

4.3.4. Historique

Un modèle hydraulique initial de la Zorn a été réalisé en 1998 (par la SOGREAH, sous maîtrise d'ouvrage du Conseil Général du Bas-Rhin) dans le cadre de l'étude hydraulique pour l'élaboration du Schéma d'Aménagement, de Gestion et d'Entretien Écologique des Cours d'Eau (SAGEECE⁴) de la Zorn. Ce modèle couvre la Zorn de Saverne jusqu'à la confluence avec la Moder et a été réutilisé pour la construction des cartes d'aléa en crue centennale du PPRi de la Zorn et du Landgraben.

Les limites amont de la zone d'étude du SAGEECE de la Zorn ne permettant pas d'appréhender le risque d'inondation lié aux crues du Mosselbach et de la Zinsel du Sud, respectivement de Schwebwiller (commune de Thal-Marmoutier) à Otterswiller et de Graufthal (commune de Eschhbourg) à Dossenheim sur Zinsel, la DDAF du Bas-Rhin a commandé en 2003 à la SOGREAH une **étude hydrogéomorphologique sur ces têtes de bassin** dans le cadre de l'élaboration du Plan de Prévention des Risques d'Inondation de la Zorn et du Landgraben.

Enfin, les limites amont de la zone d'étude du SAGEECE de la Zorn ne permettent pas d'appréhender le risque d'inondation lié aux crues du Muehlbach (ou Neubaechel) dans la traversée d'Eckwersheim. Une étude hydraulique sur ce cours d'eau en amont du Canal de la Marne au Rhin a donc été réalisée en 2006 par le bureau d'étude SILENE, sous la maîtrise d'ouvrage de la Communauté Urbaine de Strasbourg.

Les résultats de cette étude ne sont pas utilisés dans le cadre de l'élaboration du Plan de Prévention des Risques d'Inondation de la Zorn et du Landgraben, du fait notamment que cette étude se limite à l'aval du bassin versant de cet affluent et ne permet donc pas de cartographier et réglementer la zone inondable dans les communes en amont de Eckwersheim.

Le porter à connaissance du risque inondation identifié à Eckwersheim grâce à cette étude sera réalisé par l'Etat par intégration des résultats de l'étude dans l'Atlas des Zones Inondées du Bas-Rhin. Le rapport de cette étude est fourni en Annexe 8.

La prise en compte dans l'aménagement du territoire du risque inondation identifié à Eckwersheim grâce à cette étude sera réalisée dans le cadre de l'élaboration (en cours) du Plan Local d'Urbanisme de Eckwersheim.

L'illustration 11 montre la répartition spatiale de la couverture de la zone inondable de la Zorn et du Landgraben respectivement par le modèle hydraulique, la méthode hydrogéomorphologique et l'étude à Eckwersheim.

4.3.5. Classes d'aléa

La modélisation hydraulique fournit une **hauteur d'eau** et une **vitesse** en tout point de calcul du modèle. L'illustration 12 montre les données disponibles pour la caractérisation de l'aléa inondation dans les vallées de la Zorn et du Landgraben.

4 Le SAGEECE est un outil spécifique de gestion des cours d'eau, créé en 1991 par le Conseil Général du Bas-Rhin : version non réglementaire des SAGE, ce schéma opérationnel permet de fédérer les acteurs autour d'un programme d'actions pluriannuel par bassin versant, avec le cofinancement du Département et de l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse.

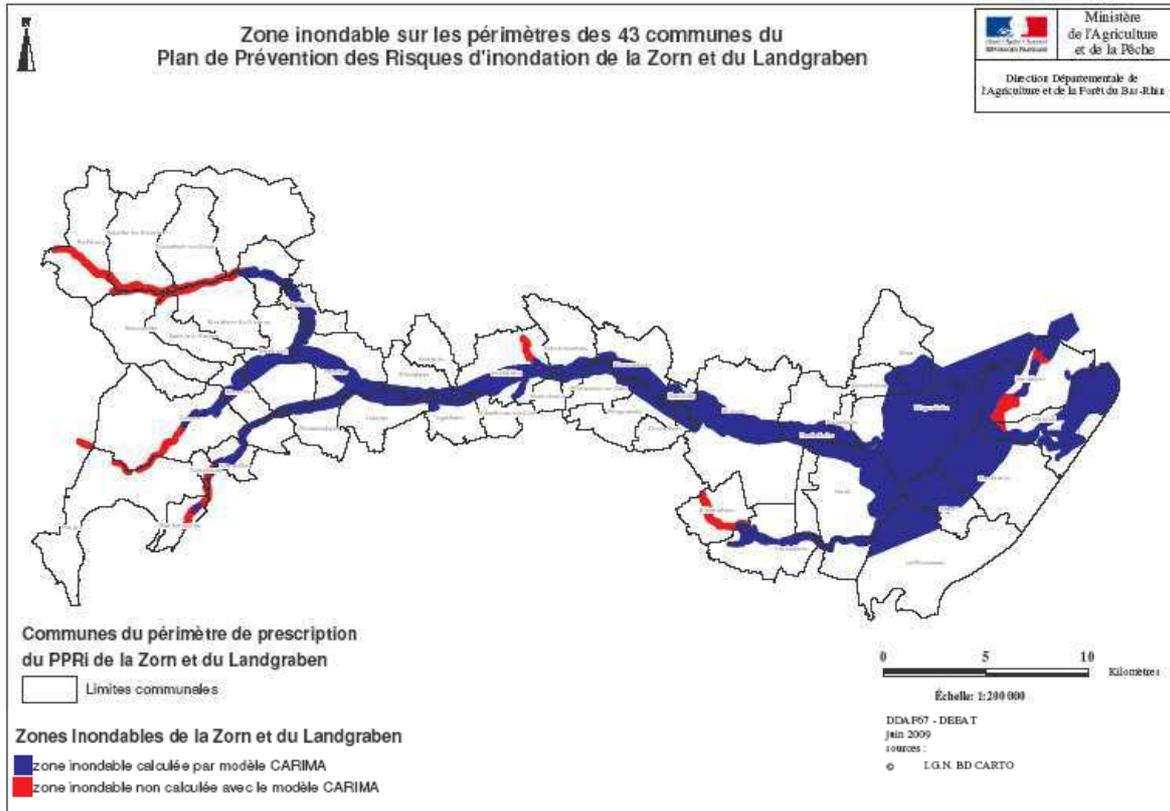


Illustration 11: Emprise de la zone inondable de la Zorn et du Landgraben en crue centennale et répartition spatiale de la couverture de la zone inondable respectivement par le modèle hydraulique et par la méthode hydrogéomorphologique

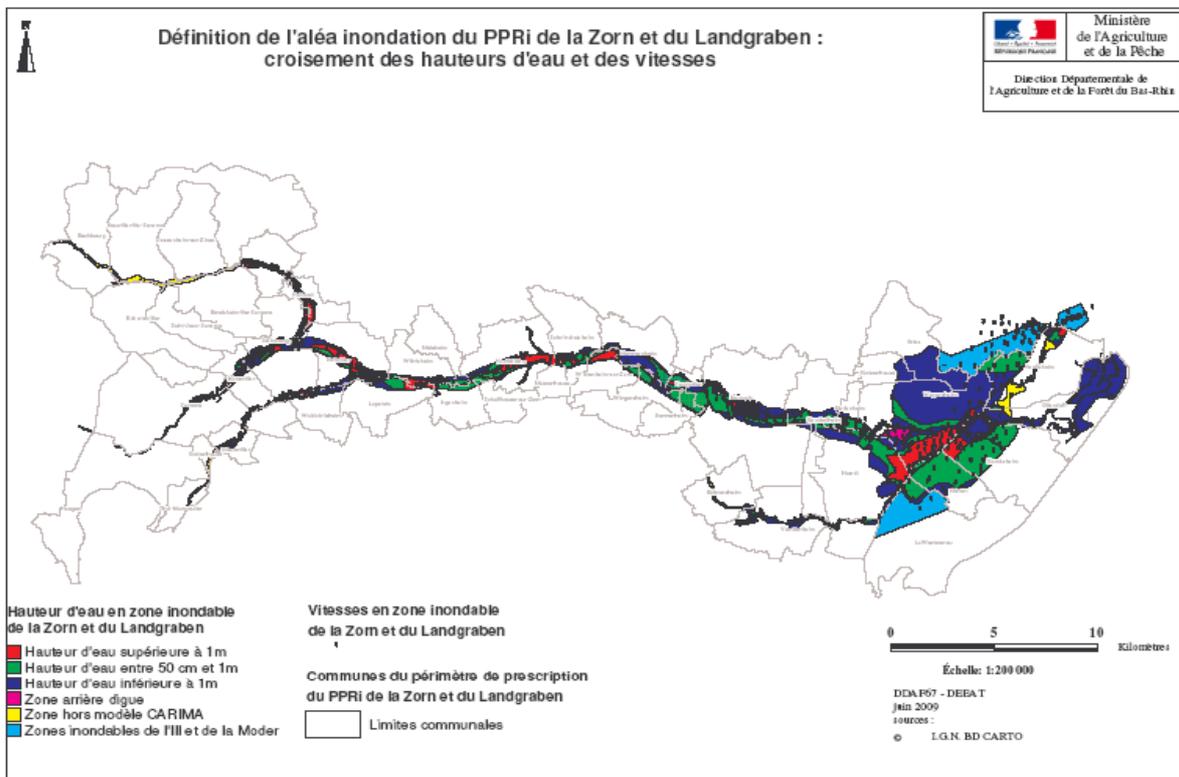


Illustration 12: Données disponibles pour la caractérisation de l'aléa inondation dans les vallées de la Zorn et du Landgraben (hauteurs d'eau et vitesse)

Pour la crue de référence choisie, **trois niveaux d'aléa inondation (faible, moyen, fort)** sont définis pour l'élaboration du PPR inondation de la Zorn et du Landgraben en croisant les hauteurs d'eau atteintes et les vitesses d'écoulement, d'après les règles synthétisées dans le Erreur : source de la référence non trouvée .

Le **seuil de 1mètre de hauteur** de submersion pour le début de la classe d'aléa fort correspond à une **valeur conventionnelle significative en matière de prévention du risque d'inondation**, citée dans la circulaire du Premier Ministre du 2 février 1994 :

- mobilité fortement réduite d'un adulte et impossible pour un enfant,
- soulèvement et déplacement des véhicules qui vont constituer des dangers et des embâcles,
- difficulté d'intervention des engins terrestres des services de secours, limités à 60-70 cm.

