



SYNDICAT MIXTE POUR L'AMENAGEMENT ET LA MISE EN VALEUR DU BASSIN VERSANT DE LA
VEYLE ET DE SES AFFLUENTS

ETUDE DU FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE DE LA VEYLE ET DE SES AFFLUENTS

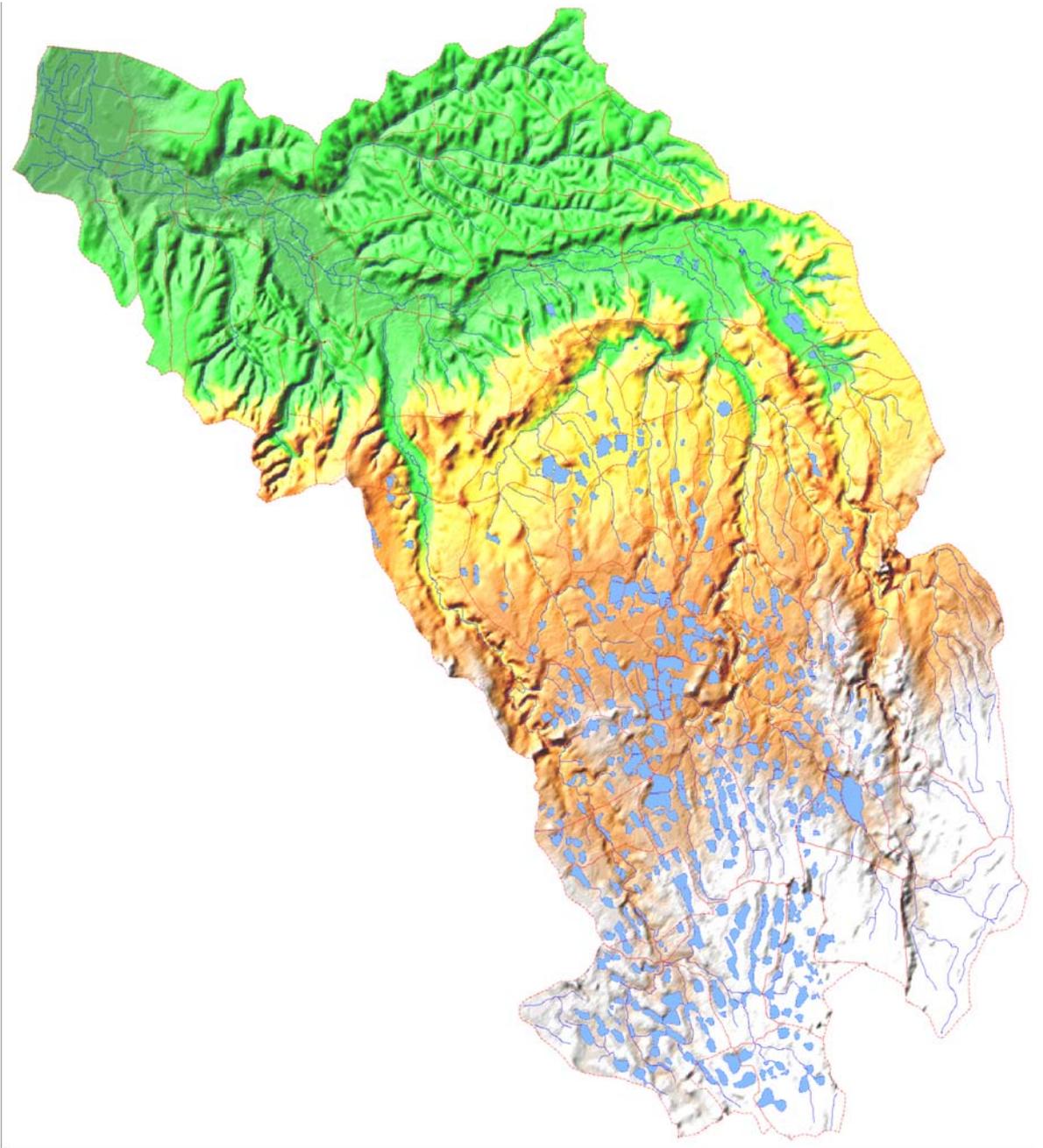


TABLE DES MATIERES

1. INTRODUCTION	1
2. ORGANISATION DE L'ETUDE	2
3. CARACTERISTIQUES HYDROLOGIQUES DU BASSIN VERSANT DE LA VEYLE	3
3.1. Préambule	3
3.2. Le régime des pluies	3
3.3. Description du bassin versant au sein du modèle hydrologique	6
4. HYDROLOGIE DE CRUE DU BASSIN VERSANT	9
4.1. Présentation du modèle hydrologique	9
4.2. Calage du modèle hydrologique	11
4.2.1. Données historiques	11
4.2.2. Résultats du calage	14
5. SIMULATIONS HYDROLOGIQUES POUR LES FREQUENCES REMARQUABLES	16
5.1. Préambule	16
5.2. Principe de constitution des pluies de projet	17
5.3. Les pluies de projet	18
5.4. Les résultats obtenus	19
5.5. Exploitation du modèle hydrologique pour des situations particulières	20
5.5.1. Impact de l'urbanisation	20
5.5.2. Impacts des activités agricoles	21
6. HYDROLOGIE DES ETIAGES	24
6.1. Objectifs poursuivis	24
6.2. Synthèse des données	24
6.3. Inventaire des utilisations de l'eau	24
6.3.1. Les pompes à vocation agricole ou industrielle	24
6.3.2. Le cas particulier des étangs et plans d'eau	25
6.4. Présentation de la méthode d'analyse	25
6.5. Les résultats cartographiques	26
6.6. Interprétation et commentaires	27
7. FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE EN CAS DE CRUE DE LA VEYLE	28

7.1.	Les principaux caractères	28
7.2.	Principes de base	29
7.3.	Les données de base	29
7.4.	Constitution du modèle	30
7.5.	Calage du modèle	31
7.6.	Résultats obtenus	31
7.7.	Analyse et commentaires	32
8.	DIAGNOSTIC HYDRAULIQUE GENERAL	40
8.1.	Caractères généraux spécifiques	40
8.2.	Synthèse des travaux réalisés	40
8.2.1.	L'hydrologie du bassin versant	40
8.2.2.	Les étiages	41
8.2.3.	Les calculs hydrauliques	41
8.3.	Recensement des points problématiques	42
9.	PROPOSITIONS D'AMENAGEMENT	44
9.1.	Objectifs d'aménagement	44
9.2.	Principes de base	45
9.3.	Les bassins de rétention	45
9.3.1.	Principes de fonctionnement	45
9.3.2.	Description du dispositif proposé	46
9.3.3.	Synthèse des calculs hydrologiques d'optimisation	47
9.3.4.	Résultats obtenus	48
9.4.	Les protections localisées	49
9.5.	Estimation financière des travaux	50
9.6.	Concertation et choix des aménagements	53
10.	CONCLUSION GENERALE	54

1. INTRODUCTION

La VEYLE est un affluent rive gauche de la Saône, avec laquelle elle conflue au droit de Mâcon. Son bassin versant présente une orientation Sud-Est/Nord-Ouest pour une surface totale de l'ordre de 671 km². Drainant une partie des régions naturelles de la Dombes et de la Bresse, le bassin versant est riche d'un patrimoine hydraulique aussi bien en ouvrages hydrauliques qu'en usages de l'eau.

Suite à l'évolution des pratiques agricoles des dernières décennies, de la modification de la sensibilité aux inondations et de l'abandon de certains usages de l'eau, il est apparu nécessaire d'établir un diagnostic de la situation au travers d'une étude du fonctionnement hydraulique de la Veyle et de son bassin versant.

Cette étude, objet du présent rapport technique, s'inscrit dans une démarche plus vaste initiée par le Syndicat Mixte pour l'Aménagement et la Mise en valeur du bassin versant de la VEYLE, dans le but de mettre sur pied un Contrat de Rivière.

Les objectifs de cette étude peuvent se résumer ainsi :

- Etablir une cartographie des zones inondables pour les crues de fréquence 2, 5, 10 et 100 ans ;
- Identifier des zones urbanisées susceptibles d'être concernés par les inondations et proposer des mesures de protection ;
- Préciser les effets de l'évolution de l'occupation des sols sur l'hydrologie des crues ;
- Etablir un programme d'aménagements et proposer des mesures réglementaires visant à limiter l'aggravation de la situation actuelle

2. ORGANISATION DE L'ETUDE

Le programme de cette étude défini par le Syndicat s'articule donc autour de deux principaux thèmes :

- L'hydrologie au travers de l'étude du ruissellement et de ses conséquences en cas de modification de la situation actuelle ;
- Le fonctionnement hydraulique en vue d'analyser la propagation des eaux dans le réseau hydrographique, évaluer les effets d'aménagements et appréhender le rôle joué par certains éléments de ce réseau ou du bassin versant, à la fois pour les situations de crue qu'à l'étiage ;

La première partie de l'étude a consisté simultanément à :

- collecter toutes les informations existantes et disponibles (données chiffrées de mesures, témoignages et vécu historique ...) ;
- synthétiser les études déjà réalisées sur l'un ou l'autre des deux thèmes afin d'en retirer des enseignements utiles et disposer d'une base de travail utile à l'accomplissement des différentes étapes de l'étude ;

Diverses investigations de terrain ont été menées que ce soit pour des relevés topographiques particuliers que pour la reconnaissance du domaine d'étude. Ces investigations ont permis de compléter les données collectées par ailleurs ainsi que les informations fournies (: en particulier par la campagne de photorestitution aérienne).

La seconde partie de l'étude a consisté principalement à construire les deux outils de modélisation permettant tout deux de décrire le cycle de l'eau depuis les pluies jusqu'à la propagation du ruissellement dans la basse vallée de la Veyle.

Ces outils de modélisation (calés sur des événements historiques récents) complètent avantageusement les connaissances et observations, en offrant la possibilité de simuler le comportement de l'hydrosystème dans des situations non encore observées à ce jour et d'en tirer des enseignements.

L'exploitation des résultats obtenus pour chacun d'eux a permis notamment de définir le meilleur type d'aménagement capable de répondre aux problèmes soulevés par le diagnostic de la situation actuelle.

3. CARACTERISTIQUES HYDROLOGIQUES DU BASSIN VERSANT DE LA VEYLE

3.1. PREAMBULE

Le comportement hydrologique du bassin versant de la Veyle est à plusieurs titres particulier. Même si le ruissellement est en grande partie fonction des pluies, il est également sous l'influence croisée des nombreux étangs de la Dombes, de l'architecture maillée de son réseau hydrographique et de l'état des nappes d'eau souterraine des plateaux.

L'utilisation d'un modèle hydrologique détaillé a permis d'intégrer au mieux ces différentes influences.

A l'aide d'un tel outil de modélisation, le rôle joué par les nappes d'eau souterraine peut être aisément pris en compte pour l'étude d'un scénario précis. Ce peut être notamment un scénario de baisse générale de la nappe sur le régime des crues.

Dans le cadre de cette étude, nous nous sommes toujours placé dans la configuration la plus péjorante, à savoir une capacité à l'infiltration minimale.

Le rôle des étangs de la Dombes sur le régime hydrologique ne peut être jugé négligeable. Il est certainement déterminant sur le ruissellement issu de la partie amont du bassin versant. L'influence de ces étangs est notamment fonction du taux de remplissage des étangs au moment de la pluie et des manœuvres de vannes que pourraient réaliser les propriétaires de ces étangs, lors d'un orage.

3.2. LE REGIME DES PLUIES

Le bassin versant de la Veyle s'inscrit dans une région où le régime des pluies est de type continental, même si rarement des événements pluvieux sous influence méditerranéenne peuvent survenir.

Cette caractéristique se retrouve dans les observations recueillies aux différentes stations gérées par la Météorologie Nationale couvrant la région.

Le régime des pluies a été appréhendé à partir de l'analyse statistique des relevés de pluie aux stations météorologiques qui encadrent ou s'inscrivent dans le périmètre d'étude.

Ces stations sont les suivantes :

- Station de Polliat ;
- Station de Marlieux ;
- Station de Bourg en Bresse ;
- Station de Baneins ;
- Station de Charnay-les-Mâcon ;

Pour des raisons techniques, les services de la Météorologie Nationale nous ont communiqués les données de pluies pour des durées inférieures à 24 heures seulement pour la station de Charnay-les-Mâcon.

Moyennant un coefficient de transfert déduit des hauteurs de pluie journalières, nous avons pu évaluer in fine le décalage de ces données ponctuelles avec celles caractéristiques du bassin versant.

Les informations collectées pour les pluies de durée 24 heures peuvent donc être synthétisées ainsi :

Stations	Hauteurs de pluie		
	Fréquence = 10 ans	Fréquence = 25 ans	Fréquence = 50 ans
Polliat	77 mm	92 mm	102 mm
Marlieux	74 mm	87 mm	96 mm
Bourg en Bresse	82 mm	96 mm	107 mm
Baneins	93 mm	113 mm	128 mm
Charnay les Mâcon	72 mm	84 mm	92 mm

L'analyse statistique des données de la station de Charnay les Mâcon a été réalisée sur les relevés sur une période d'observation de près de 30 ans (1972-2002).

La Météorologie Nationale nous a communiqué les relevés les plus remarquables à cette station par une méthode d'extraction automatique des plus remarquables mesures enregistrées.

L'annexe 2 synthétise l'ensemble des données communiquées par la Météorologie Nationale, ayant servi à la constitution des lois "Intensité-Durée-Fréquence" appliquées au bassin versant.

Pour des durées de pluies supérieures à 1 heure, les lois "Intensité-Durée-Fréquence" ou lois de Montana déduites de ces valeurs s'écrivent :

$$\begin{aligned}
 I_{02} &= 18.41 \times t^{-0.673} \\
 I_{05} &= 24.04 \times t^{-0.673} \\
 I_{10} &= 27.84 \times t^{-0.673} \\
 I_{20} &= 31.48 \times t^{-0.673} \\
 I_{25} &= 32.67 \times t^{-0.673} \\
 I_{30} &= 33.57 \times t^{-0.673} \\
 I_{50} &= 36.09 \times t^{-0.673} \\
 I_{75} &= 38.30 \times t^{-0.673} \\
 I_{100} &= 39.75 \times t^{-0.673}
 \end{aligned}$$

où i_{xxx} (intensité moyenne) est exprimée en mm/h.
 xxx occurrence de la pluie exprimée en années
 t (durée de la pluie) en heures.

Ce qui se traduit par les tableaux ci-après :

Pour les intensités de pluie :

Durées	Occurrences de pluies			
	2 ans	5 ans	10 ans	100 ans
1 h	18.41 mm/h	24.04 mm/h	27.84 mm/h	39.75 mm/h
2 h	11.39 mm/h	14.86 mm/h	17.18 mm/h	24.47 mm/h
3 h	8.60 mm/h	11.21 mm/h	12.95 mm/h	18.42 mm/h
6 h	5.32 mm/h	6.93 mm/h	8.00 mm/h	11.34 mm/h
9 h	4.02 mm/h	5.23 mm/h	6.03 mm/h	8.53 mm/h
12 h	3.29 mm/h	4.28 mm/h	4.93 mm/h	6.98 mm/h
18 h	2.49 mm/h	3.23 mm/h	3.72 mm/h	5.25 mm/h
24 h	2.04 mm/h	2.65 mm/h	3.05 mm/h	4.29 mm/h
48 h	1.26 mm/h	1.63 mm/h	1.88 mm/h	2.64 mm/h
96 h	0.78 mm/h	1.01 mm/h	1.16 mm/h	1.63 mm/h

Pour les hauteurs de pluie :

Durées	Occurrences de pluies			
	2 ans	5 ans	10 ans	100 ans
1 h	18.41 mm	24.04 mm	27.84 mm	39.75 mm
2 h	22.78 mm	29.72 mm	34.36 mm	48.93 mm
3 h	25.80 mm	33.63 mm	38.86 mm	55.25 mm
6 h	31.93 mm	41.57 mm	47.97 mm	68.01 mm
9 h	36.16 mm	47.05 mm	54.26 mm	76.80 mm
12 h	39.50 mm	51.37 mm	59.22 mm	83.72 mm
18 h	44.75 mm	58.14 mm	66.98 mm	94.53 mm
24 h	48.88 mm	63.48 mm	73.10 mm	103.04 mm
48 h	60.49 mm	78.46 mm	90.23 mm	126.84 mm
96 h	74.85 mm	96.96 mm	111.38 mm	156.12 mm

Ces valeurs de pluie caractéristiques ont été exploitées au sein du modèle hydrologique lors des simulations du ruissellement.

3.3. DESCRIPTION DU BASSIN VERSANT AU SEIN DU MODELE HYDROLOGIQUE

Au sein de la base de données du modèle hydrologique, il est nécessaire de prendre en compte la diversité des terrains qui composent le bassin versant et leur influence sur son comportement lors des orages.

Pour cela, le bassin versant a été découpé en zones homogènes où la génèse du ruissellement peut être représentée par une loi mathématique synthétique et spécifique.

L'articulation de ses sous bassins versants s'appuie sur le relief existant (lignes de crête et talus) ainsi que sur les principaux ouvrages recensés.

Le bassin versant général a été in fine décomposé en 102 différents éléments pour lesquels ont été définies les variables gérant la génèse du ruissellement et sa propagation vers l'aval (: surface totale, pente, temps de concentration ...).

Les temps de concentration calculés sont le fruit d'une synthèse de plusieurs formules utilisées habituellement. Une analyse comparative basée sur notre expérience passée dans le domaine et sur notre connaissance des caractéristiques du bassin versant a permis de retenir les valeurs les plus judicieuses.

Les caractéristiques retenues in fine des différents sous bassins versants qui composent le bassin versant général sont présentées dans les tableaux présentés en pages suivantes.

Sur les affluents et dans la partie amont du bassin versant, la prise en compte des effets de la propagation des ondes de crue le long des thalwegs puis des biefs du réseau hydrographique a été appréhendé en calculant le temps de propagation moyen par tronçon et en l'appliquant à chaque onde de crue à transférer.

Cette approche ne prend pas en compte l'amortissement de la pointe de l'onde de crue, au demeurant très faible vu la densité des points de calcul donc la faible longueur des tronçons.

