

REMERCIEMENTS

La réalisation de ce projet n'a pu être menée à terme qu'avec l'aide et la collaboration de nombreuses personnes. Sa réussite est liée à leur implication et à leur soutien permanent.

Nous remercions toute l'Equipe de Recherche Eau-Sol-Aménagement, et en particulier Monsieur Alain Cassard pour nous avoir suivi tout au long de ce projet, ainsi que pour son aide permanente et ses conseils avisés.

Nous remercions également Monsieur Jean-Bernard Poulet pour ses conseils et sa bonne humeur, Monsieur Pierre Regenass pour son enthousiasme et son implication, et Monsieur Abdelali Terfous pour son aide.

Nous remercions les élus de la commune de Gingsheim, et en particulier Monsieur le Maire Joseph Gross.

Nous remercions également Gérard Bossu qui nous a fourni les photos aériennes de l'IGN BD ORTHO 2002 et apporté son soutien.

Merci également à Régis Huss de nous avoir accueilli à la Chambre d'Agriculture et de nous avoir apporté son aide précieuse sur les Techniques Culturelles Simplifiées.

Nous remercions Mathieu Trautmann qui nous a reçu au sein de Bureau d'Etude BEREST et qui nous a apporté ses conseils.

Merci à Céline Ohresser qui nous a supporté pendant quatre mois avec patience et apporté son aide tout au long de ce projet, tant sur la forme que sur le fond.

Merci aussi à Alexandra Maes, Christophe Bonvalot et Daniel Kaufmann pour leur accueil et leur disponibilité.

Merci à Pierre-Jean Gourdon et Nicolas Guinebert qui ont initié ce projet dans leur Projet de Recherche Technologique.

Merci tout particulièrement à Pierre pour son soutien et la bonne ambiance lors des moments de pauses.

Nous remercions également les thésards de l'Equipe ERESA pour la bonne ambiance de travail et leurs conseils : Abdesselam, Matthieu et Mohammed.

Nous tenons à remercier nos familles pour leur soutien, ainsi que Cindy, Romain, Marie (la brune) et Marie (la blonde) pour leur écoute, leur patience et leur amitié.

We also want to thank Peter and Quentin (Doggy Style and Clinton) for having a good time with us. We enjoyed the last weeks of our project with you, and hope you had fun with french broades and milfs ☺. Peter, you don't have to go as far as Lyon to got some! Screwing in Alsace is better... Quentin, it's better NOT shaved! Trust us...

Nous remercions enfin tous ceux que nous ne pourrions pas citer ici et qui ont contribué à la réalisation de ce projet.

INTRODUCTION – CONTEXTE DE L'ETUDE

La commune de Gingsheim est fréquemment victime d'inondations et de coulées de boue provoquées essentiellement par de violents orages. Les conséquences principales des épisodes pluvieux de forte intensité sont des inondations de sous-sols dans plusieurs habitations et des dégâts causés sur les infrastructures communales : voirie, place de l'église, réseau d'assainissement.

L'objectif de l'étude est double : d'une part, d'accompagner le choix des élus dans leur projet d'urbanisme en les conseillant sur les secteurs les moins vulnérables aux aléas des coulées de boue et d'autre part, de définir des solutions techniques permettant de protéger le bâti existant contre ces aléas.

ABSTRACT

The town of Gingsheim is frequently flooded and victim of mud flows due to violent storms. These events cause significant damages and include: the flooding of cellars, accumulation of mud flows on roadways, etc.

This study has two main goals: to help the town officials make educated decisions in the development of their urbanism project by notifying them of the safe areas, and to develop ways in which they can protect the existing urbanism from these phenomena.

DESCRIPTION GENERALE DE LA COMMUNE

- ***Situation géographique***

La commune de Gingsheim se situe à 5,5 Km à l'Est de Brumath et 4 Km au Nord de Truchtersheim (Bas-Rhin). Elle s'étend sur 371 hectares, et se situe à 195 m d'altitude. Elle fait partie intégrante des vallons verdoyants et des collines du Kochersberg.

- ***Population***

La commune de Gingsheim compte 316 habitants.

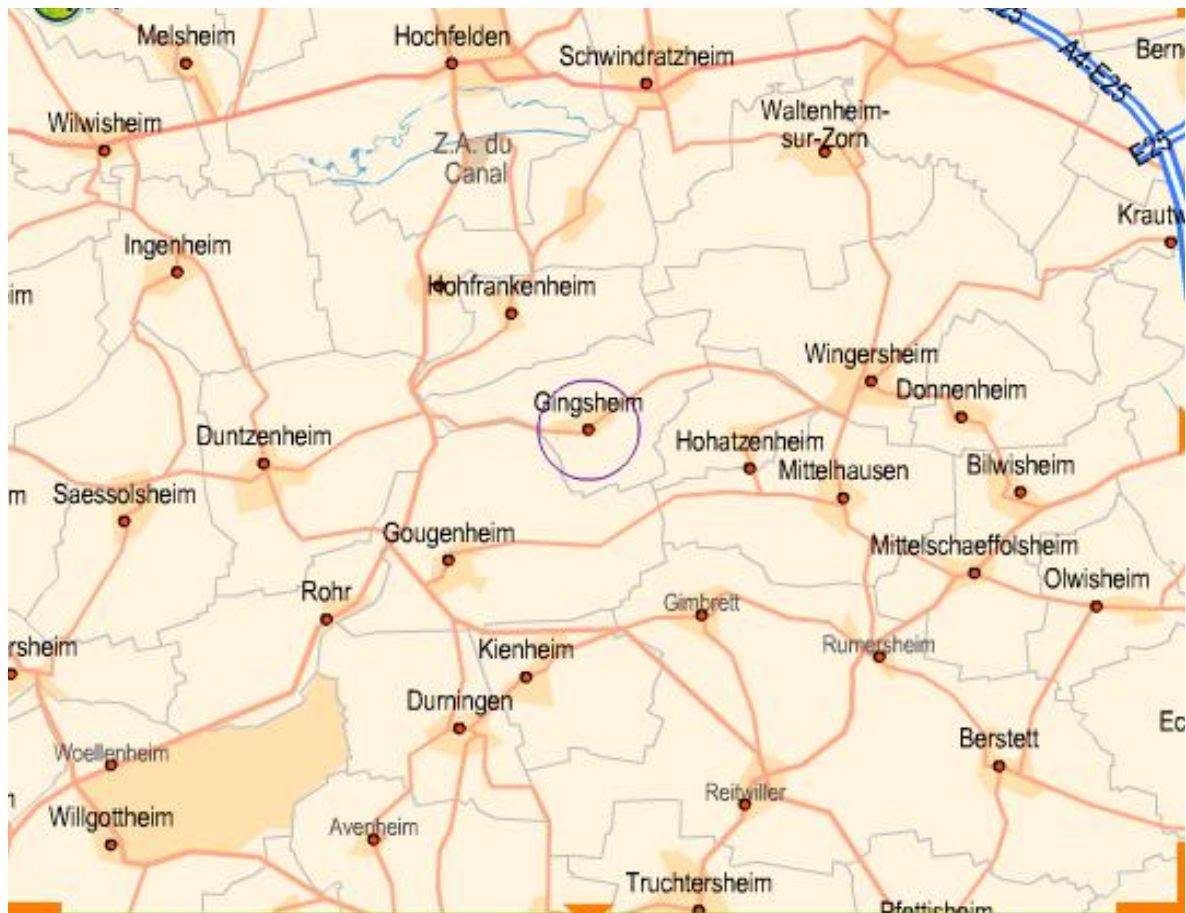


Figure 1 : Situation géographique de la commune de Gingsheim

TABLE DES MATIERES

CHAPITRE 1 EROSION & COULEE DE BOUE	7
1.1 DESCRIPTION DU PHENOMENE	7
1.2 CAUSES	7
1.2.1 LE COUVERT VEGETAL	7
1.2.2 LE TRAVAIL DU SOL ET LA BATTANCE	7
1.2.3 CARACTERISTIQUES DU BASSIN VERSANT	7
CHAPITRE 2 SITUATION ACTUELLE – ETUDE HYDROLOGIQUE	9
2.1 SITUATION ACTUELLE	9
2.1.1 COULEES DE BOUE AU SUD ET AU NORD-OUEST DE LA COMMUNE	9
2.1.2 SATURATION DU RESEAU D’ASSAINISSEMENT PLUVIAL	10
2.2 DESCRIPTION DU BASSIN VERSANT PRINCIPAL	11
2.2.1 CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES	11
2.2.2 OCCUPATION DES SOLS	12
2.3 DE L’INCERTITUDE DES MODELES HYDROLOGIQUES	13
2.3.1 LA PERIODE DE RETOUR	13
2.3.2 LE TEMPS DE CONCENTRATION ET LA DUREE DE PLUIE	13
2.3.3 INCERTITUDE DE LA MODELISATION	13
2.4 DEBITS	13
2.4.1 DONNEES METEOROLOGIQUES	13
2.4.2 CHOIX DE LA PERIODE DE RETOUR	14
2.4.3 DETERMINATION DU TEMPS DE CONCENTRATION	14
2.4.4 DETERMINATION DES DEBITS DECENNAUX ET CENTENNAUX	14
CHAPITRE 3 FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE DU BASSIN VERSANT	15
3.1 RESEAU PLUVIAL	15
3.1.1 LE RESEAU SECONDAIRE	16
3.1.2 LE RESEAU PRINCIPAL	16
CHAPITRE 4 SOLUTIONS PROPOSEES	17
4.1 CHOIX DES SOLUTIONS	17
4.2 ZONE NORD-EST, CHAMPS EN AMONT DU VILLAGE	18
4.2.1 DESCRIPTION DU SOUS BASSIN VERSANT DE LA ZONE NORD-EST	18
4.2.2 TERRAIN COMMUNAL DISPONIBLE	19
4.2.3 VOLUMES DE STOCKAGE	19
4.3 ZONE SUD, COULEES DE BOUE	20
4.3.1 DESCRIPTION DU SOUS BASSIN VERSANT DE LA ZONE SUD	20
4.3.2 TERRAIN COMMUNAL DISPONIBLE	21
4.3.3 VOLUMES DE STOCKAGE	21
4.4 TEMPS DE VIDANGE ET DEBIT DE FUITE POUR LES DEUX BASSINS DE RETENTION.	22
4.5 ZONE NORD-OUEST : ZONE DE COULEES DE BOUES	22
4.6 SOLUTION GLOBALE	23

CHAPITRE 5 DIMENSIONNEMENT DU BASSIN DE RETENTION SUD	24
5.1 ÉTUDE TOPOGRAPHIQUE	24
5.1.1 CONTRAINTES TOPOGRAPHIQUES	24
LE POSITIONNEMENT DU BASSIN DEPEND DE L'ALITUDE DU FOSSE QUI SERT D'EXUTOIRE AU BASSIN DE RETENTION. LE TERRAIN COMMUNAL A UNE PENTE MOYENNE DE 5%.	24
5.1.2 POSITIONNEMENT DU BASSIN	24
5.2 CONCEPTION DU BASSIN DE RETENTION	24
5.2.1 DISPOSITIF DE COLLECTE DES EAUX DU BASSIN VERSANT	24
5.2.2 VOLUME	24
5.2.3 DEBIT DE FUITE	25
5.2.4 LARGEUR DE CRETE	25
5.2.5 REVANCHE	25
5.2.6 PENTE DES TALUS	25
5.3 CONCEPTION DES ORGANES ANNEXES.	25
5.3.1 LE PERTUIS	25
5.3.2 L'EVACUATEUR	26
5.4 RECAPITULATIF	26
5.5 TEMPS DE VIDANGE	26
CHAPITRE 6 DIMENSIONNEMENT DU BASSIN DE RETENTION NORD	27
6.1 ÉTUDE TOPOGRAPHIQUE	27
6.2 CONCEPTION DU BASSIN DE RETENTION	27
6.2.1 DEMARCHE	27
6.2.2 LARGEUR DE CRETE	27
6.2.3 VOLUME	28
6.2.4 PENTE DES TALUS	28
6.2.5 BASSIN A	28
1. LE PERTUIS	28
2. L'EVACUATEUR	28
6.2.6 BASSIN B	29
1. LE PERTUIS	29
2. L'EVACUATEUR	29
6.3 RECAPITULATIF DES CARACTERISTIQUES	29
6.3.1 BASSIN A	29
6.3.2 BASSIN B	30
6.4 TEMPS DE VIDANGE GLOBAL	30
CHAPITRE 7 SCHEMA GLOBAL DES AMENAGEMENTS	31
7.1 SITUATION ACTUELLE DU RESEAU D'ASSAINISSEMENT PLUVIAL	31
7.2 SOLUTION AVEC L'IMPLANTATION DES 2 BASSINS POUR UNE CRUE DECENNALE	32
7.3 BILAN HYDRAULIQUE	33
CHAPITRE 8 EXECUTION DES TRAVAUX ET ENTRETIEN DES OUVRAGES	34
8.1 EXECUTION DES TRAVAUX	34
8.1.1 TRAVAUX PREPARATOIRES	34
8.1.2 EXECUTION DES TRAVAUX	34
8.2 SURVEILLANCE DES TRAVAUX	34
8.3 ENTRETIEN DES OUVRAGES	35

