



ÉTUDE POUR LA LUTTE CONTRE LES COULEES D'EAU BOUEUSE

ÉTUDE HYDRAULIQUE

RAPPORT A

OCTOBRE 2011

N° 463 1404

SOMMAIRE

| | |
|---|-----------|
| OBJET DE L'ÉTUDE | 3 |
| 1. PRESENTATION DE LA PROBLEMATIQUE COULEES D'EAU BOUEUSE..... | 2 |
| 1.1. DEFINITION D'UNE COULEE D'EAU BOUEUSE | 2 |
| 1.2. CAUSES ET FACTEURS AGGRAVANTS | 2 |
| 1.3. CONSEQUENCES ET MOYENS DE LUTTE CONTRE LES INONDATIONS BOUEUSES | 2 |
| 1.4. ACTEURS | 3 |
| 2. ETAT INITIAL..... | 4 |
| 2.1. LOCALISATION ET CARACTERISTIQUES DU BASSIN VERSANT SUD-OUEST DE SOULTZ-LES-BAINS | 4 |
| 2.2. GEOLOGIE ET PEDOLOGIE | 5 |
| 2.3. OCCUPATION DES SOLS..... | 8 |
| 2.4. LES EVENEMENTS CLASSES EN CATASTROPHE NATURELLE | 10 |
| 2.5. INVESTIGATIONS DE TERRAIN ET DIALOGUE AVEC LES ACTEURS..... | 11 |
| 2.6. MODELISATION | 12 |
| 2.6.1. LE MODELE PLUTON | 12 |
| 2.6.2. DECOUPAGE DU BASSIN VERSANT | 12 |
| 2.6.3. CHOIX DES PARAMETRES | 14 |
| 2.6.4. PLUIE DE PROJET..... | 14 |
| 2.6.5. RESULTATS DIAGNOSTIC INITIAL | 15 |
| 2.6.6. LIMITES DU MODELE PLUIE-DEBIT..... | 16 |
| 3. SCENARI D'AMENAGEMENT | 18 |
| 3.1. MESURES PREVENTIVES : REDUCTION ET RALENTISSEMENT DU RUISSELLEMENT | 18 |
| 3.2. MESURES CURATIVES..... | 22 |
| 3.2.1. AMENAGEMENT DE RETENTION SUR LE BASSIN VERSANT SUD-OUEST | 22 |
| 3.2.2. AMENAGEMENT DE LA RUE DU FORT A L'EXUTOIRE (BASSIN VERSANT SUD – OUEST)..... | 24 |
| 3.2.3. AMENAGEMENT DE LA RD 422 (BASSIN VERSANT EST) | 27 |
| 3.3. COMPARAISON DES SOLUTIONS | 27 |
| 3.3.1. BASSIN DE RETENTION EN BV1 : | 27 |
| 3.3.2. AMENAGEMENT DE LA PARTIE URBAINE : DE LA RUE DU FORT A L'EXUTOIRE..... | 28 |
| 3.3.3. MISE EN PLACE DE FASCINE EN BV1 : | 28 |
| 3.3.4. AMENAGEMENT DE LA RD 422 (BASSIN VERSANT EST) | 29 |
| 4. CONCLUSION ET PERSPECTIVES | 30 |

ANNEXES 31

LISTE DES TABLEAUX

| | | |
|-----------|--|----|
| TABL. 1 - | PLUIES DE PROJET MODELISEES DANS LE CADRE DE CETTE ETUDE | 14 |
| TABL. 2 - | RESULTATS OBTENUS PAR MODELISATION SOUS PLUTON, BV SUD-OUEST..... | 15 |
| TABL. 3 - | RESULTATS OBTENUS PAR MODELISATION SOUS PLUTON, BV EST | 16 |
| TABL. 4 - | VOLUMES A STOCKER EN FONCTION DES DEBITS DE FUITE - RESULTATS PAR MODELISATION SOUS PLUTON | 23 |
| TABL. 5 - | DEBITS EN BV2 APRES STOCKAGE SUR BV1 - RESULTATS PAR MODELISATION SOUS PLUTON | 25 |

LISTE DES FIGURES

| | | |
|----------|--|----|
| FIG. 1. | INTERACTIONS ENTRE LES DIFFERENTS ACTEURS CONCERNES PAR LES CEB | 3 |
| FIG. 2. | LOCALISATION DE LA COMMUNE DE SOULTZ-LES-BAINS (GEOPORTAIL / IGN)..... | 4 |
| FIG. 3. | BASSIN VERSANT SUD-OUEST ET EXUTOIRE | 4 |
| FIG. 4. | CARACTERISTIQUES GEOLOGIQUES DU SITE ETUDIE (BRGM / INFO TERRE) | 5 |
| FIG. 5. | CHAMP DE MAÏS A SOULTZ-LES-BAINS : LES BLOCS DE CALCAIRE DESAGREGES SE RETROUVENT DANS LE THALWEG (SOGREAH)..... | 6 |
| FIG. 6. | EXTRAIT DE LA CARTE DE SENSIBILITE POTENTIELLE A L'EROSION, PAR MAILLE DE 20M (ARAA) | 7 |
| FIG. 7. | OCCUPATION DES SOLS SUR LES BASSINS VERSANTS DE SOULTZ-LES-BAINS (CORINE LAND COVER 2006)..... | 8 |
| FIG. 8. | CHEMIN FORMANT LE THALWEG DANS LA CONTINUTE DE LA RUE DU FORT | 9 |
| FIG. 9. | GRILLE ET DESSABLEUR A L'ENTREE DU RESEAU UNITAIRE, EN AMONT DE LA RUE DU FORT | 9 |
| FIG. 10. | LISTE DES ARRETES DE CATASTROPHES NATURELLES POUR LA COMMUNE DE SOULTZ-LES-BAINS | 10 |
| FIG. 11. | PHOTOS DES RUES DE SOULTZ-LES-BAINS PRISES LORS DE L'ORAGE DU 6 JUIN 2010 (SOURCE : COMMUNE DE SOULTZ-LES-BAINS) | 10 |
| FIG. 12. | DECOUPAGE DU BASSIN VERSANT EN SOUS-BASSINS AVEC LES CHEMINS D'EAU IDENTIFIES PENDANT LES INVESTIGATIONS DE TERRAIN (IMAGE GOOGLE EARTH) | 11 |
| FIG. 13. | NUMEROTATION DES SOUS-BASSINS VERSANTS ET SURFACES CORRESPONDANTES EN HECTARES, BASSIN VERSANT SUD-OUEST | 13 |
| FIG. 14. | LOCALISATION DU BASSIN VERSANT EST | 13 |
| FIG. 15. | EFFET DE ZONE DE RALENTISSEMENT DYNAMIQUE SUR L'HYDROGRAMME DE CRUE – SCHEMA DE PRINCIPE | 17 |
| FIG. 16. | FASCINE MORTE A L'AVAL D'UN CHAMP DE MAÏS, ASSOCIEE A UNE BANDE ENHERBEE, SOULTZ-LES-BAINS..... | 20 |
| FIG. 17. | CARACTERISTIQUES D'EROSION SUR LA PARCELLE DE MAÏS EN TETE DE BASSIN, LIEU-DIT LANGE AECKER | 21 |
| FIG. 18. | FASCINES ET BANDE ENHERBE A L'AMONT DU FOSSE, LIEU-DIT KAESACKER, SOULTZ-LES-BAINS | 21 |
| FIG. 19. | LOCALISATION DES DIFFERENTS SITES POTENTIELS DE RETENTION D'EAU (IMAGE GOOGLE EARTH) | 22 |
| FIG. 20. | PROFIL EN TRAVERS TYPE POUR CALCUL DU VOLUME DE DEBLAIS ET DE STOCKAGE | 23 |
| FIG. 21. | LOCALISATION DU BASSIN DE RETENTION SUR BV1 (IMAGE GOOGLE EARTH)..... | 24 |
| FIG. 22. | EXEMPLE DE PROFIL EN TRAVERS TYPE POUR POSE D'UN CANIVEAU GRILLE | 24 |
| FIG. 23. | PROPOSITION DE RENFORCEMENT DU RESEAU D'ASSAINISSEMENT | 26 |
| FIG. 24. | EXEMPLE D'AMENAGEMENT REALISE PAR UN RIVERAIN DE LA RUE DU FORT..... | 26 |

OBJET DE L'ÉTUDE

Soumise à des inondations récurrentes par ruissellements de versants sur terres agricoles, la commune de Soultz-les-Bains a engagé une étude complète, confiée à SOGREAH, pour faire le diagnostic des phénomènes de coulées d'eau boueuse se produisant sur son bassin versant sud-ouest, et élaborer un plan d'action basé sur différents scénarii d'aménagement.

L'objet du présent rapport est de proposer, à partir du diagnostic de l'état actuel, des solutions d'aménagements du bassin versant pour pouvoir ensuite les discuter avec la commune et ses partenaires techniques. Un choix devra alors être arrêté quant aux solutions à retenir pour aller plus loin dans l'élaboration d'un avant-projet. Ces solutions sont élaborées à partir :

- D'une campagne de terrain approfondie visant à caractériser les phénomènes de coulées d'eau boueuse (chemins d'eau, occupation des sols,...) ;
- D'une synthèse des données existantes quant à la nature des terrains et à l'occupation des sols ;
- D'échanges avec les différents acteurs et partenaires techniques ainsi que certains riverains rencontrés lors des campagnes de terrain ;
- D'une étude hydrologique détaillée visant à caractériser au mieux les événements météorologiques et hydrauliques.

oOo

1. PRESENTATION DE LA PROBLEMATIQUE COULEES D'EAU BOUEUSE

1.1. DEFINITION D'UNE COULEE D'EAU BOUEUSE

Les coulées d'eau boueuse (CEB) se produisent lorsqu'un ruissellement important entraîne les particules et agrégats arrachés à la surface du sol, notamment par l'impact des gouttes de pluie. Une érosion forte des sols s'ensuit, jusqu'à former un torrent boueux. Le ruissellement est généralement la conséquence d'un défaut d'infiltration lors d'une précipitation plus ou moins longue et/ou intense. Ce défaut d'infiltration peut être causé par une saturation du sol en eau, ou parce que la vitesse d'infiltration dans le sol ne permet pas l'absorption de la précipitation selon son intensité.

1.2. CAUSES ET FACTEURS AGGRAVANTS

Les coulées d'eaux boueuses sont liées à :

- La couverture des sols,
- La nature des sols,
- Les caractéristiques des événements météorologiques.

Les orages violents constatés entre les mois d'avril et août en Alsace sont généralement à l'origine des inondations torrentielles. Le faible couvert végétal et l'intensité des pluies favorisent la formation d'une croûte de battance, réduisant le potentiel d'infiltration de l'eau dans le sol. Cependant, la recrudescence de pluies très intenses sur une durée relativement courte (inférieure à 1h) ne permet pas d'expliquer à elle seule l'augmentation de la fréquence des phénomènes de coulées boueuses.

La répétition des catastrophes ces dernières années est également fortement liée à l'évolution du paysage, dont on citera les principales composantes :

- La modification des assolements ;
- Les remembrements des terres agricoles.

L'activité humaine a ainsi effectué une conversion croissante des prairies en labours, une augmentation de la taille des parcelles entraînant une diminution du linéaire de haies, de fossés et de talus, et ainsi une perte de potentialité d'infiltration et de stockage des eaux de ruissellement.

1.3. CONSEQUENCES ET MOYENS DE LUTTE CONTRE LES INONDATIONS BOUEUSES

Les principales conséquences des coulées d'eau boueuse sont

- La dégradation du potentiel agricole du sol (appauvrissement des sols), la destruction des cultures et la détérioration de la qualité des cours d'eau par accroissement de la turbidité, transfert des pesticides et fertilisants.
- Les dégâts affectent les infrastructures routières (dépôt d'une couche de boue sur la route, colmatage des fossés et canalisations) et le bâti (inondation des caves, garages et jardins, voire du rez-de-chaussée des maisons).
- Le préjudice économique et moral est important, à la fois pour les exploitants qui perdent leur production et le patrimoine fertile, et pour les communes et les habitants, qui doivent prendre en partie en charge le nettoyage des dépôts de boue et l'évacuation des déchets (mobilier détruit etc.).

La lutte contre ce phénomène s'organise autour de la prévention et de la protection :

- La prévention consiste à agir sur les causes du ruissellement boueux : développement de pratiques agricoles alternatives favorisant l'infiltration et limitant le lessivage et l'érosion des parcelles ;
- La protection consiste généralement à réaliser des ouvrages d'écrêtement du ruissellement de versant en aval des parcelles agricoles.

D'autres techniques à la fois de prévention et de protection, dites « d'hydraulique douce » permettent de contraindre le ruissellement au moyen de bandes enherbées entre les parcelles, de fascines, par la valorisation des haies en bordure de terrains agricoles...

Ces mesures sont à développer parallèlement pour réduire significativement le risque.

1.4. ACTEURS

Les acteurs (figure ci-dessous) concernés par les coulées d'eaux boueuses sont nombreux, en raison de la diversité des enjeux décrits ci-dessus. Par conséquent les points de vue et approches de la problématique CEB sont tout aussi divers, ce qui complique la concertation et la gestion de ces phénomènes. Les intérêts défendus sont sociaux, économiques, environnementaux, territoriaux... De plus, la perception du risque CEB et des enjeux territoriaux est très différente, suivant que les acteurs se placent en zone « source » ou en zone « cible » du ruissellement¹.

