



Ville de Milhaud



PHASE 2 : Élaboration du schéma pluvial

Schéma d'aménagement hydraulique et de protection des zones habitées contre les inondations

Commune de Milhaud

Indice D



PHASE 2 : Élaboration du schéma pluvial

Schéma d'aménagement hydraulique et de protection des zones habitées contre les inondations

Commune de Milhaud

Date	Mai 2010
N° de version	Indice D – version définitive
Référence Affaire	08MEN012
Rédacteur	Damien ALLIAU
Vérificateur	Arnaud BONNAFE

SOMMAIRE

1	Préambule	6
1.1	Objectifs	6
1.2	Périmètre d'étude	7
2	Orientations générales du Schéma	8
2.1	L'histoire des cours d'eau à Milhaud	8
2.2	Principes d'aménagements	10
2.3	Outils d'évaluation	10
2.4	Démarche à suivre	11
3	Analyse du risque	12
3.1	Détermination des enjeux	12
3.1.1	Préambule	12
3.1.2	Définition	12
3.1.3	Classification	13
3.1.4	Cartographies des enjeux	14
3.2	Croisement aléa-enjeux	14
3.3	Synthèse : les zones cibles	16
4	Propositions d'actions correctives et préventives et impacts.....	17
4.1	Axe 2 « rétention amont »	17
4.1.1	Secteur de la Poudre	17
4.1.2	Quartier des Boulidous.....	22
4.1.3	Secteur déviation RN113	26
4.1.4	Bassin versant n°5	27
4.1.5	Vallat de Larguière (ou Larrière).....	28
4.2	Axe 1 « pluvial ».....	34
4.2.1	Hypothèses de dimensionnement.....	35
4.2.2	BRANCHE Est	35
4.2.3	BRANCHE Centre.....	37
4.2.4	BRANCHE Ouest.....	39
5	Estimation financière des actions correctives	41
5.1	Axe 2 « rétention amont »	41
5.2	Axe 1 « pluvial ».....	41

6	Schéma d'aménagement contre les crues retenu & évaluation économique.....	45
6.1	Simulation du scénario retenu	45
6.1.1	Axe 2 « rétention amont ».....	45
6.2	Évaluation économique.....	52
6.2.1	Méthodologie	52
6.2.2	Aménagement de la Pondre : résultats	54
6.2.3	Aménagement du vallon de Larguière (ou Larrière): résultats.....	57
6.2.4	Synthèse	58
7	Projet de zonage	59
7.1	Objectifs.....	59
7.1.1	Maîtrise qualitative et quantitative des eaux pluviales	59
7.1.2	Prise en compte du risque inondation dans un PLU.....	59
7.1.3	Le projet de zonage	60
7.2	Cadre réglementaire	60
7.2.1	Droit de propriété.....	61
7.2.2	Servitudes d'écoulement.....	61
7.2.3	Réseau public des communes.....	61
7.2.4	Prescriptions de la DISE Gard	61
7.3	Principes d'assainissement pluvial.....	62
7.3.1	Principe général.....	62
7.3.2	Maîtrise quantitative des eaux pluviales	63
8	Annexes.....	67

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation du site d'étude et réseau hydrographique.	7
Figure 2 : Photographiques des crues 2005(gauche) et 1988 (droite).	8
Figure 3 : Évolution de l'urbanisation depuis 150 ans (source communale).	9
Figure 4 : Grille d'analyse aléa (source : DDE30).	14
Figure 5 : Identification des secteurs à risque.	15
Figure 6 : Estimation des ouvrages de franchissements de la Pondre à modifier selon crues.	18
Figure 7 : Préconisations d'aménagements – la Pondre.	19
Figure 8 : Propositions d'aménagements de la Pondre – chenal de délestage.	20
Figure 9 : Résultats de simulation – chenal de délestage – 100 ans (PPCI).	21
Figure 10 : Dysfonctionnement quartier des Boulidou (Nord -Est)	22
Figure 11 : Préconisations d'aménagements – quartier Boulidou.	23
Figure 12 : Casiers de stockage amont A9 – quartier Boulidou.	24
Figure 13 : Résultats de simulation – bassins de stockage des Boulidou – 10 ans.	24
Figure 14 : Résultats de simulation – bassins de stockage des Boulidou – 100 ans.	25
Figure 15 : Résultats de simulation – bassins de stockage des Boulidou – septembre 2005.	25
Figure 16 : Profils en long – franchissements RN113.	26
Figure 17 : Préconisations d'aménagements – RN113.	27
Figure 18 : 2 Ouvrages de franchissement de l'A9 hors OH 24 (Bernis).	29
Figure 19 : Préconisations d'aménagements – vallat de Larrière.	29
Figure 20 : Casiers de stockage amont A9 – vallat de Larrière.	30

Figure 21 : Résultats de simulation – bassins de stockage de Larrière – 5 ans.	31
Figure 22 : Résultats de simulation – bassins de stockage de Larrière –10 ans.	31
Figure 23 : Résultats de simulation – bassins de stockage de Larrière –100 ans.	32
Figure 24 : Résultats de simulation – bassins de stockage de Larrière –octobre 1988.	32
Figure 25 : Synoptique du réseau MOUSE.	34
Figure 26 : Comparaison état initial/état projet – réseau pluvial – branche Est.	36
Figure 27 : Comparaison état initial/état projet– réseau pluvial – branche Centre.....	38
Figure 28 : Comparaison état initial/état projet– réseau pluvial – branche Ouest.	40
Figure 29 : Hydrogrammes/limnigrammes de fonctionnement du chenal – crue PPCI PROJET état 2008.	46
Figure 30 : Vue 2D – crue PPCI INITIAL état 2008.....	47
Figure 31 : Vue 2D – crue PPCI PROJET état 2008.....	47
Figure 32 : Vue 2D – crue PPCI INITIAL état 2028.....	48
Figure 33 : Vue 2D – crue PPCI PROJET état 2028.....	48
Figure 34 : Vue 2D – différentiel crue PPCI état 2008.....	49
Figure 35 : Vue 2D – différentiel crue PPCI état 2028.....	50
Figure 36 : Cartographies des crues 100 ans Milhaud/Bernis – secteur Larrière (version provisoire).	52
Figure 37 : Exemple de détermination des gammes de hauteurs d’eau par habitation	53
Figure 38 : Courbe de dommages par m ² à l’habitat (source : EGIS eau).....	54
Figure 39 : Nombre d’unités de bâtiments inondés en crue PPCI – variation état initial/projet.....	57

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Cartographie des enjeux - classification des éléments cartographiés	13
Tableau 2 : Correspondance de la classification de l'atlas avec les codes POS/PLU (sources : POS et PLU des communes avec règlements fournis par la DDE 30).....	14
Tableau 3 : Récapitulatif cartographies disponibles en état initial.....	14
Tableau 4 : Récapitulatif de l'efficacité du programme CADEREAUX.....	17
Tableau 5 : Récapitulatif de l'efficacité du chenal de délestage en tête de la traversée urbaine.	21
Tableau 6 : Récapitulatif des débits d'apports au quartier des Boulidous.....	22
Tableau 7 : Récapitulatif des débits d'apports au BV n°5.....	27
Tableau 8 : Récapitulatif des débits d'apports des bassins versants de Larrière.	28
Tableau 9 : Résultats de simulation du réseau MOUSE – branche Centre.....	37
Tableau 10 : Résultats de simulation du réseau MOUSE – branche Ouest.	39
Tableau 11 : Récapitulatif de l'efficacité du programme CADEREAUX.....	45
Tableau 12 : Caractérisation des coûts liés aux dommages – crue PPCI INITIAL état 2008. .	54
Tableau 13 : Caractérisation des coûts liés aux dommages – crue PPCI INITIAL état 2028. .	55
Tableau 14 : Caractérisation des coûts liés aux dommages – crue PPCI PROJET état 2008. ...	55
Tableau 15 : Caractérisation des coûts liés aux dommages – crue PPCI PROJET état 2028. ...	56
Tableau 16 : Caractérisation des coûts liés aux dommages – synthèse crue PPCI.	56
Tableau 17 : Caractérisation des coûts liés aux dommages – crue 100 ans INITIAL.	57

1

Préambule

1.1 Objectifs

La commune de Milhaud est sujette à de fréquentes inondations, responsables de 16 arrêtés de Catastrophe Naturelle depuis 1988. Le territoire est vulnérable aux risques inondations par débordements et également au risque de ruissellement pluvial.

L'état actuel des connaissances du réseau surfacique et pluvial ne permet pas à la commune d'avoir une vision claire et rationnelle des causes de ces problèmes récurrents.

C'est pourquoi la commune a souhaité lancer une étude hydraulique qui définira les zonages et les prescriptions relatives au risque inondation dans sa démarche d'aménagement du territoire, en intégrant un schéma d'aménagement hydraulique et de protection des zones habitées.

L'étude se décompose en 2 phases :

- **Phase 1** : Diagnostic de l'existant ;
- **Phase 2** : Élaboration du « schéma d'aménagement pluvial et de protection des zones habitées contre les inondations ».

Ce rapport technique correspond à la **phase 2** de l'étude.

1.2 Périmètre d'étude

La commune de Milhaud est située dans le département du Gard, au Sud Ouest de la ville de Nîmes, sur un territoire de 18,5 km². La commune s'inscrit dans un réseau hydrographique complexe, et dont les principaux axes figurent ci-dessous.

A noter que seule la zone urbaine (limite en pointillés rouges) est concernée par les modélisations hydrauliques.

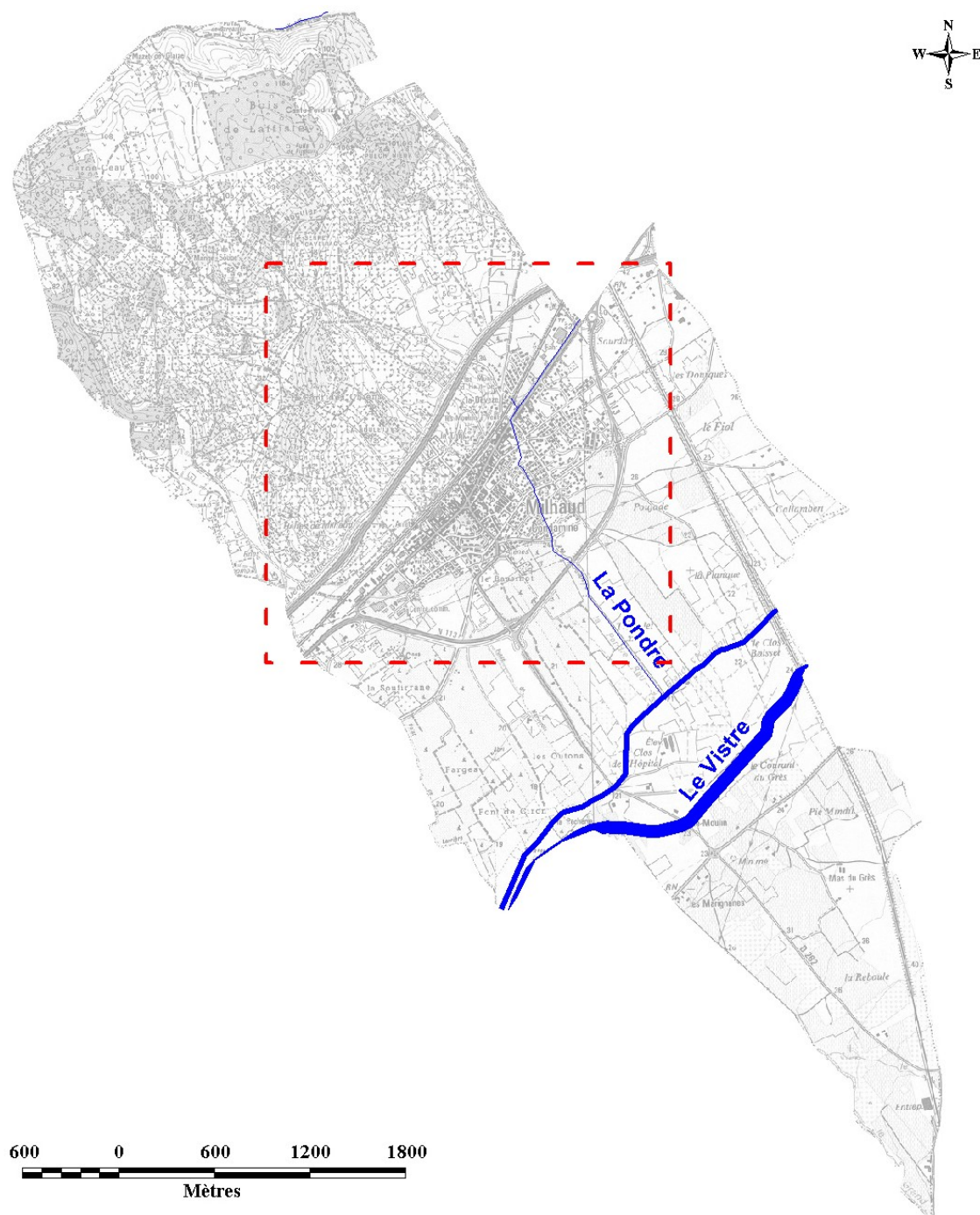


Figure 1 : Localisation du site d'étude et réseau hydrographique.

2 Orientations générales du Schéma

Avant d'évoquer les principales pistes d'aménagement de protection des zones habitées contre les inondations, il est utile de rappeler quelques éléments historiques du territoire pour comprendre l'état actuel d'inondabilité.

2.1 L'histoire des cours d'eau à Milhaud

De façon schématique, le territoire urbanisé de Milhaud fait obstacle aux écoulements des bassins versants : tous les thalwegs sans exception traversent soit un ouvrage de faible capacité soit une zone urbaine afin de confluer au Vistre.

Le cumul récent d'événements « extrêmes » renforce les conséquences de ces dysfonctionnements (octobre 1988, septembre 2002 et 2005).

Si l'on étudie l'évolution de l'urbanisation depuis les 150 dernières années, les éléments remarquables sont les suivants :

- Multiplication urbanisation - x12 en 150 ans (13 à 160 ha) ;
- Création ouvrages linéaires perpendiculaires à l'orientation des bassins versants (A9, voie ferrée, RN113) ;
- Autres facteurs (changements pratiques culturelles, etc.).



Photo A de B



octobre 88 la voie ferrée
Photo A de B.

Figure 2 : Photographiques des crues 2005(gauche) et 1988 (droite).

Étaient déjà présents en 1850 le chemin la Cruvière reliant route de Sommières au Nord et le tracé actuel de la Pondre.

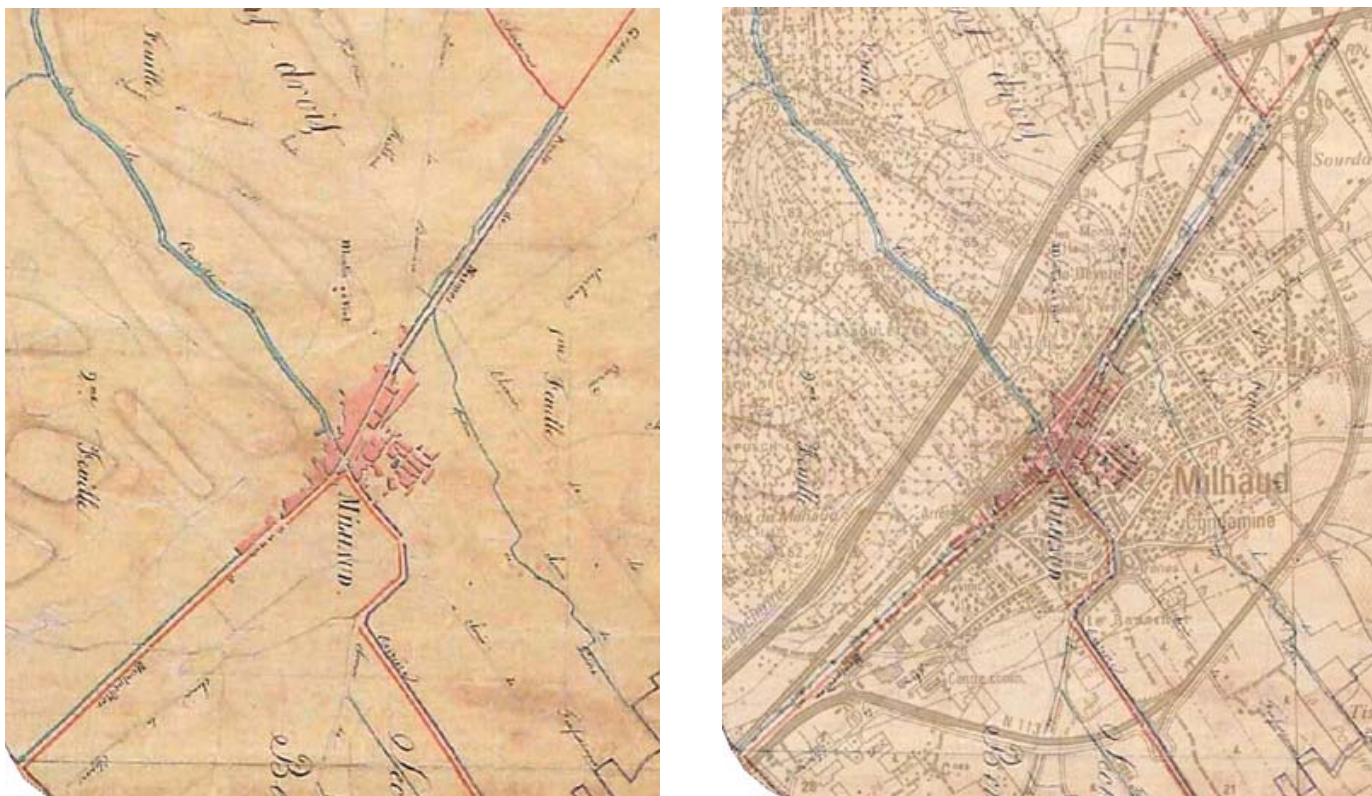


Figure 3 : Évolution de l'urbanisation depuis 150 ans (source communale).

En conséquence, les dysfonctionnements actuels sont liés à cette récente évolution du territoire :

- Le réseau pluvial est de façon général saturé dès l'occurrence 5 ans. Il est probable que certains travaux permettront au mieux d'atteindre un fonctionnement maximum pour un événement décennal. En revanche, au regard des débits de pointe mis en jeu par les événements extrêmes (100 ans, septembre 2005 et octobre 1988), le réseau pluvial ne joue qu'un rôle complémentaire de ressuyage après la crue.
- Les crues analysées présentent les mêmes impacts sur la zone urbaine de Milhaud avec des différences d'intensité. Les crues supérieures à la centennale semblent mobiliser plus fortement les rues de la zone urbaine. On notera aussi l'importance des écoulements à l'Est de la zone pour ces occurrences.
- Il est intéressant de noter la localisation des zones de rétention des écoulements, en amont de la commune, à l'échangeur Est avec la RN 113, ainsi qu'à l'aval, au niveau de la voie de chemin de fer. De même les eaux sont ralenties et retenues à la sortie de la zone urbaine par les ouvrages situés sous la RN 113.
- Globalement les ouvrages de la Pondre sont insuffisamment dimensionnés pour la crue centennale et cela devient évident pour les crues plus importantes telles que celle d'Octobre 1988. On notera que certains axes de circulation deviennent des vecteurs importants d'écoulement, notamment dans la direction Nord-Ouest / Sud-Est.

2.2 Principes d'aménagements

Avant de proposer des actions correctives des dysfonctionnements, il paraît pertinent de proposer une vision stratégique à long terme de développement à l'échelle de la commune.

La **résolution des problèmes** devra se faire :

- A l'échelle intercommunale avec le bénéfice important du programme d'aménagement CADEREAU de la Poudre porté par la Ville de Nîmes ;
- Par des solutions techniques locales sur le réseau superficiel ou pluvial ;
- Par la conservation des axes d'écoulements actuels et l'accompagnement par des mesures de mitigation.

Les **limites du Schéma** d'aménagement seront les suivantes :

- Subsistance d'un aléa malgré les aménagements quels qu'ils soient ;
- Tenir impérativement compte de la connaissance actuelle des zones inondables dans la programmation urbaine ;
- Être vigilant vis à vis des futurs projets impactant la commune (ouvrages de franchissements des voies notamment).

Le Schéma d'aménagement sera donc composé de différents items :

- **ACTIONS CORRECTIVES** : à mettre en œuvre pour résoudre les dysfonctionnements mis en évidence en phase diagnostic, sous réserve d'effet positif selon méthodologie simplifiée de l'Analyse Coût Bénéfice (ACB) ;
- **ACTIONS PREVENTIVES** : à mettre en œuvre dans les outils de programmation urbaine en distinguant si possible la problématique ruissellement de celle de débordement ;
- **MESURES DE REDUCTION DE LA VULNERABILITE** : à mettre en œuvre sur l'existant ;
- **MESURES DE COMPENSATION** envisageables pour les apports des différents valats avant rejet vers le Vistre pour éviter les impacts vers l'aval (échelle du bassin versant).

2.3 Outils d'évaluation

Afin de proposer un Schéma d'aménagement pertinent, il sera fait appel à une méthodologie s'inspirant de la méthode de l'Analyse Coût Bénéfice. L'efficacité des aménagements sera déterminée en intégrant une analyse économique simplifiée.

Seront notamment comparés les trois états suivants : Initial/Projet/Réduction Vulnérabilité (ou mesures de mitigation).

Cette analyse sera réalisée au chapitre 6 « Schéma d'aménagement contre les crues retenue ».

2.4 Démarche à suivre

La démarche conduisant à l'élaboration du Schéma d'aménagement intègre le processus suivant, qui est décrit dans les chapitres qui suivent :

- Analyse du risque permettant de détecter les zones cibles ;
- Proposition et tests d'actions correctives qui permettent de régler les dysfonctionnements actuels selon deux axes :
 - o Axe 1 « pluvial »
 - o Axe 2 « rétention amont »
- Description du Schéma d'aménagement intégrant les actions correctives pertinentes sur le plan hydraulique – analyse économique.

3 Analyse du risque

Afin de proposer des aménagements cohérents vis à vis de l'état d'urbanisation actuel et projeté, il est indispensable de réaliser une analyse spatiale du risque pour cibler les zones prioritaires. Sont ici décrits des principales phases méthodologiques, les résultats étant des produits cartographiques.

3.1 Détermination des enjeux

3.1.1 Préambule

La caractérisation des enjeux est l'aboutissement de la synthèse des connaissances des études antérieures¹, des campagnes de terrain pour le recensement des zones inondées et des dégâts sur le secteur d'étude, ainsi que des enquêtes de terrain menées auprès des élus communaux.

Les problématiques liées aux **enjeux humains** ont été identifiées sur l'ensemble du périmètre d'étude à partir de l'analyse des documents suivants :

- POS et PLU des communes,
- Orthophotoplans,
- Plans communaux,
- Informations transmises lors des enquêtes de terrain.

3.1.2 Définition

«L'appréciation des enjeux existants ou futurs, permet d'évaluer les populations en danger, de recenser les établissements recevant du public (hôpitaux, écoles, maisons de retraite, campings,...), les équipements sensibles (centraux téléphoniques, centres de secours,...) et d'identifier les voies de circulation susceptibles d'être coupées ou au contraire accessibles pour l'acheminement des secours »².

¹ Selon l'Atlas cartographique des zones inondées, enjeux et dégâts du Vistre lors de l'événement des 6 et 8 septembre 2005, SAFEGE pour DDE 30, juin 2006.

² D'après le Guide Général des Plans de Prévention des Risques Naturels Prévisibles, édition La Documentation Française, 1997.

Enjeux: personnes, biens, activités, moyens, patrimoine,... susceptibles d'être affectés par un phénomène naturel.

Les enjeux s'apprécient aussi bien pour le présent que pour le futur. Dans le cadre de la présente étude, l'appréciation des enjeux restera qualitative : ces enjeux ne seront pas hiérarchisés.

La détermination des enjeux consiste en l'identification de différents paramètres tels que :

- ✓ **Les zones habitées** : habitat collectif, pavillonnaire, centre urbain ancien, habitation isolée → enjeu lié aux personnes susceptibles d'être menacées par le risque inondation ;
- ✓ **Les bâtiments publics**, classés suivant trois catégories :
 - Participant à la gestion de crise : caserne de pompiers, gendarmerie, mairie, locaux et services techniques, préfecture ;
 - Destiné à l'accueil de public sensible : Maisons de retraite, écoles, crèches, cantines, foyers, hôpitaux, centre aéré ;
 - Autre bâtiments accueillant du public : mairie annexe, bibliothèque, centre social, gymnase ;
- ✓ **Les zones d'activités** : industrielle/artisanale/commerciale et de tourisme et loisir ;
- ✓ Les ouvrages liés à la **gestion de l'environnement** : alimentation sites de traitement en eau potable et
- ✓ **Les lieux de culte** : cimetière, église, temple

Les documents d'urbanisme et de planification ont été analysés afin de répertorier les zones d'aménagement futur (habitat et activités). Ils font l'objet d'une classification spécifique distincte des enjeux cités précédemment → le code est suivi de la lettre « P » comme projet.

3.1.3 Classification

Les enjeux ont été relevés sur l'ensemble des communes du secteur d'étude et classés suivant la typologie décrite dans le tableau ci-dessous. Ce tableau détaille les enjeux cartographiés ainsi que la nomenclature adoptée pour la constitution de la base de données sous Système d'Information Géographique - SIG (la cartographie étant alors réalisée par analyse thématique).

	Type	Typologie du code	Sous type	Typologie du sous type	Exemples
4	A	Etablissements publics	1	Bâtiment participant à la gestion de crise	Caserne Pompier, gendarmerie, mairie, locaux et services techniques
			2	Accueil population sensible	Maisons de retraite, écoles, crèches, cantines, foyers, hôpitaux, gymnase
			3	Bâtiments accueillant du public	Annexes mairies, préfecture, bibliothèque, centre social
	B	Gestion de l'environnement	1	Alimentation en eau potable	Station de captage, pompage, réservoirs, château d'eau, citerne
			2	Site de traitement	STEP, poste de refoulement, décharges, déchetterie
	C	Lieux de culte	1	Edifices	Eglises, temples, mosquée
			2	Cimetières	
	D	Activités	1	Industrielle/commerciale/artisanale	Usines, bâtiments
			2	Tourisme/Sport	Campings
	E		2	Ouvrage sensible	Digues
	F	Habitat	1	Centre urbain ancien	Habitat continu en alignement, commerces en RDC (UA et UB au POS/PLU)
			2	Zone résidentielle collectif	Immeuble
			3	Zone résidentielle résidentielle	Pavillons (plein pied ou étage)
			4	Isolé	Moulins, Mas

Tableau 1 : Cartographie des enjeux - classification des éléments cartographiés

		Correspondance POS/PLU	
Code	Libellé	Actuel	Projet
4F1	Centre urbain ancien	UA/UB	-
4F3 ou 4F2	Groupé (résidentiel ou collectif)	UC/UD/UN/RNU/NB	INA, IINA, IIINA, VNA
4D2	Industrielle/commerciale/artisanale	UE	IVNA
4D3	Tourisme/Sport	-	-

NC et ND ==> rien (même si habitations)

Tableau 2 : Correspondance de la classification de l'atlas avec les codes POS/PLU (sources : POS et PLU des communes avec règlements fournis par la DDE 30).

3.1.4 Cartographies des enjeux

Cf. annexe 1.

3.2 Croisement aléa-enjeux

SAFEGE a produit au cours de la phase 1 de l'étude les cartographies de iso-hauteurs, iso-vitesses des crues 100 ans, septembre 2005 et octobre 1988.

Le tableau suivant récapitule les données disponibles en état initial (est indiqué exactement ce qui est intégré dans le terme « état actuel » au niveau de la Pondre).

Occurrence de crue	Iso-hauteurs (m)	Iso-vitesses (m/s)	Aléa	État d'aménagement Pondre
5 ans	Non	Non	Non	Non simulé par CADEREAUX
10 ans	Non	Non	Non	Non simulé par CADEREAUX
100 ans (PPCI)	Oui	Oui	Oui	État 2008
Septembre 2005	Oui	Oui	Oui	État 2005
Octobre 1988	Oui	Oui	Oui	État 1988

Tableau 3 : Récapitulatif cartographies disponibles en état initial.

