

<b>HYDROLOGIE DU BASSIN VERSANT</b>	<b>2</b>
<b>1. CARACTERISTIQUES GENERALES DU BASSIN</b>	<b>3</b>
<b>1.1. Contexte géologique</b>	<b>3</b>
<b>1.2. Contexte géographique</b>	<b>3</b>
<b>1.3. Contexte hydrographique</b>	<b>4</b>
<b>1.4. Caractéristiques du bassin et des sous bassins versants.</b>	<b>4</b>
1.4.1. Caractéristiques morphologique des bassins versants	4
1.4.2. Occupation des sols	5
<b>2. HYDROLOGIE DE CRUE</b>	<b>6</b>
<b>2.1. Données disponibles</b>	<b>6</b>
2.1.1. Données pluviométriques journalières	6
2.1.2. Données pluviométriques à faible pas de temps	6
<b>2.2. Calcul des debits de crue</b>	<b>8</b>
2.2.1. Méthode rationnelle	8
2.2.1.1. Coefficient de ruissellement (C)	8
2.2.1.2. Temps de concentration $t_c$	9
1.1.1.1.1. <i>PASSINI</i>	9
1.1.1.1.2. <i>GENERALE</i>	10
1.1.1.1.3. <i>BRGM</i>	11
2.2.2. Comparaison avec les méthodes empiriques	12
2.2.1. Méthode CRUPEDIX	12
2.2.2. Synthèse régionale Sud-Est	12
2.2.3. Débits décennaux retenus pour le bassin versant de l'Annaz	13
2.2.4. Débits de crue $Q_{30}$ , $Q_{100}$ , $Q_{300}$ retenus	14
<b>3. HYDROLOGIE D'ETIAGE</b>	<b>15</b>
 <b>HYDRAULIQUE DE RIVIERES</b>	 <b>16</b>
<b>1. CARTOGRAPHIE INFORMATIVE DES ZONES INONDABLES</b>	<b>17</b>
 <b>GEOMORPHOLOGIE DES COURS D'EAUX</b>	 <b>19</b>
<b>1. Méthodologie de l'étude Géomorphologique.</b>	<b>20</b>
<b>2. Synthèse du diagnostic.</b>	<b>20</b>
 <b>INVENTAIRE DES OUVRAGES</b>	 <b>22</b>
<b>1. Méthode</b>	<b>23</b>
<b>2. Les ouvrages transversaux de type pont</b>	<b>23</b>
<b>3. Les ouvrages transversaux de type seuils</b>	<b>23</b>
 <b>ANNEXES</b>	 <b>24</b>
<b>ANNEXE 1 PLAN DE SITUATION</b>	
<b>ANNEXE 2 HYDROLOGIE de crue du bassin versant, tableaux de calculs</b>	
<b>ANNEXE 3 HYDROLOGIE D'ETIAGE du bassin versant, tableaux de calculs</b>	

# ***HYDROLOGIE DU BASSIN VERSANT***

# 1. CARACTERISTIQUES GENERALES DU BASSIN

## 1.1. CONTEXTE GEOLOGIQUE

La zone d'étude est située au pied de l'anticlinal des Monts Jura qui s'enfonce sous la plaine Suisse. Ce contexte amène des formations calcaires fortement fissurées qui ont une perméabilité de type karstique. Cette situation donne du reste naissance à de nombreuses sources en piémont et sont à l'origine d'un réseau hydrographique particulièrement développé.

La stratigraphie se compose des éléments suivants:

- ◆ un substratum profond formé des séries calcaires et marneuses de l'ère secondaire;
- ◆ la molasse miocène qui est le plus souvent de nature argileuse et relativement imperméable. Elle n'affleure que dans les thalwegs creusés par les cours d'eau pendant la période post glaciaire;
- ◆ la moraine glaciaire et fluvio-glaciaire a une nature hétérogène: lentille de sables, de gravières ou d'agile imbriquées dans une structure très anarchique.

## 1.2. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE

Le bassin versant de l'Annaz se situe dans le Sud-Est du département de l'Ain entièrement en France. Les communes comprises dans le bassin sont :

- Péron
- Farges
- Pougny
- Collonges

Le bassin versant de l'Annaz peut être divisée en trois parties :

- La partie amont délimitée par la ligne de crête avec au Nord la Pierre de la Lune (Alt. 1505m) et au Sud le Crêt de la Neige (Alt. 1621m) constituée de rochers et de forêt (Parc Naturel du Haut Jura).
- La partie médiane correspond au bout de la plaine du pays de Gex, c'est la partie la moins boisée du bassin versant. Elle contient des cultures mais c'est également la partie la plus urbanisée du bassin versant.
- La partie aval correspond à la partie longeant la rive droite du Rhône, elle est peu urbanisée sauf sur la commune de Pougny.

L'Annaz est un affluent rive droite du Rhône. La confluence se situe sur la commune de Pougny à l'altitude de 332 m.