Hauteur	Vitesse		
	V < 0.50 m/s	0.50 m/s < V < 1 m/s	V > 1 m/s
H < 0.50 m	Faible	Moyen	Fort
0.50 m < H < 1 m	Moyen	Moyen	Fort
H > 1 m	Fort	Fort	(Très) Fort

Tableau 5: Règles de croisement des hauteurs d'eau et des vitesses d'écoulement en crue centennale pour la définition de l'aléa inondation

Les seuils de 0.5 et 1mètre de hauteur de submersion pour la délimitation des classes d'aléa faible et moyen correspondent aux valeurs les plus souvent utilisés dans les PPR inondation.

Les choix des **seuils de vitesse** en revanche correspondent au **comportement propre à la Zorn**. Ainsi, si l'on considère la répartition des vitesses d'eau atteintes dans le lit majeur de la Zorn, les vitesses faibles correspondent à des valeurs inférieures à 0.50 m/s, moyenne de 0.50 à 1 m/s et forte au-delà. Il faut cependant noter que la connaissance de ce paramètre est souvent difficile à apprécier. Or, les vitesses ne sont déterminantes qu'au des chenaux d'écoulement préférentiels dans le lit majeur : **en dehors de ces chenaux d'écoulement préférentiels, la hauteur d'eau est retenue comme unique critère définissant l'aléa.**

4.4. Description de la modélisation hydraulique

Le modèle hydraulique de la Zorn a été réalisé à partir du logiciel CARIMA dans le cadre de l'étude SAGEECE (SOGREAH 1998).

4.4.1. Fonctionnalités du logiciel CARIMA

Le logiciel CARIMA, développé par SOGREAH, est un système de modélisation des écoulements permanents ou transitoires à surface libre. Le modèle utilisé permet la simulation des écoulements maillés en régime transitoire. Il traite deux régimes de base des écoulements :

- L'écoulement unidimensionnel dans le (ou les lits) mineur(s) de la rivière, représenté par les équations complètes de Barré de Saint-Venant qui tiennent compte de l'inertie ;
- L'écoulement dans le champ d'inondation, représenté par une modélisation dite « à casier » (ou pseudo 2-D) et des équations simplifiées de l'écoulement (sans termes d'inertie).

Le maillage est défini en respectant les critères suivants :

- Sur l'ensemble du secteur modélisé, on distingue les écoulements linéaires (c'est-à-dire régis par le frottement sur le fond) des pertes de charge singulières localisées (déversement sur une digue, écoulement sous un ouvrage, etc.), et ceci sans négliger les uns au profit des autres ;
- Le maillage dans la plaine est suffisamment fin pour fournir les éléments nécessaires à la cartographie des vitesses et pour représenter les principaux affluents locaux.

Pour chaque simulation, le modèle fournit la variation dans le temps des niveaux, débits et vitesses au droit de chaque point de calcul.

4.4.2. Topographie

Le modèle de la Zorn est construit à partir de levés topographiques provenant de différentes sources :

- SAGEECE
- diverses études sectorielles entre 2000 et 2006
- et d'autres études depuis 1995. Il intègre les rivières de la Zinsel du Sud et du Mosselbach (affluents de la Zorn en amont du bassin versant) en plus des deux cours d'eau principaux, la Zorn et le Landgraben (voir Illustration 15).

4.4.3. Topologie

Le calcul des hauteurs d'eau et des vitesses dans la rivière est réalisé au niveau de chaque profil, délimitant les tronçons de rivière dans le modèle.

Le calcul des hauteurs d'eau et des vitesses dans le lit majeur est réalisé au niveau de chaque centre de casier.

Le modèle compte 1120 points de calcul dont 943 en lit mineur (incluant les points fictifs du code) et 177 casiers (voir Erreur : source de la référence non trouvée).

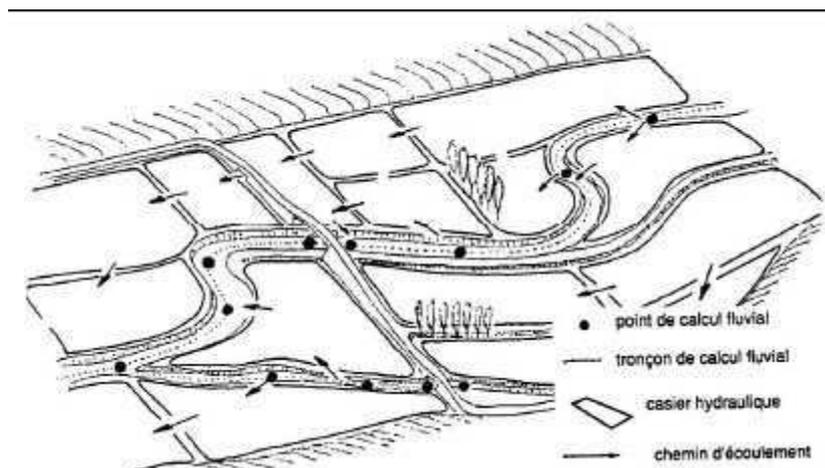


Illustration 13: Exemple de topologie de modèle (tronçons et points de calcul en lit mineur, casiers en lit majeur et écoulement entre casiers)

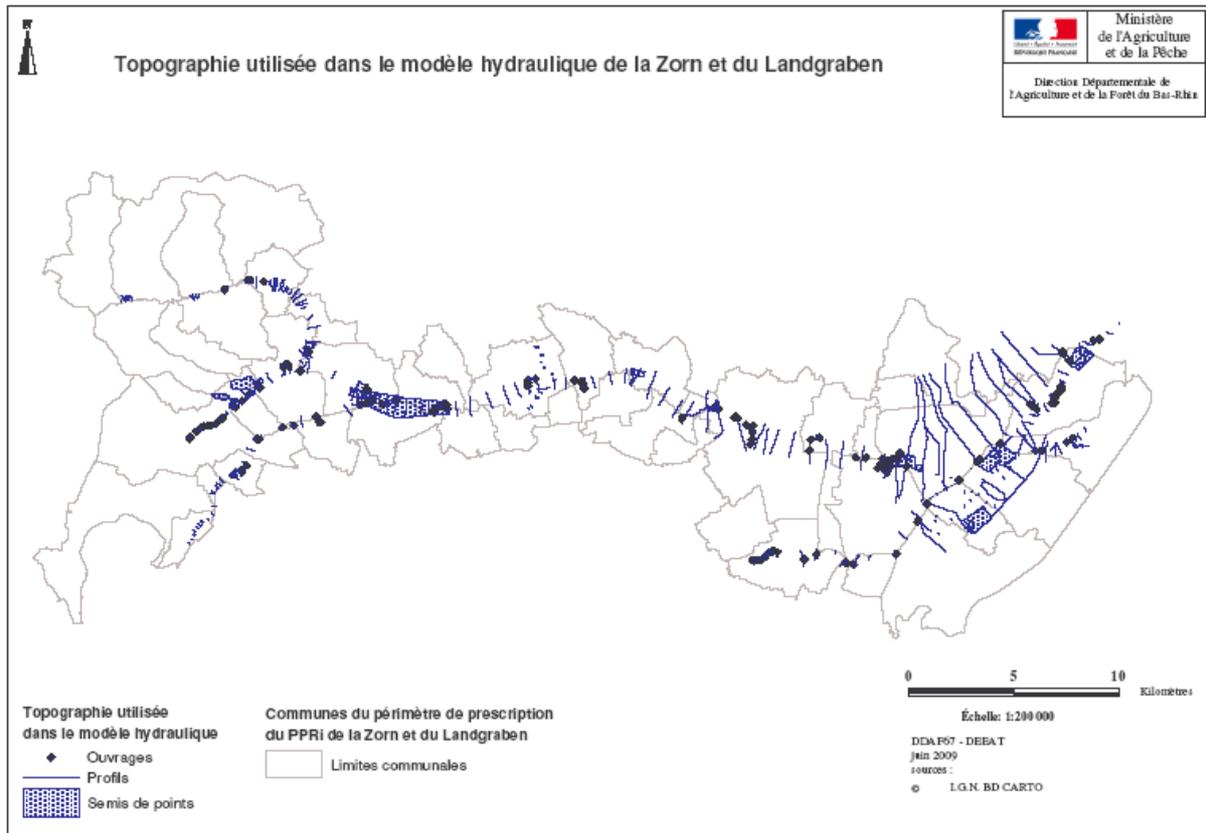


Illustration 14: Topographie utilisée dans le modèle hydraulique Zorn / Landgraben

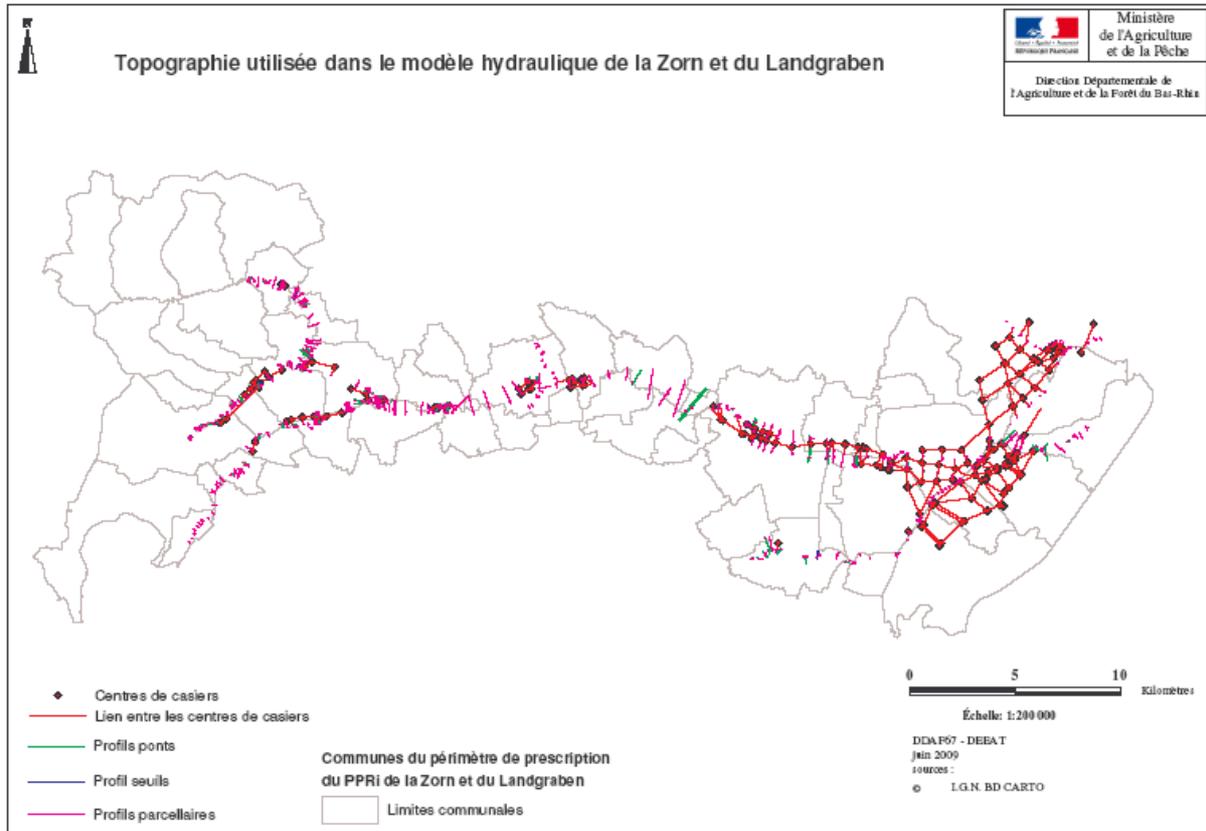


Illustration 15: Topologie utilisée dans le modèle hydraulique Zorn / Landgraben

4.4.4. Conditions aux limites

En amont du modèle :

- Trois hydrogrammes sont introduits en entrée de modèle sur la Zorn à Saverne, sur la Zinsel du Sud à Dossenheim et sur le Mosselbach à Otterswiller, et définis suivant les résultats de l'étude hydrologique menée en 2007 par la SOGREAH ;
- La modélisation du Landgraben, reliée à celle de la Zorn par l'intermédiaire du canal de dérivation de Weyersheim, prévoit également une introduction de débit à Vendenheim ;
- Des injections de débits correspondant aux divers affluents (non modélisés) sont réalisées sur le parcours des rivières modélisées.