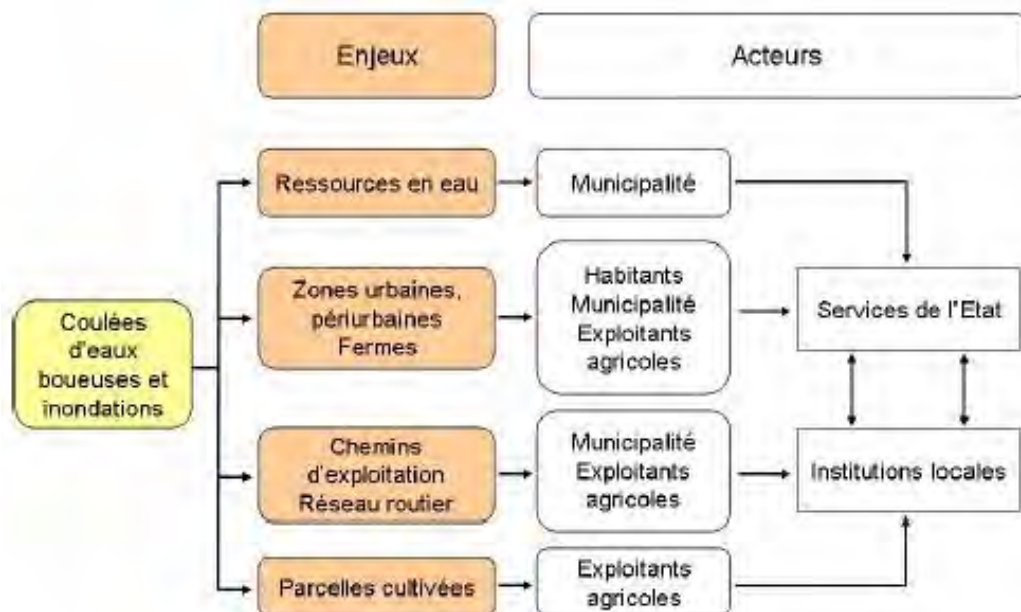


Fig. 1. INTERACTIONS ENTRE LES DIFFERENTS ACTEURS CONCERNES PAR LES CEB²

La diversité des acteurs, enjeux et objectifs face aux phénomènes de coulées d'eau boueuse nécessite de développer une analyse globale de ces paramètres pour trouver des solutions avec un compromis optimal.

¹ Auzet A.-V., Heitz C., Armand R., Guyonnet J., Moquet J.-S., 2005. Les « coulées de boue » dans le Bas-Rhin : analyse à partir des dossiers de demande de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle. 28 p.

² Heitz C., Spaeter S., Auzet A.-V., Glatron G., 2008. Local stakeholders' perception of muddy flood risk and implications for management approaches: A case study in Alsace (France). Land Use Policy (2008), 9 p.

2. ETAT INITIAL

2.1. LOCALISATION ET CARACTERISTIQUES DU BASSIN VERSANT SUD-OUEST DE SOULTZ-LES-BAINS

La commune de Soultz-les-Bains est située à environ 25 km à l'ouest de Strasbourg, au nord de Molsheim. La partie urbanisée de Soultz-les-Bains se trouve à l'amont de la confluence de la Mossig avec la Bruche, à l'exutoire d'un vallon très encaissé.

Deux bassins versants sont étudiés dans le présent rapport. Le bassin versant principal, à l'origine de la majeure partie des inondations et coulées d'eau boueuse, a une surface d'environ 300 hectares. Il est situé au sud-ouest de la partie urbanisée de Soultz-les-Bains. Les pentes sont comprises entre 4 et 25 %. Son exutoire est matérialisé par la rue du Fort et la rue St Maurice. Le bassin versant secondaire, situé à l'Est du BV principal, occupe une surface d'environ 50 hectares. Les pentes sont en moyenne de 11 à 12 %. Son exutoire est matérialisé par la rue St Amand. Les eaux pluviales sont prises en charge par le réseau d'assainissement unitaire, dans la limite de la capacité de la canalisation.



Fig. 2. LOCALISATION DE LA COMMUNE DE SOULTZ-LES-BAINS (GEOPORTAIL / IGN)

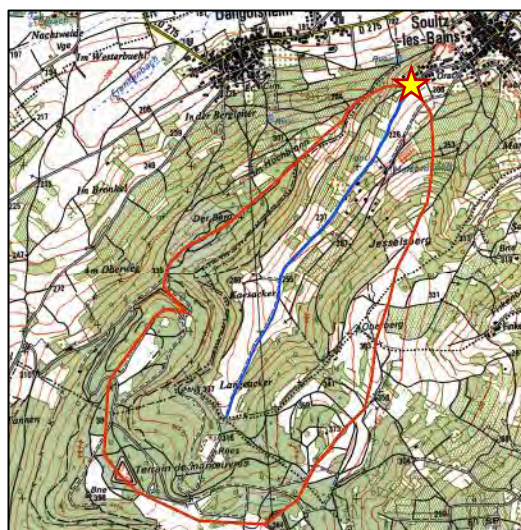


Fig. 3. BASSIN VERSANT SUD-OUEST ET EXUTOIRE

2.2. GEOLOGIE ET PEDOLOGIE

La commune de Soultz-les-Bains est située dans le champ de fractures de Saverne, région très faillée, formée par une série de grands compartiments tectoniques allongés SW-NE.

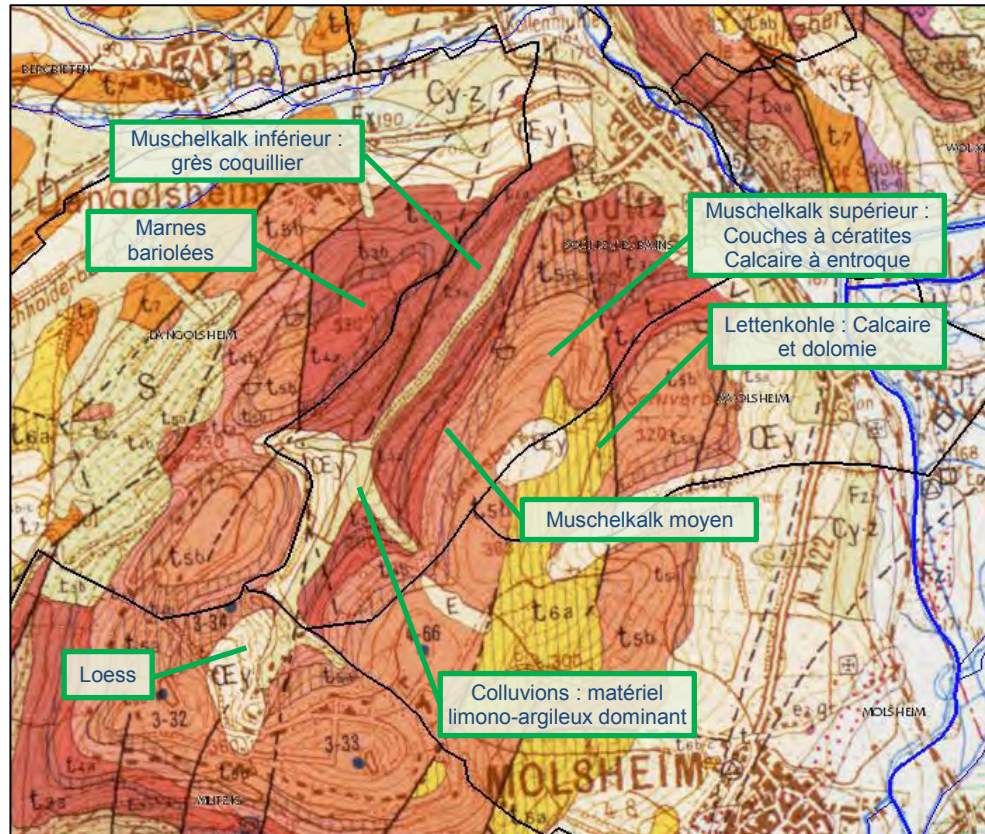


Fig. 4. CARACTERISTIQUES GEOLOGIQUES DU SITE ETUDIE (BRGM / INFO TERRE)

L'extrait de carte géologique ci-dessus révèle une forte présence de matériaux calcaires sur le bassin versant étudié. Sur les crêtes matérialisant le contour du bassin versant étudié, les sols sont caillouteux. Les couches du Muschelkalk et le Lettenkohle présentent des caractéristiques de perméabilité très variable. L'infiltration de l'eau dans les fissures génère une désagrégation des sols. Plus bas, l'alternance de couches calcaires et des couches argilo-marneuses réduit considérablement la perméabilité et crée des résurgences d'eau que les fortes pentes font ensuite ruisseler. Ces résurgences sont parfois gérées à l'aide de drains ou par des ouvrages (aménagement du fossé, fontaine de Kaltebrunne).

Les ruissellements importants produisent un transfert des matériaux calcaires détachés sous forme de cailloux vers le fond du thalweg. Le thalweg est quant à lui essentiellement recouvert de dépôts de loess et de colluvions limono-argileux.



Fig. 5. CHAMP DE MAÏS A SOULTZ-LES-BAINS : LES BLOCS DE CALCAIRE DESAGREGES SE RETROUVENT DANS LE THALWEG (SOGREAH)

Le contexte géologique et pédologique du bassin versant étudié présente des caractéristiques complexes de perméabilité, mais néanmoins il existe un potentiel de ruissellement important en raison de la présence des couches d'argiles et de marnes, et d'une surface pédologique dans le thalweg favorable au ruissellement dès la formation d'une croûte de battance.

Une étude de l'ARAA (Association pour la Relance Agronomique en Alsace) a permis de mettre en évidence le potentiel de sensibilité à l'érosion pour les sols agronomiques, en corrélant et interpolant des données d'occupation des sols et de Modèle Numérique de Terrain (MNT) par maille de 20 mètres. En ce qui concerne la commune de Soultz-les-Bains, le résultat (figure ci-dessous) démontre une sensibilité faible à l'érosion pour la majeure partie de la surface du bassin versant faisant l'objet de cette étude, mais une sensibilité forte dans le thalweg.

Il est important ici de distinguer le ruissellement (qui produit un volume d'eau) et l'érosion (qui arrache les particules de terre). La sensibilité à l'érosion n'est importante que dans le thalweg, mais s'agissant de l'endroit qui concentre un fort ruissellement, l'effet érosif est amplifié et produit des coulées d'eau boueuse.

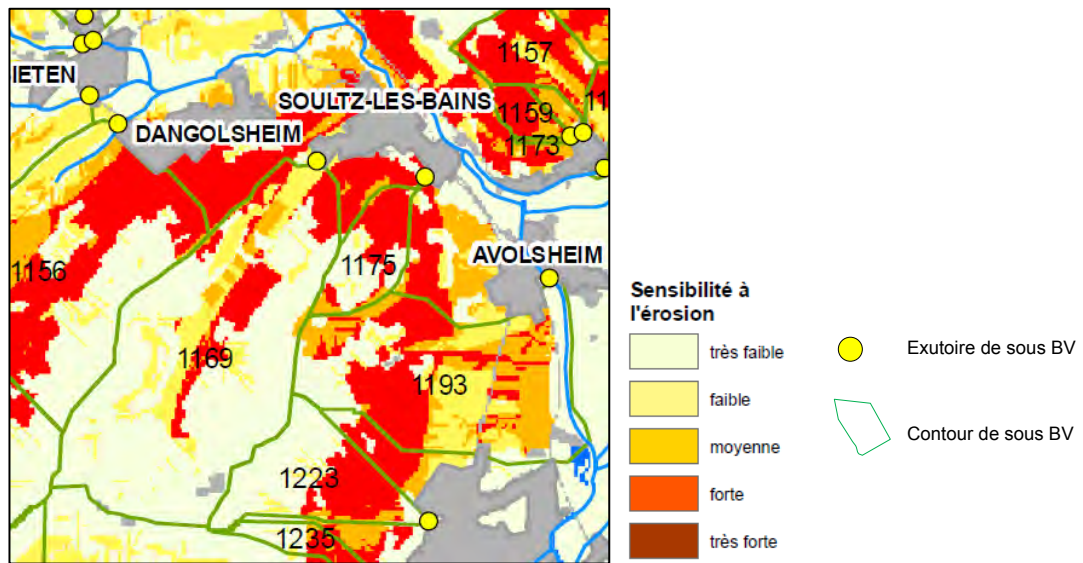


Fig. 6. EXTRAIT DE LA CARTE DE SENSIBILITE POTENTIELLE A L'ÉROSION, PAR MAILLE DE 20M (ARAA)

Les données existantes de caractéristiques des sols ainsi que les résultats des modèles cartographiques de l'ARAA confèrent au bassin versant étudié un potentiel de ruissellement moyen pour la plus grande partie du bassin versant (75% de la surface occupée par des forêts et bois). Le potentiel de ruissellement et la sensibilité à l'érosion sont cependant forts dans le thalweg, facteurs à l'origine des coulées d'eau boueuse que connaît la commune.