### **1.3. CONTEXTE HYDROGRAPHIQUE**

L'Annaz prend sa source sur la commune de Péron au lieu dit "Logras", à l'altitude 670m. Avant de se jeter dans le Rhône, après 14km de cheminement, l'Annaz reçoit les eaux :

- En rive gauche :
  - Après 10.3 km, de la Groise qui prend sa source sur la commune de Péron au lieu dit "Pré David" (Alt 620m). Celle-ci reçoit les eaux, en rive droite, du Nant des Morats qui prend sa source sur la commune de Péron au lieu dit "la Combe" (Alt 650m).
  
- En rive droite
  - Après 4.2km, du Ru de Baraty qui prend sa source au lieu dit "La Mouille" sur la commune de Péron (Alt 1451m).
  - Après 10.9 km, du Biaz qui prend sa source sur la commune de Farges (Alt 1536 m). Celui ci reçoit les eaux, en rive gauche, du ruisseau des Pérailles qui prend sa source sur la commune de Farges (Alt 1475 m).

### **1.4. CARACTERISTIQUES DU BASSIN ET DES SOUS BASSINS VERSANTS.**

#### **1.4.1. Caractéristiques morphologique des bassins versants**

Le bassin versant de l'Annaz a une superficie totale de 47.7 km<sup>2</sup> pour une longueur d'environ 14 km. Il peut être découpé en plusieurs sous-bassins versants :

- l'Annaz
- la Groise (nommé ruisseau de Chanvières en partie amont)
- le Ru de Baraty
- le Nant des Morats
- Le ruisseau des Pérailles
- Le Biaz

Pour chaque sous-bassin découpé, il est précisé la superficie, la longueur du plus long cheminement hydraulique, l'altitude minimale et maximale, la pente moyenne, l'allongement, le dénivelé du chemin le plus long et la longueur du thalweg principal. Ces caractéristiques sont nécessaires à l'estimation du temps de concentration.

Les résultats sont donnés page suivante et en annexe.

Lieu	Surface (km2)	Longueur du BV (km)	Alt max (m)	Alt min (m)	Denivellé (m)	Alt max thalweg (m)
Ruisseau de Chanvière	6,1	7,5	1505	448	1057	650
Nant des Morats	7,1	6,4	1474	448	1026	650
Ruisseau de Chanvière +Nant des Morats	13,2	7,5	1505	448	1057	650
Ruisseau des Pérailles	4,5	3,8	1475	447	1028	515
Biaz amont	7,0	5,1	1536	447	1089	547
Biaz + Ruiss. des Pérailles	10,2	5,1	1536	447	1089	547
Annaz	4,1	4,2	1451	465	986	700
Ru de Baraty	2,4	4,5	1422	465	957	645
Annaz + Ru de Baraty	6,5	4,2	1451	465	986	700
Annaz	9,5	6,7	1451	384	1067	700
Groise à la confluence avec Annaz	15,5	10,3	1505	384	1121	650
Annaz + Groise	25,0	10,3	1505	384	1121	700
Annaz	26,4	10,9	1505	380	1125	700
Biaz à la confluence avec Annaz	13,2	7,0	1536	380	1156	547
Annaz + Bias	39,6	10,9	1505	380	1125	700
Annaz à la confluence avec le Rhône	47,7	14,1	1505	332	1173	700

#### **1.4.2. Occupation des sols**

Les données de l'occupation des sols ont été établies d'après les cartes IGN au 1/25000 de la zone d'étude, des Plan d'Occupation des Sols des communes concernées et des reconnaissances sur le terrain.

La partie amont du bassin versant est largement boisée, les crêtes sont composés de rochers. La partie basse est composée de champs, de culture et de vignes. Dans les parties les plus proches du lac Léman, l'urbanisation est importante.

Les pourcentages respectifs des différents types d'occupation des sols sont donnés dans le tableau suivant :

Bassin versant	Forêt en %	Champ en %	hameaux en %
Ruisseau de Chanvière	0,42	0,56	0,02
Nant des Morats	0,57	0,35	0,08
Ruisseau de Chanvière +Nant des Morats	0,50	0,45	0,05
Ruisseau des Pérailles	0,78	0,22	0,02
Biaz amont	0,81	0,13	0,06
Biaz + Ruiss. des Pérailles	0,90	0,18	0,05
Annaz	0,70	0,30	0,02
Ru de Baray	0,53	0,44	0,04
Annaz + Ru de Baraty	0,64	0,35	0,03
Annaz	0,55	0,43	
Groise à la confluence avec Annaz	0,55	0,40	0,05
Annaz + Groise	0,55	0,41	0,04
Annaz	0,56	0,41	0,03
Biaz à la confluence avec Annaz	0,72	0,23	0,04
Annaz + Bias	0,61	0,35	0,04
Annaz à la confluence avec le Rhône	0,58	0,38	0,04

## 2. HYDROLOGIE DE CRUE

### 2.1. DONNEES DISPONIBLES

Le bassin versant ne comporte pas de station limnimétrique, nous nous sommes donc basés sur les données pluviométriques des stations les plus proches.

#### 2.1.1 Données pluviométriques journalières

La station météorologique la plus proche est celle de l'aéroport de COINTRIN, située à environ 10 km du site étudié à une altitude de 425 m.

