières de Gascogne :

- *Prévision des crues dans le bassin du LANNEMEZAN - SOGREAH - octobre 1980,*
- *Incidences des travaux d'aménagement sur la formation et l'écoulement des crues des rivières de Gascogne - C.C.A.G. - SOGREAH - novembre 1980,*
- *Cartographie des zones inondables dans le département du Gers - B.C.E.O.M. - mars 1979.*

Les deux premières nous donnent des hydrogrammes de crues historiques, notamment, celui de la crue de juillet 1977 à MONTESTRUC. Cet hydrogramme sera entré dans le modèle pour son calage puisque des niveaux d'eau ont été repérés et nivelés dans FLEURANCE pour cette crue. Il pourra également être entré dans le modèle du Gers modifié par les aménagements projetés pour en estimer les conséquences sur une telle crue.

Hydrogramme de la Crue de Juillet 1977 à MONTESTRUC



L'étude de la cartographie des zones inondables nous indique le débit centennal et le débit décennal du Gers au droit de **FLEURANCE** : **300 m³/s** et **190 m³/s**. Ces débits ont été calculés à partir de l'analyse statistique des débits journaliers et des débits maximaux instantanés mesurés aux stations hydrométriques de PANASSAC, AUCH, MONTESTRUC et LAYRAC, de 1965 à 1975. Ils seront entrés dans le modèle pour déterminer les zones d'inondation pour la crue décennale et la crue centennale.

II.4 - APPORTS LATERAUX

Les principaux affluents du Gers sur ce tronçon sont le CUSSE et le SAINT LAURENT. Le CUSSE est maintenant équipé de bassins de rétention, son débit d'apport sera donc considéré comme négligeable devant le débit du Gers pour les crues décennale et centennale.

Le débit décennal du SAINT LAURENT est de 7 m³/s et le débit centennal de 10 m³/s. Ces débits sont assez faibles par rapport à ceux du Gers, cependant pour plus de sécurité, nous nous placerons dans le cas défavorable de la concomitance d'une crue du Gers et d'une crue du SAINT LAURENT.

L'apport du SAINT LAURENT sera entré dans le modèle au niveau du profil P3.235 situé à la confluence du ruisseau avec le Gers. Le débit dans le Gers en aval de cette confluence, sera donc de 197 m³/s pour une crue décennale et 310 m³/s pour une crue centennale.

II.5 - CONDITION HYDRAULIQUE AVAL

Le calcul de la courbe de remous dans une rivière en régime fluvial, nécessite la connaissance du niveau d'eau sur le profil aval (P6.180).

La pente du fond du lit du Gers étant assez faible (de l'ordre de 0,5 m/km ou inférieure), du fait de son partage en biefs successifs par les barrages, cette condition aval est importante.

Le calcul du niveau d'eau aval a été effectué pour chaque débit en supposant que la hauteur d'eau dans le profil aval était la hauteur normale.

La hauteur normale est la hauteur d'eau en régime uniforme, c'est à dire quand la ligne d'eau est parallèle au fond du lit. Ce régime se rencontre dans un tronçon de cours d'eau dont la section transversale et la rugosité sont constantes.

Cette hypothèse est acceptable dans la mesure où il n'existe pas d'ouvrage immédiatement à l'aval du dernier profil. C'est pourquoi nous avons prolongé la modélisation jusqu'au profil P6.180 placé à l'aval du pont d'AURENQUE.

Les niveaux d'eau aval sont les suivants, pour les différentes crues simulées :

- crue centennale : 86.55 m NGF
- crue décennale : 86.00 m NGF
- crue de 1977 ;

TEMPS (heures)	DEBIT (m ³ /s)	H AVAL (m NGF)
0	75	85
3	275	86.40
6	600	87.55
9	900	88.30
12	850	88.20
15	750	87.95
18	625	87.60
21	525	87.30
24	400	86.90
27	280	86.40
30	175	85.85
33	110	85.35
36	75	85.00

II.6 - COEFFICIENT DE STRICKLER

Le coefficient de STRICKLER est un paramètre qui intègre plusieurs caractéristiques de la rivière :

- *la rugosité des parois,*
- *la sinuosité du lit,*
- *la régularité de la section,*
- *la végétation.*

Le logiciel **MIKE 11** permet d'attribuer une valeur du coefficient de STRICKLER à chaque segment du profil en travers de la rivière.

En pratique, il suffit de différencier le coefficient de STRICKLER du lit mineur de celui du lit majeur de la rivière ; il ne serait pas significatif de chercher plus de précisions dans une décomposition plus fine des valeurs du coefficient de STRICKLER le long d'un profil en travers.

Le coefficient de STRICKLER est d'autant plus grand que l'écoulement est facilité par des parois lisses, une section régulière et rectiligne, une faible végétation ... Ainsi, le coefficient de STRICKLER sera plus grand dans le lit mineur que dans le lit majeur de la rivière.

L'évaluation des coefficients de STRICKLER se fait dans un premier temps en fonction des observations effectuées lors des visites de terrain et d'après l'expérience acquise dans des études similaires, puis les valeurs sont ajustées lors du calage du modèle à l'aide de repères de crues historiques, tout en veillant à garder des valeurs réalistes.

Les valeurs définitivement retenues seront indiquées ultérieurement dans le paragraphe sur le calage du modèle.

III - ETAT ACTUEL

III.1 - CALAGE DU MODELE

Préalablement aux simulations des crues décennale et centennale devant permettre de définir les zones inondables du Gers sur la commune de FLEURANCE, il est souhaitable de tester le modèle pour une crue dont les niveaux d'eau atteints sont connus. C'est le cas de la crue de JUILLET 1977 pour laquelle nous disposons à la fois du tracé des zones inondées au niveau de la ville de FLEURANCE et de l'hydrogramme de la crue au niveau de MONTESTRUC (voir paragraphe II.3).

Bien sûr, les résultats de la simulation de la crue de 1977 doivent être pris avec beaucoup de précautions. En effet, il est souvent impossible de représenter correctement une crue historique pour de multiples raisons qui sont entre autres, dans le cas présent :

- la station de MONTESTRUC se situe environ 7 km en amont de FLEURANCE,
- depuis 1977 des modifications sont intervenues dans le lit majeur de GERS,
- le déroulement d'une crue aussi exceptionnelle provoque des situations particulières difficile à modéliser (charriage important, obstruction de la section des ponts par les objets emportés, influence des affluents ...).

Les hauteurs d'eau maximales atteintes au cours de la simulation sont reportées dans le tableau de la page 11. Elles sont à comparer aux repères de crue nivelés (cartographie des zones inondables dans le département du Gers - mars 1979) :

PROFIL	NIVEAU CALCULE	REPÈRE DE CRUE LE PLUS PROCHE
P1.050	91.95	92.00
P1.335	91.90	92.00
P1.410	91.60	91.80
P1.490	91.15	91.50
P2.445	90.40	90.60
P2.695	90.20	89.00
P3.235	89.90	88.60

Les résultats sont satisfaisants dans l'ensemble, sauf pour deux zones particulières :

- le profil **P1.490** en aval du pont de la D654
- les profils **P2.695** et **P3.235**

Lors de la crue de 1977, le pont de la D654 a été mis en charge et il y a eu surverse au-dessus de la route. Or, cette situation n'est pas bien représentée par la modélisation du pont sur le logiciel, c'est pourquoi le niveau d'eau est sous-estimé en aval du pont.