En aval du modèle, deux conditions ont été définies :

- Au niveau de la Moder pour la Zorn : il s'agit d'une loi hauteur-débit $Q(y)$ à l'aval de la confluence avec la Moder. La modélisation d'une section de la Moder (sur environ 4 km en amont de la confluence, et 2 km en aval) prend également en compte une condition de débit en amont de la confluence avec la Zorn ;
- Au niveau de Herrlisheim sur le Landgraben : la condition limite est une loi $Y(t)$ (hauteur en fonction du temps).

La condition aval du modèle pour la Zorn a été modifiée depuis l'étude SAGEECE. Elle est maintenant située à l'aval du barrage de l'usine à caddies de Herrlisheim grâce au levé de 2 profils supplémentaires en aval de l'usine (voir Illustration 16).

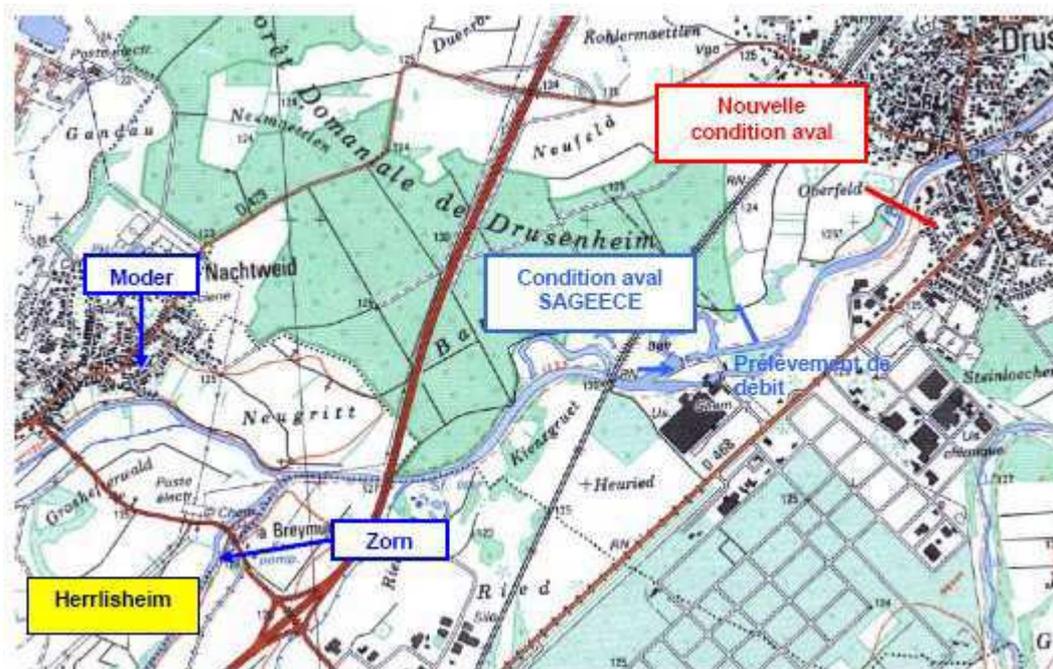


Illustration 16: Plan de la localisation de la condition aval pour la Zorn (ancienne et nouvelle)

La carte en annexe 1 situe les différentes conditions limites ainsi que les injections de débit.

Il faut noter que le débit pris en compte dans l'étude sur le Muehlbach (ou Neubaechel) à Eckwersheim, égal à $14\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$, correspond à une crue centennale, alors que le débit provenant du Muehlbach (ou Neubaechel) injecté dans le modèle hydraulique de la Zorn et du Landgraben est plus faible : en effet, le modèle hydraulique considère une crue d'occurrence centennale sur le Landgraben, et non pas sur chacun de ses affluents (la prise en compte d'un débit d'occurrence centennale sur chacun des affluents du Landgraben correspondrait à une crue plus rare que la centennale sur le Landgraben lui-même).

4.4.5. Mise à jour de l'hydrologie

Le bassin de la Zorn dispose de stations de mesure limnigraphiques. Ces équipements permettent **l'enregistrement continu du niveau du cours d'eau**. Une relation niveau-débit (ou courbe de tarage), établie par le gestionnaire de la station permet la **traduction des niveaux en débits**.

L'**analyse statistique de ces débits** permet d'en déduire le fonctionnement de la Zorn au droit de ces différentes stations. C'est par le biais de cette analyse que sont **estimés** les débits caractéristiques de **crue centennale**. La fiabilité de cette analyse, et donc des débits de crue centennale estimés, dépend, comme pour toute analyse statistique, de l'étendue de l'échantillon de débits mesurés : **plus le nombre d'années de mesure de débits en grand, plus fiable est l'estimation des valeurs de débits extrêmes**.

Or, l'hydrologie sur les bassins de la Zorn et de la Zinsel a fait l'objet d'une nouvelle étude par la SOGREAH en 2007 pour le compte du Syndicat Intercommunal d'Aménagement du Bassin de la Haute Zorn, ce qui correspond à une prise en compte de 10 années supplémentaires de mesures de débits sur la Zorn par rapport à l'étude initiale de 1998 du SAGEECE de la Zorn.

Les valeurs de débits centennaux utilisées dans le modèle hydraulique en 2009 ont donc été modifiées (par rapport à ceux de 1998) pour utiliser les résultats de cette étude hydrologique et cela afin de gagner en précision dans les hypothèses d'alimentation du modèle.

Ces valeurs de débit sont données dans le Tableau 6.

VALEURS DES DEBITS CENTENNAUX CARACTERISTIQUES (m3/s)

Zorn à Saverne	Zinsel à Dossenheim	Zinsel à la confluence/ Zorn	Zorn aval conf./Zinsel	Zorn à Dettwiller	Mosselbach à la conf./ Kohbach	Kohbach à la conf./ Mosselbach	Mosselbach à la conf./ Zorn	Zorn à Waltenheim
69	70	88	143	131	21	38	47.5	195

Tableau 6: Valeurs de débits centennaux caractéristiques de la crue centennale pour le bassin versant de la Zorn et du Landgraben utilisées pour l'élaboration du PPRi

L'analyse comparative des hydrogrammes des crues les plus fortes montre que la crue d'octobre 1998 est bien représentative du temps de concentration et du temps de base fondamental du bassin de la Zorn (extrait de l'étude hydrologique de 2007).

L'hydrogramme centennal de la Zorn à Saverne est donc construit selon la forme de la crue d'octobre 1998. Les apports des affluents sont définis en faisant en sorte que le débit de la Zorn soit centennal en tout point du secteur d'étude.

4.4.6. Calage

Le modèle hydraulique de la Zorn a été calé sur la base des lignes d'eau et laisses de crues connues, en jouant sur les paramètres suivants : coefficients de perte de charge des ouvrages et les coefficient de rugosité (Strickler) des tronçon de lit du cours d'eau.

L'étude SAGEECE réalisée par la SOGREAH a conduit à un modèle hydraulique de la Zorn entre Saverne et la confluence avec la Moder. Le modèle général de la Zorn était calé sur les crues historiques de 1990 et 1993. La SOGREAH avait de plus vérifié la cohérence de la cartographie des zones inondables issue des résultats de calculs avec les photos aériennes de la crue d'octobre 1998. Dans le cadre d'études de faisabilité pour la réalisation d'ouvrages de protection contre les crues de la Zorn entre 2002 et 2006, la DDAF (subdivision de Saverne) a mis à disposition de la SOGREAH des nivellements de laisses de la crue d'octobre 1998 (période de retour 30 ans sur le haut bassin de la Zorn). Ces nouvelles informations ont permis à la SOGREAH d'ajuster les hypothèses et d'affiner le calage du modèle général de la Zorn, en particulier au droit de Dettwiller.

4.4.7. Précision du modèle

La précision des résultats annoncés sur les niveaux absolus des crues simulées dépend donc :

- de la représentativité des coefficients empiriques représentant la complexité des écoulements multidirectionnels,
- de l'imprécision inhérente à la topographie,
- du calage du modèle qui est précis à 10 centimètres près en zones urbaines et 20cm près en zones rurales par rapport aux laisses de crues connues, mais dont la validité est encore conditionnée par la finesse de l'analyse hydrologique et la connaissance précise des hydrogrammes des crues de calage.

Compte tenu de la considération de l'ensemble de ces paramètres, on peut donc raisonnablement considérer pour les résultats de calculs de niveaux maximum de la crue de référence, une **précision de l'ordre de 20 à 30 cm**.

4.4.8. Modalités de prise en compte des digues

Comme cela a été expliqué dans les chapitres 4.4.1 à 4.4.3, le modèle hydraulique prend en compte les principales singularités dans la topographie du lit majeur du cours d'eau afin de délimiter la zone inondable. A ce titre, les digues sont prises en compte dans le modèle, qui compare les cotes de crête de digue avec les cotes de hauteur d'eau calculée en crue centennale.

Les zones en arrière des digues suffisamment hautes pour contenir la crue centennale apparaissent donc comme non inondables dans les résultats du modèle.

Cependant, les zones en arrière de ces digues restent soumises à un risque résiduel, lié à la possible rupture de ces ouvrages.