CHAPITRE 9 COUTS DES OUVRAGES	36
9.1 BASSIN SUD	36
9.2 BASSIN NORD	37
9.3 SOLUTION ALTERNATIVE : REDIMENSIONNEMENT DU RESEAU PRINCIPAL	38
CHAPITRE 10 TECHNIQUES CULTURALES SIMPLIFIEES (T.C.S.)	39
CHAPITRE 11 PERTES EN TERRE	40
11.1 LES COULEES DE BOUE : UN PHENOMENE PREJUDICIALE POUR LA POPULATION RURALE ET LE MONDE AGRICOLE	40
11.2 APERÇU GENERAL DES MESURES DE LUTTE CONTRE L'ÉROSION	40
11.2.1 MESURES PORTANT SUR LES TECHNIQUES DE CULTURE	40
11.2.2 MESURES PORTANT SUR LA VEGETATION	40
11.2.3 MODIFICATION DE L'OCCUPATION DES SOLS	41
11.3 CALCUL DES PERTES EN TERRE	41
11.3.1 ÉQUATION DE WISCHMEIER	41
11.3.2 IMPACT DES TCS SUR LES PERTES EN TERRE ET LES INONDATIONS	41
11.4 LOCALISATION DES TCS	42
CHAPITRE 12 CONFORMITE JURIDIQUE DES MESURES HYDRAULIQUES ET AGRICOLES PROPOSEES	44
12.1 EXTRAIT DE LA LOI SUR L'EAU	44
12.2 LE SDAGE DU BASSIN RHIN-MEUSE	44
12.3 LE SAGEECE DE LA ZORN	44
12.4 COMPATIBILITE DES MESURES PROPOSEES AVEC LES OBJECTIFS DU SAGEECE	45
12.5 DECLARATION OU AUTORISATION AU TITRE DE LA LOI SUR L'EAU	46
CHAPITRE 13 ENQUETE SOCIALE	47
CHAPITRE 14 SOURCES	48
14.1 PHOTOS	48
14.2 PLANS	48
14.3 BIBLIOGRAPHIE	48

Chapitre 1

Érosion & Coulée de boue

1.1 Description du phénomène

La coulée de boue est une des conséquences directes du phénomène d'érosion hydrique. Pendant ou après de fortes précipitations, les particules de sol sont détachées sous l'impact des gouttes et déplacées par le ruissellement de surface.

Le ruissellement apparaît lorsque les eaux de pluie ne peuvent pas ou plus s'infiltrer dans le sol. L'eau s'accumule alors en surface, se charge en particules solides et dévale les pentes du bassin versant.

1.2 Causes

1.2.1 Le couvert végétal

La nature des sols et le couvert végétal du bassin versant est un des éléments importants. La végétation favorise la rétention de la pluie en la retenant et en l'absorbant, surtout si elle a formé, au cours du temps, un sol humifère épais. Les terrains à forte végétalisation ont donc moins tendance à ruisseler que les sols nus.

A l'inverse, un sol peu végétalisé, favorisera le drainage des eaux et conduira donc à des ruissellements pouvant se transformer en coulées boueuses.

En outre, les sols nus entre les périodes végétatives, le drainage intensif, la suppression de haies et fossés, etc. sont autant de facteurs aggravant pour la production du ruissellement.

1.2.2 Le travail du sol et la battance

Le sol est généralement constitué d'agrégats dont la disposition dans l'espace varie selon ses conditions de formation et les divers remaniements qu'il subit. Les espaces existants entre ces divers agrégats constituent la porosité du sol. C'est dans ce réseau d'espace libre que circulent les eaux infiltrées.

Une terre tassée et desséchée favorise un déclenchement rapide du ruissellement qui sera, au contraire, retardé si la même terre a été labourée récemment.

La battance est un phénomène surtout observé sur des sols limoneux. L'impact des gouttes d'eau peut contribuer à désagréger la structure du sol. Les agrégats se réorganisent alors en feuillets ne laissant aucun vide entre eux. La porosité est quasiment nulle. C'est ce qu'on appelle une croûte de battance. Les eaux de pluie ne s'infiltrant plus, elles ruissellent dans leur quasi-totalité.

1.2.3 Caractéristiques du bassin versant

- **Superficie :** la superficie des aires de collecte est le principal indicateur de l'importance d'un bassin versant. C'est un paramètre fondamental dans la quantification du ruissellement. En effet, pour une occupation de sol donnée, plus l'aire de collecte est grande, plus le volume ruisselé sera important à l'exutoire.

- **Topographie** : les gradients de pente sont propices à la formation de ruissellement. En effet, sur terrain plat ou à faible pente, les eaux ont tendance à stagner et à s'infiltrer sous l'influence de la gravité. En revanche, sur terrains pentus, cette même gravité incite les gouttes d'eau à dévaler la pente vers les points bas. Plus la pente est forte, plus les vitesses d'écoulement sont importantes.

En résumé, le ruissellement est d'autant plus important que les terrains sont plus imperméables, le tapis végétal plus faible, la pente plus forte et les précipitations plus violentes.

Nota : Le passage de la polyculture à la monoculture et la mécanisation ont provoqué une augmentation de la taille des parcelles. D'un point de vue pratique, l'agriculteur a alors éliminé du paysage de nombreux éléments structuraux gênant la circulation des engins. Ainsi, des haies ont été arrachées, des fossés et des mares comblés, des talus rasés, des chemins communaux supprimés. Ces structures favorisaient l'infiltration des eaux de ruissellement.

Chapitre 2

Situation actuelle – Etude hydrologique

2.1 Situation actuelle

Une concertation et une visite de terrain en compagnie des habitants et du maire de la commune de Gingsheim a permis de recenser les différentes zones du village touchées par les inondations.

Ces inondations sont de deux types :

- **Par ruissellement (coulée de boue)** : *les eaux de pluie ne peuvent plus s'infiltrer dans le sol, s'accumulent en surface, se chargent en particule et dévalent les pentes du bassin versant.*
- **Par débordement (crue)** : le débit de pluie est supérieur à la capacité du cours d'eau principal.

Le type d'inondation touchant la commune dépend des caractéristiques des pluies s'abattant sur le bassin versant. Ainsi, un orage de printemps ou d'été violent sera propice à la formation de coulées boueuses ; alors qu'une pluie longue et peu intense sera susceptible de provoquer un débordement du cours d'eau principal.

La commune de Gingsheim est ainsi confrontée à deux types de problèmes.

2.1.1 Coulées de boue au Sud et au Nord-Ouest de la commune

✓ Sud de la commune :

Ces coulées de boue proviennent des parcelles agricoles du sud de la commune qui sont des champs céréaliers où l'on cultive essentiellement du maïs. La culture du maïs crée des sillons profonds propices au phénomène de coulée de boue. En outre, le maïs est cultivé parallèlement à la pente ; ainsi lors d'épisodes pluvieux intenses, le sol s'érode rapidement. Des coulées boueuses se forment par accumulation des pertes de terre, et elles empruntent les fossés communaux. Ces fossés s'obstruent et le chemin d'exploitation, qui prolonge la rue de la forêt, devient le chemin préférentiel des coulées boueuses. Ces coulées boueuses sont responsables de dégâts au centre du village principalement.

✓ Nord-Ouest de la commune :

Les coulées de boue menacent l'existant. En effet, plusieurs habitations sont en construction à l'intérieur de cette zone à risque. La houblonnière contribue, en grande partie, à la formation de ces coulées boueuses. Ainsi, le labour de cette parcelle agricole creuse des sillons assez profonds qui sont favorables à la formation de coulées boueuses.

2.1.2 Saturation du réseau d'assainissement pluvial

Le réseau d'assainissement pluvial de la commune est composé d'un premier réseau de fossés à ciel ouvert qui drainent les eaux de ruissellement provenant des parcelles agricoles. Les eaux sont ensuite dirigées dans le réseau souterrain traversant le village. Lors des crues, le réseau souterrain est incapable d'absorber toutes les eaux collectées, ce qui provoque un débordement à l'aval et au centre du village.

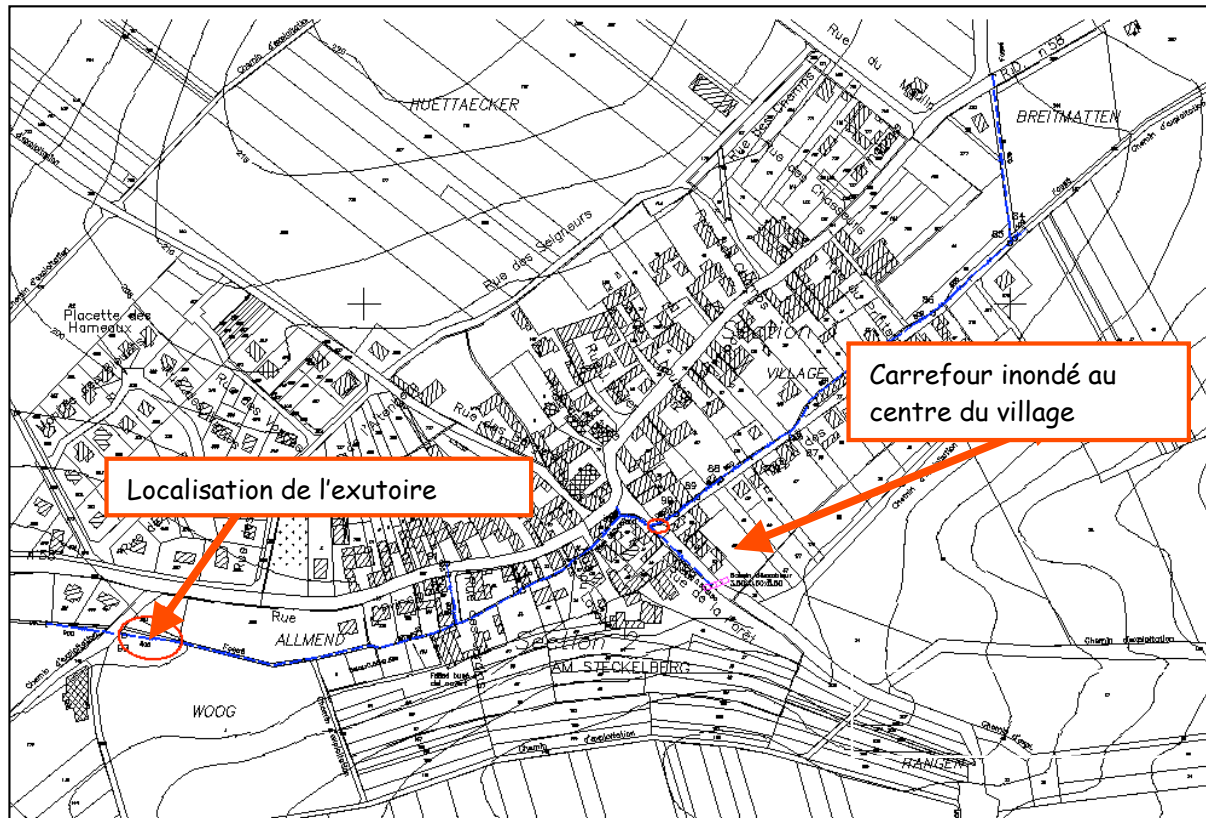


Figure 2 : Plan cadastral de Gingsheim



Figure 3 : Inondation du sous-sol de la maison à proximité de l'exutoire



Figure 4 : Débordements des caniveaux et des avoires dans le centre du village

2.2.2 Occupation des sols

Le bassin versant occupe principalement des zones agricoles, il existe néanmoins des zones de forêt et de prairies dans la commune de Gingsheim. Ces zones étant plus perméables que des zones urbaines ou agricoles, elles ralentissent les coulées boueuses.