Sur la plaine aval, l'importance des zones d'épandage a été prise en compte en incluant des bassins de laminage en dérivation de la Veyle dont les caractéristiques ont été déduites des données topographiques.

D'amont en aval, l'amortissement des ondes de crues est significatif, compte tenu des décalages successifs de proche en proche depuis les sous bassins versants amonts jusqu'à l'exutoire.

ETUDE DU FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE DE LA VEYLE ET DE SES AFFLUENTS

Nom	Surface	Longueur	Z amont	Z aval	Pente	XL	YL	Tc
	km2	km	m	m	%			h
BdA1	6.85	3.2	218.0	200.0	0.56	810 535	2 147 395	2.36
BdA2	5.26	2.7	218.0	193.2	0.92	808 531	2 146 462	1.67
BdV1	6.52	4.6	218.0	183.0	0.76	798 645	2 139 506	2.33
BE1	27.12	10.3	306.0	249.0	0.55	823 259	2 126 084	5.47
BI1	5.48	5.2	216.0	189.0	0.52	805 028	2 141 249	2.72
BO1	5.91	4.9	249.0	190.0	1.20	802 782	2 135 480	1.97
BR1	13.99	6.9	283.0	266.0	0.25	814 621	2 121 697	5.38
BR2	7.11	2.9	276.0	257.0	0.66	814 962	2 125 563	2.15
BU1	5.30	3.3	263.0	201.0	1.85	800 817	2 133 894	1.39
BU2	3.78	2.7	226.0	190.0	1.32	801 095	2 136 563	1.32
CA1	7.53	4.6	247.0	187.0	1.29	806 852	2 136 711	1.99
CH1	3.68	3.3	223.0	207.0	0.48	811 652	2 142 393	2.08
CH2	3.99	2.9	216.0	194.0	0.75	808 951	2 142 319	1.71
CH3	2.40	2.7	212.0	189.7	0.83	806 787	2 143 293	1.37
CH4	0.73	1.0	209.9	188.7	2.07	805 545	2 144 623	0.43
CH5	1.80	1.9	207.0	187.4	1.01	804 559	2 144 244	1.03
CHA1	4.69	4.4	264.0	238.0	0.59	814 115	2 132 775	2.32
CHA2	1.25	2.3	248.0	216.0	1.37	813 958	2 136 263	0.91
CHA3	0.50	1.1	247.0	213.0	3.18	813 323	2 137 248	0.33
CN1	5.09	3.5	250.0	230.0	0.57	818 220	2 133 712	2.18
CN2	1.43	1.9	253.0	221.0	1.66	817 555	2 136 035	0.80
CO1	6.07	2.8	208.5	174.7	1.22	796 736	2 146 413	1.57
ER1	3.19	4.0	230.0	203.0	0.68	815 613	2 140 160	1.89
ET1	7.73	3.4	227.0	202.0	0.73	813 701	2 144 501	2.24
GA1	2.82	3.7	226.0	202.0	0.66	813 212	2 143 323	1.78
GR1	1.67	2.1	267.0	260.0	0.33	814 458	2 129 667	1.62
GR2	3.51	3.6	261.0	237.0	0.66	815 150	2 132 355	1.89
GU1	4.44	3.8	213.0	176.0	0.98	794 733	2 140 908	1.76
IR1	16.69	6.9	281.0	250.0	0.45	811 358	2 126 762	4.41
IR2	13.64	4.7	259.0	229.0	0.64	808 568	2 130 243	3.15
IR3	7.81	5.0	238.0	224.0	0.28	808 586	2 134 374	3.79
IR4	5.77	3.5	241.0	219.0	0.63	811 047	2 136 291	2.20
IR5	4.19	4.0	247.0	213.0	0.86	812 528	2 137 499	1.86
IR6	2.60	2.6	241.0	210.0	1.21	814 993	2 137 729	1.19
IR7	7.18	5.3	246.0	199.5	0.87	811 047	2 136 291	2.42
MA1	5.58	3.7	212.0	180.0	0.86	797 563	2 139 444	1.96
ME1	3.54	2.5	217.5	191.7	1.02	806 424	2 146 673	1.38
ME2	4.02	3.3	210.0	187.4	0.69	804 640	2 145 990	1.86
ME5	9.24	4.9	209.0	185.0	0.49	803 715	2 143 921	3.18
MO1	4.64	3.7	269.0	250.0	0.51	813 072	2 129 692	2.28
MO2	4.15	3.9	260.0	229.0	0.79	813 108	2 133 246	1.90
MR1	7.05	4.1	296.0	281.0	0.36	817 522	2 112 548	3.10
MR2	13.32	5.3	285.0	275.0	0.19	815 709	2 116 551	5.44
MR3	8.33	3.4	318.0	286.0	0.94	818 442	2 116 789	2.06
NN1	4.13	4.4	212.0	188.7	0.54	806 484	2 142 475	2.30
PA1	8.19	4.4	222.0	196.0	0.59	809 971	2 144 694	2.70
PA2	3.97	3.0	206.4	189.7	0.55	807 144	2 144 675	1.96
PC1	9.79	4.7	274.0	225.0	1.04	821 597	2 133 996	2.35
PC2	1.55	2.8	237.0	220.0	0.61	820 200	2 136 477	1.39
PG1	9.32	4.3	252.0	192.0	1.41	799 001	2 136 885	1.98
PO1	6.03	4.0	276.0	248.0	0.69	819 109	2 130 822	2.25
PR1	3.57	4.0	246.0	215.0	0.77	815 065	2 135 747	1.86
QU1	2.28	2.3	244.0	216.0	1.21	812 932	2 136 087	1.11

suite page suivante

SYNDICAT MIXTE POUR L'AMENAGEMENT ET LA MISE EN VALEUR DU BASSIN VERSANT DE LA VEYLE ET DE SES AFFLUENTS
ETUDE DU FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE DE LA VEYLE ET DE SES AFFLUENTS

suite :

Nom	Surface	Longueur	Z amont	Z aval	Pente	XL	YL	Tc
	km2	km	m	m	%			h
RE0	4.32	3.4	294.0	282.0	0.35	815 915	2 112 118	2.52
RE1	17.28	4.3	286.0	274.0	0.28	813 520	2 113 950	4.77
RE2	1.66	0.9	278.0	274.0	0.45	812 557	2 117 381	1.10
RE3	11.30	3.8	282.5	268.0	0.39	812 716	2 118 923	3.42
RE4	4.91	1.6	273.0	267.0	0.37	811 586	2 121 437	2.09
RE5	9.90	3.5	271.0	255.0	0.46	811 231	2 123 140	2.98
RE6	8.03	7.0	276.0	246.0	0.43	809 398	2 125 339	3.64
RE7	9.17	5.2	279.0	229.0	0.97	807 012	2 127 961	2.46
RE8	9.39	4.1	256.0	228.0	0.68	805 191	2 131 112	2.61
RE9	11.20	3.3	267.0	205.0	1.85	805 192	2 133 891	1.72
RE10	7.39	4.2	252.0	189.0	1.48	804 621	2 137 114	1.82
SU1	4.52	5.7	219.0	180.0	0.68	796 318	2 139 553	2.42
TA1	4.41	5.7	268.0	228.0	0.70	817 086	2 132 071	2.39
TH1	7.65	4.8	272.0	240.0	0.66	818 103	2 128 912	2.63
VE1	16.46	4.5	320.0	277.0	0.95	823 825	2 117 450	2.82
VE2	10.07	5.0	292.0	273.0	0.38	822 106	2 121 456	3.62
VE3	11.35	6.8	278.0	255.0	0.34	820 934	2 125 581	4.38
VE4	4.17	3.6	282.0	245.0	1.02	820 493	2 129 380	1.67
VE5	6.48	6.1	250.0	225.0	0.41	820 081	2 133 083	3.32
VE6	2.71	2.3	242.0	220.0	0.97	819 019	2 135 971	1.25
VE7	0.69	1.6	251.0	217.0	2.16	818 457	2 137 198	0.49
VE8	4.19	3.3	249.0	209.0	1.22	818 176	2 138 561	1.50
VE9	8.72	4.1	231.0	203.0	0.69	816 355	2 141 146	2.52
VE10	2.95	2.8	223.0	199.5	0.85	814 142	2 140 628	1.45
VE11	8.43	5.1	234.0	192.0	0.83	810 818	2 139 959	2.52
VE12	8.96	5.4	252.0	191.0	1.14	808 897	2 139 299	2.33
VE13	6.27	3.2	238.0	190.0	1.50	808 053	2 137 750	1.54
VE14	1.96	1.8	215.0	186.0	1.59	805 894	2 139 504	0.87
VE15	4.27	2.2	214.0	184.0	1.34	804 420	2 139 262	1.26
VE16	4.01	2.9	192.0	182.0	0.35	802 540	2 139 835	2.33
VE17	12.18	4.7	215.0	180.0	0.74	801 426	2 140 500	2.88
VE18	3.86	2.5	210.0	178.0	1.26	799 711	2 143 014	1.31
VE19	8.62	4.3	210.1	175.0	0.82	799 042	2 144 351	2.38
VE20	7.51	2.4	206.4	174.7	1.31	796 422	2 143 202	1.56
VE21	15.93	4.3	176.0	172.4	0.08	793 580	2 145 018	7.99
VI1	11.54	4.2	307.0	279.0	0.66	819 972	2 118 352	2.85
VI2	8.12	3.6	286.0	272.0	0.38	820 002	2 121 861	3.03
VI3	13.19	6.4	309.9	262.0	0.74	817 380	2 122 073	3.29
VI4	7.77	3.7	285.0	257.0	0.76	818 018	2 125 961	2.26
VI5	6.91	5.6	270.0	245.0	0.45	815 171	2 127 563	3.14
VI6	3.42	3.6	262.0	240.0	0.61	815 495	2 129 643	1.93
VI7	3.91	4.2	257.0	228.0	0.70	816 191	2 132 780	2.01
VI8	1.66	2.1	246.0	221.0	1.20	816 495	2 135 055	0.97
VI9	4.65	2.6	238.0	215.0	0.89	816 617	2 136 942	1.59
VL1	3.36	2.1	236.0	217.0	0.91	820 318	2 137 432	1.33
VO1	6.87	3.1	268.0	235.0	1.06	811 423	2 131 839	1.80
VO2	4.92	4.7	251.0	225.0	0.55	811 071	2 133 609	2.46
VT1	6.15	3.6	236.0	209.0	0.76	818 915	2 139 757	2.09

4. HYDROLOGIE DE CRUE DU BASSIN VERSANT

4.1. PRESENTATION DU MODELE HYDROLOGIQUE

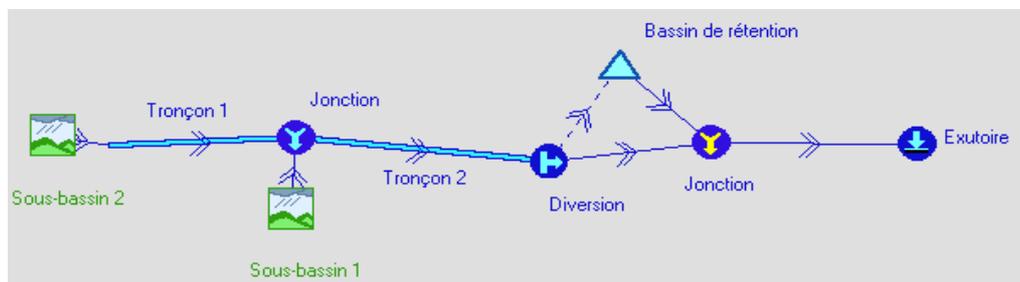
Une présentation de l'outil mathématique à la base du modèle hydrologique fait l'objet de l'annexe 1, in fine.

Le modèle hydrologique constitué spécifiquement pour la Veyle est composé d'un assemblage organisé de plusieurs types d'éléments de base comme l'illustre le schéma de la page suivante. Chaque élément représente une fonction hydrologique particulière comme une confluence, une propagation le long d'un tronçon ou une dérivation.

Le réseau est structuré en fonction de la répartition spatiale des sous bassins versants et des canaux qui les drainent.

A l'instar de la plupart des modèles hydrologiques, la prise en compte des ouvrages hydrauliques est rudimentaire car ces modèles n'intègrent pas de fonctions évoluées de calcul des pertes de charge hydrauliques. Sur un tronçon de propagation, l'impact des ouvrages est intégré succinctement au moyen d'une loi d'orifice classique.

La prise en compte des bassins de rétention est par contre prise en compte de manière détaillée comme le montre l'extrait schématique suivant issu d'un organigramme du modèle :



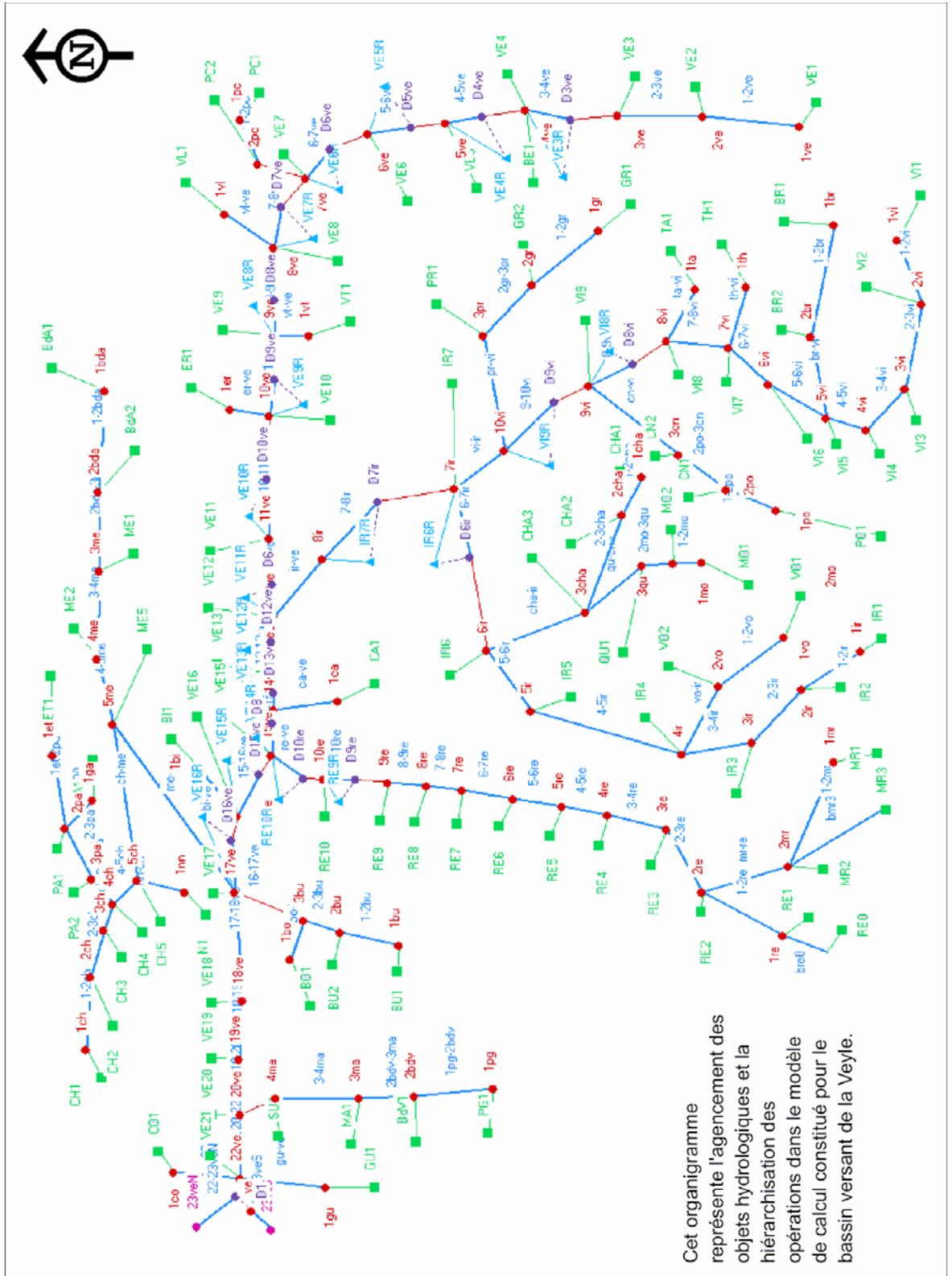
Chaque stade du cycle de l'eau y est représenté par un symbole particulier.

C'est ainsi que le modèle intègre :

- La transformation de la pluie brute en ruissellement et infiltration ,
- La propagation des ondes de ruissellement le long des canaux,
- Les échanges entre les canaux et les zones d'épandage,
- Les confluences entre les canaux.

Pour chaque interface (amont et aval) des éléments du modèle, les résultats principaux sont les suivants :

- Les débits maximums atteints,
- Le temps d'apparition correspondant à ces débits maximums,
- Le volume total.



4.2. CALAGE DU MODELE HYDROLOGIQUE

4.2.1. Données historiques

Afin de valider les hypothèses de construction du modèle hydrologique, nous avons réalisé un calage des résultats obtenus pour un événement historique récent. C'est la crue de Mars 2001 qui a été retenue à cet effet car très récente et suffisamment importante pour permettre la comparaison de phénomènes observés avec les valeurs obtenus en fin de simulation.