2.3. OCCUPATION DES SOLS

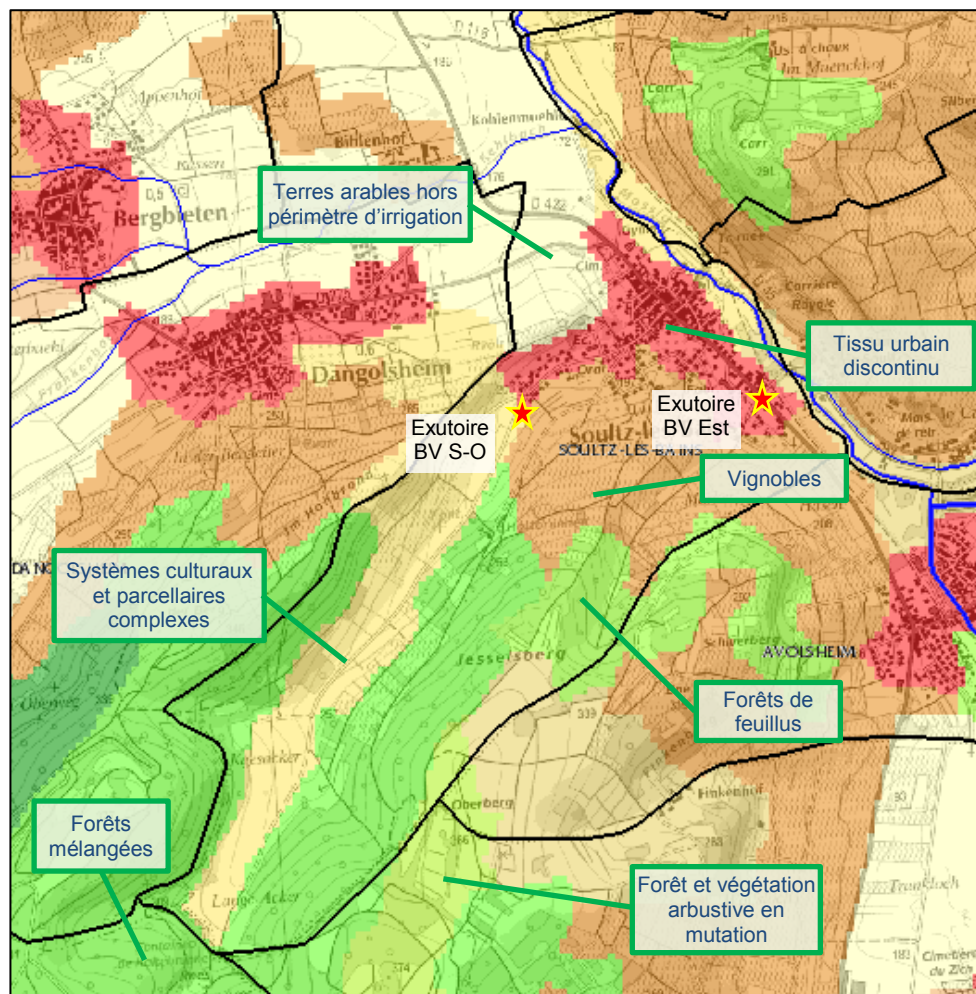


Fig. 7. OCCUPATION DES SOLS SUR LES BASSINS VERSANTS DE SOULTZ-LES-BAINS (CORINE LAND COVER 2006)

La figure ci-dessus montre que les sols sur les crêtes du bassin versant sud-ouest sont en grande partie occupés par des forêts. Le thalweg est quant à lui recouvert de « systèmes parcellaires complexes », que les visites de terrain ont identifiées comme étant en grande partie des cultures céréalières (blé, maïs, environ 20 hectares) en amont du thalweg, ainsi que des vergers et du vignoble plus vers l'aval. En ce qui concerne le BV Est, les surfaces sont essentiellement occupées par des vignobles (50 %), forêts (40 %), et quelques prairies (7%). Ce sont clairement les types de sols et les pentes qui déterminent l'occupation des surfaces (dépôts loessiques pour les cultures céréalières, fortes pentes et sols calcaires pour les vignobles).

En fonction du couvert végétal des cultures et du travail des parcelles, les surfaces occupées par des cultures céréalières peuvent considérablement favoriser ou réduire les conditions de ruissellement et de transport solide. La présence de nombreuses surfaces enherbées (chemins, bandes, enherbement des vignes) constitue par ailleurs un aspect positif de la composition du paysage, dans la mesure où il s'agit en général de surfaces faiblement ruisselantes, favorisant le dépôt des sédiments.

Cependant, plusieurs chemins non enherbés et encaissés dans le bassin versant favorisent la concentration et le drainage des flux vers le thalweg. Le chemin se trouvant dans la continuité

de la rue du Fort/rue St Maurice forme le thalweg principal du bassin versant S-O et récolte la plupart des écoulements dans les fossés situés de part et d'autre de la route.



Fig. 8. CHEMIN FORMANT LE THALWEG DANS LA CONTINUITE DE LA RUE DU FORT

A l'entrée dans la partie urbanisée de la commune, rue du Fort et rue St Amand, les écoulements sont acheminés dans le réseau unitaire de Ø500 : une entrée grille tête de pont avec dessableur de chaque côté de la rue du Fort, et deux grilles en travers de la chaussée rue St Amand. Le Ø 500 constitue le paramètre limitant de la capacité d'évacuation des eaux pluviales par le réseau unitaire, le surplus de débit étant amené à ruisseler sur la voirie.



Fig. 9. GRILLE ET DESSABLEUR A L'ENTREE DU RESEAU UNITAIRE, EN AMONT DE LA RUE DU FORT

En conclusion, les caractéristiques du bassin versant (surface, nature des sols, occupation des sols, morphologie du site) sont très variés dans l'espace. Les efforts de gestion de ruissellement sont manifestes. Mais l'association d'une concentration du ruissellement par gravité dans le thalweg et la présence de sols limono-argileux et cultivés à cet endroit multiplie les facteurs défavorables d'exposition au risque « Coulées d'eau boueuse ».

2.4. LES EVENEMENTS CLASSES EN CATASTROPHE NATURELLE

Ces 30 dernières années, la commune de Soultz-les-bains a connu un nombre important d'évènements pluvieux donnant lieu à des inondations et coulées de boue classées en catastrophes naturelles.

| Date de début | Date de fin | Arrêté du | Date d'inscription au JO | Nature de l'évènement |
|---------------|-------------|------------|--------------------------|--------------------------------|
| 08/12/1982 | 31/12/1982 | 11/01/1983 | 13/01/1983 | Inondations et coulées de boue |
| 09/04/1983 | 11/04/1983 | 16/05/1983 | 18/05/1983 | Inondations et coulées de boue |
| 14/02/1990 | 19/02/1990 | 16/03/1990 | 23/03/1990 | Inondations et coulées de boue |
| 25/12/1999 | 29/12/1999 | 29/12/1999 | 30/12/1999 | Inondations et coulées de boue |
| 12/06/2003 | 12/06/2003 | 17/11/2003 | 30/11/2003 | Inondations et coulées de boue |
| 06/06/2010 | 06/06/2010 | 29/10/2010 | 03/11/2010 | Inondations et coulées de boue |
| 09/06/2010 | 09/06/2010 | 17/06/2011 | 22/06/2011 | Inondations et coulées de boue |

Fig. 10. LISTE DES ARRETES DE CATASTROPHES NATURELLES POUR LA COMMUNE DE SOULTZ-LES-BAINS



Fig. 11. PHOTOS DES RUES DE SOULTZ-LES-BAINS PRISES LORS DE L'ORAGE DU 6 JUIN 2010 (SOURCE : COMMUNE DE SOULTZ-LES-BAINS)

2.5. INVESTIGATIONS DE TERRAIN ET DIALOGUE AVEC LES ACTEURS

Plusieurs visites de terrain ont été effectuées pour avoir une perception concrète du site étudié, vérifier les chemins d'eau précédemment identifiés, comprendre le fonctionnement dynamique du bassin versant, et déterminer des emplacements potentiels pour proposer des rétentions d'eau et des aménagements de type fascine et bande enherbée.

De plus, des échanges avec la Chambre d'Agriculture du Bas-Rhin, ainsi que les données de culture déclarées au Registre Parcellaire Graphique, ont permis d'établir l'évolution d'une année à l'autre de l'assolement sur les parcelles du bassin versant étudié. Ces informations démontrent qu'une alternance de culture en blé et maïs est réalisée chaque année, avec une rotation régulière des surfaces cultivées. La surface cultivée en maïs est cependant toujours très importante, notamment en tête de bassin.

Dans la partie aval du bassin versant, les surfaces sont essentiellement recouvertes de vignes et vergers. Les pentes sont fortes, mais les nombreuses parcelles enherbées contribuent au ralentissement dynamique des écoulements et à l'infiltration.

L'exutoire du bassin versant sud-ouest de Soultz-les-Bains est matérialisé par le réseau d'assainissement unitaire qui débute en bout de fossé, de part et d'autre la route. Il s'agit d'un Ø500 (510 ml) puis d'un Ø600 (240 ml jusqu'au déversoir d'orage). Ce tronçon est donc considéré paramètre limitant pour la gestion des eaux de ruissellement du bassin versant. **Sa capacité est estimée à 600 L/s (valeur à confirmer par des levés topographiques)**. De plus, à l'aval de ce tronçon se trouve un nœud qui récolte les eaux pluviales d'un bassin versant de 20 hectares avec pour exutoire l'intersection de la rue de la Chapelle et le rue du Fort, ainsi qu'un bassin versant de 7 hectares situé légèrement plus au nord, avec pour exutoire la rue du Père Antoine Stiegler. Ces bassins versants (en pointillés sur la figure ci-dessous) seront exclus de la modélisation décrite ci-après, étant donné qu'ils produisent des temps de transfert très court permettant de les négliger.

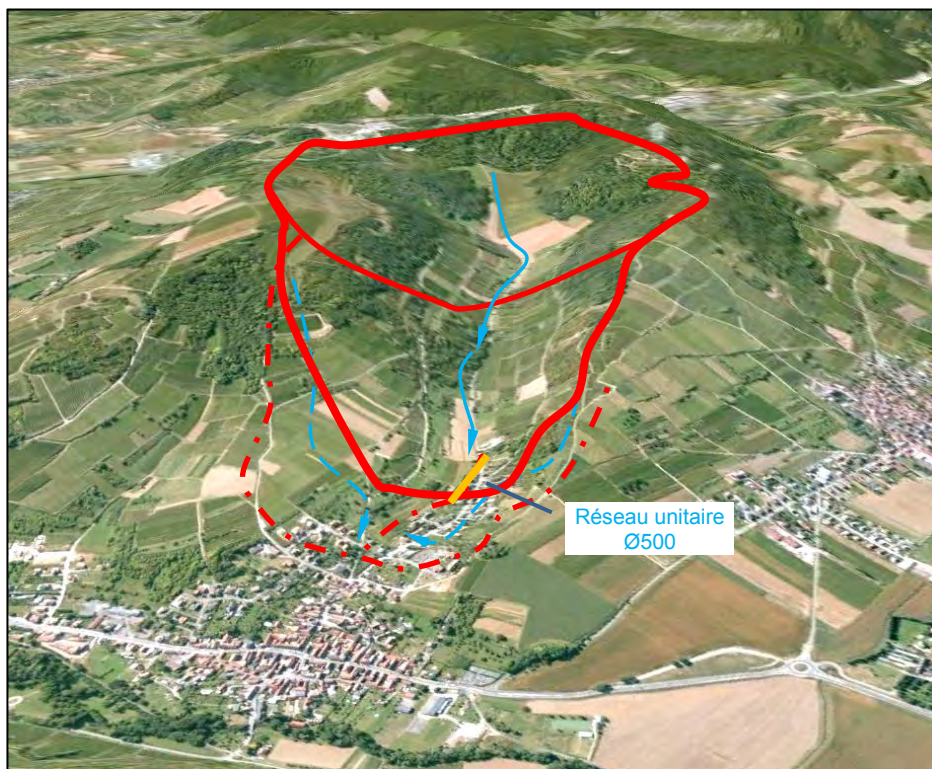


Fig. 12. **DECOUPAGE DU BASSIN VERSANT EN SOUS-BASSINS AVEC LES CHEMINS D'EAU IDENTIFIES PENDANT LES INVESTIGATIONS DE TERRAIN (IMAGE GOOGLE EARTH)**

Rue St Amand, les caractéristiques de l'exutoire sont quasiment identiques d'un point de vue hydraulique à celles de la rue du Fort. Les enjeux urbains sont cependant moins importants à l'aval : le bâti ne serait que très exceptionnellement affecté, tandis que les eaux en excès sont évacuées de l'autre côté de la route vers des zones d'épandage naturel. Les nuisances sont essentiellement liées aux dépôts de boue sur la RD422, dus aux caractéristiques de la topographie (rupture de pente dans le sens de l'écoulement).

2.6. MODELISATION

Pour déterminer les débits et les volumes de crue générés par une pluie orageuse, nous avons mis en œuvre un modèle pluie-débit à l'aide du code de calcul pluie/débit PLUTON développé par SOGREAH, permettant de prendre en compte l'effet de sous bassins versants multiples et combinés.

2.6.1. LE MODELE PLUTON

Le logiciel PLUTON est un logiciel de transformation pluie-débit, permettant le calcul en régime transitoire de la formation et la propagation d'hydrogrammes de crue sur des bassins versants multiples et imbriqués. La description détaillée du modèle se trouve en annexe 1.