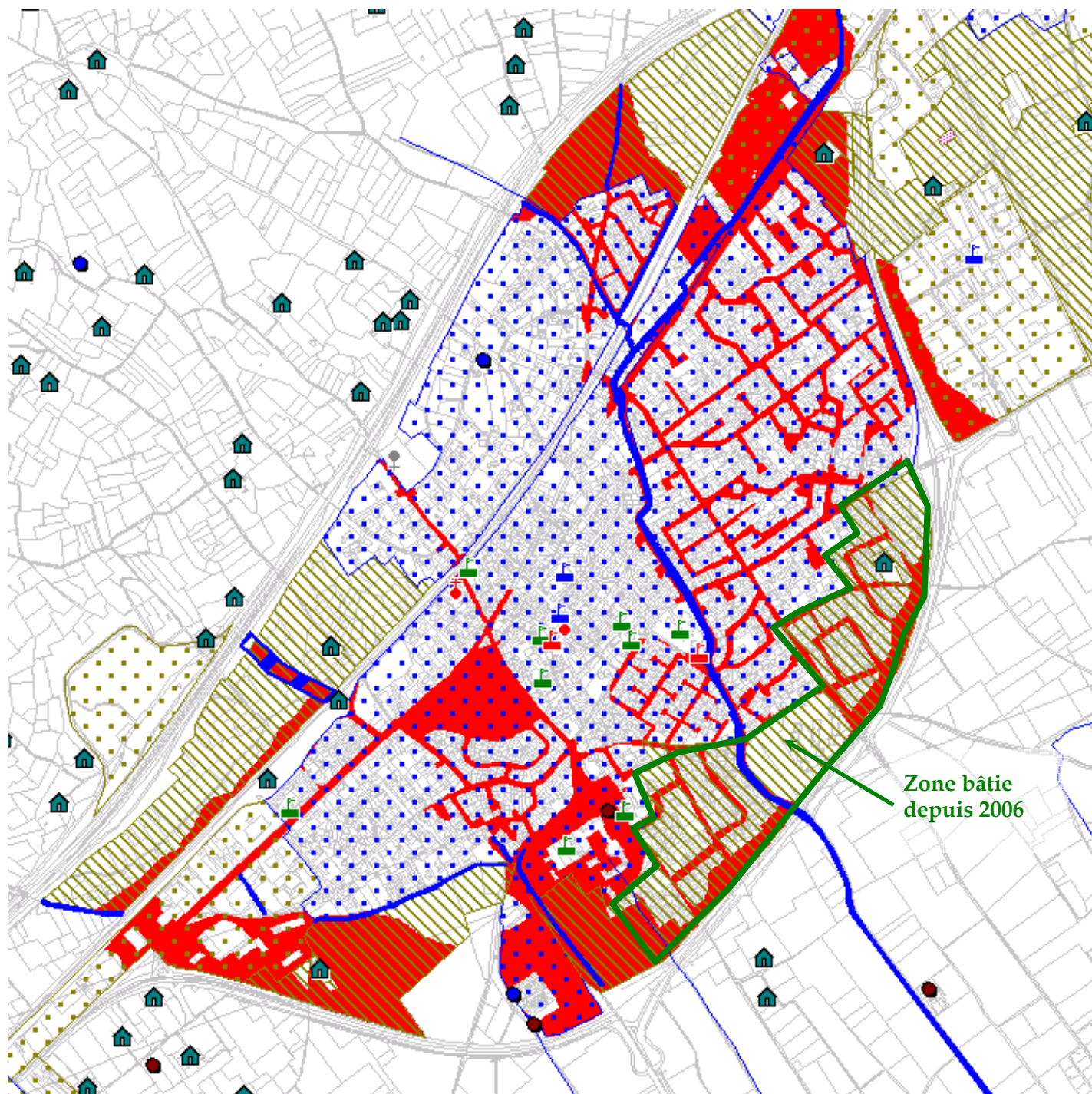
La production des cartes d'aléa a été réalisée à partir de la grille d'analyse suivante :

	V < 0.20 m/s	0.20 < V < 0.50 m/s	V > 0.50 m/s
H < 0.50 m	Faible	Moyen	Fort
H > 0.50 m	Moyen	Fort	Fort

Figure 4 : Grille d'analyse aléa (source : DDE30).

Une absence d'information fiable a été révélée sur le territoire de Milhaud compris entre la déviation de la RN113 et la ville de Nîmes (ZAC des Capitelles). En dehors du périmètre d'étude SAFEGE, cette zone peut à priori l'objet de cartographies à partir du programme CADEREAUX (EGIS Eau).

La superposition des enjeux avec les aléas permet d'identifier rapidement les zones à risque et le degré de risque associé.



ZONE ROUGE = aléa 100 ans (sans distinction de classe)

ZONE à POINTS BLEU = secteurs urbains actuels

ZONE à POINTS VERT = secteurs artisanaux ou commerciaux actuels

ZONE à HACHURES = secteurs potentiels de développement (logement ou artisanal/commercial)

Les ERP sont symbolisés avec un drapeau de couleur.

Figure 5 : Identification des secteurs à risque.

3.3 Synthèse : les zones cibles

Les zones cibles identifiées sont donc les suivantes :

- Secteurs non urbanisés actuellement qui doivent éviter toute urbanisation future pour les crues considérées : il s'agit notamment des zones situées entre l'A9 et la voie ferrée et contre les remblais de la déviation de la RN113 ;
- Secteurs à logements individuels soumis à un aléa par les débordements de la Poudre ou de ses affluents : quartiers en partie Est de la zone urbaine ;
- Secteurs à vocation commerciale ou artisanale aux abords de la RN113 en partie Est et Ouest ;
- Le site de la ZAC des Capitelles doit faire l'objet d'une étude complémentaire (attente des cartographies des zones inondables) – Cf. annexe 2.

4 Propositions d'actions correctives et préventives et impacts

4.1 Axe 2 « rétention amont »

La chronologie proposée dans ce chapitre repose sur deux points :

1. Analyse hydraulique locale de l'aménagement ;
2. Si gain hydraulique jugé intéressant, analyse hydraulique à l'échelle communale (chapitre 5).

4.1.1 Secteur de la Poudre

Rappelons ici que le bassin versant de la Poudre totalise 70 % de la surface totale des bassins versants de Milhaud. Les aménagements se concentrent donc naturellement vers ce bassin versant qui traverse également l'agglomération nîmoise.

Sur ce dernier est proposé un ensemble d'aménagements détaillés dans le programme CADEREAUX, dont les derniers éléments ont été communiqués à SAFEGE en avril 2009. Le terme du programme est prévu en 2028.

Sont ici rappelés les valeurs d'écroulement atteintes pour différents états d'aménagements par le programme de la Ville de Nîmes.

Type de crue	Débit maximum de la Poudre (m ³ /s) au pont SNCF				
	État 1988 [1]	État 2008 [2]	État 2028 [3]	Réduction [3-2] (%)	Réduction [3-1] (%)
Crue type 1988	240.3	139.9	134.0	4%	44%
Crue type 2005	98.8	57.9	26.4	54%	73%
Crue type PPCI	161.2	91.6	62.9	31%	61%
Crue type Sc4	58.4	34.8	12.2	65%	79%

Tableau 4 : Récapitulatif de l'efficacité du programme CADEREAUX.

On constate que le programme est extrêmement intéressant pour la commune de Milhaud. Cependant les valeurs écrêtées sont encore supérieures à la capacité de transfert dans la zone urbaine (environ 25 m³/s). De plus, l'ouvrage SNCF est limitant et produit des débordements dès l'entrée de Milhaud.

Rappelons que les débits 5 et 10 ans de la Poudre sont estimés respectivement à 15 et 19,5 m³/s au pont SNCF à l'entrée de Milhaud selon la méthodologie SAFEGE, c'est à dire sans tenir compte des aménagements existants sur Nîmes (occurrences non étudiée par le programme CADEREAUX). Dans ce cas, il semble que la Poudre ne subit pas de débordements notables dans la traversée de Milhaud.

Ces débordements se produisent également pour une grande majorité des ouvrages de franchissement de la Poudre (OH3 à OH13). L'aménagement du linéaire de la Poudre ne peut être raisonnablement envisagé pour les raisons suivantes :

- Capacité maximum actuelle des ouvrages de 14 à 46 m³/s : il faudrait alors reprendre les ouvrages pour augmenter leur capacité en fonction de l'objectif recherché.

Pour mémoire, le graphique suivant présente le nombre d'ouvrage à modifier selon la crue considérée :

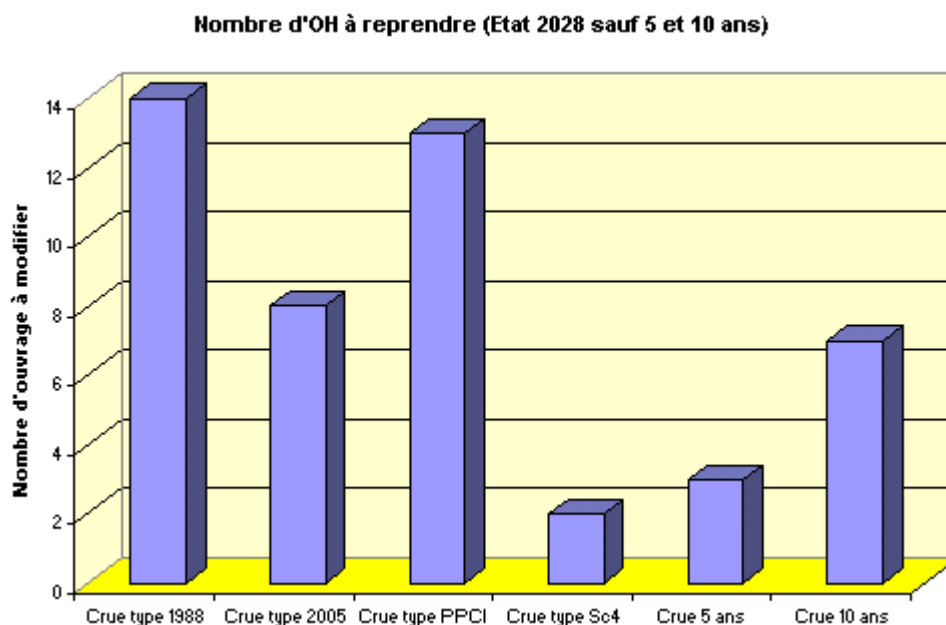


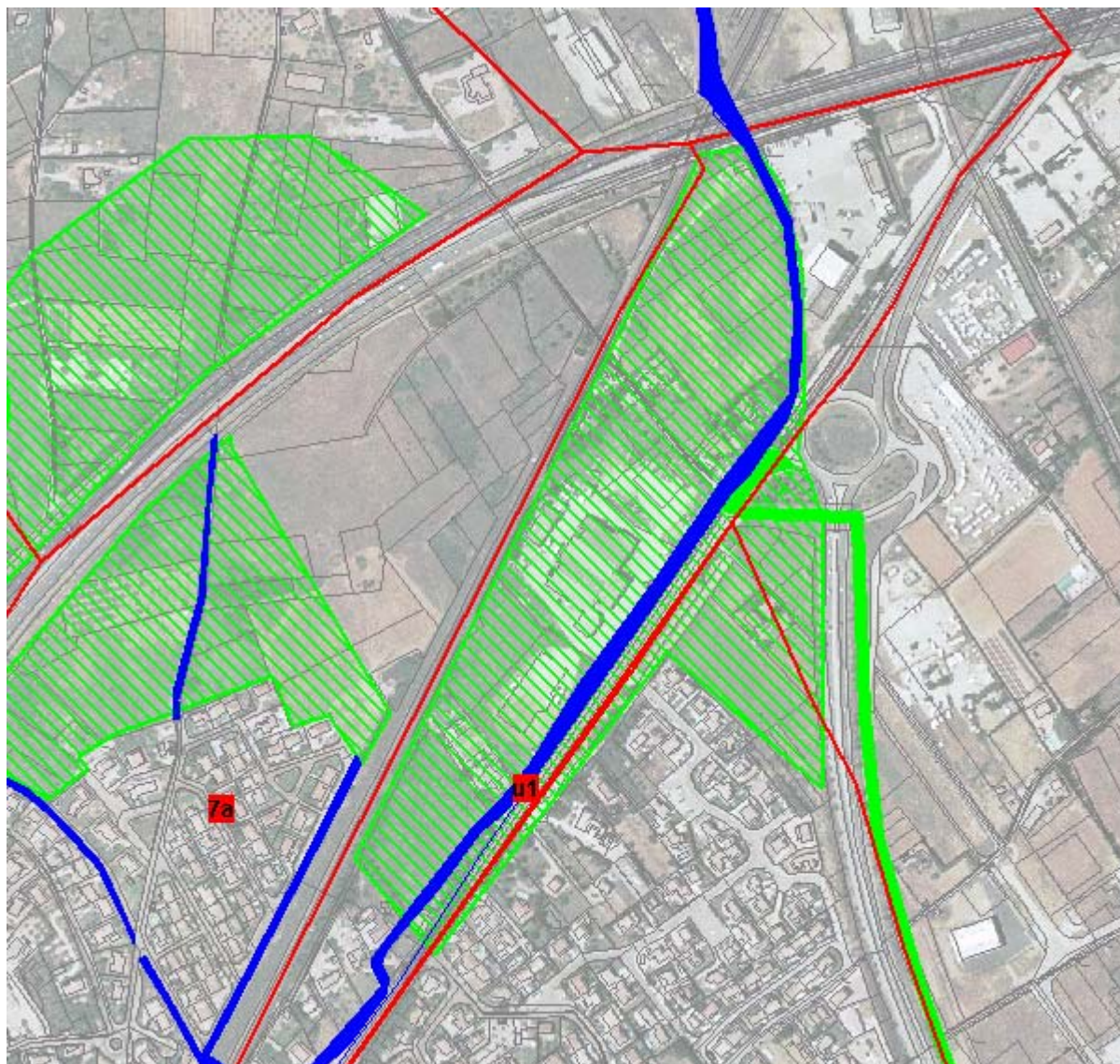
Figure 6 : Estimation des ouvrages de franchissements de la Poudre à modifier selon crues.

- L'emprise de la Poudre paraît actuellement dans ses possibilités maximales : les contraintes foncières, de réseau et de pente rendent très difficile toute opération complémentaire.

Sont alors ici proposées les actions suivantes :

- Conservation du tracé actuel de la Poudre ;
- Conservation des zones identifiées comme stockage depuis l'ouvrage SNCF à la route de Nîmes (gel contre l'urbanisation) et entre la route de Nîmes et la déviation RN113 sur une surface de 11 hectares ;

- Création d'un chenal de délestage avant l'entrée de la zone urbaine pour limiter les débits dans celle-ci (Cf. description au paragraphe suivant).

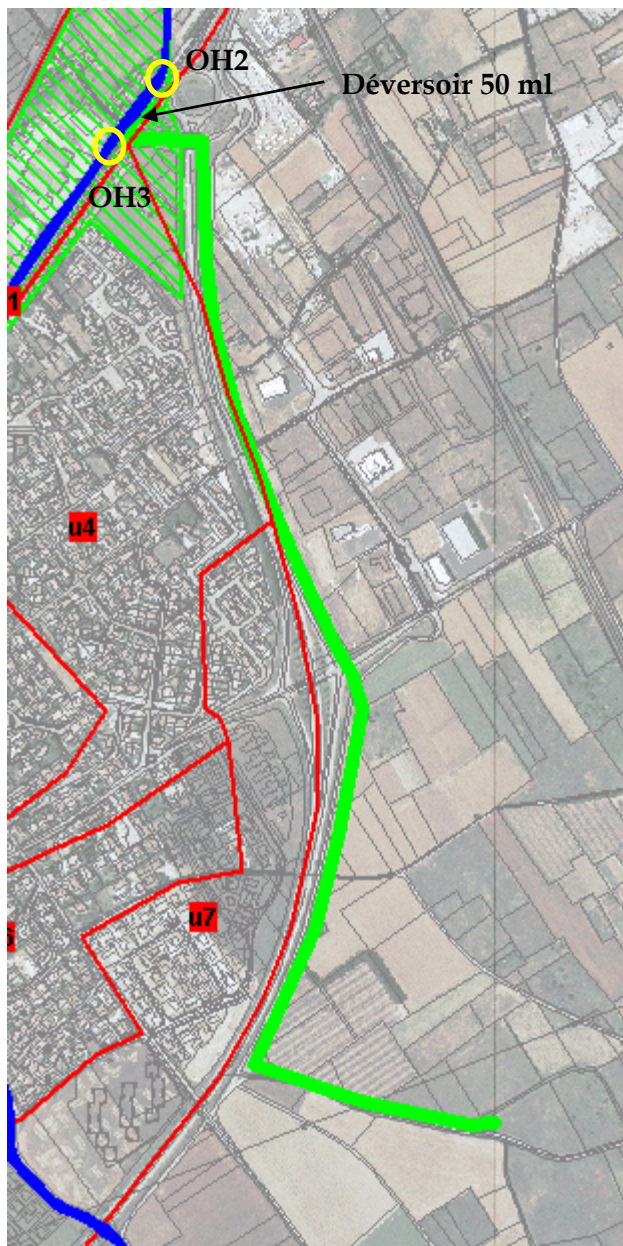


ZONE HACHURE VERT = zone de gel de l'urbanisation.

Figure 7 : Préconisations d'aménagements – la Pondre.

4.1.1.1 Chenal de délestage

Dimensions



Les dimensions proposées sont les suivantes :

- Déversoir d'alimentation du chenal de délestage placé entre OH2 et OH3 sur un linéaire de 50 ml (la route est le déversoir) à la cote 33,2 m NGF (la régulation du déversoir est assurée par l'OH3 en aval);
- Concentration progressive des écoulements vers le chenal de délestage de 1,5 m de profond pour 10 m de largeur en base (1700 ml) ;
- Conservation de l'ouvrage de passage inférieur sous RN113 puis création d'un ouvrage de capacité minimum 50 m³/s (échangeur vers chemin de Carraud) ;
- Exutoires multiples à prévoir en lit majeur du Vistre dans réseau de fossé existant.

Figure 8 : Propositions d'aménagements de la Pondre – chenal de délestage.

Résultats

Pour une crue 10 ans, le chenal n'est pas actif.

Pour les crues supérieures (hypothèses hydrologiques du programme CADEREAUX disponibles dans le tableau précédent), les hydrogrammes EGIS sont injectés dans le modèle selon deux états d'aménagements du bassin versant de la Pondre : état 2008 et état 2028 (terme du programme).

Les résultats sont les suivants :

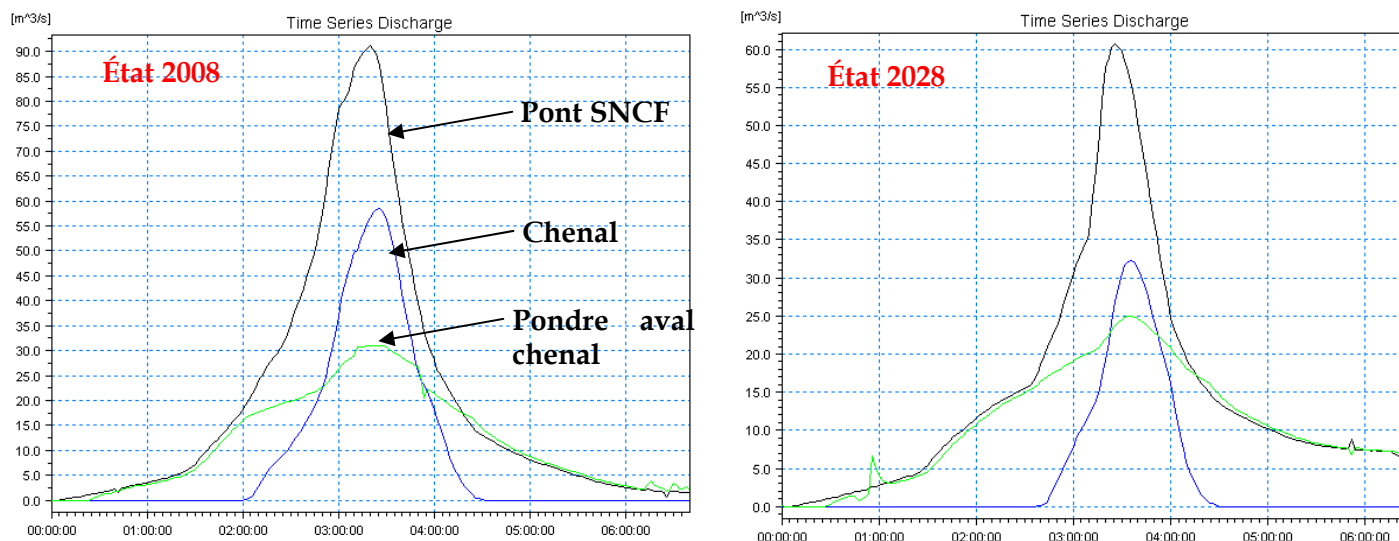


Figure 9 : Résultats de simulation – chenal de délestage – 100 ans (PPCI).

On constate pour la crue PPCI que le chenal fait transiter entre 30 et 60 m³/s selon l'état d'aménagement, délestant d'autant la Pondre en débit de pointe : l'état 2028 doit permettre de réduire les débordements en milieu urbain avec un débit d'environ 25 m³/s.

Le tableau de synthèse suivant permet de connaître l'atteinte de l'objectif en tête de la traversée urbaine (25 m³/s) avec l'insertion d'un chenal de délestage :

Type de crue	État 2008	État 2028
Crue type 1988	NON	NON
Crue type 2005	OUI	OUI
Crue type PPCI	NON	OUI
Crue type Sc4	OUI	OUI

Tableau 5 : Récapitulatif de l'efficacité du chenal de délestage en tête de la traversée urbaine.

Couplé au programme CADEREAUX, **cet aménagement semble prometteur** dans la réduction de l'inondabilité du centre de Milhaud (à priori quartiers Nord prioritairement).

Les contraintes foncières liées à l'installation du chenal sont fortes vu le peu d'espace disponible. Il faut aussi considérer dès à présent que l'apport vers l'aval est plus important qu'en situation actuelle et que pour répondre à la réglementation, il faudrait probablement proposer une compensation des sur-débits dans la plaine du Vistre. L'analyse de l'impact (i.e. du risque) ne peut se faire uniquement sur le territoire de Milhaud : un scénario spécifique avec un modèle hydraulique à grande échelle du Vistre pourrait répondre à cette interrogation.

4.1.2 Quartier des Boulidous

4.1.2.1 Bilan du diagnostic

Le quartier dit des « Boulidous » reçoit les écoulements de 2 bassins versants (n°2 et 7) produisant les débits suivants :

Occurrence de crue	BV n°2	BV n°7
5 ans	1,6 m³/s	3,8 m³/s
10 ans	2 m³/s	5 m³/s
100 ans	11 m³/s	30 m³/s
Septembre 2005	5 m³/s	15 m³/s
Octobre 1988	9 m³/s	32 m³/s

Tableau 6 : Récapitulatif des débits d'apports au quartier des Boulidous.

Le BV2 n'a pour exutoire qu'un seul ouvrage de 1200 mm de diamètre tandis que le BV7 dispose d'une buse 1600 mm (OH17) et d'un ouvrage d'art de grande capacité (OH16).

Globalement, des débordements sont constatés dès la crue 10 ans dans ce secteur (débit d'environ 3 m³/s) avec un phénomène de stockage des eaux très important contre les remblais de l'autoroute A9.

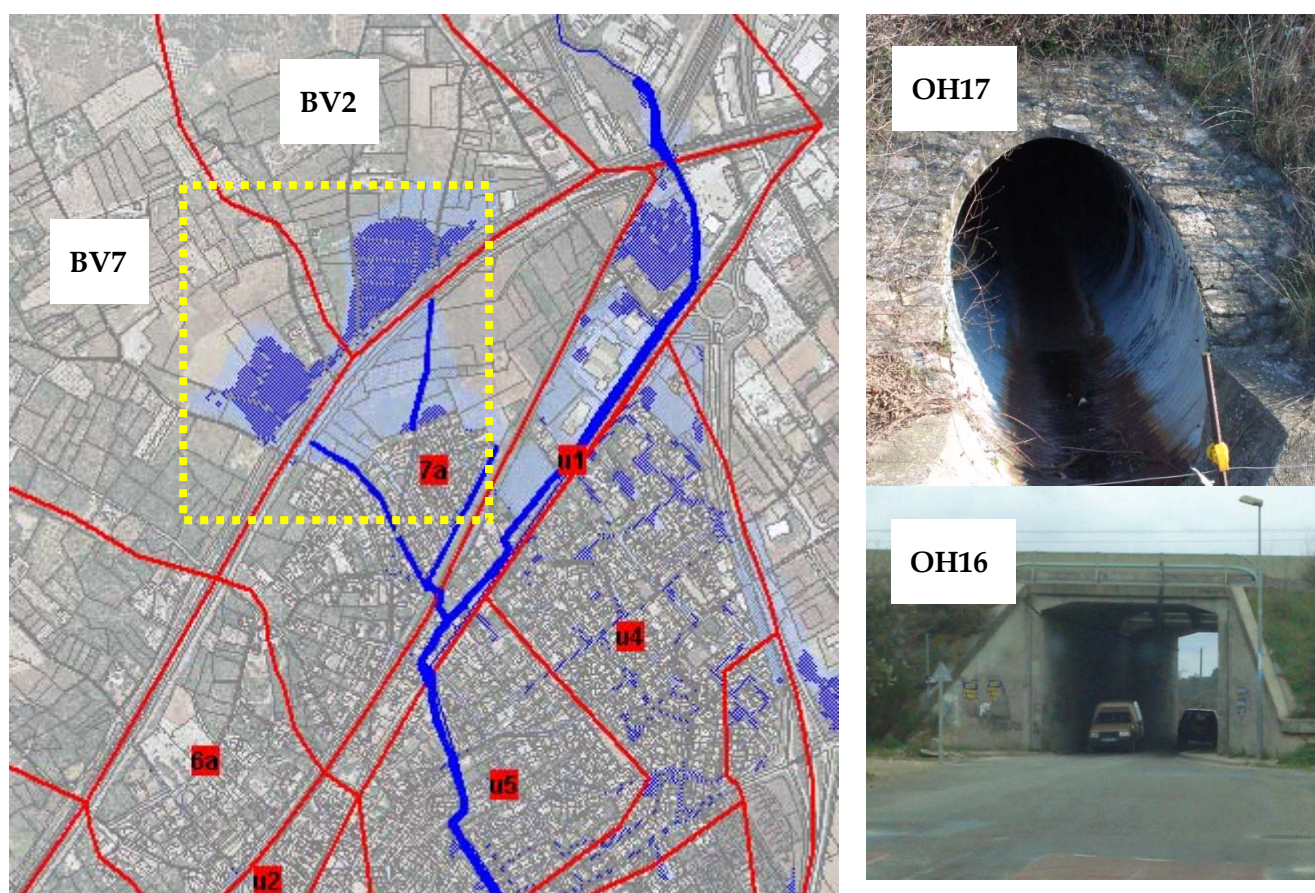


Figure 10 : Dysfonctionnement quartier des Boulidous (Nord-Est)

4.1.2.2 Actions proposées

Sont ici proposées les actions suivantes :

- Conservation des ouvrages de faibles capacités de franchissement de l'A9 ;
- Conservation des zones identifiées comme stockage en amont de l'A9 (gel contre l'urbanisation) sur une surface de 13 hectares [a] ;
- Extension de l'efficacité des dites zones par réalisation d'un bassin de stockage (Cf. description ci-après) sur 7 hectares ;
- Conservation des zones non urbanisées identifiées comme stockage entre l'A9 et la voie ferrée (gel contre l'urbanisation) sur une surface de 4,5 hectares [b].

Ce dernier élément est fondamental en raison notamment du risque avéré de surverse sur l'autoroute A9 pour une occurrence centennale.

