



Bureau d'étude et
de maîtrise d'œuvre

ENVIRONNEMENT

ASSAINISSEMENT

URBANISME



RHÔNE-ALPES



commune de
VILLIEU-LOYES-MOLLON

département de l'Ain

ETUDE HYDRAULIQUE



Rapport d'étude – Phase 1

SESAER CP7 – 9.209 – Février 2009

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	3
1. PRÉSENTATION.....	4
1.1. Définition du secteur d'étude.....	4
1.2. Enjeux et objectifs.....	4
2. LES ENJEUX DES TECHNIQUES ALTERNATIVES EN ASSAINISSEMENT PLUVIAL...4	
PHASE 1 : DIAGNOSTIC DE LA SITUATION EXISTANTE.....	6
3. DONNÉES GÉNÉRALES.....	7
3.1. Données générales.....	7
3.2. Contraintes réglementaires.....	10
4. DÉFINITION DES BASSINS VERSANTS.....	12
4.1. Définition générale	12
4.2. Secteur de Mollon.....	14
4.3. Secteur de Loyes.....	14
4.4. Secteur du Toison.....	14
4.5. Secteur de Villieu.....	14
4.6. Reconnaissance des réseaux pluviaux.....	15
5. ETUDE HYDROLOGIQUE	17
5.1. Caractérisation des bassins versants.....	17
5.2. Temps de concentration :.....	17
5.3. Pluie de Projet et débit.....	17
5.4. Résultats.....	19
6. ÉTUDE HYDRAULIQUE.....	19
6.1. Capacité hydraulique des collecteurs.....	19
6.2. Capacité hydraulique des fossés.....	20
6.3. Phénomènes observés.....	20
7. SYNTHÈSE DES OBSERVATIONS LOCALES.....	21
7.1. Secteur de Mollon.....	21
7.2. Secteur de Loyes.....	23
7.3. Secteur du Toison.....	25
7.4. Secteur de Villieu.....	26
8. DÉFINITION DE LA CRUE DE PROJET.....	27
9. SYNTHÈSE GÉNÉRALE.....	28
9.1. État général satisfaisant.....	28
9.2. Dysfonctionnements.....	28
9.3. Conclusion.....	31

Introduction

1. PRÉSENTATION

1.1. Définition du secteur d'étude

La commune de Villieu-Loyes-Mollon présente des risques d'inondation, de crues torrentielles, de ruissellement de versant et de mouvements de terrain sur certains secteurs. Les désordres, concernés par cette étude sont, en grande partie, la conséquence du relief (côtière), de la nature de sols et des pratiques culturelles. Les désordres apparaissent lors d'orages brefs et violents ou lors de pluies soutenues pendant plus de 24 heures sur sol saturés.

La zone géographique de l'étude exclut la plaine de l'Ain, qui est soumis à d'autres phénomènes en termes d'inondation, on étudiera en particulier donc tout le territoire de la commune situé à l'ouest de la route départementale 984.

La zone d'étude correspond également à des sols limoneux argileux où le ruissellement superficiel est très important.

1.2. Enjeux et objectifs

L'étude aura pour objectif de définir les aménagements permettant de répondre aux différents dysfonctionnements, et anticiper les aménagements futurs.

Les réponses apportées devront veiller à respecter le cadre réglementaire, notamment dans le cadre des actions mis en œuvre localement.

2. LES ENJEUX DES TECHNIQUES ALTERNATIVES EN ASSAINISSEMENT PLUVIAL

Les premières techniques d'assainissement pluvial ont conduit à la création de réseaux dont le but est d'évacuer rapidement les eaux pluviales. Avec le développement de l'urbanisation l'extension des réseaux secondaires toujours reliés au réseau primaire des centres villes vont rapidement créer des points d'engorgement et d'inondations.

Le défaut principal du réseau de conduite vient du fait qu'il concentre en des temps relativement courts, des flux importants que ce soit en termes de quantités ou en termes de pollution. La solution « alternative » consiste à « déconcentrer » ces flux en redonnant aux surfaces sur lesquelles se produisent le ruissellement un rôle régulateur basé sur la rétention et l'infiltration des eaux de pluies.

Les solutions « alternatives » ou compensatoires (sous entendu des effets de l'urbanisation) sont nombreuses :

- chaussées à structure réservoir
- puits d'infiltration
- tranchées
- fossés et noues
- toits stockants
- bassin de rétention à sec ou en eau.
- Citerne

- structures réservoir
- réservoirs à structure alvéolaire
- conduites stockantes....

Ces techniques présentent de nombreuses qualités :

- ❖ elles sont souvent moins onéreuses que les solutions traditionnelles ou bien, pour un coût équivalent, elles offrent une protection supérieure contre les différents risques (déconcentration des flux, répartition des risques, diminution du risque à l'aval...).
- ❖ elles sont intimement liées à l'aménagement qu'elles peuvent contribuer à valoriser. Par exemple, l'utilisation des noues paysagées (larges fossés peu profonds) peuvent permettre de développer à un moindre coût de vastes surfaces d'espaces verts dans un lotissement.

Des techniques sont également existantes en milieu rural pour compenser et limiter les effets du ruissellement :

- sens de culture du sol
- plantations de haies
- couverture du sol
- bandes enherbées

Nous verrons que les solutions à mettre en place seront des techniques de rétention et de ralentissement des écoulements. Dans le cadre d'un schéma global d'aménagement il n'est pas possible d'imposer à une échelle aussi importante une technique particulière, l'ensemble des propositions s'appuiera donc sur une combinaison de plusieurs aménagements, adaptés aux différentes situations.