Ce modèle a pour objet le calcul de l'hydrogramme de crue $Q(t)$ de chaque sous-bassin, soit avec calage (sur pluies connues et débit connu), soit sans calage sur pluie statistique pour calculer une crue de temps de retour donné. Il permet d'étudier l'influence ponctuelle et globale de sites de rétention à l'échelle du bassin versant. Le programme mis en œuvre comprend :

- Un modèle pluie-débit de type hydrogramme unitaire ;
- Un modèle de propagation et de sommation des hydrogrammes de type Muskingum ;
- Des modèles d'écrêtement par laminage dans des retenues schématisées.

Le modèle comprend un ensemble de nœuds, deux nœuds délimitant un bief. Un nœud reçoit les apports :

- De son bassin versant propre (modèle pluie-débit) ;
- Du bief amont (modèle de propagation).

Les nœuds doivent être positionnés de manière stratégique sur le bassin versant :

- À l'exutoire des principaux sous-bassins versants ;
- Au droit des stations hydrométriques ou des échelles limnimétriques ;
- Au droit des secteurs à risque du bassin versant où des objectifs de réduction de débits sont définis.

2.6.2. DECOUPAGE DU BASSIN VERSANT

Le découpage du bassin versant étudié en sous-bassins, permet de créer des entités avec des caractéristiques (coefficients de ruissellement, surface, pente) renseignés dans le modèle PLUTON.

La carte ci-après (format A4 en annexe n°2) représente le découpage tel qu'il a été réalisé pour la modélisation du BV sud-ouest sous PLUTON. Les caractéristiques de chaque élément de sous bassin versant (BV1 et BV2) ont été renseignés dans le modèle. La dénomination des sous bassins versants est celle utilisée dans la suite de ce rapport.

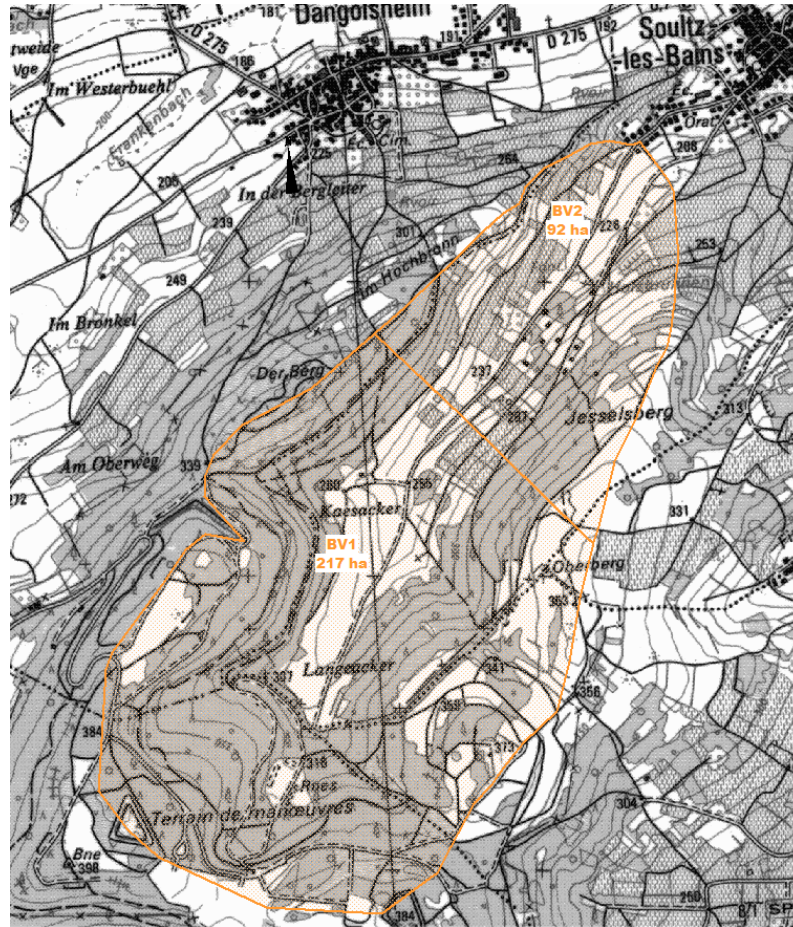


Fig. 13. NUMEROTATION DES SOUS-BASSINS VERSANTS ET SURFACES CORRESPONDANTES EN HECTARES, BASSIN VERSANT SUD-OUEST

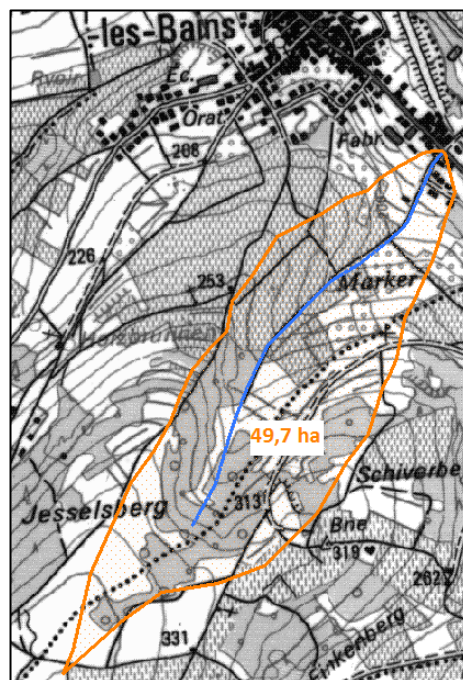


Fig. 14. LOCALISATION DU BASSIN VERSANT EST

2.6.3. CHOIX DES PARAMETRES

Le modèle s'appuie sur de nombreux paramètres caractérisant physiquement les sous bassins versants, notamment les surfaces, pentes, coefficients de ruissellement et agencement dans l'espace. Certains paramètres sont modulables, par exemple les coefficients de ruissellement peuvent être modifiés en fonction de l'occupation des sols.

Les coefficients de ruissellement qui ont été appliqués à chaque sous bassin versant ont été définis en fonction des informations disponibles concernant les types de sols, et nuancés par rapport à l'occupation des sols observée lors des visites de terrain.

- Le BV1 est recouvert à 86% de surfaces boisées, les surfaces restantes étant constituées de maïs, blé, vignobles, vergers et surfaces enherbées. Un coefficient de ruissellement moyen a été calculé en fonction des différents types de couverture des sols. Plusieurs calculs et modélisations différents ont permis de déterminer le coefficient produisant le résultat le plus contraignant et le plus sécuritaire. Ce coefficient moyen de ruissellement est de 0,17.
- Le BV2 présente une occupation des sols très diversifié. Là aussi un coefficient de ruissellement moyen a été déterminé en fonction des surfaces et des types de couverture des sols. Le coefficient de ruissellement déterminé est de 0,19.
- Le BV Est est essentiellement recouvert de vignobles et de surfaces boisées. Le coefficient de ruissellement déterminé est de 0,23.

Les coefficients de ruissellement sont ici déterminés indépendamment des pentes. Le modèle pondère ensuite les résultats en fonction des pentes et de la durée de la pluie.

2.6.4. PLUIE DE PROJET

La pluie de projet se réfère à des pluies orageuses, intenses et de courte durée, se produisant au printemps et/ou en été. Ce sont ces événements qui sont en général à l'origine des coulées d'eau boueuse. La présente étude s'efforce d'évaluer les résultats pour des périodes de retour 10 ans, 30 ans, 50 ans et 100 ans. Pour obtenir la pluie de projet, les coefficients de Montana à Entzheim ont été appliqués.

Tabl. 1 - PLUIES DE PROJET MODELISEES DANS LE CADRE DE CETTE ETUDE

| Période de retour | Durée totale de la pluie | Durée de la pluie intense | Hauteur de pluie tombée |
|-------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------|
| 10 ans | 2 h | 30 min | 34,3 mm |
| 30 ans | 2 h | 30 min | 41,7 mm |
| 50 ans | 2 h | 30 min | 45,2 mm |
| 100 ans | 2 h | 30 min | 49,8 mm |

Par souci de cohérence par rapport aux hypothèses de base, la même durée de pluie a été modélisée pour chaque période de retour. La durée de pluie intense est ici calée sur le temps de concentration du bassin versant global, afin d'obtenir le débit de pointe le plus contraignant à l'exutoire du bassin versant.

2.6.5. RESULTATS DIAGNOSTIC INITIAL

BV Sud-ouest :

Le découpage en sous-bassins versant a généré 2 entités combinées, avec pour exutoire le réseau d'assainissement unitaire de capacité estimée à 0,6 m³/s (Ø500, pente estimée à 4,2 %). Afin de réserver un débit pour l'assainissement et les incertitudes d'estimation, la capacité modélisée est de 0,4 m³/s.

Dans un premier temps, les volumes à écrêter sont déterminés en sorte de pouvoir être assimilés par le réseau unitaire. L'écrêtement des débits est alors déterminé en sorte que :

$$Q_{fuite(BV1+2)} \leq 0,4 \text{ m}^3/\text{s}$$

Tabl. 2 - RESULTATS OBTENUS PAR MODELISATION SOUS PLUTON, BV SUD-OUEST

| Période de retour | Hauteur de pluie | Volume produit par BV1 | Volume produit par BV2 | Débit de pointe à l'exutoire | Stockage nécessaire pour un débit de fuite à 0,4 m ³ /s |
|-------------------|------------------|------------------------|------------------------|------------------------------|--|
| 10 ans | 34,3 mm | 12 600 m ³ | 5 050 m ³ | 4,43 m ³ /s | 13 900 m ³ |
| 30 ans | 41,7 mm | 15 300 m ³ | 6 100 m ³ | 5,32 m ³ /s | 17 600 m ³ |
| 50 ans | 45,2 mm | 16 600 m ³ | 6 650 m ³ | 5,73 m ³ /s | 19 650 m ³ |
| 100 ans | 49,8 mm | 18 300 m ³ | 7 300 m ³ | 6,24 m ³ /s | 21 650 m ³ |

Ce tableau montre que par exemple pour une pluie de période de retour de 10 ans, le débit maximal de pointe obtenu à l'aval du bassin versant étudié est de 4,43 m³/s, pour un volume maximal total de 17 650 m³ d'eau produit. L'écrêtement des débits à 0,40 m³/s à l'exutoire du bassin versant nécessiterait alors le stockage de 13 900 m³.

Les volumes d'eau à gérer sont donc conséquents dès la pluie de période de retour 10 ans. La partie 3 du présent rapport s'efforce de proposer des aménagements pertinents pour réduire les volumes de stockage nécessaires.

BV Est :

Aucun débit de fuite n'a été modélisé car il n'y a pas de site de stockage envisagé sur ce bassin versant. Il convient pour ce bassin versant d'aménager l'exutoire, soit en modifiant la capacité du réseau récepteur, soit en aménageant la voirie. A titre indicatif, les débits de pointe et volumes générés pour les différentes périodes de retour sont indiqués dans les tableaux ci-après.

Le modèle PLUTON a permis de produire les résultats suivants :

Tabl. 3 - RESULTATS OBTENUS PAR MODELISATION SOUS PLUTON, BV EST

| Période de retour | Hauteur de pluie | Volume produit par le bassin versant | Débit de pointe à l'exutoire |
|-------------------|------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| 10 ans | 34,3 mm | 3 950 m ³ | 1,40 m ³ /s |
| 30 ans | 41,7 mm | 4 795 m ³ | 1,70 m ³ /s |
| 50 ans | 45,2 mm | 5 203 m ³ | 1,80 m ³ /s |
| 100 ans | 49,8 mm | 5 728 m ³ | 1,90 m ³ /s |

Nota : Les résultats obtenus ci-dessus sont issus d'un modèle et nécessitent des investigations complémentaires, notamment avec des données topographiques et des données de type de sol plus complètes.

Par ailleurs, les observations de terrain ayant permis de définir les paramètres du modèle ont été effectuées courant 2011. Les modifications foncières et d'occupation des sols apportées ultérieurement peuvent changer la valeur des paramètres et la validité des résultats.

Enfin, la capacité admissible par le réseau unitaire d'assainissement rue du Fort/rue St Maurice doit être vérifiée par des levés topographiques. La capacité mesurée sera proche de la réalité à condition d'entretenir les grilles situées à l'entrée du réseau, et de nettoyer les dessableurs régulièrement. Le modèle actuel ne tient pas compte des flux arrivant aux nœuds du réseau d'assainissement provenant de la rue de la Chapelle, la rue des Vignes et la RD422. Un diagnostic du réseau d'assainissement sera nécessaire pour réaliser une modélisation plus fine des écoulements et capacités des canalisations.