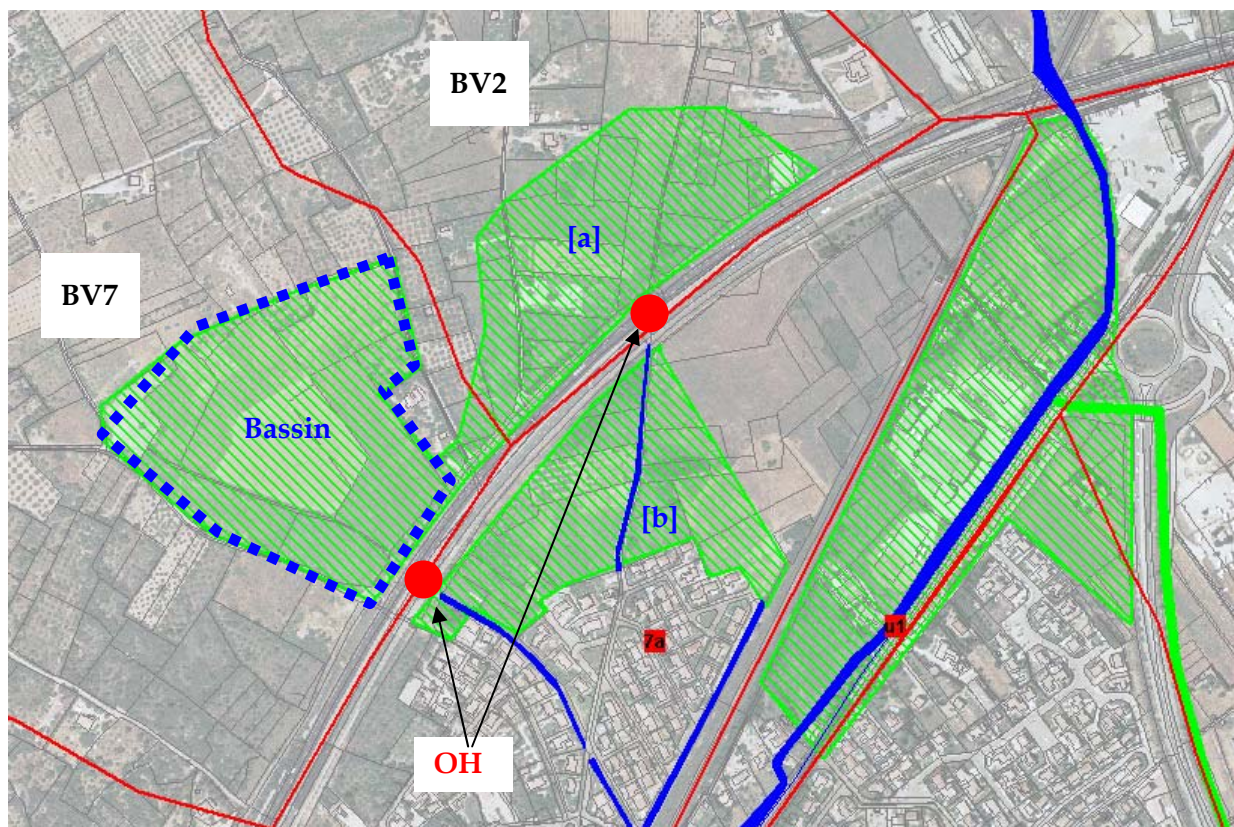


Figure 11 : Préconisations d'aménagements – quartier Boulidou.

4.1.2.3 Test de fonctionnement du bassin de stockage

Dimensions

Le bassin de stockage est dimensionné de la façon suivante :

- Surface maximum de 7 ha – pas de déblais à réaliser (utilisation du terrain naturel) ;
- Réalisation de deux casiers de stockage avec digues perpendiculaires aux écoulements (ouvrage de ralentissement dynamique) de hauteur maximum 1,5 m avec déversoir de 50 ml et ouvrage de fuite au TN (buse 500 mm).

Le schéma suivant illustre l'ouvrage envisagé.

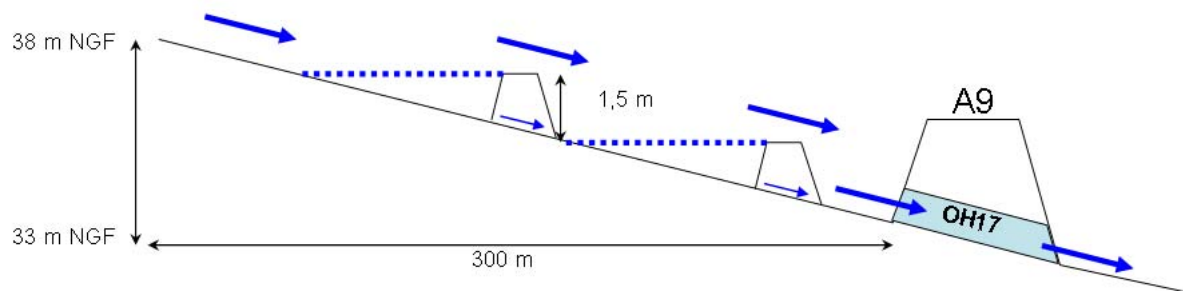


Figure 12 : Casiers de stockage amont A9 – quartier Boulidou.

Résultats

Pour une crue 10 ans, l'efficacité du système est totale puisque seuls les débits de fuite alimentent l'aval ($0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ maximum). En revanche, le faible volume de stockage potentiel (cumul égal à $45\,000 \text{ m}^3$), rend l'écêtement nul par les nouveaux casiers pour une crue 100 ans. Ce constat est fait également sur la crue de type septembre 2005.

Nota :

- en noir, débit de pointe en amont de l'aménagement
- en bleu, débit de pointe en aval de l'aménagement

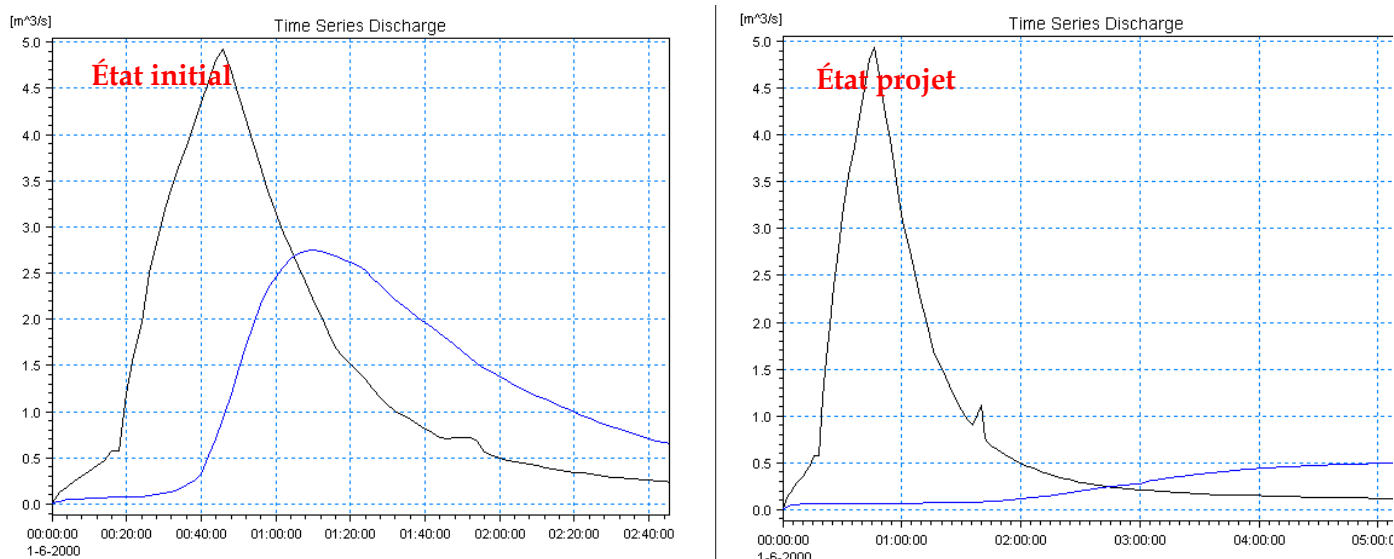


Figure 13 : Résultats de simulation – bassins de stockage des Boulidou – 10 ans

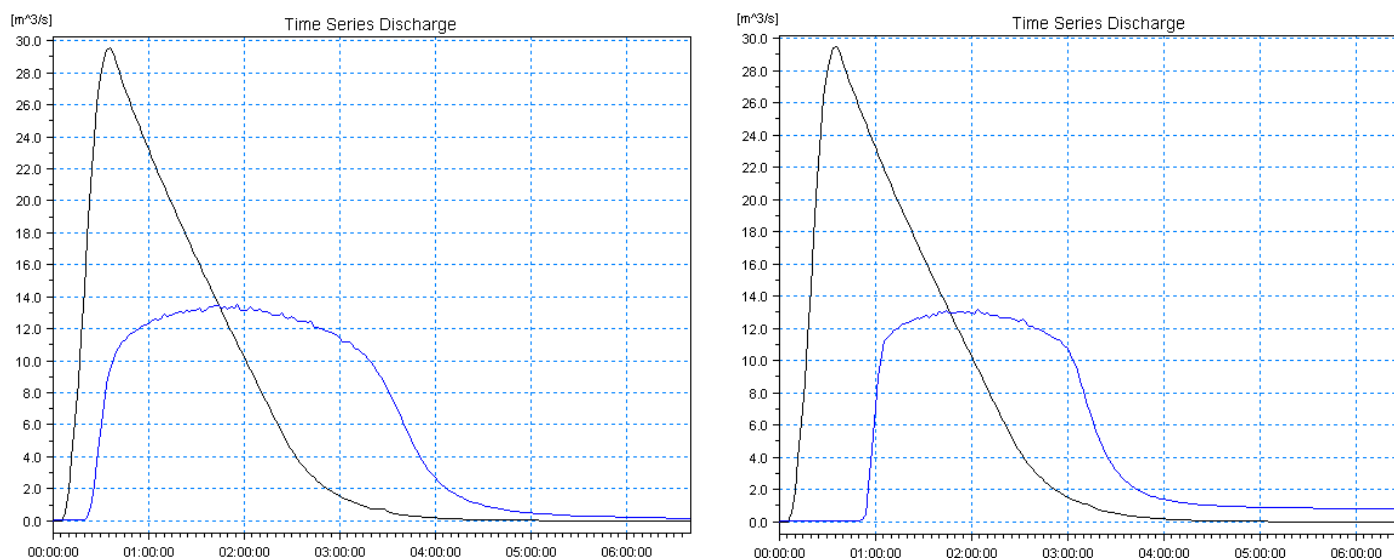


Figure 14 : Résultats de simulation – bassins de stockage des Boulidou – 100 ans.

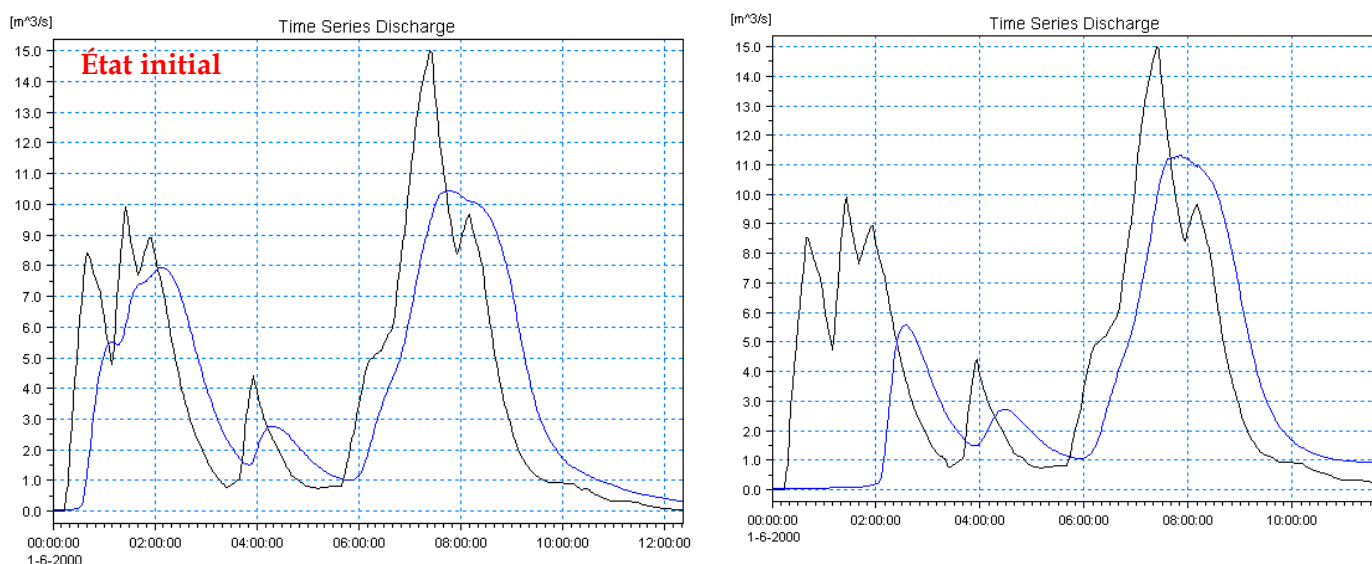


Figure 15 : Résultats de simulation – bassins de stockage des Boulidou – septembre 2005.

L'aménagement est complètement transparent pour une crue d'octobre 1988.

Conclusion

La contrainte de volume liée aux crues « extrêmes » étant forte, seul un bassin de stockage de volume très important (entre 50 et 80 000 m³) pourrait s'envisager dans ce cas (ancienne carrière comme celle de Caveirac sur la Ponder par exemple).

L'écrêtement actuel par les ouvrages liés à l'autoroute A9 est suffisant pour des crues inférieures ou égales à 10 ans. Dans le cas de crues plus fortes, il n'est pas envisageable de réaliser un ouvrage économiquement viable. La préservation des zones d'expansion de crue semble la meilleure option.

4.1.3 Secteur déviation RN113

Contre-pentes

La traversée de la Pondre par la RN113 (partie Sud du territoire urbanisé) pose des problèmes de pente, responsable d'une réduction de la capacité d'évacuation des eaux en crue. Le graphique ci-dessous illustre le profil en long de la Pondre à ce niveau.

Le constat est le même pour la rue George Brassens qui est une zone d'écoulement privilégiée de la Pondre lors des crues.

Les fortes contre-pentes sur plusieurs centaines de mètres vers l'aval rendent difficile un recalibrage cohérent vers le Vistre.

Rappelons également que toute opération d'amélioration des écoulements vers l'aval doit être compensée afin de ne pas aggraver la situation en aval.

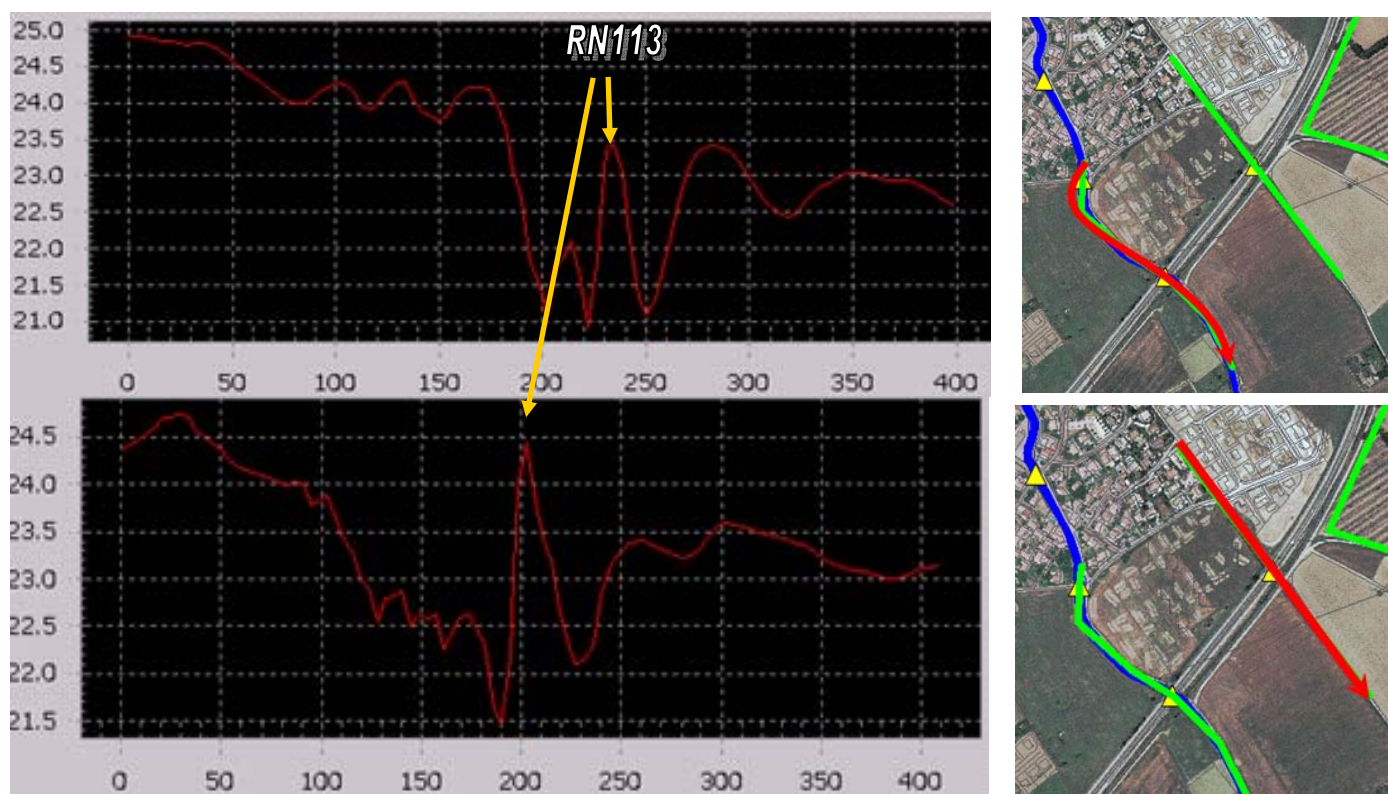


Figure 16 : Profils en long – franchissements RN113.

Aucune opération n'est ici envisagée.

Stockage des crues par RN113

Le diagnostic de la situation actuelle a montré le rôle de stockage de la déviation de la RN113, responsable d'une inondation importante des quartiers longeant la RN113. L'urbanisation est dans ce secteur « galopante » puisque des secteurs identifiés comme « à urbaniser » en 2006 selon le PLU sont déjà construits.

Les ouvrages de franchissement de la RN113 sont peu nombreux et peu efficace : la transparence hydraulique n'a jamais été assurée par l'implantation de cette déviation. L'opération éventuelle de reprise des ouvrages paraît ici démesurée.

Aujourd'hui, il paraît indispensable de geler les terrains encore naturels contre l'urbanisation afin de conserver les zones d'expansion des crues (18 hectares environ).

La figure suivante localise les secteurs soumis à inondation actuellement et qu'il est souhaitable de geler l'urbanisation.

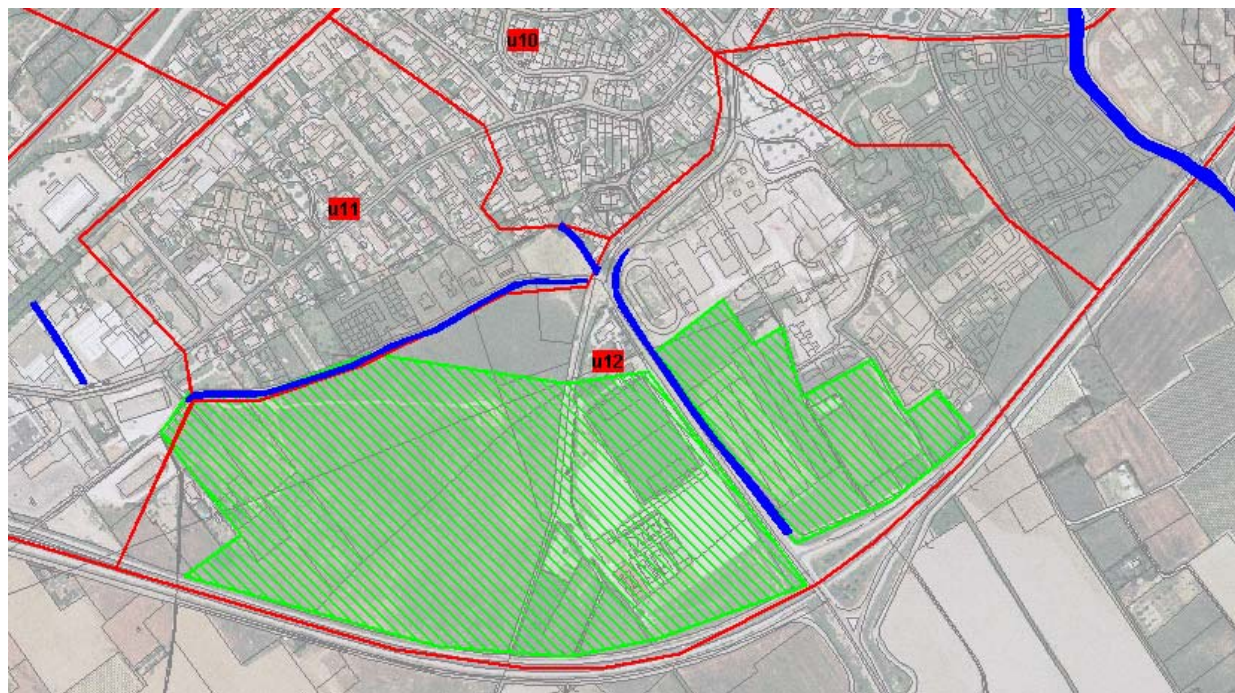


Figure 17 : Préconisations d'aménagements – RN113.

4.1.4 Bassin versant n°5

Le futur projet « Baume et Touril » reçoit les écoulements du bassin versant n°5 générant les débits suivants :

Occurrence de crue	BV n°5
5 ans	1,2 m ³ /s
10 ans	1,7 m ³ /s
100 ans	8,5 m ³ /s
Septembre 2005	3,5 m ³ /s
Octobre 1988	7,3 m ³ /s

Tableau 7 : Récapitulatif des débits d'apports au BV n°5.

L'OH22 de franchissement de l'A9 ne génère quasiment pas de rétention en amont pour ces débits. En revanche, entre l'A9 et la voie ferrée, il n'existe pas de thalweg visible et aucun ouvrage de franchissement de la voie ferrée (seul le portail d'accès à la voie ferrée semble être un exutoire potentiel). En conséquence, les écoulements s'apparentent à du ruissellement sur ce secteur. Les témoignages ne semblent pas indiquer de dysfonctionnements majeurs à l'aval de ce bassin versant. On peut supposer que la zone comprise entre l'A9 et la voie joue le rôle d'épanchement des crues. **Ce rôle doit être préservé.**

Le levés topographiques réalisés pour cette étude n'ont pas couvert cette zone non urbaine. Seule la donnée « GAIA Mapping » est disponible, ce qui est insuffisant pour étudier finement le secteur.

Une expertise hydraulique a été apportée dans ce secteur : cf. annexe 2.

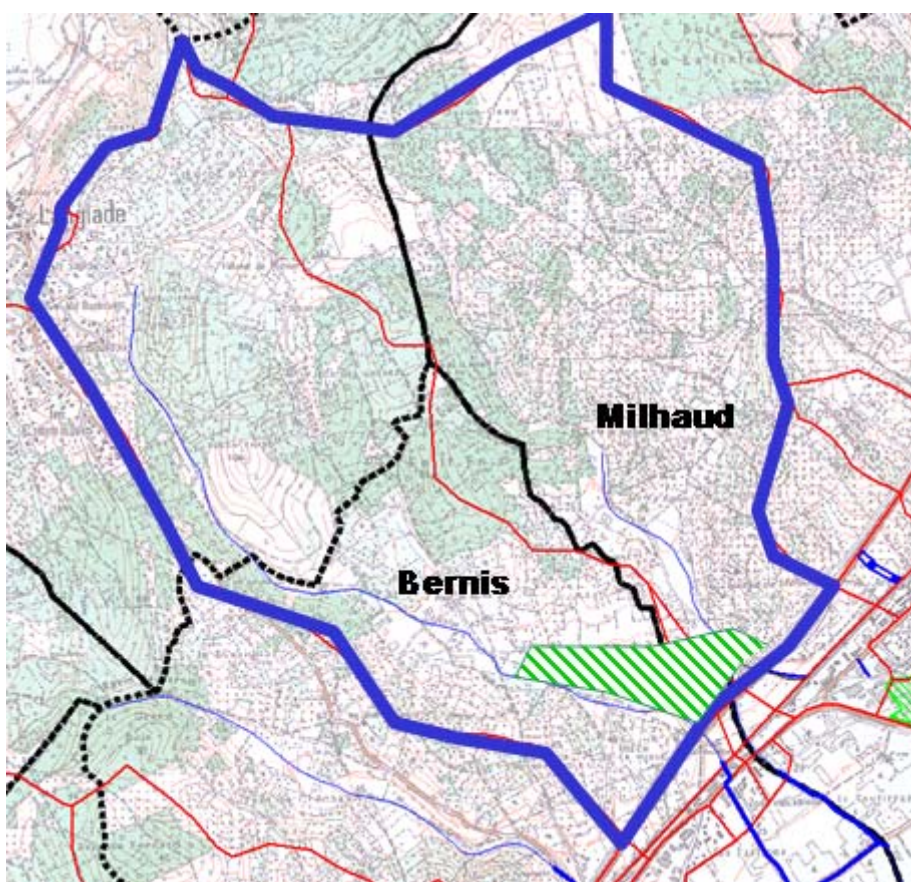
4.1.5 Vallat de Larguière (ou Larrière)

Le bassin versant de Larrière présente une situation particulière car il est composé de deux bassins versants de taille équivalente (entre 4 et 5 km² chacun) qui se rejoignent en amont de l'autoroute A9. Les débits estimés par SAFEGE sont récapitulés dans le tableau suivant.

Occurrence de crue	4 (Larrière MILHAUD)	4b (Larrière BERNIS)	TOTAL
5 ans	8.80 m ³ /s	8.9 m ³ /s	17.7 m ³ /s
10 ans	12 m ³ /s	12 m ³ /s	24 m ³ /s
100 ans	59 m ³ /s	66 m ³ /s	125 m ³ /s
Septembre 2005	36 m ³ /s	41 m ³ /s	77 m ³ /s
Octobre 1988	85 m ³ /s	96 m ³ /s	181 m ³ /s

Tableau 8 : Récapitulatif des débits d'apports des bassins versants de Larrière.

Il s'agit du second plus gros contributeur des bassins versants de Milhaud en termes de débit après la Pondre. Les conséquences sont d'autant plus importantes qu'aucun aménagement



n'existe, contrairement à son voisin. L'ensemble du bassin versant est à cheval sur les communes de Bernis et Milhaud.

Les franchissements de l'A9 se font par 3 ouvrages, dont 1 qui concerne Milhaud (OH 24 avec 600 mm de diamètre).

Étant donné que SAFEGE réalise actuellement le Schéma Pluvial de Bernis, il est intéressant d'étudier précisément le comportement de ce bassin versant et des solutions à apporter : la topographie levée par Géometris sur

Bernis est ici utilisée pour les possibilités d'aménagements.

L'intérêt d'un aménagement commun Milhaud/Bernis est fort.



Figure 18 : 2 Ouvrages de franchissement de l'A9 hors OH 24 (Bernis).