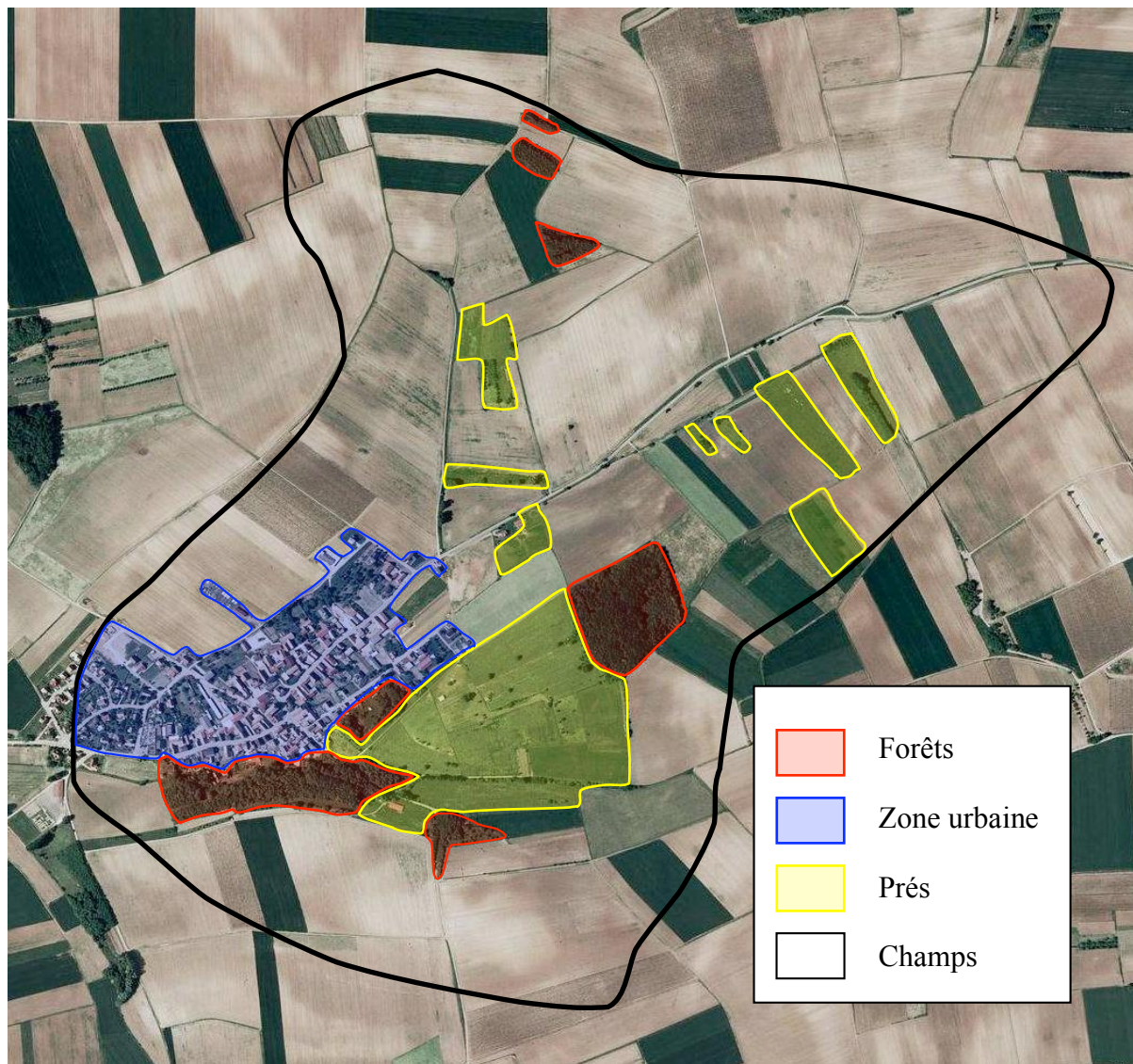


Figure 6 : Occupation des sols du bassin versant de Gingsheim

Surface totale	Village		Forêts		Prés		Champs	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%
201	18	9.0	10	5.0	25	12.4	150	73.6

Tableau 1 : Occupation des sols

2.3 De l'incertitude des modèles hydrologiques

2.3.1 La période de retour

On distingue différentes probabilités d'occurrence pour un évènement pluvieux en utilisant la notion de période de retour. La période de retour à envisager dépend des objectifs du projet et du niveau de protection souhaité. Ce paramètre résulte d'un compromis et d'une décision avec le maître d'ouvrage.

2.3.2 Le temps de concentration et la durée de pluie

Le temps de concentration correspond au temps maximum que met une goutte d'eau pour aller de la frontière du bassin versant à l'exutoire.

2.3.3 Incertitude de la modélisation

La modélisation est une représentation simplifiée d'un phénomène physique. Le modèle coïncide plus ou moins avec la réalité et l'écart entre la mesure et la simulation du modèle doit être compatible avec les objectifs du projet.

Il existe, à l'heure actuelle, différentes modélisations permettant de prévoir le comportement d'un bassin versant.

La modélisation pluie-débit a pour but de déterminer les crues de projet à prendre en compte pour la conception d'ouvrages ou d'aménagements de protection contre les inondations. Cette modélisation nécessite en entrée les valeurs statistiques rendant compte de la pluviométrie d'une zone géographique donnée, les données géographiques et topographiques des bassins versants considérés, les données relatives à la couverture des sols et à la végétation, etc. En sortie, ces modèles nous donnent des valeurs de temps de concentration, de débits, et encore de volumes.

Ces valeurs sont d'autant plus imprécises que les données d'entrées sont difficiles à mesurer précisément !

En ce qui nous concerne, nous sommes confrontés à de très petits bassins versants ruraux ($S < 10 \text{ km}^2$) pour lesquels on ne dispose pas en général de station de mesure de débit. Nous utilisons alors des modèles dits « empiriques », qui se limitent pour la plupart à une seule formule, tenant compte de plus ou moins de facteurs. Les valeurs obtenues avec ces modèles peuvent varier du simple au triple. Les résultats doivent donc être utilisés avec prudence.

2.4 Débits

Le réseau d'assainissement pluvial existant est saturé lors des crues significatives. Il est donc légitime de déterminer le débit maximum admissible à l'exutoire du bassin versant de Gingsheim.

Ce débit a été calculé pour une période de 10 ans, suivant le souhait de la commune. Mais il a également été simulé pour des crues centennales. En effet, il est judicieux d'examiner l'effort financier et technique supplémentaire à fournir pour protéger la commune de crues de fréquences plus rares.

2.4.1 Données météorologiques

Les données utilisées sont celles de la station de Wickersheim (cf. annexes).

Hauteur d'eau moyenne annuelle : 630 mm

Maximum décennal de précipitations : 45 mm

Température moyenne annuelle : 11°C

2.4.2 Choix de la période de retour

Sur la base de nos réunions avec les élus de la commune, nous avons choisi de concevoir des ouvrages pour une période de retour de 10 ans.

2.4.3 Détermination du temps de concentration

Il existe bon nombre de méthodes permettant de déterminer le temps de concentration d'un bassin versant. Cependant, il est impossible de modéliser de manière exacte le comportement d'un bassin versant. Les méthodes donnent des résultats très imprécis, variant du simple au triple, selon les hypothèses considérées.

Nous avons donc choisi de sélectionner celles qui correspondent le mieux au type de bassin versant considéré, et de faire la moyenne des valeurs trouvées. Nous avons retenu les méthodes Ven Te Chow, SCS (Soil Conservation Service), Picking et CHPW.

On obtient : **$T_c = 21 \text{ min}$**

2.4.4 Détermination des débits décennaux et centennaux

Les débits décennaux et centennaux ont été déterminés par différentes méthodes (cf. annexes). Nous n'en avons retenu que 2 :

- La méthode rationnelle
- La méthode TR55

Nous obtenons : **$Q_{10} = 7 \text{ m}^3/\text{s}$** **$Q_{100} = 13 \text{ m}^3/\text{s}$**

Chapitre 3

Fonctionnement hydraulique du bassin versant

3.1 Réseau pluvial

Le réseau pluvial est constitué d'un réseau secondaire de fossés, qui drainent les eaux de ruissellement des parcelles agricoles, et d'un réseau principal qui traverse le village et se raccorde à un ruisseau.



Figure 7 : Photo aérienne schéma de fonctionnement hydraulique

3.1.1 Le réseau secondaire



Figure 8 : Fossé traversant les parcelles agricoles

Ce réseau est constitué de fossés végétalisés. Ils récoltent les eaux de ruissellement provenant des parcelles agricoles. Les eaux collectées par ce réseau de fossés sont ensuite acheminées dans le réseau d'assainissement pluvial principal traversant le village

3.1.2 Le réseau principal

Le réseau d'assainissement pluvial principal du village est constitué par :

Un dalot :

Dimensions : 60*80 cm
Débit de plein bord : 1,85 m³/s



Figure 9 : Dalot

Un fossé busé en béton :

Dimensions : 60*80 cm
Débit de plein bord : 1,85 m³/s



Figure 10 : Fossé busé en béton

Une canalisation circulaire :

Diamètre: 800 mm
Débit de plein bord : 1,90 m³/s

Le diagnostic hydrologique démontre que le réseau d'assainissement pluvial est saturé à partir d'une crue biennale.

Chapitre 4

Solutions proposées

4.1 Choix des solutions

Le débordement du réseau pluvial principal est la conséquence de la mise en charge du réseau. Le débit maximal de plein bord a été évalué à $1,9 \text{ m}^3/\text{s}$ et le débit décennal (à l'exutoire du bassin versant total) à environ $7 \text{ m}^3/\text{s}$.

Il n'est pas réaliste de modifier les dimensions du thalweg principal, car cela nécessiterait des travaux coûteux et complexes. Il faut donc diminuer le débit qui arrive dans le réseau.

Il a été convenu avec la mairie de Gingsheim d'implanter des bassins de rétention sur 2 terrains communaux. Comme on le voit sur la figure 11, la mise en place de ces bassins de rétention permet de collecter les eaux de ruissellement d'une surface importante du bassin versant principal.

Il faut donc recalculer le nouveau débit en considérant les deux bassins de rétention, puis le comparer avec le débit de fuite admissible du réseau principal.

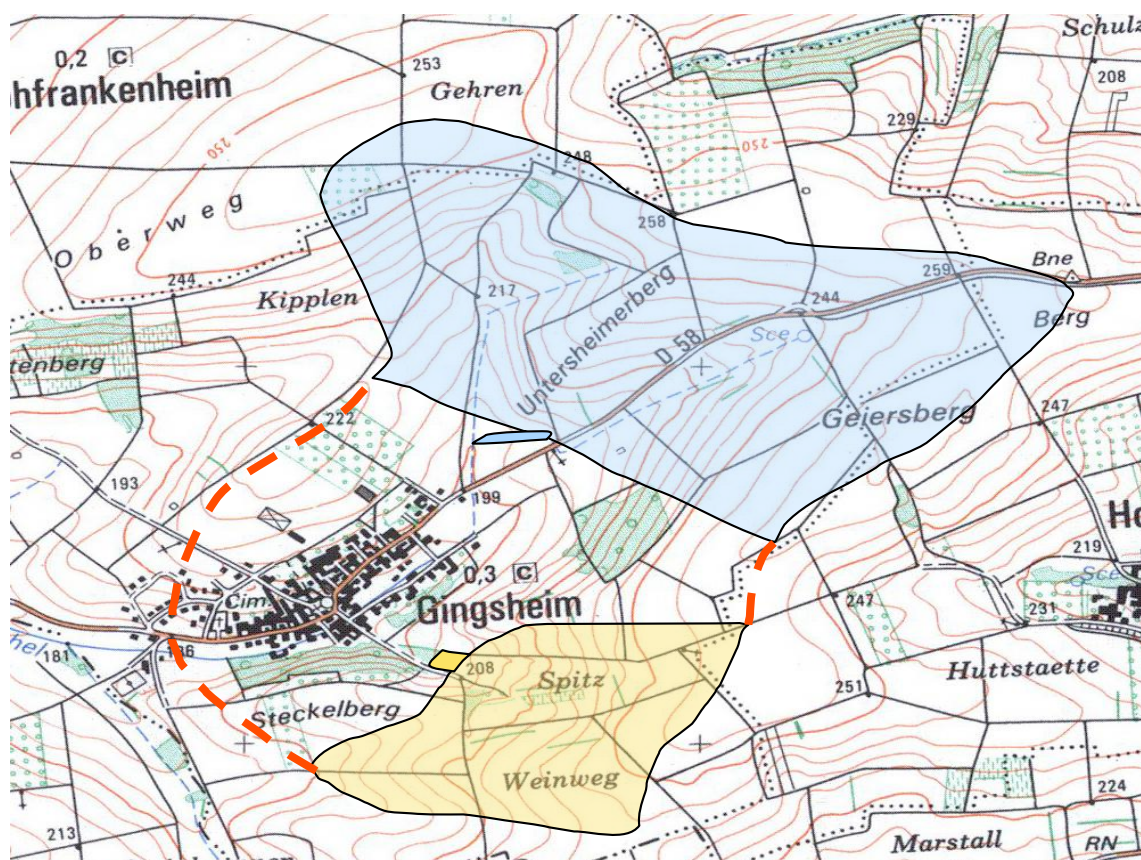


Figure 11 : Sous bassins versants drainés par les bassins de rétention

4.2 Zone Nord-est, champs en amont du village

Nous avons visité le terrain communal disponible à l'amont du village. Les dimensions importantes du terrain, les données topographiques et les caractéristiques semblent être des conditions favorables à la mise en place d'un bassin de rétention.

Ce bassin de rétention permettrait de stocker les eaux de ruissellement et les coulées de boue d'une importante zone du bassin versant (quasiment le tiers du bassin versant) car celui-ci est drainé par un réseau de fossés.