Pour les crues décennale et centennale, la section du pont est suffisante ; il n'y a pas surverse sur la route. Nous n'avons donc pas estimé utile de modifier la modélisation et de "l'alourdir" pour simuler correctement une surverse au dessus de la route.

Concernant les profils **P2.695** et **P3.235**, l'examen du tracé des zones inondées correspond davantage aux cotes calculées qu'au nivellement des repères de crues, notamment si l'on observe que la nationale 21 a été submergée. Ceci peut provenir du fait que les repères de crue correspondent à des points très particuliers non représentatifs de l'ensemble de la zone, ou que le niveau repéré n'était pas le niveau maximum de la crue.

Nous pouvons donc considérer que la modélisation du GERS représente correctement les mécanismes d'écoulement lors de crues sans surverse au dessus de la D654.

Les coefficients de STRICKLER définitivement retenus après calage du modèle sont les suivants :

- pour le lit mineur : **25**
- pour le lit majeur : **15 ou 10**

Le coefficient de STRICKLER de **10** correspond principalement aux zones où les digues et les haies sont nombreuses, soit les profils : **P1.775 à P2.620 et P3.395**.

Le coefficient de STRICKLER de 25 dans le lit mineur correspond à des berges nettoyées selon les principes énoncés dans le paragraphe VII du présent rapport. L'entretien de la rivière est en effet un facteur très important pour l'amélioration de l'écoulement d'une rivière en crue, non seulement parce que la "rugosité" est moindre et la section plus régulière, mais également parce que le transport de tous les débris végétaux est diminué et les risques d'obstruction des ouvrages moindre.

III.2 - DEFINITION DES ZONES INONDABLES

Les simulations des crues décennale et centennale, avec les données décrites précédemment, permettent de connaître pour ces crues :

- la ligne d'eau le long de la rivière,
- les vitesses moyennes dans le lit mineur et le lit majeur,
- la répartition des débits entre le lit mineur et le lit majeur.

Ces résultats sont consignés dans les tableaux des pages 11, 12 et 13 et dans les pièces 2 et 3 du dossier (ligne d'eau sur le profil en long et sur les profils en travers).

Ils ont permis de tracer, sur les planches cadastrales au 1/2.000ème, les limites des zones inondables pour la crue décennale et pour la crue centennale. Le tracé est défini par extrapolation des résultats obtenus au droit de chaque profil en travers. Les plans cadastraux étant démunis de courbes de niveau, les limites ont d'abord été esquissées sur le plan topographique au 1/10.000ème, puis reportées sur le 1/2.000ème, en s'aidant de notre connaissance du terrain et de quelques points intermédiaires levés.

En conséquence, le tracé peut présenter des imprécisions en dehors des profils de calcul.

DEBITS ET NIVEAUX D'EAU DANS LE GERS EN L'ETAT ACTUEL

PROFIL	DEBITS (m³/s)			NIVEAU D'EAU (m NGF)		
	<i>Crue décennale</i>	<i>Crue centennale</i>	<i>Pointe de la crue de 1977 (calcul)</i>	<i>Crue décennale</i>	<i>Crue centennale</i>	<i>Crue de 1977 (calcul)</i>
P0.00	190	300	900	91.00	91.45	92.70
P0.045	190	300	900	91.00	91.30	92.50
P0.080	190	300	900	90.95	91.25	92.45
P1.050	190	300	880	89.70	90.35	91.85
P1.335	190	300	880	89.60	90.25	91.90
P1.375	190	300	880	89.45	90.00	91.85
P1.410	190	300	880	89.40	89.90	91.60
P1.450	190	300	875	89.20	89.60	91.15
P1.490	190	300	875	89.35	89.90	91.15
P1.775	190	300	875	89.15	89.70	90.95
P2.445	190	300	870	88.50	89.10	90.40
P2.520	190	300	870	88.40	89.05	90.35
P2.540	190	300	870	88.35	88.90	90.20
P2.560	190	300	870	88.30	89.00	90.25
P2.620	190	300	870	88.30	88.90	90.20
P2.695	190	300	870	88.10	88.85	90.20
P3.235	197	310	870	87.80	88.40	89.90
P3.395	197	310	870	87.70	88.10	89.70
P3.495	197	310	870	87.80	88.25	89.75
P3.760	197	310	870	87.60	88.00	89.60
P4.410	197	310	870	87.10	87.45	88.90
P5.760	197	310	870	86.00	86.60	88.30
P5.985	197	310	870	86.00	86.55	88.30
P6.010	197	310	870	86.00	86.55	88.30
P6.060	197	310	870	86.00	86.55	88.30
P6.130	197	310	870	86.00	86.55	88.30

VITESSES MOYENNES DANS LE LIT MINEUR ET LE LIT MAJEUR EN L'ETAT ACTUEL

PROFIL	CRUE DECENNALE			CRUE CENTENNALE		
	<i>Vitesse Lit majeur gauche</i>	<i>Vitesse Lit mineur</i>	<i>Vitesse Lit majeur droit</i>	<i>Vitesse Lit majeur gauche</i>	<i>Vitesse Lit mineur</i>	<i>Vitesse Lit majeur droit</i>
P0.00	0.58	2.18	0.28	0.67	2.21	0.44
P0.045	0.15	0.94	0.10	0.24	1.29	0.18
P0.080	0.59	2.19	0.63	0.67	2.15	0.74
P1.050	0.18	1.18	0.25	0.10	1.01	0.28
P1.335	0.00	1.00	0.25	0.13	0.92	0.29
P1.375	0.00	0.57	0.07	0.01	0.74	0.13
P1.410	0.59	1.32	0.61	0.82	1.86	0.86
P1.450	0.00	2.24	0.39	0.00	3.11	0.65
P1.490	0.17	1.68	0.29	0.29	1.60	0.33
P1.775	0.14	1.69	0.20	0.23	1.87	0.25
P2.445	0.08	2.28	0.27	0.23	2.37	0.36
P2.520	0.06	2.38	0.27	0.27	2.25	0.34
P2.540	0.00	2.45	0.26	0.21	2.98	0.42
P2.560	0.04	2.52	0.26	0.28	2.39	0.35
P2.620	0.04	2.45	0.25	0.30	2.50	0.35
P2.695	0.00	2.76	0.21	0.38	2.36	0.42
P3.235	0.08	1.67	0.12	0.27	1.87	0.27
P3.395	0.00	1.64	0.20	0.00	2.27	0.43
P3.495	0.11	1.08	0.25	0.17	1.28	0.32
P3.760	0.13	1.74	0.00	0.28	2.24	0.00
P4.410	0.00	3.10	0.40	0.00	3.04	0.68
P5.760	0.20	0.56	0.14	0.24	0.62	0.17
P5.985	0.23	0.73	0.24	0.27	0.79	0.28
P6.010	0.28	0.80	0.28	0.30	0.83	0.31
P6.060	0.10	0.44	0.08	0.14	0.56	0.12
P6.130	0.19	0.71	0.13	0.24	0.83	0.18