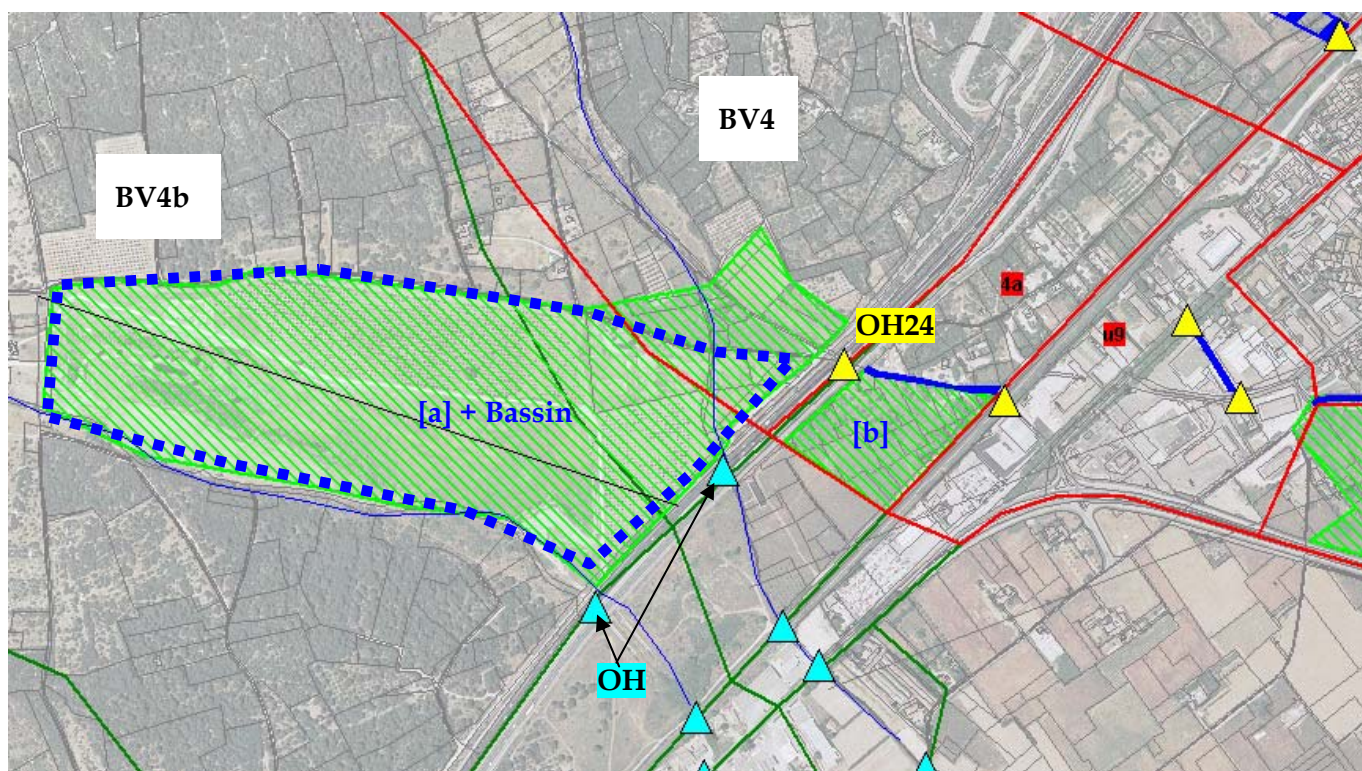


Figure 19 : Préconisations d'aménagements – vallat de Larrière.

4.1.5.1 Actions proposées

Sont ici proposées les actions suivantes :

- Conservation des ouvrages de franchissement de l'A9 ;
- Conservation des zones identifiées comme stockage en amont de l'A9 (gel l'urbanisation) sur une surface de 25 hectares [a];
- Extension de l'efficacité des dites zones par réalisation d'un bassin de stockage (cf. description ci-après) sur 23 hectares ;

- Conservation des zones non urbanisées identifiées comme stockage entre l'A9 et la voie ferrée (gel contre l'urbanisation) sur une surface de 2,5 hectares [b].

Ce dernier élément est fondamental en raison notamment du risque de surverse sur l'autoroute A9.

4.1.5.2 Test de fonctionnement du bassin de stockage

Dimensions

Le bassin de stockage est dimensionné de la façon suivante :

- Surface maximum de 23 ha – pas de déblais à réaliser (utilisation du terrain naturel) ;
- Réalisation de deux casiers de stockage avec digues perpendiculaires aux écoulements de hauteur maximum 2 m avec déversoir de 100 ml et ouvrage de fuite au TN (buse 500 mm).

Le schéma suivant illustre l'ouvrage envisagé.

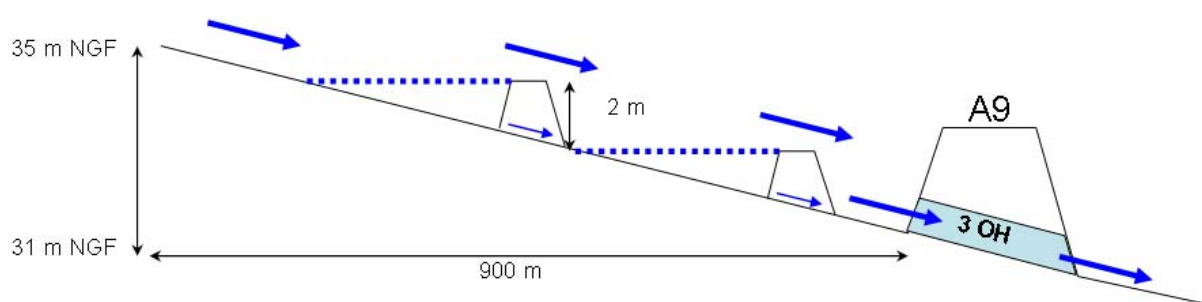


Figure 20 : Casiers de stockage amont A9 – vallon de Larrière.

Résultats

Pour une crue 5 et 10 ans, l'efficacité du système est totale puisque seuls les débits de fuite alimentent l'aval ($2 \text{ m}^3/\text{s}$ maximum). En revanche, le volume de stockage potentiel (cumul égal à $198\,000 \text{ m}^3$) rend l'écrêtement nul par les nouveaux casiers pour une crue 100 ans. Ce constat est fait également sur la crue de type septembre 2005 et octobre 1988 : dans ces trois cas, la rétention par les remblais de l'A9 n'est pas augmentée par les casiers de stockage.

Sur les graphiques ci-dessous, les débits d'apport sont représentés en noir et bleu et les autres couleurs représentent les débits en aval de l'A9.

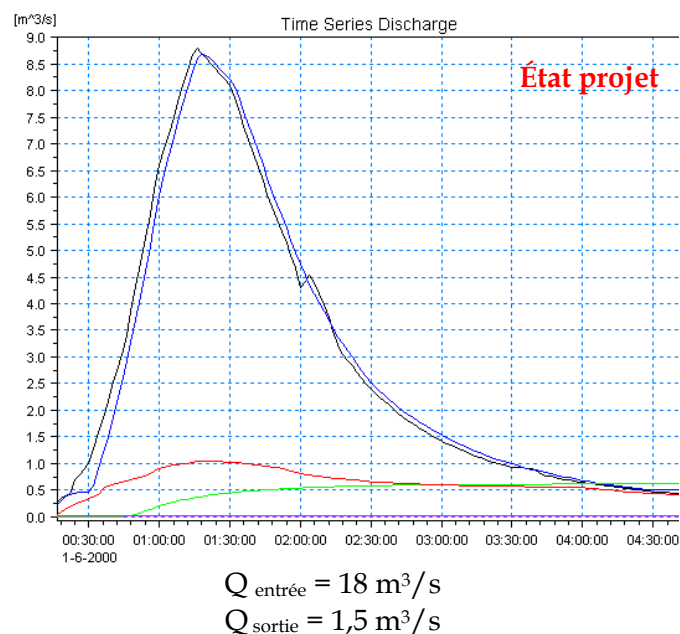
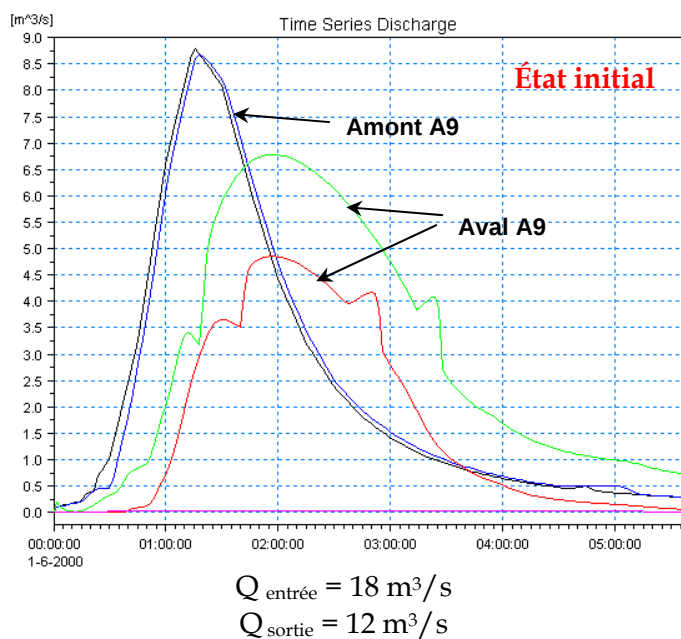


Figure 21 : Résultats de simulation – bassins de stockage de Larrière – 5 ans.

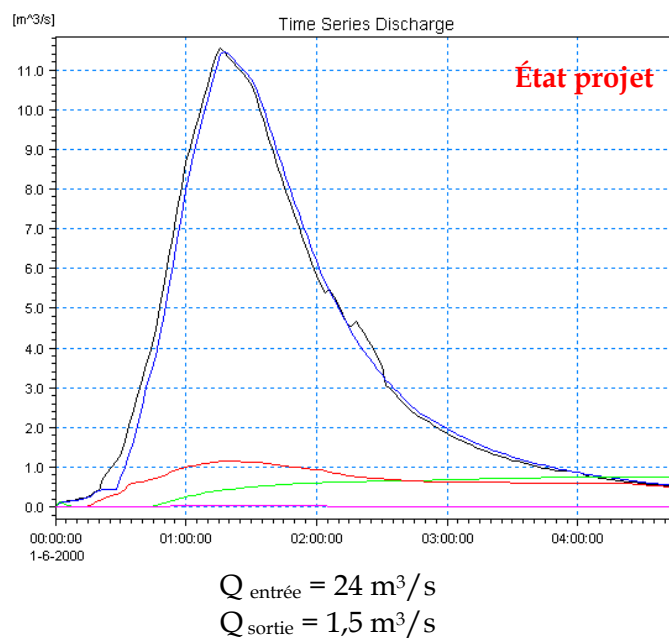
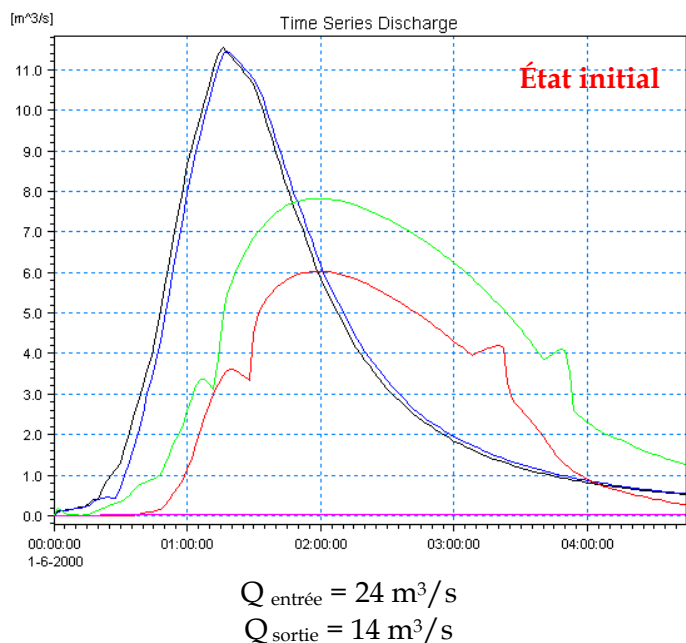


Figure 22 : Résultats de simulation – bassins de stockage de Larrière – 10 ans.

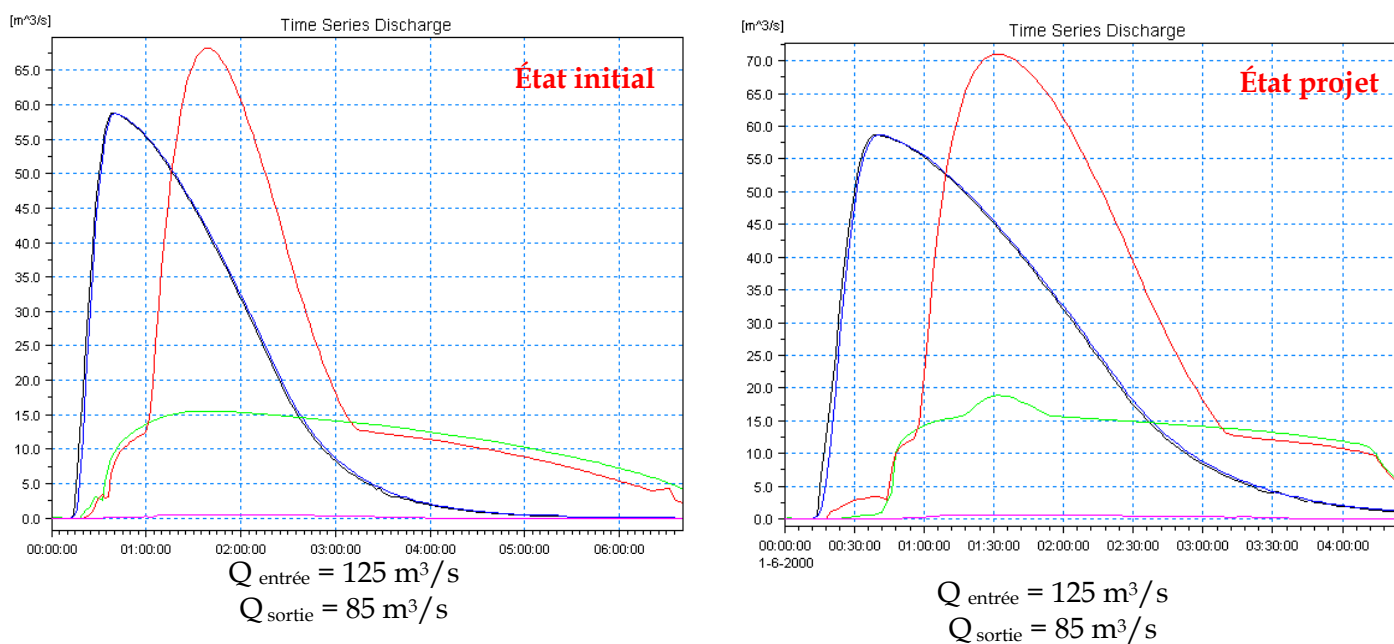


Figure 23 : Résultats de simulation – bassins de stockage de Larrière -100 ans.

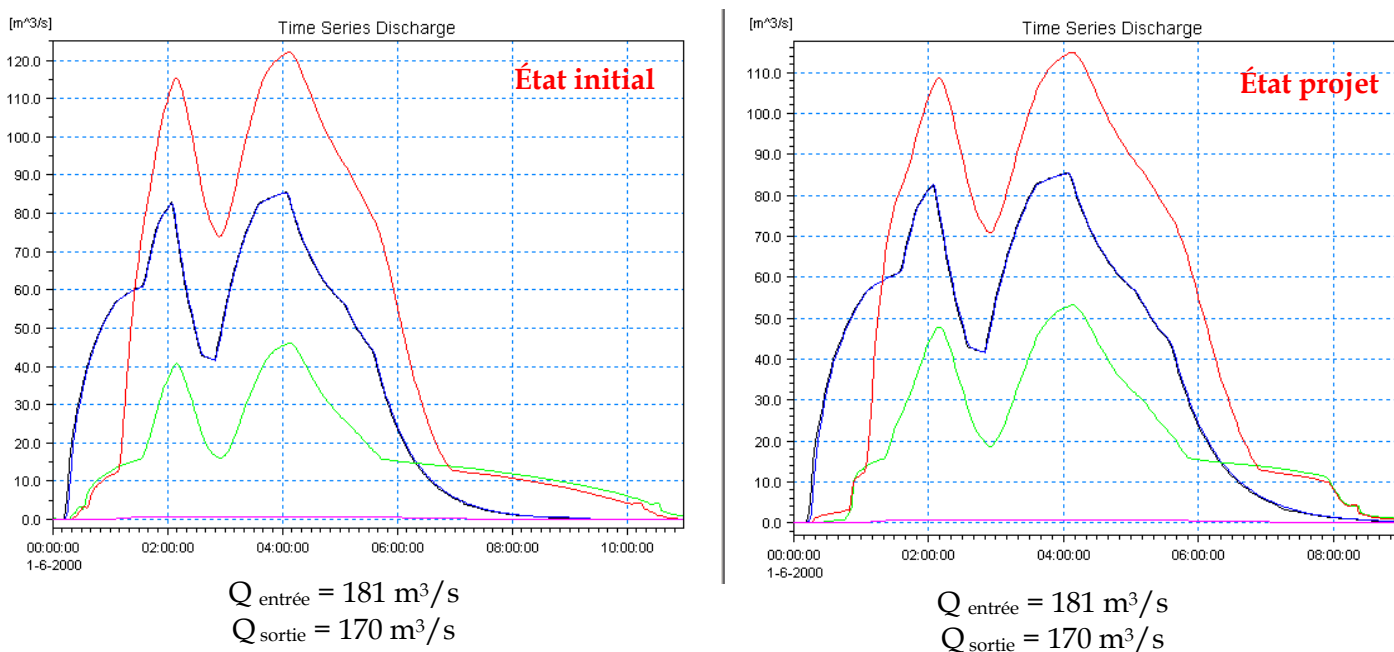


Figure 24 : Résultats de simulation – bassins de stockage de Larrière -octobre 1988.

Si l'on cherche à optimiser le volume des casiers de stockage, il est envisageable de déblayer le terrain naturel au maximum de 50 cm. Le gain hydraulique est intéressant mais encore insuffisant pour les crues extrêmes.

Conclusion

La contrainte de volume liée aux crues « extrêmes » étant forte (environ 750 000 m³ pour 100 ans et 2 500 000 m³ pour octobre 1988), seul un bassin de stockage de volume adapté pourrait s'envisager dans ce cas (ancienne carrière comme celle de Caveirac sur la Pondre par exemple – 440 000 m³ incluant Cantepedrix).

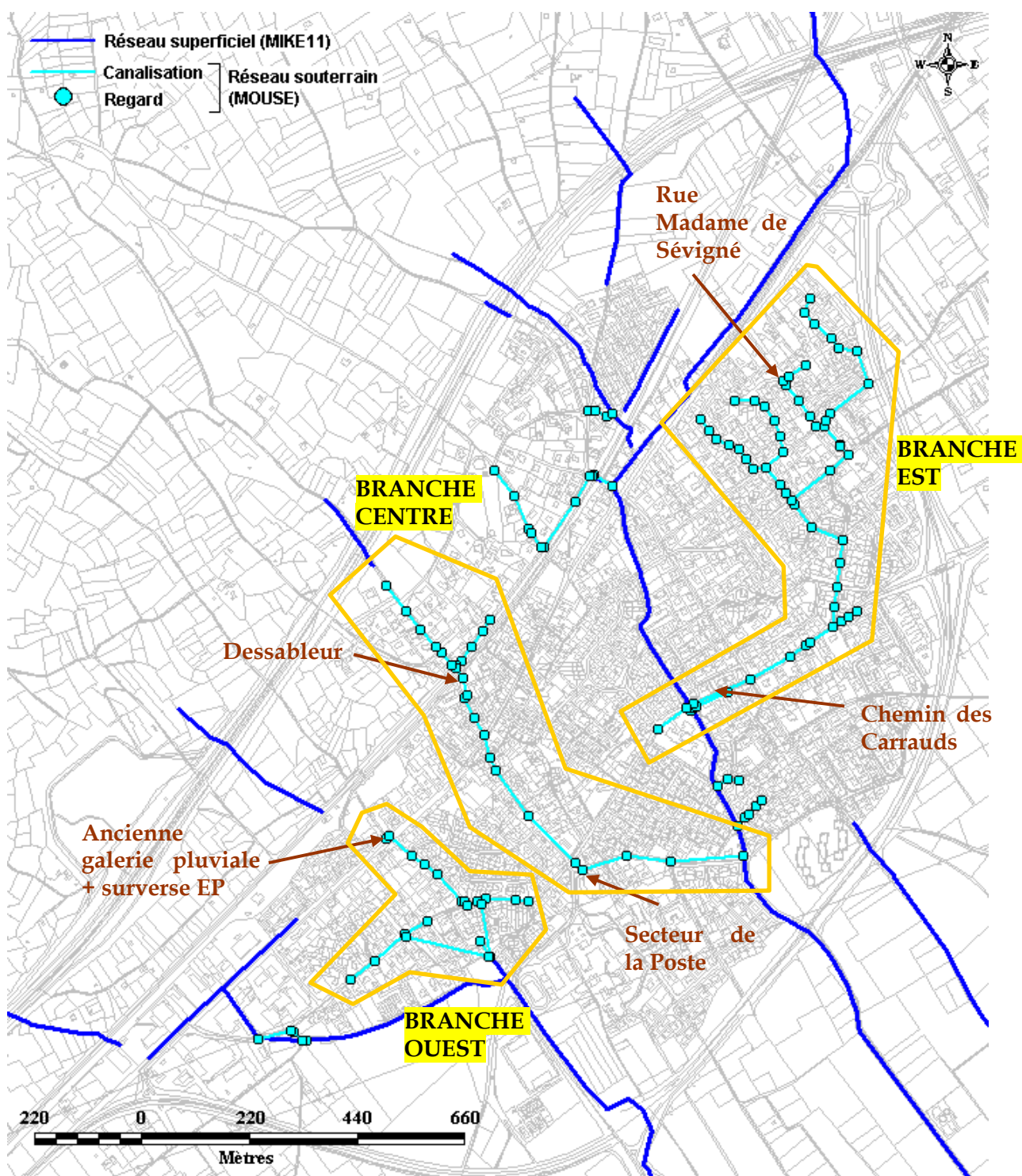
L'écrêtement actuel par les ouvrages liés à l'autoroute A9 semble **toutefois insuffisant** pour des crues inférieures à 10 ans : les débits en aval de l'A9 sont toujours susceptibles d'inonder la zone commerciale et artisanale en bord de la RN113. Afin de réduire la fréquence

d'inondation de la zone artisanale en aval, il semble **intéressant de tester plus précisément cet aménagement**.

Les conditions d'écoulements sur le territoire de Bernis sont également étudiées par SAFEGE pour la commune de Bernis.

4.2 Axe 1 « pluvial »

Sont ici rappelées les principaux axes du réseau pluvial qui intéressent l'étude.



Les résultats présentés ci-après sont issus de l'analyse hydraulique par modélisation de réseau MOUSE.

4.2.1 Hypothèses de dimensionnement

Le diagnostic a montré de nombreuses incohérences dans la structure du réseau (diamètres, pentes). La méthodologie retenue est basée sur trois points :

- Actions correctives des dysfonctionnements ;
- Évaluation de la capacité après action corrective ;
- Dimensionnement global pour crue 2, 5 ou 10 ans.

4.2.2 BRANCHE Est

Le bassin versant correspondant est le BV u4.

Les éléments notables du diagnostic étaient les suivants :

- Dimensionnement incohérent d'amont en aval : rétrécissement du diamètre 0,40 m de la canalisation rue George Sand (SAN010) avant augmentation du diamètre à 0,80 m rue des Clauses puis rétrécissement du diamètre à 0,50 m.
- Ruptures de pente identifiées, voire même contre-pente rue des Muriers ou rue de Sévigné (profil A) ou chemin de Carraud (profil D).
- Débits maximums dans le réseau de l'ordre de 0,2 m³/s.

Sont proposées les opérations de dimensionnement suivantes pour une crue 2 ans sans mise en charge (ou très localement) et une crue 5 ans avec mise en charge généralisée :

- Modification du diamètre des 4 antennes de réseau : 400 à 700 mm ;
- Modification de pente et de diamètre du collecteur aval : de 400 ou 500 à 1100 mm.

Le débit capable du réseau passe ainsi de 0,3 à 1,6 m³/s. Bien que les actions correctives améliorent la situation, un changement de diamètre généralisé semble nécessaire dans cette zone du territoire de Milhaud.

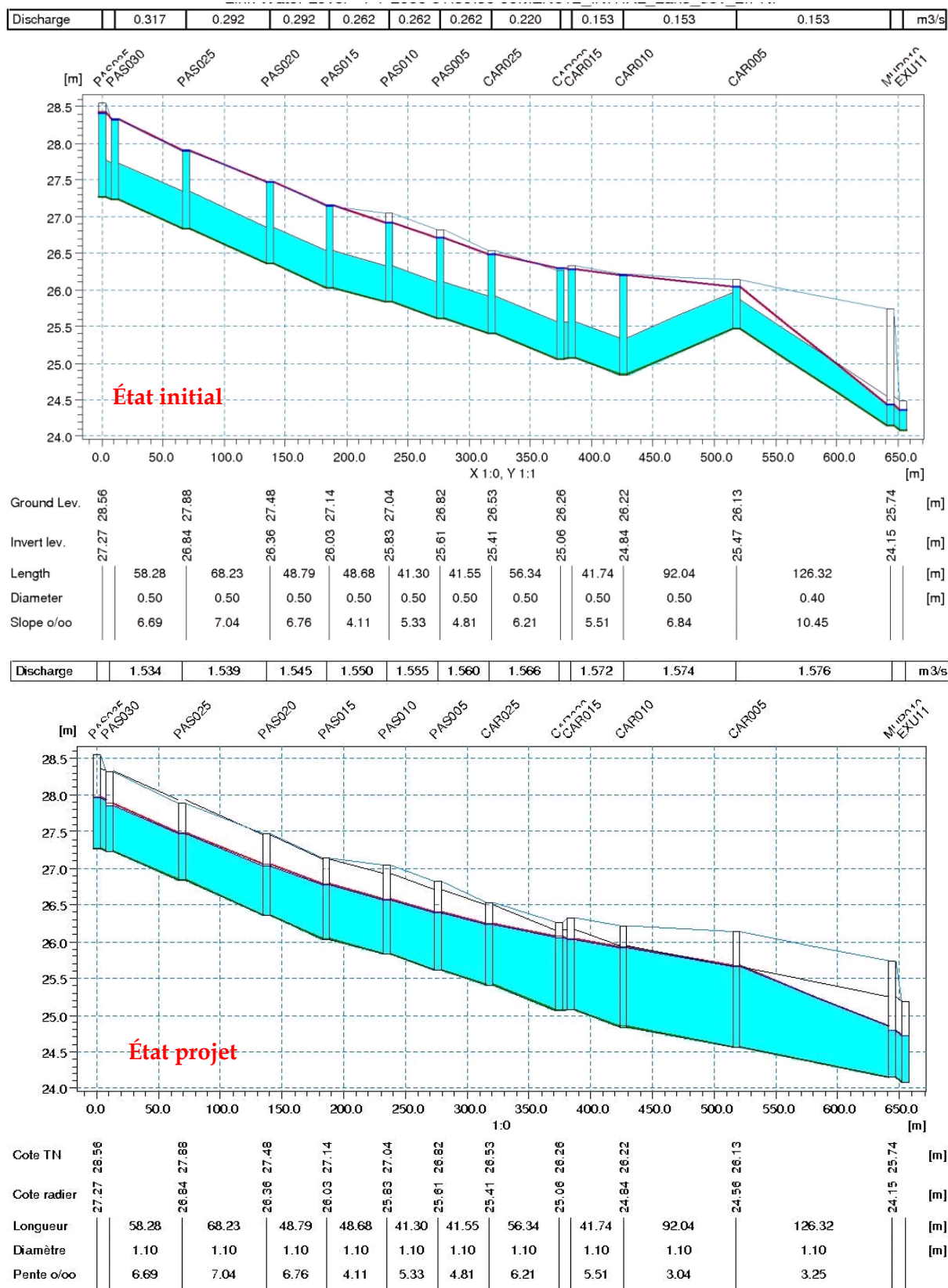


Figure 26 : Comparaison état initial/état projet – réseau pluvial – branche Est.

4.2.3 BRANCHE Centre

Les bassins versants correspondants sont les BV 6a, u2 et u3.

Les éléments notables du diagnostic étaient les suivants :

- Dimensionnement cohérent d'amont en aval : à la condition impérative d'un ovoïde nettoyé des atterrissements constatés actuellement. La mise en charge observée actuellement peut être une conséquence directe des dépôts d'origine pluviale observés. Cela peut aussi provenir d'une pente plus faible du réseau sur cette zone (partie aval).
- Problème de connexion entre le dessableur et l'ovoïde (chute importante et connexion « en coudes »).
- Débits maximums dans le réseau de l'ordre de 1,6 m³/s.

L'influence de la condition à l'exutoire (niveau haut de la Pondre) se ressent jusqu'à la Poste (400 m environ).

Des débordements du réseau en surface sont à prévoir rue du Moulin dès 10 ans.