4.2.1 Description du sous bassin versant de la zone Nord-est

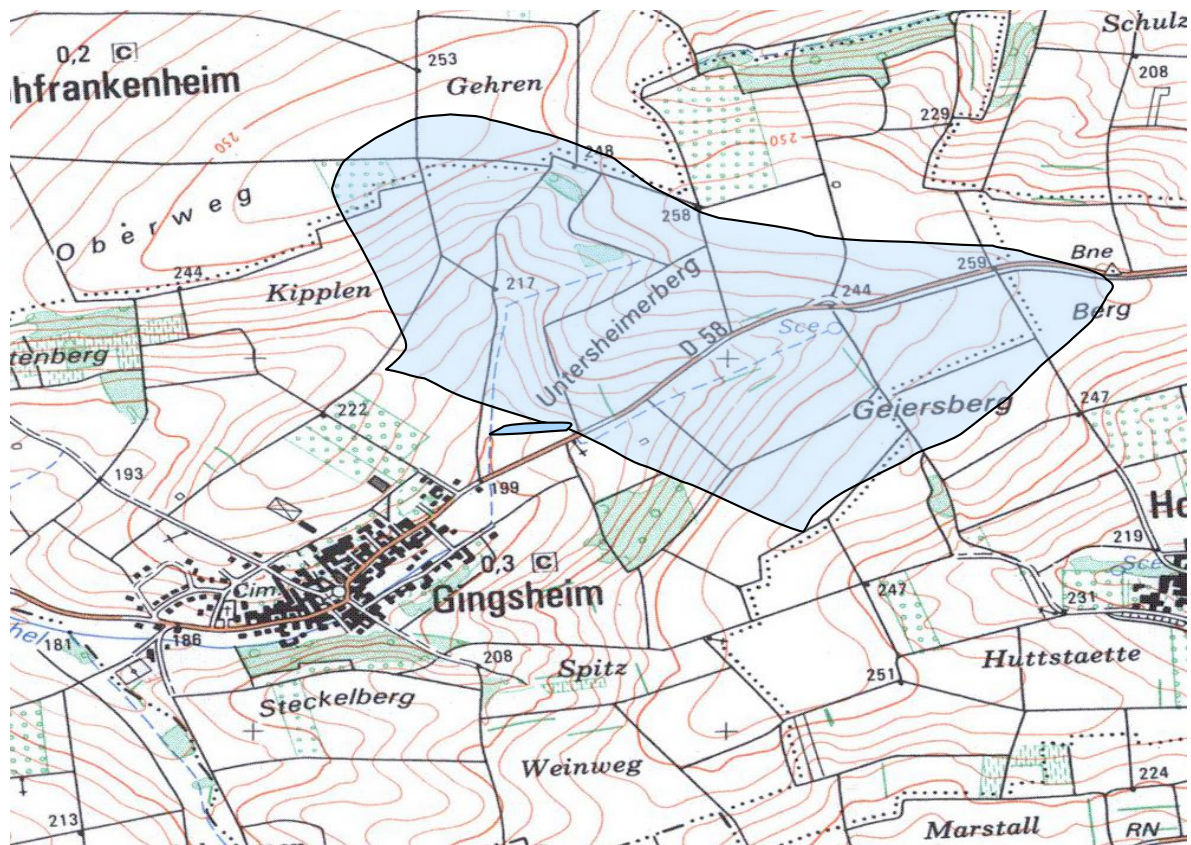


Figure 12 : Sous bassin versant Nord

- ✓ Superficie = 95 ha
- ✓ Pente = 6 %
- **Débits :**
 - Q10 = 5,0 m³/s
 - Q100 = 9,3 m³/s

4.2.2 Terrain communal disponible

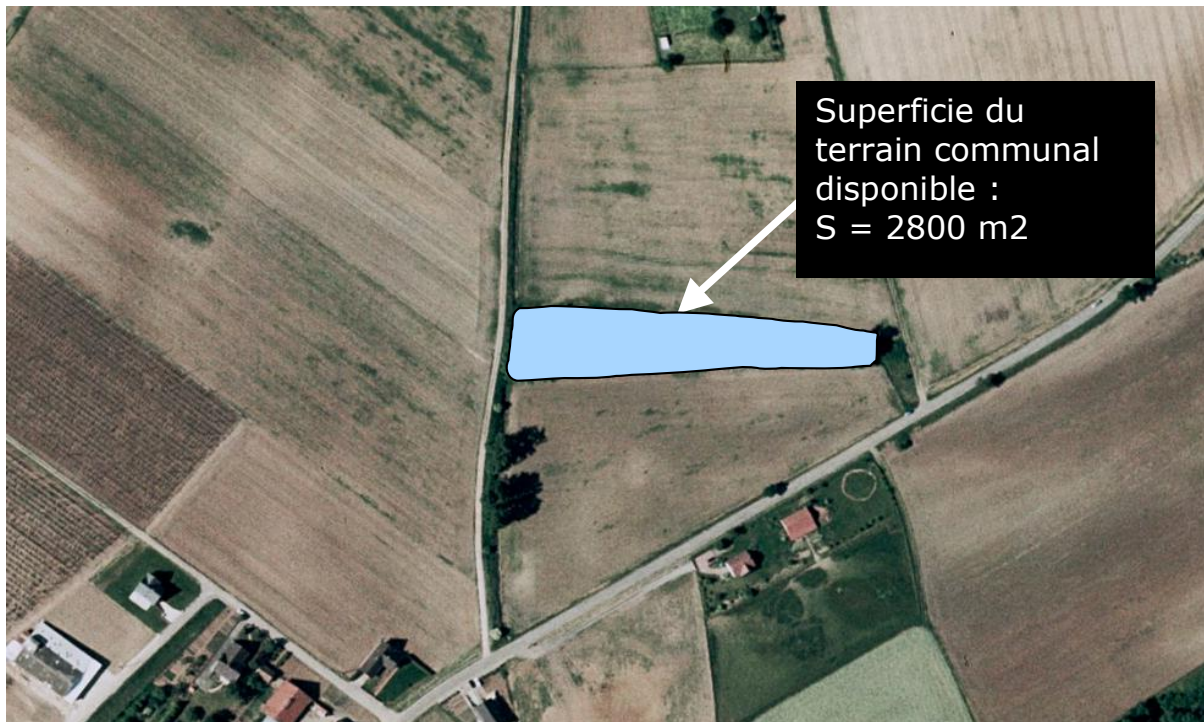


Figure 13 : Bassin de rétention Nord

4.2.3 Volumes de stockage

Grâce à la méthode de Montana, ou méthode des pluies, nous avons déterminé le volume à stocker en fonction de différents débits de fuite :

Débit de fuite (m^3/s)	Volume décennal (m^3)	Volume centennal (m^3)
0,01	5000	7700
0,1	4900	7500
1	3300	5900

Nous préconisons un débit de fuite de 10 L/s afin de soulager au mieux le réseau principal.

4.3 Zone Sud, coulées de boue

Le village a été touché par des coulées de boue provenant du sud du bassin versant. Ces coulées de boue sont semble-t-il drainées par les fossés dans un premier temps. Ensuite, elles bouchent les fossés et empruntent le chemin communal qui traverse les champs et aboutit au centre du village.

La solution envisageable est de mettre en place un bassin de rétention (qui jouera accessoirement le rôle de bassin de décantation) au niveau du terrain communal disponible. Ce terrain se situe approximativement au croisement des différentes voies qu'empruntent les coulées boueuses.

Il faudra excaver le terrain actuel et modifier le chemin communal et les fossés afin que ceux-ci soient dirigés vers le bassin de rétention.

4.3.1 Description du sous bassin versant de la zone Sud

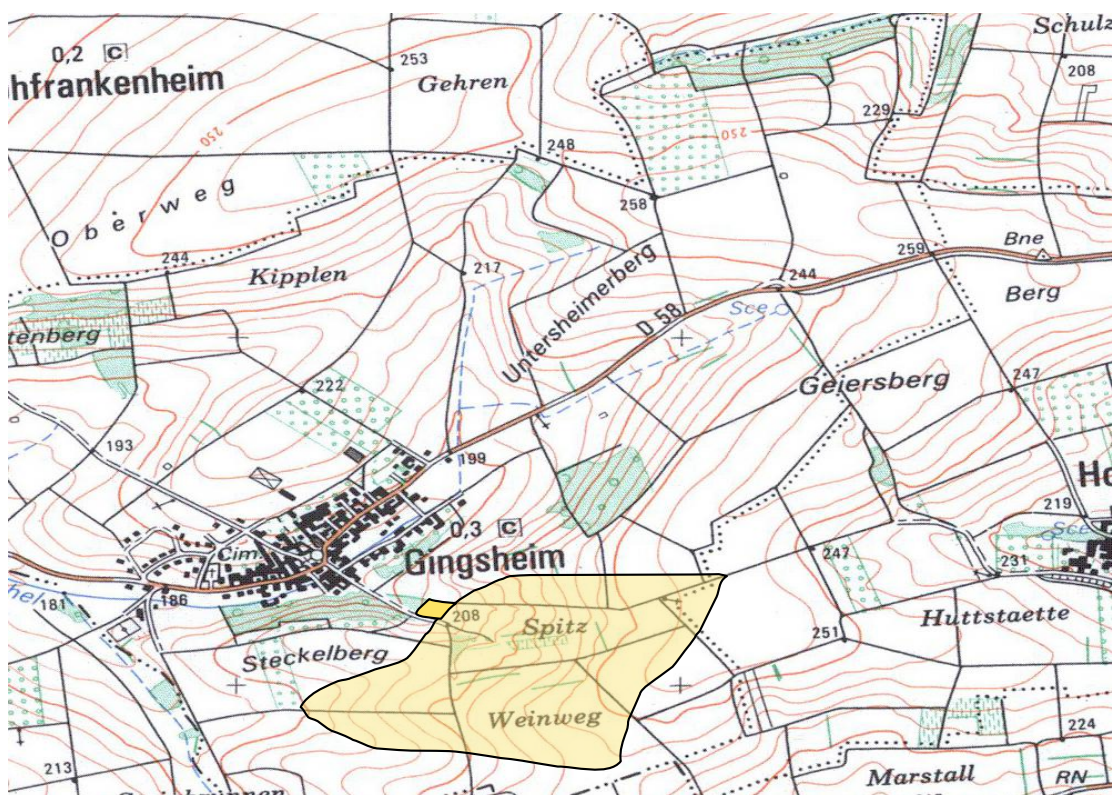


Figure 14 : Sous bassin versant Sud

- ✓ Superficie = 31 ha
- ✓ Pente = 6 %
- **Débits :**
 - Q10 = 1,8 m³/s
 - Q100 = 3,3 m³/s

4.3.2 Terrain communal disponible



Figure 15 : Bassin de rétention Sud

4.3.3 Volumes de stockage

Grâce à la méthode de Montana, ou méthode des pluies, nous avons déterminé le volume à stocker en fonction de différents débits de fuite :

Débit de fuite (m^3/s)	Volume décennal (m^3)	Volume centennal (m^3)
0,01	1650	2500
0,1	1500	2350
0,5	750	1600

Nous préconisons un débit de fuite de 10 L/s afin de soulager au mieux le réseau principal.

4.4 Temps de vidange et débit de fuite pour les deux bassins de rétention.

Nous souhaitons dimensionner chaque bassin de rétention avec un débit de fuite de **10 L/s**, ce qui permet de soulager le réseau principal lors des épisodes pluvieux intenses.

Néanmoins, un débit de fuite aussi faible implique un temps de vidange assez conséquent, qui peut dépasser une dizaine de jours. Du fait de la probabilité que deux épisodes pluvieux intenses peuvent se suivre en quelques jours, il semble judicieux de pouvoir vidanger les bassins de rétention en moins d'un jour.

C'est pourquoi, nous préconisons la mise en place de vannes à débit régulé. En effet, une fois l'épisode pluvieux passé, ces vannes pourront être ouvertes jusqu'à un débit de **200 L/s** afin de vidanger le plus rapidement possible.

4.5 Zone Nord-ouest : zone de coulées de boues

Initialement, nous n'avions pas identifié cette zone comme zone à risque. Cependant, lors de la réunion du 13 février 2006 avec la commune, les habitants nous ont indiqué que des coulées de boue s'étaient déjà produites dans cette zone.

Il s'agit d'une houblonnière. La culture est dans le sens de la pente et le labour provoque la formation de rigoles significatives qui renforcent le risque de coulées de boues.

La solution la plus adaptée consiste en la mise en place d'un fossé parallèle au chemin d'exploitation existant et relié au bassin de rétention Nord par l'intermédiaire d'une canalisation souterraine.