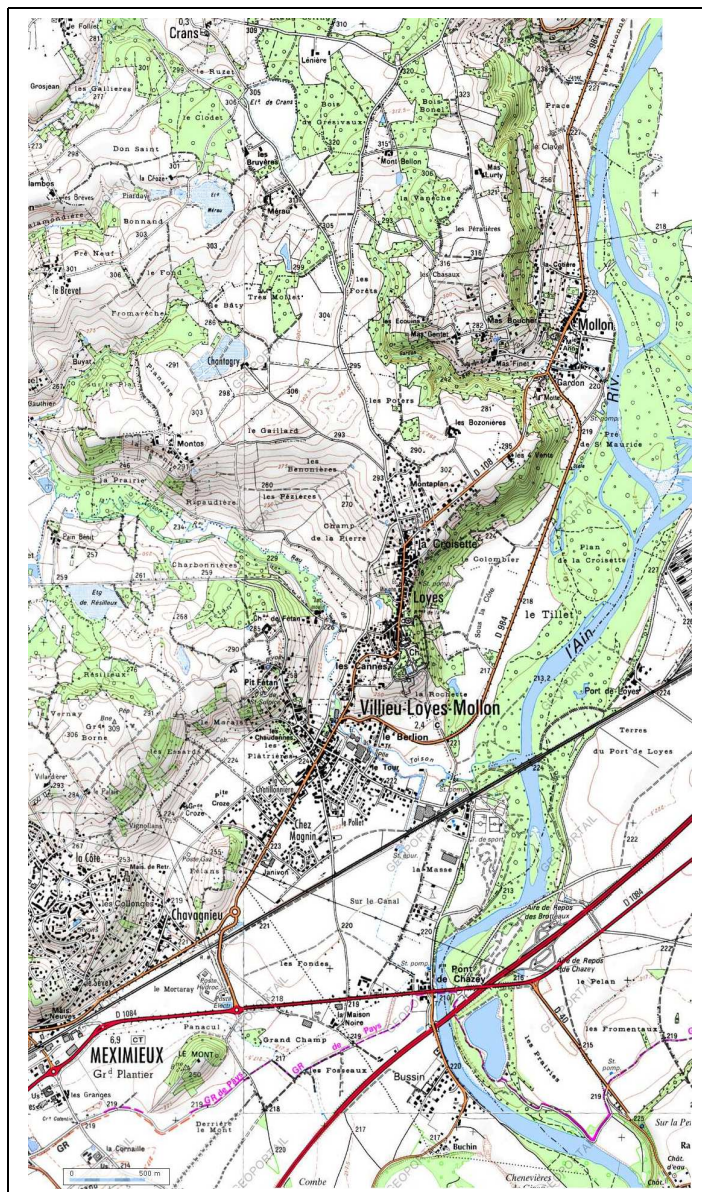
Nous rappelons à ce titre, selon le décret du 29 mars 1993 relatif à la nomenclature des opérations soumises à autorisation ou déclaration que tout aménagement ou bassin d'infiltration - dont la superficie desservie est supérieure à 1 ha et inférieure à 20 ha est soumis à déclaration - dont la superficie desservie est supérieure à 20 h.

Phase 1 : Diagnostic de la situation existante

3. DONNÉES GÉNÉRALES

3.1. Données générales

3.1.1. Situation géographique



Carte 1 : localisation du site d'étude – échelle 1/ 50 000^{ème}

La commune de VILLIEU-LOYES-MOLLON est située au sud-est du département de l'Ain, en rive droite de la rivière d'Ain. Elle fait partie du canton de Meximieux, de la communauté de communes de la Plaine de l'Ain et de l'arrondissement de Bourg-en-Bresse.

Le territoire communal s'étend sur 15 910 ha environ, à des altitudes comprises entre 220 et 298 m. Il est largement occupé par les productions agricoles. La commune est traversée d'ouest en est par les ruisseaux du Toison et du Gardon.

3.1.2. Géologie

La commune de Villieu Loyes Mollon se situe en limite du plateau de la Dombes et de la Plaine de l'Ain.

Le plateau de la Dombes est formé de bas en haut par :

- les sables et argile du Miocène supérieur, épais d'une centaine de mètres au minimum, et constituant le substratum de la Dombes et de la plaine de l'Ain
- les cailloutis de la Dombes, d'âge Pliocène, constitués de galets polygéniques bien arrondis, noyés dans une matrice sableuse et limoneuse. L'épaisseur de cette formation est de quelques dizaines de mètres
- les dépôts glaciaires quaternaires, constitués de moraines (dépôts détritiques hétérogènes constitués de galets, noyés dans une matrice argilo-sableuse) déposées lors de la glaciation rissienne et qui recouvrent la totalité des formations tertiaires sur le plateau
- des dépôts limoneux (anciens loess) sur un à trois mètres d'épaisseur en moyenne et venant en recouvrement des moraines rissiennes

La Plaine de l'Ain, au substratum Miocène, est comblée d'alluvions fluvio glaciaires issues des phases de retrait et de fusion du glacier würmien. Plus récemment, l'Ain a déposé des alluvions fluviales modernes peu épaisses, qui occupent une partie du lit majeur du cours d'eau, en recouvrement des dépôts fluvio glaciaires. Ces alluvions fluvio-glaciaires et modernes sont généralement constituées de matériaux détritiques assez grossiers (gravier, galets) emballés dans une matrice plus ou moins sableuse.

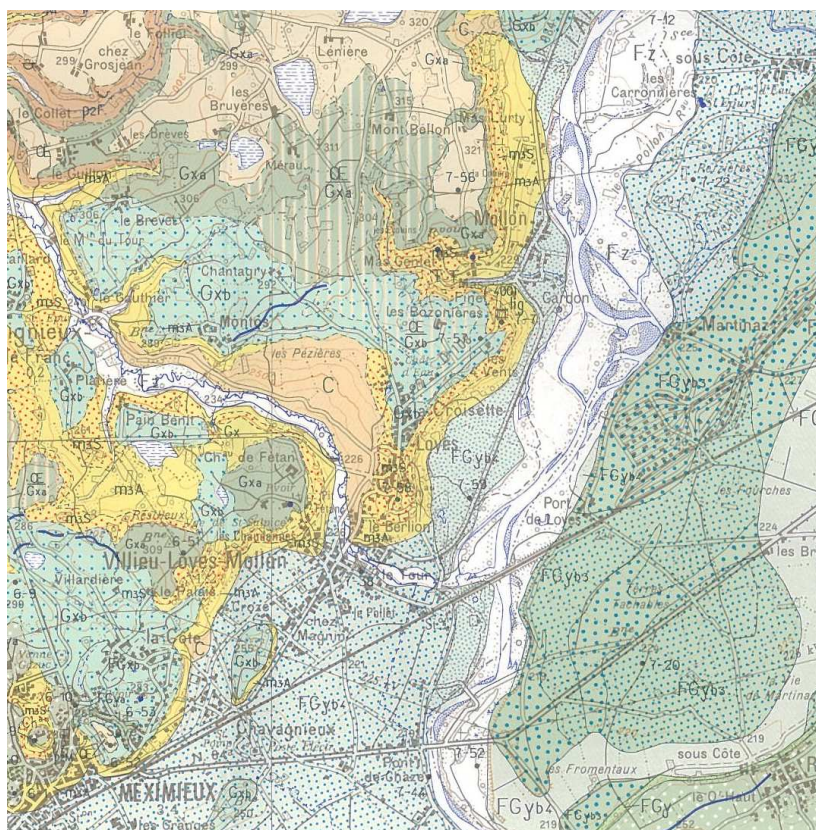


Image n°1 : Extrait de la carte géologique du BRGM

En raison de cette structure géologique, les sols présentent une forte perméabilité dans la Plaine de l'Ain, favorisant l'infiltration des eaux.

Sur le Plateau, les matrices argileuses rendent les sols très peu perméables et favorisent le ruissellement des eaux.