T 2 ans	Réseau en charge sur la partie amont.
T 5 ans	Réseau en charge sur la partie amont.
T 10 ans	Réseau intégralement en charge. Débordements à partir de la rue du Moulin.
T 100 ans	Réseau intégralement en charge. Débordements à partir de la rue du Moulin + sortie du dessableur.

Tableau 9 : Résultats de simulation du réseau MOUSE – branche Centre

Sont proposées les opérations de dimensionnement suivantes pour une crue 2 ans sans mise en charge (ou très localement) et une crue 5 ans avec mise en charge généralisée :

- Modification de pente sur 50 ml en amont franchissement voie ferrée ;
- Modification de l'ovoïde dès la sortie du dessableur : 1100 à 1200 mm ;
- Modification de l'ovoïde à partir de MOU015 (intersection route de Nîmes): 1000 ou 1300 à 1600 mm.

Le débit capable du réseau passe ainsi de 2,4 à 3,4 m³/s.

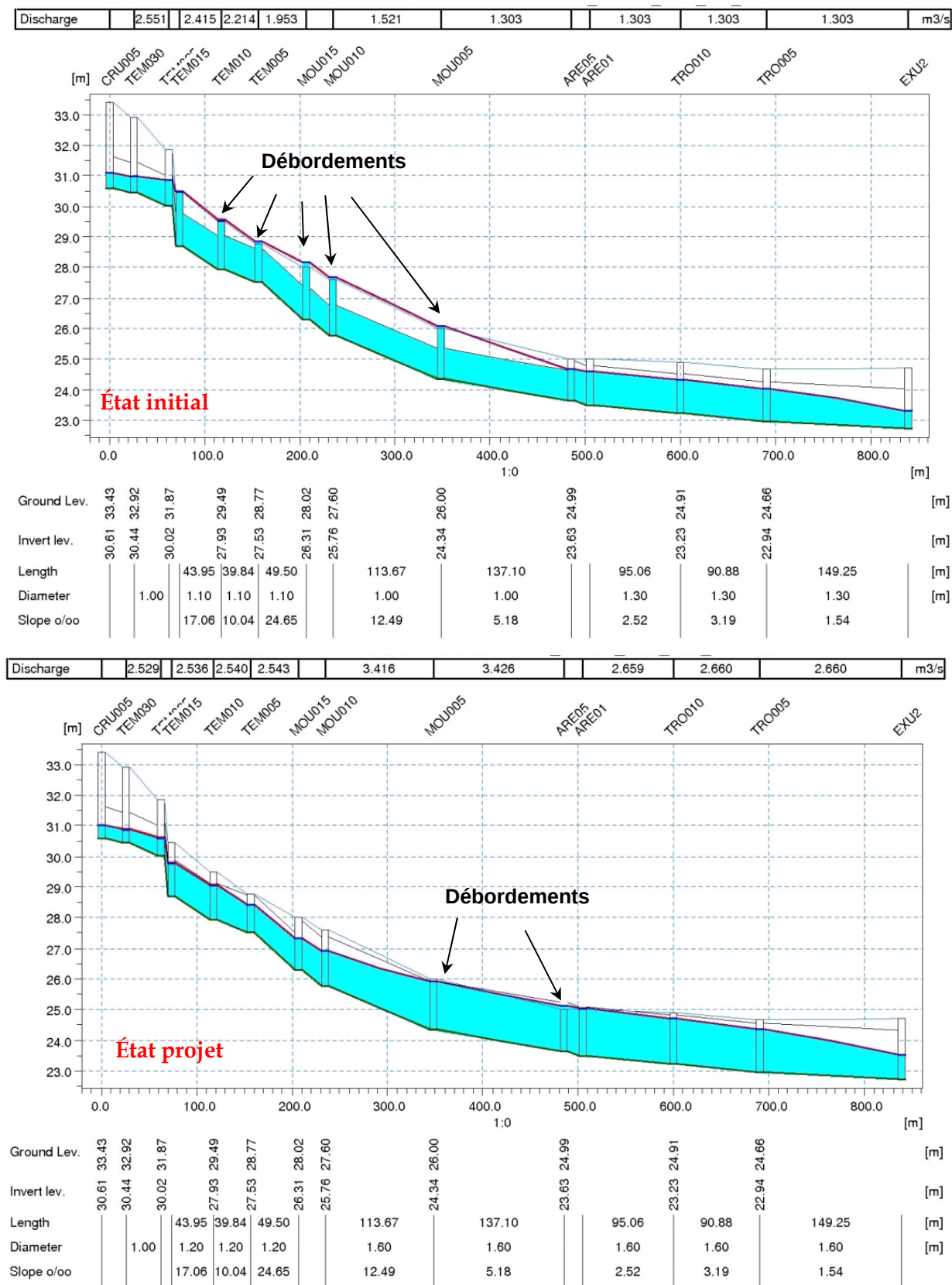


Figure 27 : Comparaison état initial/état projet- réseau pluvial – branche Centre.

4.2.4 BRANCHE Ouest

Les bassins versants correspondants sont les BV u8, u10 et u11.

Les éléments notables du diagnostic étaient les suivants :

- Dimensionnement cohérent d'amont en aval sauf pour la rue de l'Aubépin (rétrécissement de 0,40 à 0,30 m) responsable de la mise en charge en amont ;
- Comme indiqué dans le diagnostic, une surverse a été aménagée au niveau du regard NIM005 (en tête du profil en long ci-après). Cette surverse en DN300 béton, raccorde le tronçon encore en service de l'ancienne galerie au réseau de la rue de la plaine via le regard PLA035.
- Débits maximums dans le réseau de l'ordre de 0,2 m³/s.

Des débordements du réseau en surface sont à prévoir rue de la Plaine et rue de l'Aubépin dès 5 ans.

T 2 ans	Réseau en charge sur la partie amont.
T 5 ans	Réseau en charge sur la partie amont. Débordements rue de la Plaine et rue de l'Aubépin
T 10 ans	Mêmes remarques que T 5 ans
T 100 ans	Mêmes remarques que T 5 ans

Tableau 10 : Résultats de simulation du réseau MOUSE – branche Ouest.

Sont proposées les opérations de dimensionnement suivantes pour une crue 2 ans sans mise en charge (ou très localement) et une crue 5 ans avec mise en charge généralisée :

- Modification de diamètre rue de l'Aubépin : 300 ou 400 à 600 mm ;
- Modification de pente en aval de l'intersection avec la route de Nîmes ;
- Modification de diamètre de 300 ou 400 à 600 ou 1000 mm.
- Restauration du canal pluvial longeant la route de Nîmes sur environ 150 ml vers l'intersection avec la rue du Moulin et sur 300 ml avec connexion fossés pluviaux de la zone commerciale et artisanale.

Le débit capable du réseau passe ainsi de 0,1 à 0,25 m³/s rue de l'Aubépin et de 0,2 à 1,5 m³/s sur la branche connectée en amont à la route de Nîmes (rue de la Plaine).

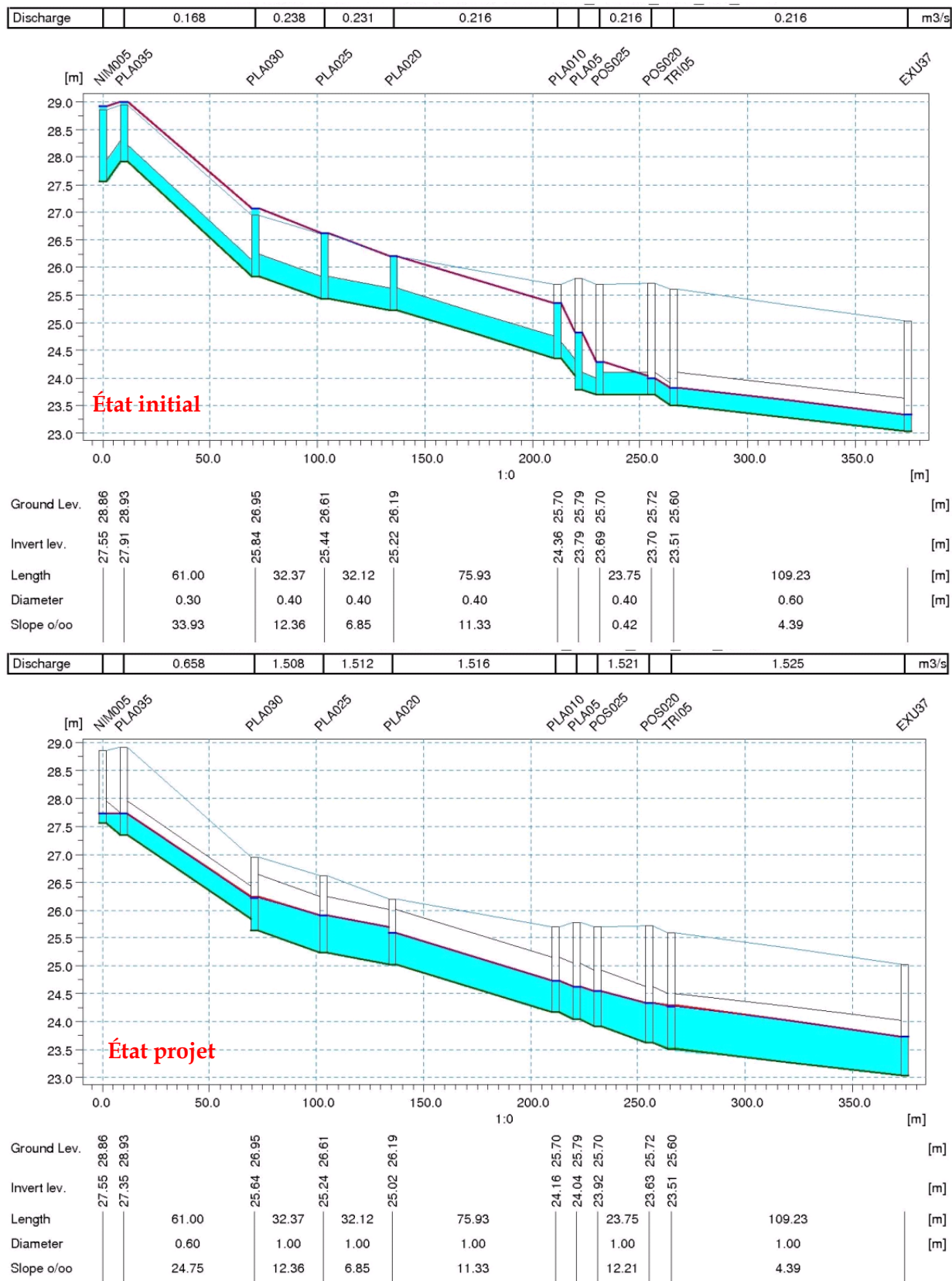


Figure 28 : Comparaison état initial/état projet- réseau pluvial – branche Ouest.

5 Estimation financière des actions correctives

Les estimations financières présentées ici s'entendent hors acquisitions foncières et honoraires de maîtrise d'œuvre.

5.1 Axe 2 « rétention amont »

La création de l'ouvrage de délestage de la Pondre comprenant du terrassement, de la protection de berge assurant la végétalisation et les ouvrages hydrauliques particuliers (déversoirs, franchissements routiers) est évalué à **787 k€ HT hors acquisition foncière**.

La création du bassin de ralentissement dynamique des crues du bassin versant de Larrière comprenant l'installation des digues transversales et les ouvrages hydrauliques particuliers (déversoirs, vidange) est évalué à **611 k € HT hors acquisition foncière..**

Le cumul des deux aménagements est de **1 398 k€ HT hors acquisition foncière..**

Les détails estimatifs sont présentés pages suivantes.

5.2 Axe 1 « pluvial »

Les opérations d'optimisation du réseau pluvial sur les 3 principales branches du centre urbain sont évaluées à **3 444 € HT**.

Le détail estimatif est présenté pages suivantes.

N° Prix	Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix Unitaire (€ HT)	Prix Total (€ HT)
Chenal de délestage de la Poudre					
1	TRAVAUX PRELIMINAIRES ET PREPARATOIRES				
1.1	Installations de chantier	Ft	1.00	30 000.00	30 000.00
1.2	Documents et études d'exécution	Ft	1.00	5 000.00	5 000.00
TOTAL DU POSTE			1		35 000.00
2	TERRASSEMENTS				
2.1	Terrassements y compris talutage	m³	40 000.00	3.00	120 000.00
2.3	Evacuation des déblais (hypothèse : site de dépôt < 10 km)	m³	40 000.00	5.00	200 000.00
TOTAL DU POSTE			2		320 000.00
3	PROTECTIONS DE BERGES				
3.1	Geotextile coco 900g/m²	m²	5 100.00	4.00	20 400.00
3.3	Ensemencement	m²	5 100.00	1.00	5 100.00
TOTAL DU POSTE			3		25 500.00
4	OUVRAGES SPECIAUX				
4.1	Déversoir	ft	1.00	40 000.00	40 000.00
4.2	Entonnement	ft	1.00	5 000.00	5 000.00
4.2	Ouvrage cadre 1,5 x 2,5	ml	160.00	1 200.00	192 000.00
TOTAL DU POSTE			4		237 000.00
5	OPERATIONS PREALABLES A LA RECEPTION				
5.1	Entretien 1ère année	ft	1.00	5 000.00	5 000.00
5.2	Dossier de récolement et réception	ft	1.00	5 000.00	5 000.00
TOTAL DU POSTE			5		10 000.00
TOTAL HT en Euros :					627 500.00
divers et imprévus (25%)					160 000.00
TOTAL (€HT)					787 500.00

N° Prix	Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix Unitaire (€ HT)	Prix Total (€ HT)
Ouvrage de ralentissement dynamique (bassin de Larrière)					
1	TRAVAUX PRELIMINAIRES ET PREPARATOIRES				
1.1	Installations de chantier	Ft	1.00	30 000.00	30 000.00
1.2	Documents et études d'exécution	Ft	1.00	5 000.00	5 000.00
TOTAL DU POSTE			1		35 000.00
2	CREATION DES DIGUES				
2.1	Remblais	m ³	6 000.00	60.00	360 000.00
2.3	Déversoirs	ft	1.00	80 000.00	80 000.00
2.3	Busages	ml	15.00	400.00	6 000.00
TOTAL DU POSTE			2		446 000.00
5	OPERATIONS PREALABLES A LA RECEPTION				
5.1	Entretien 1ère année	ft	1.00	5 000.00	5 000.00
5.2	Dossier de récolement et réception	ft	1.00	5 000.00	5 000.00
TOTAL DU POSTE			5		10 000.00
TOTAL HT en Euros :					491 000.00
divers et imprévus (25%)					120 000.00
TOTAL (€HT)					611 000.00

N° Prix	Désignation des travaux	Ancien diamètre (mm)	Diamètre projet (mm)	Unité	Quantité	Prix Unitaire (€ HT)	Prix Total (€ HT)
Opérations d'optimisation du réseau pluvial							
1 Branche Est							
2.1	Modification de pente et de diamètre du collecteur aval	500	1100	ml	650.00	830.00	539 500.00
2.2	Modification de pente et de diamètre du collecteur aval	400	900	ml	320.00	700.00	224 000.00
2.3	Modification du diamètre des 4 antennes de réseau	400	700	ml	960.00	550.00	528 000.00
2.4	Modification du diamètre des 4 antennes de réseau (partiel)	400	700	ml	250.00	550.00	137 500.00
TOTAL DU POSTE				1	1 429 000.00		
3 Branche Centre							
3.1	Modification de pente sur 50 ml en amont franchissement voie ferrée		0,5 x 1	ml	50.00	950.00	47 500.00
3.2	Modification de l'ovoidé à partir de MOU015 (intersection route de Nîmes): 1000 ou 1300 à 1600 mm	1000/1300	T160	ml	650.00	1 200.00	780 000.00
3.3	Modification de l'ovoidé dès la sortie du dessableur : 1100 à 1200 mm	1100	T120	ml	150.00	850.00	127 500.00
TOTAL DU POSTE				2	955 000.00		
4 Branche Ouest							
4.1	Modification de diamètre de 300 ou 400 à 600 ou 1000 mm	300/400	1000	ml	300.00	750.00	225 000.00
4.2	Modification de diamètre rue de l'Aubépin : 300 ou 400 à 600 mm	300/400	600	ml	320.00	500.00	160 000.00
4.2	Restauration du canal pluvial longeant la route de Nîmes sur environ 150 ml vers l'intersection avec la rue du Moulin et sur 300 ml		0.5x1	ml	450.00	500.00	225 000.00
TOTAL DU POSTE				3	610 000.00		
TOTAL HT en Euros :							2 994 000.00
divers et imprévus (15%)							450 000.00
TOTAL (€HT)							3 444 000.00

6 Schéma d'aménagement contre les crues retenu & évaluation économique

6.1 Simulation du scénario retenu

La chronologie proposée dans ce chapitre repose sur deux points :

- Analyse hydraulique locale de l'aménagement (chapitre précédent);
- Si gain hydraulique jugé intéressant, analyse hydraulique à l'échelle communale.

L'axe 1 « pluvial » ne fait pas partie de cette analyse.

6.1.1 Axe 2 « rétention amont »

6.1.1.1 La Pondre

Sont ici rappelés les valeurs d'écêtement atteintes pour différents états d'aménagements par le programme de la Ville de Nîmes.

Type de crue	Débit maximum de la Pondre (m ³ /s) au pont SNCF				
	État 1988 [1]	État 2008 [2]	État 2028 [3]	Réduction [3-2] (%)	Réduction [3-1] (%)
Crue type 1988	240.3	139.9	134.0	4%	44%
Crue type 2005	98.8	57.9	26.4	54%	73%
Crue type PPCI	161.2	91.6	62.9	31%	61%
Crue type Sc4	58.4	34.8	12.2	65%	79%

Tableau 11 : Récapitulatif de l'efficacité du programme CADEREAUX.

Comme indiqué au chapitre précédent, l'ouvrage de délestage semble induire des gains hydrauliques importants. La crue la plus pertinente à retenir ici en 1^{ère} approche est la **crue de type PPCI** (l'état d'aménagement 2028 de septembre 2005 ne permet plus le fonctionnement optimum du chenal).

Sont réalisés sur le modèle global (ayant servi à l'élaboration de l'aléa de référence) les crues suivantes :

- État initial en état d'aménagement de la Pondre 2008 et 2028 ;
- État projet en état d'aménagement de la Pondre 2008 et 2028 ;

La comparaison de ces **4 résultats de simulation** permettra de connaître l'impact du programme CADEREAUX et du chenal de délestage sur l'inondation du centre ville de Milhaud.

Les résultats sont les suivants :

État 2008 & 2028 : bilan hydraulique de l'ouvrage de délestage de la Pondre

Comme indiqué lors des simulations locales du chenal, la simulation sur le modèle global indique une activation du chenal de délestage à 33,2 m NGF à partir de 15 m³/s. Le débit transitant dans le chenal est alors de 45 à 50 m³/s.

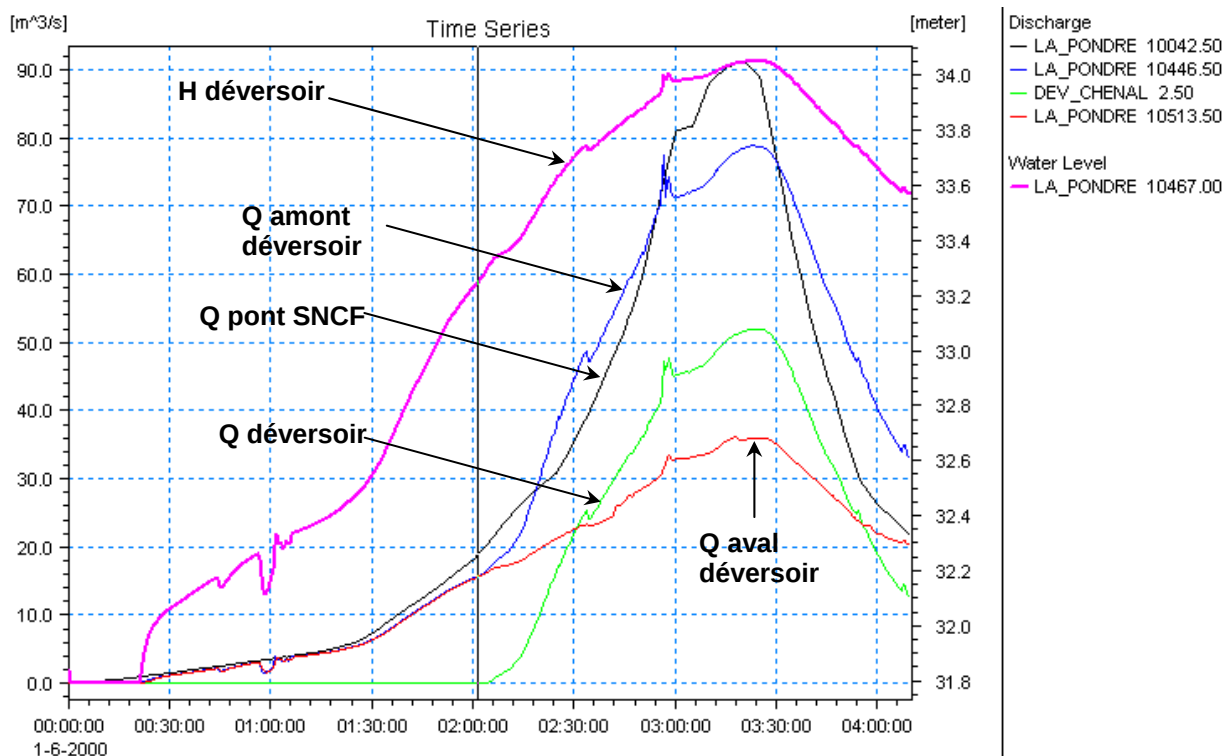


Figure 29 : Hydrogrammes/limnigrammes de fonctionnement du chenal – crue PPCI PROJET état 2008.

En aval du chenal, seuls 35 m³/s continuent de transiter dans le lit mineur de la Pondre. Le bilan des flux indique des écoulements en dehors du lit mineur de l'ordre de 5 à 10 m³/s. La vue 2D nous confirme ce fait : des débordements en rive droite en aval immédiat du pont SNCF se produisent.

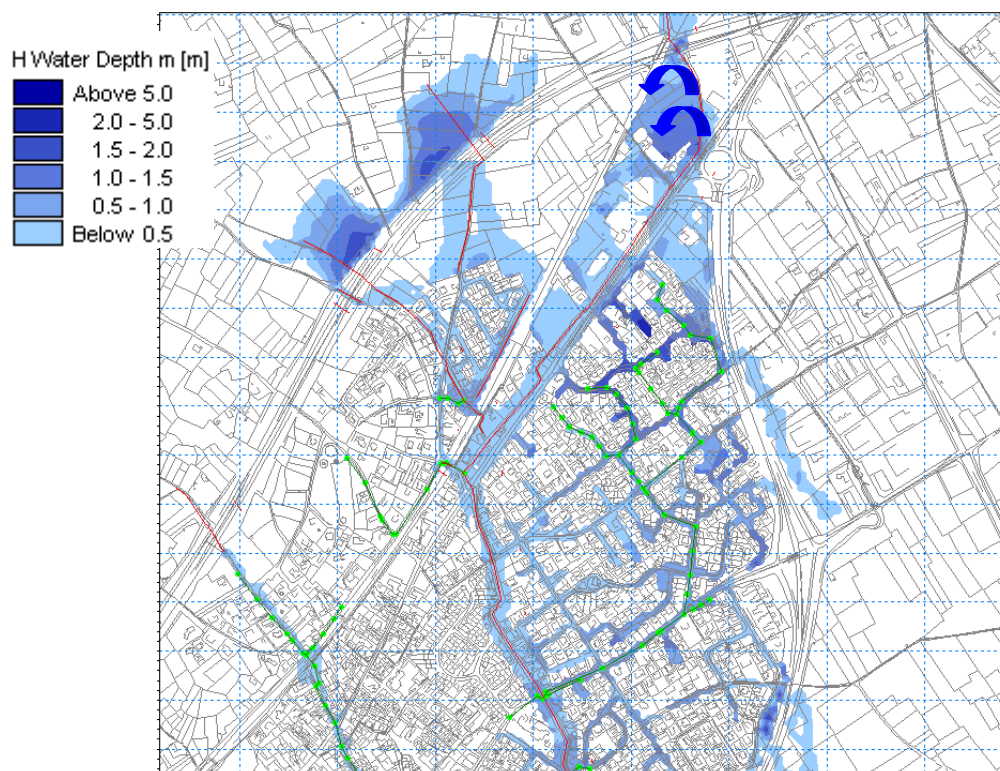


Figure 30 : Vue 2D – crue PPCI INITIAL état 2008.

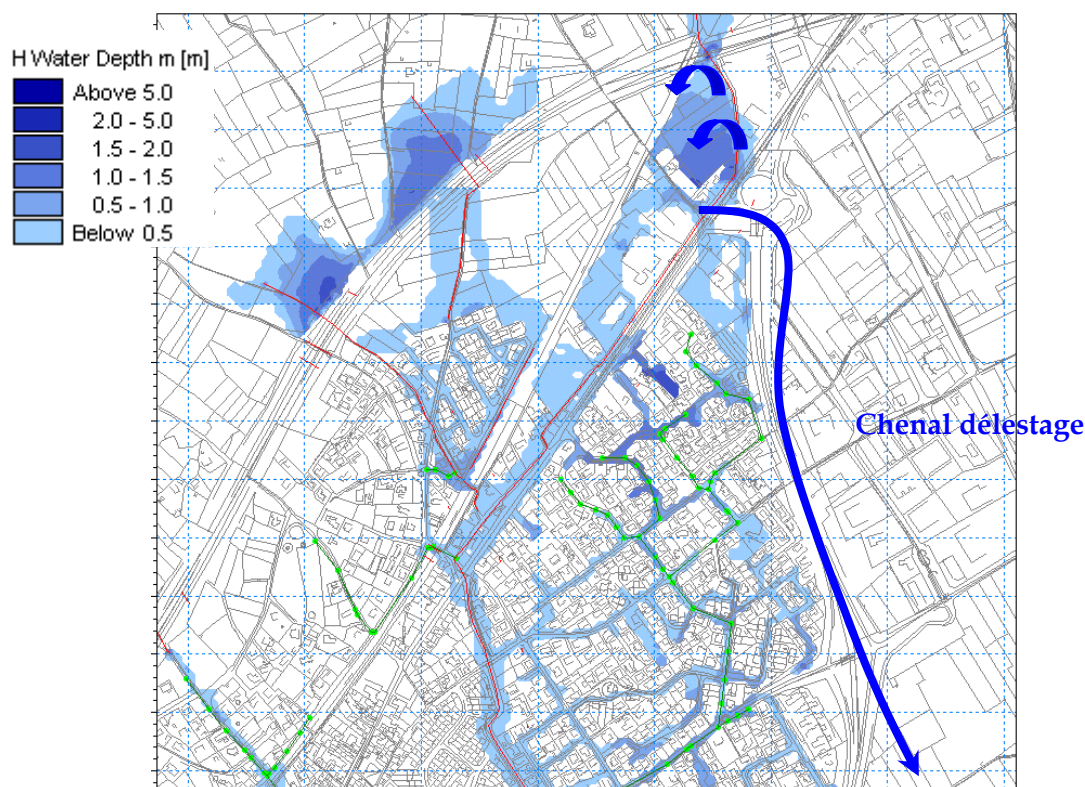


Figure 31 : Vue 2D – crue PPCI PROJET état 2008.

Si l'on compare avec l'état initial, on constate effectivement une forte diminution des hauteurs d'eau dans la traversée du centre urbain. Les deux figures suivantes présentent l'état actuel selon l'état 2008 et l'état 2028.

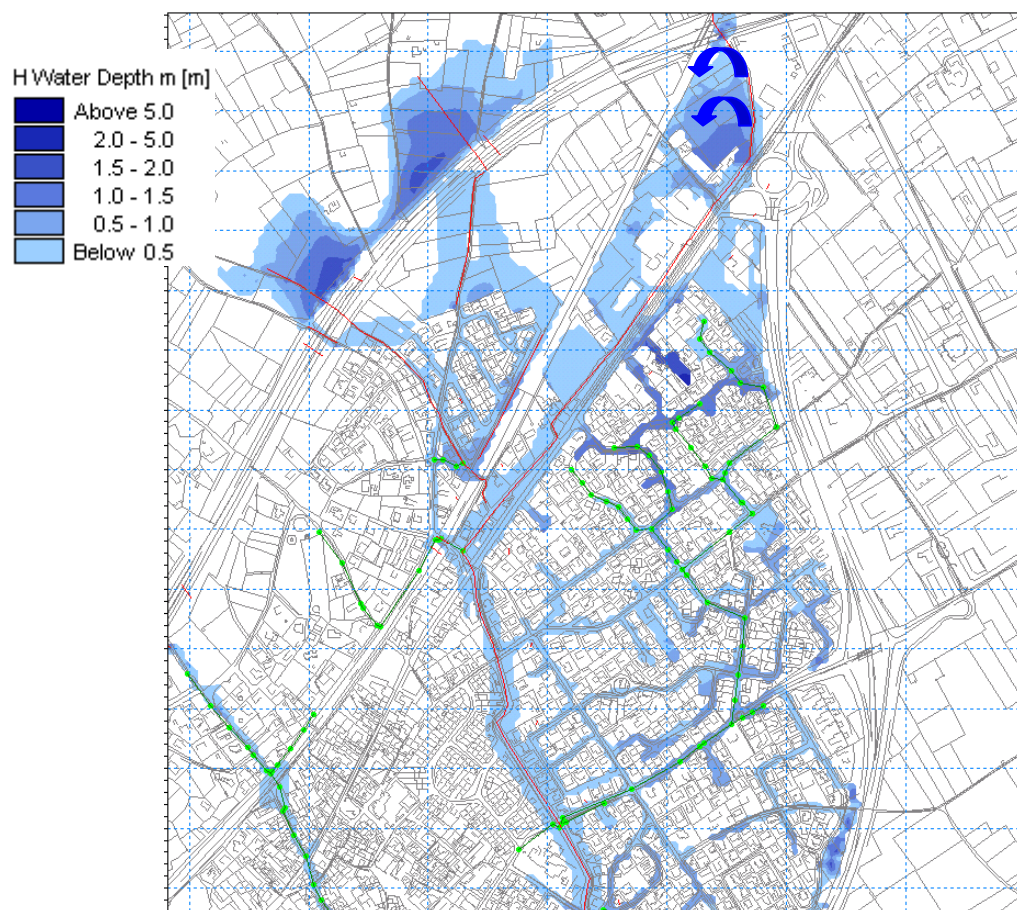


Figure 32 : Vue 2D – crue PPCI INITIAL état 2028.

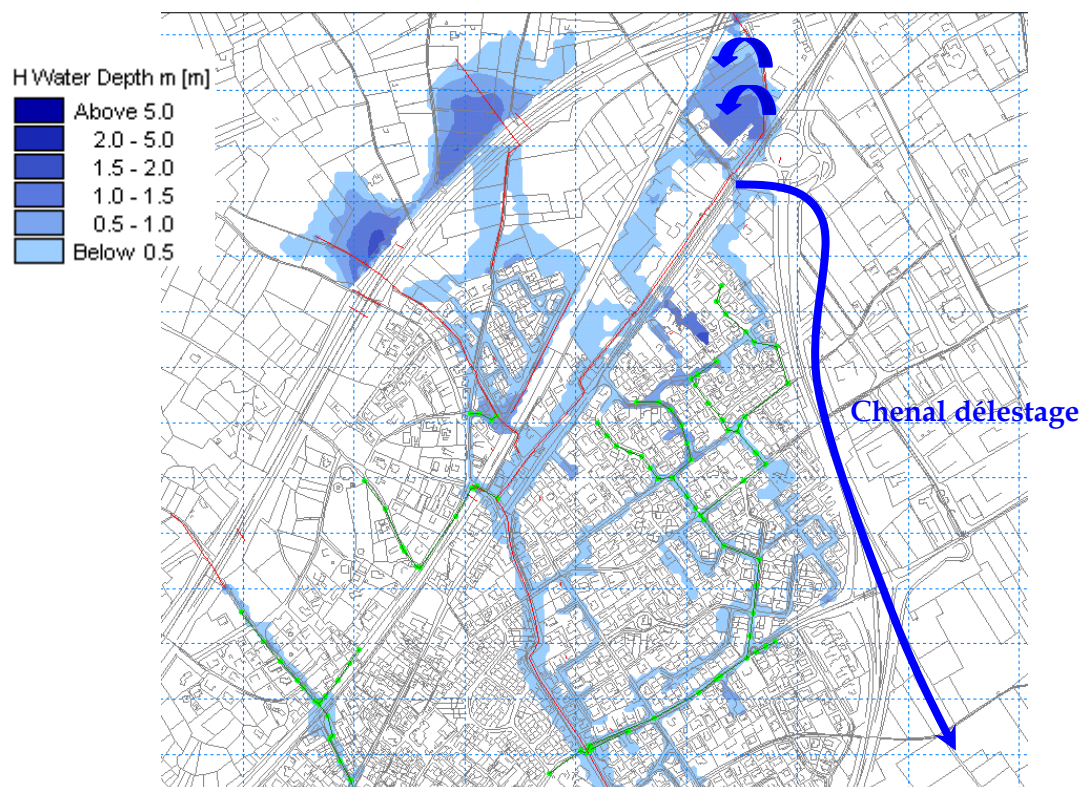


Figure 33 : Vue 2D – crue PPCI PROJET état 2028.

Les deux figures suivantes présentent le différentiel entre l'état projet et l'état actuel selon les états 2008 et 2028.

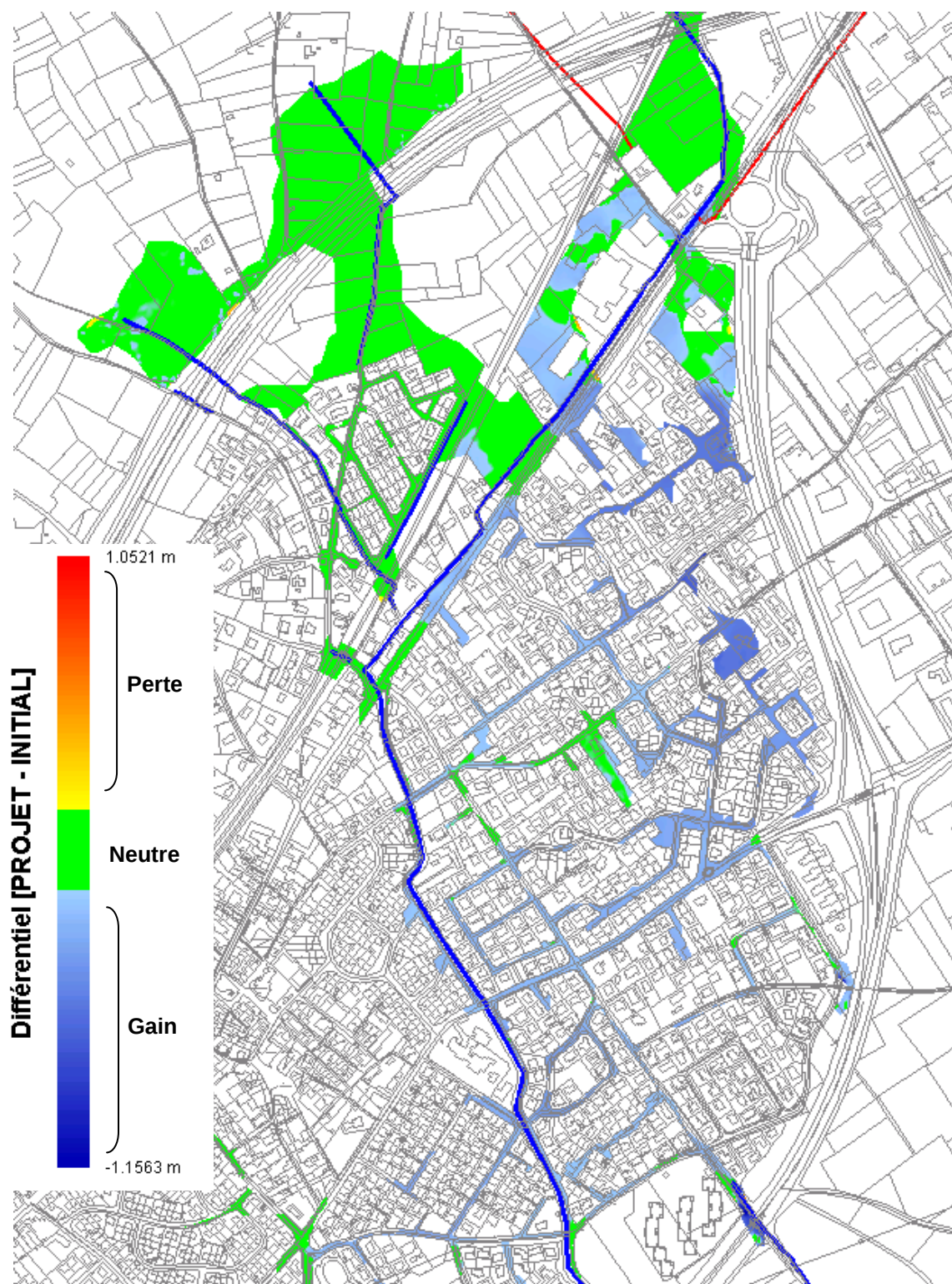


Figure 34 : Vue 2D – différentiel crue PPCI état 2008.

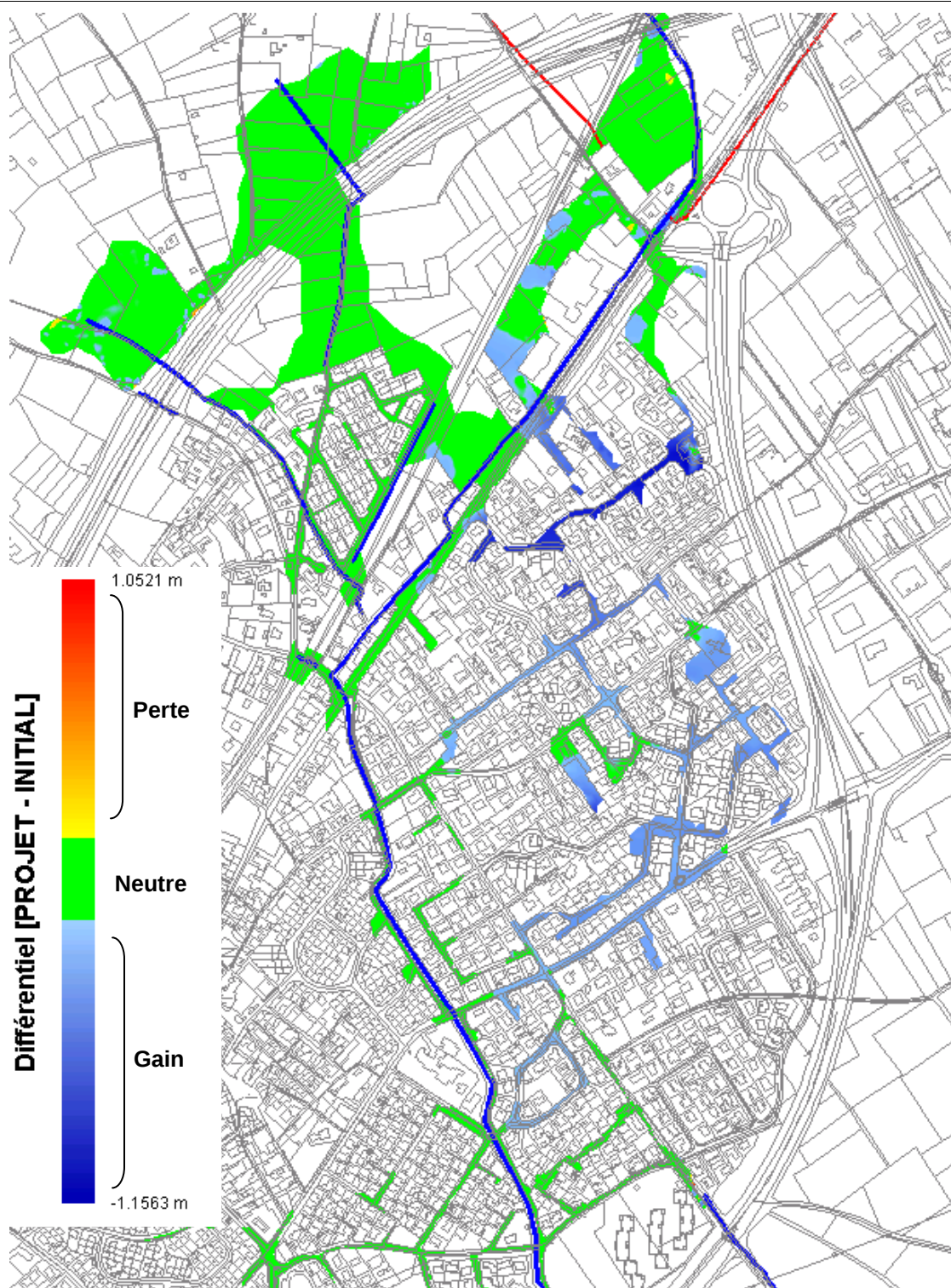


Figure 35 : Vue 2D – différentiel crue PPCI état 2028.

État 200 8& 2028 : estimations pour septembre 2005

Comme indiqué précédemment, le débit transitant dans le chenal est alors de 45 à 50 m³/s : en situation 2008, l'objectif **en tête de la traversée urbaine** (25 m³/s) avec l'insertion d'un chenal de délestage sera atteint mais il subsistera deux phénomènes d'inondation par débordement : surverses dès l'aval du pont SNCF et mise en charge de 8 ouvrages hydrauliques pendant la traversée (rappelons que la traversée est l'exutoire d'autres BV amont).

Pour un état 2028, il semble que le deuxième phénomène sera toujours à l'œuvre malgré un débit en tête de traversée urbaine très faible par la décharge du chenal (rappelons que certains ouvrages entrent en charge pour des débits supérieurs à 14 m³/s maximum lors de la traversée).

Bilan hydraulique vers l'aval

Comme rappeler au chapitre précédent, l'apport vers l'aval est plus important qu'en situation actuelle et pour répondre à la réglementation, il faut probablement proposer une compensation des sur-débits dans la plaine du Vistre. L'analyse de l'impact (i.e. du risque) ne peut se faire uniquement sur le territoire de Milhaud : un scénario spécifique avec un modèle hydraulique à grande échelle du Vistre pourrait répondre à cette interrogation.

A l'échelle de la commune, il semble que les écoulements pris en charge par le chenal de délestage sont directement à considérer comme des apports supplémentaires aux écoulements du Vistre.

Ce fait est confirmé par l'analyse des bilans entrée/sortie sur la Pondre en état initial 2008. La zone urbaine assure un écrêtement (ou ralentissement dynamique) important de 30 m³/s avec un temps de propagation d'environ 40 minutes. L'état projet incluant le chenal de délestage (52 m³/s) doit donc **être compensé à hauteur de 30 m³/s**.

Sur un hydrogramme de type PPCI, la compensation en **volume serait approximativement de l'ordre de 100 000 m³**.

6.1.1.2 Vallat de Larguière (ou Larrière)

Rappelons que l'ouvrage de ralentissement dynamique en amont de l'autoroute A9 semble localement efficace pour des crues inférieures à 10 ans. Afin de réduire la fréquence d'inondation de la zone artisanale en aval, il semble intéressant de tester globalement cet aménagement.

Nota : l'influence hydraulique du bassin versant de la Pondre est nul en partie Ouest de Milhaud.

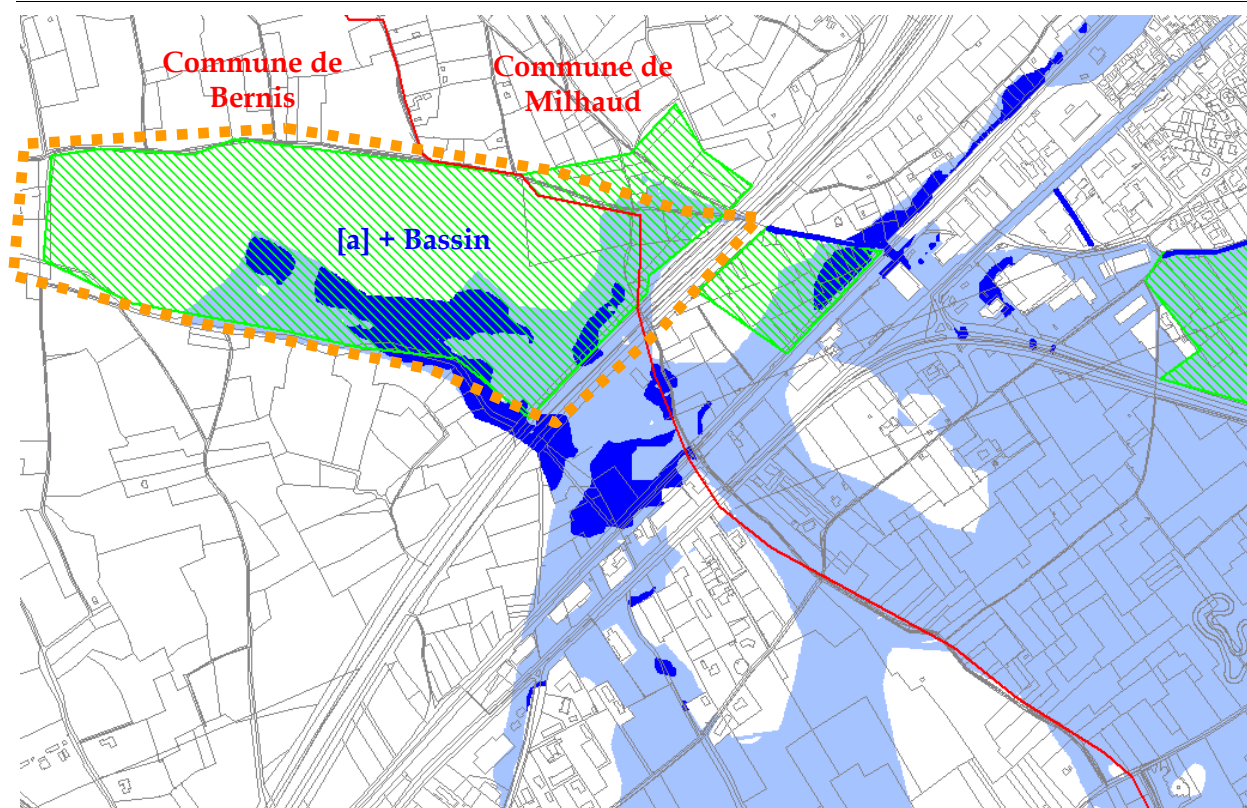


Figure 36 : Cartographies des crues 100 ans Milhaud/Bernis – secteur Larrière (version provisoire).

Vu le faible faisceau de crue potentiellement ciblé ici, il est d'abord réalisé une approche économique sur la base de la crue 100 ans en état initial. Les conclusions sont disponibles chapitre suivant.

6.2 Évaluation économique

6.2.1 Méthodologie

L'analyse coût bénéfice (ACB) repose ici sur une méthode simplifiée pour les aménagements de réduction du risque inondation d'ampleur moyenne. Le principe est d'évaluer l'efficacité des aménagements en déterminant les dommages évités. Donc, pour chaque aménagement, il est évalué la **surface bâtie mise hors d'eau** après aménagement d'une part et après mise en œuvre d'action de réduction de la vulnérabilité d'autre part.

La différence entre ces trois situations (actuelle, aménagement, réduction vulnérabilité) permet la définition de paramètres pour la prise de décision.

Compte tenu du coût des travaux des différents aménagements proposés (inférieurs à 1,2 M€), l'analyse se décompose en 2 étapes :

- Estimation des gains pour chaque aménagement ;
- Comparaison entre la réduction de l'aléa et de la vulnérabilité.

L'analyse a été réalisée seulement pour la crue de type PPCI (centennale). Les surfaces mises hors d'eau par les aménagements sont présentées ci-après [il ne s'agit que d'un exemple de surface pour laquelle la hauteur d'eau est réduite à la surface de l'habitat].



Figure 37 : Exemple de détermination des gammes de hauteurs d'eau par habitation

6.2.1.1 Mesures de réduction de la vulnérabilité

La même analyse a été réalisée en évaluant la surface de bâtis mis hors d'eau avec l'installation de batardeau de 80 cm de hauteur. Ces aménagements permettent ainsi de protéger entre 80 et 95 % des bâtis présents en centre urbain (selon état 2008 ou 2028 de la Pondre).

Le coût d'installation de batardeaux a été estimé en fonction des prix des fournisseurs : celui-ci varie entre 100 et 300 € en fonction de ses caractéristiques (protection pour porte d'entrée ou de garage par exemple). Nous retiendrons ainsi 200 € pour la fourniture d'un batardeau. Nous proposons d'arrondir à **500 € la fourniture et la pose d'un batardeau** (en prenant l'hypothèse d'une installation de **2 batardeaux par bâti**).

La mise en œuvre d'outils individuels de ce type implique bien évidemment des actions individuelles. Ces multiples actions à l'échelle d'une commune doivent être coordonnées par les autorités locales : intégration de la gestion de cet outil dans le PCS, système d'alerte précoce, etc.

Bien que l'intérêt de l'acquisition d'un tel équipement soit évident pour tous suite à une crue, les incitations à l'investissement et sa prise en charge possible par la commune doivent être préalablement définies par les autorités locales pour mettre en œuvre une stratégie d'équipement qui s'avérera efficace lors de la prochaine crue.

6.2.1.2 Courbes de dommages à l'habitat

Afin de relier un aléa avec une estimation financière, il est indispensable d'avoir recours à des courbes de dommages à l'habitat. Les éléments proviennent du programme CADEREAUX (évaluation socio-économique des vulnérabilités de la ville de Nîmes – phase 4 approche de la vulnérabilité d'ensemble – EGIS eau juin 2008).

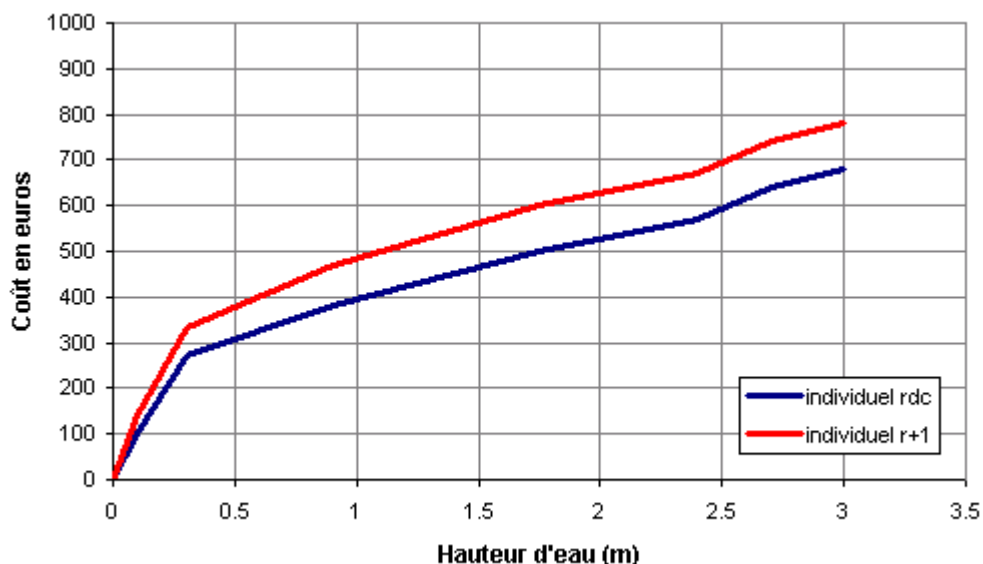


Figure 38 : Courbe de dommages par m² à l'habitat (source : EGIS eau).

On considèrera que tous les bâtiments sont surélevés de 25 cm (vide sanitaire minimum): le plancher habitable est donc + 25 cm au dessus du terrain naturel.

L'estimation des dommages se fera sur ces deux courbes (hypothèses minimum et maximum).

A noter que la définition d'une courbe de dommages aux activités est difficile sans retour d'expérience locale et sans connaissance pointue des activités. Aucune estimation ne sera avancée dans ce rapport.

6.2.2 Aménagement de la Pondre : résultats

Le résultat du croisement aléa-dommages est présenté sur les tableaux et figures suivantes :

Classes de hauteur d'eau	Surface de bati inondée (m²)	% de surface inondée	Coût min en euros	Coût max en euros
0.01 à 0.25 m	105 166	61%	-	-
0.26 à 0.50 m	27 880	16%	7 446 347	9 287 605
0.51 à 0.75 m	15 870	9%	5 230 441	6 476 887
0.76 à 1 m	12 830	7%	4 789 679	5 911 862
1.01 à 1.25 m	7 018	4%	2 889 843	3 540 058
1.26 à 1.5 m	1 062	1%	474 870	576 405
1.51 à 1.75 m	1 155	1%	556 939	670 704
1.76 à 2 m	881	1%	452 435	540 550
supérieur à 2 m	130	0%	70 233	83 230
TOTAL	171 993		21 910 789	27 087 301
TOTAL (>0.25 m)	66 827			

Tableau 12 : Caractérisation des coûts liés aux dommages – *crue PPCI INITIAL état 2008*.

Cette configuration représente environ 668 unités de bâtiments de surface 100 m². Le coût de la réduction de la vulnérabilité serait de 668 000 euros HT. La proportion de surface inondée en dessous du seuil de 0,50 m est de 77 %.

Classes de hauteur d'eau	Surface de bâti inondée (m ²)	% de surface inondée	Coût min en euros	Coût max en euros
0.01 à 0.25 m	109 290	70%	-	-
0.26 à 0.50 m	26 023	17%	10 940 541	13 613 329
0.51 à 0.75 m	13 999	9%	7 080 928	8 766 586
0.76 à 1 m	2 155	1%	1 229 393	1 516 178
1.01 à 1.25 m	2 766	2%	1 733 049	2 119 528
1.26 à 1.5 m	1 459	1%	991 112	1 201 348
1.51 à 1.75 m	525	0%	384 503	462 484
1.76 à 2 m	438	0%	340 107	405 771
supérieur à 2 m	9	0%	7 078	8 378
TOTAL	156 664		22 706 712	28 093 601
TOTAL inondé	47 374			

Tableau 13 : Caractérisation des coûts liés aux dommages – *crue PPCI INITIAL état 2028.*

Cette configuration représente environ 474 unités de bâtiments de surface 100 m². Le coût de la réduction de la vulnérabilité serait de 474 000 euros HT. La proportion de surface inondée en dessous du seuil de 0,50 m est de 87 %.

Classes de hauteur d'eau	Surface de bâti inondée (m ²)	% de surface inondée	Coût min en euros	Coût max en euros
0.01 à 0.25 m	85 861	68%	-	-
0.26 à 0.50 m	26 185	21%	6 993 631	8 722 945
0.51 à 0.75 m	9 296	7%	3 063 764	3 793 877
0.76 à 1 m	1 544	1%	576 527	711 603
1.01 à 1.25 m	1 763	1%	725 871	889 192
1.26 à 1.5 m	928	1%	414 692	503 360
1.51 à 1.75 m	484	0%	233 540	281 245
1.76 à 2 m	152	0%	77 915	93 090
supérieur à 2 m	8	0%	4 203	4 980
TOTAL	126 221		12 090 142	15 000 291
TOTAL inondé	40 360			

Tableau 14 : Caractérisation des coûts liés aux dommages – *crue PPCI PROJET état 2008.*

Cette configuration représente environ 404 unités de bâtiments de surface 100 m². Le coût de la réduction de la vulnérabilité serait de 404 000 euros HT. La proportion de surface inondée en dessous du seuil de 0,50 m est de 89 %.

Classes de hauteur d'eau	Surface de bâti inondée (m²)	% de surface inondée	Coût min en euros	Coût max en euros
0.01 à 0.25 m	79 156	73%	-	-
0.26 à 0.50 m	21 877	20%	5 842 979	7 287 772
0.51 à 0.75 m	4 226	4%	1 392 720	1 724 614
0.76 à 1 m	1 610	1%	600 979	741 783
1.01 à 1.25 m	942	1%	387 892	475 167
1.26 à 1.5 m	519	0%	232 233	281 888
1.51 à 1.75 m	300	0%	144 836	174 421
1.76 à 2 m	51	0%	26 163	31 258
supérieur à 2 m	7	0%	3 964	4 697
TOTAL	108 689		8 631 765	10 721 601
TOTAL inondé	29 533			

Tableau 15 : Caractérisation des coûts liés aux dommages – *crue PPCI PROJET état 2028.*

Cette configuration représente environ 295 unités de bâtiments de surface 100 m². Le coût de la réduction de la vulnérabilité serait de 295 000 euros HT. La proportion de surface inondée en dessous du seuil de 0,50 m est de 93 %.