Un des objets d'un PPRi étant de garantir la sécurité des personnes et des biens à travers la prise en compte du risque dans l'aménagement du territoire, il apparaissait donc **nécessaire de réglementer également ces zones arrière digues centennales dans le PPRi**.

Ne disposant pas à l'heure actuelle d'études quantifiant le risque arrière digue en cas de rupture de digue (ces études doivent être réalisées par les gestionnaires de digues d'ici fin 2014), le service instructeur a suivi les recommandations du guide d'élaboration des Plans de Prévention des Risques d'inondation réalisé en 1999 par le Ministère en charge de l'Ecologie en **délimitant la zone inondable en cas d'absence de digue**.

La zone inondable arrière digue centennale ainsi délimitée reste constructible, moyennant le respect d'un recul fonction de la hauteur de mise en charge de la digue⁵ (**bande de sécurité arrière digue**) et le respect des dispositions constructives du règlement de la zone mauve non hachurée (notamment mise hors d'eau du plancher des bâtiments).

Les largeurs de la bande inconstructible arrière digue définies dans le PPR inondation de la Zorn et du Landgraben reprennent les valeurs préconisées dans le projet de SDAGE Rhin : 50m lorsque la différence entre le niveau du terrain naturel et le niveau de la crue de référence dépasse 1m et 10m dans le cas contraire.

Largeur de la bande de sécurité arrière digue	Hauteur de mise en charge de la digue
10 m	< 1m
50 m	> 1m

Tableau 7: Largeur de la bande de sécurité arrière digue en fonction de la hauteur de mise en charge de la digue

Le modèle hydraulique a donc été utilisé pour simuler l'épandage de la crue en l'absence de digue et délimiter la zone inondable en arrière des digues.

⁵ La hauteur de mise en charge de la digue correspond à la cote de crue centennale dans le lit mineur au droit de la digue moins la cote du terrain naturel immédiatement arrière digue.

4.5. Description de la méthode utilisée sur les têtes de bassin versant

Le modèle hydraulique de la Zorn et du Landgraben construit dans la cadre du SAGEECE de la Zorn ne couvre pas l'ensemble du périmètre du PPRi de la Zorn et du Landgraben.

Ainsi, l'aléa inondation sur les têtes de bassins versants de la Zorn et de ses deux affluents principaux, le Mosselbach et la Zinsel du sud, respectivement, en amont de Saverne jusqu'à la limite départementale, de Schebwiller (commune de Thal-Marmoutier) à Otterswiller et de Graufthal (commune de Eschbourg) à Dossenheim-sur-Zinsel, a été déterminé par un autre moyen.

Pour déterminer cet aléa, les démarches suivantes ont été suivies :

- Pour la Zinsel du sud, une modélisation en régime permanent dans la traversée de Graufthal où des habitations sont régulièrement inondées (modèle ECOPERM). Entre Graufthal et Dossenheim-sur-Zinsel, l'enveloppe des zones inondables est déterminée par des observations hydrogéomorphologiques (configuration de lit majeur, dépressions, traces d'écoulement en crue, zones humides, etc.) et des enquêtes auprès des habitants. La cartographie des zones inondables en crue centennale a été déduite des résultats de modélisations et des enquêtes de terrain ;
- Pour le Mosselbach, une modélisation en régime permanent entre la limite amont de Schwebwiller (commune de Thal-Marmoutier) et la limite amont de l'étude SAGEECE (modèle ECOPERM). Des levés topographiques ont été réalisés dans cette optique par le cabinet de géomètres Graff. La cartographie des zones inondables en crue centennale a été déduite des résultats de modélisation ;
- Pour la Zorn amont, la cartographie des zones inondables en crue centennale a été déduite des observations hydrogéomorphologiques et des enquêtes auprès des habitants.

La description de l'étude hydraulique sur le Muehlbach (ou Neubaechel) en amont du Canal de la Marne au Rhin figure en annexe 2 (extrait du rapport d'étude SILENE/CUS de 2006).

4.6. Vérification de la cohérence des limites des zones inondables

L'analyse approfondie du premier projet de PPRi soumis aux communes lors de la première consultation en 2006 a fait apparaître des discordances sur un certain nombre de secteurs entre la limite de zone inondable reportée sur la carte d'aléa du PPRi et les données disponibles sur les crues historiques. Dans les zones urbanisées à enjeux, il s'avérait nécessaire d'expertiser ces discordances afin de lever les doutes sur l'inondabilité des secteurs concernés. Par ailleurs, il y avait lieu de prendre en compte certains remblais récents.

Les analyses conduites lors de l'étude complémentaire de 2008 ont été les suivantes :

- Wilwisheim centre urbain rive gauche : expertiser la discordance avec les crues de 1970, 1983 et 1998,
- Hochfelden frange urbaine rive gauche amont de la D 25 : vérifier la cohérence avec les crues de 1983 et 1998,
- Hochfelden frange urbaine rive gauche aval de la D 25 : expertiser la discordance avec la crue de 1983, examiner le développement possible de la zone industrielle en remblai depuis cette crue,
- Schwindratzheim rive gauche : vérifier le contour au droit de 2 secteurs localisés de zone d'activité, probablement en remblai,
- Mommenheim : expertiser la discordance avec les crues de 1970 et 1983 (très différentes entre elles),
- Brumath, aval immédiat A35 rive gauche, au droit zone industrielle : vérifier la cohérence avec la crue de 1998,
- Hoerdt frange urbaine Nord-Est, rive droite : expertiser la discordance avec la crue de 1983,
- Kilstett, au droit de la rue du Ried : affiner le contour de l'aléa suite au levé topographique réalisé récemment par la commune dans le cadre de son PLU
- Steinbourg, au droit de la rue de la Gare : vérifier la cohérence avec la crue de 1998

5. Construction des cartes de zonage

5.1. Nombre de zones et description

L'objet du PPR inondation de la Zorn et du Landgraben est d'établir une carte couvrant les secteurs exposés au risque d'inondation et de diviser cet espace en différents types de zones à l'intérieur desquelles différentes règles sont applicables.

Les deux objectifs du PPRi sont rappelés :

- préserver la sécurité des personnes et des biens,
- préserver les zones d'expansion des crues.

C'est pourquoi, **les zones à fort aléa inondation et les zones naturelles présentant un intérêt pour l'expansion des crues sont définies a priori comme zones inconstructibles** : ce sont les **zones oranges**.

Les **zones constructibles** moyennant le respect de certaines **dispositions constructives**, ou **zones jaunes**, sont limitées aux zones présentant à la fois :

- un aléa inondation faible à moyen,
- peu d'intérêt pour l'expansion des crues.

Enfin, en arrière des digues tenant la crue centennale, le PPRi a pour objectif essentiel la sécurité des personnes et des biens, ces zones étant déjà soustraites au champs d'expansion des crues. **Les zones arrière digue centennale restent constructibles**, ce sont les **zones mauves non hachurées**, sauf dans une bande de sécurité de **10 ou 50m de large** longeant la digue, ou **zone mauve hachurée**.

5.2. Règles de zonage

Les règles de zonage utilisées a priori pour établir le projet de carte de zonage du PPRi de la Zorn et du Landgraben sont les suivants :

- Dans un premier temps, l'intensité de l'aléa inondation est définie à partir des données objectives de hauteurs d'eau et de vitesse en crue centennale issues de la modélisation (voir Illustration 14) : une carte délimitant les zones d'aléa faible, moyen et fort est construite (voir Illustration 17, voir annexe 3 pour l'ensemble des cartes d'aléa);
- Dans un deuxième temps, cette carte d'aléa est croisée avec les enjeux, selon les principes exposés dans le chapitre 5.1 et résumés dans le Tableau 8, pour fournir le projet « brut » de carte de zonage (Illustration 18).

	Zone Urbanisée	Zone non Urbanisée
Aléa faible	Zone jaune	Zone orange
Aléa moyen	Zone jaune	Zone orange
Aléa fort	Zone orange	Zone orange

Tableau 8: Règles de zonage basé sur le croisement de l'aléa et de l'enjeu

C'est sur la base de ce projet « brut » de carte de zonage qu'a été menée la concertation avec les communes en 2009.

L'ouverture d'éventuelles zones jaunes supplémentaires s'est faite au cas par cas, pour des projets respectant l'ensemble des critères suivants :

- Zone voisine de la zone urbanisée,
- Présentant un aléa faible, voire moyen si le projet correspond à un enjeu peu sensible,
- En dehors des zones dynamiques des champs d'expansion des crues, c'est-à-dire ayant peu d'influence sur le fonctionnement hydraulique global,
- Correspondant à des constructions de surface limitée.

La liste des zones jaunes ouvertes lors de la concertation avec les communes est donnée en annexe 4. Elle comprend :

- les zones jaunes issues de la concertation de 2006/2007,
- les zones jaunes issues des échanges courant 2008, hors phase identifiée de concertation,
- les zones jaunes issues de la phase actuelle de concertation 2009.

5.3. Délimitation des zones jaunes : principes de zonages supplémentaires

Les difficultés de délimitation des zones jaunes provient de la difficulté de délimitation des zones urbanisées.

En effet, si dans de nombreux cas les limites cadastrales des dernières parcelles bâties marquent bien les limites de la zone urbanisée (voir exemple Illustration 19), on se retrouve parfois face à des limites intuitives de zones urbanisées « coupant » les dernières parcelles bâties (voir exemple Illustration 20, à l'est de Hattmatt).

Dans ce cas, il faut se donner une règle afin de fixer une limite objective à la zone jaune : la limite choisie est celle de la zone d'aléa faible. L'exemple de la zone jaune à l'est de Hattmatt, Illustration 20 et Illustration 21, illustre ce **premier principe de zonage supplémentaire**.

D'autre part, la définition de zone urbanisée est élargie aux quelques cas d'îlots de bâtiments, isolés de la zone urbanisée proprement dite, mais néanmoins proche de celle ci et d'une taille non négligeable.

Cependant, pour ces cas spéciaux, la zone jaune est restreinte à l'emprise des bâtiments en question. Ce **second principe de zonage supplémentaire** est illustré par deux îlots de natures différentes, à l'ouest de Hattmatt (activité, Illustration 20 et Illustration 21) et au sud de Steinbourg (habitat, Illustration 22 et Illustration 23).