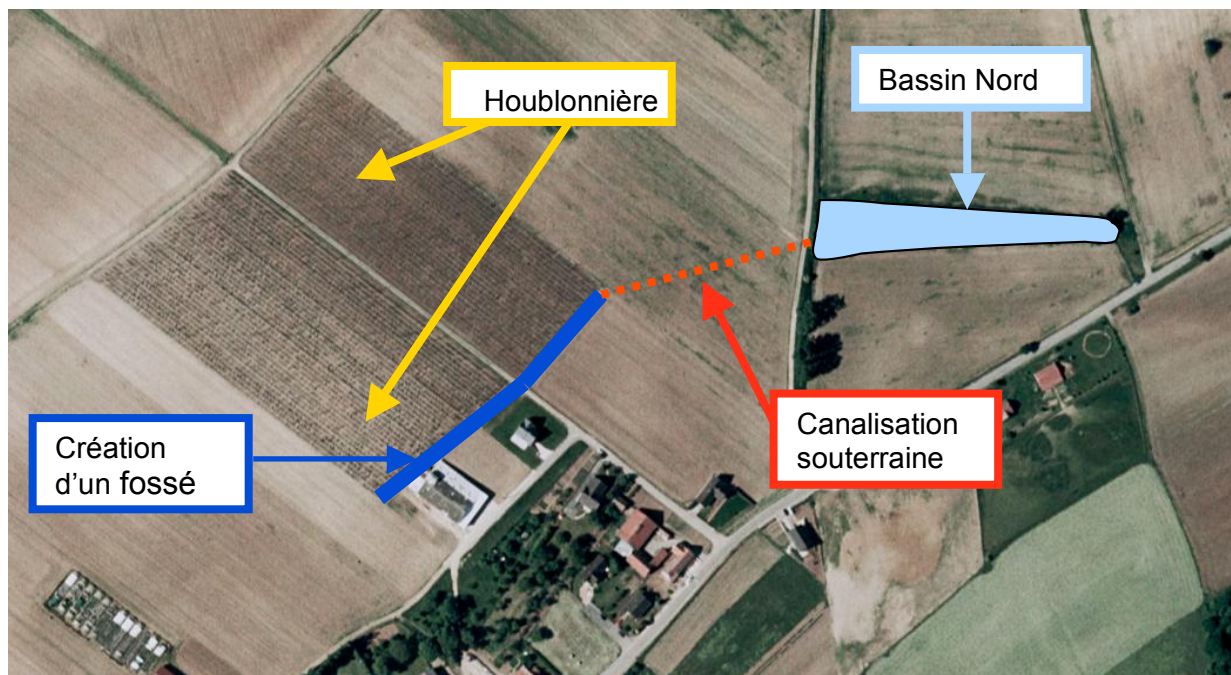


Figure 16 : Création d'un fossé au Nord-ouest de la commune

4.6 Solution globale



Figure 17 : Photo aérienne schéma solution globale

Chapitre 5

Dimensionnement du bassin de rétention Sud

5.1 Étude topographique

Une étude topographique du terrain communal a été menée par le cabinet de géomètres-experts J.G. LAMBERT. Cette étude comprend un semis de points du terrain communal, ainsi qu'un relevé topographique des fossés et du chemin d'exploitation. Ces relevés topographiques permettent d'étudier la faisabilité de l'implantation d'un bassin de rétention sur ce terrain.

5.1.1 Contraintes topographiques

Le positionnement du bassin dépend de l'altitude du fossé qui sert d'exutoire au bassin de rétention. Le terrain communal a une pente moyenne de 5%.

5.1.2 Positionnement du bassin

Le bassin épouse la forme du terrain communal. Deux fossés communaux existants longent le bassin et ont un double rôle : diriger les eaux du bassin versant Sud dans le bassin de rétention mais également acheminer l'eau provenant du déversoir et du pertuis vers le réseau d'assainissement principal.

5.2 Conception du bassin de rétention

L'étude topographique nous montre que le dénivelé du terrain communal est assez important. La mise en place d'une digue sur le bassin de rétention permet donc d'obtenir un volume de stockage maximum avec un volume de déblai moindre. Néanmoins, nous avons opté pour un bassin en déblai car la mise en place d'une digue implique des travaux d'exécution plus conséquents et plus coûteux. D'autre part, la solution d'un bassin en déblai permet une meilleure intégration paysagère et une meilleure sécurité.

L'objectif est de concevoir un bassin efficace, économiquement viable et techniquement réalisable d'où la nécessité d'exploiter au mieux les contraintes topographiques.

La localisation du terrain communal Sud s'avère optimale et il est judicieux de placer le bassin à l'intersection des deux fossés communaux qui drainent le bassin versant Sud.

5.2.1 Dispositif de collecte des eaux du bassin versant

La majorité des eaux du bassin versant Sud est drainée par des fossés communaux qui doivent être déviés vers le bassin.

Comme nous l'avons vu dans le précédent rapport, le chemin d'exploitation qui longe la rue de la forêt dirige la coulée de boue provenant des champs en amont vers le village. Il doit donc être surélevé afin de rediriger la coulée de boue vers le bassin de rétention.

5.2.2 Volume

Le volume d'eau décennal à stocker dans le bassin est de 1500 m³. Nous obtenons un volume de stockage utile de 1513 m³.

Le TN constituant la crête du bassin a pour altitude :

- en aval : 206,00 m NGF
- en amont : 208,50 m NGF

Le fond du bassin a pour altitude :

- en aval : 203,50 m NGF
- en amont : 203,80 m NGF

La profondeur maximale du bassin est donc de 4,70 m. La pente du fond du bassin est de 0,8 % (suffisante pour assurer l'écoulement vers l'exutoire du bassin).

5.2.3 Débit de fuite

Le débit de fuite du bassin de rétention a été défini de manière à soulager au maximum le réseau d'assainissement en aval. Initialement, le volume de rétention du bassin a été calculé en tenant compte d'un débit de fuite de 0,01 m³/s. Cependant, compte tenu de la topographie du site, nous avons été contraints d'augmenter ce débit de fuite à 0,1 m³/s, ce qui reste raisonnable et réduit de manière conséquente le débit initial du bassin versant.

5.2.4 Largeur de crête

Nous fixons la largeur de crête à **3 m**. Cette valeur tient compte du passage des engins de chantier. Cette crête permet également de respecter une distance réglementaire entre le bassin de rétention et la limite de parcelle.

5.2.5 Revanche

La revanche est la différence de cote entre la crête et le niveau des plus hautes eaux. Nous retenons **30 cm**.

5.2.6 Pente des talus

Le bassin de rétention est conçu intégralement en déblais. Nous avons donc choisi des pentes de talus de 2:1.

Cependant, il faut veiller à mettre en place un grillage afin d'assurer la sécurité autour du bassin. En effet, des pentes de 3:1 sont plus sécurisantes (et sont préconisées dans le cas d'une digue), mais l'impact sur la surface du bassin nécessaire pour stocker le même volume est trop important.

5.3 Conception des organes annexes.

5.3.1 Le pertuis

Cet ouvrage permet la régularisation du débit jusqu'à une période de retour de dix ans. C'est une conduite partant de fond du bassin jusqu'au fossé récepteur en aval.

Le diamètre de la conduite est de **300 mm** et sa pente est de **1,5 %**, ce qui permet d'assurer un débit de fuite de 100 L/s.

Une grille doit être mise en place à l'entrée du pertuis afin d'éviter l'obstruction de la canalisation par des corps flottants.

5.3.2 L'évacuateur

Le rôle de cet ouvrage est de faire transiter, en cas de crue centennale, un débit de 3,3 m³/s sans endommagement de la structure en terre et d'assurer l'acheminement des eaux vers le réseau d'assainissement pluvial du village.

Il s'agit de deux évacuateurs de surface constitués par un déversoir dont le seuil se développe linéairement le long du bassin.

Les deux déversoirs se jettent dans les deux fossés communaux existants qui communiquent avec le réseau d'assainissement pluvial.

Il n'est pas nécessaire de prévoir un dispositif de ralentissement dynamique des eaux pour les deux évacuateurs de crue du fait que les deux déversoirs ont une grande longueur et une faible hauteur, ce qui contribue à diminuer la hauteur de la lame d'eau évacuée.

Le déversoir sera réalisé en enrochements afin d'éviter son érosion.

5.4 Récapitulatif

• Emprise du bassin	1800 m ²
• Cote du fond du bassin	203,50 m NGF à 203,80 m NGF
• Cote du déversoir	205,60 m NGF
• Cote TN	206,00 m NGF à 208,50 m NGF
• Volume décennal (cote 205,30 NGF)	1513 m ³
• Pertuis de vidange	⊙ 300 mm
• Déversoirs	5 m * 0,20 m
• Revanche	0,20 m
• Pente des talus	2:1
• Pente de fond	0,08 m/m
• Volume de déblais	4900 m ³

5.5 Temps de vidange

Le temps de vidange de ce bassin de rétention est de 4h pour un volume stocké de 1500 m³.

Chapitre 6

Dimensionnement du bassin de rétention Nord

6.1 Étude topographique

Une étude topographique du terrain communal a été menée par le cabinet de géomètres-experts J.G. LAMBERT. Cette étude comprend un semis de points du terrain communal, ainsi qu'un relevé topographique du fossé en aval. Ces relevés topographiques permettent d'étudier la faisabilité de l'implantation d'un bassin de rétention sur ce terrain.

Plusieurs contraintes quant à l'implantation de ce bassin ont été relevées. La superficie du terrain communal est faible vis-à-vis du volume d'eau que l'on envisage d'y stocker. La pente moyenne du terrain communal est de 5 %, ce qui diminue les possibilités de stockage de l'eau.

6.2 Conception du bassin de rétention

L'étude hydrologique du bassin versant de Gingsheim a démontré la nécessité de stocker un volume d'eau plus important au Nord qu'au Sud de la commune. Cependant, la superficie du terrain communal au Nord est faible, ce qui ne permet pas d'atteindre les objectifs.

L'étude topographique montre que le dénivelé du terrain communal est important. La mise en place d'une digue sur le bassin de rétention permet d'obtenir un volume de stockage le plus optimisé possible. Néanmoins, nous avons opté pour un bassin en déblais car la mise en place d'une digue implique des travaux d'exécution plus conséquents et plus coûteux. D'autre part, la solution d'un bassin en déblai permet une meilleure intégration paysagère et une meilleure sécurité.

6.2.1 Démarche

Nous avons choisi de réaliser deux bassins en cascade afin d'augmenter le volume de rétention. Cela permet aussi de favoriser la décantation (le bassin en amont joue le rôle de décanteur). Le bassin amont est le bassin A, le bassin aval est le bassin B.

Nous utilisons également le fossé qui longe le chemin d'exploitation pour augmenter le volume de stockage dans cette zone. L'étranglement qui régule le débit à 0,85 m³/s se situe en aval du fossé. Il s'agit d'une canalisation Ø800 qui rejoint le réseau pluvial.

Le but est donc de stocker le volume maximal dans les deux bassins afin d'augmenter le temps de concentration de l'eau jusqu'à l'exutoire (la canalisation Ø800). Le débit décennal est intégralement retransmis du bassin amont au bassin aval, puis du bassin aval au fossé par des déversoirs. Cependant, des pertuis sont mis en place à débit réduit afin de ne pas remplir les bassins trop brusquement.

6.2.2 Largeur de crête

Nous fixons la largeur de crête à **1 m** sur les côtés Sud, Est, Ouest et à 2,50 m sur le côté Nord du bassin. Ces valeurs tiennent compte du passage éventuel des piétons et des engins de chantier. Cela permet également de respecter une distance minimale entre le bassin de rétention et la limite de parcelle.

Initialement prévue à 3 m, nous avons dû réduire cette largeur, la surface du terrain communal étant trop faible pour assurer un stockage suffisant.

6.2.3 Volume

Le volume d'eau décennal à stocker dans les bassins est de 5000 m³. Nous obtenons un volume de stockage utile de 3200 m³.

6.2.4 Pente des talus

Le bassin de rétention est conçu intégralement en déblais. Les pentes des talus étaient initialement fixées à 2:1. Néanmoins, la largeur du terrain étant extrêmement faible, il est nécessaire de fixer des pentes de 1 pour 1 afin d'assurer un stockage minimal. Une attention toute particulière devra être portée à la mise en sécurité du bassin (mise en place d'un grillage, etc.).

6.2.5 Bassin A

Le TN constituant la crête du bassin a pour altitude :

- en aval : 208,00 m NGF
- en amont : 211,00 m NGF

Le fond du bassin a pour altitude :

- en aval : 203,50 m NGF
- en amont : 204,00 m NGF

La profondeur maximale du bassin est donc de 7,00 m. La pente du fond du bassin est de 0,3 % (suffisante pour assurer un écoulement faible vers l'exutoire du bassin et une décantation maximale).

1. Le Pertuis

Cet ouvrage permet la régularisation du débit jusqu'à une période de retour de dix ans. C'est une conduite partant de fond du bassin A à l'altitude 203,50 jusqu'au bassin B à l'altitude 203,00.

Le diamètre de la conduite est de 400 mm et sa pente est de 1,5 %, ce qui permet de stocker 1900 m³ dans ce premier bassin avant de déverser dans le suivant.

Une grille doit être mise en place à l'entrée du pertuis afin d'éviter l'obstruction de la canalisation par des corps flottants.

2. L'Évacuateur

Le rôle de cet ouvrage est de faire transiter le débit décennal intégralement vers le bassin B. Il s'agit d'un évacuateur de surface constitué par un déversoir frontal.

Il n'est pas nécessaire de prévoir un dispositif de ralentissement dynamique des eaux pour l'évacuateur de crue du fait que le déversoir a une grande longueur et une faible hauteur, ce qui contribue à diminuer la hauteur de la lame d'eau évacuée. Cependant, des enrochements devront être mis en place dans le fond du bassin B à l'amont pour dissiper l'énergie de la chute d'eau.

Le déversoir sera réalisé en enrochements afin d'éviter son érosion.

6.2.6 Bassin B

Le TN constituant la crête du bassin a pour altitude :

- en aval : 202,50 m NGF
- en amont : 206,00 m NGF

Le fond du bassin a pour altitude :

- en aval : 200,50 m NGF
- en amont : 200,75 m NGF

La profondeur maximale du bassin est donc de 5,25 m. La pente du fond du bassin est de 0,7 % (suffisante pour assurer l'écoulement vers l'exutoire du bassin).