REPARTITION DU DEBIT ENTRE LIT MINEUR ET LIT MAJEUR - ETAT ACTUEL

PROFIL	CRUE DECENNALE			CRUE CENTENNALE		
	<i>Débit Lit majeur gauche</i>	<i>Débit Lit mineur</i>	<i>Débit Lit majeur droit</i>	<i>Débit Lit majeur gauche</i>	<i>Débit Lit mineur</i>	<i>Débit Lit majeur droit</i>
P0.00	36	136	18	65	155	80
P0.045	3	181	6	9	267	24
P0.080	10	55	125	20	58	222
P1.050	1	102	87	1	101	198
P1.335	0	102	88	9	110	181
P1.375	0	180	10	0	260	40
P1.410	18	134	38	32	207	61
P1.450	0	189	1	0	298	2
P1.490	7	140	43	45	150	105
P1.775	14	164	12	62	205	33
P2.445	0	166	24	31	193	76
P2.520	0	171	19	55	182	63
P2.540	0	174	16	1	235	64
P2.560	0	177	13	52	193	55
P2.620	0	174	16	26	201	73
P2.695	0	188	2	49	190	61
P3.235	0	196	1	47	247	16
P3.395	0	192	5	0.00	289	21
P3.495	17	130	50	57	168	85
P3.760	3	194	0	35	275	0
P4.410	0	171	26	0	190	120
P5.760	128	43	26	205	54	51
P5.985	66	42	89	112	52	146
P6.010	83	32	82	136	39	135
P6.060	43	133	21	79	186	45
P6.130	111	55	31	176	70	64

III.3 - ANALYSE DES RESULTATS

** COMPARAISON AVEC LES ETUDES PRECEDENTES*

Les limites des zones inondables sont comparables à celles définies lors de l'étude de la "cartographie des zones inondables dans le Département du Gers", en 1979.

Les hauteurs d'eau calculées sont un peu différentes de l'étude de 1979 au niveau des digues transversales (profils 2.445 à 2.695) car les digues n'avaient pas été modélisées dans cette étude.

Les modifications intervenues sur le lit majeur depuis 1979 n'ont donc pas fondamentalement changé les conditions d'écoulement du GERS.

** REMARQUES SUR LES NIVEAUX D'EAU*

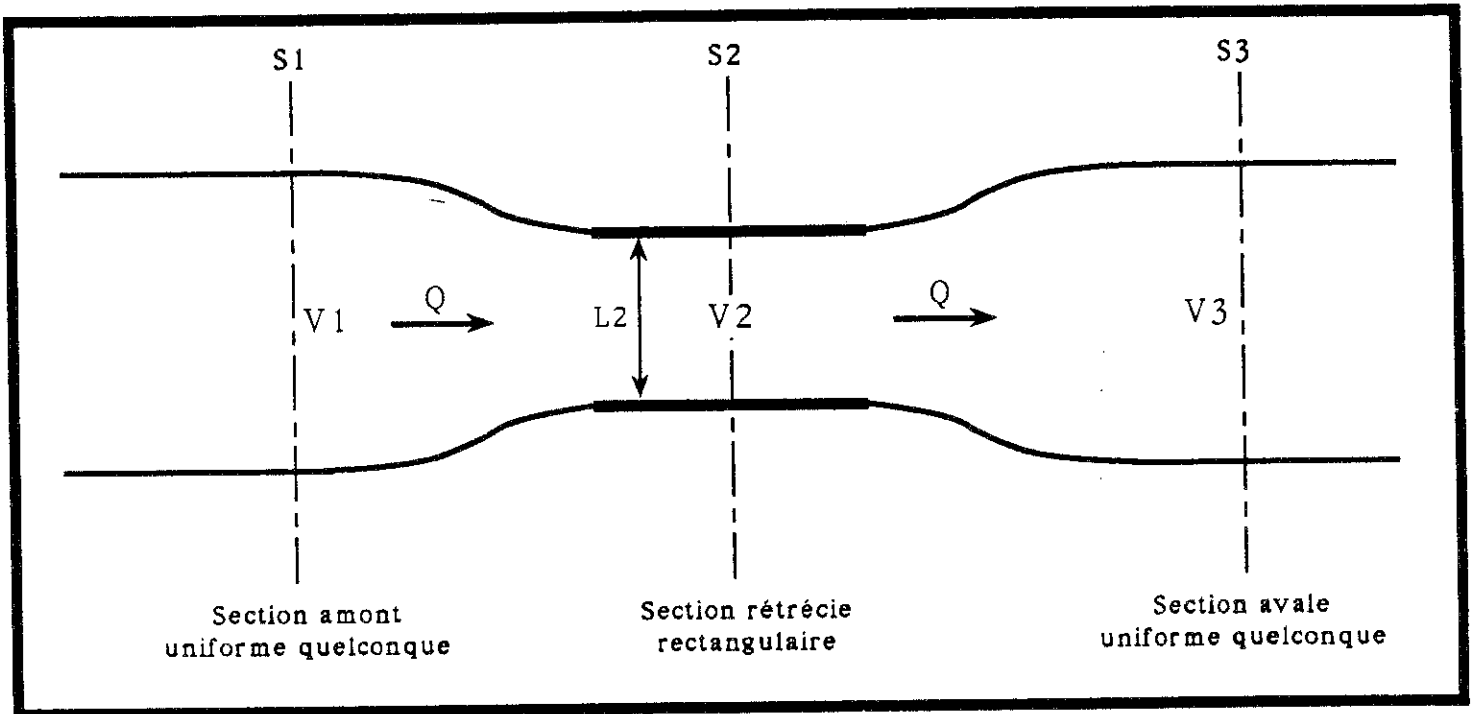
L'examen des lignes d'eau et des zones inondables montre qu'à l'exception du pont de la D651, les ouvrages sont largement submergés, même pour la cure décennale et que l'écoulement dans le lit majeur est bien établi. L'influence des ouvrages sur la ligne d'eau est pratiquement inexistante pour de telles crues.

Par contre, au niveau du pont de la D651, comme au niveau des digues transversales, la ligne d'eau a la forme caractéristique d'un écoulement à surface libre noyé au passage d'un rétrécissement (voir page suivante). Le rétrécissement de section provoque un exhaussement de la ligne d'eau en amont de la singularité.