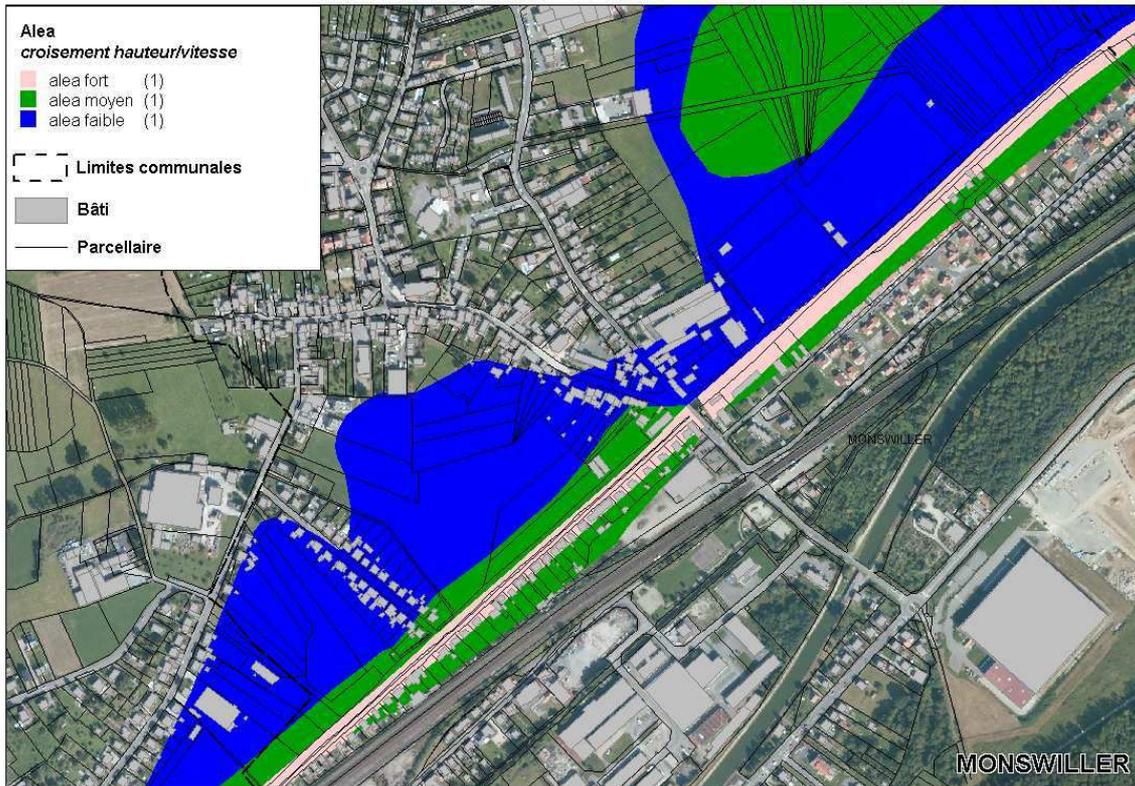


Illustration 17: Extrait de la carte des aléas du PPRI de la Zorn et du Landgraben sur le banc communal de MONSWILLER

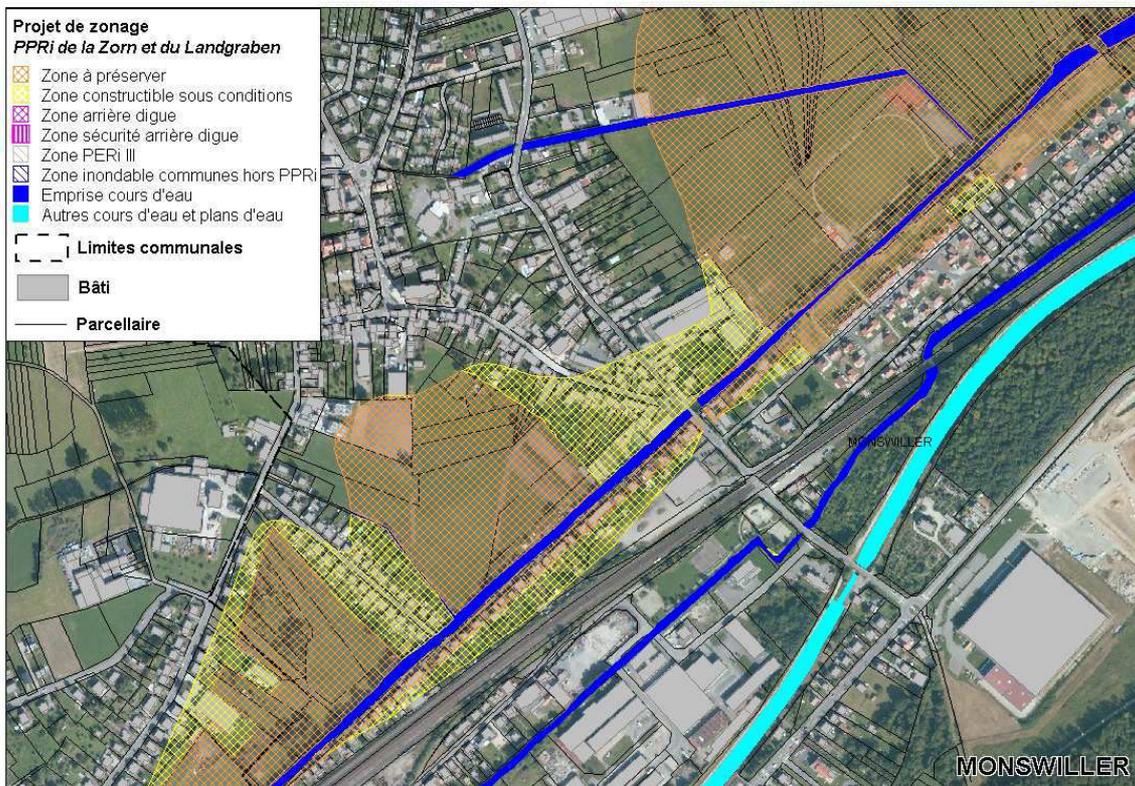


Illustration 18: Extrait du projet « brut » de carte de zonage du PPRI de la Zorn et du Landgraben sur le banc communal de MONSWILLER

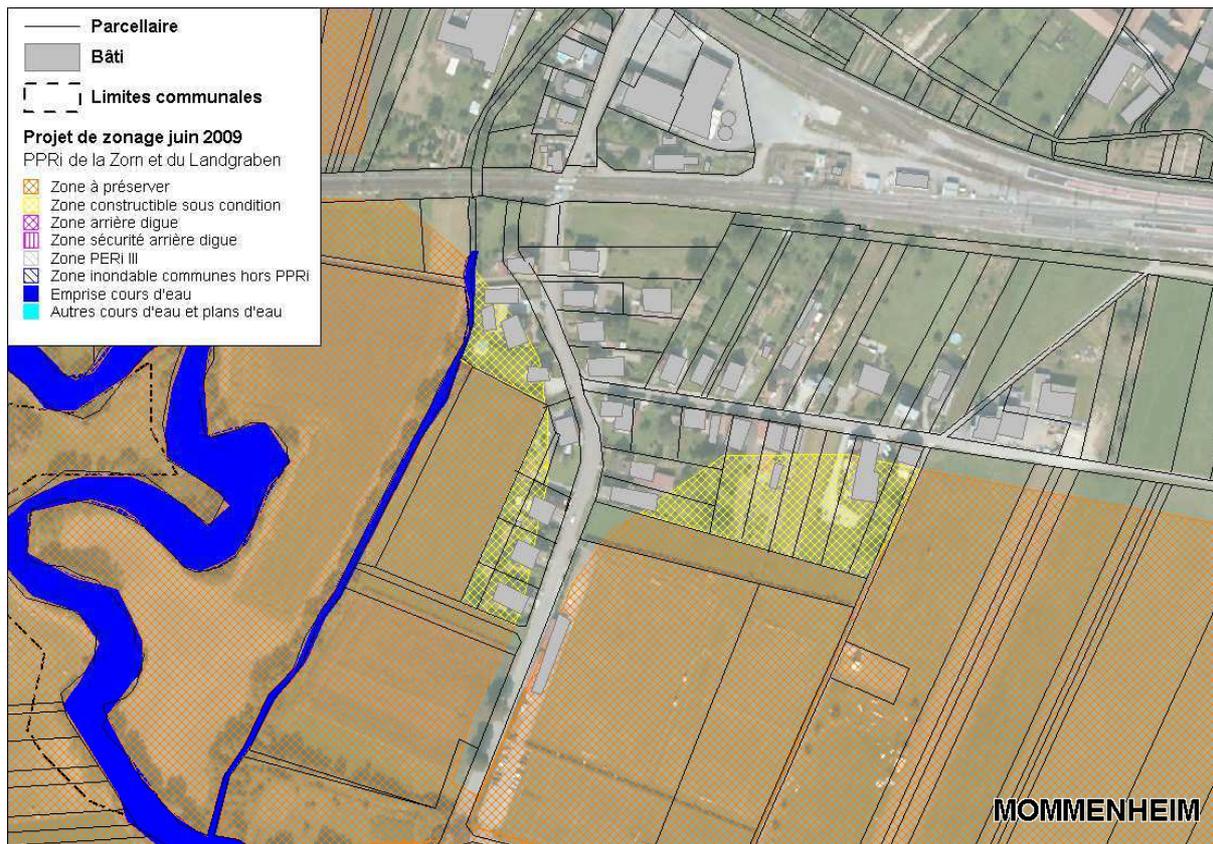


Illustration 19: Extrait du projet « brut » de carte de zonage du PPRi de la Zorn et du Landgraben sur le banc communal de MOMMENHEIM