La nature argileuse est aussi à l'origine de glissement de terrain sur la Côtière à Loyes.

3.1.3. Hydrogéologie

Les principaux aquifères du secteur sont :

- L'aquifère des cailloutis de la Dombes, puissant de 10 à 20 mètres et dont l'écoulement dans le bassin du Toison se fait globalement du nord-nord ouest vers le sud-sud est, avec un drainage par le Toison entre Chalamont et Rignieux le Franc. Cet aquifère constitue une ressource appréciable localement, mais avec des perméabilités très variables. Il n'est pas capté pour l'alimentation en eau potable.
- Le Miocène peut parfois receler des niveaux sableux suffisamment importants pour qu'ils se développent des aquifères exploitables
- L'aquifère fluviatile et fluvio-glaciaire de la plaine de l'Ain, puissant de 15 à 30 mètres qui possède une forte perméabilité (3.10^{-3} m/s en moyenne). Cet aquifère constitue une ressource importante pour l'alimentation en eau potable du secteur.

3.1.4. Milieux récepteurs

Les eaux pluviales de la commune de Villieu-Loyes-Mollon se répartissent sur deux bassins versants principaux, le Toison pour Villieu et Loyes et le Gardon pour Mollon, ainsi que quelques ruisseaux exutoires annexes.

Le Gardon :

La qualité d'eau du Gardon était bonne lors des données collectées pour l'élaboration du SAGE. Ce ruisseau ne fait cependant pas l'objet de suivi particulier.

Le Toison :

Le Toison, de par son impact sur le captage d'eau potable de la commune, fait l'objet de suivi régulier. Le captage d'eau potable contenait notamment des concentrations élevées sur certains paramètres (atrazine) pouvant rendre l'eau inapte à la consommation si aucune mesure n'était mise en œuvre.

La qualité des eaux superficielles a été définie comme passable à très mauvaise en amont d'après le SEQ Eau (2000) pour les paramètres : nitrates, phosphates, phytosanitaires.

Face à ces constations, la chambre d'agriculture de l'Ain a proposé un programme d'actions adapté à mettre en place sur le terrain visant à réduire les pollutions diffuses :

- en limitant le transfert par ruissellement (mise en place de bandes enherbées, entretien de la ripisylve, maintien des fossés végétalisés)
- en favorisant l'infiltration de l'eau dans les sols à tendance battants (travail du sol sans labour ou semis direct)
- en limitant la quantité d'apport de pesticides (désherbage, mise en jachère).

La veille technique en cours permettra de voir les évolutions des différents paramètres au niveau du cours d'eau.

Les éléments retenus pour la suite de l'étude seront principalement **la limitation du transfert par ruissellement et l'infiltration de l'eau.**

Par similitude, les mêmes préconisations seront prises au niveau du bassin versant du Gardon.

3.1.5. Pluviométrie

Les précipitations moyennes mensuelles (en mm) entre 1971 et 2000 à Ambérieu-en-Bugey sont données dans le tableau suivant :

Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Année
88,4	80,5	82,5	91,3	115	96,5	76,1	81,2	117,2	115,2	106,4	96,1	1146,4

Il s'agit d'un climat à influence océanique dégradée. La période orageuse est principalement située sur les mois de juillet et août, mais les mois les plus pluvieux sont plutôt situés sur les saisons de transition (printemps et automne)

3.1.6. Hydrologie

Le Toison est équipée d'une station de mesures hydrologiques, situées à l'aval du rejet de la station de Rignieux-le-Franc, correspondant au point d'entrée du cours d'eau sur la commune de Villieu Loyes Mollon. Cette station est récente (2005), les données disponibles ne sont donc que des estimations.

Le débit d'étiage est estimé à 48 l/s (étude Horizons).

La station de mesure concerne 33 km² de bassin versant sur un total de 47 km². Les données existantes actuellement porte uniquement sur les débits classés :

fréquence	0,99	0,98	0,95	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50	0,40	0,30	0,20	0,10
Débit (m3/s)	2,29	1,39	0,94	0,67	0,46	0,37	0,31	0,25	0,21	0,17	0,14	0,10

Depuis la mise en place de la station de mesure, le débit maximal journalier observé était de 6,32 m3/s (débit de pointe de 28,10 m3/s) le 10 avril 2008.

3.2. Contraintes réglementaires

3.2.1. Le SAGE de la Basse Vallée de l'Ain

Le SAGE (Schéma d'Aménagement et de Gestion de l'Eau) est un outil de planification issu de la loi sur l'eau de 1992, élaboré à l'initiative des acteurs locaux. Le SAGE doit être localement un document de référence, compatible avec les orientations du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux Rhône-Méditerranée-Corse.

Le Toison, affluent de l'Ain est inclus dans le périmètre du SAGE.

Les orientations du SAGE spécifiques au domaine d'étude porte principalement sur la qualité de l'eau :

« PRESERVER ET PROTEGER LA RESSOURCE EN EAU SOUTERRAINE POUR L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE ET LES MILIEUX NATURELS »

La ressource en eau souterraine est un enjeu majeur pour le SAGE. Trois aquifères sont concernés : la nappe alluviale de l'Ain, la nappe des cailloutis de la Dombes et le karst. Le SAGE définit des objectifs de qualité sur l'ensemble des aquifères : NO₃ < 25 mg/l et pesticides < 0,1 µg/l et édicte plus particulièrement des préconisations sur la nappe alluviale de la plaine de l'Ain.

A ce titre le SAGE préconise de modifier les pratiques culturales pour reconquérir la qualité des eaux (diversification des cultures, reconversion des terres arables en prairies, bandes enherbées, agriculture raisonnée,...), ainsi que sur un plan quantitatif, de tendre

vers une baisse des prélèvements (identification de zones à enjeux dans lesquelles les captages ne seront plus autorisés, classement en zone de répartition,...).

La mise en oeuvre des préconisations se fera par le biais d'acquisition à l'amiable, d'actions individuelles volontaires type CTE et d'opérations de sensibilisation (Irrimieux, Fertimieux et Phytomieux). Le SAGE propose aussi de mieux connaître l'impact des pollutions domestiques et industrielles.

« FIXER DE NOUVEAUX OBJECTIFS DE QUALITE DES EAUX A RESPECTER ET REDUIRE LE PHENOMENE D'EUTROPHISATION »

Le SAGE a défini sur la rivière d'Ain et ses affluents des objectifs de qualité allant d'une qualité bonne à très bonne et propose plusieurs orientations d'actions :

- *Achever la mise en place des programmes d'assainissement des effluents domestiques et prévenir les risques de pollution industrielle.*
- *Réduire les flux de pollution provenant de l'amont et la pollution diffuse d'origine agricole*
- *Mieux connaître et réduire la pollution par les phytosanitaires*

Les données collectées lors de l'élaboration du SAGE ont permis de mettre de collecter de nombreuses données. Concernant les cours d'eaux de la commune, le Gardon présente une bonne qualité, mais le Toison présente une forte dégradation (pressions agricoles fortes) ce qui a notamment incité à la mise en place d'action spécifique pour permettre l'amélioration de la qualité de l'eau.