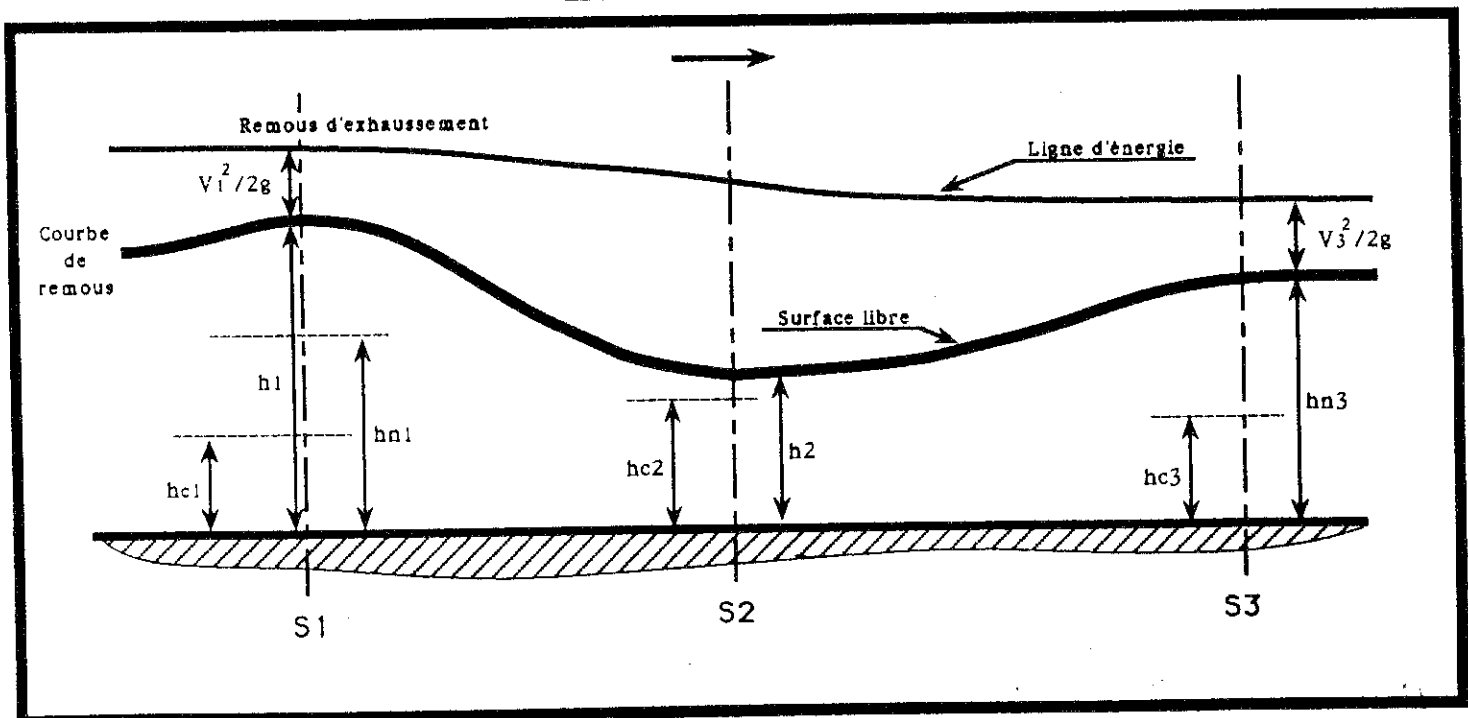
Au passage du pont de la D651, l'exhaussement est amorti par le bassin situé entre le barrage et le pont.

L'exhaussement provoqué par les digues transversales modélisées est visible mais peu important (≈ 15 cm). Le débit s'écoule principalement dans le lit mineur à ce niveau ainsi que dans le lit majeur de la rive droite.

ÉCOULEMENT A SURFACE LIBRE AU PASSAGE
D'UN OUVRAGE



ÉCOULEMENT NOYÉ



L'influence de la condition aval, c'est à dire de la hauteur d'eau sur le dernier profil en travers, est visible jusqu'au profil **P5.760** car la variation du niveau d'eau est lente dans cette zone à cause de la faible pente. Ceci met en évidence, l'importance de l'influence des conditions d'écoulements en aval sur les conditions d'écoulement en amont, en régime fluvial.

*** REMARQUES SUR LES VITESSES**

Dans l'ensemble, les vitesses moyennes dans le lit majeur restent inférieures à 0,6 m/s, même pour la crue centennale. Le problème majeur des crues du GERS est donc la submersion plus que de fortes vitesses dans le champ d'inondation.

Deux points particuliers présentent des vitesses plus importantes : le profil **P0.080** et le passage du pont de la D651.

Au niveau du profil **P0.080**, le lit mineur présente un brusque rétrécissement, après le bassin de dissipation du barrage de PIOT, qui provoque un basculement de l'écoulement vers le lit majeur de la rive droite, et donc des vitesses importantes sur le champ d'inondation. La vitesse moyenne sur le lit majeur droit se stabilise ensuite à 0,3 m/s (profil **P1.050** et **P1.335**) bien que le débit reste important dans le lit majeur.

Au passage du pont de la D651, les vitesses sont importantes sur le lit majeur des profils **P1.410** et **P1.450**, mais celui-ci n'est formé que de la "banquette" d'environ 10 m de large située sur la rive droite du GERS et passant sous une arche du pont.

*** REMARQUES SUR LES DEBITS**

Les crues décennale et centennale ayant été simulées en régime permanent, les débits restent constants au cours de la simulation ; par contre, la simulation de la crue de juillet 1977 permet d'observer la transformation de l'hydrogramme de crue au fur et à mesure de sa progression vers l'aval.

L'hydrogramme en chaque point de calcul est donné en annexe. Le logiciel **MIKE 11** créé des profils intermédiaires par interpolation à partir des profils en travers réels, avec un pas d'espace de 100 m au maximum. La discrétisation spatiale opérée conduit à intercaler les points de calcul de débit de ceux de hauteur d'eau, c'est pourquoi les points de débits ne correspondent pas aux profils en travers réels.

L'examen des hydrogrammes et du tableau des débits de pointe (p 11) montre que l'hydrogramme de la crue de 1977 est amorti au début de la crue, mais que le débit de pointe est peu amorti (de 900 à 870 m³/s). En effet, pour une telle crue, la capacité de stockage du lit majeur est déjà saturée quand passe la pointe de crue qui n'est alors que très faiblement amortie.

IV - PROJETS DE REMBLAIEMENT

IV.2 - SIMULATIONS

La commune de **FLEURANCE** envisage le remblaiement d'une bande de terrain de 200 m le long de la RN21 afin de pouvoir urbaniser cette zone ; ainsi que le remblaiement de terrains au niveau du stade actuel afin de développer les équipements sportifs.

Ces aménagements vont modifier le champ d'inondation du GERS et peut être les conditions d'écoulement des crues (vitesses, hauteurs d'eau ...). De nouvelles simulations des crues décennale et centennale doivent donc être réalisées pour évaluer l'impact des remblais sur les crues du GERS.

Ces simulations ont été réalisées dans les mêmes conditions que les simulations en l'état actuel. La seule différence est une modification des profils **P1.490** à **P3.760** pour modéliser le remblai projeté.

Les nouveaux profils en travers sont représentés dans la pièce 3 du dossier avec un remblai schématique qui ne tient pas compte des contraintes de pente et de protection de talus ni d'écoulement des eaux pluviales sur le remblai. Le remblai a été calé pour une protection contre la crue de 1977 (niveaux d'eau calculés + environ 30 cm). Pour une protection contre une crue centennale, le remblai serait plus bas (voir niveaux d'eau calculés en ajoutant environ 30 cm pour plus de sécurité compte tenu du manque de précision de ce type de calcul).

Les résultats des simulations sont consignés dans les tableaux des pages 19, 20, 21 et dans les pièces 2 et 3 du dossier (ligne d'eau sur le profil en long et sur les profils en travers modifiés).

La crue de 1977 a également été simulée avec le remblai.