2.6.6. LIMITES DU MODELE PLUIE-DEBIT

Comme tout modèle numérique, le modèle hydrologique du bassin versant de SOULTZ LES BAINS représente une schématisation de la réalité et s'appuie sur des modèles théoriques qui simplifient les phénomènes réels. Les limites du modèle peuvent être identifiées comme suit :

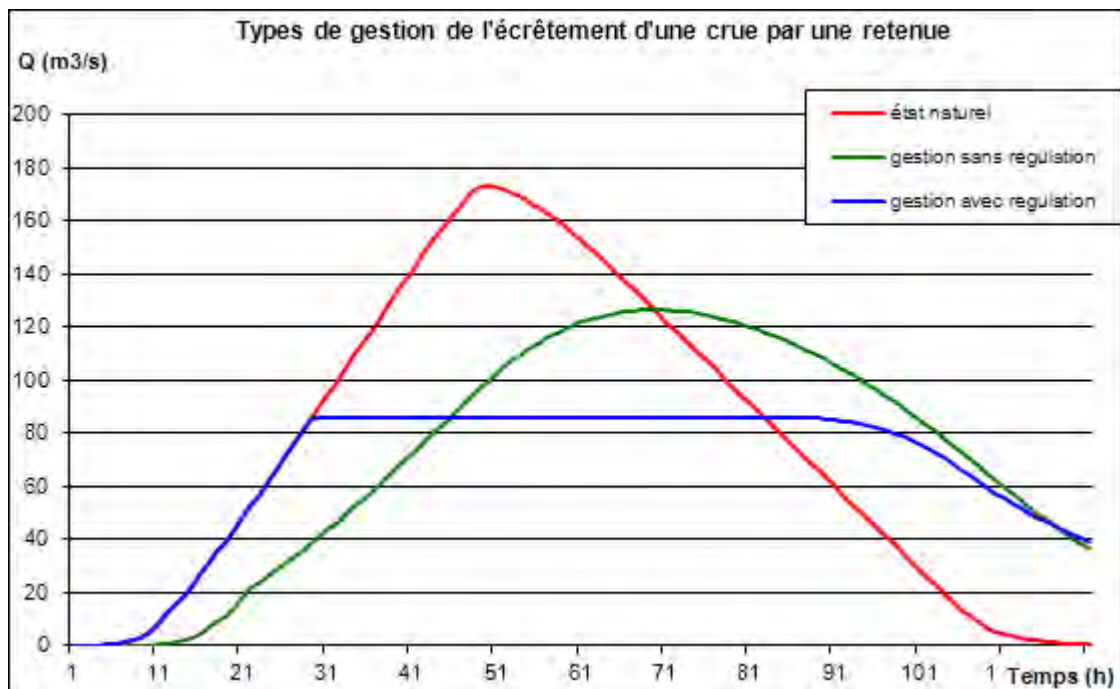
- Le modèle de transformation pluie-débit s'appuie sur le modèle de l'hydrogramme unitaire. Ce modèle théorique est très sensible au choix du coefficient de ruissellement qui détermine le volume ruisselé au cours de l'événement. Il convient donc de garder à l'esprit qu'il existe une multiplicité des réponses possibles du bassin versant pour un même évènement pluvieux.
- Le modèle de propagation s'appuie sur le modèle de Muskingum, qui permet de représenter la propagation d'un hydrogramme dans un bief en prenant en compte le laminage dû au débordement dans le lit majeur. Cependant, il ne permet pas de prendre en compte les influences aval sur la propagation.

Le modèle de laminage des crues permet d'associer à chaque site de surstockage une table H/V (hauteur ou cote/volume). La connaissance de la géométrie de la cuvette permet d'obtenir une modélisation représentative de la réalité (remplissage du site de surstockage, saturation, débordement et vidange). Ces données n'étant pas disponibles dans notre cas, la modélisation des sites est de ce fait simplifiée (utilisation simple du volume de stockage disponible).

La topographie des sites n'étant pas connue, le remplissage réel des bassins (qui dépend notamment de leur forme) ne peut être simulé et, de ce fait, le fonctionnement simulé des sites est optimisé, puisque le volume est soutiré à la pointe de l'hydrogramme. L'hydrogramme type de sortie (en bleu sur les graphiques ci-après) présente donc un palier, correspondant à l'écrêtement optimisé des volumes de crues.

Cette situation peut être optimiste, puisqu'un écrêtement réaliste (par des ouvrages laissant libre le lit mineur par exemple) provoque une atténuation et un décalage de l'hydrogramme de sortie, sans toutefois permettre une régulation à débit de sortie constant (en vert sur la figure ci-après).

Fig. 15. *EFFET DE ZONE DE RALENTISSEMENT DYNAMIQUE SUR L'HYDROGRAMME DE CRUE – SCHEMA DE PRINCIPE*



oOo

3. SCENARII D'AMENAGEMENT

Afin de réaliser une gestion et un aménagement du bassin versant le plus complet et le plus optimisé possible, il est indispensable d'intervenir à la fois à l'échelle des parcelles (mesures préventives) et à l'échelle du bassin versant (mesures curatives). Les différentes mesures réalisées doivent être conçues en sorte d'être complémentaires et cohérentes dans l'espace du bassin versant.

Le caractère ruisselant des versants motive la mise en œuvre de techniques « douces » permettant de ralentir les flux et de favoriser l'infiltration des écoulements (système racinaire des haies, surfaces enherbées et fascines vivantes). Cependant, compte-tenu des nombreux aménagements déjà réalisés et étant donné la configuration du bassin versant et de l'occupation des sols, la réalisation d'un stockage d'eau est indispensable dès l'occurrence d'évènements pluvieux de période de retour 10 ans, les mesures préventives n'étant pas suffisantes pour infiltrer et ralentir les volumes produits par les pluies orageuses. L'identification de sites potentiels de stockage et la définition de leur capacité volumique est donc essentielle.

Dans un premier temps, les possibilités de ralentir le ruissellement sur les versants et dans les chemins d'eau préférentiels sont évaluées, pour les raisons suivantes :

- La mise en place de fascines, bandes enherbées, noues... favorise un écoulement plus diffus et ralenti de l'eau, limitant les destructions de cultures et réduisant l'érosion et l'appauvrissement des sols.
- La réduction du transfert de sédiments diminue également le volume de boue décanté dans les bassins de rétention, fossés et dessableurs et réduit les coûts d'entretien et de curage. L'obstruction des ouvrages limitants (buses, grilles) est atténuée.
- Les temps de transfert augmentent et les débits de pointe diminuent, ce qui constitue un aspect sécuritaire pour le dimensionnement des ouvrages de rétention.

Dans un second temps, les différents sites potentiels de stockage sont évalués en fonction des volumes à stocker par période de retour, et des débits de fuite autorisés par la capacité de l'exutoire. Le renforcement du réseau d'assainissement sera également étudié.

La gestion des débordements du réseau d'assainissement et du ruissellement de voirie est également abordée ci-dessous, tous les ruissellements ne pouvant pas être systématiquement concentrés dans le réseau d'assainissement.

3.1. MESURES PREVENTIVES : REDUCTION ET RALENTISSEMENT DU RUISSELLEMENT

Les aménagements de type fascines, haies et bandes enherbées sont à promouvoir et implanter prioritairement. En effet, les volumes de sédiments emportés peuvent être relativement conséquents (1mm de terre sur 1 hectare = 10 m³). Ces volumes déplacés représentent à la fois une perte pour l'exploitant agricole, et un préjudice important pour les infrastructures situées à l'aval (routes réseaux, bâti...). Or, lorsque la terre arrachée à la parcelle est retenue par ces ouvrages, la perte en fraction fertile est moindre pour les exploitants agricoles puisqu'ils peuvent la régaler directement sur leur parcelle.

Ces techniques préventives présentent de multiples atouts pour le site étudié pour les raisons suivantes :

- Ce sont des techniques simples à mettre en œuvre, avec un coût d'entretien limité,
- Elles permettent d'intervenir à l'échelle de chaque parcelle et de réaliser un maillage dense de ralentissement des écoulements,

- La rupture des vitesses d'écoulement favorise l'infiltration et réduit le caractère concentré et incisif des écoulements en générant des écoulements plus diffus,
- Par la réduction des vitesses d'écoulement, elles favorisent le dépôt des matières en suspension sur les parcelles et limitent les transferts vers les routes et autres infrastructures : là aussi il y a un avantage en terme de frais d'entretien après un évènement pluvieux majeur,
- Le maintien des sédiments sur les parcelles réduit l'appauvrissement en matière organique des terres cultivées et limite les transferts de pesticides, nitrates et autres traitements de cultures,
- La présence de ces aménagements végétaux multiplie les habitats et caches pour la faune et diversifie la flore, ils apportent une richesse en biodiversité. Ils constituent également des éléments fortement intégrés dans le paysage.

Les différents types d'ouvrages sont décrits ci-après :

Les fascines vivantes : ce sont des ouvrages linéaires composés de deux rangées de pieux entre lesquelles sont placés des fagots de branches compacts. Elles ont pour objectif de freiner le ruissellement et de limiter les transferts de terre vers l'aval. Placées en travers des chemins d'eau, elles protègent les cultures situées à l'aval des effets torrentiels du ruissellement, et maintiennent la terre organique sur les parcelles situées à l'amont. Les fascines peuvent être conçues avec des branches mortes, dans quel cas les fagots doivent être changés tous les ans, ou avec des branches vivantes qui prendront racine au contact de la terre (type saule).

Dans le contexte du bassin versant étudié dans le présent rapport, la mise en place de fascines vivantes est favorisée par rapport aux fascines mortes. En effet, les filtres composés de branchages se transforment avec le temps en haies ancrées dans les talus formés par l'accumulation de terre. Ces aménagements ont donc une bonne pérennité pour un faible entretien. L'entretien consiste à tailler les saules et éventuellement repiquer les branches taillées dans la fascine ou aux extrémités de l'aménagement. L'accumulation de terre à l'amont de la fascine peut être travaillé et réparti sur la parcelle lors de la préparation du lit de semis.

En fonction de l'emplacement défini pour la fascine, celle-ci peut présenter une légère gêne pour l'exploitant de la parcelle dans ses manœuvres, notamment lorsqu'il s'agit d'une fascine en angle, située en coin de parcelle, ou lorsque l'engin agricole doit effectuer ses demi-tours sur le chemin d'exploitation à l'emplacement de la fascine. Le préjudice en surface cultivable perdu est cependant très faible.

Actuellement, trois fascines mortes ont déjà été posées en travers d'un chemin d'eau en fond de thalweg (voir figure ci-dessous). En fonction de leur efficacité (absence d'affouillement, de contournement), il conviendra de les pérenniser, voire de les transformer en fascines vivantes (piquage de boutures de saule).



Fig. 16. **FASCINE MORTE A L'AVAL D'UN CHAMP DE MAÏS, ASSOCIEE A UNE BANDE ENHERBEE, SOULTZ-LES-BAINS**

Les haies : les haies sont déjà présentes de manière éparse sur les pentes du bassin versant étudié, en particulier dans la partie aval sur les surfaces occupées par des vergers. Il est cependant conseillé de renforcer ce réseau de haies par des linéaires de plantations supplémentaires, d'une part en densifiant l'existant, d'autre part en créant de nouveaux linéaires dès l'amont des sous-bassins versants.

D'un point de vue hydraulique, le principe de fonctionnement d'une haie est le même que pour une fascine. Cependant la densité des racines contribue à améliorer l'infiltration des écoulements, ce qui est un atout considérable compte tenu des caractéristiques de sol du bassin versant étudié. Les espèces à favoriser sont celles qui ont un enracinement profond (noisetier) et des pieds avec une densité de tiges importantes (viorne obier, viorne lantane, cerisier à grappes,...).

Les haies présentent comme avantage par rapport aux fascines d'apporter une diversification potentielle de la végétation plus importante, par la plantation d'espèces variées et locales. De plus elles offrent une bonne intégration paysagère, et favorisent la biodiversité en offrant un abri aux lièvres, oiseaux... Elles constituent également une protection contre le vent, le soleil, le froid pour le bétail.

Les bandes enherbées : les bandes enherbées ont pour vocation de favoriser les dépôts de terre, de ralentir les écoulements, et de réduire les transferts de phytosanitaires et engrais issus du lessivage des parcelles vers l'aval. Dans le bassin versant étudié, les bandes enherbées sont largement présentes. Les vignobles sont également enherbés.

En raison des fortes pentes du bassin versant étudié et des vitesses de ruissellement, les bandes enherbées n'ont un intérêt majeur que si elles sont placées dans les ruptures de pentes (en particulier en tête de bassin), dans les chemins d'eau (exemple : chemin d'exploitation drainant à enherber), ou en complément des fascines et des haies. Elles sont par ailleurs très utiles lorsqu'il s'agit d'enherber la fourrière située à l'aval des parcelles, afin de réduire les probabilités de formation de ruissellement concentré.

Par rapport aux aménagements cités précédemment, la bande enherbée a pour avantage de présenter moins de contraintes par rapport aux manœuvres des engins agricoles. Par contre, l'emprise foncière est beaucoup plus importante, car une bande enherbée doit à minima avoir une largeur de 6 mètres sur tout son linéaire. L'entretien d'une bande enherbée consiste à faucher l'herbe une fois par an, et si nécessaire de densifier le système racinaire par des semences supplémentaires.

On retrouve déjà un certains nombres de ces aménagement sur les parcelles du lieu-dit Kaesacker et Lange Aecker (bassin versant Sud-ouest).

La carte 103 en annexe présente les emplacements des fascines existantes et projetées sur ce site. Certaines propositions d'emplacements de fascines peuvent surprendre car elles se trouvent dans les parcelles, perpendiculaire au chemin. Cependant, les parcelles d'une surface d'environ 10 ha, cultivées de manière récurrente en maïs (maïs 2007, 2008, 2009 – Données : <http://www.geoportail.fr>) permet d'envisager de placer une ou plusieurs fascines en travers des chemins d'eau dans le champ.