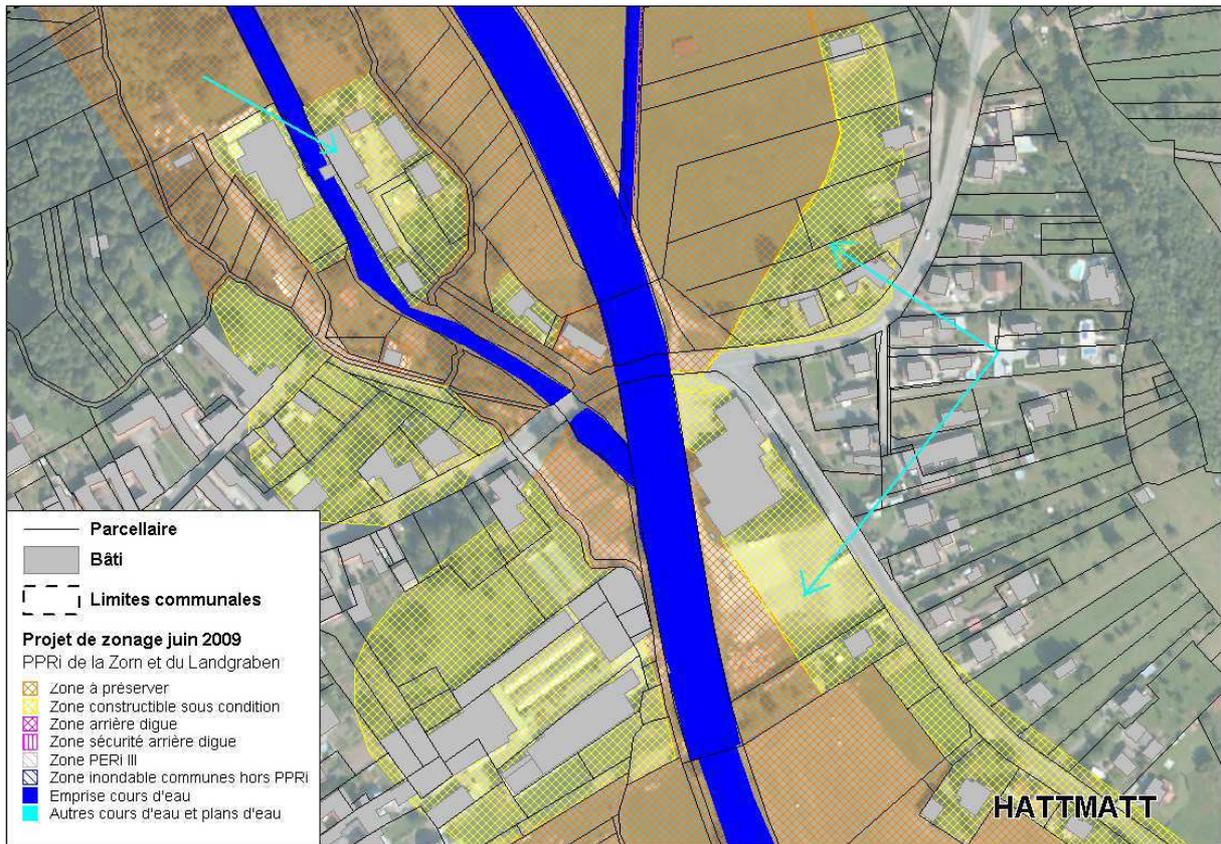


Illustration 20: Extrait du projet « brut » de carte de zonage du PPRi de la Zorn et du Landgraben sur le banc communal de HATTMATT

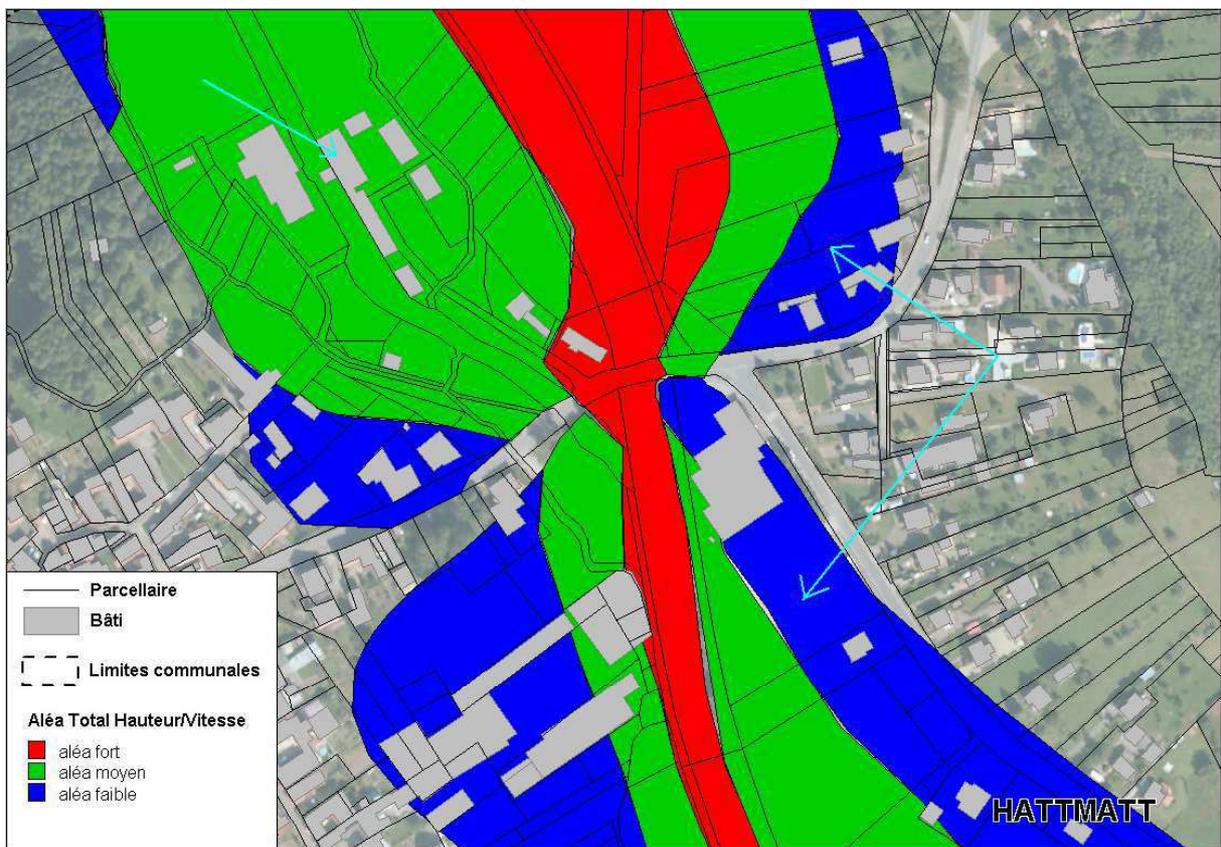


Illustration 21: Extrait de la carte des aléas du PPRi de la Zorn et du Landgraben sur le banc communal de HATTMATT

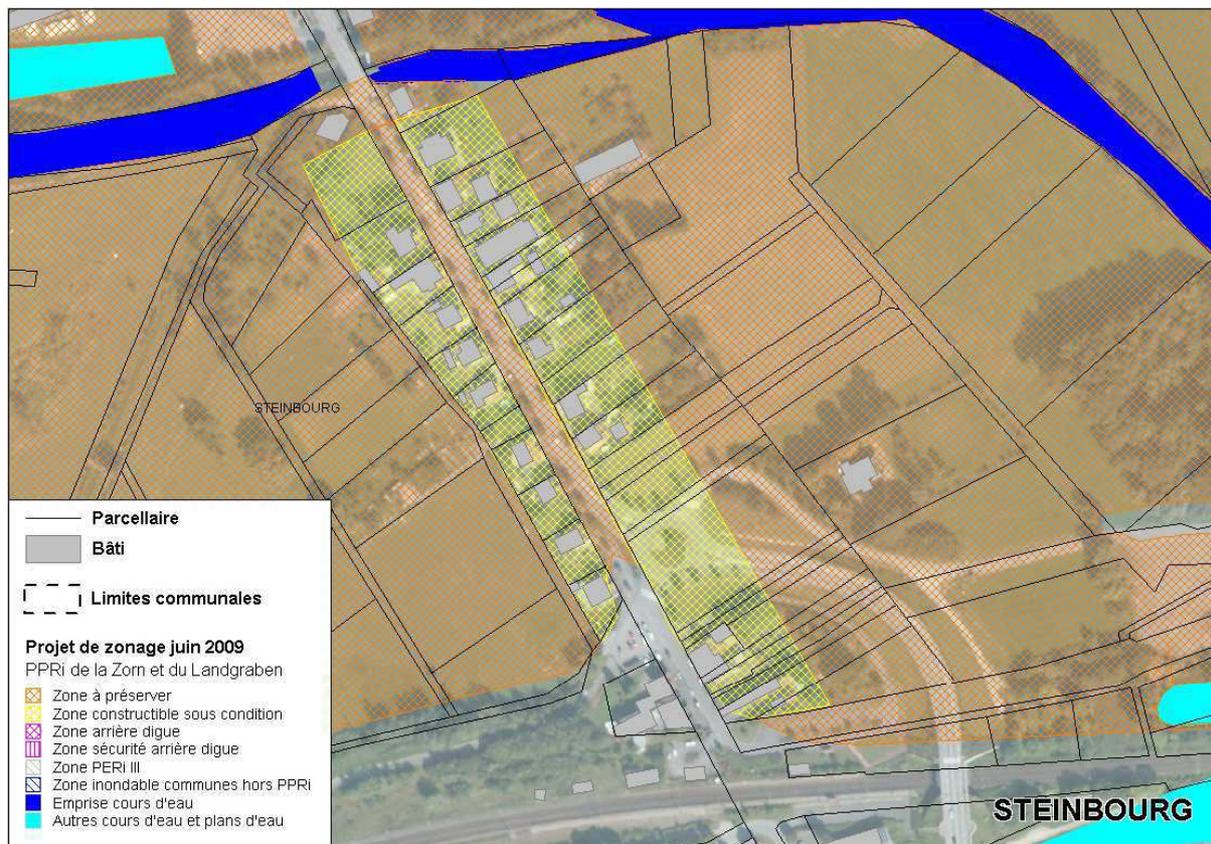


Illustration 22: Extrait du projet « brut » de carte de zonage du PPRi de la Zorn et du Landgraben sur le banc communal de STEINBOURG