DEBITS ET NIVEAUX D'EAU DANS LE GERS AVEC REMBLAI LE LONG DE LA RN 21

PROFIL	DEBITS (m³/s)			NIVEAU D'EAU (m NGF)		
	<i>Crue décennale</i>	<i>Crue centennale</i>	<i>Pointe de la crue de 1977 (calcul)</i>	<i>Crue décennale</i>	<i>Crue centennale</i>	<i>Crue de 1977 (calcul)</i>
P0.00	190	300	900	91.00	91.45	92.70
P0.045	190	300	900	91.00	91.30	92.50
P0.080	190	300	900	90.95	91.25	92.45
P1.050	190	300	880	89.70	90.35	91.85
P1.335	190	300	880	89.60	90.30	-
P1.375	190	300	880	89.45	90.05	-
P1.410	190	300	880	89.40	90.00	-
P1.450	190	300	875	89.20	89.95	-
P1.490	190	300	875	89.35	89.95	-
P1.775	190	300	875	89.15	89.70	91.20
P2.445	190	300	870	88.50	89.00	90.45
P2.520	190	300	870	88.40	88.90	90.40
P2.540	190	300	870	88.45	88.85	90.25
P2.560	190	300	870	88.30	88.85	90.30
P2.620	190	300	870	88.30	88.80	90.25
P2.695	190	300	870	88.10	88.75	90.25
P3.235	197	310	870	87.80	88.40	89.90
P3.395	197	310	870	87.70	88.10	89.65
P3.495	197	310	870	87.80	88.25	89.70
P3.760	197	310	870	87.60	88.00	89.60
P4.410	197	310	870	87.05	87.45	88.90
P5.760	197	310	870	86.00	86.60	88.30
P5.985	197	310	870	86.00	86.55	88.30
P6.010	197	310	870	86.00	86.55	88.30
P6.060	197	310	870	86.00	86.55	88.30
P6.130	197	310	870	86.00	86.55	88.30

VITESSES DANS LE LIT MINEUR ET LE LIT MAJEUR AVEC REMBLAI LE LONG DE LA R.N. 21

PROFIL	CRUE DECENNALE			CRUE CENTENNALE		
	<i>Vitesse Lit majeur gauche</i>	<i>Vitesse Lit mineur</i>	<i>Vitesse Lit majeur droit.</i>	<i>Vitesse Lit majeur gauche</i>	<i>Vitesse Lit mineur</i>	<i>Vitesse Lit majeur droit</i>
P0.00	0.58	2.18	0.28	0.67	2.21	0.44
P0.045	0.15	0.94	0.10	0.24	1.29	0.18
P0.080	0.59	2.19	0.63	0.67	2.15	0.74
P1.050	0.18	1.18	0.25	0.10	1.01	0.28
P1.335	0.00	1.00	0.25	0.13	0.90	0.29
P1.375	0.00	0.57	0.07	0.01	0.73	0.13
P1.410	0.59	1.32	0.61	0.81	1.84	0.85
P1.450	0.00	2.24	0.39	0.00	3.06	0.65
P1.490	0.28	1.69	0.29	0.42	1.67	0.35
P1.775	0.14	1.77	0.21	0.29	2.05	0.28
P2.445	0.00	2.31	0.27	0.19	2.73	0.40
P2.520	0.00	2.44	0.27	0.27	2.71	0.39
P2.540	0.00	2.34	0.27	0.00	3.09	0.43
P2.560	0.04	2.51	0.26	0.26	2.92	0.40
P2.620	0.05	2.42	0.25	0.30	2.75	0.37
P2.695	0.00	2.74	0.22	0.42	2.75	0.46
P3.235	0.08	1.67	0.12	0.28	2.04	0.29
P3.395	0.00	1.64	0.20	0.00	2.27	0.43
P3.495	0.11	1.08	0.25	0.19	1.26	0.32
P3.760	0.13	1.74	0.00	0.29	2.26	0.00
P4.410	0.00	3.10	0.40	0.00	3.04	0.68
P5.760	0.20	0.56	0.14	0.24	0.62	0.17
P5.985	0.23	0.73	0.24	0.27	0.79	0.28
P6.010	0.28	0.80	0.28	0.30	0.83	0.31
P6.060	0.10	0.44	0.08	0.14	0.56	0.12
P6.130	0.19	0.71	0.13	0.24	0.83	0.18

REPARTITION DU DEBIT ENTRE LIT MINEUR ET LIT MAJEUR-Remblai le long de la RN 21

PROFIL	CRUE DECENNALE			CRUE CENTENNALE		
	Débit	Débit	Débit	Débit	Débit	Débit
	Lit majeur gauche	Lit mineur	Lit majeur droit	Lit majeur gauche	Lit mineur	Lit majeur droit
P0.00	36	136	18	65	155	80
P0.045	3	181	6	9	267	24
P0.080	10	55	125	20	58	222
P1.050	1	102	87	1	101	198
P1.335	0	102	88	10	108	182
P1.375	0	180	10	0	258	42
P1.410	18	134	38	32	207	61
P1.450	0	189	1	0	298	2
P1.490	7	141	42	22	159	119
P1.775	6	172	12	38	226	36
P2.445	0	167	23	8	218	74
P2.520	0	174	16	24	215	61
P2.540	0	170	20	0	241	59
P2.560	0	177	13	21	228	51
P2.620	0	173	17	20	216	64
P2.695	0	188	2	32	216	52
P3.235	0	196	1	26	268	16
P3.395	0	192	5	0	289	21
P3.495	17	130	50	57	168	85
P3.760	3	194	0	34	276	0
P4.410	0	171	26	0	190	120
P5.760	128	43	26	205	54	51
P5.985	66	42	89	112	52	146
P6.010	83	32	82	136	39	135
P6.060	43	133	21	79	186	45
P6.130	111	55	31	176	70	64

IV.2 - ANALYSE DES RESULTATS

Une comparaison des tableaux des pages 11 et 19 montre que les niveaux d'eau sont très peu affectés par la création du remblai. Les différences de 5 à 10 cm observées ne sont pas significatives, et vont même parfois dans le sens d'une baisse du niveau d'eau avec le remblai.

Ceci s'explique en observant les nouvelles vitesses moyennes trouvées, qui sont par contre, supérieures avec le remblai. Ainsi, le remblai provoque davantage une augmentation des vitesses d'écoulement que des hauteurs d'eau. Cette augmentation des vitesses est surtout marquée dans le lit mineur, elle reste faible dans le lit majeur.

La répartition des débits sur chaque profil en travers montre que le débit qui ne peut plus passer dans le lit majeur de gauche, à cause du remblai, est repris par le lit mineur ; alors que le débit du lit majeur de droite reste sensiblement le même ou diminue parfois du fait de l'augmentation de la capacité du lit mineur créée par la mise en vitesse.

Pour la crue décennale, l'influence du remblai est encore moins marquée puisque, mis à part le terrain de sport en aval du pont de la D 651, le remblai se trouve partout hors de la zone inondable décennale. Les effets décrits précédemment ne s'appliquent pour la crue décennale, que du profil **P1.490** à **P2.445**.

En conclusion, l'impact de la création du remblai ne se ressent que sur les vitesses d'écoulement des crues. L'augmentation des vitesses est faible sur le lit majeur (inférieures à + 0,15 m/s), les vitesses restent inférieures à 0,6 m/s. Les risques dans le champ d'inondation ne sont donc pas tellement accentués par la création du remblai.