Les éléments d'information collectés auprès de la Météorologie Nationale pour le mois de Mars 2001 sont synthétisés dans le tableau suivant :

Jour	Précipitations en mm					
	Mâcon	Bage-la-Ville	Baneins	Ceyzeriat	Marlieux	Moyenne
1 mars	1.0	3.0	0.0	1.4	2.0	1.5
2 mars	19.8	22.6	13.5	16.2	14.0	17.2
3 mars	15.8	12.8	9.5	13.8	9.2	12.2
4 mars	7.6	9.7	7.5	17.8	11.4	10.8
5 mars	0.0	0.1	0.0	0.0	0.2	0.1
6 mars	1.8	1.8	1.5	1.0	0.4	1.3
7 mars	6.6	11.6	20.7	11.2	10.8	12.2
8 mars	12.4	9.2	8.5	31.2	22.2	16.7
9 mars	8.6	8.7	5.0	7.4	5.6	7.1
10 mars	2.6	2.9	5.3	8.4	6.4	5.1
11 mars	2.8	3.3	8.2	5.0	3.4	4.5
12 mars	10.0	17.6	15.0	35.0	31.8	21.9
13 mars	1.4	4.6	1.7	3.0	1.0	2.3
14 mars	0.4	0.9	0.6	2.0	0.8	0.9
15 mars	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
16 mars	7.6	9.6	16.5	15.6	12.6	12.4
17 mars	9.4	6.8	18.0	17.0	17.0	13.6
18 mars	1.4	1.5	0.5	1.8	0.8	1.2
19 mars	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20 mars	8.6	11.5	8.2	11.2	7.6	9.4
21 mars	5.4	10.2	6.2	8.2	8.6	7.7
22 mars	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23 mars	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24 mars	0.6	1.3	3.3	1.2	0.4	1.4
25 mars	3.0	3.3	6.0	5.4	7.0	4.9
26 mars	0.0	0.1	0.0	0.2	0.4	0.1
27 mars	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28 mars	7.2	8.0	15.0	18.6	15.0	12.8
29 mars	1.0	0.9	1.2	5.8	1.4	2.1
30 mars	0.0	0.3	0.0	0.2	0.0	0.1
31 mars	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0

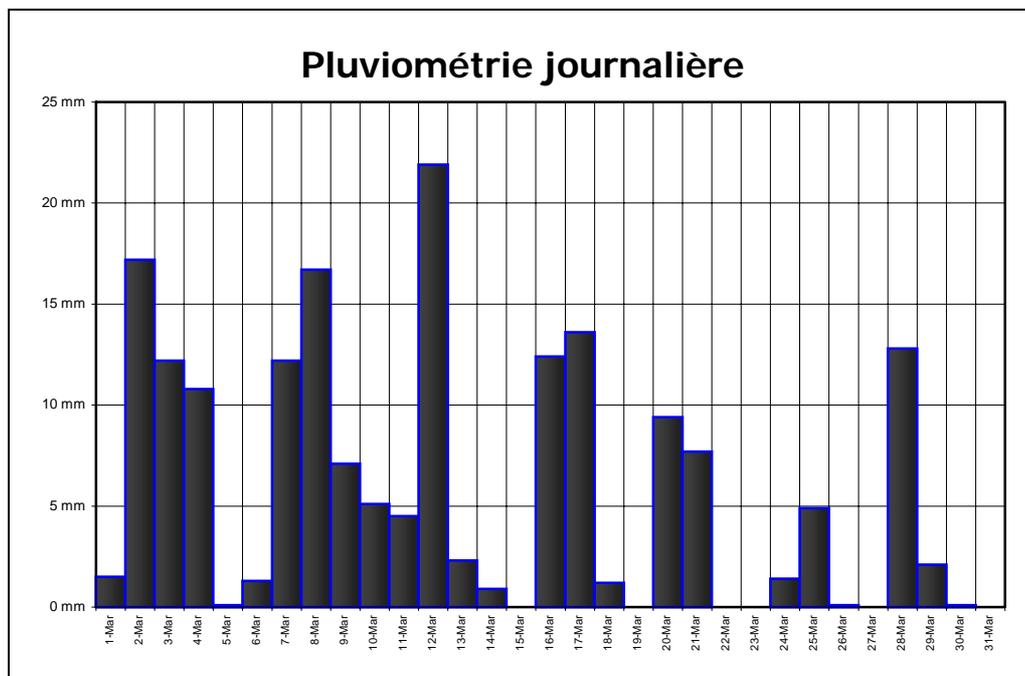
Comme indiqué, les relevés de pluie disponibles à l'échelle de l'ensemble du bassin versant sont constitués des totaux journaliers au droit des différentes stations météorologiques pour l'ensemble du mois de Mars.

Afin de faciliter le calage du modèle hydrologique, nous avons tenté d'estimer pour chaque sous bassin versant la pluie réellement tombée pendant le mois à partir d'une moyenne pondérée, fonction des positions des stations par rapport à chaque sous bassin versant.

Nous avons également pris comme hypothèse une pluie constante pour chaque jour de ce mois. Ne disposant pas de données suffisamment détaillées, il aurait été donc difficile de déterminer la variation d'intensité de pluie survenue chaque jour.

L'approximation résultante dans les hypothèses de calcul peut sensiblement fausser les résultats du calage en débit de pointe (dans une moindre mesure pour les volumes ruisselés ou les amplitudes des crues).

Le graphique suivant représente donc la pluviométrie moyenne enregistrée au cours du mois de Mars 2001 sur le bassin versant de la Veyle :



Si on analyse synthétiquement cette pluviométrie, il apparaît que toutes les valeurs enregistrées sont inférieures à la pluviométrie journalière de fréquence 2 ans (cf tableau des valeurs caractéristiques de pluie). Il en est de même pour des durées supérieures (48 ou 96 heures).

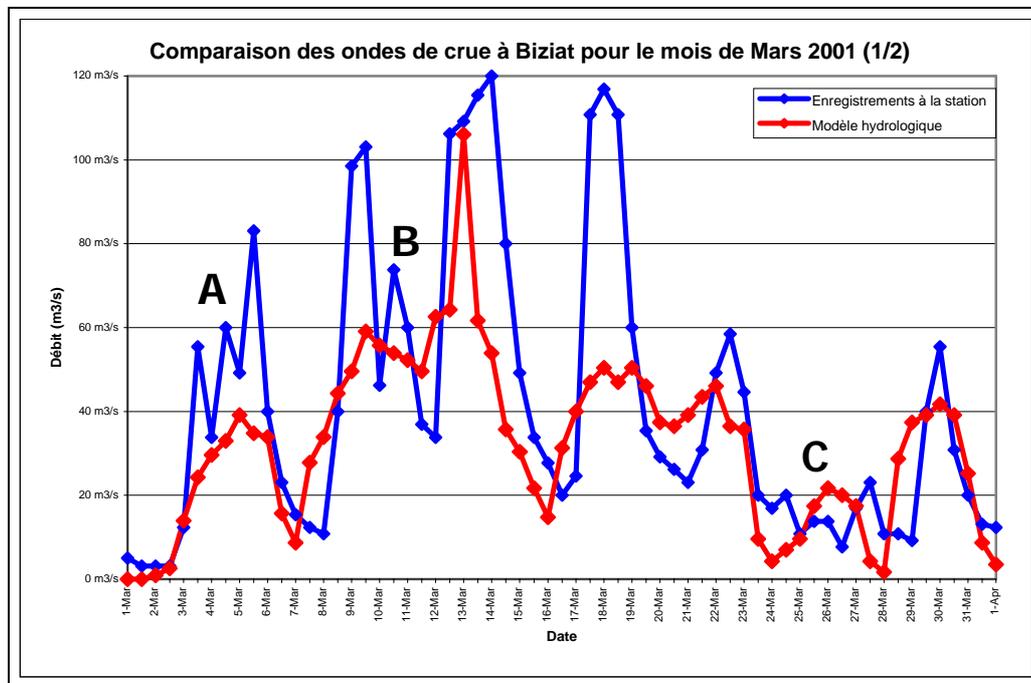
C'est donc la succession de petites pluies qui a noyé progressivement les sols du bassin versant jusqu'à provoquer une crue moyenne sur l'ensemble de la basse vallée de la Veyle, pour le dernier petit épisode pluvieux de la série.

En ce qui concerne les relevés de débit permettant de valider le calage obtenu in fine, nous avons pu collecter quelques informations concernant les débordements constatés et recueilli les relevés aux stations de mesure des débits de la DIREN Bourgogne (situées à Biziat et Lent).

A chaque simulation de calage, nous avons donc confronté les ondes de crue générées par le modèle hydrologique avec les observations et analysé les différences, jusqu'à obtenir un ensemble cohérent de paramètres hydrologiques.

4.2.2. Résultats du calage

Les résultats optimums du calage au droit de la station de Biziat sont représentés sur le graphe suivant :



La correspondance des courbes de débit n'est pas satisfaisante. Même si elles présentent globalement les mêmes allures et amplitudes, les deux courbes présentent beaucoup de disparités.

En fait, les relevés de débit à la station de Biziat ne sont pas d'une précision satisfaisante car cette station est sous l'influence directe d'ouvrages hydrauliques proches. Ces derniers "faussent" l'enregistrement des hauteurs d'eau lors de leur manipulation.

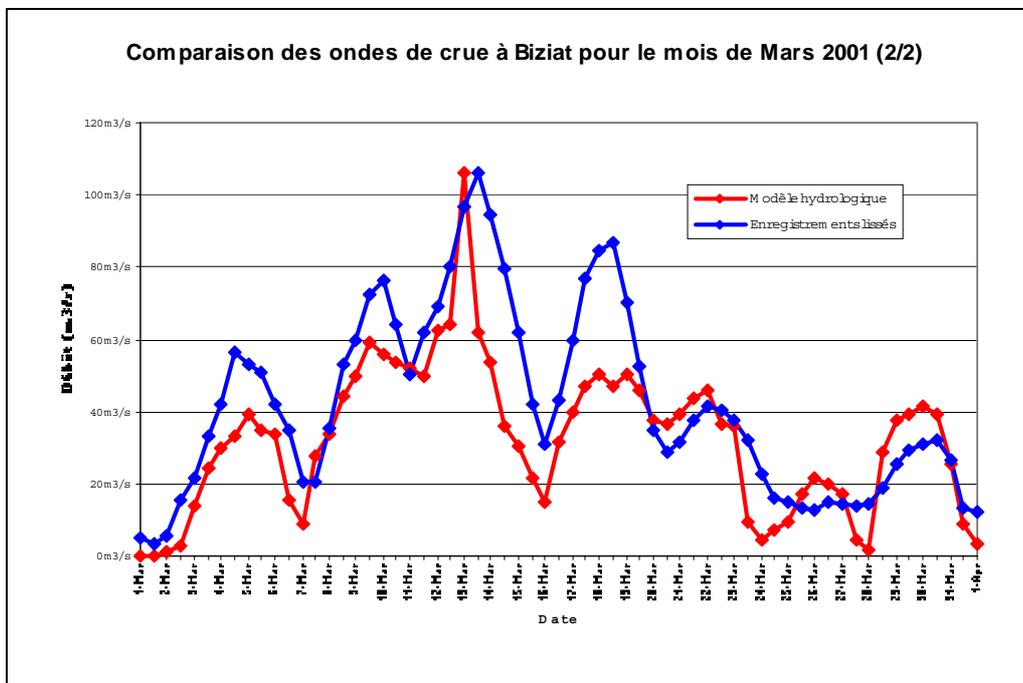
De surcroît, la DIREN a prévu de la déplacer sur un secteur non influencé afin d'améliorer à l'avenir la qualité des mesures effectuées.

Cet état "influencé" est confirmé par les variations brusques et désordonnées des débits (cf points A, B et C sur le graphe).

Nous avons néanmoins tenté de « gommer » ces enregistrements erratiques en appliquant une fonction simple de lissage arithmétique aux enregistrements de la station de Biziat.

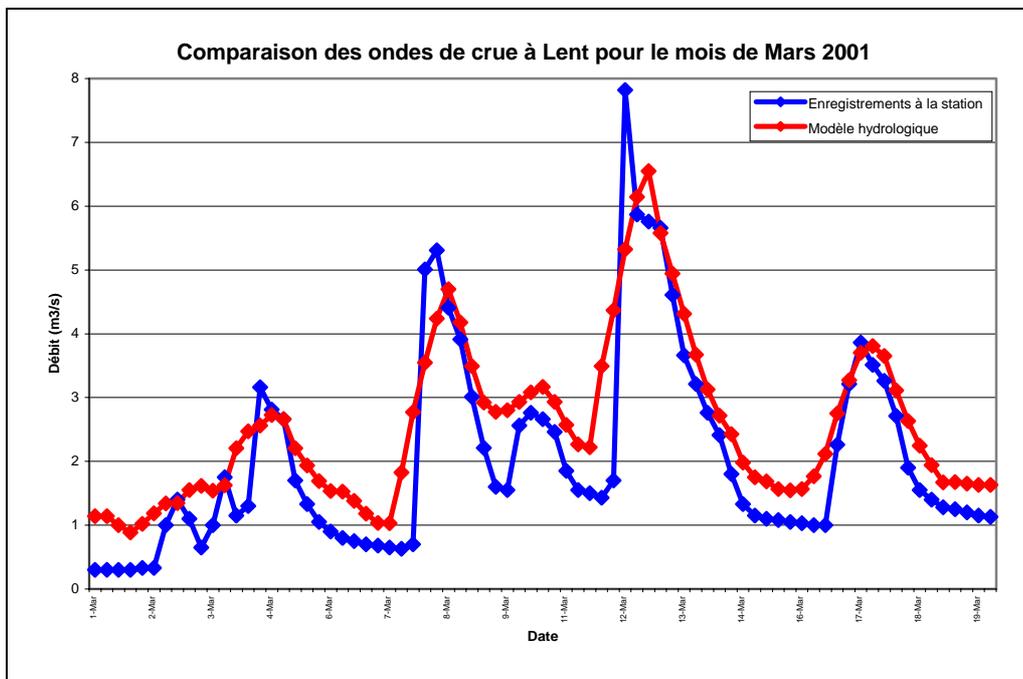
Cette manipulation permet de minimiser les variations brusques de débit sans relations particulière avec la pluviométrie tombée peu auparavant sur le bassin versant.

Le résultat de ce lissage est représenté sur le graphe suivant :



Après lissage, on obtient donc une courbe d'évolution des débits beaucoup plus proche des résultats du modèle hydrologique.

Sur la station de Lent, les résultats obtenus sont plus cohérents comme le montre le graphe suivant :



5. SIMULATIONS HYDROLOGIQUES POUR LES FREQUENCES REMARQUABLES

5.1. PREAMBULE

Le modèle hydrologique calé a été mis en œuvre pour estimer le ruissellement généré pour des pluies de fréquence d'apparition remarquable.

Ces fréquences se répartissent de la manière suivante :

- Pluie biennale,
- Pluie quinquennale,
- Pluie décennale,
- Pluie centennale.

La méthode employée pour déterminer les conditions hydrologiques les plus péjorantes a consisté à simuler le fonctionnement du bassin versant pour différentes durées de pluie comme indiqué :

- 2 heures,
- 4 heures,
- 6 heures,
- 12 heures,
- 18 heures,
- 24 heures
- 48 heures.

L'analyse des résultats obtenus permet d'identifier à posteriori ces conditions hydrologiques donc les caractéristiques des pluies correspondantes.

En fait, pour une même occurrence d'apparition (2, 5, 10, ou 100 ans), la réponse à une pluie donnée de chaque sous bassin versant dépend directement des caractéristiques de celle-ci.

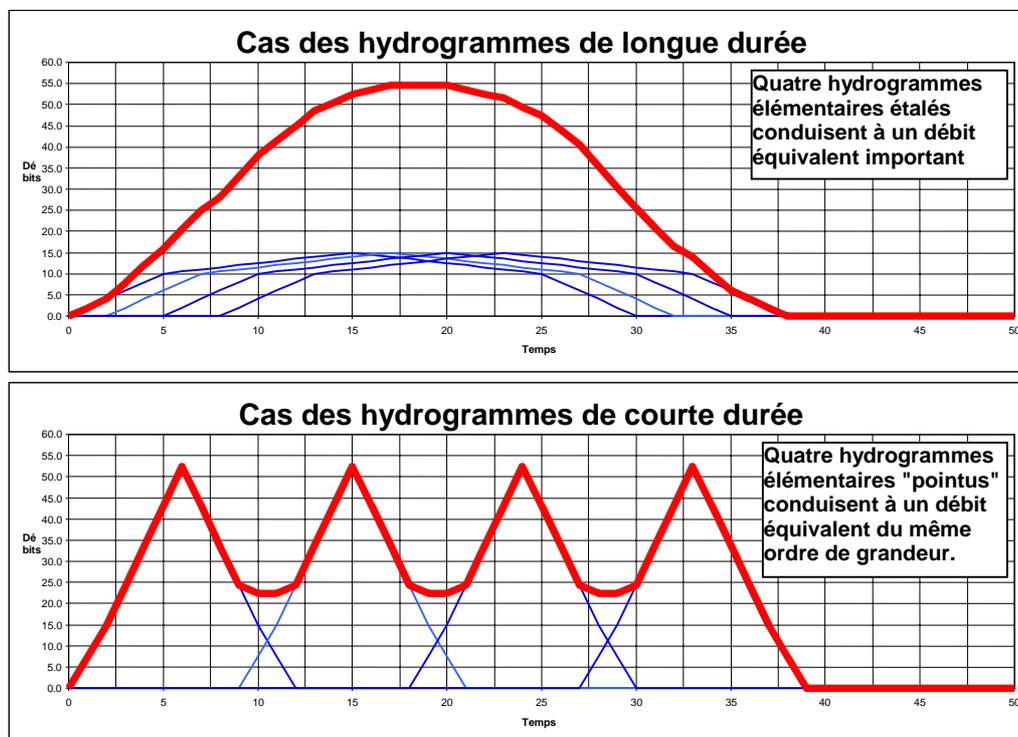
- Pour une pluie intense de courte durée, le débit généré est maximal mais de courte durée ;
- Pour une pluie moyenne de longue durée, le débit généré est moins important mais dure plus longtemps.

Cette réponse est en fait directement reliée au temps de concentration.

Un sous bassin versant ayant un temps de concentration court, réagira très rapidement à toute pluie considérée.

A l'échelle d'un bassin versant composite comme celui de la Veyle, la traduction de cet état de fait doit de surcroît intégrer les effets induits par le réseau hydrographique.

Comme illustré par les deux graphiques suivants relatifs à des cas extrêmes, l'expérience montre que ce sont généralement les pluies de durée plutôt longue qui conduisent à un débit maximum sur les plaines situées dans les parties aval d'un bassin versant.



5.2. PRINCIPE DE CONSTITUTION DES PLUIES DE PROJET

Les pluies sont des phénomènes complexes, de forme et de comportement très variables. Les enregistrements sur certaines stations météorologiques automatisées (: en général une par département) permettent de les analyser statistiquement et d'en retirer des lois permettant de décrire leur caractéristiques principales.