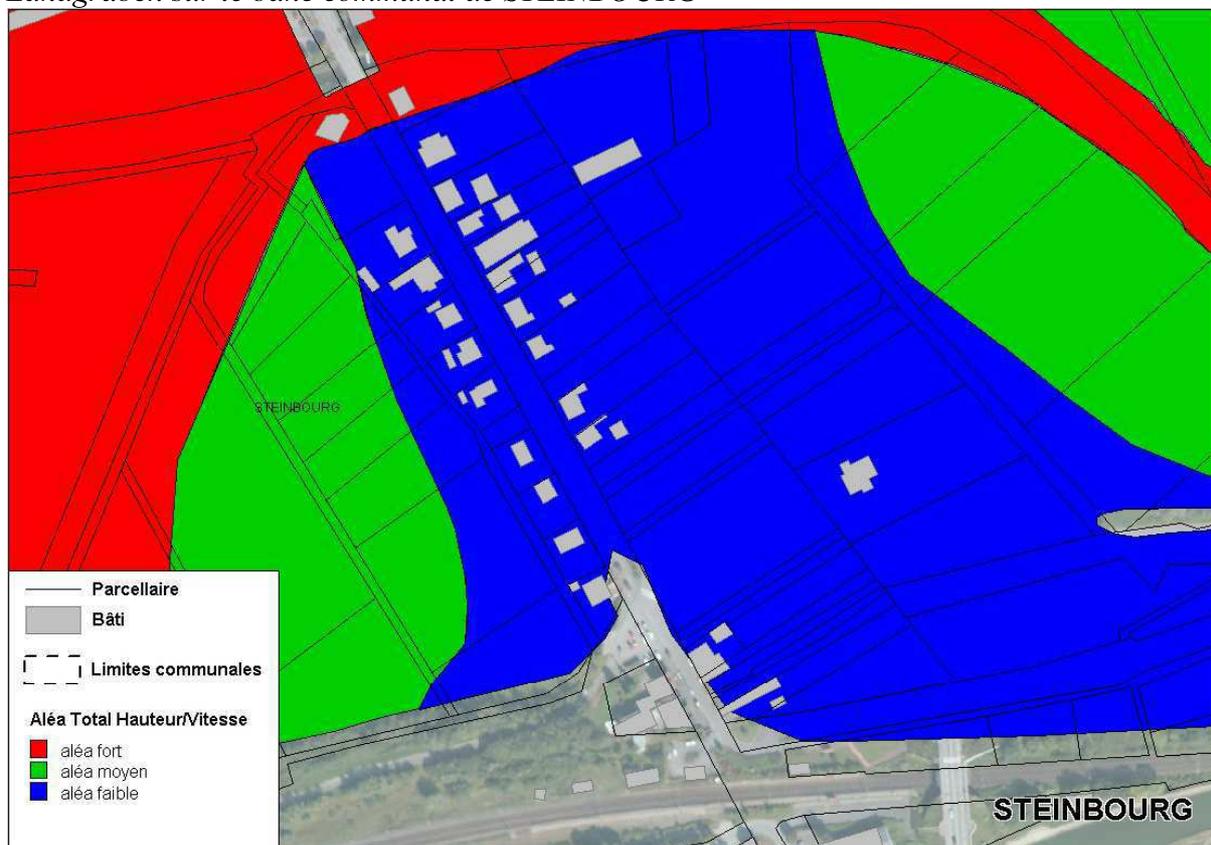


Illustration 23: Extrait de la carte des aléas du PPRi de la Zorn et du Landgraben sur le banc communal de STEINBOURG

6. Choix des mesures réglementaires

Les mesures s'appliquant à l'intérieur des 4 zones réglementaires définies dans le chapitre 5.1 (zone orange, zone jaune, zone mauve non hachurée, zone mauve hachurée) se répartissent entre mesures obligatoires (Annexe 5) et prescriptions (Annexe 6).

Chacun de ses tableaux présente deux entrées, qui rappellent les deux objectifs du PPRi :

- les mesures ayant pour but la limitation du risque,
- les mesures ayant pour but la protection des champs d'expansion des crues

La liste des dispositions constructives diverses figure dans le projet de règlement du PPRi, qui accompagne cette présente note, Chapitre 5 du Titre III, page 18/19.

7. Financement des mesures rendues obligatoires par un Plan de Prévention des Risques Naturels approuvé

La circulaire interministérielle du 23 avril 2007 concernant le financement par le fonds de prévention des risques naturels majeurs de certaines mesures de prévention détaille dans sa fiche II-2-6, fournie en annexe 7, détaille les conditions de financement des mesures rendues obligatoires par un Plan de Prévention des Risques Naturels approuvé.

8. Utilisation des cotes de référence

Pour la mise en œuvre du PPRi de la Zorn et du Landgraben, il est nécessaire de disposer d'une visualisation claire des cotes de référence en tout point de la zone réglementée par le PPRi, comme outil d'aide à la décision pour l'instruction des futurs projets concernés par le PPRi.

8.1. Résultats de calculs numériques

Les cotes de référence du PPRi correspondent aux résultats de calculs (et aux interpolations de ces résultats) pour la crue centennale, issus des modèles hydrauliques suivants :

- Modèle CARIMA de la Zorn (de Saverne à Herrlisheim) et du Landgraben (de Vendenheim à Offendorf), incluant les affluents suivants :
 - la Zinsel du Sud de Dossenheim à Steinbourg,
 - le Mosselbach d'Otterswiller à Dettwiller ;
- Modèle ECOPERM du Mosselbach de Thal-Marmoutier à Otterswiller ;
- Modèle ECOPERM du Rohrbach ;
- Modèle ECOPERM du Bachgraben ;

8.2. Interpolations en lit mineur

Les résultats de calculs numériques sont interpolés linéairement, entre deux points de calcul du modèle, selon les pas suivants :

- 100 à 150 m en zone urbanisée,
- 300 à 400 m en zone non-urbanisée.

8.3. Interpolations en lit majeur

Les pas d'interpolation en lit majeur sont les suivants :

- 100 à 150 m en zone jaune ou zone orange bâtie,
- 300 à 400 m en zone orange non bâtie.

Ces pas apparaissent suffisants pour permettre d'associer une cote de référence à chacun des projets susceptibles d'être soumis à l'avis des services de l'Etat postérieurement à l'approbation du PPRi.

Néanmoins, le modèle ne propose pas de manière systématique une modélisation du lit majeur en casiers. Il est en effet essentiellement constitué de points de calculs correspondant à des profils en travers des lits mineur et majeur des cours d'eau. Ainsi, si les interpolations ont été réalisées de la même manière entre les casiers que pour le lit mineur (interpolations linéaires entre 2 casiers ou entre le casier et le point de calcul en lit mineur formant une liaison), les cotes interpolées en lit majeur non modélisé (hors casiers) sont issues :

- D'une interpolation entre 2 points de lit mineur correspondant vraisemblablement aux points de débordement et de retour en lit mineur, issue d'une analyse des chemins préférentiels d'écoulement ;
- D'une estimation de la cote la plus probable et réaliste à considérer en lit majeur, proche de la cote du lit mineur, lorsque le secteur concerné correspond à une zone de stockage.

GLOSSAIRE

Aléa (inondation) :

phénomène physique (hydrométéorologique), décrit par des paramètres physiques (probabilité d'occurrence, hauteur d'eau atteinte, vitesse, etc.)

Amont :

une rivière coule de l'amont vers l'aval

Aval :

une rivière coule de l'amont vers l'aval

Calage :

tout modèle (boîte) est constitué de paramètres (les boutons de la boîte), est alimenté par des données et produit des résultats. Le calage consiste, pour des événements connus (pour lesquels on connaît à la fois les données et les résultats), à définir les valeurs de paramètres du modèle (à tourner les boutons de la boîte) jusqu'à reproduire les résultats observés. Pour un modèle hydraulique, il s'agira de reproduire les hauteurs d'eau et les limites de la zone inondable observée lors d'une crue historique. Ensuite, avec ces valeurs de paramètres (ce réglage de boutons), on fait produire au modèle les résultats pour tout autre événement, non observé, à partir de données estimées. Pour un modèle hydraulique, il s'agira de produire les hauteurs d'eau atteintes et les limites de zone inondable pour une crue encore jamais observée (crue rare) à partir des débits estimés en amont de la rivière pour cette crue

Charge hydraulique :

elle correspond à la hauteur de la colonne d'eau en un point donné du lit de la rivière

Courbe de tarage :

relation Niveau d'eau / débit propre à une section donnée d'un cours d'eau et qui permet la transformation des niveaux d'eau enregistrés en débit au niveau de cette section

Crue centennale :

crue de période de retour 100 ans.

Enjeux :

ce qui est touché par les inondations (personnes, infrastructure, bâtiments, activités, etc.)

Hydrogramme :

représentation graphique de la variation dans le temps des débits dans une section donnée d'un cours d'eau

Laisse de crue :

témoin (brindilles, branches, traces etc.) de la hauteur d'eau maximale atteinte par une crue en un point donné (grillage, mur, pont, etc.), levée par un géomètre après la crue afin de disposer de données sur la crue en question (on parle alors de repère de crue).

Limnigramme :

représentation graphique de la variation dans le temps du niveau d'eau dans une section donnée d'un cours d'eau

Limnigraphe :

appareil permettant l'enregistrement continu du niveau du cours d'eau

Lit mineur :

lit occupé en permanence par la rivière, il est délimité par les berges

Lit majeur :

adjacent au lit mineur et occupé temporairement par la rivière, c'est ce qui est inondé en cas de débordement par dessus les berges.

Période de retour :

inverse d'une probabilité. Exemple : une crue de période de retour 100 ans a une probabilité 0,01 (1/100) de se produire au cours d'une année donnée. Attention : une crue de période 100 ans ne se produit pas obligatoirement tous les 100 ans, et deux crues de période de retour 100 ans peuvent se produire au cours d'une même année.

Pertes de charge :

dissipation d'énergie lors de l'écoulement de l'eau

Pertes de charges linéaires :

pertes de charge proportionnelles à la longueur du tronçon de rivière

Pertes de charge singulières :

pertes de charge dues à toute modification d'un trajet rectiligne dans le lit de la rivière (vannes, seuils, etc.)

PPR :

Plan de Prévention des Risques

PPRi :

Plan de Prévention des Risques inondation

Repère de crue :

cote du niveau d'eau maximal atteint par une crue en un point donné (levée par un géomètre sur la base d'une laisses de crue).

Vulnérabilité :

sensibilité des enjeux à l'aléa (voir aléa, voir enjeu)

Zone naturelle d'expansion des crues :

Espace naturel (secteurs non ou peu urbanisés et peu aménagés) où se répandent les eaux lors du débordement des cours d'eau dans leur lit majeur.