La nouvelle zone inondable, avec le remblai, est tracée sur la planche cadastrale n° 2. Son contour est le même qu'en l'état actuel, mis à part les zones remblayées qui sont hors d'eau.

Ces conclusions, tendant à autoriser la création du remblai le long de la N 21, sont à nuancer par quelques remarques et conseils sur l'aménagement de la rivière et de son lit majeur :

- le remblai souhaité au niveau du terrain de sport, beaucoup plus large qu'en aval, devrait être réduit. En effet, c'est dans cette zone que l'impact du remblai est le plus accentué (augmentation de la vitesse dans le lit majeur gauche). Le remblai projeté ne laisse presque plus de lit majeur en rive gauche. Le rescindement de méandre envisagé pour compenser cet aménagement n'est pas à recommander car une telle action a une grande influence sur les vitesses d'écoulement qui risquent de devenir alors très importantes.

Les terrains à remblayer étant destinés à des équipements sportifs, il n'est peut être pas utile de rechercher une protection pour la crue centennale, le remblai pourrait être plus bas (protection décennale par exemple).

- La zone située entre la fin du remblai et le moulin d'AURENQUE joue un rôle important pour l'amortissement des crues du fait de son important champ d'inondation. Il en est de même pour tout le lit majeur de droite en amont (du barrage de PIOT à la D 651). **Ces zones d'expansion des crues doivent être conservées, les remblaiements ne doivent pas se généraliser sur le champ d'inondation du GERS car plus le lit majeur est réduit, plus l'impact d'un nouvel aménagement se fera sentir.**
- Plutôt que de remblayer simplement les zones à urbaniser, ce qui nécessiterait un apport de terre important, des solutions alternatives alliant remblai et création de risbermes le long du GERS pourrait être envisagées. Ces solutions auraient le mérite, outre de limiter le remblai nécessaire, de résoudre en même temps un autre problème qui est la rétention de l'eau derrière les digues des berges du GERS au moment de la décrue.

Des principes d'aménagements sont proposés dans ce sens dans le chapitre suivant.

V - PRINCIPES D'AMENAGEMENTS

Les aménagements proposés s'appuient sur les principes suivants :

- Le rescindement de méandres est à éviter autant que possible car il favorise l'augmentation des vitesses d'écoulement dans le lit mineur mais aussi dans le lit majeur lors des crues qui deviennent alors beaucoup plus dangereuses. De plus, la création de tronçons rectilignes n'est pas favorable à l'équilibre écologique de la rivière ni à sa mise en valeur sous l'aspect paysager.
- Le système de digues rapprochées, c'est à dire sur les berges de la rivière, existant actuellement sur le GERS, présente l'inconvénient majeur de freiner la décrue en maintenant l'eau dans le lit majeur et de piéger les remontées de nappe et le ruissellement. L'éloignement du cordon de digue longitudinal permettrait de préserver un lit majeur inondable fréquemment et d'assurer une protection supérieure derrière la digue.
- La création d'un "lit moyen", par décaissement d'une bande de terrain de part et d'autre du lit mineur, permettrait d'augmenter la capacité d'évacuation de la zone proche du lit mineur et donc de protéger les terrains plus éloignés. Ce "lit moyen" serait inondé fréquemment mais permettrait de diminuer la fréquence d'inondation du lit majeur.
- Le système de digues transversales et longitudinales existant sur le lit majeur du GERS ne semble pas émaner d'un programme d'ensemble visant à organiser les écoulements dans le champ d'inondation, mais plutôt d'un souci de protection locale. Afin d'assurer une cohérence dans les aménagements proposés, ces digues devraient être supprimées pour être remplacées par un des systèmes de protection préconisé.
- L'aspect paysager ne doit pas être négligé dans les projets d'aménagements. Compte tenu de la proximité des zones urbaines, les bords du GERS pourront être aménagés en espaces verts agrémentés d'un cheminement piéton.

Selon ces principes, plusieurs types d'aménagement peuvent être envisagés :

- endiguement longitudinal éloigné englobant les méandres de la rivière,
- création de risbermes ou banquettes par décaissement des terrains le long de la rivière,
- ou des solutions mixtes alliant les endiguements, la création de risbermes et le remblaiement des zones à urbaniser.

Le dimensionnement de ces aménagements nécessiterait une étude détaillée intégrant les aspects techniques, économiques et paysagers, en fonction des souhaits de la commune. Ceci n'est pas le propos de la présente étude, cependant, pour illustrer les principes énoncés précédemment par des exemples concrets, nous avons dimensionné succinctement deux types d'aménagements envisageables dans le cas du GERS.

Les deux solutions proposées sont basées sur le principe suivant :

- aménagement d'une zone inondée fréquemment, de part et d'autre du lit mineur, et pouvant contenir les crues jusqu'à la crue décennale,
- remblaiement des zones à urbaniser pour une protection contre une crue centennale.

Le projet n° 1 consiste à décaisser d'environ 1 m à 1,50 m une bande de terrain de part et d'autre du GERS de manière à ce que cette banquette et le lit mineur de la rivière contiennent une crue décennale. Les zones à urbaniser seraient remblayées pour une protection contre une crue centennale, mais la hauteur de remblai nécessaire serait moins importante que sans aménagement. De plus, le mouvement de terre pourrait s'effectuer sur place entre les déblais du décaissement et les remblais de la zone à urbaniser. Les terrains situés entre les banquettes et les zones remblayées seraient inondés pour des crues supérieures à la crue décennale.

Le projet n° 2 consiste également à décaisser d'environ 1 m à 1,50 m les terrains de part et d'autre du GERS mais en limitant cette bande à une largeur de 20 m de chaque côté. Pour contenir la crue décennale dans ce périmètre, un cordon de digue longerait les banquettes créées. La hauteur du remblai des zones à urbaniser serait un peu supérieure au projet n° 1 pour la même protection. Par contre, la surface de terrains inondés fréquemment serait moindre.

Un dimensionnement succinct a été réalisé sur quelques profils en travers pour les deux projets.

Dans le cas du projet n° 1, le dimensionnement porte sur la largeur totale des banquettes pour contenir la crue décennale et la hauteur de remblai des zones à urbaniser pour une protection contre une crue centennale.

Dans le cas du projet n° 2, il s'agit de définir la hauteur de la digue longeant le "lit moyen" pour contenir une crue décennale et la hauteur de remblai des zones à urbaniser.

Les calculs ont été réalisés en supposant que la section de la rivière était suffisamment régulière pour que la hauteur d'eau pour un débit donné corresponde à la hauteur normale. Cette hypothèse se justifie dans la mesure où les aménagements tendent à régulariser la section de la rivière et suppriment les singularités importantes telles que les digues transversales. Cependant, si une étude plus détaillée doit être réalisée, il conviendra de refaire des simulations complètes des crues décennale et centennale, comme pour l'état actuel et le remblai seul.

Les deux aménagements proposés sont présentés sur les profils en travers **P1.775**, **P2.445**, **P2.695** et **P3.235** pour que le projet n° 1 et **P1.775** et **P2.695** pour le projet n° 2. Pour les profils **P2.445** et **P3.235**, une recherche de réduction de la largeur des banquettes ne se justifiait pas.