Cette station possède une série de 43 années de données pluviométriques journalières. L'analyse effectuée par Météo-France donne les valeurs caractéristiques suivantes :

<p><b>Pluie journalière décennale : 67 mm</b> <b>Pluie journalière centennale : 93 mm</b></p>
---

Dans la région, la corrélation pluie - altitude se traduit par:  $P_H = 0,027 \cdot H + P_{st}$

#### 2.1.2 Données pluviométriques à faible pas de temps

Les pluies qui génèrent les plus forts débits dans ce type de bassin versant sont de courte durée (inférieure à 4 h) et de forte intensité. Les données pluviométriques intéressantes sont donc celles qui concernent les faibles pas de temps. Les pluviographes qui permettent ces mesures et dont la période d'étude est suffisamment longue sont assez rares : le poste le plus proche est celui de Genève-Cointrin.

Le poste de Challes les Eaux pourra compléter nos estimations.

##### Station de Genève :

Le service de climatologie de la Suisse Romande donne une courbe d'interprétation sur des pas de temps à partir de 10 min.

##### Station de Cointrin :

Des IDF (Intensités-Durées-Fréquences) ont été calculées. Pour une période de retour de 10 ans, les lois s'écrivent de la façon suivante :

- loi de Talbot pour des averses de moins de 30 min :

$$i \text{ (mm/h)} = a / (t + b) \quad \text{avec } t \text{ en minutes}$$

**a = 2170 et b = 9,4**

loi de Montana pour des averses de plus de 30 min :

$$i \text{ (mm/h)} = a t^{-b} \quad \text{avec } t \text{ en minutes}$$

**a = 676 et b = 0,737**

Station de Challes-les-Eaux :

Période d'observation : 25 ans

La pluie horaire décennale est de 27 mm selon les résultats établis par Météo-France.

Le document réalisé par le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (L.C.P.C., "Recommandation pour l'assainissement routier" donne les coefficients d'une loi de Montana pour une fréquence décennale et pour la station de Challes-les-Eaux.

Cette loi s'écrit de la façon suivante :

$$i \text{ (mm/h)} = a t^{-b} \quad \text{avec } t \text{ en minutes}$$

Les coefficients donnés pour a et b sont respectivement de 285 et 0.469 pour des averses de 6 à 30 mn ; et de 512 et 0.658, pour des averses de 15 à 360 mn.

Instruction Technique relative aux réseaux d'assainissement

L'Instruction Technique relative aux réseaux d'assainissement donne également les valeurs des coefficients a et b selon la région d'étude. La présente étude est située dans la "régionII". **Les coefficients correspondants sont respectivement 402 et 0.55, et sont valables pour des averses de 5 à 120 mn.**

Comparaison des résultats et choix d'une méthode de calcul

Tableau récapitulatif des résultats obtenus par les différentes méthodes (fréquence décennale) :

Durée de 7l'averse (mn)	L.C.P.C. Challes les Eaux (mm/h)	Genève (mm/h)	IDF Genève-Cointrin (mm/h)	Instruction Technique Région II (mm/h)
6	123		141	150
10	97	140	112	113
15	86	105	89	91
30	55	62	55	62
60	35	37	33	42
120	22	22	20	29

Les valeurs de Genève pour des pluies inférieures à 15 mn dépassent celles de l'Instruction technique pourtant habituellement sécuritaires. Cela est particulièrement vrai pour une durée de l'averse de 10 min. Pour des temps plus longs, les valeurs de Genève se situent d'ailleurs entre les données de l'Instruction Technique et du LCPC.

Le site de Cointrin est assez proche de la zone d'étude et ses données se recoupent avec celles de l'Instruction Technique donc on se dirige donc plutôt vers ces données :

---

	<b>Pour des averses de moins de 30 mn :</b>
<b>i (mm/h) = a / (t + b)</b>	<b>(t en minutes)</b>
<b>Coefficients</b>	<b>a = 2170 et b = 9,4</b>
	<b>Pour des averses de plus de 30 mn :</b>
<b>i (mm/h) = a t<sup>-b</sup></b>	<b>(t en minutes)</b>
<b>Coefficients</b>	<b>a = 676 et b = 0,737</b>

---

Le gradex des pluies nous permettra d'estimer les débits de temps de retour supérieurs à 10 ans à partir du débit décennal et ce, quel que soit la méthode retenue pour le calcul de ce débit décennal.

## 2.2. CALCUL DES DEBITS DE CRUE

### 2.2.1 Méthode rationnelle

Les débits de crue seront calculés par la formule suivante :

$$Q = \frac{1}{3600} iCS$$

Q est le débit instantané de crue en l/s  
i est l'intensité de la pluie décennale en mm/h  
C est le coefficient de ruissellement  
S est la surface du bassin en m<sup>2</sup>

La méthode rationnelle est ici utilisée comme relation pluie-débit. La méthode, simple dans sa formulation, a été calée en de nombreux points par les levés de terrains intégrés dans le modèle mathématique d'écoulement et par croisement de l'ensemble des résultats fournis par le modèle, les calculs hydrologiques, la morphologie des cours d'eau et les visites du bassin versant.

#### 2.2.1.1. Coefficient de ruissellement (C)

Les coefficients de ruissellement pour des pluies de fréquence décennale, que nous avons déterminés, sont les suivants pour les différentes occupations des sols :

Forêt	Champs	Vignes	Urbanisation moyenne	Rochers
0.13	0.20 à 0.3	0.35	0.60 à 0.90	0.2

Le coefficient de ruissellement est la moyenne des surfaces de chaque type de couvert, pondérée par les coefficients de ruissellement respectifs.

## 2.2.1.2. Temps de concentration $t_c$

### Formules

La meilleure façon de déterminer  $t_c$  est de mesurer, lors d'une crue, le temps qui sépare la fin de la pluie efficace et la fin du ruissellement, bien que ces instants ne soient pas très précis.

En l'absence de mesure, il existe des formules empiriques, calées sur des bassins versants de façon régionale, ne correspondant pas forcément aux mêmes caractéristiques géomorphologiques.

#### 1.1.1.1.1. PASSINI

$$t_c = 0.108 \frac{SL^{\frac{1}{3}}}{P^{\frac{1}{2}}}$$

avec

S : superficie du bassin versant en km<sup>2</sup>  
 L : longueur du plus long cheminement hydraulique sur le bassin versant en km  
 P : pente moyenne en m/m  
 $t_c$  : temps de concentration en h

On trouve alors les résultats suivants :

Lieu	C moy	Surface km2	Tc en min	Q10 Rationnelle en m3/s
Ruisseau de Chanvière	0,16	6,05	61,6	8,7
Nant des Morats	0,15	7,14	57,5	10,3
Ruisseau de Chanvière +Nant des Morats	0,16	13,19	79,8	15,3
Ruisseau des Pérailles	0,13	4,51	32,1	8,4
Biaz amont	0,12	6,97	46,1	9,6
Biaz + Ruiss. des Pérailles	0,14	10,19	52,3	14,7
Annaz	0,14	4,07	34,4	7,7
Ru de Baraty	0,15	2,41	31,1	5,4
Annaz + Ru de Baraty	0,14	6,48	40,2	11,4
Annaz	0,16	9,51	64,8	13,3
Groise à la confluence avec Annaz	0,15	15,52	106,2	14,0
Annaz + Groise	0,17	25,03	124,5	22,7
Annaz	0,17	26,37	133,1	23,2
Biaz à la confluence avec Annaz	0,15	13,18	71,9	16,3
Annaz + Biaz	0,19	39,55	152,3	34,5
Annaz à la confluence avec le Rhône	0,21	47,67	196,8	38,0

### 1.1.1.1.2. GENERALE

$$tc = 76 \frac{S^{0.5}}{I}$$

avec

S : superficie du bassin versant en km<sup>2</sup>

I : pente moyenne en %

tc : temps de concentration en min

On trouve alors les résultats suivants :

Lieu	C moy	Surface km2	Tc en min	Q10 Rationnelle en m3/s
Ruisseau de Chanvière	0,16	6,05	44,4	11,1
Nant des Morats	0,15	7,14	43,2	12,7
Ruisseau de Chanvière +Nant des Morats	0,16	13,19	65,6	17,7
Ruisseau des Pérailles	0,13	4,51	25,6	10,0
Biaz amont	0,12	6,97	30,1	13,2
Biaz + Ruiss. des Pérailles	0,14	10,19	36,4	19,2
Annaz	0,14	4,07	16,3	13,1
Ru de Baraty	0,15	2,41	9,2	11,8
Annaz + Ru de Baraty	0,14	6,48	20,6	18,6
Annaz	0,16	9,51	37,1	20,1
Groise à la confluence avec Annaz	0,15	15,52	85,0	16,5
Annaz + Groise	0,17	25,03	90,8	28,7
Annaz	0,17	26,37	100,0	28,6
Biaz à la confluence avec Annaz	0,15	13,18	55,8	19,6
Annaz + Biaz	0,19	39,55	122,5	40,5
Annaz à la confluence avec le Rhône	0,21	47,67	162,6	43,7

### 1.1.1.1.3. BRGM

$$t_c = \frac{(200\sqrt{S})^{3/2}}{10800\sqrt{H}}$$

avec

S : superficie du bassin versant en ha

H : dénivelé en m

t<sub>c</sub> : temps de concentration en h

Lieu	C moy	Surface km2	Tc en min	Q10 Rationnelle en m3/s
Ruisseau de Chanvière	0,16	6,05	59,0	9,0
Nant des Morats	0,15	7,14	67,8	9,1
Ruisseau de Chanvière +Nant des Morats	0,16	13,19	105,8	12,4
Ruisseau des Pérailles	0,13	4,51	48,0	6,3
Biaz amont	0,12	6,97	64,6	7,5
Biaz + Ruiss. des Pérailles	0,14	10,19	85,9	10,2
Annaz	0,14	4,07	45,3	6,3
Ru de Baraty	0,15	2,41	31,1	5,4
Annaz + Ru de Baraty	0,14	6,48	64,3	8,1
Annaz	0,16	9,51	82,4	11,2
Groise à la confluence avec Annaz	0,15	15,52	116,0	13,1
Annaz + Groise	0,17	25,03	166,1	18,4
Annaz	0,17	26,37	172,4	19,2
Biaz à la confluence avec Annaz	0,15	13,18	101,1	12,6
Annaz + Biaz	0,19	39,55	233,6	25,1
Annaz à la confluence avec le Rhône	0,21	47,67	263,2	30,7

### Résultats des formules

Ces formules empiriques ont été calées sur des bassins tests. Les résultats rendus doivent donc être utilisés en veillant à ce que le bassin de calcul possède des caractéristiques ne s'écartant pas de manière excessive de celles du bassin test. Les formules sont valides pour des terrains naturels.

## **2.2.2. Comparaison avec les méthodes empiriques**

### **2.2.1. Méthode CRUPEDIX**

Cette méthode vise à obtenir une estimation du débit instantané de crue de fréquence décennale. La relation a été obtenue par une approche statistique multivariable en testant le maximum de paramètres caractérisant le bassin versant. Elle a été calée sur 630 bassins français.

$$Q_{10} = S^{0,8} \cdot \left(\frac{P_{10}}{80}\right)^2 \cdot R$$

avec :  
Q<sub>10</sub> en m<sup>3</sup>/s  
S = superficie en km<sup>2</sup>  
P<sub>10</sub> = pluie journalière décennale en mm  
R = coefficient régional (R=1 dans le Pays de Gex)

La gamme des surfaces de bassins versants couverts par cette formule est de l'ordre de 2 à 2 000 km<sup>2</sup>.

Intervalle de confiance à

$$90 \% \left[ \frac{Q_{10}}{2}, 2 Q_{10} \right]$$
$$70 \% \left[ \frac{2}{3} Q_{10}, \frac{3}{2} Q_{10} \right]$$

### **2.2.2. Synthèse régionale Sud-Est**

Dans le but d'affiner les résultats obtenus dans le cadre de la synthèse nationale des crues, le Cemagref a élaboré un programme de travaux hydrologiques dans le Sud-Est et les régions alpines.

La formule a été calée sur 100 bassins versants de superficie inférieure à 90 km<sup>2</sup>.

$$Q_{10} = S^{0,8} \cdot \left(\frac{P_{10}}{75}\right)^{1,5} \cdot CR$$

avec :  
Q<sub>10</sub> en m<sup>3</sup>/s  
S = superficie en km<sup>2</sup>  
P<sub>10</sub> = pluie journalière décennale en mm  
CR = coefficient régional (CR = 0,76 dans l'Ain)

Intervalle de confiance à

$$70 \% \left[ \frac{3}{5} Q_{10}, \frac{5}{3} Q_{10} \right]$$

Nous trouvons les résultats suivants :

Lieu	Surface km2	Q10 Sud-Est m3/s	Q10 Général m3/s
Ruisseau de Chanvière	6,05	4,8	6,1
Nant des Morats	7,14	5,5	6,8
Ruisseau de Chanvière +Nant des Morats	13,19	9,0	11,4
Ruisseau des Pérailles	4,51	3,8	4,7
Biaz amont	6,97	5,5	6,9
Biaz + Ruiss. des Pérailles	10,19	7,5	9,4
Annaz	4,07	3,5	4,3
Ru de Baraty	2,41	2,2	2,8
Annaz + Ru de Baraty	6,48	6,8	6,2
Annaz	9,51	10,3	8,5
Groise à la confluence avec Annaz	15,52	10,3	13,0
Annaz + Groise	25,03	15,1	19,0
Annaz	26,37	15,7	19,8
Biaz à la confluence avec Annaz	13,18	9,2	11,6
Annaz + Biaz	39,55	21,8	27,4
Annaz à la confluence avec le Rhône	47,67	25,3	31,8

### **2.2.3. Débits décennaux retenus pour le bassin versant de l'Annaz**

En comparant les différentes méthodes de calcul, nous arrivons aux résultats suivants pour le bassin versant de l'Annaz.

Lieu	Surface Km2	Q10 m3/s
Ruisseau de Chanvière	6,05	8.7
Nant des Morats	7,14	10.3
Ruisseau de Chanvière +Nant des Morats	13,19	15.3
Ruisseau des Pérailles	4,51	8.4
Biaz amont	6,97	9.6
Biaz + Ruiss. des Pérailles	10,19	14.7
Annaz	4.07	7.7
Ru de Baraty	2.41	5.4
Annaz + Ru de Baraty	6.48	11
Annaz	9.51	13.3
Groise à la confluence avec Annaz	15.52	14
Annaz + Groise	25,03	22.7
Annaz	26,37	23.2
Biaz à la confluence avec Annaz	13,18	16.3
Annaz + Biaz	39,55	34.5
Annaz à la confluence avec le Rhône	47,67	38

## 2.2.4. Débits de crue $Q_{30}$ , $Q_{100}$ , $Q_{300}$ retenus

Les débits décennaux ne constituent en aucun cas le maximum possible. La probabilité d'occurrence de débits de temps de retour de 100 ans, 500 ans et plus existe.

L'estimation des débits de fréquence inférieure à 10 ans sera effectuée en utilisant le gradex des pluies.

La méthode du gradex traduit la situation suivante : A partir d'une certaine fréquence de crue, tout apport de pluie supplémentaire est traduit directement en débit supplémentaire.

Autrement dit, à partir d'une certaine fréquence, le bassin est entièrement saturée en eau et ne peut plus absorber.

La fréquence caractéristique généralement admise est la fréquence décennale.

$$Q_{300} = Q_0 + 3,45 \times Gq \times C_p$$

$$Q_{100} = Q_0 + 2,35 \times Gq \times C_p$$

$$Q_{30} = Q_0 + 1,13 \times Gq \times C_p$$

$Q_{10}$ ,  $Q_{30}$ ,  $Q_{100}$  et  $Q_{300}$  : les débits instantanés de crue en  $m^3/s$

$Gq$  Gradex des débits fonction du Gradex des pluies

$C_p$  coefficient de pointe

Le coefficient de pointe est le rapport du débit maximum instantané au débit moyen journalier de la crue. Il est apprécié par 2 formules :

$$C_p = 2.33 - 0.10 \ln(S_{BV}) \quad (\text{SOGREAH})$$

$$C_p = 1 + 2.66 S_{BV}^{-0.3} \quad (\text{FULLER})$$

Nous obtenons les résultats suivants :

Lieu	Surface (km <sup>2</sup> )	Gradex des Débits Gq	Coef de pointe SOGREAH Cp1	Q100 m <sup>3</sup> /s	Q300 m <sup>3</sup> /s
Ruisseau de Chanvière	6,1	0,5	2,1	11,3	12,6
Nant des Morats	7,1	0,6	2,1	13,3	14,7
Ruisseau de Chanvière +Nant des Morats	13,2	1,2	2,1	21,1	23,8
Ruisseau des Pérailles	4,5	0,3	2,2	10,2	11,0
Biaz amont	7,0	0,6	2,1	12,4	13,7
Biaz + Ruiss. des Pérailles	10,2	0,8	2,1	18,8	20,7
Annaz	4,1	0,3	2,2	9,3	10,0
Ru de Baraty	2,4	0,2	2,2	6,4	6,8
Annaz + Ru de Baraty	6,5	0,5	2,1	13,9	15,1
Annaz	9,5	0,8	2,1	17,4	19,3
Groise à la confluence avec Annaz	15,5	1,5	2,1	21,2	24,5
Annaz + Groise	25,0	2,5	2,0	34,5	39,9
Annaz	26,4	2,7	2,0	35,7	41,5
Biaz à la confluence avec Annaz	13,2	1,2	2,1	21,9	24,6
Annaz + Bias	39,6	4,1	2,0	53,3	62,2
Annaz à la confluence avec le Rhône	47,7	5,2	1,9	61,8	73,0

### 3. HYDROLOGIE D'ETIAGE

Le débit de référence d'étiage est une valeur statistique représentant le débit moyen le plus faible de l'année, estimé à la fréquence quinquennale sèche ( $Q_{MNA5}$ ). Le bassin versant de l'Annaz n'étant pas jaugé, il n'existe à priori aucune donnée sur les étiages. Cependant, une estimation des débits de référence d'étiage a été effectuée par la DIREN à partir de campagnes de jaugeages menées en 1999 et 2000 par le DIREN et la société EPTEAU. La méthode de calcul est la même que celle employée par nos soins sur les autres bassins du Contrat de Rivières, à savoir la corrélation des mesures effectuées avec les débits journaliers aux mêmes dates sur la station de référence de Saint-Genis.

#### Résultats :

Points	Localisation	Coord. X	Coord. Y	Bassin versant km <sup>2</sup>	QMNA 5 m <sup>3</sup> /s
<b>Annaz</b>					
ANN1	Amont STEP de Péron				0,036
ANN3	Amont confluence avec la Groise	878 361	134 897	9,5	0,048
ANN4	Amont confluence avec le Rhône	880 345	133 019	47,7	0,046
<b>Groise</b>					
ANN7	Amont confluence avec l'Annaz	878 480	134 996	15,5	0,003
<b>Nant des Morats</b>					
ANN5	Amont confluence avec le ru de Chanvières	879 065	137 153	7,1	0
<b>Ru de Chanvières</b>					
	Amont confluence avec le Nant des Morats	879 295	137 099	13,2	0,001
<b>Biaz</b>					
ANN8	Amont STEP d'ASSERANS	878 015	134 373		0,007

## ***HYDRAULIQUE DE RIVIERES***

# 1. CARTOGRAPHIE INFORMATIVE DES ZONES INONDABLES

Une cartographie informative des zones inondables sur l'Annaz, le Ru de Baraty, la Groise et le Nant des Morats a été réalisée avec une approche intuitive par recensement des unités hydrogéomorphologiques, des plus hautes eaux connues (PHEC) et du diagnostic hydraulique des ouvrages. Le report est produit à l'échelle 1/25 000<sup>e</sup> sur les cartes IGN, sur la base du MNT issu de l'orthophotoplan du Pays de Gex fourni par le Maître d'Ouvrage. Cependant, la faible précision de ce support (maillage sur la base d'un point tous les 70 m et surtout dénivelés de plus de 4 m observés par rapport à nos levés terrestres) ne donne **qu'une précision de l'ordre de 4 mètres**.

Cependant, on peut recenser quelques points noirs nécessitant probablement une réflexion plus poussée. Ceux-ci sont analysés par cours d'eau et à chaque fois de l'amont vers l'aval :

## ➤ L'Annaz :

Nous ne recensons pas de problèmes particuliers sur la partie amont de ce cours d'eau. Par contre juste avant la confluence avec le Rhône, nous notons la présence d'une zone de débordement à la gravière de Pougny. En cas de forte crue, les eaux se déversent par dessus la rive droite qui est peu marquée envahissant la zone de stockage des matériaux. Les eaux descendent le long du lit mineur pour se jeter dans la zone d'extraction de la gravière ( constituée actuellement d'un petit lac). Il existe donc un risque pour les ouvriers de cette exploitation en cas de crue qui pourrait être emporté dans le lac .

## ➤ Le Ru de Baraty :

Nous avons relevé plusieurs points noirs sur ce cours d'eau :

- Traversée de Logras, buse Ø800, mise en charge dès la crue décennale. Malgré l'entonnement réalisé, les eaux se déversent sur la chaussée, elles descendent le long du chemin pour couper la route principale de Logras. **Il existe un risque important pour les biens et les personnes dans ce secteur.**
- Traversée de la voie de chemin de fer, risque de débordement. En cas de forte crue, la coursive située juste en amont favorise les projections d'eau sur la chaussée, **il existe un risque d'inondation localisé de la voie ferrée.**
- Passage sous la D984. en cas de forte crue les projections d'eaux peuvent atteindre la route et provoquer **une inondation partielle de la chaussée.**
- Passage sous la route de Péron, amont de la confluence avec l'Annaz. cet ouvrage est largement sous dimensionné, il existe **un risque de débordement et d'inondation de la chaussée en cas de forte crue.**

➤ **Le Nant des Morats :**

Pour ce ruisseau, nous notons de nombreux points noirs, de nombreux ouvrages sont sous dimensionnés :

- Lieu dit "La Combe", commune de Péron, buse Ø1200. il existe un risque important de débordement par dessus la chaussée. De plus, nous attirons notre attention sur les maisons situées en contre bas de la route, elles sont toute proche du ruisseau, il existe un **risque important de dégradation de ces habitations** en cas de crue
- Accès à une exploitation agricole, la buse est largement sous dimensionnée, l'ouvrage se met en charge et les eaux se déversent dans les champs alentours.
- Traversée de la voie ferrée et de la D984. ces deux ouvrages sont sous dimensionnés, **il existe un risque d'inondation de la chaussée et de la voie ferrée.**
- Chemin agricole. Nous notons la présence d'un pont en arche pour un chemin agricole, cet ouvrage est sous dimensionné pour la crue centennale.

➤ **La Groise (ru de Chanvière en partie amont) :**

Nous avons recensé trois points noirs sur ce cours d'eau :

- Au lieu dit "Feigères", un petit ouvrage permettant la traversée de la chaussée est sous dimensionné, il existe un risque de débordement sur la chaussée.
- La traversée de Greny pose de nombreux problèmes. En effet, nous notons deux ouvrages largement sous dimensionnés. **Il existe un risque important de débordement sur la chaussée.** Dans ce secteur, nous notons également l'affaissement d'un hangar agricole dans le lit du ruisseau, juste avant Greny. Des fissures sont largement visibles
- Accès au chantier de la voie rapide, nous notons la présence d'un dalot préfabriqué en béton sous dimensionné pour la crue centennale, **il existe un risque de déversement sur la chaussée.**

# ***GEOMORPHOLOGIE DES COURS D'EAUX***

## **1. METHODOLOGIE DE L'ETUDE GEOMORPHOLOGIQUE.**

L'analyse géomorphologique a été réalisée sur la base d'un parcours pédestre complet de l'Annaz et de ses affluents.

Les caractéristiques morphodynamiques ont été relevées et cartographiées : largeur, hauteur d'eau le jour de la reconnaissance, nature du fond, faciès d'écoulement, ripisylve, couvert, rejets, prises d'eau, barrages, seuils, nature des berges, aménagements, abords ... Toutes ces informations figurent de façon détaillée sur des plans cadastraux au 1/2000<sup>ème</sup>. Les plans cadastraux ont ensuite été découpés en tronçons homogènes auxquels ont été associés des fiches terrains qui répertorient et expliquent les phénomènes observés.

Chaque ouvrage hydraulique important a fait l'objet d'une fiche ouvrage donnant les performances hydrauliques de l'ouvrage, les débits de crue décennale et centennale au droit de l'ouvrage ainsi que l'état général de celui-ci.

## **2. SYNTHÈSE DU DIAGNOSTIC.**

Le bassin versant de l'Annaz est celui le plus au sud des cinq bassins versants concernés par notre étude. Il se jette en rive droite du Rhône en France, sur la commune de Pougny.

L'Annaz prend sa source sur la commune de Péron, c'est une résurgence karstique du massif du Jura.

Ses affluents prennent leur source en contrebas de la crête du Jura. L'urbanisation est peu importante dans les parties hautes du bassin versant. Elle se densifie à la traversée des villages de Péron, St Jean de Gonville et Farges. Plus aval, dans la traversée des bois de Ban, Coutard, Plan et Maillet, les cours d'eau ont gardé leurs caractères naturels.

L'urbanisation est faible, à la confluence de l'Annaz avec le Rhône, à Pougny Gare.

Les cours d'eau sont perturbés par les grands axes de transport (D984, voie rapide, SNCF...) et bien sûr influencés par l'urbanisation (ouvrage, protection de berges, assainissement plus ou moins réussi...).

Dans la traversée des parties boisées susnommées, ces cours d'eau sont aujourd'hui peu entretenus, ils font l'objet d'instabilités ponctuelles (zone d'érosion, glissement de terrain, embâcle, enrochement déstabilisés...) De plus, la végétation, de plus en plus importante, réduit la section débitante du cours d'eau et accélère les vitesses d'écoulement ce qui entraîne l'incision des lits de certains cours d'eaux (Groise, partie aval de l'Annaz).

La végétation a, d'un autre côté, un rôle positif dans la consolidation des berges par leur système racinaire et par la formation de seuils naturels qui stabilisent le lit. Ces seuils peuvent néanmoins être à l'origine de déstabilisation du cours d'eau et de formation d'ondes de crue lorsqu'ils se rompent et que le transport solide accumulé se déverse dans le lit.

De nombreux glissements de terrains sont également à surveiller afin d'éviter l'obturation du ruisseau et la création de retenues d'eau (traversée des parties boisées).

La végétation doit donc être entretenue, les embâcles présentant des risques supprimées (proximité d'ouvrages, contexte urbain), les arbres en cours de déstabilisation coupés en préservant leur système racinaire et des boutures plantées aux endroits mis à nus.

Concernant la propreté des berges et de leurs abords, nous n'avons pas remarquées de zones particulièrement dégradées. Dans l'ensemble, nous avons remarqués peu de décharges sauvages et peu de corps flottants.

Lors de notre reconnaissance sur le terrain, nous avons noté la présence de nombreux aménagements (seuil, passe à poissons, bassin de décantation). Ceux ci permettent le développement d'une faune piscicole observée lors de notre parcours pédestre.

Sur l'Annaz, nous avons également observé la présence de nombreux moulins aujourd'hui désaffectés signe d'une activité importante dans les années passées.

## ***INVENTAIRE DES OUVRAGES***

## 1. METHODE

Le bassin versant de l'Annaz a fait l'objet de nombreuses interventions humaines :

- dans le passé, sous forme de seuils alimentant des biefs et des moulins exploitant l'énergie hydraulique des cours d'eau,
- plus récemment, sous forme d'aménagements routiers jouant le rôle de digue.

Les ouvrages hydrauliques participent à l'équilibre hydraulique du lit des ruisseaux ou subissent leur déséquilibre. L'analyse de ces ouvrages a été réalisée au moyen de fiches signalétiques qui permettent de façon condensée de réunir les principales caractéristiques des ouvrages (caractéristiques géométriques, structurelles et d'écoulement), ainsi qu'un diagnostic en terme de risque d'embâcle. Couplées à la cartographie géomorphologique, elles permettent la parfaite compréhension de la dynamique de l'Annaz et de ses principaux affluents.

**Quelques remarques concernant les annotations des fiches :**

- Par « vue aval », il faut comprendre « vue depuis l'aval ».
- Les débits de crue sont ceux du modèle.
- Dans les indications de cote, la cote tablier est celle de la partie la plus basse du pont.
- Les cotes d'eau indiquées sur les fiches sont celles des profils indiqués.
- A propos des seuils :
  - largeur prise en crête de seuil
  - hauteur de chute = différence de cote du lit en entrée et en sortie de seuil.

## 2. LES OUVRAGES TRANSVERSAUX DE TYPE PONT

Les fiches relatives aux ouvrages de type pont renseignent sur les éléments suivants :

- Situation de l'ouvrage
- Désignation de l'ouvrage
- Caractéristiques
- Diagnostic hydraulique et en terme d'embâcles

## 3. LES OUVRAGES TRANSVERSAUX DE TYPE SEUILS

De la même façon, les fiches relatives aux seuils pont renseignent sur les éléments suivants :

- Situation de l'ouvrage
- Désignation de l'ouvrage
- Caractéristiques
- Diagnostic hydraulique, en terme d'embâcles et de franchissabilité

# ***ANNEXES***

## **PLAN DE SITUATION**

**HYDROLOGIE de crue du bassin versant  
Tableaux de calculs**

**HYDROLOGIE d'étéage du bassin versant  
Tableaux de calculs**