3.2.2. Contrat de bassin

Le contrat de bassin a défini un certain nombre d'actions sur la basse vallée de l'Ain permettant d'atteindre les objectifs du SAGE à travers des actions coordonnées et financées.

En dehors des opérations spécifiques liées aux travaux d'assainissement, il n'y a pas d'actions spécifiques sur la zone d'études, mais des mesures plus générales liées à l'amélioration de la qualité des eaux.

Dans le cadre des propositions émises dans cette étude, nous prendrons donc en compte la préservation et la développement d'aménagements visant à améliorer la qualité des eaux, notamment au niveau des rejets d'eaux pluviales et des eaux de ruissellement.

3.2.3. Programme d'action du Toison

Le programme d'action réalisé par la Chambre d'Agriculture est destiné à améliorer la qualité des eaux du Toison. En effet, les études ont montré une très forte corrélation entre la qualité des eaux du Toison et du captage d'eau potable de la commune.

Le programme d'action est destiné à mettre en place des mesures sur les sous bassins versants prioritaires :

Au niveau des pollutions diffuses

- limiter le transfert par ruissellement des pesticides
- favoriser l'infiltration de l'eau dans les sols battants présentant ou pas une rupture de perméabilité
- limiter l'apport de pesticides voire supprimer les traitements phytosanitaires

Au niveau des pollutions ponctuelles

- améliorer le parc de pulvérisateurs
- réfléchir sur les aires de remplissage de vidange de fond de cuve, de nettoyage

Ce programme d'action a été défini en 2002. Des mesures sont actuellement en cours dans le cadre d'une veille technique pour permettre de suivre les évolutions.

Ce programme, au-delà de la mise en place des bandes enherbées, fait des propositions sur l'ensemble des eaux ruissellées au niveau du bassin versant, qui ne sont pas piégées par les bandes enherbées.

A ce titre, certaines propositions sont intéressantes dans leur composante hydraulique, tels que l'enherbement des fossés et toutes les mesures favorisant l'infiltration des eaux.

4. DÉFINITION DES BASSINS VERSANTS

4.1. Définition générale

4.1.1. Critères de définition

Les bassins versants ont été définis afin de permettre de répondre aux problématiques ponctuelles sur les écoulements des eaux pluviales.

Les têtes de bassin versant se projetant sur des autres communes ne font pas l'objet d'une définition spécifique.

On distinguera donc les bassins versants suivants :

Chavagnieux : il s'agit du bassin qui regroupe les eaux recueillies sur le secteur Croze – Chatillonnière se rejetant vers le hameau de Chavagnieux (commune de Meximieux)

Le Gardon : La limite porte sur les surfaces rurales, y compris Montos en amont de Loyes et Villieu.

Loyes : Plusieurs bassins versants seront définis sur la partie urbanisée, correspondant au réseau de collecte des eaux pluviales, jusqu'au rejet via des fossés vers le Gardon.

Mas : le hameau de Mas est un point sensible au niveau du ruissellement, correspondant à la rive gauche du Gardon

Mollon : Comme pour Loyes, plusieurs bassins versants seront définis en fonction de la limite des zones de collecte des différents réseaux.

4.1.2. Eléments caractéristiques

Pour chaque bassin versant délimités, des éléments caractéristiques ont été mesurés afin de permettre de caractériser les paramètres du bassin versant :

- Superficie
- Occupation du sol
- Longueur du cheminement hydraulique
- Dénivelé

Les éléments détaillés sont repris en annexe.

4.1.3. Coefficient de ruissellement

Le coefficient de ruissellement sera fonction de l'occupation du sol.

L'évaluation des coefficients de ruissellement est basée d'après le tableau suivant :

Désignation du type d'urbanisation	Coefficient de ruissellement moyen
Centre ville d'agglomération importante, Habitat très dense, « Vieille ville »	0,80 – 0,95
Zones d'habitat collectif, Banlieue sans jardins ni espaces verts	0,60 – 0,80
Zones d'habitat semi-collectif, Quartiers récents avec espaces verts	0,40 – 0,60
Zones résidentielles ou pavillonnaires	0,25 – 0,45
Centre d'agglomération rurale	0,15 – 0,35
Zone artisanale	0,30 – 0,80
Zone industrielle	0,50 – 0,80
Zone portuaire	0,70 – 0,90
Zone ferroviaire	0,20 – 0,35
Terrain de sport et de jeux	0,20 – 0,40
Cimetières	0,40
Chaussées, parking, voies piétonnes	0,70 – 0,90
Espaces verts	0,10 – 0,25
Jardins et parcs	0,05 – 0,20
Bocage	0,04 – 0,08
Zones cultivées	0,06 – 0,10
Forêts, terrains non cultivés	0,01 – 0,10

Tableau 1: coefficients de ruissellement en fonction du type d'urbanisation

Une partie de ces paramètres seront utilisés sur le bassin versant. La typologie de l'habitat sur la commune correspond principalement à des zones résidentielles, car les parcelles habitées ont des surfaces importantes. Seul les quartiers du centre (Loyes, Mollon) sont considérés en zone d'habitat collectif.

Pour les zones cultivées, nous avons majoré le coefficient, en utilisant une valeur de 0,2 qui correspond aux conditions défavorable pouvant être rencontré sur le terrain (phénomène de battance et absence de couvert végétal) et augmentant le ruissellement.

4.1.4. Variation des coefficients

Si certains paramètres ne présentent pas de variabilité saisonnière, ce n'est pas le cas de tous les types de surface.

Les variations les plus importantes concernent les surfaces agricoles. Le ruissellement est assez dépendant du type de culture mis en œuvre et de l'état de développement de la végétation. Le développement de la végétation va également influencer sur le phénomène de battance.

Dans la pratique les coefficients pour les terrains agricoles peuvent varier de 0,10 lorsque les terrains sont cultivés et enherbés à 0,2 lorsque les sols sont à nus. Le système racinaire de la végétation facilite en effet l'infiltration de l'eau dans le sol et évite le phénomène de battance.

Nos estimations ont été basées sur les conditions les plus défavorables..

4.2. Secteur de Mollon

Le village de Mollon a été décomposé en quatre bassins versants.

Janet: C'est un bassin versant rural en limite de la commune de Chatillon la Palud. Le bief du Janet constituant la limite communale.