Pour cela, il est nécessaire de disposer de mesures de pluies pour des durées variant de quelques minutes à plusieurs jours. Ces données se présentent sous la forme de tableaux récapitulant la hauteur de pluie, la durée de l'événement et sa fréquence d'apparition.

Dans le cas présent, nous avons exploité les relevés pluviométriques de la station de Charnay les Mâcon gérée par la Météorologie Nationale.

C'est en effet la seule station de mesures de pluie proche comportant suffisamment de données pour en déduire des lois statistiques robustes, permettant de ce fait de constituer des pluies de projet fiables.

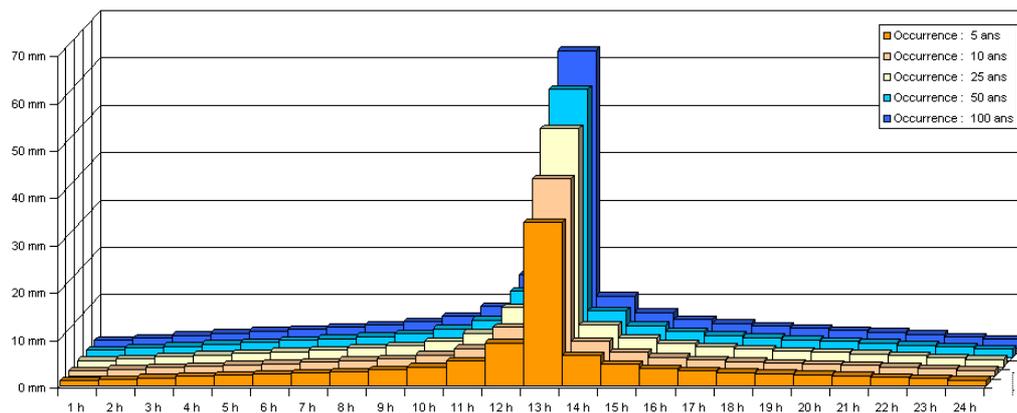
A partir de ces relevés, nous nous sommes appuyés sur la méthode SOCOSE développée par le CEMAGREF pour établir les pluies de projet relatives aux durées et occurrences retenues pour l'étude.

Cette méthode permet de constituer des événements de pluie synthétique regroupant les principales caractéristiques des observations collectées.

5.3. LES PLUIES DE PROJET

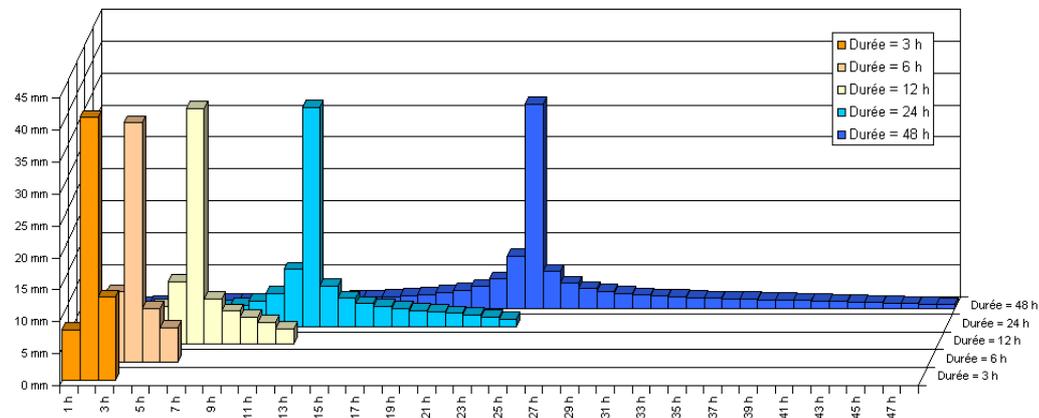
Le graphique suivant présente les différentes pluies constituées pour une durée identique et quatre occurrences différentes :

Pluies de projet de durée 12 heures



Inversement, pour une même fréquence d'apparition (ou occurrence), les pluies de projet se présentent de la manière suivante :

Pluies de projet d'occurrence 5 ans



Les caractéristiques détaillées de ces pluies de projet sont présentées en annexe 3.

5.4. LES RESULTATS OBTENUS

Comme indiqué précédemment, les résultats obtenus se composent principalement des débits de pointe, temps de pointe et volume total en chaque point de calcul du réseau décrit par le modèle hydrologique. Cela représente une masse d'information non négligeable difficilement présentable en l'état.

Afin de ne pas alourdir la présentation et l'analyse de ces résultats, nous avons retenus 17 points de calcul particuliers (ou "points de contrôle") pour lesquels des tableaux de synthèse ont été établis.

Ces résultats sont récapitulés pour les différentes occurrences en annexe 4.

Les débits maximums obtenus à l'exutoire sont donc les suivants :

- Pour la pluie d'occurrence 2 ans : $Q_{max} = 100.2 \text{ m}^3/\text{s}$,
- Pour la pluie d'occurrence 5 ans : $Q_{max} = 158.4 \text{ m}^3/\text{s}$,
- Pour la pluie d'occurrence 10 ans : $Q_{max} = 193.8 \text{ m}^3/\text{s}$,
- Pour la pluie d'occurrence 100 ans : $Q_{max} = 306.6 \text{ m}^3/\text{s}$,

Ils correspondent tous à une pluie de durée égale à 48 heures.

Plus en amont sur le bassin versant, l'obtention d'un débit maximum pour une durée de pluie a tendance à varier beaucoup selon les points de contrôle et notamment de leur position par rapport aux extrémités amonts des bassins versants.

En effet, plus le point de contrôle est situé à l'amont du bassin versant et plus la durée de pluie correspondant au débit maximum a tendance à diminuer.

Plus le position du point de contrôle tend vers l'exutoire du bassin versant et plus l'obtention du débit maximum semble dépendre de plusieurs paramètres ayant une action conjointe (effets combinés des amortissements dans les zones d'épandage le long de chaque vallée et des arrivées intermédiaires de débit).

Le graphique de la page suivante présente l'évolution d'amont en aval des débits de pointe de crue le long de la vallée de la Veyle pour la crue d'occurrence 10 ans.

Ce graphique montre qu'en amont de la confluence avec l'Irance, la combinaison des arrivées d'eau et des amortissements par surverse vers les zones d'épandage se compensent.

En aval de cette confluence, les arrivées d'eau sont trop importantes pour être gommées par l'amortissement en plaine inondable.

En terme de débits spécifiques, les valeurs tendent à croître en fonction de l'occurrence de pluie étudiée. Ces débits spécifiques varient de 100.0 l/s/km² pour l'occurrence 2 ans à près de 500.0 l/s/km² pour les pluies d'occurrence 100 ans.

5.5. EXPLOITATION DU MODELE HYDROLOGIQUE POUR DES SITUATIONS PARTICULIERES

5.5.1. Impact de l'urbanisation

Le niveau d'urbanisation du bassin versant de la Veyle est globalement négligeable. Il ne représente qu'une infime partie de la surface totale du bassin versant.

De plus, la propagation des débits ruisselés originaires de ces zones urbanisées est noyé rapidement dans les multiples arrivées d'eau "naturelles" débouchant dans la vallée de la Veyle.

Enfin, la configuration maillé du réseau hydrographique aval atténue très rapidement les variations brusques de débit de ruissellement propre à ces zones urbanisées.

Les effets de cette urbanisation sur le régime des eaux sont variables selon l'occurrence de pluie considérée (pluie quinquennale ou pluie centennale) et la localisation du point de comparaison (aval immédiat des zones urbanisées ou bief principal de la Veyle dans la vallée).

L'évaluation des impacts a été réalisée en modifiant substantiellement le niveau d'imperméabilisation des sous bassins versants les plus urbanisés.

Ces zones concernent près de 18 sous bassins versants sur 102 soit une surface totale de l'ordre de 14.75 hectares (soit 2.2 % de la surface totale du bassin versant)

A partir d'une hypothèse de travail de doublément de ces surfaces urbanisées, les simulations hydrologiques conduisent à des résultats globalement très proches de celles correspondant à la situation actuelle.

Dans la vallée de la Veyle, les augmentations des débits de pointe sont négligeables voire nulles, quelquesoient les durées de pluie et leur occurrences.

Les seuls impacts quantifiables sont localisés à l'aval immédiat des zones urbanisées situées en dehors de la vallée de la Veyle (sur les plateaux principalement et sur les petits thalwegs).

Sur ces secteurs, les débits de pointe sont quasiment multipliés par un facteur 3.5 à 4 !

L'impact de ces débits supplémentaires ne devra donc être important que sur les biefs et ruisseaux collectant ces zones urbanisées et se déversant dans la vallée de la Veyle.

Les terrains situés à proximité de ces ruisseaux seront donc le théâtre d'une forte augmentation des risques d'inondation, pouvant conduire à des mises en danger si ces terrains sont en partie occupés par des habitations.

Ces zones situées en aval des principales implantations urbaines devront donc être sujet à une attention toute particulière si les enjeux le nécessitent. L'urbanisation devra être compensée préférentiellement par la mise en place d'importants bassins de rétention , dimensionnés pour une occurrence de pluie plus que décennale.

5.5.2. Impacts des activités agricoles

5.5.2.1. Le drainage agricole

Comme le montre le tableau de la page suivante, les communes du bassin versant de la Veyle où l'on observe une augmentation sensible du drainage des terres agricoles sont nombreuses.

Entre les deux recensements agricoles, on observe en moyenne un doublément des surfaces équipées en système de drainage avec des disparités importantes entre les différentes communes du bassin versant.

A ce jour, les impacts du drainage agricole ont fait l'objet de plusieurs recherches basées soit sur l'observation du fonctionnement hydrologique de parcelles spécifiques soit sur l'analyse des mesures aux stations hydrométriques situées sur des bassins versants particuliers.

Si l'étude des parcelles spécifiques a permis de démontrer qu'il y avait une relation directe entre la densité du réseau de drainage et la réactivité du ruissellement aux pluies tombées, ces recherches n'ont pas abouti à des résultats probants en ce qui concerne les impacts globaux à l'échelle des bassins versants.

C'est pourquoi le débat entre partisans et opposants au drainage reste d'actualité.

Dans le cas présent, nous avons tenté d'exploiter le modèle hydrologique mis au point pour essayer d'appréhender ces effets à grande échelle. Pour cela, nous nous sommes appuyé sur la prise en compte du temps de concentration dans l'évaluation du ruissellement sur chaque sous bassin versant.

Le principe retenu repose sur deux idées maitresses :

1. La réactivité d'une parcelle ou d'un ensemble homogène de parcelles (un sous bassin versant) est en relation étroite avec la valeur du temps de concentration correspondant, facteur essentiel de la modélisation hydrologique.
2. Le taux de surface drainée est directement proportionnel à ce temps de concentration. Toute augmentation de "X" % de ce taux se traduira par un raccourcissement de moitié équivalent du temps de concentration.

Cette méthode n'est pas parfaite mais elle permet d'appréhender ce que pourrait être les conséquences probables de cette augmentation des surfaces drainées.

L'évolution moyenne de ce taux de drainage entre les recensements généraux agricoles (1988 et 2000) est de l'ordre de 100 % à 110 %.

Si l'on poursuit sur les dix prochaines années le même taux de progression, les temps de concentration des sous bassins versants concernés diminueront donc de moitié pendant la même période.

Pour estimer le ruissellement correspondant à cet « état futur », le modèle hydrologique constitué a donc été mis en oeuvre avec des temps de concentration diminués de moitié.

Les simulations ont porté exclusivement sur l'occurrence décennale car celle ci est à la charnière entre les événements pluvieux couramment observés et ceux que l'on qualifie "rare à exceptionnels". Les pluies correspondantes à cette occurrence sont donc juste suffisantes pour saturer les sols et provoquer une propagation perceptible jusqu'à l'exutoire.

Les résultats synthétiques sont récapitulés en annexe 6.

La courbe de la page suivante représente l'évolution des impacts de cette évolution du drainage sur les débits de pointe de crue, d'amont en aval le long de l'axe de la vallée de la Veyle.

Ces impacts vont en diminuant d'amont en aval. En effet, les perturbations générées en amont ont tendance à être "gommées" lors de la propagation des crues le long de la plaine de la Veyle, au travers des multiples biefs qui composent le réseau hydrographique.

Jusqu'à la commune de Polliat (légèrement en amont de la confluence avec l'Irance), l'augmentation des débits est significative. Elle conduit nécessairement à une augmentation des risques d'inondation pour une même occurrence de crue.

Il en est de même sur les différents affluents de la Veyle jusqu'à leur arrivée dans la vallée.

En aval de la confluence Irance-Veyle et jusqu'à l'exutoire, les effets dus à la propagation dans le réseau hydrographique redeviennent prépondérants et l'impact du drainage n'est plus aussi marqué que sur l'amont.

Compte tenu du niveau de risque d'inondation existant (comme le montrent les calculs hydrauliques réalisés par ailleurs), cette augmentation des débits de pointe de crue ne peut être considérée négligeable.

La solution pour une maîtrise des effets potentiels de cette progression du taux de drainage reste donc à définir. Les réglementations actuelles ne permettent pas simplement d'en contrôler l'évolution.

Néanmoins, à l'échelle de l'ensemble du bassin versant, le Syndicat de la Veyle pourrait user de son influence et s'appuyer sur ces premiers résultats pour obtenir une meilleure concertation entre les agriculteurs à l'amont et les habitants des zones en aval. Le principe de cette concertation aurait pour objectif de limiter les risques occasionnés sur les zones urbanisées en favorisant la mise en place d'ouvrage tampon en aval des zones intensément drainées.

5.5.2.2. Impacts de l'évolution des pratiques agricoles

Parmi tous les facteurs qui influent sur le fonctionnement hydrologique d'un bassin versant, les pratiques agricoles entrent directement dans les estimations des paramètres qui conditionnent le ruissellement.

La couverture végétale moyenne propre à chaque type de pratique agricole est un élément clé de la définition des coefficients définissant les caractéristiques du ruissellement.

Le tableau suivant présente quelques valeurs clés relatives notamment aux pratiques agricoles existantes sur le bassin versant de la Veyle :

Type d'occupation du sol	Coefficient minimum	Coefficient maximum
Forêt	CN = 45	CN = 55
Surfaces enherbées, oléoprotéagineux, légumes	CN = 60	CN = 65
Maïs	CN = 65	CN = 75
Vignes	CN = 80	CN = 90
Zones densément urbanisées	CN = 90	CN = 100

Sur le bassin versant de la Veyle, ces coefficients ont été fixés en fonction des données cartographiques fournies par l'IGN, des relevés de terrain (types de sols), des pratiques agricoles (définies à partir des RGA) et des études antérieures.

Les derniers recensements agricoles mettent en lumière une évolution des pratiques agricoles significative qui peut à terme influencer la définition de ces paramètres hydrologiques.

Sur la base des deux derniers recensements, nous avons établi par extrapolation linéaire une estimation sommaire à l'horizon 2010 de la typologie simplifiée des pratiques agricoles actuelles.

A partir des relations entre les pratiques agricoles actuelles et les coefficients de ruissellement, nous avons estimé l'évolution de ces coefficients de ruissellement selon la même méthode d'extrapolation.

Des simulations hydrologiques ont été réalisées pour les pluies d'occurrence 10 ans et analysées pour mettre en lumière les modifications pouvant survenir sur l'hydrologie du bassin versant de la Veyle.

On observe une augmentation importante des débits maximum de ruissellement sur l'amont du bassin versant, à l'instar de ce qui a été observé pour le développement de l'urbanisation ou du drainage. Néanmoins, l'effet d'amortissement induit par la configuration particulière de la plaine a conduit rapidement à une diminution des impacts générés au fur et à mesure de la propagation du ruissellement dans la vallée.

En aval de Mézériat, l'augmentation de débit induite par cette modification des pratiques agricoles ne représente plus qu'une faible part du débit maximum de la crue générée.

6. HYDROLOGIE DES ETIAGES

6.1. OBJECTIFS POURSUIVIS

Cette phase de l'étude a pour objet d'établir un bilan des ressources en eau disponibles en période d'étiage afin de poser les bases d'une meilleure gestion quantitative et qualitative de celles ci.

Une estimation quantitative des utilisations de l'eau (prélèvements et régime hydraulique des étangs) a donc été réalisée à partir des éléments d'informations fournis par le Syndicat.

Les analyses des informations d'origine diverses ont été conduites sur un SIG afin de bâtir une base de données unique et synthétique facilitant l'étude des interférences des différents paramètres et la réalisation de cartes thématiques.

6.2. SYNTHÈSE DES DONNÉES

Outre les éléments cartographiques divers, les principales données collectées sur le sujet se répartissent comme suit :

- Bilan des pompages superficiels agricoles par la Chambre d'Agriculture en 2001 ;
- Bilan des étiages (estimation du QMNA5) par le SEMA (DIREN) en 2002 ;
- Recensements agricoles de 1998 et 2000.

Outre les données chiffrées de jaugeages, l'analyse réalisée par la DIREN concernant les caractéristiques générales de ces étiages laissent penser que cet aspect important de l'hydrosystème nécessiterait des investigations poussées pour en prendre la totale mesure.

En fait, à l'instar de la majorité des cours d'eau de la région, le fonctionnement lors des périodes d'étiage de la Veyle est complexe à appréhender. L'influence des étangs et des pompages sur les niveaux de la nappe reste mal connue.

En effet, les écoulements superficiels sont perturbés par les relations nappes / rivières et par la présence de nombreux étangs. Le débit de référence d'étiage ou QMNA5 est donc difficilement déterminé car l'analyse des jaugeages doit intégrer l'influence de la nappe (; c'est à dire l'éventualité d'une résurgence ou d'une perte) en amont du point de mesure.

6.3. INVENTAIRE DES UTILISATIONS DE L'EAU

6.3.1. Les pompages à vocation agricole ou industrielle

La principale utilisation de cette ressource est essentiellement destinée à des fins agricoles, soit pour l'irrigation soit pour l'alimentation du bétail. Le recensement des pompages existants a été réalisé sur la base des données mises à disposition par le Syndicat et par les services de l'État.

Après examen des recensements disponibles et des informations collectées, l'utilisation en vue de l'alimentation en eau potable (ex : champs captants de l'agglomération de Bourg-en-Bresse) ou à destination des quelques industries existantes ne représente qu'une très faible partie de l'ensemble des débits pompés. Elle n'a donc pas fait l'objet d'une analyse particulière.

6.3.2. Le cas particulier des étangs et plans d'eau

Du fait de leur utilisation à des fins piscicoles ou de chasse et de la complexité de leur mode de fonctionnement (organisation en cascade par groupe de plusieurs étangs, vidanges partielles ou complète d'une partie des étangs...), il est extrêmement complexe de définir exactement le rôle joué par ces retenues d'eau sur les étiages.

Néanmoins, nous avons défini en concertation avec les techniciens du Syndicat de la Veyle la configuration la plus probable, à l'échelle de l'ensemble de ces étangs.

Les hypothèses retenues dans le cadre de ce volet, sont donc :

- Tous les plans d'eau et étangs ont une profondeur moyenne de l'ordre de 80 centimètres.
- Pour tenir compte des vidanges régulières et de l'organisation du réseau d'étangs, on a considéré qu'à tout moment, pendant la période d'étiage, le tiers des étangs était à sec.
- L'évaporation moyenne pendant les trois mois d'été est de l'ordre de 12.0 mm/jour (valeur retenue sur la base de ratios moyens applicables à la région).
- Le niveau d'eau dans les étangs en fin de période d'étiage est équivalent à celui qu'il y avait en début de période.

Afin de comparer l'action des étangs avec les autres formes d'utilisation de la ressource en eau, nous avons donc estimé le débit continu nécessaire au maintien d'un niveau d'eau minimum dans chaque étang.

Pour chaque unité hydrologique, l'interprétation des données de base se traduit donc par les formules suivantes :

1. Lamé d'eau évaporée : $L = 12.0 \text{ (mm/j)} \times 90 \text{ jours} = 1.08 \text{ m.}$
2. Volume évaporé équivalent : $V = 1.08 \text{ m} \times [\text{Surface totale des étangs}].$
3. Débit évaporé équivalent : $Q = V / [\text{Durée de l'étiage soit 90 jours}].$

6.4. PRESENTATION DE LA METHODE D'ANALYSE

Sur la base de l'ossature des unités hydrologiques, la méthode employée consiste à établir pour chaque unité, un bilan des ressources et des besoins calculés en fonction des données ponctuelles sur un ensemble de points du réseau hydrographique.

La première étape a pour objectif de "spatialiser" les données de ressource, afin d'obtenir une estimation fiable de celle-ci pour l'ensemble des unités hydrologiques.

Habituellement, les calculs consistent donc à appliquer à toutes les unités situées en amont d'un point de mesure, le coefficient reliant le débit d'étiage et la surface captée totale.

Nous avons établi par exemple les coefficients suivants :

- Pour le Renon (36 l/s pour 102 km²) : $R = 0.353 \text{ l/s/km}^2.$
- Pour la Veyle aval (1.1 m³/s pour 490 km²) : $R = 2.245 \text{ l/s/km}^2.$

En sus des stations fixes de mesure des débits, ces ratios ont été extraits des campagnes de jaugeages menées par la DIREN.

Ils ont été appliqués sur les unités hydrologiques situées en amont de chaque point de jaugeage tant qu'il n'y avait pas de nouveau point de jaugeage.

Cette approche est volontairement simpliste mais une meilleure définition aurait nécessité de disposer d'un ensemble beaucoup plus conséquent de points de mesures "fiabiles" répartis sur le réseau hydrographique, ainsi que des informations sur les nappes d'eau souterraine (notamment l'interférence de celles ci avec les débits en rivière).

Sur le bassin versant de la Veyle, on dénombre 3 stations de mesure des débits en continu (: La Veyle à Biziat et à Lent, Le Renon à Neuville-les-Dames et le Vieux-Jonc à Buellas) et un réseau de 34 points de jaugeage répartis sur le bassin versant.

La seconde étape consiste à synthétiser les données concernant les différents modes d'utilisation de la ressource. Ce sont principalement les pompages (à vocation agricoles majoritairement) et les étangs (nombreux sur la partie amont du bassin versant).

Pour chaque unité hydrologique, la compilation des informations recueillies (surfaces des étangs, mode de gestion, positions et autorisations de pompage ...) permet d'estimer les besoins locaux. En sommant, on peut en déduire les besoins totaux sur l'unité hydrologique concernée.

En comparant les deux valeurs (ressources et besoins) sur SIG, on peut en déduire un ratio qui traduit la "pression" de l'utilisation de l'eau sur le régime naturel de la rivière.

Plus ce ratio est important, plus le régime est influencé, ce qui traduit un déséquilibre manifeste donc des perturbations potentielles sur l'écosystème.

6.5. LES RESULTATS CARTOGRAPHIQUES

Les cartes réalisées dans le cadre de ce volet sont regroupées en annexe 8.

Les thèmes traités sont les suivants :

1. Présentation des unités hydrographiques servant de base à la cartographie.
2. Localisation des étangs et plans d'eau existants.
3. Localisation des principaux points de pompage.
4. Variations du débit d'étiage de référence estimé par la DIREN;
5. Répartition spatiale des débits de pompage.
6. Répartition spatiale des ressources résiduelles.
7. Répartition spatiale du ratio Besoins/Ressource.

6.6. INTERPRETATION ET COMMENTAIRES

Compte tenu des simplifications volontaires dans la prise en compte des phénomènes et de la complexité de l'hydrosystème (difficilement appréhendable par le réseau de mesures existant), les conclusions et interprétations ne peuvent que donner une première idée sur les caractéristiques du régime d'étiage.

Pour disposer d'un outil plus opérationnel, il conviendrait de compléter et affiner les calculs réalisés par une étude hydrogéologique de la nappe alluviale et une analyse détaillée des modes de fonctionnement des étangs présents sur le bassin versant amont.

L'analyse des cartes et le croisement des informations permet néanmoins de mettre en lumière quelques tendances spécifiques à la situation actuelle des étiages sur le bassin versant.

Les principaux points de pompage sont en majorité localisés sur la partie centrale du bassin versant. Ces unités correspondent aux communes de Buellas et Polliat ainsi que plus en aval les communes de Biziat et Perrex. La carte de répartition des débits pompés retranscrit cet état de fait.

La localisation des étangs (majoritairement localisés sur l'amont des bassins versants du Renon et du Vieux-Jonc) influe directement sur le résultat obtenu pour la carte de répartition des ressources drainées par ces mêmes étangs.

En comparant ces deux cartes de répartition, on note une complémentarité quasiment exacte des zones de plus fort besoin pour les débits de pompage et les étangs.

Les ressources résiduelles sont minimales à l'aval des bassins versants de l'Irance et du Vieux-Jonc ainsi qu'à l'exutoire du bassin versant.

La carte de répartition du ratio besoins / ressources est illustrative à plus d'un titre.

On y retrouve certaines des unités hydrologiques où les ressources sont minimales (Irance et Vieux-Jonc aval). Sur ces dernières, il y a conjonction de faibles ressources résiduelles et de besoins importants.

La carte met également en lumière deux grands ensembles :

- les unités où les utilisations de l'eau sont encore à un niveau acceptable vis à vis des ressources existantes (zones mentionnées en orange). Ce sont principalement les parties amont des bassins versants
- les unités où l'exploitation de la ressource atteint des niveaux préoccupants. Sur ces unités hydrologiques, ces déficits ont certainement des impacts multiples sur l'environnement. Ils représentent également des risques de pénurie en cas de situation de crise (zones mentionnées en jaune pâle). En partie centrale du bassin versant, ce sont les résurgences qui viennent renforcer les ressources superficielles et de ce fait atténuent le manque de ressources résiduelles.

7. FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE EN CAS DE CRUE DE LA VEYLE

7.1. LES PRINCIPAUX CARACTERES

La Veyle d'un longueur totale de 60 km environ possède 3 affluents majeurs en terme de linéaire : l'Irance (et son affluent le Vieux-Jonc) le Renon et le Menthon.

Originellement (c'est à dire avant les aménagements humains) les rivières du bassin versant de la Veyle étaient des rivières de plaine, peu pentues avec peu de courant et présentant de nombreux méandres. Elles devaient divaguer dans la plaine alluviale avec des évolutions latérales assez lentes.

La "mise en valeur" de l'énergie hydraulique par l'homme est depuis passée par là.

L'ensemble des cours d'eau a donc été profondément aménagé pour pouvoir exploiter au maximum cette ressource hydraulique.

Des travaux impressionnant pour l'époque (16 au 18^e siècle) ont été entrepris pour canaliser les cours d'eau, parfois les déplacer afin de mettre en place des moulins fonctionnant au fil de l'eau.

La Veyle et ses affluents ont ainsi comptés jusqu'à 100 moulins soit un moulin tous les deux ou trois kilomètres.

La morphologie des rivières a aussi été profondément modifiée.

Dans les années 1970, à l'image de nombreuses rivières françaises, la Veyle et ses affluents ont été curés et recalibrés à grande échelle. Le but de ces travaux était d'évacuer plus rapidement les crues pour limiter les débordements en zone agricole.

Aujourd'hui, le réseau hydrographique de la Veyle constitue un réseau de biefs interconnectés par des surverses latérales et contrôlés pour la plupart par un ouvrage hydraulique (seuil de moulin ou pont/passerelle).

Le fonctionnement de ce réseau en cas de crue est complexe du fait de son organisation mais également de la configuration en "toit" de la vallée.

Dès saturation d'un bief particulier, les débordements survenants vont être stockés dans des zones proches mais situées en contrebas des berges.

En cas de crue moyennement débordante (: pour les pluies d'occurrence 5 à 10 ans), il y a donc déconnexion du réseau hydrographique vis à vis de ces zones d'expansion de crue. Sur un même secteur, les niveaux d'eau en rivière seront maximums alors que sur les terrains proches les niveaux d'eau seront inférieurs.

Ce n'est que pour les occurrences rares (: 50 à 100 ans et plus), que les niveaux d'eau s'équilibrent du fait de l'ennoiement généralisé de la plaine.

7.2. PRINCIPES DE BASE

La description du fonctionnement de la Veyle en cas de crue a été réalisée à partir d'une modélisation hydraulique en régime transitoire sur la base d'un réseau maillé de biefs correspondants aux lits des cours d'eau et canaux existants et de zones de stockage interconnectées.

Le modèle constitué permet de prendre en compte les spécificités du réseau hydrographique de la Veyle que ce soit pour les faibles débits que pour les crues importantes.

L'outil de calcul employé est un modèle maillé dans lequel toutes les zones de stockages sont représentées par des casiers juxtaposés. Ainsi, sur la base d'un même outil de simulation, il a été possible d'évaluer les débitances des différents biefs et le fonctionnement de l'ensemble de la plaine lors des crues importantes.

7.3. LES DONNEES DE BASE

La constitution du modèle hydraulique s'est appuyée sur plusieurs types de données topographiques.

La principale source d'information est le résultat d'une campagne topographique diligentée par le Syndicat en 2001.

Les trois types de données issues de cette mission sont :

- Une photorestitution des points altimétriques de la vallée à la maille moyenne de 100 m² ;
- Des profils en travers de la vallée de la Veyle sur tout le linéaire compris entre la voie ferrée en aval de Pont de Veyle et Péronnas en amont ;
- Les photographies aériennes ortho-rectifiées de tous les terrains concernées par cette campagne de photorestitution ;

En sus de ces données, le Syndicat nous a communiqué :

- les fonds de plan cadastraux de toutes les communes concernées par le bassin versant ;
- les études antérieures ayant trait à cet aspect notamment l'étude réalisée en 1985 par la société Sud-Aménagement ;
- les repères de crue récents sur les secteurs inondés et au droit de certains ouvrages ayant fait l'objet d'une surveillance particulière ;
- un fond de plan topographique du débouché de la Veyle dans la plaine de Saône ;

Nous avons complété ces différents éléments par le relevé de près de 120 profils en travers des lits mineurs répartis sur les principaux bras du réseau hydrographique de la vallée, les principaux ouvrages ayant été rénovés depuis 1985 et quelques tronçons connus comme sensibles aux inondations sur les affluents de la Veyle.

7.4. CONSTITUTION DU MODELE

Les profils en travers d'origine diverses (ouvrages, profils relevés in situ, profils relevés par photorestitution) ont été intégrés à une base de données commune afin de disposer du même niveau de définition quelque soit la crue modélisée.

Les sections de passage sous les principaux ouvrages ont été décrites sous la forme de lois "hauteur d'eau/largeur de passage" et associées à une gamme de coefficients de perte de charge (en général 0.6 en entonnement et 0.8 en divergence).

Le modèle numérique de terrain de la basse vallée a été mis à contribution pour définir les lois "volume d'eau/hauteur d'eau" relatives à chaque zone d'épandage et aux échanges avec les zones adjacentes ou les cours d'eau proches.

Les niveaux de définition moyens du réseau hydrographique et des zones de stockage sont de l'ordre de un profil en travers tous les 100 mètres pour les premiers et une superficie moyenne de l'ordre de 75 hectares pour les seconds.

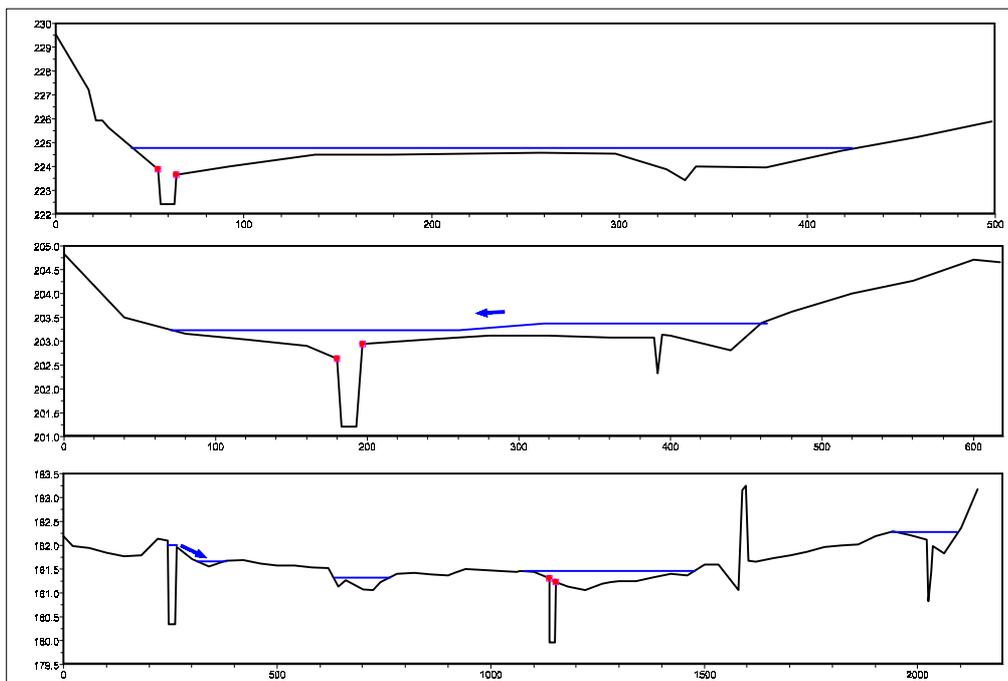
D'amont en aval, l'organisation du modèle entre les biefs et les zones de stockage a été définie en fonction de la morphologie de la plaine.

Sur la partie amont du bassin versant, le modèle est de type filaire composite. Les niveaux d'eau sont équivalents sur toute la largeur de la plaine.

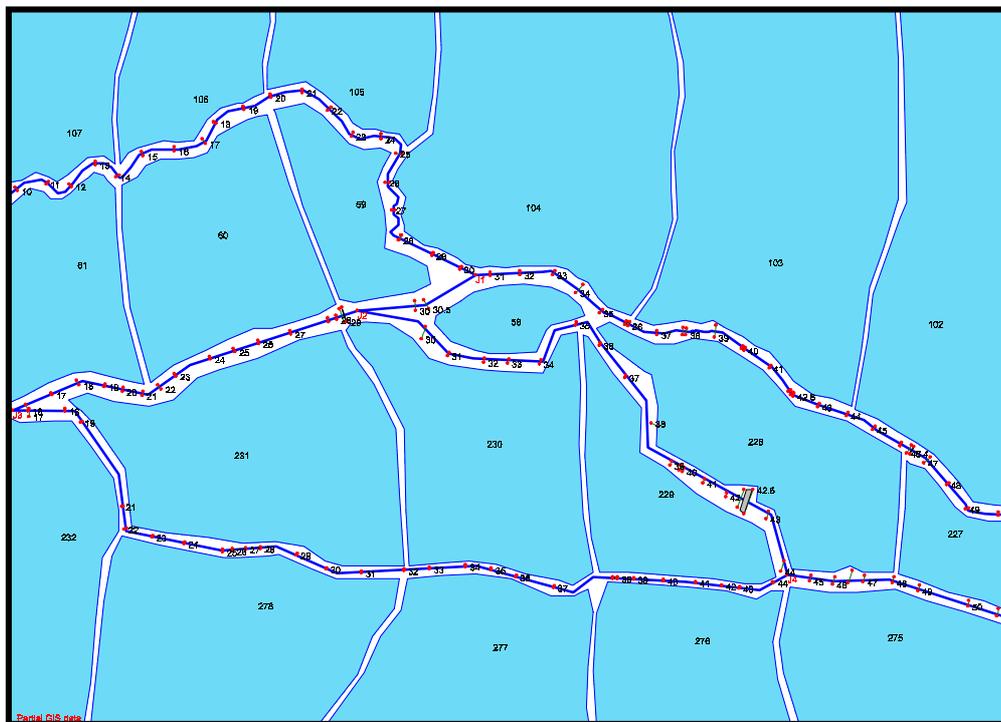
Sur la vallée médiane, les premiers biefs en surplomb de la plaine centrale induisent des niveaux légèrement différents selon les conditions hydrauliques sur chacun d'eux.

Sur la plaine aval, la multiplicité des biefs et des zones de stockage rend la définition des écoulements éminemment complexe. Le modèle hydraulique est alors constitué d'un réseau mixte de biefs d'écoulements (sections courantes et ouvrages hydrauliques) et d'un carroyage de casiers où l'on intègre principalement le stockage des volumes d'eau ayant débordé.