Fig. 17. CARACTERISTIQUES D'ÉROSION SUR LA PARCELLE DE MAÏS EN TÊTE DE BASSIN, LIEU-DIT LANGE AECKER

Comme cela a déjà été fait sur le banc communal, il est judicieux d'associer ces aménagements pour optimiser leur fonctionnement. Exemple : fascine + bande enherbée ; haie + bande enherbée. Ils doivent à présent faire l'objet de concertation avec les exploitants concernés, afin de valider le diagnostic des chemins d'eau et présenter les ouvrages proposés.



Fig. 18. FASCINES ET BANDE ENHERBÉE À L'AMONT DU FOSSE, LIEU-DIT KAESACKER, SOULTZ-LES-BAINS

3.2. MESURES CURATIVES

3.2.1. AMENAGEMENT DE RETENTION SUR LE BASSIN VERSANT SUD-OUEST

Plusieurs sites potentiels de stockage ont été proposés par la commune. L'emprise foncière ainsi disponible a permis de définir des volumes de stockage potentiels. La localisation de ces zones se trouve en annexe 104.

La première parcelle proposée par la commune est la n°248 à l'entrée amont de la rue du Fort (sur BV2). Sa superficie est de 830 m², sa pente longitudinale de 3,3% et sa pente transversale d'environ 13,5%. Le volume de rétention pourrait être d'environ 160 m³.

La seconde zone de stockage se compose des parcelles 213, 214 et 215 (au centre du bassin versant Sud-Ouest) et représente une superficie d'environ 1 870 m². Deux de ces terrains se situent très en amont du niveau de la route (+2 m) avec une très forte pente (environ 17%). Au vu de la topographie, le volume de stockage possible sur ces parcelles sera d'environ 450 m³.

Les volumes de rétention sur ces 2 sites sont donc largement insuffisant pour une pluie d'orage de période de retour 10 ans et ne seront donc pas retenus comme lieu de stockage des eaux.

La troisième zone possible se situe à l'aval du BV1.



Fig. 19. LOCALISATION DES DIFFERENTS SITES POTENTIELS DE RETENTION D'EAU (IMAGE GOOGLE EARTH)

Malgré une pente longitudinale d'environ 4%, le site sur BV1 bénéficie de caractéristiques favorables à la mise en place d'un barrage permettant un important volume de rétention. La zone est actuellement traversée par un chemin en enrobés qui, dans le cadre de cette solution sera en partie condamné et remplacé par le chemin parallèle existant, actuellement enherbé.

Tabl. 4 - VOLUMES A STOCKER EN FONCTION DES DEBITS DE FUITE - RESULTATS PAR MODELISATION SOUS PLUTON

| Période de retour | Volume stocker dans BV1 pour un débit de fuite de 0,2m ³ /s | Hauteur du barrage | Volume restant à stocker sur BV2 avec débit de fuite existant (0,4m ³ /s) |
|-------------------|--|--------------------|--|
| 10 ans | 10 650 m ³ | + 5,7 m | 3 400 m ³ |
| 30 ans | 13 300 m ³ | + 6,4 m | 4 400 m ³ |
| 50 ans | 14 600 m ³ | + 6,7 m | 4 900 m ³ |
| 100 ans | 16 300 m ³ | + 7,2 m | 5 500 m ³ |

Le volume de rétention possible dépendra de la hauteur du barrage, qui varie de +5,7 à +6,7 du terrain actuel. Par exemple pour stocker le volume d'eau produit par une pluie de période de retour de 30 ans (13 300 m³), le barrage aura une hauteur estimée à 6,2m.

Les volumes d'eau retenus sont calculés avec déblai partiel du terrain existant.

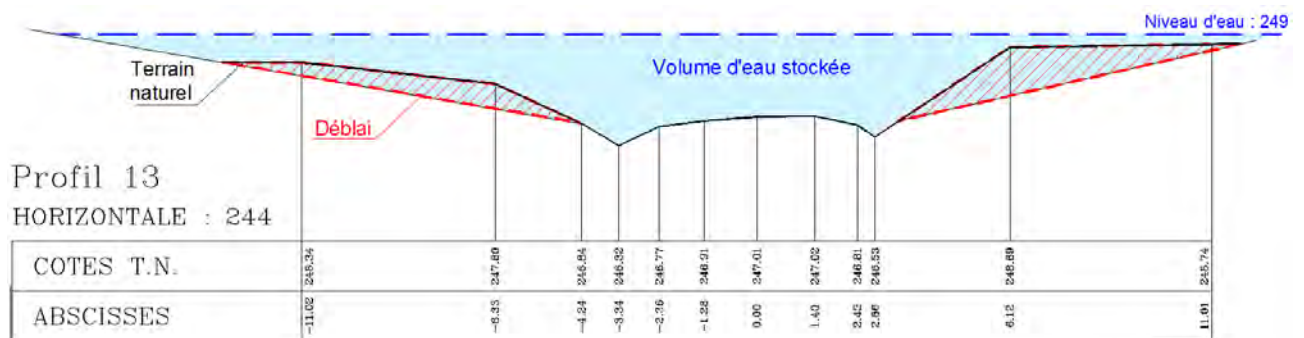


Fig. 20. PROFIL EN TRAVERS TYPE POUR CALCUL DU VOLUME DE DEBLAIS ET DE STOCKAGE

NB : La hauteur du barrage et le volume d'eau stocké sont à confirmer par des levés topographiques complémentaires.

Le débit de fuite sera assuré par la mise en place d'1 buse sous le barrage, placée sur le fossé existant.

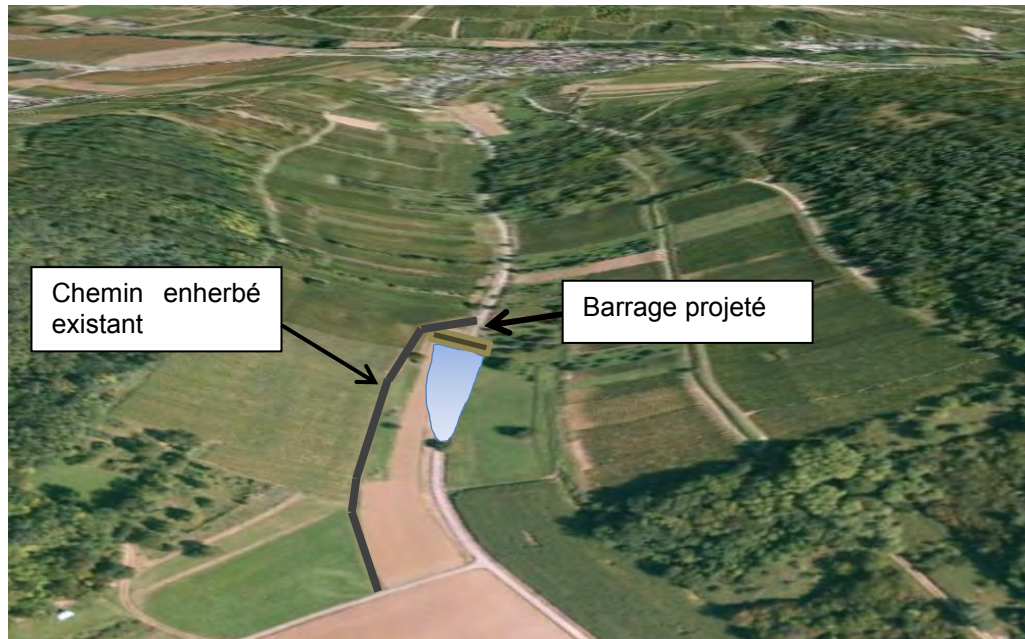


Fig. 21. LOCALISATION DU BASSIN DE RETENTION SUR BV1 (IMAGE GOOGLE EARTH)

3.2.2. AMENAGEMENT DE LA RUE DU FORT A L'EXUTOIRE (BASSIN VERSANT SUD – OUEST)

Le bassin de rétention permettra de stocker les eaux de pluie provenant de BV1, cependant, celles produites par BV2 ne pouvant être stockées sur site, elles devront être prises en charge en milieu urbain.

Il est donc nécessaire d'étudier des solutions d'aménagements depuis la rue du Fort jusqu'à l'exutoire dans la Mossig. Plusieurs solutions sont envisageables :

Reprofilage de voirie :

Une partie des débits peut ruisseler sur la voirie, rue du Fort et rue Saint Maurice. La chaussée de la rue du Fort en dévers, ne permet pas d'envisager un reprofilage en V. Néanmoins les ruissellements en excès, pourraient être contrôlés rue St Maurice par un reprofilage de la voirie. Il permettrait d'orienter les ruissellements en sorte de ne pas affecter les habitations riveraines. Plusieurs solutions existent : mise en place de bordures, abaissement de la chaussée ou profil de chaussée en V avec caniveau grille à l'aval de la rue.

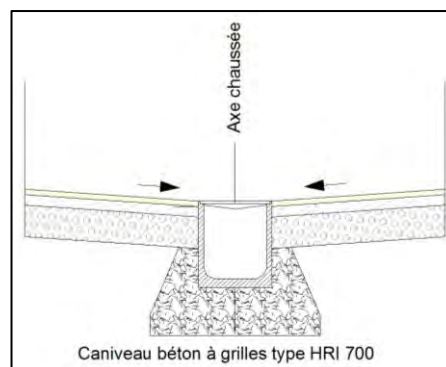


Fig. 22. EXEMPLE DE PROFIL EN TRAVERS TYPE POUR POSE D'UN CANIVEAU GRILLE

NB : vu les niveaux des seuils existants rue du Fort, un reprofilage de la voirie ne peut être envisageable.

Renforcement du réseau d'assainissement de la rue du Fort à la rue de Strasbourg :

Le réseau unitaire existant rue du Fort et rue Saint Maurice est constitué de canalisations de Ø500 puis 600 permettant d'accepter en sus du ruissellement urbain, un débit des fossés amont, estimé à 0,4 m³/s (Cf. partie 2.5.5). Or les débits projetés sont les suivants :

Tabl. 5 - DEBITS EN BV2 APRES STOCKAGE SUR BV1 - RESULTATS PAR MODELISATION SOUS PLUTON

| Période de retour | Débit projeté à l'exutoire de BV2 après stockage en BV1 | Débit projeté pour Ø 600 rue du Fort | Débit projeté pour Ø 700 rue du Fort – rue St Maurice | Débit projeté pour Ø 800 rue du Fort – rue St Maurice |
|-------------------|---|--------------------------------------|---|---|
| 10 ans | 1,59 m ³ /s | 0,95 m ³ /s | 1,53 m ³ /s | 2,27 m ³ /s |
| 30 ans | 1,86 m ³ /s | | | |
| 50 ans | 1,98 m ³ /s | | | |
| 100 ans | 2,14 m ³ /s | | | |

NB : les débits ci-dessus sont donnés après soustraction du débit estimé à réservé à l'assainissement soit 0,2 m³/s.

Ces résultats montrent qu'une canalisation de Ø800 permettrait de transiter le débit d'une pluie centennale après écrêtement amont.

La largeur de l'emprise publique de la rue du Fort permettrait de mettre en place une canalisation réservée au débit d'eau pluviale provenant des BV1 et BV2, en parallèle au réseau existant. Cette solution épargnerait la reprise des branchements actuels mais reste à confirmer en fonction de l'emplacement des réseaux existants (eau potable, réseaux secs...).

La faible emprise de la rue St Maurice et de la rue de Strasbourg ne permet pas une telle solution. C'est pourquoi il est nécessaire de déposer le réseau unitaire existant et de le remplacer par un collecteur de Ø800, avec reprise des branchements.

Au niveau de la partie aval de la rue de Strasbourg, depuis le déversoir d'orage jusqu'à la Mossig, la canalisation devra également être remplacée par un Ø1200, qui permettra un débit de 3,37 m³/s si on conserve la pente existante. L'augmentation de la pente actuelle permettra d'augmenter ce débit. Le déversoir d'orage devra également être remplacé.



Fig. 23. PROPOSITION DE RENFORCEMENT DU RESEAU D'ASSAINISSEMENT

Aménagements privés :

Rue du Fort, on note une forte implication des riverains qui ont déjà réalisé des aménagements en limite de leur parcelle. Cependant il est nécessaire que chacun surélève les éléments les plus vulnérables (exemple : ne pas installer un congélateur dans le garage à même le sol).



Fig. 24. EXEMPLE D'AMENAGEMENT REALISE PAR UN RIVERAIN DE LA RUE DU FORT

3.2.3. AMENAGEMENT DE LA RD 422 (BASSIN VERSANT EST)

Concernant ce bassin versant, il s'agit d'aménager l'exutoire étant donné qu'il n'y a pas de site de stockage. Un projet d'aménagement de la rue de Molsheim (R.D. 422) est en cours. Un reprofilage de cette chaussée au débouché de la rue St Amand (actuellement en point bas) permettra l'écoulement des eaux boueuses vers la Mossig et ainsi résoudre le problème de dépôt des boues sur la route départementale.

3.3. COMPARAISON DES SOLUTIONS

La partie qui suit présente quelques scénarii d'aménagements possibles en fonction des périodes de retour ainsi qu'une estimation des coûts. Les montants indiqués seront affinés au stade maîtrise d'œuvre, après réalisation des levés topographiques complémentaires, de sondages géotechniques nécessaires et d'un diagnostic approfondi des réseaux en interférence avec le projet.