Côtière Mollon : c'est un bassin versant mixte (rural et semi urbain) dont les eaux de ruissellement sont collectées au niveau de la voirie communale Chemin de chez Magnien, où des dysfonctionnements sont signalés, avec des mises en charges des réseaux.

Les Mas : il s'agit du deuxième secteur problématique sur ce village. L'urbanisation de ce coteau où la pente est forte participe à accroître les écoulements.

Le Gardon : ce vallon encaissé n'engendre pas de dégâts spécifiques, il est entièrement rural et boisé.

Une attention particulière sera donc portée sur les bassins Côtière Mollon et les Mas, où les dysfonctionnements sont recensés.

4.3. Secteur de Loyes

Le village de Loyes est situé en haut de bassin versant, mais son réseau unitaire et l'habitat resserré concentre les écoulements.

Il a été divisé en 6 secteurs, du haut au bas du village (entrée de Villieu) afin de calculer les débits collectés en différents points. Tous les collecteurs d'eaux de pluie se rejettent directement ou non vers le Toison, en amont de Villieu.

4.4. Secteur du Toison

Le secteur du Toison est essentiellement rural. Les coteaux collectent les eaux en provenance des zones de cultures (y compris des parcelles drainées) et les eaux de ruissellement du village de Loyes.

Ce secteur est divisé en plusieurs bassins versants.

Montois : Ce bassin concernent les eaux collectées au niveau du hameau. Le ruissellement est assez marqué sur la route qui relie le hameau à Rignieux le Franc

Toison 1 et 2 : Ces bassins versants correspondent à des coteaux rive gauche du Toison. Le ruissellement est marqué et des apports de sédiments sont observés au niveau de la route communale.

Toison 5 : Il représente la rive droite, plus boisée que la rive gauche.

Toison 3 et 4 : ces deux bassins versants ruraux collectent les eaux de ruissellement de Loyes. Les écoulements ont parfois importants au niveau des fossés.

4.5. Secteur de Villieu

L'étude ne porte pas sur le secteur de la Plaine de l'Ain, qui n'est pas concerné par les problèmes d'écoulements et de ruissellement propre à la commune.

On a donc retenu trois secteurs sur Villieu.

Fettant : c'est la partie haute du village, les eaux de pluie se rejettent via un collecteur dans le Toison à proximité des terrains de tennis.

Bottet : C'est un bassin semi urbain de Villieu, où pas de dysfonctionnement sont signalés..

Chavagnieux : ce secteur désigne l'extrémité de la commune, les eaux de ruissellement rejoignent le hameau de Chavagnieux sur la commune voisine de Meximieux. La faible pente génère des difficultés d'écoulement, des inondations sont régulièrement observées à l'aval sur la commune de Meximieux

4.6. Reconnaissance des réseaux pluviaux

La collecte des eaux de pluie s'effectue par des réseaux d'eaux pluviales et des fossés, à l'exception des zones les plus densément habitées où les réseaux sont unitaires.

Le tracé des réseaux est globalement bien connu. Il s'agit pour la plupart de réseaux assez ancien.

On recense plusieurs déversoirs d'orage. On notera l'éta médiocre de l'ouvrage situé au niveau du Pont Vieux (conduite endommagée) et le risque au niveau de ce déversoir d'orgae de voir des eaux rentrés dans le réseau en période de crue.

4.6.1.1. Montoz

Sur ce hameau, le réseau ancien est unitaire, les extensions ont été réalisées en séparatif. L'ensemble des eaux collectées rejoignent la station d'épuration.

4.6.1.2. Villieu

Sur la partie haute de la **rue de l'Eglise**, un réseau pluvial canalise les eaux de ruissellement sur cette route à forte pente.

Elle est doublée par un réseau unitaire équipé d'un déversoir d'orage. Sa présence n'est donc pas justifiée à terme.

Sur la suite de la voirie, le réseau est uniquement unitaire, un déversoir d'orage est située plus bas, après le passage de la route départementale. Le point de rejet se situe derrière l'école primaire dans le Toison. Ce déversoir d'orage collecte à la fois des eaux provenant de réseaux unitaires et de réseau strictement pluvial.

4.6.1.3. Loyes

Sur Loyes, le réseau est unitaire, mais les extensions récentes ont été réalisées en réseau séparatif.

Le réseau est équipé de plusieurs déversoirs d'orage

Le premier est situé en bas de la rue de la Côte, il concerne les eaux collectées par les réseaux unitaires du village.

Le second est situé à l'entrée de Villieu, sur le réseau unitaire qui recueille les eaux de la voirie descendant de Loyes.

Sur le « haut » du village, le réseau est séparatif. Les eaux de ruissellement sont recueillies par des fossés, qui se rejettent vers le Toison ou vers la Plaine (ruissellement dans le coteau)

4.6.1.4. Mollon

Sur le village de Mollon, les eaux de pluies sont collectées par divers fossés le long des routes dans les zones d'habitats dispersés. Des conduites d'eaux pluviales ont été progressivement réalisées pour limiter les risques de ravinement dans ces fossés lors des intempéries les plus fortes (Mas, les Grandes Vignes, Chemin Chez Magnien)

Les exutoires se situent vers le Gardon pour le secteur des Mas, et directement vers l'Ain pour le reste du village à travers les réseaux de collecte unitaire.

5. ETUDE HYDROLOGIQUE

5.1. Caractérisation des bassins versants

La zone d'étude a été divisée en différents bassins versants dont les caractéristiques

Les données caractéristiques des différents bassins versants sont détaillées dans feuilles jointes en annexes qui reprennent chaque secteur.

5.2. Temps de concentration :

Le temps de concentration (T_c) relatif à un bassin versant est le temps mis par une goutte d'eau pour s'écouler depuis l'extrémité du bassin versant jusqu'à son exutoire. Il existe de nombreuses formules permettant de calculer ce temps de concentration.

Les résultats pour chaque bassin versant sont présentés en annexe. On retient comme valeurs une moyenne pondérée.

5.3. Pluie de Projet et débit

L'étude consiste à déterminer la transformation pluie-ruissellement-débit sur des bassins versant pour vérifier par la suite les capacités hydrauliques des collecteurs existant et de savoir si leur dimensionnement est suffisant pour permettre l'évacuation d'une pluie décennale en situation actuelle.

5.3.1. Modélisation des pluies

La pluie de projet, utilisée pour cette étude, est celle donnée par la formule de Montana. L'intensité de la pluie est fonction de sa durée. On utilise en durée le temps de concentration, pour que toute la surface du bassin versant participe activement à l'écoulement :

$$i(t, F) = a(F) \times t^{-b(F)}$$

$i(t, F)$: intensité maximale de la pluie de durée t , de fréquence de dépassement F exprimé en mm/min ;

t : temps de concentration compris entre 5 et 120 minutes, exprimé en minutes ;

F : fréquence de dépassement ;

$a(F)$ et $b(F)$: Coefficient de Montana.