ANNEXE 1

*Conditions aux limites du modèle hydraulique de la Zorn et
du Landgraben*



Légende :

- Commune
- La Moder (modélisée)
- La Zorn et le Landgraben (modélisés)
- Condition aval du modèle
- Hydrogramme d'entrée (cours d'eau modélisés)
- Injection de débit (affluents non modélisés)

Maître de l'ouvrage DDAF (Bas-Rhin) Département : 67		Etudes complémentaires à l'élaboration du PPRI de la Zorn et du Landgraben	N° Affaire :	4 63 0657	Etabli par :	SDA	Contrôlé par :	PES	N° Plan	Indice	Format
			Phase	1	Date :	Juin 2008	Date :	Juin 2008	1	A	A4
Maître d'oeuvre/Bureau d'études AGENCE DE STRASBOURG Valparc - Immeuble indogo - 9b rue du Parc - 67 205 OBERHAUSBERGEN Tel : 03 88 27 11 50 Fax : 03 88 27 11 57 E-mail : strasbourg@sogreah.fr		Construction du modèle de la Zorn : Injections de débits, conditions limites	Echelle :	1/180 000e							

ANNEXE 2

*Analyse de la vulnérabilité de la commune d'Eckwersheim
aux crues du Neubaechel – Etude réalisée sous maîtrise
d'ouvrage de la CUS en 2006*

COMMUNAUTE URBAINE DE STRASBOURG

DIRECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA PROPRETE

SERVICE ECOLOGIE URBAINE

1, parc de l'Etoile

67076 STRASBOURG Cedex

Tel : 03.88.60.90.90

**ANALYSE DE LA VULNERABILITE
DE LA COMMUNE D'ECKWERSHEIM AUX CRUES DU NEUBAEHEL
ET PROPOSITIONS D' ACTIONS**

SOMMAIRE

SOMMAIRE.....	1
LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX	2
1. CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE.....	3
2. SITUATION GENERALE DU BASSIN VERSANT DU NEUBAECHEL	4
3. ETAT DES LIEUX SUR LES CRUES HISTORIQUES.....	5
3.1. EVENEMENTS SURVENUS LOCALEMENT	5
3.2. ENQUETE DE TERRAIN.....	7
3.3. CARACTERISTIQUES DES EVENEMENTS ET CARTOGRAPHIE	8
4. HYDROLOGIE	9
4.1. CARACTERISTIQUES DU BASSIN VERSANT A ECKWERSHEIM	9
4.2. DONNEES DISPONIBLES	9
4.3. DETERMINATION DES DEBITS DE PROJET.....	12
4.4. CRUES HISTORIQUES	16
5. HYDRAULIQUE.....	17
5.1. PRESENTATION DU MODELE	17
5.2. DEMARCHE MISE EN ŒUVRE	18
6. VULNERABILITE D'ECKWERSHEIM AUX CRUES DU NEUBAECHEL.....	19
6.1. CRUE DECENNALE.....	19
6.2. CRUE CENTENNALE.....	21
6.3. CONCLUSION	22
7. PROPOSITIONS D'AMENAGEMENT.....	24
7.1. CHOIX DU NIVEAU DE PROTECTION	24
7.2. OPTIMISATION DU FONCTIONNEMENT DE LA VANNE	24
7.3. PROTECTIONS LOCALES	25
7.4. AGRANDISSEMENT DE LA RETENTION AMONT.....	26
7.5. SYNTHESE.....	28
ANNEXES	29
ANNEXE 1 : ENQUETE DE TERRAIN ET FICHES DES LAISSES DE CRUE	30
ANNEXE 2 : CARTOGRAPHIE DES CRUES HISTORIQUES.....	36
ANNEXE 3 : RELEVES PLUVIOGRAPHIQUES A STRASBOURG-ENTZHEIM, 1^{ER} ET 2 MAI 1998	37
ANNEXE 4 : HYDROGRAMMES DE CRUE DECENNALE ET CENTENNALE	38
ANNEXE 5 : CARTOGRAPHIE DES ZONES INONDEES POUR UNE CRUE DECENNALE ET UNE	39
CRUE CENTENNALE	39
ANNEXE 6 : TABLEAUX DE RESULTATS	40
ANNEXE 7 : OUVRAGE D'ECRETEMENT AVAL.....	41

LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX

Figure 1 : Données pluviographiques à Strasbourg-Entzheim	11
Figure 2 : Schéma explicatif des méthodes du gradex et du gradex progressif.....	14
Figure 3 : Volume de crue à écrêter pour une crue décennale	26
Tableau 1 : Arrêtés de catastrophes naturelles, commune d'Eckwersheim	5
Tableau 2 : Arrêtés de catastrophes naturelles sur les communes du bassin versant	6
Tableau 3 : Arrêtés de catastrophes naturelles sur les communes voisines.....	6
Tableau 4 : Caractéristiques du bassin versant.....	9
Tableau 5 : Données pluviométriques	9
Tableau 6 : Paramètres de Montana ajustés.....	10
Tableau 7 : Débits de projet issus des études antérieures.....	15
Tableau 8 : Débits décennal et centennal	16
Tableau 9 : Tableau comparatif des aménagements.....	28

1. CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

L'étude concerne les crues du Neubaechel et les inondations sur la commune d'Eckwersheim. Elle intervient dans le cadre de la compétence de la Communauté Urbaine de Strasbourg (CUS) « participation aux côtés des communes aux politiques de prévention des risques et des nuisances en matière de prévention des crues ».

La commune d'Eckwersheim a en effet connu des inondations, suite au débordement du Neubaechel et / ou par ruissellement, dont quatre ont fait l'objet d'arrêtés de catastrophes naturelles :

- ▷ le 1^{er} juillet 1987 ;
- ▷ le 27 mai 1993 ;
- ▷ le 1^{er} mai 1998 ;
- ▷ le 29 décembre 1999.

A la suite de l'inondation de 1998, la commune a fait réaliser une étude visant à définir des aménagements permettant la protection des biens et des personnes contre les crues cycloniques du Neubaechel. L'étude proposait l'aménagement d'un bassin de rétention à l'amont de la commune, ainsi que des protections de berge et un curage du lit du cours d'eau, pour un montant estimatif de 450 000 €.

Compte tenu du montant estimatif des travaux et de la récurrence des inondations, la Communauté Urbaine de Strasbourg engage une étude sur l'analyse de la vulnérabilité de la commune d'Eckwersheim aux crues du Neubaechel.

Il s'agit donc ici de mener une étude qui permette de hiérarchiser les secteurs du bourg en fonction de leur vulnérabilité aux crues et de déterminer pour chacun de ces secteurs les causes de cette vulnérabilité, de façon à proposer des aménagements adaptés et hiérarchisés.

Les objectifs de cette étude sont donc :

- ▷ de définir la vulnérabilité du bourg aux crues du Neubaechel sur la base des événements connus et de produire une cartographie de la vulnérabilité ;
- ▷ de proposer des moyens de protection adaptés et hiérarchisés.

Quatre volets permettent d'apporter les réponses aux questions soulevées :

- **Volet 1** : recherche sur les crues historiques et leurs impacts. Il s'agit de dresser un état des lieux des connaissances sur les crues subies par la commune, à partir d'éléments bibliographiques, mais également d'une enquête de terrain auprès des riverains.
- **Volet 2** : analyse du contexte hydrologique du Neubaechel. Ce volet doit permettre de caractériser les événements ayant affectés la commune antérieurement et de définir les débits de projet.
- **Volet 3** : analyse de la vulnérabilité de la commune, à partir de la mise en œuvre d'une modélisation des écoulements en crue du Neubaechel.
- **Volet 4** : propositions de moyens de protection adaptés.

2. SITUATION GENERALE DU BASSIN VERSANT DU NEUBAECHEL

Le Neubaechel prend sa source sur les hauteurs de Mittelhausen, à l'ouest de la commune, à une altitude de 207 m. On le trouve répertorié à l'IGN sous le nom de Muehlbach, jusqu'à sa confluence avec le Muhlbaechel, sur la commune de Vendenheim, à l'est du canal de la Marne au Rhin. Il rejoint ensuite le Landgraben en aval de la raffinerie de Reichtett.

Le bassin versant du Neubaechel est inclus dans le bassin versant du Landgraben. La Zorn et le Landgraben ont fait l'objet d'un Schéma d'Aménagement et de Gestion Ecologique des Cours d'Eau (SAGEECE). Néanmoins, le périmètre de l'étude s'est borné à la limite que constitue le canal. L'inondabilité du Neubaechel a donc été étudiée dans son cours aval, après son passage sous le canal de la Marne au Rhin et sa confluence avec le Muhlbaechel.

Dans la suite de l'étude le Neubaechel désignera le cours d'eau traversant Eckwersheim.

C'est un bassin versant rural à dominante agricole, dont la superficie est de l'ordre d'une vingtaine de km². Il est en effet situé dans le Kochersberg, région aux sols riches propices à l'agriculture. La culture dominante reste le maïs. Il englobe les communes suivantes : Hohatzenheim, Mittelhausen, Bilwisheim, Mittelschaeffolsheim et Olwisheim en amont de la CUS, Eckwersheim et Vendenheim au sein de la CUS.

Eckwersheim se situe à l'aval du bassin versant. Le village s'articule autour du Neubaechel, qui a fait l'objet de nombreux travaux de rectification et de recalibrage. Son cheminement est par conséquent relativement rectiligne, son tracé en plan ne présente plus de zones de méandres. Sa section est de type trapézoïdal. Une partie de son cours est busée dans la traversée aval du village, depuis l'avenue du Général Leclerc jusqu'à la rue Albert Schweitzer, soit environ 300m. Ces travaux ont été réalisés en 1968-1969.

A l'amont immédiat de la commune, une retenue collinaire a été mise en place, au niveau d'un chemin rural. Elle est contrôlée par une vanne à crémaillère manuelle. Cet ouvrage a vocation à réguler les crues.

3. ETAT DES LIEUX SUR LES CRUES HISTORIQUES

3.1. EVENEMENTS SURVENUS LOCALEMENT

La commune a fait l'objet de quatre arrêtés de catastrophes naturelles.

DATE DE DEBUT	DATE DE FIN	ARRETE	DESIGNATION
01/07/1987	01/07/1987	27/09/1987	Inondations et coulées de boues
27/05/1993	27/05/1993	28/09/1993	Inondations et coulées de boues
01/05/1998	01/05/1998	10/08/1998	Inondations et coulées de boues
25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	Inondations et coulées de boues

Tableau 1 : Arrêtés de catastrophes naturelles, commune d'Eckwersheim

Des informations sur les différents évènements survenus ont pu être extraites des archives communales.

EVENEMENT DU 1^{ER} ET 4 JUILLET 1987

La crue est survenue à la suite de violents orages. Les pompiers sont intervenus chez sept particuliers riverains du Neubaechel, pour vidanger des caves, des cours, des étables et des hangars. Il n'est pas mentionné que des habitations principales ont été touchées. La rue du Ruisseau était complètement inondée.

Une intervention a également concerné une habitation touchée par des eaux de ruissellement et des coulées de boues.

EVENEMENT DU 27 MAI 1993

L'évènement a été bref. Ce sont principalement des inondations par ruissellement qui ont eu lieu ainsi que des coulées de boues, bien que des débordements du Neubaechel aient été mentionnés. Les dégâts concernaient deux habitations, pour un montant estimé de 480 000 F (73 175 €), ainsi que des calamités agricoles.

EVENEMENT DU 1^{ER} MAI 1998

L'évènement s'est déroulé entre 17h00 le 1^{er} mai et 4h00 le 2 mai. Les inondations sont consécutives à un débordement du Neubaechel. Les inondations ont principalement concerné des caves, des jardins et locaux professionnels (étables), n'occasionnant que peu de dégâts. Seules deux habitations ont été touchées : 16, rue du Moulin et 2, rue du Général Leclerc. Le montant estimé des dommages était de 39 000 F (5 945 €). Des calamités agricoles ont également été déclarées.

EVENEMENT DU 29 DECEMBRE 1999

Il s'agit d'un arrêté départemental. Cet évènement n'a pas été évoqué lors des différents entretiens ni dans les archives de la commune.