1. Le Pertuis

Cet ouvrage permet la régularisation du débit jusqu'à une période de retour de dix ans. C'est une conduite partant du fond du bassin B à l'altitude 202,50 jusqu'au fossé à l'altitude 202,00.

Le diamètre de la conduite est de 400 mm et sa pente est de 8,9 %, ce qui permet de stocker 1300 m³ dans ce deuxième bassin avant de déverser dans le fossé.

Une grille doit être mise en place à l'entrée du pertuis afin d'éviter l'obstruction de la canalisation par des corps flottants.

2. L'Évacuateur

Le rôle de cet ouvrage est de faire transiter le débit décennal intégralement vers le fossé. Il s'agit d'un évacuateur de surface constitué par un déversoir frontal.

Il n'est pas nécessaire de prévoir un dispositif de ralentissement dynamique des eaux pour l'évacuateur de crue du fait que le déversoir a une grande longueur et une faible hauteur, ce qui contribue à diminuer la hauteur de la lame d'eau évacuée. Cependant, des enrochements devront être mis en place dans le fond du fossé pour dissiper l'énergie de la chute d'eau.

Le déversoir sera réalisé en enrochements afin d'éviter son érosion.

6.3 Récapitulatif des caractéristiques

6.3.1 Bassin A

• Emprise du bassin	1160 m ²
• Cote du fond du bassin	203,50 m NGF à 204,00 m NGF
• Cote du déversoir de sécurité	207,50 m NGF
• Cote TN	208,00 m NGF à 211,00 m NGF
• Volume utile (cote 207,50 NGF)	1900 m ³
• Pertuis de vidange	∅ 400 mm
• Déversoir de sécurité	13,00 m * 0,30 m
• Pente des talus	1:1
• Pente de fond	0,07 m/m
• Volume de déblais	4050 m ³

6.3.2 Bassin B

• Emprise du bassin	1190 m ²
• Cote du fond du bassin	200,50 m NGF à 200,75 m NGF
• Cote du déversoir	202,20 m NGF
• Cote TN	202,50 m NGF à 206,00 m NGF
• Volume utile (cote 202,20 NGF)	1300 m ³
• Pertuis de vidange	∅ 400 mm
• Déversoir	12,50 m * 0,25 m
• Pente des talus	1:1
• Pente de fond	0,03 m/m
• Volume de déblais	3200 m ³

6.4 Temps de vidange global

Le temps de vidange du système est de 1 heure environ pour un volume stocké de 3200 m³.

Chapitre 7

Schéma global des aménagements

7.1 Situation actuelle du réseau d'assainissement pluvial

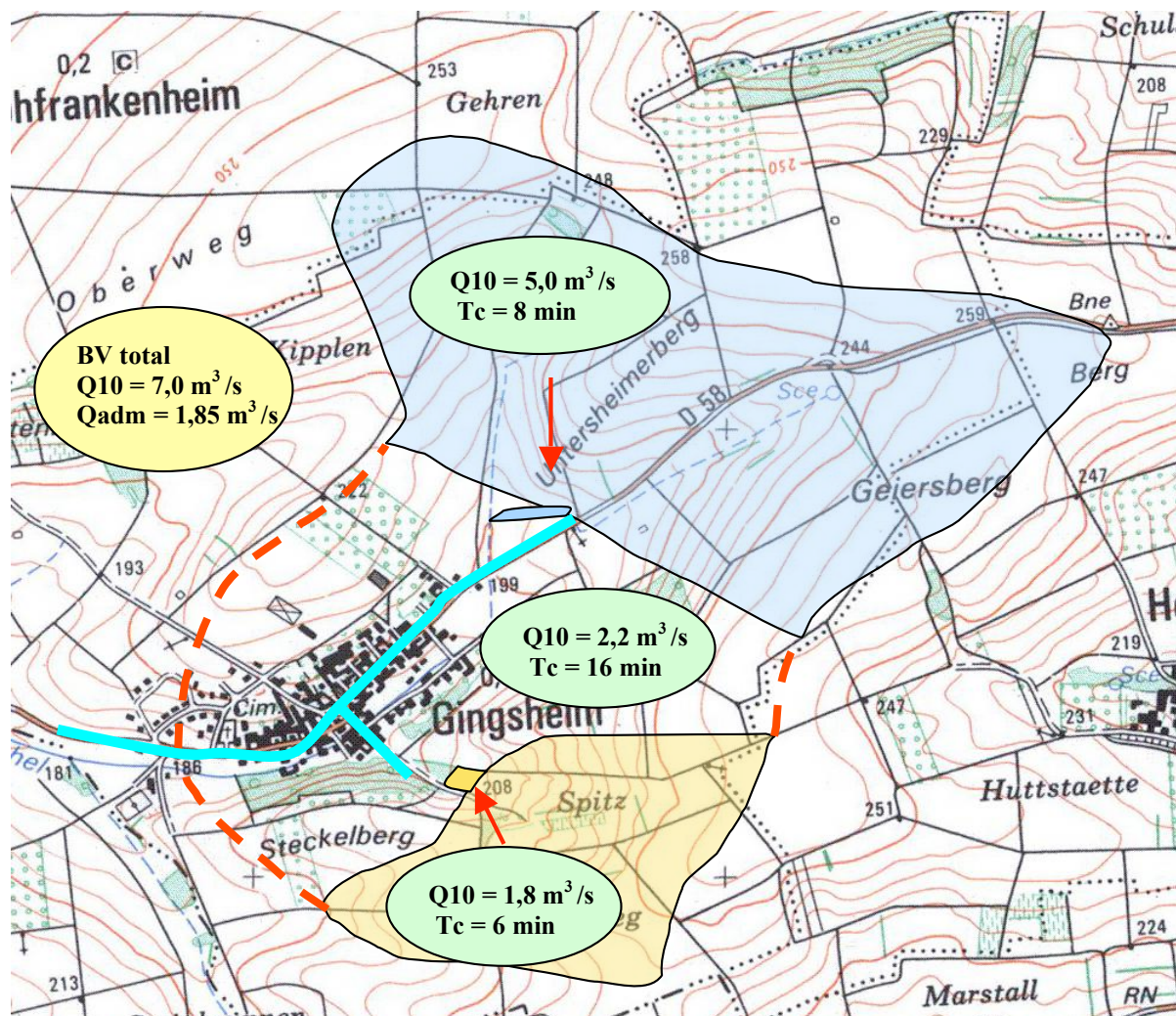


Figure 18 : Le réseau d'assainissement pluvial avec temps de concentration pour chaque sbv

Ce schéma représente le bassin versant principal de Gingsheim.

Pour chaque sous-bassin versant, le débit décennal ainsi que le temps de concentration a été indiqué.

Le débit décennal du bassin est de $7 \text{ m}^3/\text{s}$, ce qui est largement supérieur au débit admissible par le réseau principal traversant le village qui est de $1,85 \text{ m}^3/\text{s}$.

7.2 Solution avec l'implantation des 2 bassins pour une crue décennale



Figure 19 : Le réseau d'assainissement pluvial avec débits de fuite et temps de vidange de chaque bassin

Au vu de l'étude topographique et de notre étude de faisabilité des bassins, les volumes des bassins sont insuffisants pour avoir un débit de fuite de 10 L/s. C'est pourquoi, le débit dans le réseau principal n'est toujours pas absorbé entièrement par le réseau en cas de crue décennale.

7.3 Bilan hydraulique

Dans l'hypothèse où on choisit de mettre en place des bassins de rétention pour une pluie décennale.

Le débit initial décennal est égal à $7,0 \text{ m}^3/\text{s}$

Compte tenu des débits de fuite des 2 bassins de rétention et de la zone où la pluie n'est pas récupérée :

Le nouveau débit à l'exutoire est égal à $3,15 \text{ m}^3/\text{s}$.

Or le débit maximal admissible est égal à $1,85 \text{ m}^3/\text{s}$.

Les mesures proposées permettent donc de lutter efficacement contre les coulées de boue, mais restent insuffisantes pour ramener le débit dans le réseau à un niveau acceptable.

Chapitre 8

Exécution des travaux et entretien des ouvrages

L'ensemble des principes de construction est à préciser dans le CCTP (Cahier des Clauses Techniques Particulières).

8.1 Exécution des travaux

Le soin apporté à l'exécution des ouvrages est d'une importance capitale pour garantir leur qualité et leur sécurité. Pour un chantier de construction d'ouvrages en terre, deux principales étapes se succèdent : les travaux préparatoires et l'exécution proprement dite des ouvrages.

8.1.1 Travaux préparatoires

La mise en place de matériaux prélevés dans le site nécessite de larges dégagements d'espace autour de l'emprise des bassins afin d'aménager des aires de stockage et des pistes de circulation pour les différents engins du chantier.

Chaque bassin de rétention est accessible par un chemin d'exploitation qui borde le site. La mise en dépôt de la terre végétale, provenant du décapage des deux terrains communaux, doit se faire sur un terrain proche du lieu de réutilisation, afin de minimiser les distances de transport.

Un plan de masse prévoyant les dispositions générales du chantier (aires de stockage, pistes de circulation) devra être établi.

La préparation du terrain inclut également les décapages et dessouchages de l'emprise totale des installations de chantier.

8.1.2 Exécution des travaux

- **Les fouilles** : il est nécessaire de nettoyer soigneusement et d'assécher le fond de la fouille. Les zones à forte humidité seront recouvertes de matériaux d'emprunt plus secs.

- **Protection des talus** : il est nécessaire de protéger les talus contre les phénomènes d'érosion et de ravinement immédiatement après l'achèvement du déblai. Pour ce faire, on récupérera la terre végétale mise en dépôt lors de l'exécution du déblai et on l'épandra régulièrement afin de permettre un engazonnement rapide des talus des bassins. Pour assurer plus de stabilité pour le bassin Nord, la mise en place de fibre coco sur les talus est recommandée.

8.2 Surveillance des travaux

Pour assurer la qualité et la sécurité des bassins de rétention, il est nécessaire de procéder à une vérification permanente de la bonne réalisation des travaux.

L'entrepreneur est entièrement responsable de la qualité des travaux exécutés selon les clauses du marché. Par conséquent, il doit prendre les dispositions nécessaires aux contrôles de la mise en œuvre du chantier.

La bonne mise en œuvre des organes annexes (évacuateur de crue, enrochements, etc.) sera également contrôlée.

Le maître d'œuvre est, quant à lui, responsable du contrôle de l'ensemble des ouvrages à réaliser. Il doit s'assurer que l'entrepreneur a prévu les moyens nécessaires aux vérifications de la bonne mise en œuvre des réalisations.

8.3 Entretien des ouvrages

Ces ouvrages doivent être maintenu en bon état de fonctionnement par un entretien régulier.

La surveillance des ouvrages a pour but de déceler le plus rapidement possible d'éventuelles dégradations ou anomalies qui pourraient avoir des conséquences irréversibles sur le fonctionnement des bassins. Elle repose sur :

- L'inspection visuelle : cette méthode est très efficace et permet de déceler 90% des anomalies. Cette inspection doit être effectuée régulièrement par des contrôles de routine, systématiquement après chaque crue (par le propriétaire) et lors de visites techniques plus approfondies (par un ingénieur spécialiste chargé du suivi des ouvrages).
- La vérification périodique du bon fonctionnement des organes hydrauliques (pertuis, grilles)
- Entretien des ouvrages (tonte de l'herbe, enlèvement des brindilles, nettoyage des grilles, etc.).

Après chaque crue, le propriétaire vérifiera :

- L'état des évacuateurs et des enrochements (érosion, mouvements de structures)
- Le creusement de ravines par ruissellement sur les talus
- S'il n'y a pas eu de surverse.

L'exploitant des bassins veillera à l'entretien des ouvrages en réalisant les opérations suivantes :

- Contrôle de la végétation : la crête, les talus et les abords du bassin doivent être exempts de tout arbre ou arbuste. L'engazonnement des talus reste la meilleure solution d'un point de vue technique et économique pour lutter contre le ravinement des eaux de ruissellement. Il est recommandé de tondre ces zones engazonnées une à deux fois par an.
- Comblement des ravines sur le remblai avec de la terre
- Entretien des ouvrages hydrauliques (évacuateurs de crue, nettoyage des grilles et élimination des corps flottants pouvant obstruer les canalisations et les seuils).