La pièce n° 3 du présent dossier contient les profils en travers projetés ainsi que les résultats des calculs de hauteur d'eau pour les crues décennale et centennale. Les aménagements sont représentés schématiquement, sans tenir compte des pentes à donner aux remblais et aux banquettes ni de la protection des talus. Il n'a pas non plus été recherché de continuité des aménagements entre deux profils en travers.

Pour le projet n° 1, la largeur totale minimale nécessaire pour les banquettes va de 60 à 170 m selon les profils. Bien sûr, ces calculs mériteraient d'être affinés par un levé topographique de profils supplémentaires pour plus de continuité dans les largeurs.

Pour ramener la largeur des banquettes à 40 à 60 m au total sur tous les profils, la mise en place d'une digue longitudinale d'une hauteur pouvant aller jusqu'à 1,50 m serait nécessaire.

Les aménagements proposés devraient être accompagnés des mesures d'accompagnement suivantes :

- suppression de toutes les digues transversales ou longitudinales ne faisant pas partie du projet (sauf peut être cas particulier à débattre),
- système de collecte et d'évacuation des eaux pluviales à prévoir derrière la digue dans le cas du projet n° 2,
- curage du lit mineur du GERS et nettoyage des berges pour retrouver sa capacité potentielle d'écoulement,
- aménagement paysager sur les zones décaissées : cheminement piéton, plantations ...
- mise en place d'un programme d'entretien régulier du lit mineur et des risbermes.

Ce dernier point est développé dans le chapitre VII car il est particulièrement important et doit être correctement effectué pour que l'effet attendu des aménagements ne soit pas annulé rapidement par le manque d'entretien.

VI - LE SAINT-LAURENT

Les crues du **SAINT LAURENT**, affluent de Rive Gauche du Gers, engendrent des désordres localisés mais gênant car pouvant aller jusqu'à la submersion de la nationale 21.

Ainsi, il est apparu utile de réaliser une étude hydraulique sommaire du **SAINT LAURENT**, du pont de la RN 21 au confluent avec le GERS, en complément à l'étude hydraulique du GERS.

Cette étude consiste à définir les causes des désordres observés (débordements et surverse sur la Nationale 21) et à proposer des principes d'aménagements pour lutter contre ces désordres.

Pour cela, le **SAINT LAURENT** a été modélisé sur un logiciel de simulation des écoulements permanents à surface libre, appelé **RIVIERE**. Ce logiciel permet de calculer la courbe de remous le long d'une rivière en intégrant le passage d'ouvrages tels que ponts ou seuils. La rivière est modélisée selon des tronçons homogènes vis à vis de la section, de la pente et des rugosités.

VI.1 - ETAT ACTUEL

Un levé topographique du **SAINT LAURENT** a été réalisé entre le pont de la RN 21 et la confluence avec le GERS, y compris le pont.

Ce levé a permis de modéliser le ruisseau selon sept tronçons dont un pour le pont et un en amont du pont. Les tronçons sont situés sur le profil en long figurant dans la pièce n° 4 du dossier, avec les profils en travers correspondant à chaque tronçon.

Les coefficients de **STRICKLER** ont été estimés dans l'hypothèse d'un lit mineur bien entretenu (voir chapitre VII), soit un coefficient de 25 pour le fond et les berges.

Plusieurs simulations ont été réalisées afin d'envisager des cas de concomitance des crues du GERS et du **SAINT LAURENT**. En effet, le niveau d'eau dans le GERS a une influence importante sur la ligne d'eau dans le **SAINT LAURENT**.

Le débit décennal du **SAINT LAURENT** est de $7 \text{ m}^3/\text{s}$ et le débit centennal de $10 \text{ m}^3/\text{s}$. Pour ces deux débits de crue, une simulation a été réalisée avec la hauteur normale comme condition aval, c'est à dire sans influence du GERS, et une simulation avec une crue décennale du GERS, c'est à dire un niveau de 87.80 m NGF en aval.

Les résultats des simulations sont présentés sous forme de tableaux dans la pièce n° 4 du dossier.

- *Crue décennale du SAINT LAURENT sans influence du GERS*

En choisissant la hauteur normale comme condition aval, le débit décennal s'écoule sans débordement de l'aval du pont à la confluence. Cependant, le pont ayant une ouverture bien inférieure à la section du ruisseau, il se met en charge, ce qui provoque un exhaussement de la ligne d'eau important en amont et même une surverse par dessus la route.

Même sans influence des crues du GERS, l'ouverture du pont est insuffisante pour le débit décennal de $7 \text{ m}^3/\text{s}$.

- *Crue décennale du SAINT LAURENT et crue décennale du GERS*

La crue décennale du GERS impose un niveau d'eau de 87.80 m NGF sur la section aval du SAINT LAURENT. Cette contrainte engendre des débordements sur les tronçons aval, la ligne d'eau s'abaisse vers l'amont et la capacité du lit mineur est de nouveau suffisante en aval du pont. Cependant, comme précédemment, le pont se met en charge et le remous d'exhaussement provoque une surverse sur la route.

Ce n'est donc pas la condition aval qui provoque la submersion de la nationale 21, mais l'ouverture insuffisante de l'ouvrage.

- *Crue centennale du SAINT LAURENT sans influence du GERS*

Avec le débit centennal, la plupart des tronçons entre le pont et la confluence sont à la limite du débordement ou débordent légèrement (10 à 20 cm). Le pont est bien sûr en charge, avec une surverse importante sur la route.

- *Crue centennale du SAINT LAURENT et crue décennale du GERS*

La concomitance d'une crue centennale du SAINT LAURENT avec une crue décennale du GERS provoque des débordements généralisés entre le pont et la confluence.

Les conditions d'écoulement au niveau du pont sont à peu près les mêmes que dans le cas précédent.

Il est inutile de simuler une crue centennale du GERS puisque le champ d'inondation du GERS englobe alors tout le tronçon du SAINT LAURENT étudié. Les résultats précédents montrent que la submersion de la nationale 21 serait provoquée par la crue dans le SAINT LAURENT et non par celle du Gers (niveau d'eau : 88.40 m NGF pour la crue centennale du GERS, alors que la route est à la cote 88.88 m NGF sur le pont).

En conclusion, le problème majeur de ce secteur est le passage du pont de la RN 21. Les désordres observés ne proviennent pas de contraintes aval, mais de l'ouverture insuffisante du pont par rapport à la section du lit mineur.

VI.2 - PRINCIPES D'AMENAGEMENTS

Deux solutions sont envisageables pour améliorer l'écoulement au passage du pont :

- la reprise de l'ouvrage en augmentant sa hauteur et sa largeur,
- le recalibrage des sections amont et aval afin d'abaisser la ligne d'eau au niveau du pont.

Une solution mixte semble plus réaliste. En effet, la hauteur du pont est limitée par la cote de la route (1,80 m maximum d'ouverture en tenant compte de la structure du pont), et le recalibrage des sections amont et aval seul, ne peut résoudre le problème car le rétrécissement engendré par le pont serait accru.

Nous proposons donc un recalibrage du SAINT LAURENT sur le principe du décaissement d'une bande de terrain le long du ruisseau pour constituer un lit majeur capable d'évacuer le débit centennal. Ce recalibrage serait réalisé entre le pont et la confluence avec le GERS, ainsi que sur 100 à 150 m en amont du pont (à préciser en fonction des contraintes de terrain).