Ces trois situations types sont schématisées sur les coupes suivantes :



A l'extrémité aval de la plaine (sur les communes de Perrex, Vonnas ou Pont/Veyle), l'architecture du modèle se présente ainsi :



7.5. CALAGE DU MODELE

Le calage du modèle hydraulique s'est déroulé en deux temps.

Les bribes d'information relatives à la crue de Mars 2001 ont été mis à profit pour vérifier dans une première phase la coïncidence entre les observations et le modèle mathématique. Après ajustements des paramètres (coefficients de frottement, pertes de charge aux ouvrages, seuils de déversement lit mineur/lits majeurs ...), le modèle a été vérifié.

Une simulation de la crue de 1985 a été réalisée en complément de ce premier calage, sur la base des informations extraites du rapport Sud-Aménagement. L'analyse des résultats a été conduite en tenant compte du fait que la définition des débits survenus à l'occasion de cet événement n'est pas précise voire sensiblement approximative.

Les résultats mathématiques ne coïncident pas de manière satisfaisante sur plusieurs secteurs. Les éléments d'explication et l'interprétation des montrent que les différences sont situées principalement sur des secteurs vraisemblablement inondés par ruissellement depuis les coteaux ou les affluents.

7.6. RESULTATS OBTENUS

Les modélisations hydrauliques ont été réalisées pour les événements pluvieux les plus péjorants en ce qui concerne chaque occurrence de pluie.

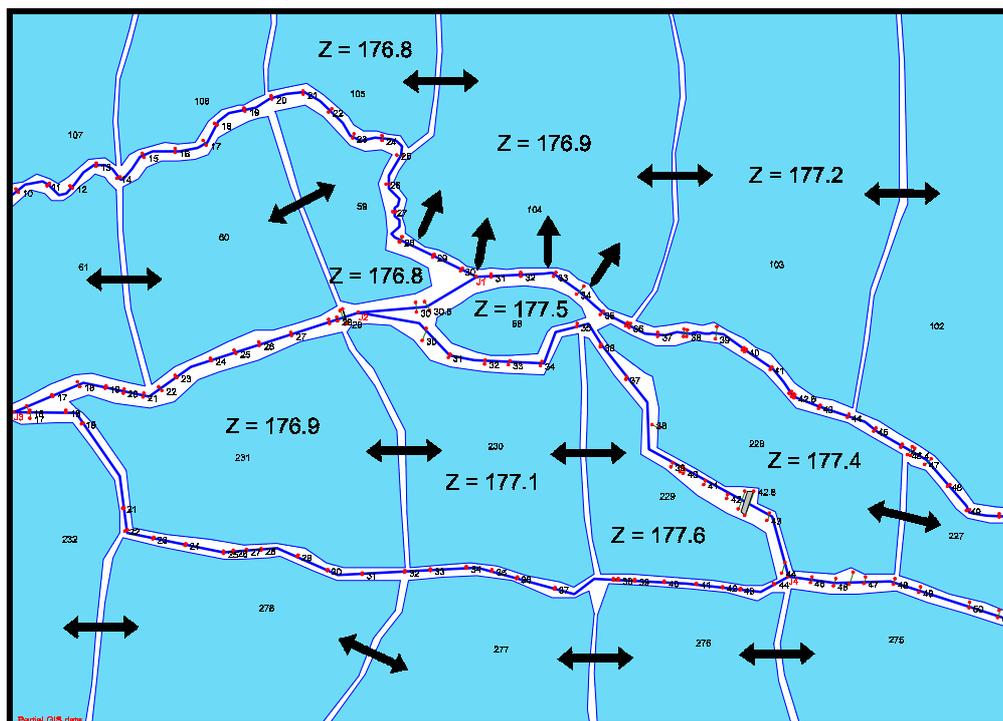
Les résultats bruts ont été exploités en vue de retranscrire pour chaque scénario l'emprise de la zone inondable concerné. En particulier, la cartographie de la crue d'occurrence centennale comprend également la délimitation des zones de hauteur d'eau homogène (par tranche de 1 mètre).

Sur chaque secteur, le modèle permet de retranscrire les circulations d'eau pendant toute la durée de la crue.

Les valeurs maximales de hauteurs d'eau sont quant à elles exploitées pour la délimitation des zones inondables.

Chaque simulation donne donc lieu à la constitution d'une masse importante d'information. Afin de faciliter l'exploitation des résultats, nous avons limité notre analyse à l'examen des hauteurs maximales et des zones d'échanges de débits principales.

Ce qui se traduit schématiquement ainsi :



7.7. ANALYSE ET COMMENTAIRES

Les cartes des zones inondables obtenues sont éminemment complexes à interpréter, compte tenu de la densité des biefs existants en parallèle et des multiples causes pouvant expliquer l'exposition d'une zone particulière à celles-ci. A la complexité des phénomènes de crues sur un bassin versant comme celui de la Veyle s'ajoute donc celle inhérente à la structure du réseau hydrographique.

Notre interprétation s'est donc principalement intéressée aux éléments caractéristiques de la dynamique des crues sur la plaine afin de tenter d'établir un panorama global de son évolution le long de la vallée depuis la commune de Peronnas en amont jusqu'en aval du franchissement sous la voie SNCF (dans la plaine de la Saône).

Tronçon 1 : Péronnas à Saint Denis les Bourgs

Lieux-dits : Limite amont de la topographie au franchissement de la RD936

La Veyle sur ce tronçon présente des sections d'écoulement homogènes.

Les zones inondables sont faiblement étendues latéralement (l'extension latérale moyenne pour la crue d'occurrence 100 ans oscille entre 50 et 100 m).

La crue d'occurrence 2 ans est en totalité contenue dans le lit, sans débordement.

La crue d'occurrence 5 ans est également contenue en totalité dans le lit.

La crue d'occurrence 10 ans ne déborde que sur un court linéaire d'environ 700 m en rive droite. L'extension est alors néanmoins limitée à quelques 200 mètres en moyenne.

Les arrivées d'eau des affluents de la Veyle sur ce tronçon particulier correspondent majoritairement à des biefs drainant des zones en majorité urbanisées (Péronnas, Bourg en Bresse).

La morphologie de la vallée et les pentes du lit conduisent en particulier à des vitesses d'écoulement pour la crue décennale en moyenne entre 2.0 et 2.5 m/s, pouvant atteindre 3.5 m/s ponctuellement. En cas de crue centennale, les vitesses sont du même ordre de grandeur mais plus régulièrement supérieure à 3.0 m/s.

La crue d'occurrence 100 ans concerne quant à elle une bande oscillant entre 150 et 250 mètres, de manière homothétique par rapport à l'emprise de celle de la crue décennale.

Le pont de la RD-936 en aval induit des pertes de charge faibles (10 cm pour la crue décennale et 40 cm pour la crue centennale). Il n'est donc pas un frein majeur à la propagation des crues.

Plusieurs habitations sont implantées sur le bord de la Veyle, en amont immédiat du pont de la RD-936. Elles subissent "de plein fouet" les débordements pour les crues d'occurrence plus que décennale. Du fait de leur position en bordure de la Veyle, il n'est pas à priori possible d'envisager une protection d'un coût compatible avec les enjeux.

Tronçon 2 : Saint Denis les Bourgs à Buellas

Lieux-dits : RD-936 au hameau de Loyasse

Les crues d'occurrence 2, 5 et 10 ans sont contenues dans le lit mineur. Le remous occasionné par la gravière de Saint Denis ne se traduit que quelques petits débordements pour la crue décennale, de manière très ponctuelle.

Immédiatement en aval de la RD-936, la crue d'occurrence 100 ans donne lieu à d'importants débordements en rive droite qui vont jusqu'à inonder la STEP de Péronnas et de Bourg en Bresse. Cette anse d'expansion latérale capte une part importante du débit de crue du fait des berges plus basses en rive droite sur cette zone.

En aval de cette zone d'expansion latérale, les débordements se font essentiellement en rive gauche et de manière régulière jusqu'à la gravière. En fait la gravière est à l'origine de ces débordements sur près de la moitié du linéaire par suite de la "cassure" induite sur la pente par le plan d'eau.

Tronçon 3 : Buellas à Polliat

Lieux-dits : Hameau de Loyasse au droit de la STEP de Polliat

La crue d'occurrence 2 ans est en totalité contenue dans le lit de la Veyle et de ses affluents.

La crue d'occurrence 5 ans présente quelques petits débordements dûs à des berges localement basses. C'est le cas notamment en rive droite sur le Marais du Vial. Du fait des pentes longitudinales qui tendent à baisser, les vitesses d'écoulement oscillent entre 1.0 et 2.0 m/s, ce qui est faible pour une crue.

La crue d'occurrence 10 ans présente quant à elle des débordements plus ponctuels au début du tronçon puis de plus en plus réguliers, aussi bien en rive gauche qu'en rive droite, à l'aval du hameau de Champvent.

La crue d'occurrence 100 ans présente quant à elle une zone inondable généralisée à l'ensemble des biefs et de la Veyle. L'inondation du marais du Vial est provoquée par les débordements depuis l'Iragnon et vraisemblablement par les sources du puits du Grolle situées à leur extrémité Est.

Deux éléments remarquables sont à citer. La STEP de Polliat ainsi que le hameau de Champvent (par suite de sa position sur une légère crête) sont hors zone inondable.

L'Irance présente une zone inondable étendue du fait des forts débits qu'elle prend en charge et de la configuration topographique des terrains sur cette zone de piémont. En effet, la topographie des terrains entourant le lit de l'Irance évolue rapidement d'une vallée relativement étroite de coteaux à une large plaine avec très peu de relief. Les écoulements de crue pour les crues d'occurrence 2 et 5 ans demeurent encore au sein du lit et de ses abords immédiat.

Tronçon 4 : Polliat à Mézériat

Lieux-dits : STEP de Polliat au pont de la RD-45.

Les crues d'occurrence 2 et 5 ans demeurent en quasi-totalité dans le lit des différents biefs hormis sur quelques secteurs très ponctuels où les débordements sont restreints à quelques bandes de terrain en bordure de rivière.

Au droit du moulin de Polaizé, les crues décennale et centennale génèrent une zone inondable en rive gauche s'étendant au travers des champs jusqu'au hameau de Grand Vernay pour cette dernière. Cette zone inondable est dû à l'insuffisance du pont de franchissement vis à vis des débits de crue . L'absence d'enjeux locaux en amont de cette route en fait naturellement un lieu propice à l'amortissement des ondes de crues.

En aval du moulin de Polaizé, la zone inondable par débordement depuis la Veyle en rive gauche tend à diminuer progressivement en étendue au fur et à mesure que l'on se rapproche du moulin de Monfalconnet.

En parallèle, l'Irance qui présente un axe d'écoulement parallèle, vient mêler ses eaux à celles de la Veyle d'abord au travers des biefs qui relient les deux lits pour la crue décennale puis sur des zones beaucoup plus vastes pour la crue centennale.

En fait, comme l'ont démontré les calculs hydrologiques (même s'il y a une survenance plus précoce de la pointe de crue pour l'Irance sur celle de la Veyle) les débits drainés par l'Irance sont équivalents à peu de choses près à ceux de la Veyle. La combinaison de ces importantes arrivées d'eau.

En fait, sur tout le linéaire où l'Irance et la Veyle sont en parallèle, il se crée des "décharges" latérales entre les deux rivières soit en amont d'un ouvrage au passage

restreint soit lorsque la topographie des terrains séparant les deux lits est en dessous des niveaux d'eaux de crue sur l'une ou l'autre.

Tronçon 5 : Mézériat

Lieux-dits : Franchissement de la RD-45 au moulin de Thuet

La crue d'occurrence 2 ans demeure dans le lit des différents biefs hormis en aval de la STEP sur quelques 200 mètres en rive gauche. Ces débordements sont le fait des berges basses et des pentes faibles. Du fait de la configuration, le site entre les Teppes et le hameau de Bassol semble receler tous les facteurs propices à une zone d'expansion favorable à l'amortissement naturel des ondes de crue.

Ces débordements sont naturellement plus importants pour la crue d'occurrence 5 ans et concernent un linéaire plus important. La zone inondable concerne toujours exclusivement la rive gauche de la Veyle.

La crue décennale provoque des débordements similaires (mais plus importants) sur ce même secteur. De plus, en amont du pont de Mézériat et par suite de la saturation de l'ouvrage, celle-ci provoque l'apparition d'une zone inondable en rive gauche sur des terrains peu pentus.

Entre le hameau des Teppes et le hameau de Bassol, les débordements sont généralisés et équivalents entre les deux rives.

En aval du hameau de Bassol et du fait du rapprochement de la voie ferrée, la zone inondable de la rive droite se restreint fortement. Les volumes d'eaux qui s'y trouvaient basculent progressivement vers le lit de la rivière et les terrains en rive gauche, vers le centre de la vallée.

Au niveau du moulin de Thuet, la Veyle présente vis à vis de la crue décennale une capacité suffisante et peu de débordements majeurs sont observés.

En ce qui concerne la crue centennale, les débits sur le tronçon compris entre les hameaux des Teppes et de Bassol se partagent pour moitié dans le lit de la Veyle et pour moitié sur les zones de débordement.

Le passage au droit du pont de Mézériat se traduit par une forte mise en charge et des débordements sur la chaussée. De ce fait, cette saturation de l'ouvrage provoque une forte inondation sur les terrains les plus bas situés en amont mais également en aval suite aux débordements sur la chaussée. Les circulations d'eaux sur les deux rives ont tendance à devenir équivalentes et représentent à peu de choses près la moitié du débit maximum de la crue.

En aval de Mézériat, même si les vitesses d'écoulement sont localement plus fortes qu'en amont (2.0 à 3.0 m/s dans le lit), les inondations demeurent importantes (500 à 600 mètres de large).

Les niveaux d'eau atteints conduisent même à l'inondation de terrains situés au delà de la voie ferrée jusqu'au pied du hameau des Frachets (de la même manière que pour la crue de 1983).

Au passage au droit du Pré des Moines et jusqu'au moulin de Thuet, l'équilibre des débits contenus dans le lit de la rivière et ceux ayant débordés est relativement constant.

Tronçon 6 : Vonnas

Lieux-dits : Moulin de Thuet au Moulin de Champagne

Même si un débordement ponctuel et limité est observé en aval du moulin de Thuet (Palonières), la crue d'occurrence 2 ans est contenue en totalité dans le lit des différents biefs de la Veyle sur ce tronçon.

Le même point de débordement limité est également observé pour la crue d'occurrence 5 ans. En aval, les débordements sont répartis sur les Bênes, les Plansonnas et les Bourasses (en amont de la confluence avec le bief d'Arçon). Néanmoins, au vu des petits débits débordés et des zones inondables générées (moins de 50 à 70 mètres de large), cela ne représente qu'une faible partie des débits de la crue.

La crue d'occurrence 10 ans donne lieu à la même répartition des débordements mais avec une ampleur supérieure. Le débordement en aval du moulin de Thuet (Palonières) est légèrement plus important mais conduit à une zone inondable beaucoup plus étendue, du fait de la confluence du bief drainant le marais de Génillon sur le versant sud de la vallée.

En rive droite, les débordements sont généralisés sur l'ensemble du tronçon mais les circulations d'eau ne représentent que 10 à 15 % des débits de crue. En fait, les vitesses d'écoulement sont très contrastées entre le lit de la Veyle ou des biefs (qui varient entre 1.5 et 2.0 m/s) et ces zones de débordement où les vitesses ne dépassent jamais 0.4 m/s.

Hormis au droit du hameau de Tremblet, la zone inondable pour la crue d'occurrence 100 ans est à peine supérieure à celle pour la crue d'occurrence 10 ans du fait de la topographie des terrains et des biefs venant confluer avec la Veyle.

L'influence du pont de franchissement dans Vonnas sur les niveaux d'eau atteints lors de la crue en amont conduit à ce que toute la basse plaine soit inondée avec de larges zones où les lames d'eau sont importantes. Cette zone est représentative de la succession de zones d'expansion donc d'amortissement qui jalonnent la plaine de la Veyle jusqu'à son exutoire, en Saône.

En aval de ce pont de franchissement, l'inondation des terrains est la conséquence conjointe des débordements depuis le lit de la Veyle mais tient également compte de la zone inondable potentielle dû à la confluence du Renon.

Tronçon 7 : Champagne/Vonnas au Moulin de Géal et à la scierie de Corsant

Lieux-dits : Moulin de Champagne au Gour des Parties

La crue d'occurrence 2 ans ne déborde qu'au droit de l'usine électrique de Péroux sur un linéaire d'environ 500 m et sur une faible largeur. Ces quelques débordements ne concernent qu'une partie minimale des débits de crue. Ils ont vraisemblablement comme origine une faible débitance hydraulique. Sur le reste du tronçon, de part et d'autres de ce secteur particulier, la crue d'occurrence 2 ans est totalement contenue dans le lit.

D'amont en aval, les premiers débordements pour la crue d'occurrence 5 ans s'observent à proximité des vannes et des franchissements situées au droit de Luponnas. Ces ouvrages représentent donc un frein aux écoulements comme observés de manière plus flagrante pour les crues plus importantes.

En aval de Grange Neuve et sur un linéaire de quelques centaines de mètres, d'importants débordements ont lieu en rive gauche.

Ces débordements s'étalent sur une largeur de 1.6 à 1.8 km et le volume d'eau représenté avoisine 5.0 Mm³. Cette zone de débordement est dû à la position perchée du lit de la Veyle par rapport aux terrains inondés. Les vitesses y sont en majorité inférieures à 0.2 m/s.

Si en amont de Luponnas la zone inondable pour crue d'occurrence 10 ans n'est pas très différente de celle de la crue d'occurrence 5 ans, elle présente en aval une configuration totalement différente. En effet, en aval de Luponnas, on se trouve dans une configuration typique de "plaine en toit" où le lit de la Veyle est perché par rapport au centre de la plaine (les Grandes Pièces ou les Chénérioux). Au delà de la saturation du lit de la rivière et de ses abords immédiats, tous les débits supplémentaires sont évacués vers le centre de la plaine et s'y répandent.

Dans le cas de la crue d'occurrence 10 ans, le lit ne peut contenir que 50% à 60% du débit maximum de crue, sur le tronçon considéré. Le reste est capté par les canaux et le bief Bourbon dans le centre de la plaine et drainé vers l'aval, selon un axe parallèle au lit de la Veyle.