Chapitre 9

Coûts des ouvrages

9.1 Bassin Sud

Désignation	Unité	Prix unitaire (€)	Quantité	Total (€)
Travaux de terrassement				
Débroussaillage	m ²	1,00	280	280
Décapage de la terre végétale	m ²	1,00	1800	1800
Déblais en grande masse	m ³	5,00	4900	24500
Réglage des talus	m ²	2,00	1050	2100
Enrochements: fourniture et mise en œuvre	m ³	55,00	4	220
Végétalisation des talus	m ²	2,00	1050	2100
	sous-total travaux de terrassement :			31000
Evacuateur de crue				
Béton	m ³	2,00	500	1000
Fibre enkamat	m ²	10,00	75	750
	sous-total évacuateur de crue :			1750
Ouvrage annexe : Pertuis				
Canalisation métallique d = 300 mm, y compris redans et revêtement	ml	120,00	18	2160
Dégrillage grossier et fin : fourniture et pose	u	5000,00	1	5000
	sous-total ouvrages annexes:			7160
Aménagements				
Implantation d'un grillage de protection	ml	10,00	170	1700
	sous-total aménagements:			1700
Divers				
Maîtrise d'œuvre, DUP, loi sur l'eau, contrôles et essais, et imprévus	20 % du montant HT			8322

Total HT	49932
TVA (19.6 %)	9787
Total TTC	59719

9.2 Bassin Nord

Désignation	Unité	Prix unitaire (€)	Quantité	Total (€)
Travaux de terrassement				
Déboisage	FT	1500,00	1	1500
Débroussaillage	m ²	1,00	2500	2500
Décapage de la terre végétale	m ²	1,00	2500	2500
Déblais en grande masse	m ³	5,00	7250	36250
Réglage des talus	m ²	2,00	1600	3200
Enrochements: fourniture et mise en œuvre	m ³	55,00	10	550
Traitement des talus avec fibres coco, y compris végétalisation	m ²	7,00	1600	11200
	sous-total travaux de terrassement :			57700
Evacuateur de crue				
Béton	m ³	500	2	1000
Fibre enkamat	m ²	10,00	190	1900
	sous-total évacuateur de crue :			2900
Ouvrage annexe : Pertuis				
Canalisation métallique d = 400 mm, y compris redans et revêtement	ml	200,00	25	5000
Tête de buse et Dégrillage grossier et fin : fourniture et pose	u	5000,00	2	10000
	sous-total ouvrages annexes:			15000
Aménagements				
Implantation d'un grillage de protection	ml	10,00	400	4000
	sous-total aménagements:			4000
Divers				
Maîtrise d'œuvre, DUP, loi sur l'eau, contrôles et essais, et imprévus	20 % du montant HT			15920

Total HT	95520
TVA (19.6 %)	18722
Total TTC	114242

Le dimensionnement financier des ouvrages n'inclut pas le coût des acquisitions foncières.

9.3 Solution alternative : redimensionnement du réseau principal

Nous avons voulu dimensionner une autre solution consistant en la modification du réseau principal du village afin d'évacuer directement le débit de pointe décennal, en lieu et place de la solution des deux bassins de rétention.

Une canalisation circulaire de diamètre 1200 mm est nécessaire afin d'absorber un débit de 7 m³/s qui correspond au débit de pointe décennal.

Il semble judicieux de faire une comparaison économique entre la solution des deux bassins de rétention et le changement du réseau principal.

L'ordre de grandeur du prix d'une canalisation de diamètre 1 200 mm, qui comprend les terrassements, les canalisations, les regards, et le remblaiement, est de 600 euros HT le ml. Il faut rajouter à ce prix une plus-value comprise entre 100 et 200 euros le ml, ce qui correspond au revêtement de la voirie, la déviation des réseaux électriques et télécoms (hors acquisitions foncières, études, maîtrise d'oeuvre, et sujétions spéciales..)

Désignation	Unité	Prix unitaire (€)	Quantité	Total (€)
Réseau principal				
Canalisation 1200 mm	ml	600,00	1000	600 000
Plus-value de la canalisation	ml	150,00	1000	150 000
sous-total travaux du réseau principal :				750 000
Divers				
Maîtrise d'œuvre, DUP, loi sur l'eau, contrôles et essais et imprévus	20 % du montant HT			150 000

Total HT	900 000
TVA (19.6 %)	176
Total TTC	1 004 640

La modification du réseau principal coûte approximativement 1 M€.

En outre, le volume d'eau en sortie de la canalisation est important et risque de créer une zone d'inondation importante.

Chapitre 10

Techniques Culturelles Simplifiées (T.C.S.)

Bien qu'efficaces pour protéger les habitants contre les coulées de boues et les inondations, les solutions hydrauliques restent inefficaces pour lutter de manière durable contre l'érosion et la formation des coulées boueuses. Elles protègent des conséquences de ce phénomène, mais ne luttent pas contre ses causes. Elles n'empêchent pas les pertes en terre fertile, le ravinement des parcelles, la perte d'engrais, etc... C'est pourquoi des solutions agricoles (TCS) doivent être mises en œuvre en complément des solutions hydrauliques.

Ces solutions consistent en la culture simplifiée du sol (le semis direct, le déchaumage partiel, la rotation des cultures, la mise en place de plantes couvre-sol.)

La complémentarité des 2 types de solutions permettra de lutter efficacement et durablement contre les coulées de boues et les inondations.



Figure 20 : Semis direct

Chapitre 11

Pertes en terre

11.1 Les coulées de boue : un phénomène préjudiciable pour la population rurale et le monde agricole

Les coulées boueuses ont un impact environnemental, économique et psychologique.

Elles causent des dommages importants à la population rurale (inondations des garages, détérioration des biens).

En outre, les conséquences des coulées de boue ne se limitent pas aux dégâts sur les habitations. En effet, les pertes en terre représentent un coût économique pour les agriculteurs car le rendement des cultures agricoles diminue du fait, premièrement, du lessivage des engrais et des pesticides et, deuxièmement, de la perte de la couche arable (phénomène irréversible).

Enfin, les coulées de boue portent atteinte à la collectivité dans sa globalité. Elles causent des dommages aux infrastructures publiques et sont responsables du dépôt de sédiments dans les cours d'eau. Cela a le double effet d'augmenter le risque de débordement des cours d'eau et de nécessiter un curage plus fréquent, le coût de l'entretien de ceux-ci étant supporté par la collectivité.

11.2 Aperçu général des mesures de lutte contre l'érosion

Ces mesures sont multiples et sont plus ou moins adaptées selon les cas.

11.2.1 Mesures portant sur les techniques de culture

- ✓ La culture de couverture : plante semée afin de couvrir le sol de manière optimale et d'améliorer sa structure. Ex : herbacées, légumineuses. Le semis d'une culture de couverture a lieu après la récolte d'une culture principale.
- ✓ Le paillage ou déchaumage : le déchaumage est une technique culturale consistant en un travail superficiel du sol destiné à laisser les chaumes et les restes de paille sur le sol (ou enfouis légèrement) afin de créer une couverture protectrice contre l'agressivité pluviométrique et de favoriser leur décomposition (qui améliore l'infiltration).
- ✓ Le travail du sol selon les courbes de niveau (ou perpendiculairement à la pente) est conseillé pour des pentes maximales de 8%.

11.2.2 Mesures portant sur la végétation

- ✓ Chenaux enherbés
- ✓ Éléments végétaux linéaires : bandes végétales localisées d'origine naturelle ou plantée. Elles sont installées perpendiculairement à la direction de la pente, mais ne combattent pas l'érosion des champs.

11.2.3 Modification de l'occupation des sols

- ✓ Mise en jachère : depuis la réforme de la PAC en 1992, les agriculteurs sont obligés de laisser un certain pourcentage de leurs terres en jachère.
- ✓ Mesures d'aménagement rural : remembrement, modification des tailles et des orientations des parcelles agricoles, transformation de champs en bois ou pâturages, installation et entretien de fossés peuvent être réalisés au sein de tels projets.

11.3 Calcul des pertes en terre

11.3.1 Équation de Wischmeier

On utilise l'équation des pertes en terre de Wischmeier ou équation USLE (Universal Soil Loss Equation).

Note : l'appellation française de cette équation est EUPT (Equation Universelle des Pertes en Terre).

Elle s'écrit : **A=R.K.L.S.C.P.**

Avec :

- A : perte en terre (t/ha)
- R : facteur d'agressivité climatique
- K : facteur sol
- L : facteur longueur de pente
- S : facteur pente
- C : facteur agronomique
- P : facteur des aménagements antiérosifs.

Nous avons utilisé cette équation pour étudier l'impact de quelques Techniques Culturelles Simplifiées (TCS) sur les pertes en terre.

Les composantes R et K sont représentatives des caractéristiques du terrain et ne peuvent être modifiés.

Afin de réduire les pertes en terre, on peut donc modifier les composantes longueur de pente, pente, type de culture et aménagements antiérosifs.

11.3.2 Impact des TCS sur les pertes en terre et les inondations

Nous avons pris l'exemple d'un champ de maïs-grain qui est la céréale cultivée en majorité dans la commune de Gingsheim. Nous avons pris le choix d'une pente moyenne de 7 % et d'un coefficient de couverture de sol C.N.= 75. L'objectif est d'étudier l'influence de différentes mesures réalisables d'un point de vue technique mais aussi économique.

Parmi ces mesures, on recense la diminution de la longueur de pente qui peut être réalisé à l'aide de la mise en place de bandes vertes, et la diminution de la pente réalisable avec la création de terrasses. Cependant ces deux mesures n'ont pas d'influence sur l'infiltrabilité du sol.

Le semis direct, la culture en contre-pente et le déchaumage permettent une diminution sensible non seulement des pertes en sol mais aussi une meilleure infiltration de l'eau. En effet, ces mesures ont un impact sur le facteur d'occupation des sols.

À titre d'exemple, nous avons recalculé les débits de pointe du bassin versant Nord de la commune de Gingsheim avec ces différentes mesures.

Il s'avère que malgré ces mesures, la diminution du débit est assez faible et ne suffit pas à justifier la seule mise en œuvre des TCS sans mesures hydrauliques complémentaires.

En effet, ces techniques permettent de diminuer l'érosion des sols par les eaux de pluies, mais le ruissellement existe toujours. Il est donc nécessaire de créer des ouvrages de retenue ou de stockage afin de stocker ces eaux, chargées en particules ou non.

	Pertes en terre (t/ha/an)	% des pertes en moins	C.N. (coefficient d'occupation des sols)	Débit de pointe décennal	% de diminution du débit de pointe
Aucune mesure	5	0 %	75	4,73 m ³ /s	0%
Déchaumage	3	40 %	72	3,59 m ³ /s	24%
Diminution de longueur de pente par 2	3,79	24 %	75	4,73 m ³ /s	0%
Diminution de longueur de pente par 3	3,22	36 %	75	4,73 m ³ /s	0%
Semis direct	1,25	75 %	73	3,95 m ³ /s	16%
Culture à contre-pente	3,75	25 %	70	2,89 m ³ /s	39%

Figure 21 : calcul des pertes en sol

Dans l'ensemble, les mesures proposées luttent efficacement contre les pertes en terre avec une diminution d'au moins 25 % de celles-ci.

Cependant, elles semblent délicates à mettre en œuvre selon les élus. Il n'y a pas de discussion formalisée avec les agriculteurs pour le moment. Il faut mettre en place des Contrats d'Agriculture Durable afin de favoriser les Techniques Culturelles Simplifiées (les durées et les procédures administratives sont toutefois compliquées à mettre en œuvre)

Néanmoins, limiter les pertes en terre a plusieurs avantages. Cela représente des économies pour l'agriculteur qui ne perd pas la couche superficielle de ces champs. En outre, cela permettra de diminuer la fréquence de curage des bassins de rétention.

11.4 Localisation des TCS

À l'aide de l'équation USLE des pertes en terre, nous avons réalisé une carte de ciblage pour la mise en œuvre des TCS. Cette carte est qualitative et permettra aux élus de définir les zones à traiter en priorité.