3.3.1. BASSIN DE RETENTION EN BV1 :

Pluie de retour 10 ans

Aménagement d'un bassin de 10 650m³ avec débit de fuite de 0,2 m³/s. Barrage de 5,7 m (avec revanche de 50 cm).

Coût estimatif : 130 000 €

Pluie de retour 30 ans

Aménagement d'un bassin de 13 300m³ avec débit de fuite de 0,2 m³/s. Barrage de 6,2 m (avec revanche de 50 cm).

Coût estimatif : 155 000 €

Pluie de retour 50 ans

Aménagement d'un bassin de 14 600m³ avec débit de fuite de 0,2 m³/s. Barrage de 6,5 m (avec revanche de 50 cm).

Coût estimatif : 175 000 €

Pluie de retour 100 ans

Aménagement d'un bassin de 16 300m³ avec débit de fuite de 0,2 m³/s. Barrage de 6,7 m (avec revanche de 50 cm).

Coût estimatif : 192 000 €

3.3.2. AMENAGEMENT DE LA PARTIE URBAINE : DE LA RUE DU FORT A L'EXUTOIRE

Reprofilage de voirie

Reprofilage de la rue Saint Maurice (environ 2 300m²) :

- Démolition des enrobés existants
- Terrassement sur 30 cm d'épaisseur
- Dépose des bordures
- Pose de bordures et avaloirs
- Reprofilage en V
- Mise en place de caniveau grille type HRI 700
- Pose d'un tapis d'enrobés

Coût estimatif : 250 000 €

Renforcement du réseau d'assainissement:

Rue du Fort :

- Pose d'un collecteur BA de diamètre 800 mm (300 ml) en parallèle au réseau existant

Coût estimatif : 160 000 €

Rue Saint Maurice :

- Dépose du réseau unitaire Ø500 et 600 existants
- Pose d'un collecteur BA de diamètre 800 mm (330 ml)
- Reprise des branchements

Coût estimatif : 220 000 €

Rue de Strasbourg jusqu'à la Mossig :

- Dépose du réseau unitaire Ø700 existant
- Pose d'un collecteur BA de diamètre 1200 mm (60 ml)
- Reprise du déversoir d'orage
- Fourniture et pose d'un clapet anti retour de Ø1200 mm

Coût estimatif : 172 000 €

Coût estimatif total du renforcement du réseau d'assainissement : 552 000 €

3.3.3. MISE EN PLACE DE FASCINE EN BV1 :

Mise en place de fascines (60 ml)

Coût estimatif : 6 000 €

Une combinaison de ces solutions est à prévoir pour optimiser au mieux les investissements. Pour préciser ces aménagements, il est nécessaire de connaître précisément les caractéristiques du réseau unitaire existant (pente, profondeur) et de compléter les levés topographiques au niveau du bassin de rétention projeté.

Les montants indiqués ci-dessus ne comprennent pas les études de dimensionnement et conception du barrage, les levés topographiques complémentaires, le diagnostic approfondi des réseaux pour optimisation des solutions, la rédaction des dossiers réglementaires (Dossier Loi sur l'Eau), les frais d'enquêtes publiques, les frais de géomètres et les frais d'acquisition foncière.

Les volumes de déblais ont été évalués à partir d'une interpolation de levés topographiques et des courbes de niveau du Scan25 de l'IGN et sont à affiner par des semis de points.

L'estimation des coûts montre que le reprofilage de voirie présente une dépense très élevée. Hors certains de ces aménagements pourront être pris en compte dans les travaux déjà programmés en 2012 – 2013 tels que les travaux d'eau potable rue St Maurice et le renouvellement de la couche de roulement rue de Strasbourg.

3.3.4. AMENAGEMENT DE LA RD 422 (BASSIN VERSANT EST)

Le projet de réaménagement de la R.D. 422 devra prendre en compte le reprofilage de la voirie au débouché de la rue St Amand pour permettre l'évacuation des eaux de surface vers la Mossig, et ainsi n'engendrera pas de coût supplémentaire.

4. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Le bassin versant étudié dans le présent rapport présente de nombreuses contraintes : *concentration du ruissellement par gravité dans le thalweg, fortes pentes, cultures dans le thalweg, sensibilité à l'érosion forte, caractéristiques de l'exutoire défavorables.*

Cependant, les observations effectuées sur le terrain ont permis d'identifier plusieurs solutions potentielles d'aménagement afin d'intervenir à la fois sur le ruissellement, la filtration des eaux boueuses et le stockage des volumes générés par la pluie. Les différents aménagements proposés dans le rapport sont en partie modulables et se doivent d'être complémentaires.

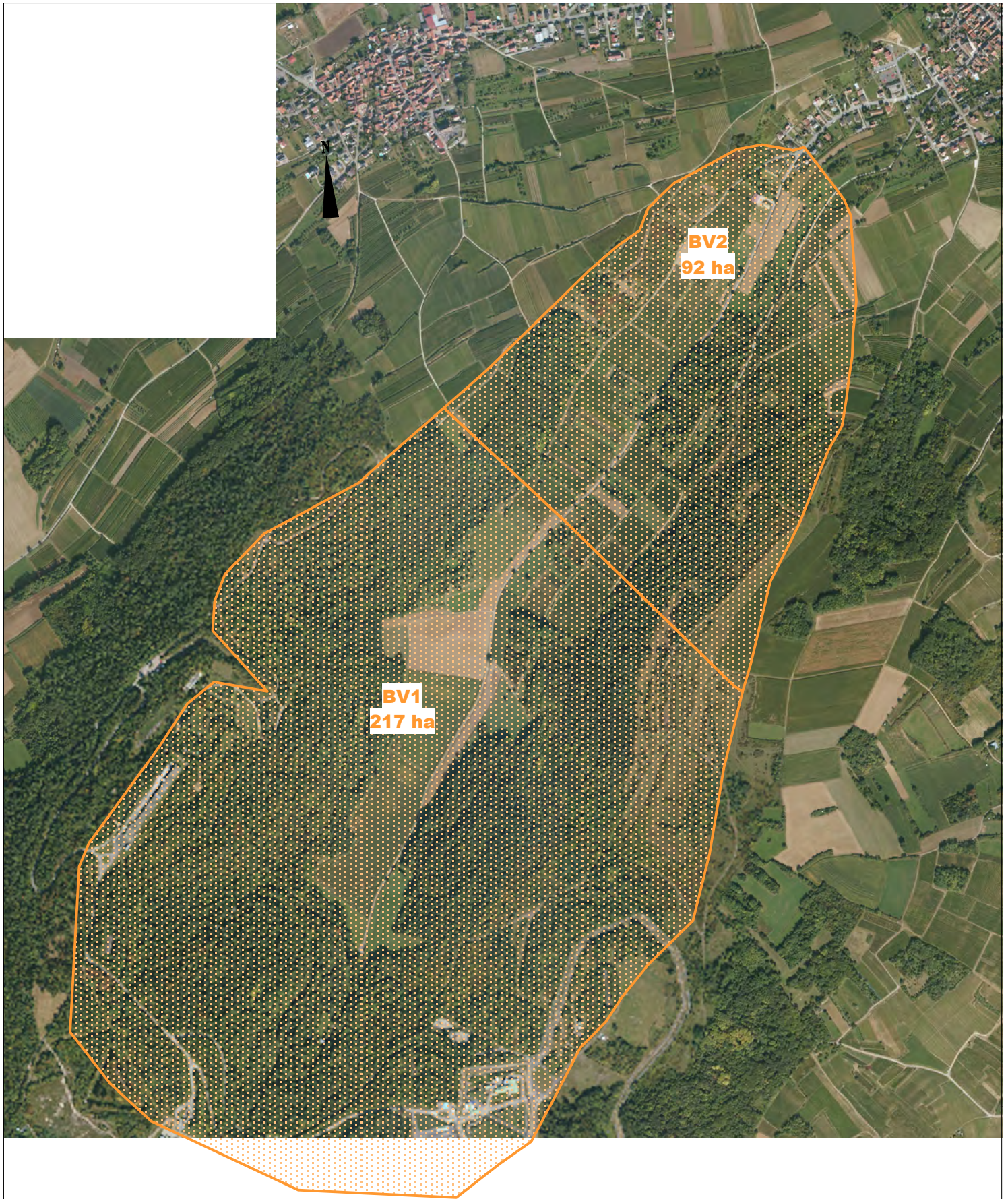
Quelle que soit la solution pour laquelle le maître d'ouvrage optera, la démarche adoptée pour aboutir à un scénario d'aménagement devra être pensée de manière globale et transversale à travers le bassin versant :

- **Intervenir** dès l'amont du bassin versant sur le ralentissement et l'infiltration des écoulements
- **Associer** les exploitants agricoles et propriétaires de vergers, pâtures... aux réflexions relatives à l'emplacement des fascines et des haies (préjudice en termes d'accès à la parcelle et manœuvres, en perte de culture ; avantage de conserver la terre fertile au niveau de la parcelle)
- **Concier** les acteurs de la commune pour discuter de la prise en charge des aménagements.
- **Argumenter** auprès des riverains en partie urbaine pour améliorer l'acceptation du risque inondation pour les événements de période de retour supérieure à celle pour laquelle les aménagements seront conçus.
- **Encourager** les initiatives de protection individuelle (batardeaux, sac de sable...).

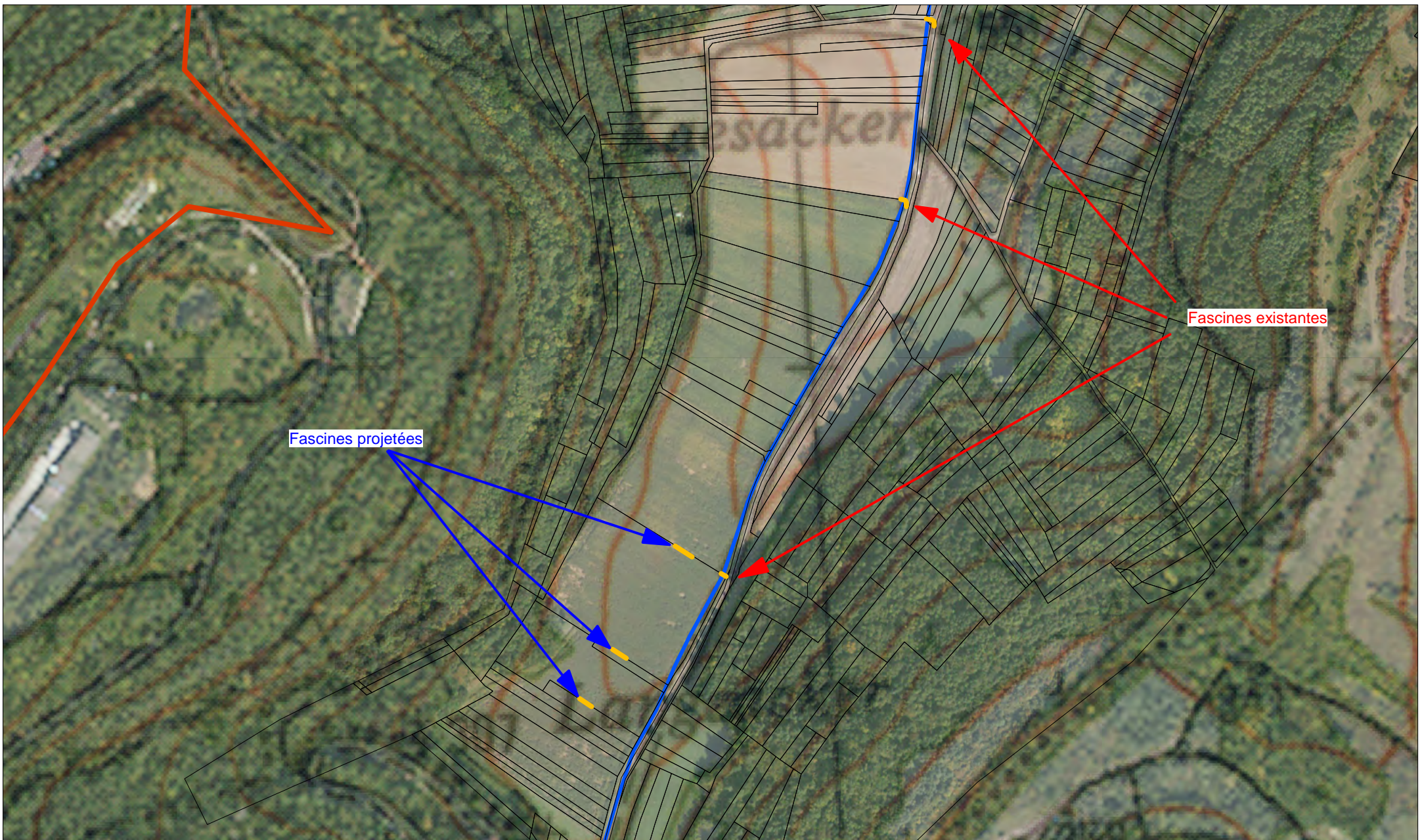
L'ensemble des aménagements envisagés dans ce rapport devra faire l'objet d'études complémentaires (levés topographiques, analyses géotechniques...) au stade maîtrise d'œuvre pour réévaluer les emplacements de stockage (capacité volumique, ancrage des digues, profil des fossés...) et déterminer la capacité et les aménagements nécessaires de la voirie en milieu urbain pour gérer les ruissellements jusqu'à la Mossig.