Dans une bien moindre mesure, la zone inondable en rive droite joue le même rôle accentué par le blocage des écoulements ayant débordé à proximité de la scierie Corsant et contre la voie d'accès qui y mène.

A partir de la défluence Petite/Grande Veyle, les débits ayant débordé en amont depuis la Veyle sont captés et drainés vers l'aval selon un axe parallèle à celui du lit principal. Néanmoins, seuls 40 % des débits maximums de crue sont pris en charge par les différents biefs (Bief Bourbon : 10 m³/s, Petite Veyle : 25 m³/s et Grande Veyle : 35 m³/s).

La crue d'occurrence 100 ans présente une zone inondable similaire mais légèrement plus étendue que celle de la crue d'occurrence 10 ans. Si les débits entrant en jeu dans les différents flux sont sensiblement supérieurs, l'extension latérale de la zone inondable est limitée par les coteaux qui encadrent la basse plaine.

Au maximum de la crue, la zone inondable se présente sous la forme d'une vaste nappe qui couvre l'ensemble de la basse plaine. Le fonctionnement hydraulique de ce secteur est identique à celui mis en lumière pour la crue décennale.

Tronçon 8 : Moulin de Geai et Scierie de Corsant à Saint Jean sur Veyle

Lieux-dits :

La crue d'occurrence 2 ans est en quasi-totalité contenue dans le lit des différents biefs qui drainent la plaine. On observe ponctuellement une saturation et quelques débordements très limités.

La crue d'occurrence 5 ans correspond aux premiers débordements importants par suite de la saturation des biefs. Ces débordements ont lieu au droit du hameau des Rippes sur le lit de la Grande Veyle. Ils représentent un volume encore minime (de l'ordre de 160 000 m³), également répartis entre les rives gauche et droite.

L'inondation touche principalement des zones en contrebas des berges de la Veyle.

Tout le long de ce tronçon, les niveaux d'eau atteints sont proches des cotes de surverse vers les points bas de la plaine. Le partage des débits entre la Petite Veyle et la Grande Veyle est de l'ordre de 45 % et 55 %.

A l'instar de ce qui se passe sur le tronçon amont, la crue d'occurrence 10 ans présente une zone inondable couvrant la majeure partie de la basse plaine. Le laminage naturel des débits de crue sur les zones d'épandage situées à l'amont ne permet pas de contenir les débits restants au sein des lits mineurs de la Petite et la

Grande Veyle. De plus, les débits ayant débordés en amont ne peuvent rejoindre naturellement les abords des différents lits car ceux-ci sont en surplomb.

Au droit de Saint Jean sur Veyle, on observe un retour rapide des eaux ayant débordé en amont, favorisé notamment par une augmentation des capacités hydrauliques du lit de la Veyle et par le resserrement de la basse plaine.

Comme sur le tronçon précédent, la crue d'occurrence 100 ans donne lieu à un écoulement en nappe qui inonde toute la basse plaine jusqu'au bord des versants. Même si les écoulements sont très différenciés entre les lits des biefs et les zones inondables par les vitesses de propagation, les cotes d'eau atteintes sont comparables du fait des nombreux échanges transversaux d'eau tout le long de ce tronçon.

Au droit de Saint Jean sur Veyle, on observe le même resserrement de la zone inondable pour les mêmes raisons que pour la crue d'occurrence 10 ans.

Les niveaux d'eau atteints pour cette crue conduisent en particulier à des reflux potentiels de volumes d'eau au travers de l'ouvrage de passage sous la voie ferrée du lit du Menthon. Il s'ensuit donc une inondation des terrains compris entre cette voie ferrée et la RD-51b. L'inondation de cette enclave pourra également survenir pour d'autres configurations hydrologiques (crue centennale du Menthon lors d'une crue décennale de la Veyle).

Tronçon 9 : Saint Jean sur Veyle jusqu'à l'aval de la voie ferrée

Lieux-dits :

Ce tronçon regroupe plusieurs particularités qui rendent complexe son fonctionnement hydraulique en cas de crue. Il y a en premier l'influence de la Saône qui est perceptible jusqu'en amont de Pont sur Veyle avec des niveaux d'eau en cas de crue qui peuvent noyer la majeure partie de la plaine à l'Ouest de Pont sur Veyle et freiner considérablement l'évacuation des crues de la Veyle.

Les simulations hydrauliques réalisées dans le cadre de cette étude pour les crues d'occurrence 2, 5 et 10 ans ont été réalisées pour un niveau normal des eaux en Saône. Seule la propagation de la crue d'occurrence 100 ans a été réalisée en considérant une crue de Saône d'occurrence comparable (à savoir un niveau altimétrique maximal égal à 175.5 m NGF).

La crue d'occurrence 2 ans est en quasi-totalité prise en charge par le réseau de biefs qui quadrille la plaine, sans qu'aucun débordement ne survienne. La prise en charge des débits se fait préférentiellement par le bief situé au Nord de la plaine, passant par les moulins Prat et Chatan.

La crue d'occurrence 5 ans passe également en quasi-totalité dans le lit des différents biefs, avec quelques petits débordements très ponctuels en amont des ouvrages de franchissement dans le village de Pont sur Veyle. Les débits calculés par le modèle hydraulique après prise en compte des surverses survenues en amont sont en effet du même ordre de grandeur que pour la crue d'occurrence 2 ans.

La crue d'occurrence 10 ans génère une vaste zone inondable qui occupe une part importante de la plaine centrale. Les ouvrages des moulins et les franchissements sont en grande partie saturés. Ils provoquent de ce fait des surverses qui ont tendance à concentrer les eaux de crue vers le bras principal de la Veyle, au Nord de la plaine.

En aval de Pont de Veyle, les faibles pentes du lit principal mais également du ruisseau de Monbattant et du bief du Malivert se traduisent par une baisse des capacités de drainage des biefs et par d'importantes zones d'épandage des eaux de crue.

Compte tenu des amortissements successifs par surverse latérale et inondation de terrains enclavés sur la plaine en amont de Pont sur Veyle, les débits survenants au droit de la voie ferrée ne mettent pas les ouvrages en charge. Ils bloquent néanmoins l'écoulement vers l'aval des nappes d'eau s'étant formé sur la plaine.

Le passage de la crue d'occurrence 100 ans sur ce tronçon est en grande partie influencé par les niveaux en Saône.

De surcroît, la somme des capacités des différents biefs (lit de la Veyle, bief central et bief du Malivert) ne représente que 20 à 25 % du débit maximum de la crue sur ce secteur. La majorité du débit de la crue s'écoule donc en nappe sur toute la largeur de la vallée et sature tous les ouvrages de franchissement.

Le bief de Malivert ne récupère qu'une faible partie des débits de la vallée amont de la Veyle, du fait de sa position perchée.

8. DIAGNOSTIC HYDRAULIQUE GENERAL

8.1. CARACTERES GENERAUX SPECIFIQUES

Le bassin versant de la Veyle se caractérise par plusieurs spécificités qui influent à des degrés divers sur son fonctionnement hydraulique :

- En premier, la présence de nombreux étangs sur toute la partie supérieure du bassin versant représente un élément déterminant pour tous les régimes (de crue ou d'étiage). Les connaissances disponibles à leur propos sont peu nombreuses et incomplètes. Leur rôle est néanmoins sûrement déterminant.
- Le relief de la vallée en aval de Polliat est extrêmement plat. Seuls les voies de communication et les multiples biefs qui composent le réseau hydrographique structurent cette vallée. Le fonctionnement hydraulique en est donc fortement influencé. L'alternance de zones en dépression et de points hauts
- Le nombre d'ouvrages existants et leurs dimensions sont les témoins d'un riche passé en matière d'utilisation de l'énergie hydraulique sur le bassin versant. L'influence de ces ouvrages hydrauliques sur les écoulements demeure néanmoins névralgique malgré l'abandon d'une partie des activités qui en dépendait.

8.2. SYNTHESE DES TRAVAUX REALISES

8.2.1. L'hydrologie du bassin versant

Les modélisations hydrologiques du fonctionnement du bassin versant ont permis de mettre au point un outil permettant d'appréhender les principaux paramètres qui influent sur la génèse des crues.

Les résultats ont également mis en lumière le rôle majeur joué par le réseau hydrographique maillé et la morphologie très plane de la plaine. Ces deux éléments permettent de maximiser les effets d'amortissement lors de la propagation des crues vers l'exutoire.

En effet, les cas de figure hydrologiques étudiés (progression de l'urbanisation, du drainage et changement des pratiques agricoles) mettent tous en évidence l'action de tampon que joue le réseau hydrographique de la vallée (même si ce rôle n'est que grossièrement pris en compte dans le modèle hydrologique).

Les impacts mis en évidence sur l'amont du bassin versant sont maximums mais s'atténuent à mesure que l'on se place dans la vallée vers l'exutoire en Saône.

L'analyse des calculs hydrauliques réalisés par ailleurs a mis en lumière sur cette basse vallée, une situation particulière localement préoccupante. La configuration spécifique du réseau hydrographique (biefs en surplomb des terrains, freins constitués par les ouvrages hydrauliques, nombreuses zones d'eau morte) donne à cette vallée un important rôle d'amortissement du ruissellement amont.

Les zones inondables correspondantes aux différentes occurrences de pluie étudiées sont rapidement importantes mais varient peu entre les occurrences.

Pour l'occurrence décennale, on observe qu'il y a un grand nombre de bâtiments agricoles et quelques habitations inondés.

De plus, il existe un effet seuil dans le déroulement des inondations par suite des surverses successives par dessus les obstacles que sont les berges en surplomb, les voies de circulation et les talus divers existants. Chaque modification des débits de crue en un point particulier peut provoquer l'inondation subite d'une superficie importante de terrain situé derrière l'obstacle submergé.

Compte tenu de cette situation hydraulique particulière et de l'existence de zones sensibles aux inondations tout le long de la vallée, toute modification du ruissellement généré en amont peut provoquer une augmentation très importante des zones inondables dans la vallée.

A l'échelle de l'ensemble du bassin versant, l'analyse croisée des impacts générés par les trois phénomènes étudiés montre également que c'est l'urbanisation qui induit les plus faibles impacts.

Inversement, le drainage est un facteur prépondérant dans l'aggravation des débits en aval donc des risques d'inondation.

8.2.2. Les étiages

L'analyse des étiages a mis en lumière plusieurs idées fortes qui peuvent être résumées ainsi :

- Le niveau des ressources est très contrasté selon les unités hydrologiques donc les bassins versants considérés.
- Les pompages d'eau à vocation agricole ont une influence déterminante sur le niveau et la répartition spatiale des besoins ;
- L'influence des utilisations de l'eau croît à mesure que l'on "descend" le bassin versant avec des niveaux de débits influencés préoccupants sur la majorité de la plaine aval de la Veyle.

Au même titre que la nappe d'eau souterraine, cette analyse des étiages n'est pas exhaustive par manque d'informations et de mesures régulières.

Les résultats obtenus sont néanmoins préoccupants. L'exploitation de ces éléments d'information pourrait conduire à une remise en cause de la progression régulière des pompages en rivière.

Néanmoins, il faudrait compléter ce premier niveau d'analyse par des études hydrogéologiques ayant trait aux ressources en eau souterraine et aux interférences de la nappe avec la Veyle.

8.2.3. Les calculs hydrauliques

Les calculs hydrauliques réalisés ont permis d'analyser de diverses façons le fonctionnement du réseau hydrographique. Sur les quelques secteurs problématiques identifiés lors des reconnaissances de terrain sur les parties amont des bassins versants, les calculs ont permis d'évaluer les zones inondables et les risques qui en découle.

Les débitances des différents biefs sont extrêmement variables. Elles dépendent essentiellement des pentes d'écoulement imposées par les radiers des nombreux ouvrages hydrauliques existants.

8.3. RECENSEMENT DES POINTS PROBLEMATIQUES

En fonction des impacts et des nuisances générées, nous avons hiérarchisé les différents points problématiques relevés au cours des différentes investigations ou lors des calculs hydrologiques ou hydrauliques.

Au prorata des surfaces drainées, les résultats hydrologiques obtenus sont à peu de choses près similaires à ceux obtenus sur des bassins versants proches (ex : La Reyssouze). Il convient néanmoins de relever que le rôle joué par les étangs nécessiterait des investigations complémentaires pour préciser leur influence exacte aussi bien sur les risques d'inondation que sur les régimes d'étiages.

L'analyse des ondes de crue pour différentes occurrences et durée de pluie confirme les observations de terrain des riverains (arrivée des débits de pointe de l'Irance en avance sur ceux de la Veyle, durée des crues ...).

Compte tenu des débits résultants dans la basse vallée et des zones inondables pour de faibles occurrence de pluie, toute modification sur le bassin versant peut conduire à des modifications radicales du comportement hydraulique de la basse vallée. En fait, à l'instar des massifs karstiques pour les nappes d'eau souterraines, il y a un "effet seuil" qui tend à geler ces éventuelles modifications de la réponse de cette basse vallée aux changements en amont. Dès que le niveau "seuil" est dépassé, la moindre modification supplémentaire engendre un nouvel équilibre (donc un fonctionnement en cas de crue sensiblement différent de celui qui avait lieu dans l'état initial).

Les points problématiques en matière d'hydraulique concernent essentiellement l'inondabilité d'habitations situées sur des zones peu élevées, en général en périphérie des villages, en bordure de vallée ou le long de voie de circulation. L'inondation survient dès l'occurrence décennale, même si pour l'occurrence quinquennale quelques habitations en centre-bourg sont susceptibles d'être touchées.

Ces habitations sont majoritairement situées sur les communes de la partie inférieure de la vallée de la Veyle.

Les secteurs urbanisés soumis à une inondation pour les crues d'occurrence décennale concernent tous les villages compris entre Mézériat et Pont sur Veyle.

Le centre de Mézériat coïncide avec la confluence Veyle-Irance. Les ouvrages de passage fonctionnent en charge dès la crue d'occurrence 10 ans par suite de leurs dimensions et des faibles pentes du lit de la Veyle.

De même pour le centre de Vonnas, la conjonction d'une topographie plane et la présence d'ouvrages de franchissement à peine suffisants aux crues courantes, induit un remous en amont qui se traduit par une inondation d'une partie de la basse plaine.

Le passage des crues d'occurrence 10 ans et supérieure dans le centre de Saint Jean sur Veyle est moins problématique car les habitations sont en majeure partie situées sur des points suffisamment hauts. De plus, il n'existe pas de franchissement du lit de la Veyle par une voie de circulation pouvant occasionner un remous en amont.

Enfin, le passage dans le centre de Pont sur Veyle des crues est rendu complexe par les nombreux passages hydrauliques sous la route départementale qui traverse le village. Dès la saturation d'un des biefs, les débordements ont tendance à circuler transversalement vers le bief situé en contrebas. Ils peuvent alors occasionner d'autres saturations.

L'influence des crues de la Saône est sensible jusqu'au centre-bourg. La conjonction d'une crue de Saône avec celle de la Veyle augmente les risques d'inondation (surtout pour les crues d'occurrence 100 ans où cette conjonction est très probable).

La situation hydraulique de Laiz est également exposée aux crues soudaines du bief du Malivert et des ruisseaux qu'il collecte. L'installation contre le lit d'habitations et les faibles débitances de celui-ci aggravent la situation vis à vis des risques d'inondation.

Les principaux axes de circulation qui traversent de part en part la vallée de la Veyle ne sont pas nombreux et correspondent généralement au centre-bourg des communes.

Les passages hydrauliques existants sous ces voies de circulation calibrent d'une certaine manière la capacité globale du réseau hydrographique avant que les premiers débordements aient lieu.

Ils sont à l'origine de la majeure partie des inondations des zones urbanisées et occasionnent donc des nuisances aux habitants actuels. Néanmoins, ils représentent un élément clef de l'amortissement des ondes de crue lorsqu'elles se propagent vers l'aval.

9. PROPOSITIONS D'AMENAGEMENT

9.1. OBJECTIFS D'AMENAGEMENT

La présente étude hydraulique s'inscrit dans un ensemble de trois études techniques préalables à l'élaboration d'un Contrat de Rivière. Les deux autres volets ayant fait l'objet d'études sont les aspects piscicoles et les aspects hydro-géomorphologiques.

A l'issue du diagnostic hydraulique, une phase de concertation entre les différents bureaux d'études intervenants a été organisé par le Syndicat de la Veyle pour :

- faciliter les échanges d'information entre les différents intervenants et la compréhension de la démarche générale par ceux-ci.
- confronter les différentes conclusions obtenues sur chaque volet de l'étude globale et identifier les points de convergence ou de divergence.
- établir un inventaire exhaustif des besoins exprimés ou des problématiques à résoudre selon trois niveaux d'intervention (programme d'aménagement minimum, médian et maximum).
- définir les actions à entreprendre pour atteindre les objectifs propres à chaque niveau d'intervention, en vérifiant qu'il n'y a pas d'interférence négative entre-elles.

Par ailleurs, certaines communes du bassin versant sensiblement concernées par les crues historiques et susceptibles de faire l'objet de propositions de travaux de protection ont été consultées. Ces consultations ont donné lieu à l'expression de besoins de protection mais également à des échanges d'information sur le "vécu" des crues antérieures.

La synthèse des différents démarches de concertation a permis d'identifier pour chaque secteur du bassin versant et chaque niveau d'intervention les actions prioritaires à mener pour atteindre une conciliation entre les besoins localisés et les objectifs affichés par le futur Contrat de Rivière.

Dans le cas du fonctionnement hydraulique, la principale thématique émergeant de cette concertation concerne la protection des zones actuellement urbanisées et sur-exposées à un risque d'inondation.

Les trois niveaux d'intervention correspondent donc à trois niveaux de protection correspondant successivement aux scénarios suivants :

- Scénario minimal : Protection pour la crue d'occurrence 5 ans partout
- Scénario moyen : Protection pour la crue d'occurrence 5 ans en zone rurale et 10 ans sur les zones urbanisées
- Scénario maximal : Protection pour la crue d'occurrence 10 ans partout.

L'option d'aménagement étudiée dans le détail correspond au scénario moyen. Les caractéristiques des aménagements proposés (localisation, action escomptée ...) pour ce scénario particulier coïncident avec ceux du scénario maximal mais sont de dimensions inférieures. Dans le cas de figure du scénario minimal, les aménagements sont essentiellement cantonnés sur les affluents (comme indiqué dans les paragraphes suivants)

9.2. PRINCIPES DE BASE

Les principaux problèmes posés par l'état actuel du bassin versant de la Veyle sont concentrés sur les quelques zones urbaines inondées pour des crues de fréquences courantes (égales ou inférieures à l'occurrence décennale).

L'objet des aménagements proposés dans le cadre de ce volet des études préalables au contrat de rivière consistera donc à réduire ces risques d'inondation sans perturber globalement le fonctionnement de l'hydrosystème.

Les aménagements doivent de ce fait permettre de contrôler cette sur-inondation au niveau local sans perturber de manière globale l'inondabilité de la plaine. Le principe de merlons et digues de petite dimensions semble être le moyen approprié pour atteindre cet objectif.

L'opportunité de mettre en place des "barrages" placés en travers de la vallée a été étudiée. Ces ouvrages sont disproportionnés par rapport aux enjeux à traiter du fait de la largeur de la vallée et des protections particulières que cela nécessite pour garantir leur tenue en cas de surverse lors des crues rares. En effet, les contraintes techniques inhérentes à ce type de structure sont rédhibitoires. De plus, il est vraisemblable qu'elles modifieraient sensiblement le fonctionnement de l'hydrosystème sur les zones situées en aval de leur implantation (moins de débordement sur les zones naturellement inondées,

En complément de ces protections localisées, la diminution des débits de pointe survenant dans la plaine inondable de la Veyle est gérée par un ensemble de bassins de rétentions. Ces bassins de rétention sont localisés sur les principaux affluents (Irançe, Renom, Vieux-Jonc ...).

Cette localisation sur les affluents et non sur la Veyle répond à plusieurs préoccupations dont la principale consiste à placer les ouvrages sur des zones à faibles enjeux humains, où les écoulements sont relativement concentrés (par rapport à la plaine de la Veyle).

9.3. LES BASSINS DE RETENTION

9.3.1. Principes de fonctionnement

Le schéma de la page suivante présente les caractéristiques synthétiques de ces ouvrages et leur mode de fonctionnement au cours des quatre étapes majeures du passage d'une crue.

Le principe consiste à retenir tous les volumes d'eau débordés pendant un temps suffisamment long pour induire une diminution des débits en aval de l'ouvrage.

La configuration proposée se compose de deux digues placées de part et d'autre du lit du cours d'eau et d'un dispositif de vidange qui permet le ressuyage des terrains inondés après le passage de la crue de projet.

L'intérêt d'un tel dispositif est double. Les ouvrages sont en premier lieu rustiques donc d'entretien aisé et facilement intégrables au paysage. Le fonctionnement hydraulique du cours d'eau n'est pas influencé pour des débits courants voire de petites crues.

Lorsque survient une crue de l'ordre de grandeur de la crue décennale, la montée des eaux n'est que très peu influencée tant que le niveau d'eau ne permet pas une dérivation vers les zones d'épandage situées derrière les deux digues de l'ouvrage.

A la pointe de crue, les niveaux d'eau atteints sont relativement équivalents à ceux obtenus sans aménagement.

A la décrue, les niveaux d'eau dans le cours d'eau baissent beaucoup plus rapidement que ceux des zones inondées sur les terrains situés derrière les deux digues.

Après la crue, les niveaux d'eau dans le lit mineur sont retournés à leur valeur initiale mais les terrains inondés sont encore sous une lame d'eau importante. Ce volume d'eau "retiré" de l'onde de crue est ressuyé lentement vers le lit mineur au travers d'une simple canalisation de fond.

Pour des crues plus rares que la crue de projet, le dispositif sera submergé et n'aura que très peu d'influence sur les niveaux d'eau en amont ou les débits en aval (jusqu'à concurrence de la capacité de stockage maximale derrière les deux digues).

Les précautions pour de tels ouvrages sont de plusieurs niveaux :

- Mise en place d'un massif en enrochements liaisonnés en tête amont et à proximité du passage sous l'ouvrage de franchissement aval, où les vitesses de débordement des eaux de crue risquent d'être importantes (et pouvant provoquer des érosions).
- Recouvrement par un géotextile à base de noix de coco ou par une géogrille sur tout le linéaire de digue (même si les vitesses de surverse sur ces digues en cas de crue rare seront faibles comme indiqué sur les schémas de principe).

9.3.2. Description du dispositif proposé

La localisation de l'ensemble des bassins de rétention est présentée sur la carte générale de la page suivante.

Les fiches action relatives à ces ouvrages sont regroupées en annexe 12. Elles présentent pour chacun des sites, l'insertion de l'ouvrage dans son environnement et ses caractéristiques.

Les informations altimétriques mentionnées sur ces cartes et ayant servi aux calculs, sont issues de la BDAlti de l'IGN, dont les extraits présentés ont été fournis par le Syndicat Mixte pour l'Aménagement et la Mise en Valeur du bassin versant de la VEYLE et de ses affluents.

Tous les ouvrages proposés s'appuient sur les talus de routes existantes de manière à exploiter celui ci pour diminuer le coût d'implantation de ces ouvrages. Les risques générés par cette disposition sont minimes car il n'y a pas d'exhaussement sensible de la ligne d'eau en amont de ce talus existant. La seule modification est l'allongement de la durée de submersion des terrains situés à l'amont (donc de l'imbibition du massif constituant le talus routier).

La protection des talus routiers sera réalisée au moyen d'une couche imperméable de "Bidim" agrafée à la surface du talus.

9.3.3. Synthèse des calculs hydrologiques d'optimisation

9.3.3.1. Objectifs poursuivis

La localisation des bassins est le résultat d'une recherche de sites potentiels le long des vallées de chaque affluent important de la Veyle. La présence d'une zone suffisamment étendue (pour permettre le stockage de volumes d'eau importants sous une lame d'eau minimale) et d'un axe routier traversant la vallée (pouvant jouer le rôle de digue principale pour le stockage des volumes d'eau) ont été les principaux critères de sélection.

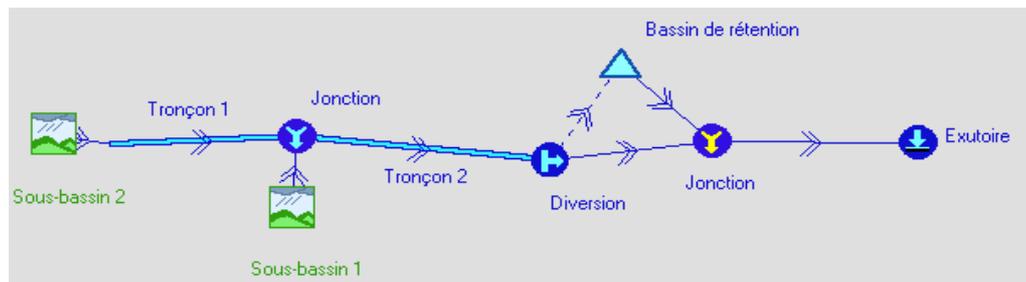
L'optimisation des bassins de rétention a été réalisée au moyen du modèle hydrologique mis au point dans le cadre du diagnostic. Sur chaque site potentiel de mise en place d'un bassin de rétention, l'exploitation des données issues de la BDAlt a permis de reconstituer les lois <Hauteur d'eau / Surface inondée>.

Les échanges entre le lit du cours d'eau et les zones d'épandage des eaux de crue ont été estimées en établissant la courbe de débit normal de chaque lit mineur, sur la base des dimensions moyenne de chacun d'eux et la prise en compte d'une pente moyenne sur un tronçon englobant la zone d'implantation de l'ouvrage.

L'objectif sur chaque site est d'utiliser l'emprise totale de la vallée pour stocker les volumes d'eau de crue et diminuer au maximum les débits de pointe survenants pour les différents types de crues propagées depuis l'amont.

9.3.3.2. Optimisation mathématique

Chaque site est décrit dans le modèle hydrologique selon le schéma de principe suivant :



La dérivation des débits vers les zones de stockage, la montée des eaux dans ces zones puis le ressuyage des eaux au travers des deux canalisations sont décrits par des lois hauteurs-débits ou hauteurs-volumes relatives au cours d'eau endigué.

En première approche, l'optimisation consiste à considérer qu'il n'y a pas surverse sur les deux digues latérales pour les crues de projet. En fait la hauteur maximale de l'inondation doit déterminer la hauteur des digues à mettre en place pour la crue de projet. De cette manière, l'opérateur peut déduire de l'analyse des résultats, les hauteurs caractéristiques des digues à mettre en place.

9.3.4. Résultats obtenus

Les résultats obtenus pour l'ensemble des bassins de rétention sont synthétisés en annexe 11.

L'impact local (en amont et aval de l'ouvrage) ainsi que l'impact résiduel dans la partie basse du bassin versant sont synthétisés pour chacune des pluies étudiées.

Les graphiques de la page suivante récapitule les effets globaux de ces bassins sur la basse vallée de la Veyle ainsi que le taux de remplissage de ces ouvrages pour les différentes pluies étudiées.

L'impact sur les débits dans la basse vallée sont variables selon les secteurs mais leur influence sur les débits maximums de crue demeurent à des niveaux élevés pour les crues courantes.

9.4. LES PROTECTIONS LOCALISEES

Les protections localisées ont pour objet de compléter l'action des bassins de rétention prévus sur les affluents de la Veyle pour atteindre un niveau de protection satisfaisant au droit des zones les plus exposées aux inondations.

L'objectif de protection retenu se limite aux crues d'occurrence 5 à 10 ans, de manière à ne pas perturber profondément le fonctionnement hydraulique de l'ensemble de la vallée.

L'ouvrage type est constitué d'un merlon ou petite digue d'une hauteur moyenne de 1.0 à 1.5 mètres, en terre compactée et recouverte d'une protection contre les risques d'érosion (du même type que celle prévu pour les digues des bassins de rétention).

Les matériaux employés pour le corps de la digue devront être compatibles avec une telle utilisation. Il est à priori exclu d'envisager l'emploi de rejets de curage ou de "tout venant" classique pour des raisons de sécurité en matière de tenue d'ouvrage.

A terme, la repousse naturelle d'une végétation de couverture sur ces digues favorisera l'intégration de ces ouvrages au paysage très rapidement.

La planche graphique de la page suivante présente les caractéristiques schématiques de tels ouvrages et les principes de positionnement par rapport aux zones à protéger.

La localisation des différentes protections à prévoir sur les secteurs vulnérables de la basse vallée est présentée en annexe 15 sous la forme de planches cadastrales couvrant les différentes zones à traiter.

Un certain nombre de bâtiments compris dans l'emprise de la zone inondable décennale n'ont pu faire l'objet de protection du fait de raisons diverses comme :

- la proximité d'un bief du réseau hydrographique interdisant l'installation d'une digue,
- les effets négatifs potentiels sur l'emprise de la zone inondable et les risques occasionnés à d'autres bâtiments,
- de l'impossibilité de permettre après mise en place de l'ouvrage, l'accès au bâtiment,

Ce sont en majeure partie, des moulins (faisant appel à la force hydraulique) ou des bâtiments à vocation agricole.

9.5. ESTIMATION FINANCIERE DES TRAVAUX

A partir des travaux relatifs à chaque aménagement et des techniques mises en œuvre, nous avons réalisé une estimation financière prévisionnelle qui est synthétisée dans les deux tableaux suivants.

Pour les bassins de rétention, les résultats sont les suivants :

Ouvrages	Estimation financière
Bassin de rétention n°-01	316 300 € HT
Bassin de rétention n°-02	387 400 € HT
Bassin de rétention n°-03	307 200 € HT
Bassin de rétention n°-04	458 700 € HT
Bassin de rétention n°-05	553 000 € HT
Bassin de rétention n°-06	331 400 € HT
Bassin de rétention n°-07	436 300 € HT
Bassin de rétention n°-08	520 400 € HT
Bassin de rétention n°-09	990 900 € HT
Bassin de rétention n°-10	108 300 € HT
Bassin de rétention n°-11	235 200 € HT
Bassin de rétention n°-12	121 400 € HT
Bassin de rétention n°-13	350 600 € HT
Bassin de rétention n°-14	429 800 € HT
Bassin de rétention n°-15	618 200 € HT
Bassin de rétention n°-16	200 000 € HT
Bassin de rétention n°-17	498 800 € HT

Par rapport aux montants bruts des travaux, nous avons intégré une marge pour imprévus et études de détail égale à 20% de celui-ci.

Pour les digues de protection localisée, les résultats sont les suivants :

Ouvrages	Estimation financière
Digue de protection N°-01	46 200 € HT
Digue de protection N°-02	46 400 € HT
Digue de protection N°-03	9 600 € HT
Digue de protection N°-04	24 700 € HT
Digue de protection N°-05	40 900 € HT
Digue de protection N°-06	31 800 € HT
Digue de protection N°-07	22 700 € HT
Digue de protection N°-08	34 400 € HT
Digue de protection N°-09	15 000 € HT
Digue de protection N°-10	5 200 € HT
Digue de protection N°-11	15 000 € HT
Digue de protection N°-12	17 500 € HT
Digue de protection N°-13	26 600 € HT
Digue de protection N°-14	9 600 € HT
Digue de protection N°-15	5 800 € HT
Digue de protection N°-16	112 100 € HT
Digue de protection N°-17	21 700 € HT
Digue de protection N°-18	19 600 € HT
Digue de protection N°-19	25 300 € HT
Digue de protection N°-20	20 100 € HT

suite :

Ouvrages	Estimation financière
Digue de protection N°-21	12 400 € HT
Digue de protection N°-22	15 700 € HT
Digue de protection N°-23	10 400 € HT
Digue de protection N°-24	15 400 € HT
Digue de protection N°-25	34 100 € HT
Digue de protection N°-26	16 700 € HT
Digue de protection N°-27	30 500 € HT
Digue de protection N°-28	20 100 € HT
Digue de protection N°-29	20 300 € HT
Digue de protection N°-30	9 400 € HT
Digue de protection N°-31	14 300 € HT
Digue de protection N°-32	21 700 € HT
Digue de protection N°-33	17 600 € HT
Digue de protection N°-34	10 900 € HT
Digue de protection N°-35	10 900 € HT

9.6. CONCERTATION ET CHOIX DES AMENAGEMENTS

Le dimensionnement et l'estimation financière des ouvrages de rétention et des digues de protection localisée a donné lieu à une concertation avec les différentes communes de la basse vallée afin de recueillir leur avis sur l'opportunité de ces ouvrages vis à vis des bénéficiaires occasionnés.

Par ailleurs, les relevés recensés par les communes concernant les crues de Novembre 2002 ont été confrontés aux propositions de travaux.

Au vu des résultats hydrauliques obtenus, l'objectif d'une protection des zones sensibles aux inondations lors des crues courantes n'est pas totalement atteint. De plus, les lourds investissements nécessaires et les contraintes foncières induites rendent la réalisation des bassins de laminage peut intéressante.

Enfin, les dernières inondations ont montré que le problème de l'inondabilité des terres basses en plaine n'était pas aussi problématique que ne le laissait penser les inondations historiques de 1983.

Le comité du Syndicat a finalement décidé d'abandonner la réalisation des bassins de rétention car le rapport "bénéfices/investissements" était insatisfaisant.

Les digues de protection localisée ont donc été dimensionnées pour tenir compte de l'absence de laminage sur les affluents en amont de la plaine.

L'analyse des résultats hydrauliques a montré qu'un petit nombre de ponts de franchissement de la Veyle en fond de vallée pouvait se retrouver en charge pour les crues décennales. Il n'a pas été envisagé de les modifier eu égard au rapport entre investissements nécessaires et bénéficiaires engendrés. C'est le cas notamment du pont se situant dans le centre-bourg de Méziat.

De plus, ces mises en charge participent activement au laminage des crues se propageant dans la vallée et protège d'une certaine manière les bâtiments situés sur les communes de l'aval.

10. CONCLUSION GENERALE

Cette étude générale du fonctionnement hydraulique de la Veyle et de ses affluents s'est intéressée (d'un point de vue quantitatif) à l'ensemble des phénomènes qui jalonnent le cycle de l'eau de pluie. Les résultats obtenus dans les différents volets traités comprennent un état de référence actualisé suffisamment détaillé pour la mise au point de différents types d'aménagements.

L'utilisation concertée de mesures de terrain et d'outils mathématiques a permis de simuler des scénarios d'évolution vraisemblables et d'en mesurer les impacts sur l'hydrosystème.

Ainsi, les études de l'utilisation des ressources en eau, des évolutions de l'occupation du sol ou le recensement des zones sensibles aux inondations ont alimenté les réflexions de l'équipe de travail pour la définition d'un projet optimisé entre les contraintes identifiées et les potentialités de l'hydrosystème.

Les mesures de protection et les aménagements proposés constituent une réponse minimale pour la satisfaction des différents usagers du bassin versant et le capital que constitue le bassin versant sous ses différentes facettes.

La mise au point finale des propositions d'aménagement nécessitera néanmoins des investigations complémentaires, plus détaillées sur les sites d'implantation des ouvrages.

ANNEXES

Liste des Annexes

Annexe 1	Fiche de présentation du modèle hydrologique
Annexe 2	Relevés pluviométriques aux stations météorologiques
Annexe 3	Tableau de présentation des pluies de projet
Annexe 4	Tableaux de synthèse des résultats hydrologiques
Annexe 5	Décryptage des ondes de crue à l'exutoire
Annexe 6	Tableau de synthèse des impacts du drainage sur le ruissellement
Annexe 7	Carte de synthèse des éléments clés du R.G.A.
Annexe 8	Cartes de synthèse de l'analyse des étiages
Annexe 9	Fiches d'ouvrages hydrauliques
Annexe 10	Synthèse des risques d'inondation sur les communes d'amont
Annexe 11	Note de calcul pour le dimensionnement des bassins de rétention
Annexe 12	Fiches action relatives aux bassins de rétention
Annexe 13	Fiches action relatives aux digues de protection localisées
Annexe 14	Relevés des laisses de crue collectés auprès des communes
Annexe 15	Cartes de localisation des digues de protection localisée.

Toutes les cartographies des zones inondables sont regroupées au sein d'un atlas particulier.