Les coefficients de Montana, en fonction de la période de retour des pluies, sont donnés dans le tableau suivant :

Période de retour	Paramètres	
	a	b
Station d'Ambérieu-en-Bugey		
100 ans		
20 ans	7,091	-0,646
10 ans	6,236	-0,641
5 ans	5,375	-0,634
2 ans	4,113	-0,615
1 an	3,757	-0,605
1 mois	1,27	-0,552

Tableau 2 : coefficients de Montana en fonction de la période de retour des pluies

5.3.2. Transformation pluie – débit

Il existe plusieurs méthodes pour évaluer les écoulements sur le milieu naturel en fonction d'une pluie donnée.

Le modèle le plus fréquemment utilisé est la formule de Caquot, mais son domaine de validité est limité.

Nous aurons donc également recours

Formule de Caquot

La formule de Caquot, révisée dans l'Instruction technique, permet de calculer le débit à l'exutoire du bassin versant.

Les limites de validité de la formule sont les suivants :

Surface de bassin versant inférieure à comprise entre 5ha et 200 ha

Coefficient d'imperméabilisation supérieur à 20%

Pente comprise entre 0,2% et 5%.

La pente et l'imperméabilisation font que l'utilisation de la formule de Caquot est en limite de validité, et qu'elle tend à surestimer les débits. On ne l'utilisera donc que pour le calcul des débits maximaux.

$$Q = K i^{\alpha} C^{\beta} A^{\gamma}$$

avec i = pente du cheminement hydraulique,

C = Coefficient de ruissellement,

A = Surface du bassin en hectares.

K, α, β, γ sont des coefficients fonction du type de modèle pluviométrique retenu.

Dans le cas présent, la modélisation est basée sur une pluviométrie décennale, à partir de la Formule de Montana.

Période de retour	Paramètres		Formules superficielles			
	a	b	K	α	β	γ
Station d'Ambérieu-en-Bugey						
100 ans						
20 ans	7,091	-0,646	1,892	0,325	1,228	0,764
10 ans	6,236	-0,641	1,608	0,322	1,225	0,766
5 ans	5,375	-0,634	1,331	0,318	1,222	0,768
2 ans	4,113	-0,615	0,945	0,306	1,214	0,775
1 an	3,757	-0,605	0,84	0,3	1,21	0,778
1 mois	1,27	-0,552	0,222	0,27	1,19	0,8

Tableau 3 : coefficients de Montana en fonction de la période de retour des pluies

Méthode rationnelle

C'est ma méthode la plus ancienne, elle utilise un modèle simple de transformation de la pluie de projet, décrite par son intensité et supposée uniforme et constante dans le temps, en un débit instantané maximal lorsque l'ensemble de son bassin contribue à ce débit.

On utilise donc la pluie caractéristique correspondant au temps de concentration du bassin versant.

$$Q = C.I A$$

avec I : intensité de la pluie (calculé à partir de la formule de Montana)

5.4. Résultats

Les résultats des différents bassins versants sont présentés sur les fiches descriptives de chaque bassin.

Les calculs de débits ont été effectués en différents points du réseau pour des pluies de période de retour de 1 mois à 100 ans.

Les résultats sont ensuite commentés par rapport aux observations effectués sur le terrain.

Sur les feuilles, les résultats des formules valides (rationnelle ou Caquot) ont été surlignés en gras.

6. ÉTUDE HYDRAULIQUE

6.1. Capacité hydraulique des collecteurs

La capacité hydraulique des conduites est calculée en fonction de la pente, du diamètre et de la nature du matériau constituant la conduite.

On utilise la formule de Manning Stricker pour le calcul de l'écoulement en conduite. Cette formule permet de calculer la capacité hydraulique d'une conduite pour un écoulement à surface libre. Les résultats sont donc utilisés en dimensionnement.

Au niveau du fonctionnement, on s'aperçoit que les conduites peuvent se mettre en charge ponctuellement et faiblement sans débordement au niveau des avaloirs de chaussée.

Les résultats sont reportés directement sur les plans des différents bassins versants. Pour les réseaux unitaires, le débit des eaux usées est négligé par rapport aux apports des eaux pluviales.

D'une manière générale, les capacités hydrauliques des réseaux restent très limités par rapport

6.2. Capacité hydraulique des fossés

On utilise également la formule de Manning Stricker pour déterminer la capacité de pleins bords des fossés.

Contrairement aux conduites, il n'y a pas de mise en charge ponctuelle sur les fossés puisque chaque débordement entraîne un écrêtement du flux hydraulique par surverse latérale.

L'impacte de la surverse doit être appréciée au cas par cas. Si le fossé est situé en fond de thalweg, l'écoulement du trop plein en lit majeur n'a pas de conséquence hydraulique. Par contre, lorsque les fossés sont implantés en bord de route, les nuisances peuvent être plus importantes; le ruissellement peut s'effectuer directement sur la route.

6.3. Phénomènes observés

6.3.1. Relevés des débits du Toison

La station de mesure de débit du Toison permet de recenser les principaux événements pluvieux survenus localement.

Les crues les plus significatives sont les suivantes :

Date	Débit en m3/s (débit journalier)	Fréquence	Pluviométrie (relevé Loyes)
28/03/06	3,7	<1 an	
31 mars 2006	2,3	<1 an	
10 avril 2006	6,32	3 ans	
6 décembre 2006	4,09	1 à 2 ans	
8 décembre 2006	2,66	<1 an	
17 mai 2007	3,74	<1 an	
9 juillet 2007	2,29	<1 an	
23 novembre 2007	3,61	<1 an	

12 janvier 2008	2,42	<1 an	
11 avril 2008	10,4	4 ans	50 mm
12 avril 2008	2,28	<1 an	35,5 mm
6 septembre 2008	2,85	<1 an	52 mm
06/02/09	13,2	5 ans	

Les mesures étant récentes, on ne bénéficie pas de données très fiables en terme de fréquence pour les crues. Il s'agit donc d'estimation pour comparer les incidents relevés lors de ces événements pluvieux.

Le dernier événement pluvieux est assez intéressant car on a pu observer sur la commune les principaux dysfonctionnements.

7. SYNTHÈSE DES OBSERVATIONS LOCALES

Pour vérifier et affiner les données théoriques et les résultats des calculs, nous avons recueillis divers témoignages et effectué des visites sur le terrain avec des riverains et des élus.

Ces témoignages ont permis de comprendre certains aménagements et évolution au niveau du ruissellement. Les visites ont été complétées par un contrôle des écoulements effectués lors des intempéries du 6 février 2009.

7.1. Secteur de Mollon

7.1.1. Les Mas

Au niveau des Mas, les observations confirment des ruissellements importants liés à une nature de sol très argileuse. De ce fait, l'eau ne s'infiltre pas et se concentre rapidement au niveau des chemins ruraux. Ce bassin versant a une forte pente, et les fossés le long des routes ont des difficultés à canaliser les écoulements.

Les débordements au niveau des fossés ont déjà engendrés localement des dégâts sur certaines habitations, l'eau quittant les fossés pour s'écouler directement sur la voirie (Mas Boucher)

Des améliorations ont été apportées récemment avec des fossés nettoyés et entretenus, la route ayant été refaite. Malgré cela, l'érosion provoque encore des dégradations au niveau des fossés.



Photo 1: Chemin du Mas Gentet



Photo 2: Chemin de Mas Lurty

Ce même phénomène est observé au niveau du Mas Gentet, les eaux de ruissellement ayant tendance à s'écouler en prenant l'axe de la route. Une raie de pré avait été creusé à l'aval pour évacuer les eaux de ruissellement, elle s'est transformée en fossé très encaissé (creusement de plus de trois mètres) infranchissable qui coupe la parcelle en deux.



Photo 3: Aval du Mas Gentet



Photo 4: Aval du Mas Gentet

A l'aval des Mas, les eaux sont maintenant captées et s'écoule directement vers le Gardon, une partie depuis le thalweg existant, et une autre partie canalisée le long de la route.

Le défaut d'entretien des fossés accroît localement les dégradations provoquées naturellement par le ruissellement.

Les observations montrent des possibilité d'implanter des haies au niveau des parcelles sur le haut du bassin versant.

7.1.2. La Côtère / Chez Magnien

Le Chemin de Chez Magnien est une voirie où les problèmes d'écoulement sont connus. L'alternance de fossé et de canalisations est souvent obturé, ce qui engendre des mises en charge du réseau.



Photo 5: Chemin Champ Rion



Photo 6: Regard en charge chemin Chez Magnien

Les fossés du Chemin de Côtère sont partiellement obturé, et ne permette pas de jouer un rôle tampon lors des fortes pluies. Le volume d'eau stocké pourrait être plus important.

A l'extrémité est de la Côtère, des écoulements sont observés sur la voirie du chemin de Champ Rion, qui s'écoule directement sur la route départementale

A la sortie du village, vers les Croix, des ruissellements importants peuvent engendrer des dégâts sur le lotissement. Ces écoulements proviennent des coteaux boisés.

7.1.3. Village

Les seuls problème rencontré au niveau du village sont localisés au niveau du point bas de la voirie, à la sortie est du village. Les inondations sont de deux types:

en cas d'orage, le réseau unitaire se met en charge et l'eau stagne dans les points bas de la voirie, jusqu'au pied des habitations.

En cas de pluviométrie importante, une habitation est inondée par des résurgences de source. Ce phénomène est lié à une remontée de la nappe superficielles, qui provoque des écoulements dans le coteau venant inondée une habitation.

On observe également ce phénomène sur d'autres secteurs du coteau.

7.2. **Secteur de Loyes**

7.2.1. La Côtère

Le secteur de Loyes est soumis a de fortes sollicitations géologiques. La structure du sol a engendré des glissements de terrains très importants. Cette zone présente encore des signes d'évolution récent. Il est donc urgent de régler les problèmes d'écoulement dans ce secteur qui sont à l'origine des glissements de terrains.

L'eau s'écoule depuis la route départementale, l'exutoire naturel (point bas) est la zone de glissement. Autrefois, l'écoulement était canalisé par un fossé pavé et des dalots depuis l'ancien lavoir.



Photo 7: Rue de la Charrière

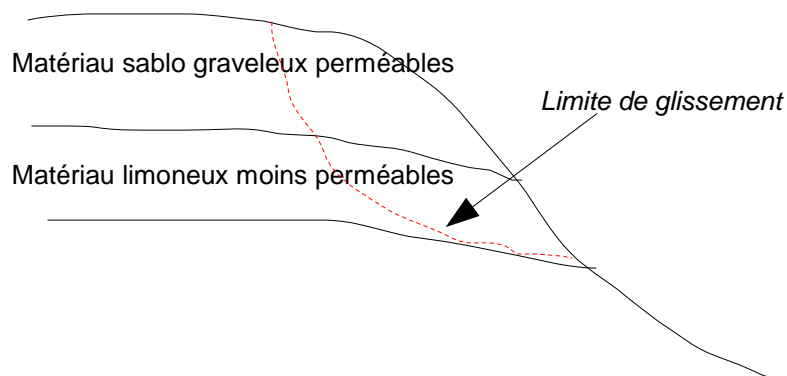


Photo 8: Écoulement vers la Côtère

L'ensemble du site doit faire l'objet d'aménagement pour collecter les eaux de ruissellement, notamment pour « traverser » la zone de ruissellement constitué par le coteau. Actuellement, le terrain présente plusieurs fissures, amorce de glissement où l'eau peut s'infiltrer, ce qui peut provoquer de nouveaux glissements.

Les sondages réalisés sur le site permettent de définir la structure du sol au niveau du coteau. La saturation en eau de certaines couches a entraîné des mises en charges de certaines couches (l'infiltration de l'eau étant bloqué par des couches moins perméables), rendant ces structures moins cohésives, d'où l'origine des glissements. Ces glissements peuvent entraîner des couches supérieures constituées de matériaux plus cohérents et plus résistants.

Le phénomène n'est pas localisé, il est observé sur toute la coteau à des échelles plus ou moins importantes.



7.2.2. Le village

Divers sites du village sont victimes de surcharge hydraulique plus ou moins importantes. Les observations faites sur le terrain démontrent que la plupart de ces dysfonctionnements sont liés à des défauts d'entretien du réseau. Les dépôts de sable sont très nombreux, les canalisations bénéficient d'un bon auto curage en raison des pentes importantes sur le réseau. De ce fait, les dysfonctionnements sont localisés principalement sur les tronçons où la pente est faible, principalement des antennes transversales.

Sur certains secteurs, on observe des dégradations autour de regards qui traduisent probablement des conduites endommagées.

Le fonctionnement des fossés au niveau de la rue de Montaplan sur le haut du village n'est pas non plus optimum, l'eau s'écoulant davantage le long de la voirie que dans les fossés, ce qui engendre des érosions sur les bords de la voirie.



Photo 9: Ruissellement rue de Montaplan

7.3. **Secteur du Toison**

7.3.1. Les coteaux

Le fond de vallée est régulièrement inondé par les débordements du Toison. Ces débordements permettent d'écarter les écoulements et restent sans incidence sur les infrastructures et les habitations.