oOo

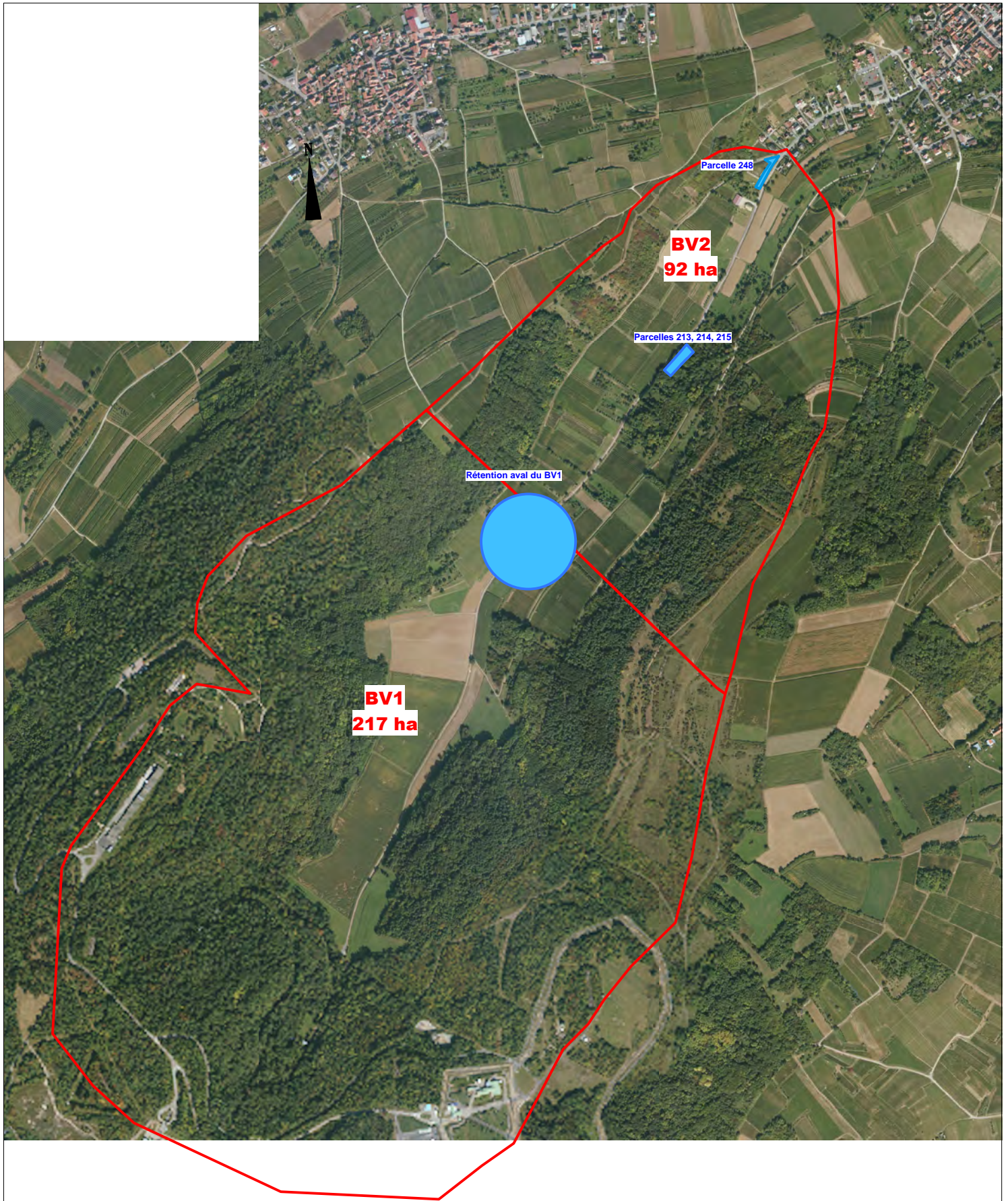
ANNEXES

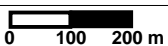


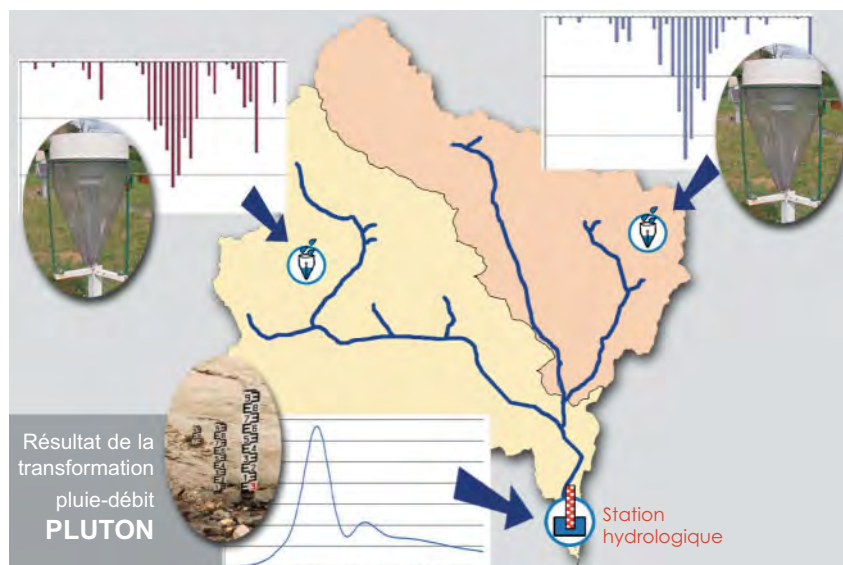
| | | | | | | |
|---|---|--|------------------------------|--|--------|--------|
| Maitre de l'ouvrage : Commune de Soultz-les-Bains Département : 67 | | ETUDE DE LUTTE CONTRE LES COULEES D'EAU BOUEUSE | | | | |
| Maitre d'oeuvre/Bureau d'études AGENCE DE STRASBOURG 15 avenue de l'Europe - 67 300 SCHILTIGHEIM Tel : 03 88 04 04 00 Fax : 03 88 56 90 20 E-mail : strasbourg-s@arteliagroup.com | |  SOGREAH GROUPE ARTELIA | | Découpage des bassins versants Sud-Ouest | | |
| N° Affaire : | 4 63 1404 | Etabli par : V. Conrad | Vérifié par : P-E Schneegans | N° Plan | Indice | Format |
| Phase | Etude | Date : Octobre 2011 | Date : Octobre 2011 | 102 | A | A4 |
| Echelle : |  | Fichier : \affaires en cours\4_63_1404_CC_SOULTZ_LES_BAINS_AMEGT_BV_LUTTE_COULE-(PES) 14_PHASE_111_Cartographie-Plans\WAPINFO\Plans dossier étude | | | | |



| | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|-------------|------------------|---|--------------|--|----------------|--------|-----|--------|---|--------|----|
| Maître de l'ouvrage : Commune de Soultz-les-Bains Département : 67 | ETUDE DE LUTTE CONTRE LES COULEES D'EAU BOUEUSE | N°Affaire : | 4 63 1404 | Etabli par : | V. CONRAD | Vérifié par : | P-E SCHNEEGANS | N°Plan | 103 | Indice | A | Format | A4 |
| | | Phase | Etude | Date : | Octobre 2011 | Date : | Octobre 2011 | | | | | | |
| Bureau d'études :  AGENCE DE STRASBOURG Espace Européen de l'Entreprise 15 avenue de l'Europe - 67300 SCHILTIGHEIM Tel : 03 88 04 04 00 Fax : 03 88 56 90 20 | Localisation des aménagements potentiels de ralentissement des écoulements | Echelle : | 1/6 000e |  | | <small>Fichier : \affaires en cours\4.63_1404_CC_SOULTZ_LES_BAINS_AMEGT_BV_LUTTE_COULE-(PES)\4_PHASE_11_Cartographie-Plans\MAPINFO\Plans dossier étude</small> | | | | | | | |



| | | | | | | |
|---|--|---|--|---|--------|--------|
| Maitre de l'ouvrage : Commune de Sultz-les-Bains Département : 67 | | ETUDE DE LUTTE CONTRE LES COULEES D'EAU BOUEUSE | | | | |
| Maitre d'oeuvre/Bureau d'études AGENCE DE STRASBOURG 15 avenue de l'Europe - 67 300 SCHILTIGHEIM Tel : 03 88 04 04 00 Fax : 03 88 56 90 20 E-mail : strasbourg-s@arteliagroup.com | |  SOGREAH GROUPE ARTELIA | | Localisation des sites potentiels de rétention d'eau | | |
| N° Affaire : | 4 63 1404 | Etabli par : V. Conrad | Vérifié par : P-E Schneegans | N° Plan | Indice | Format |
| Phase | Etude | Date : Sept. 2011 | Date : Octobre 2011 | 104 | A | A4 |
| Echelle : |  0 100 200 m | | Fichier : \affaires en cours\4_63_1404_CC_SOULTZ_LES_BAINS_AMEGT_BV_LUTTE_COULE-(PES) V4_PHASE_1\1_Cartographie-Plans\MAPINFO\Plans dossier étude | | | |

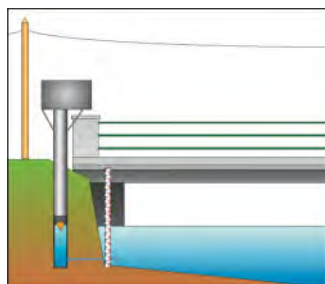


Mots clés

Transformation pluie-débit, précipitations, débits de crue, propagation de crue, bassins versants, bassins urbanisés, bassins naturels, bassins combinés, écrêtement.

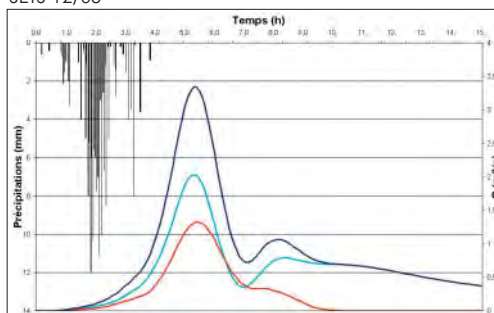
Domaine d'application

Transformation pluie-débit permettant de modéliser, à partir de données pluviométriques réelles ou simulées, l'hydrogramme de crue de sous-bassins versants urbains, semi-urbains ou ruraux. PLUTON permet en outre la modélisation de réseaux hydrographiques complexes grâce à la décomposition en sous-bassins et à la prise en compte de l'éventuelle présence de barrages.



Station hydrologique

SETS 12/05



Graphique résultats PLUTON

Description

PLUTON est un programme, développé par Sogreah, qui permet la modélisation de la transformation de la pluie en débit. Pour les besoins de la modélisation hydrologique, le bassin à étudier est découpé en unités élémentaires : les sous-bassins. PLUTON a pour objet le calcul de l'hydrogramme de crue de chaque sous-bassin à partir d'une pluie statistique ou observée. Ensuite, les résultats peuvent être

repris dans un modèle hydraulique simulant la propagation des hydrogrammes.

Méthodes

Le programme comporte des options en fonction du problème à étudier :

- ◆ **des options alternatives** proposant des variantes de méthodes ou de formules pour résoudre certains aspects du problème,
- ◆ **des options complémentaires** complétant et approfondissant

l'analyse (déplacement de la pluie de projet, cumul de sous-bassins, intégration de barrage).

Conception

PLUTON est destiné à calculer différents hydrogrammes de crue :

- ◆ de sous-bassins urbains, semi-urbains ou ruraux,
- ◆ pour des événements pluvieux ne dépassant pas quelques heures,
- ◆ pour des sous-bassins de 10 à 1000 ha, le cumul de sous-bassins permettant ensuite

la modélisation de bassins versants sans limite de taille.

Détail du programme

Pluies

Plusieurs possibilités sont offertes pour le calcul du hyétogramme qui affecte chaque sous-bassin :

- ◆ pluie de temps de retour déterminé (lois de Montana),
- ◆ pluie réelle mesurée en un ou plusieurs postes de la zone d'étude.

Ruissellement

Plusieurs méthodes de calcul de l'hydrogramme de crue sont disponibles et classées selon le type de sous-bassin. Chaque

sous-bassin est décrit par ses caractéristiques physiques.

Méthodes utilisées

- ◆ Méthode de Caquot.
- ◆ Modèle de transfert "Muskingum" ou "Réservoir Linéaire".
- ◆ Formule rationnelle.
- ◆ Formules de synthèse régionale.

Possibilités complémentaires

- ◆ Choix d'un coefficient de ruissellement constant, variable ou avec une rétention initiale.
- ◆ Comparaison de plusieurs méthodes sur un même sous-bassin avec possibilité d'en introduire de nouvelles.

Opérations sur les sous-bassins

PLUTON permet des opérations diverses représentant au mieux la réalité du bassin versant étudié :

- ◆ combinaison de sous-bassins, afin de modéliser le réseau complet d'un cours d'eau et de ses affluents,
- ◆ écrêtement par un ouvrage (barrage avec ou sans régulation),
- ◆ utilisation complémentaire d'un module externe (exemple : modélisation des consignes de gestion d'un barrage).