Rappelons le coût de la création du chenal de délestage : 787 k€ HT.

Le tableau de synthèse ci-dessous reprend les résultats des 4 simulations.

	Surface de bâti inondée (m²)	Gain de surface hors d'eau (m²)	Nombre d'unité de bâtiments inondés 100 m²	Gain d'unité de bâtiments 100 m² hors d'eau	Coût min en M€	Coût max en M€	Coût réduction vulnérabilité en euros
Crue PPCI INITIAL état 2008	66 827		668		21	27	668 000
Crue PPCI PROJET état 2008	40 360	26 467	404	265	12	15	404 000
Crue PPCI INITIAL état 2028	47 374		474		14	18	474 000
Crue PPCI PROJET état 2028	29 533	17 841	295	178	8	10	295 000

Tableau 16 : Caractérisation des coûts liés aux dommages – *synthèse crue PPCI.*

On constate un **abattement de 45 % des coûts des dommages** à l'habitat en situation actuelle par la création du chenal de délestage, ce qui est considérable.

Globalement, la **diminution des hauteurs d'eau est en moyenne de 21 cm en 2008** et de **10 cm en 2028** sur le secteur communal concerné par les inondations de la Poudre.

En revanche, cet effet est atténué pour l'état 2028 : le chenal permet de dériver une partie des eaux dans la traversée de Milhaud mais ne permet pas d'annihiler l'ensemble des apports hydrologiques sur la commune via les bassins versants au Nord. Un aléa résiduel correspondant à des hauteurs d'eau inférieures à 0,25 m est à prendre en compte (73 % des surfaces inondées en état 2028 projet).

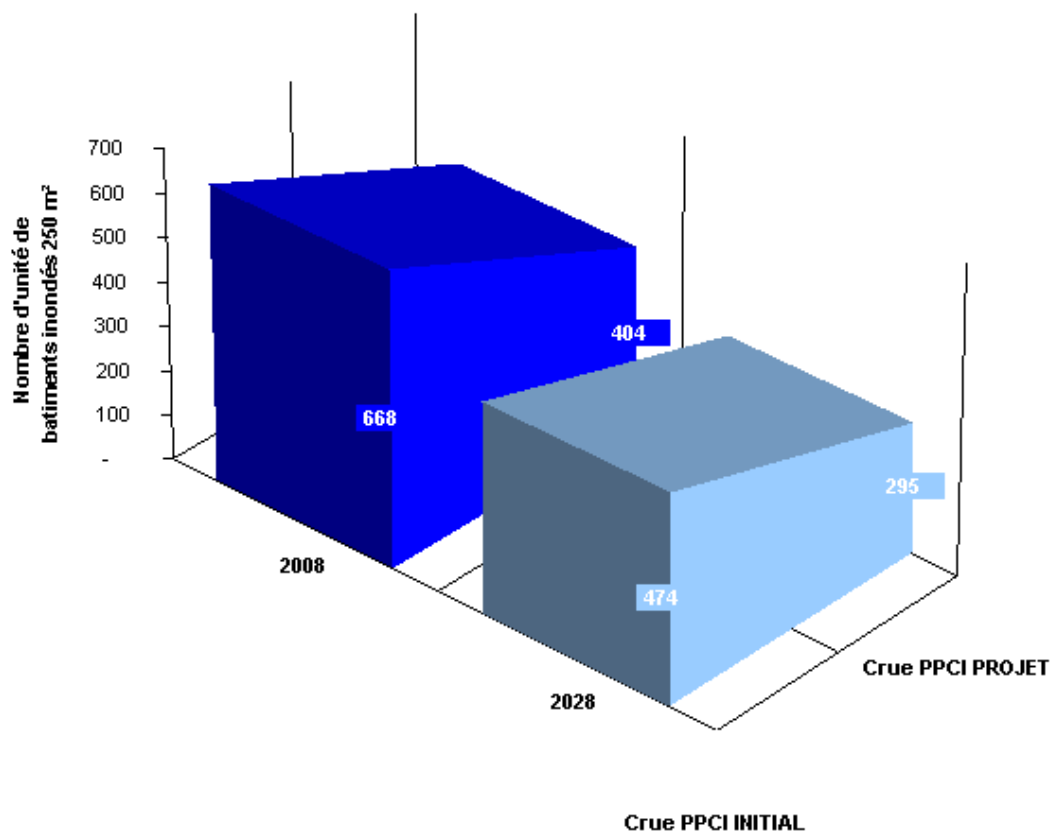


Figure 39 : Nombre d'unités de bâtiments inondés en crue PPCI – variation état initial/projet.

6.2.3 Aménagement du vallon de Larguière (ou Larrière): résultats

Le résultat du croisement aléa-dommages est présenté sur les tableaux et figures suivantes :

Classes de hauteur d'eau	Surface de bati inondée (m²)	% de surface inondée	Coût min en euros	Coût max en euros
Classes de hauteur d'eau	Surface de bati inondée (m²)	% de surface inondée	Coût min en euros	Coût max en euros
0.01 à 0.25 m	20 172	65%	-	-
0.26 à 0.50 m	9 026	29%	2 410 628	3 006 704
0.51 à 0.75 m	1 637	5%	539 520	668 091
0.76 à 1 m	107	0%	39 929	49 284
1.01 à 1.25 m	27	0%	11 063	13 552
TOTAL	30 968		3 001 140	3 737 631

Tableau 17 : Caractérisation des coûts liés aux dommages – **crue 100 ans INITIAL**.

Les dommages présentés ici sont **faussés** car il s'agit essentiellement d'un secteur d'activité sur lequel une courbe de dommages spécifiques devrait être utilisée (Cf. méthodologie d'évaluation économique).

Retenons de cette analyse que **94 % des hauteurs sont inférieures ou égales à 50 cm** pour une **crue 100 ans sur environ 60 bâtiments**. Si l'on tient compte du fait que le bassin sera **saturé à partir d'une crue 20 ou 30 ans**, il semble préférable de privilégier les mesures suivantes :

- mitigation dans cette zone d'activités : pose de batardeaux, rehausse des machineries ou stock de 25 cm minimum, adaptations électriques, etc. Rappelons que la mise en place de technique de mitigation dans un secteur d'activité est plus laborieuse et couteuse à mettre en œuvre.
- dispositif de prévision des crues performant, système d'alerte et gestion de crise communale (PCS en cours).

6.2.4 Synthèse

Concernant le **chenal de délestage de la Pondre**, son efficacité hydraulique semble intéressante mais présente une restriction de fonctionnement hydrologique :

- La Pondre est sujette à débordements pour des crues supérieures à une occurrence décennale.
- L'activation du chenal de délestage de la Pondre ne peut se faire qu'à partir d'un débit d'environ 25 à 30 m³/s dans la Pondre, c'est à dire pour T > 10 ans.
- Pour des crues supérieures à environ 20 m³/s en entrée de la zone urbaine de la Pondre, des débordements seront malgré tout constatés en aval du pont SNCF.
- L'impact du chenal de délestage sur les écoulements du Vistre ne peuvent pas être appréhendés ici, cependant les apports supplémentaires en termes de débit de pointe sont de l'ordre de 30 m³/s (100 000 m³ en volume en 1^{ère} estimation). Rappelons que la définition du référentiel hydrologique est actuellement en cours sous maîtrise d'ouvrage DDE 30.
- L'évaluation économique de l'aménagement de la Pondre a été appréhendée dans le cadre de cette étude. Du point de vue des financeurs potentiels, si l'aménagement est retenu par la commune, une étude complémentaire ACB devra être réalisée (crues d'occurrence comprise entre 10 et 100 ans en intégrant le programme d'aménagement des cadereaux sur la Pondre).

Une solution complémentaire d'aménagement serait de mettre en place, dans la traversée urbaine, des barrières collectives au droit des rues situées de part et d'autre des ouvrages sous-dimensionnés afin de limiter les débordements. La rapidité des crues et le nombre de voies concernées rendent complexe ce type d'aménagement. De plus, les surélévations locales définitives de la chaussée (comme observé sur Milhaud) sont possibles mais l'action semble tout de même ciblée sur de faibles débordements.

Concernant le **bassin de ralentissement dynamique de Larrière**, son efficacité hydraulique semble trop peu importante vis à vis de techniques de réduction de la vulnérabilité : seule l'évaluation financière de l'ouvrage vis à vis des gammes d'aléa ciblées permettait de répondre à cette question. L'évaluation économique de l'aménagement a été appréhendée dans le cadre de cette étude. Du point de vue des financeurs potentiels, si l'aménagement est retenu par la commune, une étude complémentaire ACB devra être réalisée (crues d'occurrence comprise entre 10 et 20 ans).

7 Projet de zonage

7.1 Objectifs

7.1.1 Maîtrise qualitative et quantitative des eaux pluviales

Un des objectifs du zonage pluvial est d'établir un schéma de maîtrise qualitative et quantitative des eaux pluviales sur la commune de Milhaud :

- la compensation des ruissellements et de leurs effets, par des techniques compensatoires ou alternatives qui contribuent également au piégeage des pollutions à la source,
- la prise en compte de facteurs hydrauliques visant à freiner la concentration des écoulements vers les secteurs aval, la préservation des zones naturelles d'expansion des eaux et des zones de stockage temporaire,
- la protection des milieux naturels et la prise en compte des impacts de la pollution transitée par les réseaux pluviaux, dans le milieu naturel.

7.1.2 Prise en compte du risque inondation dans un PLU

La prise en compte du risque d'inondation dans un plan local d'urbanisme doit être faite en fonction de l'état des connaissances disponibles. Les **prescriptions à émettre** sont précisés dans le **règlement type de PLU** rédigé par le **Comité Départemental de l'Eau (CDE)** et intitulé « PLU et risque inondation » (Cf. annexe 5).

Deux types d'aléa sont identifiés :

- l'aléa lié au **débordement de cours d'eau**, qui devra permettre à la fois de déterminer le risque auquel sont exposés les secteurs urbanisés de la commune et les modalités éventuelles de protection des enjeux existants ;
- l'aléa lié au **ruissellement pluvial**, qui doit être identifié de façon à déterminer le risque auquel sont exposées les constructions existantes, les modalités de protection éventuelles mais également les travaux d'aménagement pluvial permettant d'exonder des terrains préalablement à leur ouverture à l'urbanisation.

7.1.3 Le projet de zonage

Atteindre ces objectifs nécessite la mise en œuvre de mesures variées :

- **mesures curatives** devant les insuffisances capacitaires du réseau en situation actuelle (cf. chapitre **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**),
- **mesures préventives** pour les zones d'urbanisation future (objet du présent chapitre).
- **mesures réglementaires** portées par le règlement de PLU et zonage réglementaire pour la prise en compte du risque inondation.

Nota : Ne pas oublier par ailleurs que dans le cas de Milhaud, la majorité des vallats est à considérer comme des cours d'eau au sens de la Loi sur l'Eau et donc au sens PPRi.

L'étude a mis en évidence un certain nombre de dysfonctionnements dont une partie ne pourra pas raisonnablement faire l'objet d'aménagements spécifiques.

La rédaction du règlement de PLU, ainsi que les cartographies de zonage devra donc incorporer les éléments hydrauliques mis ici en lumière et repris dans la carte de synthèse (annexe 3) :

- Axes d'écoulements à préserver ;
- Zones inondables ou potentiellement inondable (Zones d'Expansion des Crues).

Les mesures à préconiser sont celles classiquement décrites par le Guide de Mitigation en Zones Inondables (réduire la vulnérabilité des biens existants) édité par le Ministère de l'Écologie et du Développement Durable en mars 2007 – annexe 4.

7.2 Cadre réglementaire

La maîtrise du ruissellement pluvial ainsi que la lutte contre la pollution apportée par ces eaux, sont prises en compte dans le cadre du **zonage d'assainissement**, comme le prévoit **l'article L2224-10 du Code Général des Collectivités Territoriales** (Nouvelle rédaction de l'article L.372-3 introduite par l'article 35 de la loi sur l'eau du 3 janvier 1992).

Cet article L.2224-10 oriente clairement vers une gestion des eaux pluviales à la source, en intervenant sur les mécanismes générateurs et aggravants des ruissellements, et tend à mettre un frein à la politique de collecte systématique des eaux pluviales. Il a également pour but de limiter et de maîtriser les coûts de l'assainissement pluvial collectif.

En pratique, le zonage d'assainissement pluvial doit permettre aux communes ou à leur groupement de délimiter après enquête publique :

- les zones où les mesures doivent être prises pour limiter l'imperméabilisation des sols et assurer la maîtrise du débit et de l'écoulement des eaux pluviales et de ruissellement,
- les zones où il est nécessaire de prévoir des installations pour assurer la collecte, le stockage éventuel, et en tant que de besoin, le traitement des eaux pluviales et de ruissellement lorsque la pollution qu'elles apportent au milieu aquatique risque de nuire gravement à l'efficacité des dispositifs d'assainissement.

7.2.1 Droit de propriété

Les eaux pluviales appartiennent au propriétaire du terrain sur lequel elles tombent, et "tout propriétaire a le droit d'user et de disposer des eaux pluviales qui tombent sur ses fonds" (Article 641 du Code Civil).

Le propriétaire a un droit étendu sur les eaux pluviales, il peut les capter et les utiliser pour son usage personnel, les vendre, ... ou les laisser s'écouler sur son terrain.

7.2.2 Servitudes d'écoulement

Servitude d'écoulement : "Les fonds inférieurs sont assujettis envers ceux qui sont plus élevés, à recevoir les eaux qui en découlent naturellement sans que la main de l'homme y ait contribué» (Article 640 du Code Civil).

Toutefois, le propriétaire du fonds supérieur n'a pas le droit d'aggraver l'écoulement naturel des eaux pluviales à destination des fonds inférieurs (Article 640 alinéa 3 et article 641 alinéa 2 du Code Civil).

Servitude d'égout de toits : " Tout propriétaire doit établir des toits de manière que les eaux pluviales s'écoulent sur son terrain ou sur la voie publique; il ne peut les faire verser sur les fonds de son voisin." (Article 681 du Code Civil).

7.2.3 Réseau public des communes

Il n'existe pas d'obligation générale de collecte ou de traitement des eaux pluviales. Si elles choisissent de les collecter, les communes peuvent le faire dans le cadre d'un réseau séparatif.

De même, et contrairement aux eaux usées domestiques, il n'existe pas d'obligation générale de raccordement des constructions existantes ou futures aux réseaux publics d'eaux pluviales qu'ils soient unitaires ou séparatifs.

Le maire peut réglementer le déversement d'eaux pluviales dans son réseau d'assainissement pluvial ou sur la voie publique. Les prescriptions sont dans ce cas inscrites dans le règlement d'assainissement pluvial.

7.2.4 Prescriptions de la DISE Gard

La DISE du Gard prévoit de compenser l'imperméabilisation par un système de rétention (toitures terrasses, bassins de rétention,...).

Les recommandations de la DISE imposent de retenir un volume total correspondant à 100 L/m² de surface imperméabilisée avec un débit de fuite de 7 litres/seconde par hectare imperméabilisé.

Ainsi, lors des évènements pluviométriques fréquents à rares, le débit en sortie des ouvrages de rétention sera au plus égal au débit biennal initial avant aménagement.

7.3 Principes d'assainissement pluvial

7.3.1 Principe général

Le zonage pluvial se doit d'abord de respecter au plus près le fonctionnement naturel par :

- L'incitation à la non-imperméabilisation des sols :

Bien qu'à priori s'opposant à l'urbanisation (qui conduit à une imperméabilisation des surfaces), la non-imperméabilisation des sols est un enjeu pouvant trouver nombre de traductions en milieu urbain. Il s'agit alors de réduire les surfaces de voirie aux stricts besoins et conserver au maximum la végétation sur les espaces non roulés. Il s'agit également d'employer pour le revêtement, des matériaux poreux. La gamme est aujourd'hui étendue : enrobé drainant, pavé ou dalle non joint, structure alvéolaire végétalisée renforçant les sols.

- La circulation gravitaire des eaux pluviales :

Outre les qualités paysagères de ce mode de circulation de l'eau, il présente l'intérêt de simplifier la gestion du réseau en évitant l'utilisation de techniques plus complexes, telles celles liées au relevage ou au décolmatage. Ce système garantit ainsi une fiabilité supérieure à long terme.

Les aménagements projetés privilégient ce mode de circulation des eaux pluviales.

- La valorisation de l'eau pluviale :

Dans le cadre de l'intérêt général, tirer profit de l'eau pluviale revêt différentes formes. Chacune d'elles peut trouver son expression dans un projet d'aménagement.

La première vise à la valorisation du paysage – valorisation paysagère et urbaine – par une végétalisation accrue (non perméabilisation des sols), par une circulation gravitaire à ciel ouvert, par l'aménagement de bassins de rétention paysager.

La seconde consiste à l'utilisation de la ressource qu'est l'eau. En l'occurrence, le stockage des eaux de ruissellement dans le cadre d'espaces publics végétalisés prédestine, sans contrainte majeure, à sa réutilisation pour l'arrosage des espaces végétalisés.

Par ailleurs, il s'agit de compenser les nouvelles imperméabilisations des sols, par la création d'ouvrages de rétention des eaux pluviales à l'échelle des parcelles ou des projets.

La conception de ces dispositifs (bassins à ciel ouvert ou enterré, vidange gravitaire ou par pompage) est du ressort du maître d'ouvrage. La ville, lors de l'instruction des autorisations d'urbanisme, prescrit :

- un volume de stockage, calculé selon un ratio défini par secteur sur la base de la surface nouvellement imperméabilisée à laquelle est affecté un volume spécifique, variable suivant la vulnérabilité du bassin versant concerné par l'implantation et les modalités d'évacuation des eaux,
- un débit de fuite également spécifique à la capacité du réseau récepteur,
- des dispositions permettant la visite et le contrôle du fonctionnement des ouvrages.

7.3.2 Maîtrise quantitative des eaux pluviales

7.3.2.1 PLU : boîte à outils

De manière générale, le PLU définit la vocation de toute zone du territoire. À ce titre il autorise en réglementant ou interdit la construction. Il peut également définir des emprises réservées pour certains équipements futurs. Il convient de souligner que les documents d'urbanisme répondent, de manière générale, à un principe d'équilibre ; en l'espèce, prévoir suffisamment d'espaces constructibles, tout en prévenant les risques naturels prévisibles et en respectant les principes du développement durable (art. L.121-1 du code de l'urbanisme). Le parti général du PLU doit donc être cohérent avec la prévention du risque d'inondation par ruissellement pluvial urbain : définition de zones constructibles, densité, gestion des eaux pluviales.

Le ruissellement selon l'importance de la problématique locale doit être intégré dans le rapport de présentation, le PADD, les éléments graphiques (zonage), le règlement. Par ailleurs des orientations d'aménagement peuvent intervenir pour préciser les conditions de traitement du pluvial dans les aménagements de quartier. Par ailleurs à noter que la prise en compte du risque inondation par ruissellement peut également intervenir indépendamment du PLU lors de la délivrance d'un Permis de construire. En effet : l'article R.111-2 du code de l'urbanisme permet de refuser ou d'assortir de prescriptions spéciales un permis de construire s'il est de nature à porter atteinte à la sécurité ou à la salubrité publique. Il en va ainsi du risque lié au ruissellement pluvial en milieu urbain.

Sur les zones constructibles, le règlement du PLU définit les conditions d'autorisation des aménagements : aspect, type (en termes de fonctionnalités) des bâtiments autorisés, implantation, caractéristiques urbaines (densité, hauteurs, reculs, etc.), exigences de desserte par les réseaux. En revanche il ne régit pas les règles de construction des bâtiments qui relèvent du Code de la construction.

En se fondant sur ces exigences et en particulier sur le zonage pluvial introduit par la loi sur l'eau de 1992, une commune peut donc adopter dans le règlement de son PLU des prescriptions qui s'imposent aux constructeurs et aménageurs en vue de favoriser l'infiltration ou le stockage temporaire des eaux pluviales par exemple :

- gestion du taux d'imperméabilisation selon les secteurs géographiques ;
- gestion des modalités de raccordement, limitation des débits ;
- inscription en emplacements réservés des emprises des ouvrages de rétention et de traitement ;
- inconstructibilité ou constructibilité limitée des zones inondables et d'expansion des crues ;
- gestion des clôtures ;
- instauration de marges de recul le long des cours d'eau, fossés et talwegs...

7.3.2.2 Gestion des axes hydrauliques

Il s'agit de définir des règles de gestion des talwegs, fossés et réseaux

Mesures conservatoires portant sur les axes hydrauliques

Les facteurs hydrauliques visant à freiner la concentration des écoulements vers les secteurs situés en aval, et à préserver les zones naturelles d'expansion ou d'infiltration des eaux, sont à prendre en compte sur l'ensemble des talwegs, fossés et réseaux de la commune.

Les principes généraux d'aménagement reposent sur :

- la conservation des cheminements naturels : on recommandera des marges de recul de 10 à 20 m pour les constructions nouvelles par rapport aux axes drainants de type cours d'eau et talwegs. De même, on pourra préconiser des fondations spéciales qui résistent aux phénomènes d'érosion et d'affouillement, des dispositions pour l'organisation du bâti et proposer des choix de clôtures ajourées, le ralentissement des vitesses d'écoulement. Concernant les zones agricoles, des mesures simples peuvent être préconisées pour réduire l'écoulement vers l'aval, comme par exemple la mise en place d'ouvrages légers de ralentissement de l'écoulement, ou des chemins d'accès transversaux à la pente.
- le maintien des écoulements à l'air libre plutôt qu'en souterrain,
- la réduction des pentes et allongement des tracés dans la mesure du possible, l'augmentation de la rugosité des parois,
- la réalisation de profils en travers plus larges.

Ces mesures sont conformes à la loi n°02003-699 du 30 juillet 2003, qui s'attache à rétablir le caractère naturel des cours d'eau, et valide les servitudes de passage pour l'entretien.

Aucune construction ni clôture, ni installation, ni affouillement, ni exhaussement, ni piscine ne peuvent être implantées à moins de **3 mètres** des talwegs naturels et des berges des fossés.

Ces dispositions ne s'appliquent pas à la construction ou à la canalisation des ouvrages hydrauliques réalisés à l'initiative et sous le contrôle des services publics gestionnaires de ces réseaux.

Ce parti pris est destiné d'une part, à ne pas aggraver les caractéristiques hydrauliques, et d'autre part, à faciliter leur surveillance et leur nettoyage.

Les axes naturels d'écoulement, existants ou ayant disparus partiellement ou totalement, doivent être maintenus voire restaurés, lorsque cette mesure est justifiée par une amélioration de la situation locale.

Maintien des zones d'expansion des eaux

Pour les vallons et fossés secondaires débordant naturellement, le maintien d'une largeur libre minimale sera demandé dans les projets d'urbanisme, afin de conserver une zone d'expansion des eaux qui participe à la protection des secteurs situés en aval (application du principe des franc-bord de la doctrine PLU et Risque inondation).

Pour les zones d'accumulation, les mesures qui peuvent être préconisées sont l'emploi de matériaux insensibles à l'eau, la construction sur vide sanitaire à une cote imposée, le renforcement des fondations et des murs, la mise hors d'eau des réseaux publics comme ceux de l'énergie et des télécommunications, la création d'accès permanents pour les besoins d'évacuation, ou encore le recalibrage des lits et berges des cours d'eau, pour améliorer les capacités hydrauliques en aval et donc réduire la submersion.

Entretien

Les collecteurs et fossé situés sous le domaine public doivent être entretenus par la commune de manière régulière.

7.3.2.3 Compensation des imperméabilisations nouvelles

L'un des objectifs du zonage pluvial est de compenser l'ensemble des imperméabilisations nouvelles et notamment au niveau de projet non soumis au Code de l'Environnement.

Les constructions individuelles seront donc également concernées. Une rétention à la parcelle devra être mise en place.

Pour tout nouveau projet de construction, le choix est laissé à l'aménageur de réaliser :

- une rétention à la parcelle
- une rétention « commune » à plusieurs projets.

Par ailleurs, la rétention des eaux de ruissellement de la voirie est à prévoir.

7.3.2.3.1 Typologie des ouvrages

Le recours à des techniques « alternatives » aux réseaux d'assainissement pluvial permet de réduire les flux d'eaux pluviales le plus en amont possible en redonnant aux surfaces de ruissellement un rôle régulateur fondé sur la rétention et l'infiltration des eaux de pluie. Elles ont l'avantage d'être moins coûteuses que les ouvrages classiques et s'intègrent plus facilement dans la ville à condition que la capacité d'infiltration du terrain et la topographie le permettent.

Les techniques à mettre en œuvre sont à choisir en fonction de l'échelle du projet :

- à l'échelle de la construction : citernes ou bassins d'agrément, toitures terrasses,
- à l'échelle de la parcelle : infiltration des eaux dans le sol, stockage dans bassins à ciel ouvert ou enterrés,
- à l'échelle d'un lotissement :
 - au niveau de la voirie : chaussées à structure réservoir, chaussées poreuses pavées ou enrobées, extensions latérales de la voirie (fossés, noues, ...),
 - au niveau du quartier: stockage dans bassins à ciel ouvert (secs ou en eau) ou enterrés, puis évacuation vers un exutoire de surface ou infiltration dans le sol (bassins d'infiltration),
- autres systèmes absorbants : tranchées filtrantes, puits d'infiltration, tranchées drainantes.

L'une des formes les plus classiques est le bassin de rétention. Le recours à d'autres solutions est toutefois à promouvoir, notamment les techniques d'infiltration (noues, tranchées), à favoriser dans la mesure du possible.

7.3.2.3.2 Dimensionnement des ouvrages de rétention

Approche méthodologique

Les aménagements proposés pour la compensation de l'imperméabilisation devront permettre d'assurer une protection centennale sur l'ensemble de la commune situé en zone sensible.

Le dimensionnement des systèmes de rétention se conformera aux directives du Comité Départemental de l'Eau (nomenclature dossier Loi sur l'Eau).

La commune de Milhaud impose :

- le volume de stockage, calculé sur la base de la surface nouvellement imperméabilisée à laquelle est affecté le volume de 100 L/m² imperméabilisé selon zonage ;
- le débit de fuite, calculé selon un ratio de 7 L/s/ha de projet selon zonage;
- la mise en place de dispositifs permettant la visite et le contrôle des ouvrages, lors des opérations de certification de leur conformité, puis en phase d'exploitation courante (ce point étant particulièrement sensible pour les ouvrages enterrés).

7.3.2.4 Solution d'infiltration

Les solutions d'infiltration à la parcelle ou de bassins d'infiltration peuvent être proposées pour compenser l'imperméabilisation sous réserve :

- De la réalisation d'essais d'infiltration (méthode à niveau constant après saturation du sol sur une durée minimale de 4 heures) à la profondeur projetée des systèmes d'infiltration. Le nombre d'essai devra être suffisant pour permettre d'obtenir une bonne représentativité sur l'ensemble du projet.
- D'une connaissance suffisante du niveau de la nappe en période de nappe haute.

A l'exception des opérations soumises au régime de déclaration ou d'autorisation au titre du Code de l'Environnement, les solutions par infiltration ne pourront être proposées dans le cas où le niveau maximal de la nappe peut se situer à **moins d'un mètre** du système d'infiltration.

Le dimensionnement des ouvrages d'infiltration n'est pas identique aux ouvrages de rétention classiques. En effet le débit de fuite est différent puisqu'il est imposé par la capacité d'infiltration du sol. Le débit d'infiltration est défini à partir des essais de sol.

Pour des ouvrages mixtes (rejet dans le réseau + infiltration), le débit de fuite global à l'hectare de projet est d'abord calculé en additionnant le débit de rejet autorisé dans le réseau et le débit donné par la capacité d'infiltration.