Photo 11: Vallée du Toison



Photo 12: Route de Loyes à Montoz

Les fossés ont été curés sur le haut du bassin ce qui permet de limiter les ruissellements au niveau de la voirie. Néanmoins, les apports de matériaux en période de crue peuvent engendrer rapidement des mises en charge des traverses de voirie, l'eau s'écoulant alors au-dessus de la route.

Les fossés de collecte sont situés en fond de thalweg ce qui limitent les incidences en cas de débordements. En période de forte pluie, de nombreux axes d'écoulements temporaires se forment à travers les surfaces cultivées, en fonction des raies de charrues.

On notera que les terrains situés sur le plateau sont très largement drainés. L'impact des drainages sur les écoulements hydrauliques est très variables, car très dépendant des conditions initiales du terrain.

Ces différentes observations ont déjà été effectuée dans le cadre des études réalisées sur le Toison.

7.3.2. Aval du village de Loyes

Les eaux pluviales collectées dans le village de Loyes se rejettent dans le Toison.

Sur le terrain, nous avons observé des dysfonctionnements liés principalement à des débordements provoqués par l'obturation des avaloirs (présence de végétaux et feuilles venant colmater les grilles)

Les ruissellements induits le long de la voirie engendre des dégradations importantes de celles-ci.



Photo 13: Chemin de Berger



Photo 14: Chemin de Boteiller

7.3.3. Montoz

Sur le hameau de Montoz, on observe principalement des dégradations sur la route menant à Rignieux, provoqués par des écoulements s'effectuant le long de la route.



Photo 15: Route de Montoz à Rignieux

7.4. Secteur de Villieu

7.4.1. Chavagnieux

Sur le village de Villieu, les principales difficultés observées viennent du secteur de Chavagnieux. Cette zone est régulièrement inondée car l'exutoire aval ne permet pas l'évacuation de l'eau ruisselé.



Photo 16: Secteur de Chavagnieux

Les eaux proviennent du coteau où sont présentes plusieurs sources, probablement alimenté par une nappe perchée.

8. DÉFINITION DE LA CRUE DE PROJET

La crue de projet correspond à un niveau de protection souhaitée. Il s'agit de la crue maximum pour laquelle les installations sont dimensionnées.

Comme le dimensionnement a un coût, on fixe un niveau de crue projet compatible en terme d'enjeu avec les infrastructures à protéger.

Le degré de protection à assurer résultera d'un nécessaire compromis entre l'aspiration à une protection absolue pratiquement irréalisable et le souci de limiter tant le coût de l'investissement que les sujétions d'exploitation.

En bonne doctrine économique, un accroissement des investissements pour protéger d'un niveau de crue ne serait justifié que s'il était inférieur au montant des dommages qu'il

permet d'éviter (capitalisés sur la durée de vie des ouvrages à construire) mais sans négliger l'aspect psychologique du problème.

Il est souvent admis a priori qu'il est de bonne gestion de se protéger du risque de fréquence décennale. Cependant, un degré moindre pourra être considéré comme acceptable par le maître d'ouvrage dans les zones modérément urbanisées et dans les zones où la pente limiterait strictement la durée des submersions.

Ainsi, en tête de réseau, on pourra s'accommoder de l'absence d'un égout pluvial; au-delà, sur de faibles distances, ou pourra encore, le cas échéant, se contenter d'évacuer souterrainement le flot de période de retour de 2 ou de 5 ans.

Sur la commune, compte tenu de la topographie, on pourra facilement admettre des niveaux de protection limité à 2 ou 5 ans. On notera que la capacité des réseaux existants permet déjà difficilement d'atteindre ces niveaux de protection.

9. SYNTHÈSE GÉNÉRALE

9.1. État général satisfaisant

La commune bénéficie d'une topographie favorable pour limiter les incidents. Les fortes pentes permettent une bonne évacuation des eaux de ruissellement, soit par des fossés, soit par des canalisations, les délimitations entre zones rurales et urbaines étant bien distinctes.

De ce fait, la majorité du territoire de la commune n'a pas à subir de phénomènes de longue durée.

9.2. Dysfonctionnements

Les dysfonctionnements observés sur la commune sont localisés sur le plateau et les coteaux, zones à faible perméabilité. Ils sont liés plusieurs facteurs.

9.2.1. Glissement de terrain

Il s'agit de l'un des risques majeurs répertoriés sur la commune. La zone de glissement de Loyes est active maintenant depuis plus de 25 ans, et les glissements successifs peuvent menacer à terme des infrastructures.

9.2.2. Ruissellement

La topographie de la commune, si elle permet un bon écoulement des eaux, favorise également le ruissellement, tant sur les zones rurales que les secteurs habités.

Sur les secteurs ruraux, le ruissellement est principalement observé sur les zones de cultures, l'absence de végétation favorisant l'écoulement des eaux.

En zone urbaine, le ruissellement est accentué souvent par un défaut d'entretien du réseau et une mauvaise collecte des eaux.

Les nuisances liées à l'écoulement sont temporaires, mais la quantité de matériaux peut être importantes.

9.2.3. Inondations

En dehors de la plaine de l'Ain, deux secteurs sont victimes d'inondations sur la commune.

Il y a un point bas sur le village de Mollon où le réseau unitaire peut se mettre en charge, compte tenu de la capacité hydraulique limitée.

Le deuxième point concerne le secteur dénommé Chavagneux. L'exutoire sur la commune de Meximieux ne permet pas d'évacuer le trop plein d'eau, qui s'accumule dans cette ancienne zone humide.

On constate donc qu'il s'agit de deux quartiers constituant des point bas d'un point de vue topographique, qui se trouve inondés en raison de capacité d'évacuation de l'eau insuffisante.

Des inondations sont également très fréquentes au niveau du Toison, mais sans incidence majeure sur les infrastructures.

9.2.4. Synthèse

Ces différents dysfonctionnements ont des durées et des apparitions plus ou moins prévisibles.

Les ruissellements apparaissent assez rapidement pour des épisodes pluvieux intenses, les inondations vont apparaître plus tardivement et le risque de glissement de terrain, même s'il est potentiellement permanent, est augmenté par des longues périodes pluvieuses.

L'incidence de ces phénomènes est variable, mais les zones habitées qui concentrent le plus d'infrastructures seront traitées en priorité. L'impact des zones agricoles est se fait plus ressentir sur Mollon, car le ruissellement en provenance des zones cultivées peut impacter les zones habitées.

9.3. Conclusion

Une maîtrise optimale des écoulements peut nécessiter des investissements importants. Le diagnostic met en valeur les principaux points noirs où les efforts doivent être concentrés.

La phase 2 doit permettre d'établir des propositions pour résoudre ces problèmes et anticiper les aménagements futurs:

- adapter le dimensionnement des réseaux
- développer la collecte des eaux de ruissellements
- aménager les axes d'écoulements
- limiter le ruissellement