Le tracé du ruisseau présente deux angles droits sur le tronçon étudié qui ne sont pas favorables à une bonne évacuation des crues. Le recalibrage pourrait s'accompagner du redressement du tracé du cours d'eau (voir vue en plan - pièce n° 4 du dossier).

Les nouvelles sections ont été dimensionnées de manière à ce que le pont ne soit pas en charge pour une crue centennale du SAINT LAURENT concomitante avec une crue décennale du GERS, et pour qu'il n'y ait pas surverse sur la route pour une crue centennale du SAINT LAURENT concomitante avec une crue centennale du GERS. De plus, dans ce dernier cas de figure, il ne doit pas y avoir débordement sur le remblai projeté pour l'urbanisation le long de la nationale ; sachant que la cote de ce remblai serait de 88.70 m NGF pour une protection contre une crue centennale du GERS.

Les sections recalibrées seraient donc formées d'un lit mineur d'environ 1,50 m au plafond avec une hauteur de berge de 0,50 m du côté du lit majeur. Celui-ci, constitué d'une banquette unilatérale, aurait une largeur de 8 m. La hauteur des berges de part et d'autre, dépendrait du terrain naturel et de l'éventuel remblai mis en place. Le pont aurait une ouverture rectangulaire, ou proche, avec une hauteur de 1,80 m et une largeur de 6 m.

De nouvelles simulations ont été réalisées avec les sections recalibrées afin d'évaluer leur impact sur l'écoulement des crues. Les résultats des simulations ainsi que les profils en travers et en long du recalibrage, sont présentés dans la pièce n° 4 du dossier.

- *Crue décennale du SAINT LAURENT sans influence du GERS*

Le débit de 7 m³/s s'écoulerait sans débordement dans le SAINT LAURENT recalibré.

- *Crue décennale du SAINT LAURENT et crue décennale du GERS*

Le niveau d'eau imposé par le GERS en aval provoquerait encore des débordements sur les tronçons P1 et P2. Cependant, après remblaiement de la zone à urbaniser, les débordements seraient limités au tronçon P1 et n'affecteraient pas la zone remblayée. Le passage du pont recalibré ne poserait pas de problème.

- *Crue centennale du SAINT LAURENT sans influence du GERS*

En l'absence de crue du GERS, le débit de 10 m³/s s'écoulerait sans débordement.

- *Crue centennale du SAINT Laurent et crue décennale du GERS*

Comme pour la crue décennale, le niveau d'eau imposé par le GERS provoquerait des débordements sur les tronçons P1 et P2, ou seulement sur le tronçon P1 après remblaiement de la zone à urbaniser.

Le passage du pont resterait à surface libre, mais serait à la limite de la mise en charge.

- *Crue centennale du SAINT LAURENT et crue centennale du GERS*

Dans ce cas, le tronçon P1 se trouve dans le champ d'inondation du GERS. Le tronçon P2 ne déborderait plus après la mise en place du remblai à la cote 88.70 m NGF.

Le pont serait en charge mais il n'y aurait pas surverse sur la chaussée.

Ces aménagements remplissent donc les conditions fixées au départ.

Le lit mineur est prévu pour une capacité de 500 l/s environ, il devra être dimensionné en fonction du débit moyen de temps sec du SAINT LAURENT, sur lequel nous n'avons actuellement aucune donnée.

Ces propositions d'aménagements ne sont bien sûr qu'un exemple de solution ; elles peuvent être adaptées selon les souhaits d'aménagement de la commune, à partir d'un levé topographique plus complet.

VII - GENERALITES SUR L'ENTRETIEN DES RIVIERES

La capacité d'évacuation des crues d'une rivière dépend non seulement de sa morphologie (section, pente ...) mais également de son état d'entretien.

Cet aspect est contenu dans la notion de "capacité potentielle d'écoulement".

La capacité potentielle d'écoulement d'une rivière correspond au débit maximal pouvant transiter dans son lit naturel avant débordement, en supposant que les conditions optimales d'écoulement soient satisfaites :

- désencombrement du lit,
- ouvrages en bon état de fonctionnement,
- sections aussi voisines que possible de la section moyenne (ce qui implique l'élimination des rétrécissements accidentels tels qu'éboulements ou alluvionnements excessifs).

En bref, c'est le débit que peut absorber le lit mineur après entretien. La rugosité moyenne du lit alors plus faible, permet ainsi un meilleur écoulement.

L'une des caractéristiques qui distingue les travaux d'entretien du lit et des berges d'une opération de recalibrage, réside dans l'aspect "forestier" du chantier. Une opération d'entretien ou de restauration concerne en premier lieu des manipulations d'importantes quantités de bois et de débris végétaux dans des conditions d'accès souvent difficiles.

Si, effectivement, la logique impose, dans le cadre d'un recalibrage, d'aménager de l'aval vers l'amont, les travaux d'entretien devront être exécutés de l'amont vers l'aval afin de récupérer à l'avancement les détritus qui inmanquablement, tombent dans la rivière lors des différentes phases de travaux.

Ces phases comprennent :

- le débroussaillage des berges et du lit de la rivière : cette opération contribue à l'ouverture de la rivière. Il s'agit d'enlever les taillis et broussailles encombrant les berges sans décaper le sol,

- le tronçonnage sélectif des arbres et l'élagage : seuls, seront tronçonnés à l'intérieur des berges les arbres morts, inclinés ou constituant une gêne à l'écoulement. Toutefois la densité des arbres devra rester suffisante pour que l'ombrage empêche, après travaux, la prolifération des espèces végétales indésirables (ainsi qu'il se passe en général sur les berges dénudées),
- le dégagement des déchets végétaux dans le lit de la rivière et les terrassements dispersés : la régularisation des sections de la rivière nécessite ponctuellement quelques terrassements visant à supprimer, soit des sections rétrécies à la suite d'éboulements, soit la présence de souches formant épis.

Par conséquent, une gestion suivie de la végétation est indispensable. Il ne faut pas laisser trop évoluer ce milieu qui, en vieillissant, perdra de son dynamisme et ne pourra plus assurer pleinement sa fonction.

Le traitement appliqué doit permettre à la végétation de jouer d'une façon continue dans le temps les rôles suivants nécessaires au bon fonctionnement de la rivière :

- assurer le maintien des berges,
- procurer un couvert suffisamment dense pour éviter l'explosion de certaines espèces végétales,
- permettre un entretien plus facile,
- maintenir un équilibre pour la faune et la flore.

A contrario, une prolifération anarchique de la végétation peut créer des déséquilibres :

- une couverture végétale trop dense diminue par excès d'ombrage le pouvoir auto-épurateur des rivières,
- le basculement des arbres morts, le développement des souches en pied de berge créent des épis détournant les courants sur la berge opposée, accentuant les sinuosités de la rivière,

- la prolifération de la végétation par réduction de la surface mouillée et augmentation de la rugosité, diminue la capacité d'écoulement,
- l'exportation massive de matières organiques surtout à l'automne, favorise l'eutrophisation des cours d'eau à faible pente.

L'entretien de la rivière consiste donc à entreprendre une série d'actions visant, tout en maintenant son environnement biologique, à lui restituer de façon homogène sa "capacité potentielle d'écoulement".