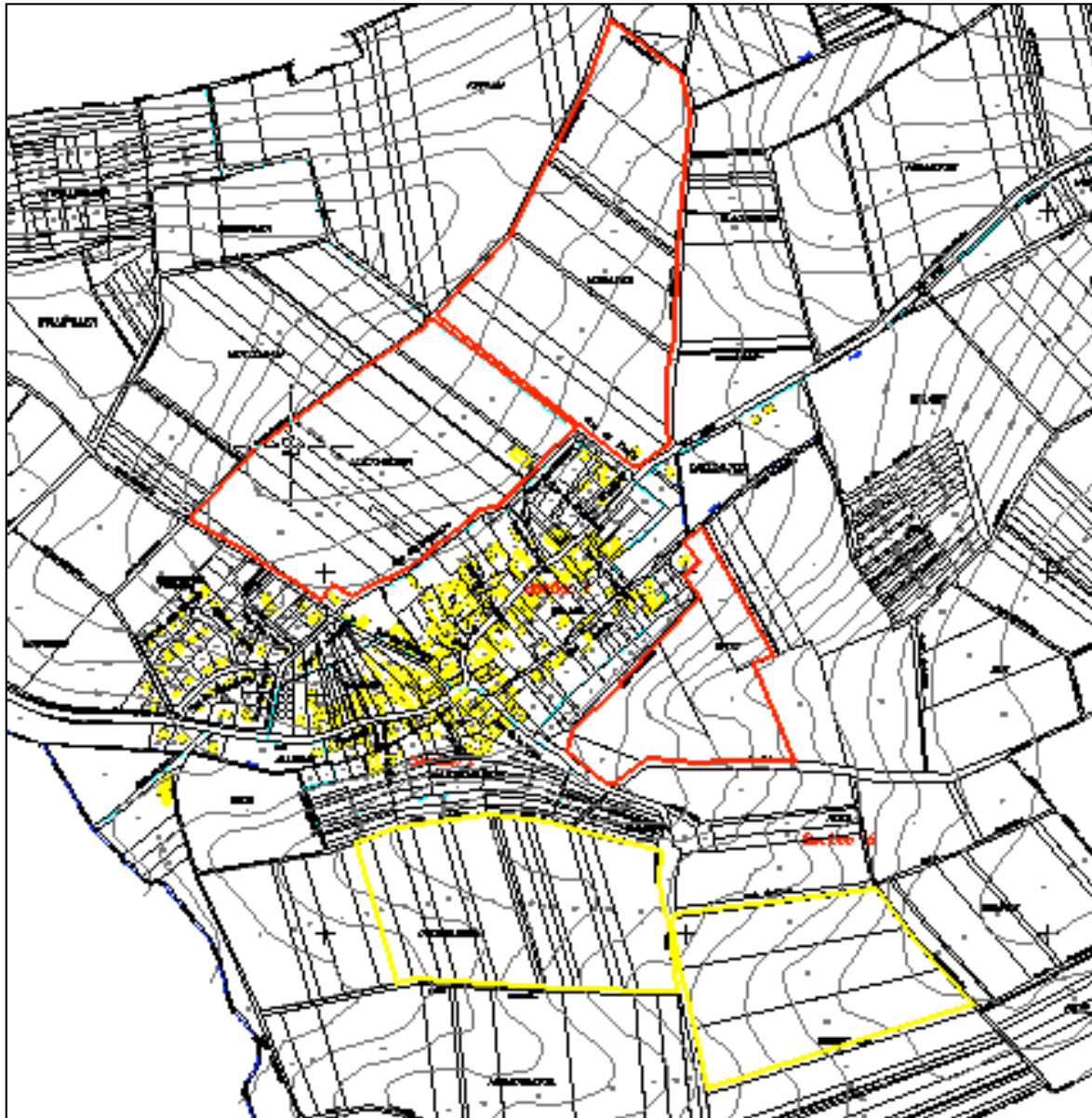


Figure 22 : Localisation des TCS

Les zones en rouge représentent les zones prioritaires pour la mise en place des TCS. En effet, ce sont des parcelles agricoles situées aux abords du village. L'impact des TCS est double : elles permettent de diminuer les coulées boueuses susceptibles de toucher les habitations mais aussi de limiter le ruissellement de ces parcelles qui ne sont pas drainées par les bassins de rétention prévus.

Les TCS à privilégier seront la culture en contre-pente et le déchaumage qui diminuent l'érosion et le ruissellement.

Les zones en jaune sont des parcelles où la mise en œuvre des TCS doit être privilégiée. Ce sont des parcelles fortement pentues qui sont responsables d'importantes pertes en terre. Mettre en place des mesures de déchaumage ou de semis direct permet de limiter les pertes en terre préjudiciables pour l'exploitant mais également pour la commune cela permet d'éviter l'obstruction des fossés et la diminution de la fréquence de curage du bassin Sud).

Chapitre 12

Conformité juridique des mesures hydrauliques et agricoles proposées

Différentes lois et directives conditionnent la mise en œuvre de mesures hydrauliques.

Dans le cas du bassin versant de la Zorn, nous devons veiller à respecter les prescriptions de la Loi sur l'Eau de 1992 et du SDAGE (Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux) du bassin Rhin-Meuse.

Le SAGE quant à lui est défini par bassin versant de cours d'eau. Il n'en a pas encore été défini pour le bassin versant de la Zorn. C'est donc le SAGEECE (Schéma d'Aménagement, de Gestion et d'Entretien Ecologique des Cours d'Eau) de la Zorn qui s'applique.

12.1 Extrait de la Loi sur l'Eau

« La loi n°92-3 du 3 janvier 1992 sur l'eau et du décret n°93-743 du 29 mars 1993. Ce dernier prévoit :

- *Une autorisation pour la création d'un plan d'eau ou d'étang de superficie supérieure à 2000 m².*
- *Une autorisation pour les ouvrages, installations entraînant une différence de niveau de 35cm, pour le débit moyen annuel de la ligne d'eau entre l'amont et l'aval.*
- *Une autorisation pour les ouvrages, remblais ou épis, dans le lit mineur d'un cours d'eau, constituant un obstacle à l'écoulement des crues.*
- *Une autorisation pour un montant de travaux supérieur ou égal à 12 MF (1.8M€)*
- *Une déclaration pour un montant de travaux supérieur ou égal à 1 MF (150k€) et inférieur à 12MF (1.8M€) »*

12.2 LE SDAGE du bassin Rhin-Meuse

Le résumé du SAGE est disponible en annexe.

Chaque thème est développé dans le document intégral, disponible sur le CD-ROM accompagnant le rapport.

12.3 Le SAGEECE de la Zorn

Le SAGEECE de la Zorn est un Schéma d'Aménagement, de Gestion et d'Entretien Ecologique des Cours d'Eau, conduit par les collectivités locales et le Conseil Général du Bas-Rhin.

Ce schéma directeur organise et programme sur une période décennale (2001-2012) de façon globale et cohérente l'ensemble des interventions d'aménagement, de gestion et d'entretien sur les cours d'eau et leurs annexes dans le respect de leur environnement naturel.

Le territoire couvert par le SAGEECE de la Zorn s'étend depuis les Vosges du Nord jusqu'à la confluence avec la Moder, soit en amont de Saverne jusqu'à Herrlisheim.

Les enjeux : préserver, protéger, valoriser

Ce SAGEECE qui s'inscrit en conformité avec la loi sur l'eau de 1992 s'articule autour de 5 objectifs d'aménagement et de gestion des cours d'eau :

- La gestion des crues et des inondations : réduire les risques d'inondations des sites bâtis et des infrastructures d'équipements et préserver les zones inondables pour le laminage et le stockage naturel des crues.
- Optimiser la gestion des écoulements à l'étiage : assurer le maintien quantitatif du débit des cours d'eau face aux prélèvements de tout type qui tendent à le diminuer dans le but de conserver une taille physique minimale du milieu aquatique et garantir un potentiel de dilution des effluents rejetés le meilleur possible.
- Protéger et restaurer physiquement et biologiquement les milieux aquatiques principaux et leurs annexes : restaurer une dynamique physique, végétale et animale la plus naturelle possible dans la rivière, ses milieux associés et son lit majeur.
- Valoriser le potentiel piscicole et halieutique : rétablir la libre circulation de la faune piscicole ; augmenter les possibilités de fraie, de grossissement et de la vie du poisson ; accroître l'intérêt halieutique et socio-économique de cette activité.
- Développer les potentialités récréatives, culturelles et touristiques attachées aux rivières et développer la communication, l'information et l'animation autour du SAGEECE : intégrer la rivière dans l'espace de vie des riverains ; développer la sensibilité à l'intérêt patrimonial que représente la rivière ; informer les populations locales sur le fonctionnement du système "rivière" ; animer, coordonner et suivre la mise en œuvre du programme du SAGEECE.

Ces objectifs se déclinent en plusieurs types d'actions, tels des travaux, des mesures de maîtrise foncière, des mesures réglementaires ou encore des actions d'information.

Une mise en œuvre pragmatique et concertée

Compte tenu de l'importance du bassin versant, le SAGEECE de la Zorn recouvre une multitude de collectivités gestionnaires. Aussi, afin de permettre une gestion efficace et cohérente, la majorité des communes ont transféré leurs compétences en matière de gestion des cours d'eau à plusieurs Etablissements Publics de Coopération Intercommunale ; chacun devenant alors compétent quant au choix des actions à mener sur son territoire.

S'agissant de la Communauté de Communes du Pays de la Zorn, il lui appartient désormais de définir son propre programme d'intervention selon les spécificités du terrain, sans perdre de vue toutefois, ni les axes définis par le SAGEECE, ni les actions menées par les autres Etablissements publics. Il s'agit bien en effet, d'être cohérent d'un bout à l'autre du versant.

12.4 Compatibilité des mesures proposées avec les objectifs du SAGEECE

La totalité des solutions proposées à Gingsheim répondent aux principaux objectifs du SAGEECE de la Zorn et du SDAGE du bassin Rhin-Meuse.

En effet, ces solutions permettent de réduire les risques d'inondations de l'existant et des infrastructures d'équipements. De plus, la mise en œuvre de Techniques Culturelles

Simplifiées correspond à la volonté de restaurer une dynamique physique et végétale la plus naturelle possible dans le bassin versant.

Afin que les mesures hydrauliques soient acceptées, comprises et intégrées dans l'espace de vie des riverains, un effort particulier doit être porté sur le développement de la communication et de l'information sur les effets et les impacts des ouvrages proposées.

12.5 Déclaration ou autorisation au titre de la Loi sur l'Eau

- Zone Nord

La solution consiste en la création d'un bassin de rétention qui peut stocker un volume de 3200 m³ d'eau. La surface maximale du plan d'eau est de 2350 m² et le coût de cet ouvrage est approximativement de 110 k€.

Ce type d'ouvrage est soumis à **autorisation**.

- Zone Sud

La solution consiste en la création d'un bassin de rétention qui peut stocker un volume de 1500 m³ d'eau. La surface maximale du plan d'eau est de 1800 m² et le coût de cet ouvrage est approximativement de 60 k€.

Ce type d'ouvrage est soumis à **déclaration**.

Chapitre 13

Enquête sociale

Une étude a un sens si elle répond aux besoins de ses demandeurs. Dans notre cas, l'étude menée doit permettre d'améliorer la qualité de vie des habitants de Gingsheim, fréquemment victimes d'inondations et de coulées de boue. Cependant, toutes les méthodes de calculs et diagnostics ne sont pas parfait s'ils ne sont pas calés par rapport aux événements qui ont eu lieu. La compréhension du phénomène physique ne peut se faire qu'avec la connaissance des événements dans leur contexte. C'est à ce stade de l'étude, pendant le diagnostic hydrologique, que l'enquête sociale tient un rôle prépondérant.

L'enquête sociale permet de compléter le diagnostic scientifique par une approche qualitative des événements par ceux qui les ont vécus, pour une meilleure compréhension et une approximation plus juste des phénomènes.

Nous avons commencé par interroger les habitants qui étaient présents lors des réunions à la mairie. Cependant, la plupart du temps, ce sont eux-mêmes qui nous reprenaient sur des éléments qu'ils jugeaient faux ou incorrects.

A Gingsheim, nous n'avons rencontré qu'une seule personne, victime de coulées de boues au nord-ouest de la commune. Les élus ayant choisi et défini quasi entièrement la solution des bassins de rétention dès le départ, une enquête sociale approfondie n'aurait pas apporté d'éléments nécessaires à l'étude.

14.1 Photos

- ✓ Photos aériennes : IGN, BD ORTHO 2002, G. BOSSU

14.2 Plans

- ✓ Extrait de la carte communale
- ✓ Extraits de la carte topographique : IGN

14.3 Bibliographie

- ✓ Cécile HAON, Conception d'ouvrages écrêteurs de crues à Hohatzenheim, Projet de fin d'études, INSA de Strasbourg, Juin 2003
- ✓ Frédéric SANTOS et Ancelot SCHMID, Lutte contre les coulées de boues – Commune d'Alteckendorf, Projet de fin d'études, INSA de Strasbourg, Juin 2004
- ✓ Mialisoa RASON, Etude hydraulique de lutte contre les inondations – Communauté de Communes du Pays de Marmoutier, Projet de fin d'études, INSA de Strasbourg, Juin 2005
- ✓ Pierre-Jean GOURDON et Nicolas GUINEBERT, Lutte contre les inondations et coulées de boue du village de Gingsheim, Projet de recherche technologique, INSA de Strasbourg, , Janvier 2006
- ✓ Céline ORHESSER, Les coulées boueuses dans l'aménagement du territoire alsacien, Mémoire de maîtrise en aménagement du territoire, ULP, 2005
- ✓ Christophe KAUFFMANN, Gestion de la ressource en eau, Cours, INSA de Strasbourg
- ✓ Anton Van Rompaey, Valérie Vieillefont, Robert Jones, Luca Montanarella, Gert Verstraeten, Paolo Bazzoffi, Thomas Dostal, Jozef Kraza, Joris Deventer, Jean Poesen. Validation de l'aléa érosion des sols à l'échelle européenne. European Soil Bureau Research Report No. 13, EUR 20827 FR, (2003), 27pp. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- ✓ Guide des sols d'Alsace – Petite région naturelle n°5 – Collines de Brumath, du Kochersberg et de l'arrière Kochersberg, Région Alsace, Septembre 2001
- ✓ RUSLE-CAN – Equation universelle révisée des pertes de sol pour application au Canada – Manuel pour l'évaluation des pertes de sol causées par l'érosion hydrique au Canada, Direction Générale de la recherche Agriculture et Agroalimentaire Canada, 1997

- ✓ <http://wn7.enseeiht.fr/hmf/travaux> : Site internet des projets d'élèves de l'ENSEEITH
- ✓ <http://www.omafra.gov.on.ca/french/engineer> : Site internet du Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario