

Ville d'Aix Les Bains



DOCUMENT N°
agence
de l'eau
hône méditerranée & corse
2-4, allée de Lodz
69363 LYON Cedex 07
Tél. 04 72 71 26 00 - Fax 04 72 71 26 01

ELABORATION DU SCHEMA DIRECTEUR D'ASSAINISSEMENT

PHASE 2 : ETUDE DIAGNOSTIC DU RESEAU

Modélisation Hydraulique des écoulements



AGENCE DE LYON

LE BRITANNIA C
20, boulevard Eugène Deruelle
69432 LYON CEDEX 03

☎ : 04.78 60 90 07
Fax : 04.78 60 74 89



AGENCE DE CHAMBERY

SAVOIE TECHNOLAC
BP 318
73375 LE BOURGET DU LAC CEDEX

☎ : 04.79.26.46.00
Fax : 04.79.26.46.08

SOMMAIRE

	<i>Page</i>
1 PREAMBULE _____	1
2 CARACTERISTIQUES DE LA ZONE D'ETUDE _____	2
3 CONSTRUCTION DU MODELE _____	3
3.1 DESCRIPTION DU MODELE UTILISE _____	3
3.2 DECOUPAGE DU SITE EN BASSINS VERSANTS ELEMENTAIRES _____	3
3.3 ARCHITECTURE DU RESEAU PRINCIPAL _____	7
3.3.1 Branches modélisées _____	7
3.3.2 Eléments singuliers _____	8
3.3.3 Evacuation par le réseau pluvial _____	8
3.3.4 Conditions aux limites aval _____	10
4 CALAGE DU MODELE _____	11
4.1 POINTS DE CALAGE _____	11
4.2 PLUES TESTEES _____	13
4.3 RESULTATS DU CALAGE _____	14
5 FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE DU RESEAU PAR TEMPS DE PLUIE	19
5.1 PLUIE DE PROJET _____	19
5.2 REPOSE DU RESEAU UNITAIRE A LA PLUIE DECENNALE _____	19
5.3 ANALYSE DE L'EFFET DE RETENTION DU RESEAU UNITAIRE _____	21
5.4 ETUDE DES EMISSAIRES AIXOIS _____	22

SCHEMA DIRECTEUR D'ASSAINISSEMENT DE LA VILLE D'AIX-LES-BAINS
Phase 2 : Etude diagnostic du réseau

1 PREAMBULE

Ce rapport fait partie de l'ensemble des documents constituant l'étude globale du schéma directeur d'assainissement des eaux usées et des eaux pluviales de la ville d'Aix-les-Bains. Cette étude se décompose en cinq phases successives, menant à l'élaboration du schéma directeur d'assainissement :

- Phase 1 : Etat initial
- Phase 2 : Etude diagnostic du réseau
- Phase 3 : Zonage d'assainissement collectif et non-collectif
- Phase 4 : Etude sur les réseaux d'eaux pluviales
- Phase 5 : Elaboration du schéma directeur d'assainissement

Le présent rapport s'intègre dans la phase 2 de cette étude. La phase 2 avait pour objectif :

- D'une part, **l'établissement d'un bilan du fonctionnement du réseau d'assainissement actuel**, à partir de l'analyse des données existantes, de reconnaissances de réseaux, et de campagne de mesures de temps sec et de temps de pluie. Cette partie a fait l'objet d'un premier rapport donnant les principaux résultats issus des campagnes de mesures et des reconnaissances.
- D'autre part, **l'analyse du fonctionnement hydraulique du réseau lors d'événements pluvieux**, par la mise en œuvre d'un modèle complet de simulation hydraulique des écoulements. Cette analyse se base sur les résultats acquis lors des campagnes de mesures citées précédemment, et est l'objet du présent rapport.

La modélisation des réseaux a été faite selon les étapes ci-après :

- Définition des éléments structurants du réseau et découpage de la zone d'étude.
- Construction d'un modèle global regroupant trois modules de simulation :
 - module hydrologique,
 - module hydraulique,
 - module de flux polluants (les résultats de ce module seront développés dans l'édition finale du rapport de phase 2).
- Calage du modèle sur les résultats issus des campagnes de mesures, en temps de pluie.
- Analyse du fonctionnement hydraulique du réseau principal en réponse à une pluie de projet.

2 CARACTERISTIQUES DE LA ZONE D'ETUDE

La zone d'étude concerne le système d'assainissement pluvial actuel de la commune d'Aix-les-Bains. Le territoire de la commune couvre 1 262 hectares, et deux zones topographiques peuvent être distinguées : d'une part, la partie haute de la ville constituée des coteaux descendants du pied du massif du Revard, et d'autre part, la partie basse qui s'étend sur les rives du Lac du Bourget.

Le réseau d'assainissement de la ville d'Aix-les-Bains est de type unitaire dans toute la partie ancienne de la ville, le système séparatif étant développé dans les zones de construction récentes, situées sur les secteurs extérieurs de la commune.

L'évacuation des eaux pluviales se fait donc par un double système de collecteurs :

- le **réseau unitaire du centre ville**, qui rejoint la station d'épuration d'Aix-les-Bains (exutoire de temps sec),
- le **réseau pluvial**, qui reprend une partie des eaux de ruissellement du réseau unitaire, ainsi que les eaux pluviales du réseau séparatif, et dont l'exutoire naturel est le Lac du Bourget (via les différents ruisseaux situés sur la commune).

Ces deux réseaux de collecte sont liés par des ouvrages de surverse et de maillage, dont les principaux se situent dans la zone aval (partie basse de la ville).

3 CONSTRUCTION DU MODELE

3.1 DESCRIPTION DU MODELE UTILISE

La construction du modèle hydraulique d'écoulement a été mise en œuvre en utilisant la chaîne de simulation Hydra-Assainissement, développée et exploitée par Hydratec. Ce modèle met en œuvre plusieurs modules utiles à la simulation et au diagnostic des écoulements en réseaux :

- ❑ Pour un épisode de pluie donné, le module hydrologique simule le ruissellement sur les différents bassins versants élémentaires, et génère un hydrogramme d'apport à l'exutoire de ces bassins.
- ❑ Le module hydraulique met en œuvre la propagation, dans les différentes branches structurantes du réseau, des hydrogrammes d'apports calculés en entrée des collecteurs par le module hydrologique. Cette simulation hydraulique prend en compte notamment l'influence des conditions d'écoulement en aval et permet de simuler les lois de comportement aux points de maillage et aux points singuliers du réseau.
- ❑ Le module de transport de pollution en réseau extérieur à la suite du module hydraulique. Il permet, pour une pluie donnée, d'effectuer des bilans de pollution et de calculer des pollutogrammes.

La construction des modèles hydrologiques et hydrauliques, ainsi que les caractéristiques principales des différents éléments modélisés sont présentés ci-après.

3.2 DECOUPAGE DU SITE EN BASSINS VERSANTS ELEMENTAIRES

La construction du modèle hydrologique s'appuie sur un découpage de la zone d'étude en bassins versants élémentaires.

Ce découpage a été fait en se basant notamment sur l'étude menée en 1985 par S. Merceur dans le cadre de l'établissement d'un schéma directeur d'évacuation des eaux pluviales sur la commune.

Les caractéristiques des bassins versants utiles à la modélisation sont d'une part des caractéristiques physiques (la superficie, la pente, la longueur équivalente), et d'autre part, le coefficient d'imperméabilisation du bassin qui rend compte de la réponse du bassin versant à un épisode pluvieux en terme de ruissellement.

SCHEMA DIRECTEUR D'ASSAINISSEMENT DE LA VILLE D'AIX-LES-BAINS
Phase 2 : Etude diagnostic du réseau

Pour la **modélisation du réseau pluvial**, les caractéristiques physiques (surface, longueur, pente) des bassins versants élémentaires ont été conservées, ainsi que le découpage initial en bassins versants. Cette partie de la modélisation fait l'objet de la phase 4 : Etude sur les réseaux d'eaux pluviales.

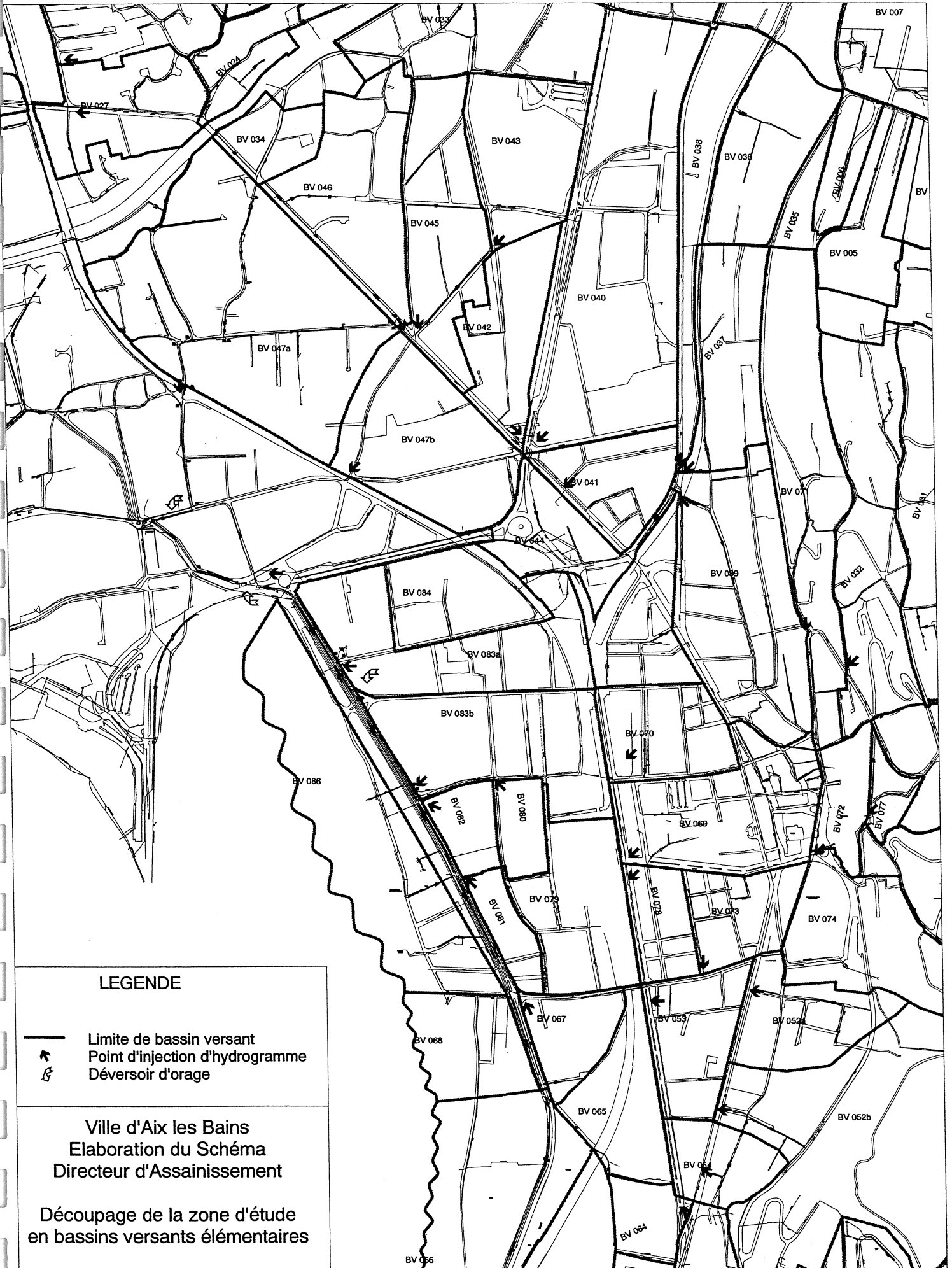
Pour la **modélisation du réseau unitaire** par contre, la définition des bassins versants élémentaires a dû être parfois revue pour correspondre à l'architecture du réseau unitaire, différente de celle du réseau pluvial. Certains bassins ont été scindés en deux (ex : BV 047), et d'autres ont été regroupés ; les caractéristiques physiques de ces bassins versants ont alors été redéfinies.

Chaque bassin versant s'est vu affecté d'un coefficient de ruissellement qui rend compte :

- d'une part de l'état d'imperméabilisation de la surface du bassin (densité d'habitation, état de la surface, ...),
- d'autre part, de la répartition des écoulements entre le réseau pluvial et le réseau unitaire (ex : eaux de toitures, eaux de chaussée).

Un modèle pluie-débit, appliqué à ces bassins versants, permet alors de générer aux exutoires des bassins des hydrogrammes d'apports en réponse à une pluie donnée.

Les bassins versants sont représentés sur le plan page suivante.



LEGENDE

- Limite de bassin versant
- ↗ Point d'injection d'hydrogramme
- ⚡ Déversoir d'orage

Ville d'Aix les Bains
 Elaboration du Schéma
 Directeur d'Assainissement

Découpage de la zone d'étude
 en bassins versants élémentaires

SCHEMA DIRECTEUR D'ASSAINISSEMENT DE LA VILLE D'AIX-LES-BAINS
Phase 2 : Etude diagnostic du réseau

Tableau 3-A : Caractéristiques des bassins versants du réseau unitaire

N° du BV	Surface (ha)	Longueur (m)	Pente (m/m)	Coefficient de ruissellement	Collecteur exutoire
062067	17,63	1 290	0,02	0,18	2
081	2,40	320	0,02	0,26	2
082	2,73	245	0,02	0,26	2
083a	11,00	550	0,02	0,31	4
084044	13,20	850	0,02	0,30	6
047a	27,70	800	0,02	0,25	8
038	7,50	1 030	0,03	0,26	60
036037	16,70	1 040	0,23	0,26	60
039	15,60	680	0,08	0,30	60
041	4,80	350	0,02	0,30	12
040	24,50	1 050	0,02	0,21	11
047b	8,00	350	0,02	0,21	10
029032	43,17	960	0,067	0,10	16
071035	14,60	1 150	0,057	0,10	16
043	9,00	430	0,02	0,16	18
045	11,00	600	0,02	0,16	17
046	13,20	600	0,02	0,16	17
042	6,30	520	0,02	0,16	17
077	1,30	200	0,06	0,30	34
072	3,00	330	0,057	0,30	34
069	13,30	550	0,03	0,30	32
079080	8,40	500	0,02	0,34	30
083b	10,9	550	0,02	0,31	30
070	5,9	370	0,03	0,37	36
073	5,0	370	0,04	0,30	41
078	3,45	280	0,04	0,30	46
052a	7,0	400	0,18	0,30	56
052056	50,90	1 200	0,15	0,09	54
054	5,00	270	0,08	0,26	54
057058	8,8	770	0,07	0,26	54
053	5,80	400	0,03	0,26	50
025026	13,73	600	0,008	0,19	80
027	7,12	400	0,007	0,19	80

3.3 ARCHITECTURE DU RESEAU PRINCIPAL

3.3.1 Branches modélisées

La station d'épuration d'Aix-les-Bains traite les effluents en provenance du réseau unitaire. La majeure partie de ces affluents arrive à la station d'épuration via la Chambre de Gamont située au Sud. Un collecteur Ø400 y amène également les apports en provenance du Nord de la ville.

En amont de la Chambre Gamont, on note deux branches principales qui transitent par les voies suivantes :

□ Le boulevard Lepic :

De faible pente, situé dans la partie basse de la ville, le collecteur du Boulevard Lepic draine la majeure partie des écoulements du centre ville. Il est orienté suivant un axe Nord-Sud. Il est alimenté par des branches secondaires à forte pente qui viennent des parties hautes de la ville (zone ouest). Les apports vers le Boulevard Lepic se font principalement par les rues transversales, orientées Est-ouest ci-après :

- Avenue du Petit-Port,
- Rue Jacotot,
- Rue de Tresserve.

Ces rues reprennent à leur tour les apports d'autres ramifications, en entrée desquelles sont injectés les hydrogrammes calculés par le module hydrologique.

□ La rue Pierpont Morgan :

L'autre branche principale transite via la rue Pierpont Morgant et arrive à la Chambre de Gamont depuis l'Est. Elle reprend les écoulements des collecteurs de la partie Nord-est et d'une partie du centre ville. De la même façon, elle récupère les écoulements via des arborescences secondaires.

Chaque branche est définie par 4 paramètres hydrauliques qui sont : l'abscisse, l'altimétrie, la géométrie de la section et la rugosité.

Les caractéristiques des collecteurs ont été dans un premier temps reprises des plans de réseaux existants (longueur, diamètre). Ces données ont été par la suite affinées lors des visites de terrain, où tous les regards ouvrables constituant les nœuds des modèles ont été visités. Les profondeurs et les caractéristiques des collecteurs et points singuliers ont alors été précisées.

Toutes ces branches sont reliées entre elles par des points de maillage pris en compte dans le modèle, qui assurent la répartition des écoulements entre les différents collecteurs.

SCHEMA DIRECTEUR D'ASSAINISSEMENT DE LA VILLE D'AIX-LES-BAINS
Phase 2 : Etude diagnostic du réseau

Globalement, tous les éléments structurants du réseau de dimension supérieure à Ø500 ont été modélisés. Les lois de répartition aux différents points de maillage dépendent de la géométrie des ouvrages (seuils, ...) et les cotes d'eau des collecteurs.

L'ensemble des branches et l'architecture du réseau modélisé sont représentées sur la Figure 3-B ci-après.

3.3.2 Eléments singuliers

Des seuils déversants assurent la liaison entre le réseau unitaire et le réseau pluvial en temps de pluie. Les déversoirs d'orage pris en compte dans la modélisation sont les suivants :

- seuil déversant et Chambre de Gamont (DO U),
- déversoir du rond point Lamartine (DO V),
- déversoir au croisement Lepic/Petit Port (DO T),
- déversoir Merlioz/Russie (DO G).

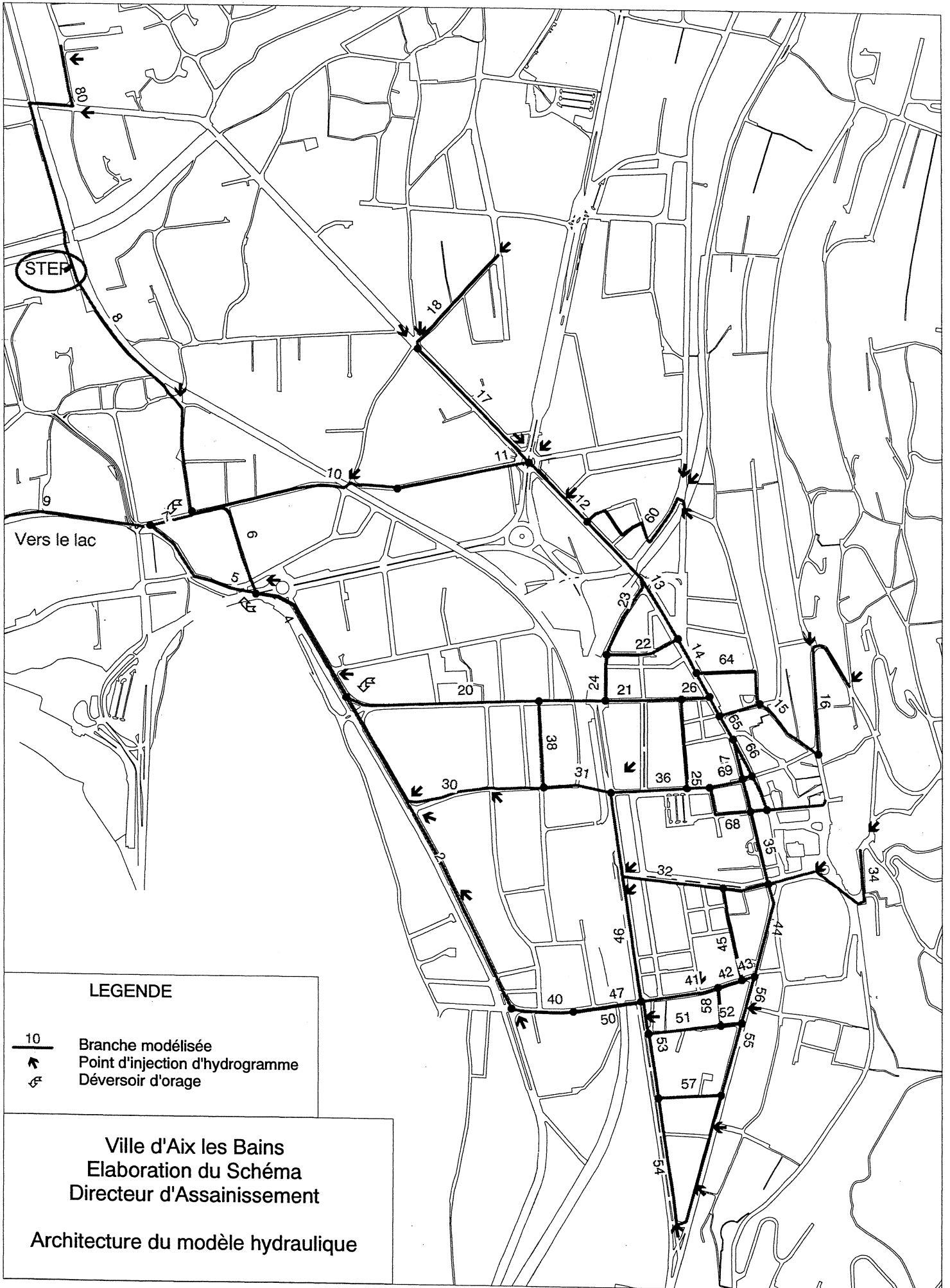
Des chambres d'expansion ont également été simulées, notamment au droit des déversoirs, pour servir de zone tampon aux écoulements et adoucir les transitions en début de déversement.

3.3.3 Evacuation par le réseau pluvial

Les écoulements dérivés par les déversoirs d'orage cités plus haut se retrouvent dans le réseau pluvial. Les principaux collecteurs pluviaux liés au réseau unitaire et intégrés dans le modèle s'articulent de la façon suivante :

- Boulevard Lepic, parallèlement au collecteur unitaire, un collecteur pluvial récupère notamment les surverses des différents seuils déversants situés boulevard Lepic, notamment celui de Lamartine et du Petit Port (DO U et DO V).
- Ce collecteur rejoint ensuite la chambre de Choudy, qui est une chambre pluviale.
- Outre le collecteur du boulevard Lepic, la chambre de Choudy récupère également les surverses issues du déversoir de la chambre de Gamont, via la rue Pierpont Morgan.
- Enfin, les écoulements qui transitent à la chambre de Choudy sont rejetés au lac par les deux collecteurs pluviaux des Biâtres.

Tous ces collecteurs ont été modélisés, et liés au modèle unitaire par des lois de déversement (seuils déversants). Les caractéristiques de ces éléments déversants ont été définies d'après les reconnaissances menées sur le réseau.



LEGENDE

- 10** Branche modélisée
- ↗ Point d'injection d'hydrogramme
- ⚡ Déversoir d'orage

Ville d'Aix les Bains
 Elaboration du Schéma
 Directeur d'Assainissement

Architecture du modèle hydraulique

SCHEMA DIRECTEUR D'ASSAINISSEMENT DE LA VILLE D'AIX-LES-BAINS
Phase 2 : Etude diagnostic du réseau

3.3.4 Conditions aux limites aval

La station d'épuration constitue l'exutoire du réseau unitaire. La condition limite aval du modèle est donc donnée par une cote d'eau imposée en entrée de la STEP (la STEP n'est pas modélisée). Cette cote est de 235.15 m.

Le rejet dans le lac via les collecteurs des Biâtres est simulé par une cote piézométrique constante en sortie des collecteurs. Cette cote correspond au niveau moyen du lac, estimé à 231.52 m (cf. fiches bibliographiques en annexe de la phase 1).

Enfin, les multiples déversements des antennes pluviales dans les différents ruisseaux (Sierroz, Tillet) sont représentés par des lois de chutes d'eau.

SCHEMA DIRECTEUR D'ASSAINISSEMENT DE LA VILLE D'AIX-LES-BAINS
Phase 2 : Etude diagnostic du réseau

4 CALAGE DU MODELE

4.1 POINTS DE CALAGE

Le calage du modèle a été effectué à partir des résultats issus des reconnaissances de réseau ainsi que des différentes campagnes de mesures qui ont été menées sur le réseau par temps de pluie de pluie et par temps sec. Les points de mesure qui ont servi au calage du modèle sont récapitulés dans les tableaux ci-après et localisés sur la carte page suivante.

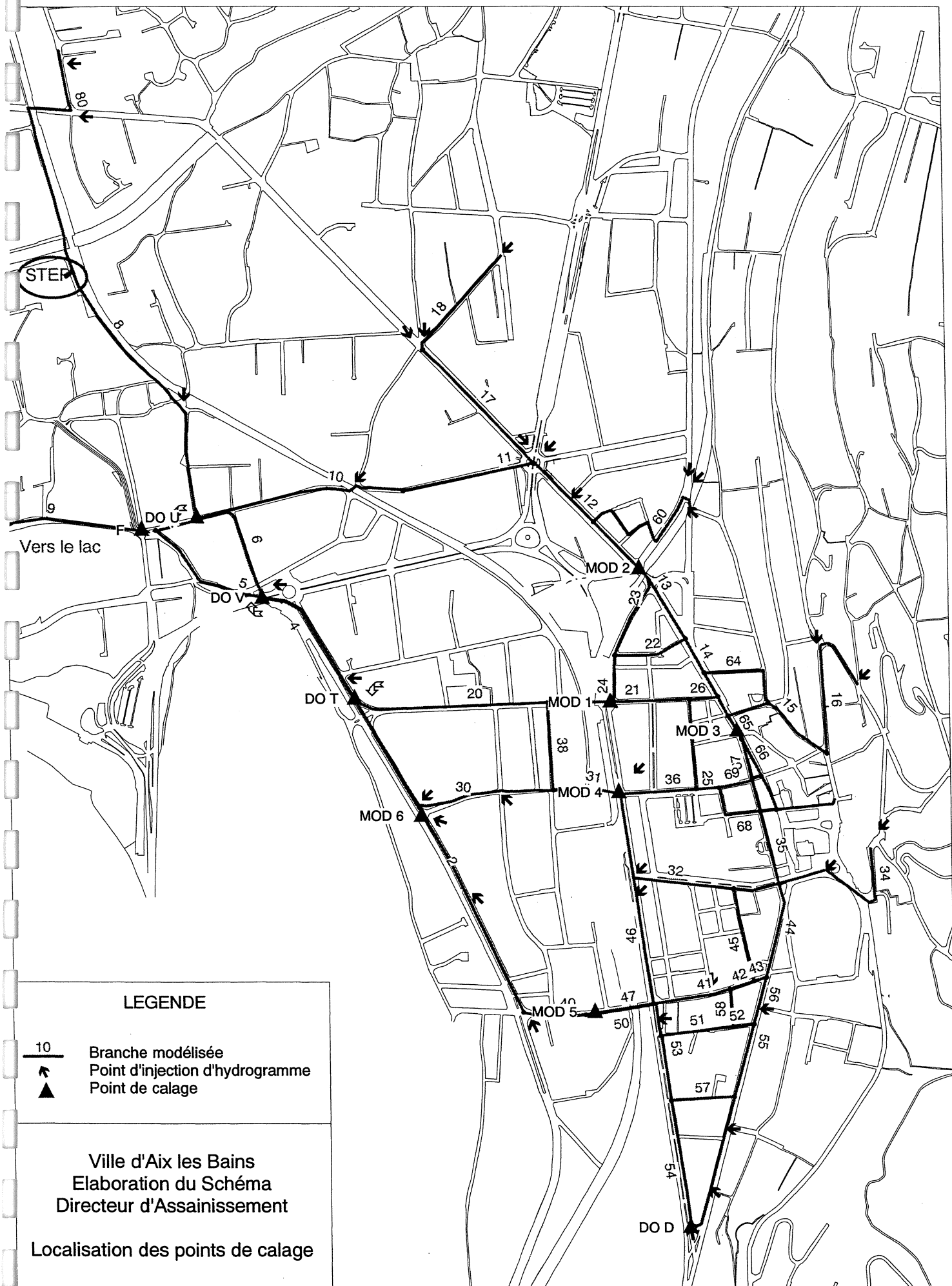
Le réseau a été équipé de six points de mesure de hauteurs d'eau en continu, qui sont les suivants :

Nom du point	N° de collecteur	Dimensions	Localisation
Mod 1	20	OV 1200/700	Rue A. Dumas / Avenue Petit Port
Mod 2	13	OV 1500/1000	Place Alfred Boucher
Mod 3	65	OV 1500/800	Rue Genève / Chaudanne
Mod 4	31	OV 1150/850	Rue Victoria / Wilson
Mod 5	47	OV 1200/700	Rue de Tresserve / Talma
Mod 6	2	OV 1500/800	Rue Jacotot




De plus, des déversoirs d'orage ont été équipés de limnigraphes qui permettent de connaître non seulement les hauteurs d'eau mesurées, mais aussi les débits déversés. Ils constituent des points de calage supplémentaires sur le réseau. Les déversoirs concernés sont listés ci-après.

Nom du point	Localisation	Collecteur amont		Collecteur de surverse	
		Branch	Dimension	Branch	Dimension
DO U	Chambre de Gamont	6 10	OV1500/800 OV1500/1000	7	Ø1500 + Ø1600
DO V	Rond point Lamartine	4	OV1500/800	5	Ø1800
DO T	Lepic / Petit Port	4	OV1500/800	5	Ø1800
DO D	Marlioz/ Russie	54	OV750/700		
F	Sortie de la Chambre de Choudy	7	Ø1500 + Ø 1600	9	Ø1400 + Ø1600
		5	Ø1800		

Deux campagnes de mesures par temps de pluie ont été menées afin de mesurer les deux types de précipitations : l'une en juillet 2000 (pluie d'été d'origine orageuse), l'autre en décembre 2000 (pluies océaniques d'hiver). Outre les réponses des réseaux aux épisodes pluvieux, ces campagnes donnent également une estimation du débit de temps sec, les mesures ayant été faites en continu.



LEGENDE

-  Branche modélisée
-  Point d'injection d'hydrogramme
-  Point de calage

Ville d'Aix les Bains
 Elaboration du Schéma
 Directeur d'Assainissement

Localisation des points de calage

SCHEMA DIRECTEUR D'ASSAINISSEMENT DE LA VILLE D'AIX-LES-BAINS
Phase 2 : Etude diagnostique du réseau

4.2 PLUES TESTEES

Les campagnes de mesures de temps de pluie se sont déroulées en juillet et décembre 2000. Seule la campagne de décembre 2000 a été instrumentée de façon à avoir un suivi limnimétrique du réseau, en plus des mesures de surverse aux différents déversoirs d'orages.

Durant cette campagne, 11 épisodes pluvieux ont été enregistrés. Les caractéristiques des précipitations et les hauteurs d'eau mesurées dans les collecteurs sont récapitulées dans le tableau ci-après :

Caractéristiques des pluies mesurées						Réponse du réseau (pas de temps 5 min)					
Pluie n°	Date	Heure	Durée	Hauteur	I max	MOD 1	MOD 2	MOD 3	MOD 4	MOD 5	MOD 6
			(hh : mm)	(mm)	(mm/h)	H max (cm)	H max (cm)	H max (cm)	H max (cm)	H max (cm)	H max (cm)
1	15/12/00	02:35	08:50	18,0	40,8	-	-	8,3	32,5	-	102,5
2	16/12/00	05:50	00:30	0,8	2,4	-	-	4,5	9,4	-	50,6
3	24/12/00	16:15	10:50	5,2	2,4	12,5	-	5,0	9,1	5,0	57,7
4	25/12/00	12:25	04:50	5,4	2,4	14,5	-	6,0	11,9	5,7	67,5
5	26/12/00	12:35	02:15	6,6	12,0	24,6	-	8,0	25,1	11,0	92,9
6	28/12/00	03:25	04:50	3,0	4,8	19,8	-	7,2	14,3	8,5	77,0
7	02/01/01	10:40	06:30	27,2	12,0	27,0	-	10,8	-	13,3	102,4
8	02/01/01	20:45	02:35	6,0	16,8	25,3	-	7,0	-	9,0	78,7
9	04/01/01	07:55	05:35	10,8	7,2	-	5,7	-	0,0	-	-
10	05/01/01	11:25	04:35	5,8	4,8	-	5,4	-	0,0	-	-
11	06/01/01	03:10	22:30	48,8	14,4	-	11,0	-	10,4	-	-

Sur ces onze épisodes de précipitation mesurés durant la campagne de décembre, seules trois pluies présentent à la fois un fort pic d'intensité (10 mm) et un cumul de précipitation important (> 10 mm/h). Ce sont les épisodes PR1, PR7 et PR11.

Après analyse des mesures effectuées, il s'est avéré les points suivants concernant les pluies :

- La pluie PR1 présente un pic d'intensité tout à fait remarquable (40 mm/h), mais qui semble a priori très localisé puisque les mesures effectuées sur l'ensemble du réseau ne donnent pas de réponse à l'échelle de cette intensité. A noter que la pluie a été mesurée en un seul point du bassin. Par conséquent, du fait de son hétérogénéité (pluie de versant), cet épisode pluvieux n'a pas pu servir à caler le modèle.
- La pluie PR7 a été ressentie de façon homogène sur le bassin versant. De plus, il s'agit d'une pluie longue (6h30), d'intensité relativement constante, et sur laquelle les déversoirs d'orage ont bien réagi.

SCHEMA DIRECTEUR D'ASSAINISSEMENT DE LA VILLE D'AIX-LES-BAINS
Phase 2 : Etude diagnostic du réseau

- La pluie PR11 s'est produite en fin de la campagne de mesure, alors que certains déversoirs avaient déjà été déséquipés. Par conséquent, malgré la forte hauteur précipitée, cette pluie n'a pas pu servir au calage.

Le modèle a donc été calé principalement sur la pluie du 2 janvier 2001 (PR7).

4.3 RESULTATS DU CALAGE

Le calage du modèle a été fait par ajustement des différents coefficients de ruissellement affectés aux bassins versants élémentaires.

En terme de hauteur d'eau, les résultats obtenus aux différents points du réseau instrumentés pour une mesure en continu sont récapitulés dans le tableau ci-après.

Pluie	Point de mesure	Hmax mesurée (cm)	Hmax modélisé (cm)
PR1	Mod 3	8.3	21.6
	Mod 4	32.5	71.4
	Mod 6	102.5	102
PR7	Mod 1	27.0	21
	Mod 3	10.8	20
	Mod 5	13.3	26
	Mod 6	102.4	70
Temps sec	Mod 1	8 à 12	16
	Mod 2	4 à 5	20
	Mod 3	3 à 4	17
	Mod 4	6 à 10	42
	Mod 5	4 à 5	16
	Mod 6	50 à 55	43

Par temps sec, la nécessité de maintenir dans tous les collecteurs du modèle une mise en eau minimum (en particulier dans les collecteurs à forte pente) a pour conséquence d'augmenter le débit de temps sec. Néanmoins, ce débit reste faible au regard du débit par temps de pluie. Par temps sec, la différence observée est de l'ordre de 10 cm, ce qui reste dans la marge des variations horaires du niveau par temps sec.

Par temps de pluie, cet effet est atténué par l'apport de nouveaux débits. Globalement, l'ordre de grandeur des hauteurs d'eau maximales atteintes dans les différents collecteurs est respecté entre la mesure et le modèle, ce qui, compte tenu des hypothèses simplificatrices utilisées pour la construction du modèle, reste tout à fait satisfaisant.

SCHEMA DIRECTEUR D'ASSAINISSEMENT DE LA VILLE D'AIX-LES-BAINS
Phase 2 : Etude diagnostic du réseau

Le calage par temps de pluie a également été fait sur les débits et les hauteurs d'eau mesurées au droit et en aval des différents déversoirs d'orages instrumentés. Les résultats obtenus sont illustrés sur les différents graphes ci-après. Ces résultats appellent les commentaires suivants :

□ **DO T et DO V** (Rue Lepic) :

Le calage donne une bonne correspondance entre les résultats du modèle et les mesures effectuées, tant sur les hauteurs d'eau que sur les débits déversés. Au DO T (croisement Lepic/Petit Port), les différences de hauteurs d'eau en amont sont de l'ordre de quelques centimètres et les débits de pointe sont respectés.

□ **DO U** (Gamont) :

Le déversoir de Gamont est un déversoir latéral, de très grande longueur (14,50 mètres) et pour lequel l'estimation des débits déversés en fonction de la hauteur d'eau mesurée reste délicate, les formules classiques de déversoir ne s'appliquant pas. Par conséquent, le calage a porté en priorité sur les hauteurs d'eau mesurées en amont (cf. graphe des hauteurs). Les correspondances entre les mesures et le modèle sont tout à fait acceptables (de l'ordre de 2 à 3 centimètres).

Compte tenu des caractéristiques particulières de ce déversoir, l'estimation des débits (grande longueur, points singuliers en aval) par les méthodes traditionnelles reste entachée d'erreurs.

L'estimation du débit déversé à partir de la lame d'eau mesurée a été faite de façon à avoir des valeurs cohérentes avec l'aval (point F), en terme de débit de pointe et de volume d'eau. Sur la première pointe de déversement, le débit ainsi estimé reste supérieur au débit modélisé ; par contre, la seconde pointe est bien simulée par le modèle.

□ **Point F** :

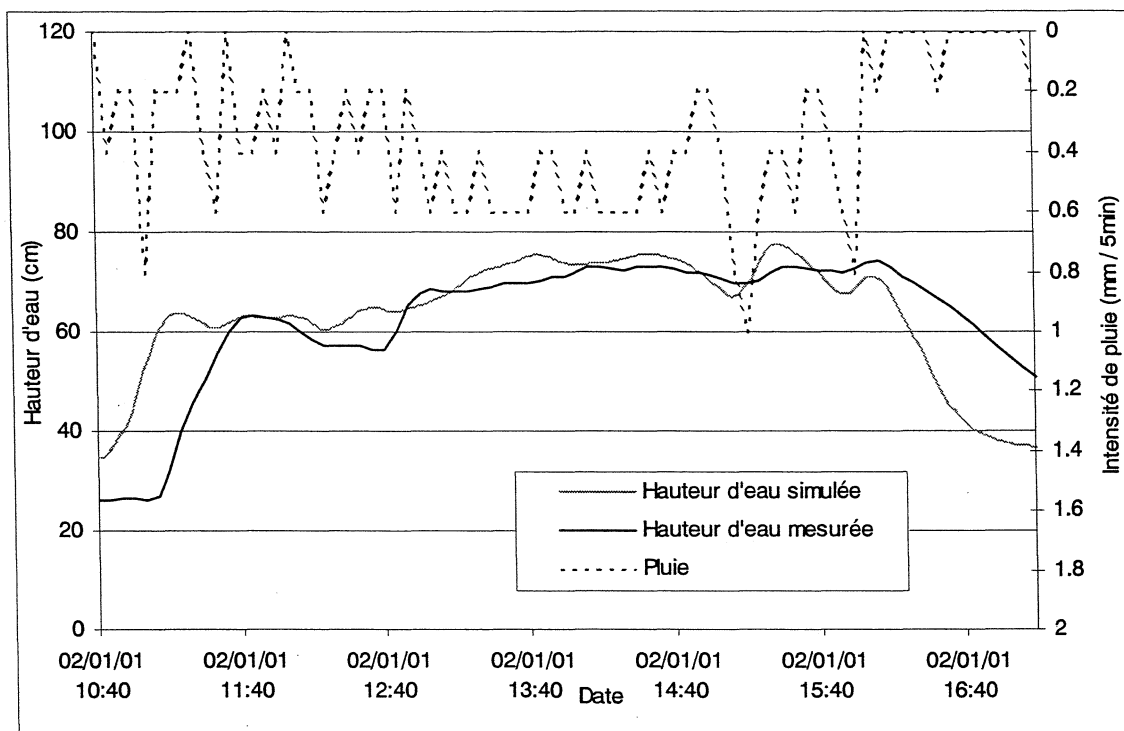
Sur ce point, situé en aval des déversoirs d'orage, on note une bonne similitude entre l'hydrogramme mesuré et l'hydrogramme modélisé, en ce qui concerne la montée du débit et la seconde pointe de crue.

Par contre, on retrouve la sous-estimation du débit de la première pointe, qui vient du calcul du débit déversé à Gamont.

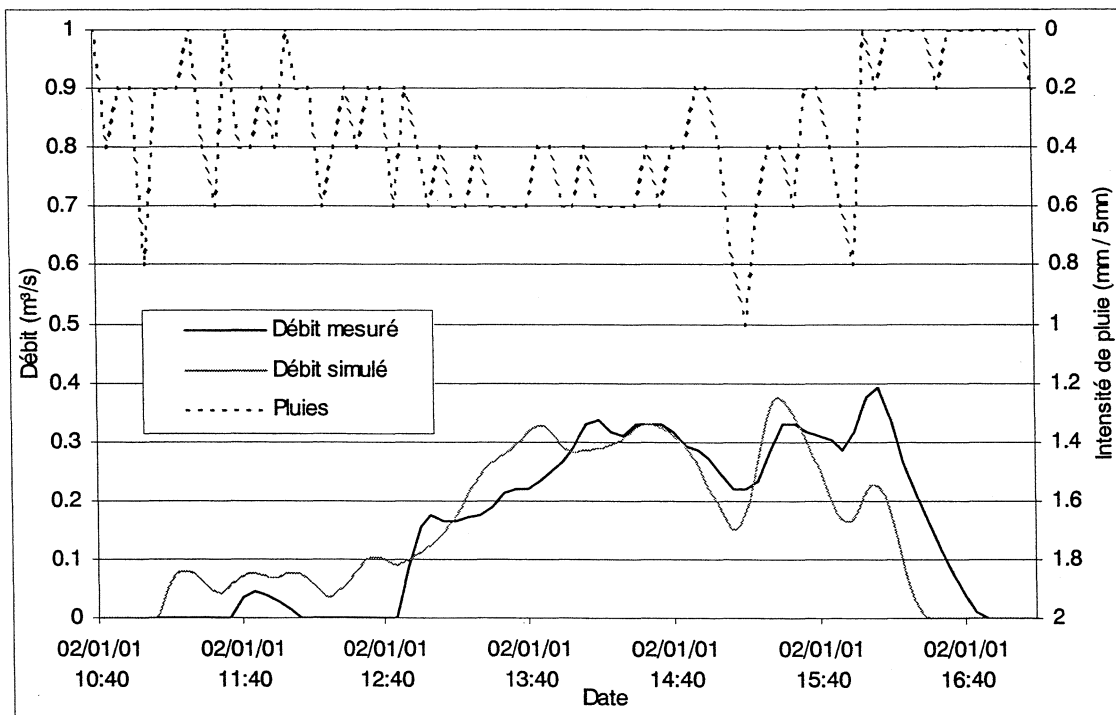
Conclusion : le calage effectué sur la pluie du 2 janvier 2001 est tout à fait satisfaisant en terme de débit et de hauteurs d'eau. On notera cependant un décalage temporel systématique de l'ordre de 10 à 15 minutes entre la réponse du modèle et les mesures, le modèle ayant un temps de réponse plus rapide que le réseau.

SCHEMA DIRECTEUR D'ASSAINISSEMENT DE LA VILLE D'AIX-LES-BAINS
Phase 2 : Etude diagnostic du réseau

Graphes n° 4-A : DO T – Calage sur les hauteurs en amont
Pluie du 02/01/2001

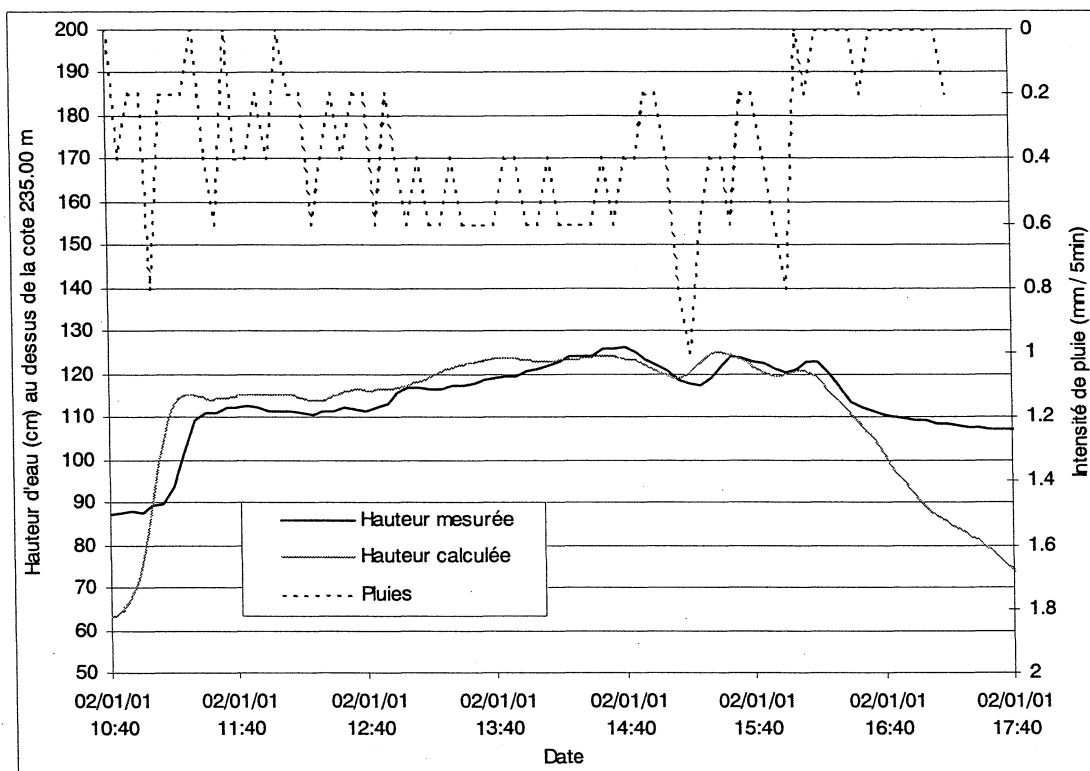


Graphes n° 4-B : DO T – Calage sur les débits
Pluie du 02/01/2001

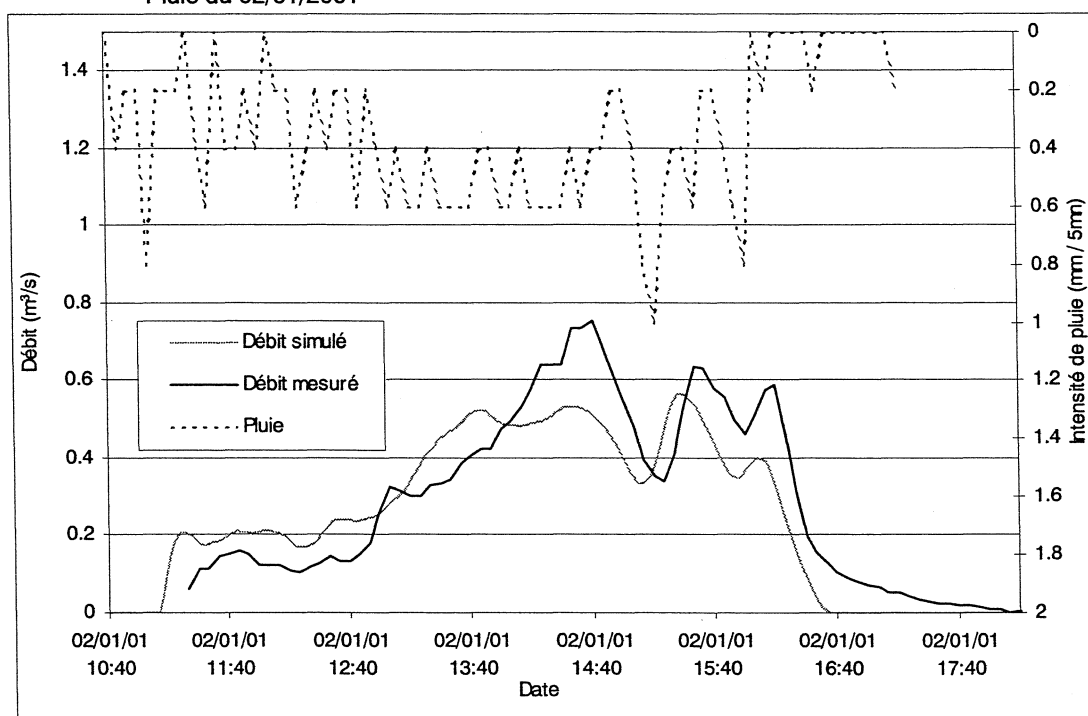


SCHEMA DIRECTEUR D'ASSAINISSEMENT DE LA VILLE D'AIX-LES-BAINS
Phase 2 : Etude diagnostic du réseau

Graphe n° 4-C : DO Gamont – Calage sur les hauteurs d'eau en amont
Pluie du 02/01/2001

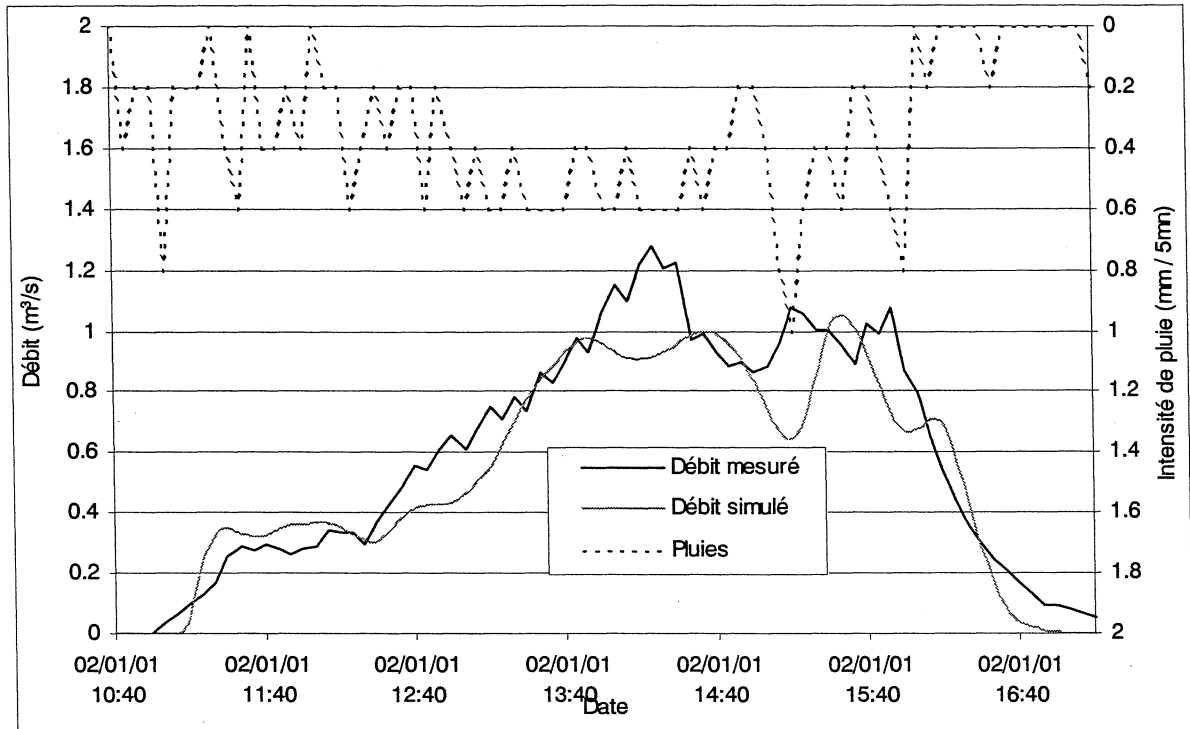


Graphe n° 4-D : DO Gamont – Calage sur les débits déversés
Pluie du 02/01/2001

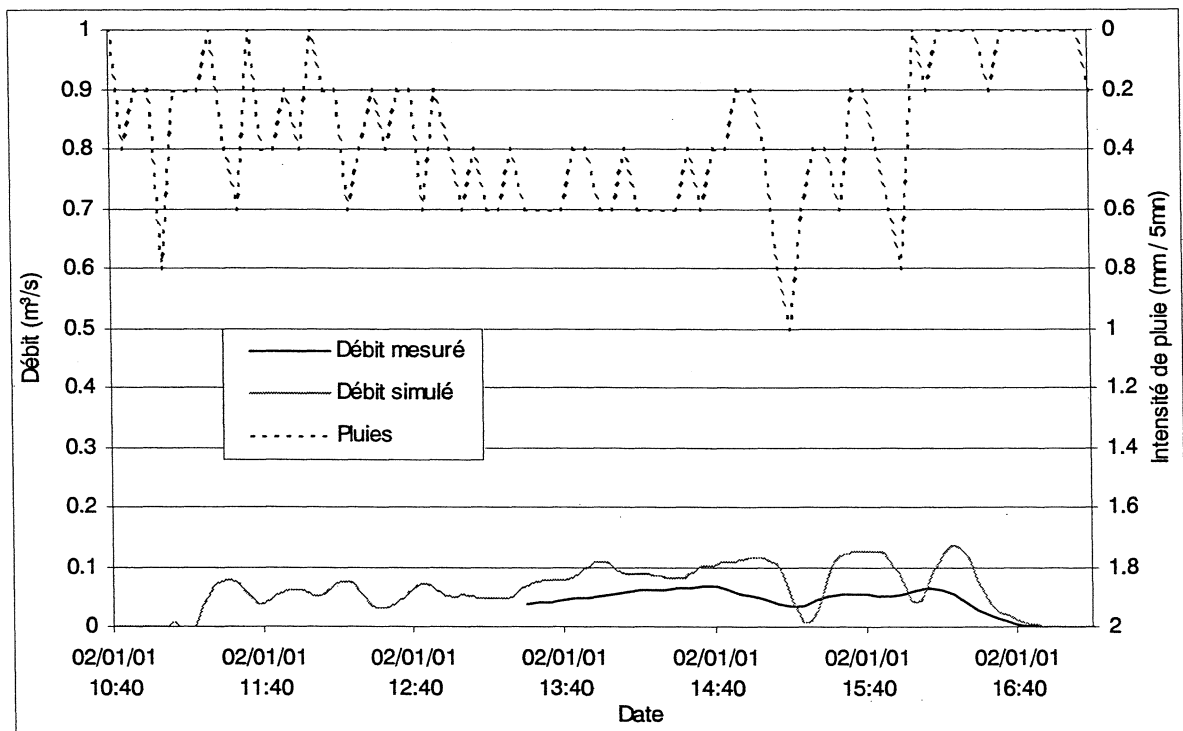


SCHEMA DIRECTEUR D'ASSAINISSEMENT DE LA VILLE D'AIX-LES-BAINS
Phase 2 : Etude diagnostic du réseau

Graphe n° 4-E : Point F – Calage sur le débit
Pluie du 02/01/2001



Graphe n° 4-F : DO V – Calage sur les débits déversés
Pluie du 02/01/2001



5 FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE DU RESEAU PAR TEMPS DE PLUIE

5.1 PLUIE DE PROJET

La pluie testée est la pluie de projet simple triangle, de temps de retour 10 ans et de durée 1 heure. Elle a été calculée à partir des coefficients de Montana disponibles à la station de Chambéry-Challes-les-Eaux.

Pour le temps de retour 10 ans, ces coefficients sont respectivement : $a = 7,301$ et $b = 0,674$ (avec $I = a.t^b$ en mm/h, intensité moyenne de l'épisode pluvieux).

5.2 REPONSE DU RESEAU UNITAIRE A LA PLUIE DECENNALE

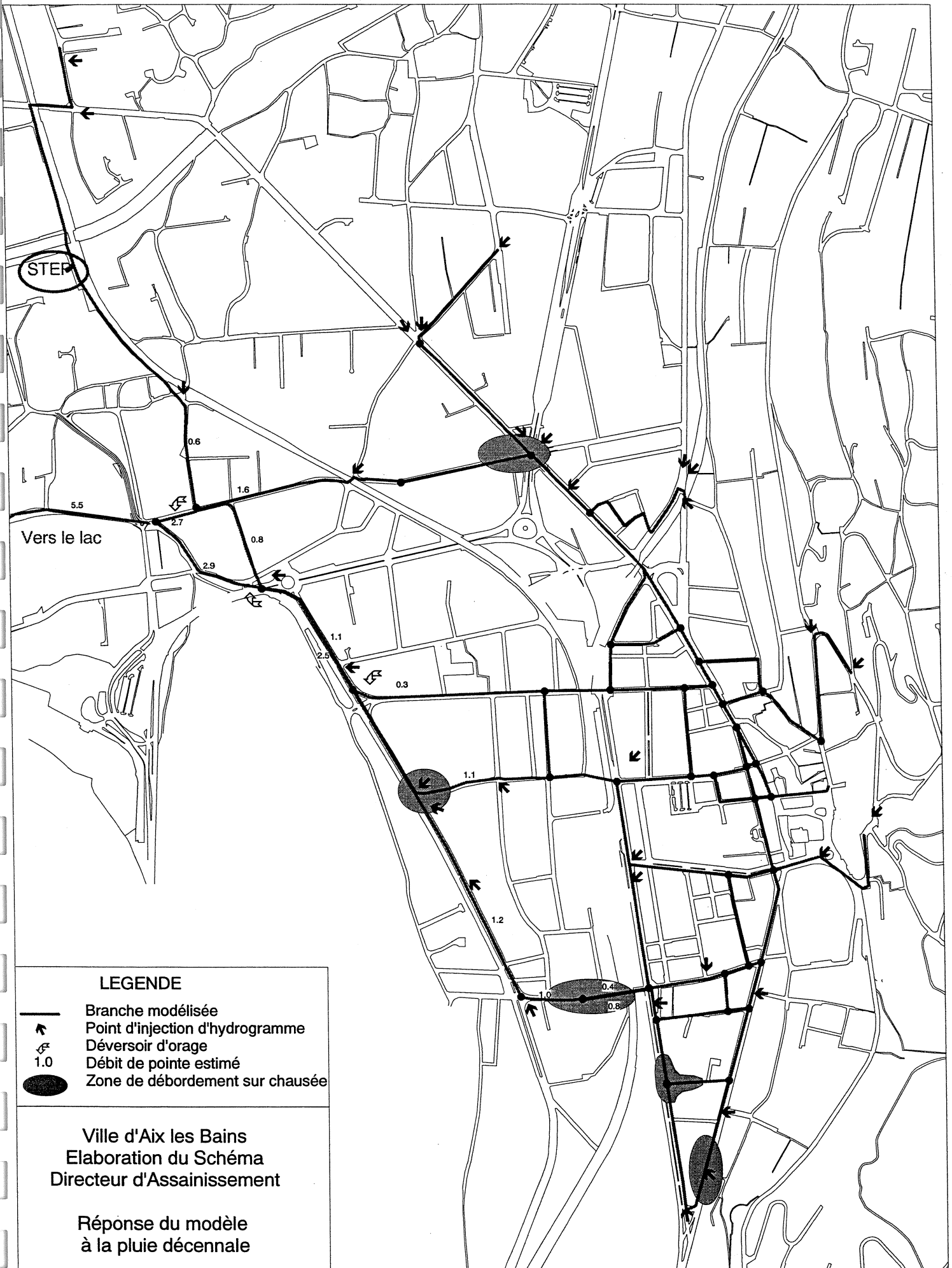
La réponse du bassin versant et du réseau à la pluie décennale, répartie homogènement sur le bassin, a été simulée à l'aide du logiciel HYDRA. Les résultats en terme de débits de pointe et de zones de débordement sont synthétisées sur la Figure 5-A ci-après.

Les zones de débordements sont très localisées, et en général dues à des confluences de collecteurs en charge ou en limite de mise en charge. Elles sont listées et localisées ci-après :

- **Boulevard de Russie**, à l'intersection avec la rue de l'Avenir, ainsi que localement sur l'avenue Marlioz : ces collecteurs reprennent les apports de la partie sud de la ville. Il s'agit de zones où des débordements ont effectivement été observés en cas de forte pluie.

A noter que le déversoir d'orage situé à l'intersection Russie/Marlioz fonctionne lors de la simulation de pluie décennale, alors que sur la totalité des deux campagnes de mesures (juillet et décembre 2000), il n'a déversé qu'une fois en juillet.

- **Rue de Tresserve**, localement, à l'intersection avec le boulevard de Russie. La mise en charge avenue de Tresserve est due aux apports supplémentaires venant du boulevard de Russie, et cette mise en charge se propage ensuite vers l'amont avenue de Tresserve (cf. § précédent).
- **Rue Jacotot**, en amont de l'intersection avec le boulevard Lepic : ce collecteur reçoit les apports de la zone unitaire du centre ville fortement urbanisée, et, compte tenu de la faible profondeur à laquelle il est placé, sa mise en charge peut conduire à des débordements sur chaussée.



LEGENDE

- Branche modélisée
- ↗ Point d'injection d'hydrogramme
- ⊗ Déversoir d'orage
- 1.0 Débit de pointe estimé
- Zone de débordement sur chaussée

Ville d'Aix les Bains
 Elaboration du Schéma
 Directeur d'Assainissement

Réponse du modèle
 à la pluie décennale

SCHEMA DIRECTEUR D'ASSAINISSEMENT DE LA VILLE D'AIX-LES-BAINS
Phase 2 : Etude diagnostic du réseau

- Enfin, **boulevard Pierpont Morgan**, au niveau du rond-point des Hôpitaux, le collecteur récupère les eaux de toute la partie Nord-est de la ville ; les apports simultanés des différents bassins versants provoquent une mise en charge et des débordements sur chaussée.

De manière générale, la simulation montre que l'ensemble du réseau unitaire de la ville d'Aix-les-Bains est très sollicité par la pluie de projet (pluie décennale de durée 1 heure). Une grande partie des collecteurs est mis en charge ou en limite de mise en charge, notamment dans la partie basse de la ville. Par conséquent, il paraît assez difficile de créer dans ces collecteurs des zones de stockage temporaires pour les eaux pluviales (voir ci-après).

5.3 ANALYSE DE L'EFFET DE RETENTION DU RESEAU UNITAIRE

Une solution parfois employée pour augmenter la capacité de stockage des eaux pluviales sans créer de bassin supplémentaire consiste à utiliser au maximum la rétention potentielle du réseau unitaire pour stocker temporairement.

Cet effet de rétention du réseau unitaire repose notamment sur deux conditions :

- d'une part, des collecteurs de faible pente et de section importante,
- d'autre part, il faut que les effluents transités dans les galeries ne mobilisent pas tout le volume du collecteur et laissent un volume de stockage pour les eaux pluviales.

Dans ces conditions, l'implantation d'ouvrages hydrauliques ayant pour conséquence le rehaussement des lignes d'eau permet d'augmenter la capacité de stockage des collecteurs à condition de ne pas aggraver les dysfonctionnements éventuellement observés en pluie décennale.

Dans la partie haute de la ville, les collecteurs unitaires descendent en direction du lac avec des pentes importantes (4% à 5% voire localement 10%) et les écoulements atteignent des vitesses élevées. Par conséquent, cela se prête peu à l'utilisation du réseau comme zone de rétention d'eaux pluviales.

Dans les zones aval (partie basse de la ville), les pentes sont plus faibles, et les collecteurs ont généralement des sections importantes (du type OV 1500/800). Cependant, lors d'un événement pluvieux intense (pluie décennale), ces collecteurs sont fortement sollicités. Ainsi, dans la zone la plus basse (boulevard Lepic et rues adjacentes), les collecteurs unitaires sont mis en charge ou en limite de mise en charge et une augmentation des lignes d'eau se traduirait par une aggravation du risque d'inondation dans cette zone.

Certains collecteurs intermédiaires situés entre les parties pentues de l'amont, et la zone aval très plate de la ville ne sont pas mis en charge lors de la pluie décennale et présentent une

SCHEMA DIRECTEUR D'ASSAINISSEMENT DE LA VILLE D'AIX-LES-BAINS
Phase 2 : Etude diagnostic du réseau

penne faible, ceux-ci sont donc a priori compatibles avec une action de rétention pluviale, obtenue en rehaussant la ligne d'eau de l'écoulement. Cependant, le linéaire de collecteurs concernés reste faible (cf. remarques précédentes) et le volume potentiel stockable est réduit. Ainsi, dans la rue de la Cité qui constitue un bon exemple de stockage potentiel (branches 51 et 52 du modèle), le collecteur unitaire est un ovoïde 1200/700. Le modèle hydraulique donne dans ce collecteur une hauteur d'eau de l'ordre de 30 à 40 cm pour la pluie décennale. La longueur de la galerie étant de l'ordre de 180 mètres, il reste un volume « disponible » estimé à 100 m³ environ (hypothèse maximum). Les collecteurs pour lesquels le même calcul peut être effectué se faisant rares sur le réseau, le volume total théoriquement utilisable pour la rétention pluviale reste négligeable au regard des volumes qui transitent par le réseau unitaire en temps de pluie.

Par conséquent, sur le réseau unitaire d'Aix-les-Bains, **l'effet de rétention du réseau pour stocker les eaux pluviales reste marginal** et minime au vu des volumes mis en jeu. De plus, il risque d'être très difficilement exploitable.

5.4 ETUDE DES EMISSAIRES AIXOIS

Historiquement, le réseau d'assainissement aixois a été mis en place puis les communes périphériques s'y sont peu à peu raccordées au fur et à mesure de leur développement. La STEP d'Aix-les-Bains traite également les effluents en provenance des communes alentours.

Du fait de l'accroissement des populations et des consommations, certains des collecteurs de raccordement arrivent à saturation et provoquent des inondations sur les chaussées ainsi que chez les particuliers.

Afin de connaître les volumes d'effluents provenant des autres communes, les principales antennes de raccordement des communes périphériques sur le réseau aixois ont été instrumentées par le SILB de débitmètres fonctionnant au pas de temps horaire. Au total, 18 débitmètres principaux (DP1 à DP18) fournissent une estimation des arrivées extérieures sur le réseau d'AIX.

Par temps sec, les volumes horaires qui arrivent sur le réseau aixois sont les suivants (estimation faite d'après les relevés des compteurs débitométriques horaires du SILB, sur la période du 17 au 24 juillet 2000 sans précipitation) :

SCHEMA DIRECTEUR D'ASSAINISSEMENT DE LA VILLE D'AIX-LES-BAINS
Phase 2 : Etude diagnostic du réseau

Commune	Brison- St Innocent		Vivier du Lac	Drumettaz / Mery	Mouxy					Pugny / Trevignin		Grésy sur Aix				Tresserve			
	1	2			3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	17	18	14	15
N° DP																			
Débit de temps sec (l/s)	1.8	0.8	1.3	6.1	1.0	1.0	1.4	1.0	0.4	3.1	0.1	0.9	2.5	1.4	0.1	1.1	1.6	0.3	
Maximum mesuré en Juillet/Août 2000 (l/s)	16. 4	3.3	9.4	13. 8	4.0	5.5	9.2	5.6	3.3	24. 9	3.3	9.3	28. 4	4.9	3.3	7.7	13. 8	2.5	
Diamètre du collecteur (mm)	250	200	300	300	200	200	?	250	250	300	200	200	200	200	200	200	200	200	

La période Juillet/Août 2000 correspond à la 1^{ère} campagne de mesures par temps de pluies (pluies d'origine orageuses). Durant cette campagne, le plus fort épisode pluvieux enregistré a atteint 18.2 mm de pluie en cumulé, pour une intensité maximum de 24 mm/h. Il s'est produit le 14 juillet 2000, et a duré 8 h 15 minutes.

Les différentes arrivées en provenance des communes extérieures ont été recensées sur le réseau. Les 18 débitmètres du SILB ont été localisés et les caractéristiques des émissaires sur lesquels sont implantés ces collecteurs ont été relevés de façon à estimer le débit capable de chaque émissaire. Cependant, compte tenu du manque de données topographiques précises sur la commune (et notamment sur sa périphérie), des reconnaissances de terrains vont être menées prochainement afin de préciser certaines caractéristiques (en particulier les pentes des collecteurs).

Globalement, les émissaires en provenance des communes extérieures sont de faible diamètre (Ø 200 à Ø 300) et en se basant sur les données topographiques existantes, les pentes de ces collecteurs apparaissent relativement fortes. L'estimation des débits capables, compte tenu des pentes importantes, montre que globalement les émissaires semblent suffisamment dimensionnés pour évacuer les débits en provenance des communes extérieures (en se basant sur les résultats de la campagne de mesures de Juillet/Août 2000).

Il faut noter cependant le cas d'un émissaire Ø 250, de Brison - St Innocent (DP 1) au nord, où localement la pente du terrain naturel est nulle, route de Saint Innocent. Sur ce secteur, des inondations ont déjà été ressenties lors d'évènements pluvieux intenses. Des investigations supplémentaires seront prochainement effectuées pour déterminer la pente exacte du collecteur mais compte tenu du diamètre de celui-ci et des débits mesurés par le SILB, les désordres observés sont dus à des raisons topographiques (faible pente de collecteur ou collecteur situé relativement haut par rapport aux habitations), ou à un désordre ponctuel (branchement périphérique...).