8 Annexes

Annexe 1 : Cartographie des enjeux (source : DDE 30)

**Annexe 2 : Expertises hydrauliques secteur « Baume et Tourril » & « Sourdun-Bas/Les
Dourques »**

Annexe 3 : Schéma d'aménagement : carte de synthèse et de zonage

Annexe 4 : Mesures de réduction de la vulnérabilité

Annexe 5 : PLU et risque inondation (CDE)

Annexe 1 : Cartographie des enjeux (source : DDE 30)

Commune de Milhaud



SAFEGE
Environnement

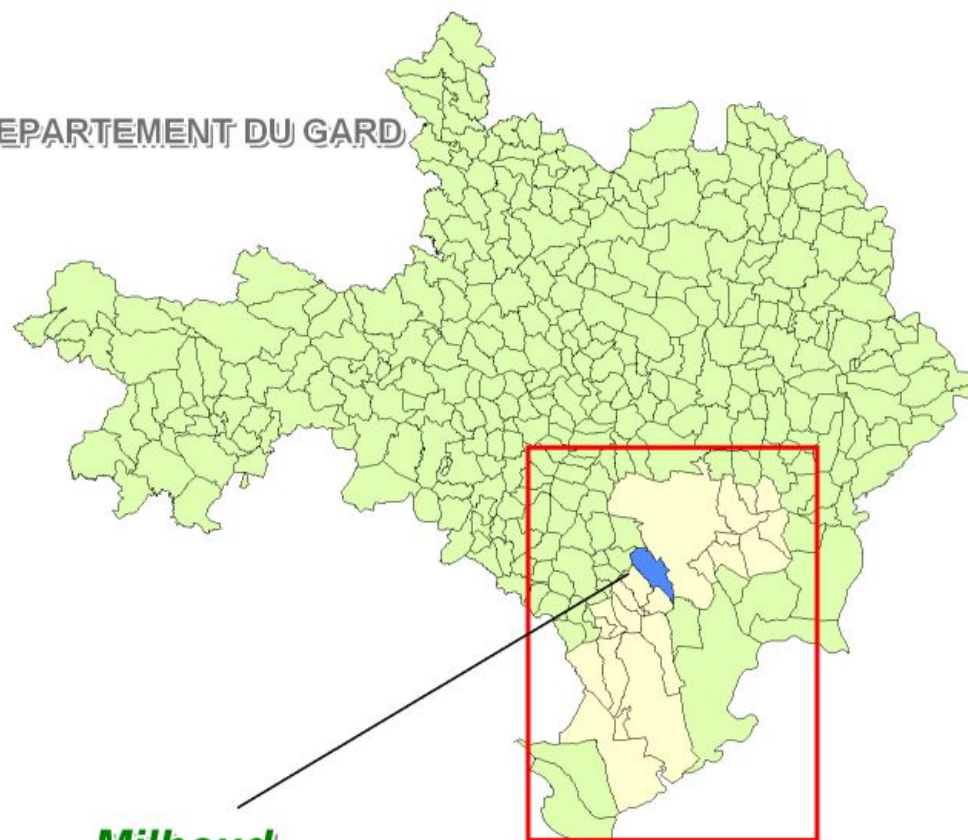
INONDATIONS DU VISTRE ET DE SES AFFLUENTS DES 6, 7 ET 8 SEPTEMBRE 2005

INVENTAIRE CARTOGRAPHIQUE DES ENJEUX

Commune de Milhaud

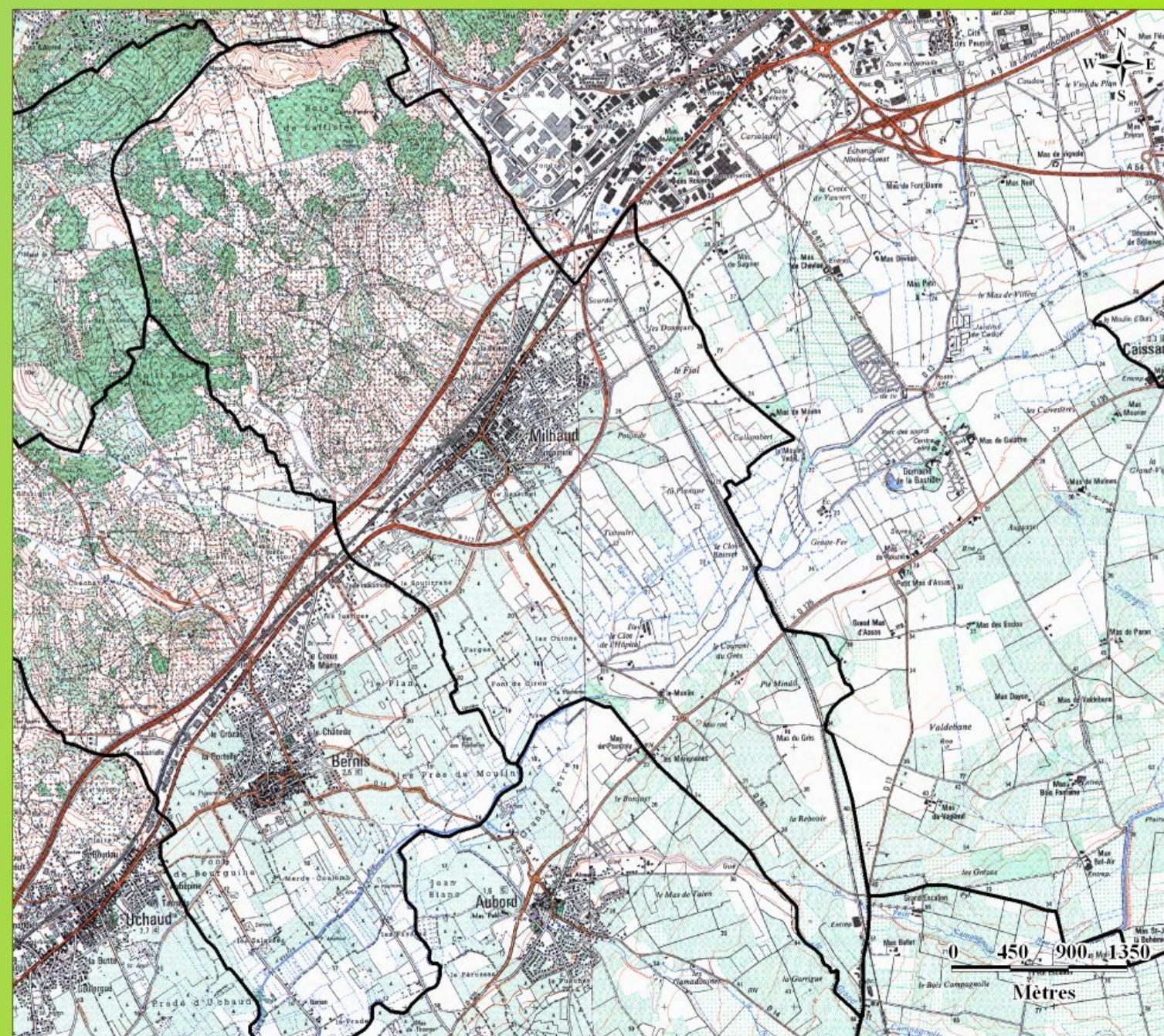


DEPARTEMENT DU GARD

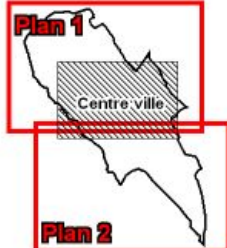


Milhaud

1/1 000 000



Source : IGN25



TYPOLOGIE DE L'HABITAT

- Centre urbain ancien
- Zone résidentielle collective
- Zone résidentielle pavillonnaire
- Zone urbanisée en projet
- Habitation isolée

ETABLISSEMENTS PUBLICS

- Bâtiments participant à la gestion de crise
- Bâtiments destinés à l'accueil des populations sensibles
- Autres bâtiments publics

GESTION ENVIRONNEMENT

- Alimentation en eau potable
- Site de traitement

LIEUX DE CULTE

- Edifices
- Cimetières

ACTIVITES

- Zones industrielles, commerciales ou artisanales
- Activités touristiques
- Zones industrielles, commerciales ou artisanales en projet
- Activités touristiques en projet

DIVERS

- Digue
- Cours d'eau

INONDATIONS DU VISTRE ET DE SES AFFLUENTS DES 6, 7 ET 8 SEPTEMBRE 2005

INVENTAIRE CARTOGRAPHIQUE DES ENJEUX

Commune de Milhaud / centre ville / 10 000e





TYPOLOGIE DE L'HABITAT

- Centre urbain ancien
- Zone résidentielle collective
- Zone résidentielle pavillonnaire
- Zone urbanisée en projet
- Habitation isolée

ETABLISSEMENTS PUBLICS

- Bâtiments participant à la gestion de crise
- Bâtiments destinés à l'accueil des populations sensibles
- Autres bâtiments publics

GESTION ENVIRONNEMENT

- Alimentation en eau potable
- Site de traitement

LIEUX DE CULTE

- Edifices
- Cimetières

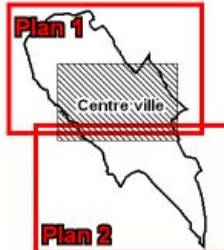
ACTIVITES

- Zones industrielles, commerciales ou artisanales
- Activités touristiques
- Zones industrielles, commerciales ou artisanales en projet
- Activités touristiques en projet

DIVERS

- Digue
- Cours d'eau





TPOLOGIE DE L'HABITAT

- Centre urbain ancien
- Zone résidentielle collective
- Zone résidentielle pavillonnaire
- Zone urbanisée en projet
- Habitation isolée

ETABLISSEMENTS PUBLICS

- Bâtiments participant à la gestion de crise
- Bâtiments destinés à l'accueil des populations sensibles
- Autres bâtiments publics

GESTION ENVIRONNEMENT

- Alimentation en eau potable
- Site de traitement

LIEUX DE CULTE

- Edifices
- Cimetières

ACTIVITES

- Zones industrielles, commerciales ou artisanales
- Activités touristiques
- Zones industrielles, commerciales ou artisanales en projet
- Activités touristiques en projet

DIVERS

- Digue
- Cours d'eau

INONDATIONS DU VISTRE ET DE SES AFFLUENTS DES 6, 7 ET 8 SEPTEMBRE 2005

INVENTAIRE CARTOGRAPHIQUE DES ENJEUX

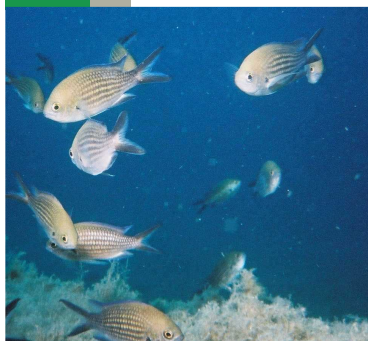
Commune de Milhaud / Plan 2 / 20 000e



Annexe 2 : Expertises hydrauliques secteur « Baume et Tourril » & « Sourdane-Bas/Les Dourques »



Ville de Milhaud



Avis technique - secteur de Baume & Tourril

Schéma d'aménagement hydraulique et de protection des zones habitées contre les inondations

Commune de Milhaud

Indice A



Avis technique - secteur de Baume et Tourril

Schéma d'aménagement hydraulique et de protection des zones habitées contre les inondations

Commune de Milhaud

Date	15 Décembre 2009
N° de version	Indice A
Référence Affaire	08MEN012
Rédacteur	Damien ALLIAU Damien.alliau@safège.fr
Vérificateur	Arnaud BONNAFE

Objectifs :

La commune de Milhaud est sujette à de fréquentes inondations, responsables de 16 arrêtés de Catastrophe Naturelle depuis 1988. Le territoire est vulnérable aux risques inondations par débordements et également au risque de ruissellement pluvial.

L'état actuel des connaissances du réseau surfacique et pluvial ne permet pas à la commune d'avoir une vision claire et rationnelle des causes de ces problèmes récurrents.

C'est pourquoi la commune a souhaité confier à SAFEGE une étude hydraulique qui défini les zonages et les prescriptions relatives au risque inondation dans sa démarche d'aménagement du territoire, en intégrant un schéma d'aménagement hydraulique et de protection des zones habitées.

L'étude se décompose en 2 phases :

- **Phase 1** : Diagnostic de l'existant ;
- **Phase 2** : Élaboration du « schéma d'aménagement pluvial et de protection des zones habitées contre les inondations ».

Le 1^{er} volet concerne notamment la caractérisation de l'aléa en état initial. Dans ce cadre, la commune ainsi que la DDE 30 ont demandé à SAFEGE d'expertiser l'étude hydraulique citée ci-après :

EH et DLE Site de Baume et Tourril sur la commune de Milhaud, CEREG ingénierie pour SUD terrain, février 2009, référence E08011, 71 pages – 7 figures.

Le présent document constitue l'avis technique de SAFEGE : seul le **volet inondation** est analysé.

Afin de faciliter l'analyse, les remarques formulées ci-après suivent le chapitrage proposé par CEREG.

0. Préambule

L'entreprise SUD terrain envisage l'urbanisation d'une zone située à l'Ouest de Milhaud entre l'autoroute A9 et la voie SNCF. L'opération consiste en la création d'environ 70 lots à bâtir, accompagnés des voiries et ouvrages hydrauliques nécessaires à leur bon fonctionnement.

B.I.5 Étude du risque inondation sur la zone d'étude

La zone d'étude est partiellement située sur la zone inondable hydrogéomorphologique (1,5 ha selon CEREG) en partie Ouest. Une étude spécifique a donc été réalisée pour préciser l'étendue de la zone inondable au droit du projet.

Les temps de concentration sont calculés avec la méthode de Kirpich et produisent des valeurs très faibles de l'ordre de 10 min : les vitesses de ruissellements associées sont a priori surestimées (environ 1,3 m/s sur BV1 par exemple).

Les caractéristiques des bassins de rétention ASF sont indiquées mais la source est inconnue.

Selon CEREG, le débit capable de l'ouvrage sous l'A9 est de 4,6 m³/s sans mise en charge amont ni contrôle aval. La source de cette information n'est pas explicitée.

La méthodologie proposée pour définir le risque inondation repose sur une analyse hydrologique puis hydraulique à partir de profils en travers extraits du plan topographique. Il n'est pas fait mention de la source de l'information topographique. De même, il aurait été souhaitable de procéder à des levés topographiques terrestres (précision centimétrique) en lieu et place d'une extraction de profils à partir du plan photogrammétrique (le cas échéant).

La méthodologie et les résultats sont les suivants :

- Modélisation hydrologique HEC-HMS à partir de pluies de projet de durée intense 30 et 60 min sur une durée totale de 4 h (intensités de pluies obtenues par traitement statistique de la station Météo France de Nîmes Courbessac (jusqu'à 2001). Hormis la période d'analyse pluviométrique étendue à 2006, l'étude SAFEGE 2008 repose sur les mêmes hypothèses.

Les résultats sont les suivants :

- o BV 1 T = 10 ans : 4,62 m³/s selon CEREG pour 1,7 m³/s selon SAFEGE 2008 (méthode des Experts)
- o BV 1 T = 100 ans : 8,31 m³/s selon CEREG pour 8,5 m³/s selon SAFEGE 2008 (méthode du réservoir linéaire)

La comparaison avec les crues historiques n'est pas faite ce qui est préjudiciable pour qualifier la crue centennale comme crue de référence. SAFEGE 2008 indique que les estimations de débits de pointe octobre 1988 et septembre 2005 sont inférieures aux valeurs 100 ans.

- Modélisation hydraulique HEC-RAS à partir des estimations hydrologiques précédentes pour T = 100 ans entre l'A9 et la voie ferrée. **Les résultats de simulation sont satisfaisants.**

La modélisation hydraulique SAFEGE 2008 pour $T = 100$ ans indique une valeur écrêtée par l'A9 à environ $6 \text{ m}^3/\text{s}$ ce qui est compatible avec la valeur de $5,41 \text{ m}^3/\text{s}$ annoncée par CEREG au point D (aval A9).

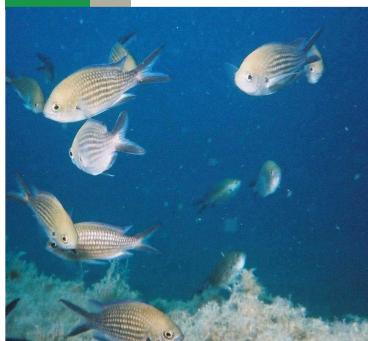
Conclusion

La zone inondable centennale proposée par CEREG est pleinement compatible avec les estimations SAFEGE 2008. La plus-value locale de l'étude CEREG précise le fonctionnement hydraulique du secteur pressenti par SAFEGE (données topographiques peu suffisamment précises sur le site d'étude de Baume et Tourril).

La zone inondable centennale CEREG sur le secteur de Baume et Tourril est à intégrer dans la cartographie de l'aléa de référence de la commune de Milhaud par SAFEGE.



Ville de Milhaud



Avis technique - secteur de Sourdun-Bas/Les Fourques

Schéma d'aménagement hydraulique et de
protection des zones habitées contre les
inondations

Commune de Milhaud

Indice A



Avis technique - secteur de Sourdun-Bas/Les Fourques

Schéma d'aménagement hydraulique et de protection des zones habitées contre les inondations

Commune de Milhaud

Date	15 Décembre 2009
N° de version	Indice A
Référence Affaire	08MEN012
Rédacteur	Damien ALLIAU Damien.alliau@safefe.fr
Vérificateur	Arnaud BONNAFE

Objectifs :

La commune de Milhaud est sujette à de fréquentes inondations, responsables de 16 arrêts de Catastrophe Naturelle depuis 1988. Le territoire est vulnérable aux risques inondations par débordements et également au risque de ruissellement pluvial.

L'état actuel des connaissances du réseau surfacique et pluvial ne permet pas à la commune d'avoir une vision claire et rationnelle des causes de ces problèmes récurrents.

C'est pourquoi la commune a souhaité confier à SAFEGE une étude hydraulique qui défini les zonages et les prescriptions relatives au risque inondation dans sa démarche d'aménagement du territoire, en intégrant un schéma d'aménagement hydraulique et de protection des zones habitées.

L'étude se décompose en 2 phases :

- **Phase 1 :** Diagnostic de l'existant ;
- **Phase 2 :** Élaboration du « schéma d'aménagement pluvial et de protection des zones habitées contre les inondations ».

Le 1^{er} volet concerne notamment la caractérisation de l'aléa en état initial. Dans ce cadre, la commune ainsi que la DDE 30 ont demandé à SAFEGE d'expertiser l'étude hydraulique citée ci-après :

Étude des contraintes hydrauliques sur le site de Sourdun-Bas/Les Dourques sur la commune de Milhaud, CEREG ingénierie pour BET Method, 15 mars 2007, référence M 06 009, 11 pages – 8 figures.

Le présent document constitue l'avis technique de SAFEGE.

Afin de faciliter l'analyse, les remarques formulées ci-après suivent le chapitrage proposé par CEREG.

0. Préambule

La commune de Milhaud a mis à l'étude une nouvelle ZAC située entre la ZAC Trajectoire existante et le Mas Sagnier (lieux dits Sourdan et les Dourques). Le projet de ZAC est bordé à l'Est par le cadereau de Valdegour et à l'Ouest par celui de la Pondre.

CEREG fait référence à l'étude BCEOM 50303A de juillet 2005. Or ultérieurement à cette date, il existe des éléments techniques plus affinés produits par BCEOM/EGIS dans le cadre du programme CADEREAUX :

- *Études complémentaires sur le PPCI Extra Muros (PPCI Primaire), BCEOM pour la ville de Nîmes, avril 2007 (référence HUS 60433V).*
- *Étude pour un aménagement cohérent et durable des cadereaux (Programme CADEREAU), BCEOM/EGIS Eau pour la commune de Nîmes, rapport provisoire non validé, janvier 2008.*
- *Étude pour un aménagement cohérent et durable des cadereaux (Programme CADEREAU) – Cadereau de la Pondre Étape 3 « Étude des conséquences hydrauliques de l'aménagement des cadereaux », BCEOM/EGIS Eau pour la commune de Nîmes, dossier de synthèse, août 2008 (référence GRI70460H).*

CEREG indique que le projet de ZAC est essentiellement concerné par les débordements de la Pondre pour les fortes crues.

La carte ci-dessous, issue de BCEOM 2007, précise les bâtiments touchés par la crue du 3 octobre 1988 et les réseaux hydrographiques concernés.

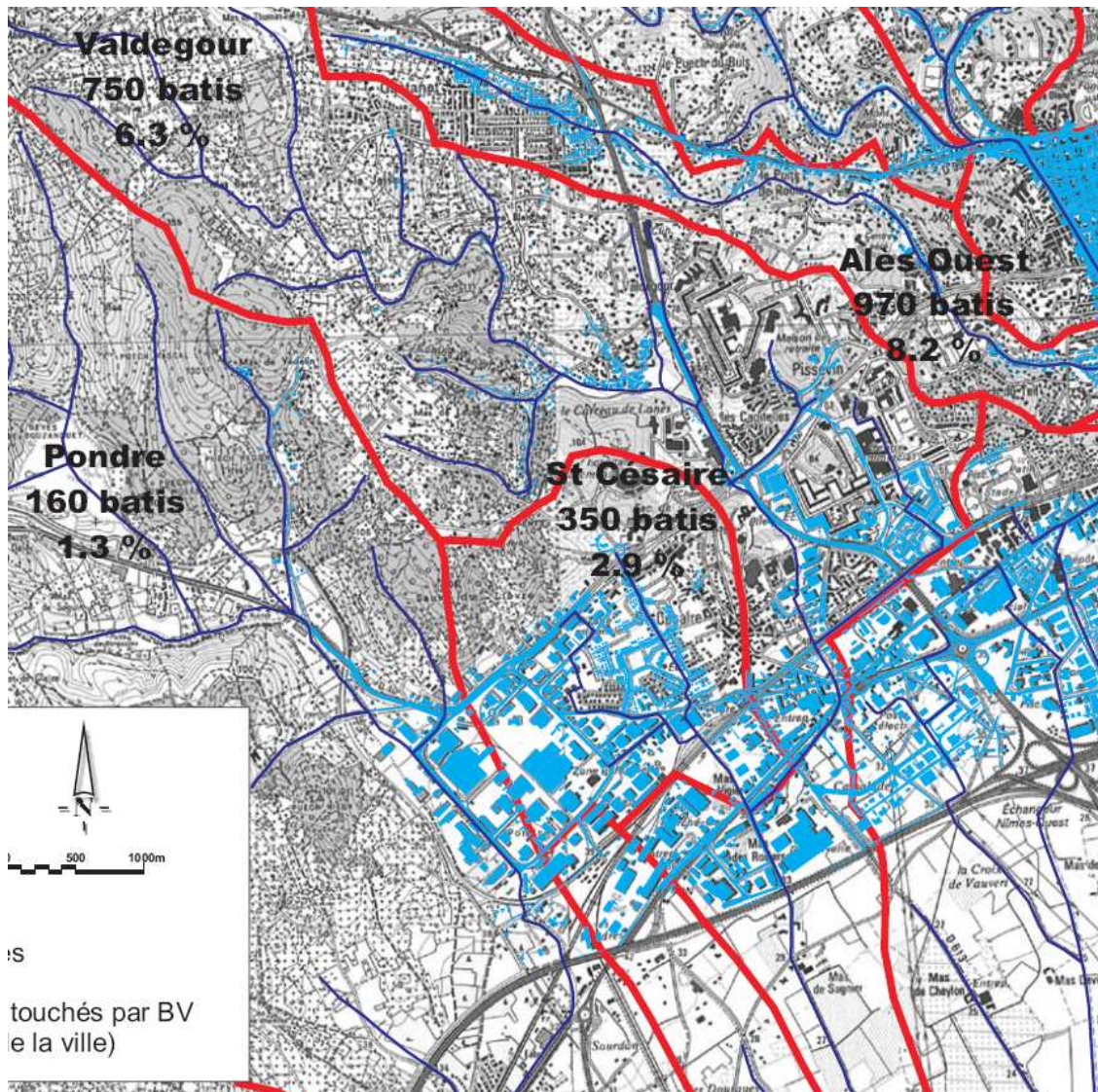


Figure 1 : cartographie des secteurs touchés en amont de l'A9 pendant la crue du 3 octobre 1988 (source : BCEOM 2007).

Il est indiqué que le Valdegour conflue au fossé de Saint Césaire en amont de l'A9, qui est la limite d'étude CEREG. La déconnexion hydraulique entre la Pondre et les écoulements produits par les bassins versants à l'Est reste ici à argumenter.

La méthodologie proposée par CEREG (modélisation hydraulique 2D) est pertinente dans ce contexte topographique très particulier.

La figure n°1 décrit l'emprise de la zone étudiée et la limite du projet de ZAC. CEREG n'explique pas pourquoi la limite aval du modèle n'est pas le lit mineur du Vistre, ni pourquoi une partie du centre urbain de Milhaud est extrudé du modèle (partie bordant la déviation de la RN113).

De manière générale, l'emprise de la zone étudiée n'est pas hydrauliquement justifiée.

1. Fonctionnement hydraulique du secteur

L'analyse hydraulique est basée sur les éléments techniques produits par BCEOM en juillet 2005 (référence 50303A) sur la crue d'octobre 1988. Comme indiqué en préambule, ces éléments ont été mis à jour depuis au travers des études du programme CADEREAUX porté par la Ville de Nîmes (intégrant une modélisation hydraulique 1D à casiers).

La répartition des débits à retenir par CEREG (source : BCEOM 2005) proposés en aval de la RN113 est la suivante : 40 m³/s se dirigeant vers la ZAC et 70 m³/s transitant dans le lit mineur de la Pondre à travers la zone urbaine de Milhaud. Les hauteurs d'eau sur le secteur de la ZAC sont par endroit légèrement supérieures à 50 cm.

L'analyse SAFEGE 2008 est la suivante :

- Débit de pointe pour l'événement d'octobre 1988 de l'ordre de 240 m³/s selon BCEOM 2008 pour un débit de 224 m³/s estimés par la modélisation hydrologique SAFEGE 2008 de la Pondre (sans aménagement) ;

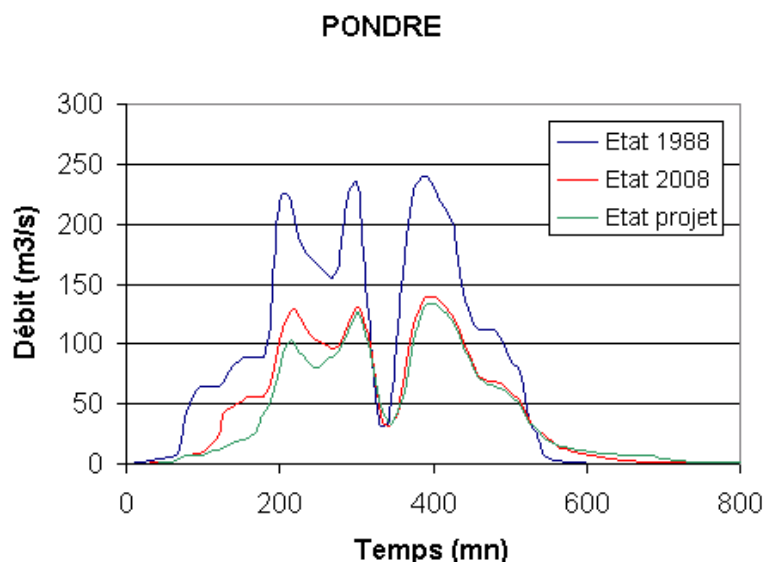


Figure 2 : Hydrogrammes de la Pondre pour la crue de 1988 selon différents états d'aménagement (source : BCEOM 2008)

- Débit de pointe pour l'événement d'octobre 1988 de 140 m³/s selon EGIS 2008 en état aménagé (Caveirac et Canteperdrix).
- Le premier débordement pour la Pondre est observé en rive droite, au niveau du rond point au Nord-Est de la zone urbaine pour un débit de 24 m³/s au droit du débordement. Les débordements successifs s'observent ensuite un peu plus amont au niveau de la voie ferrée lorsque le débit est de 35 m³/s.
- Le 1^{er} ouvrage en aval du pont SNCF dans le lit mineur de la Pondre accepte un débit maximum de 50 m³/s.
- Le déversement vers la ZAC Trajectoire se produit à partir de 65 m³/s dans le lit de la Pondre.

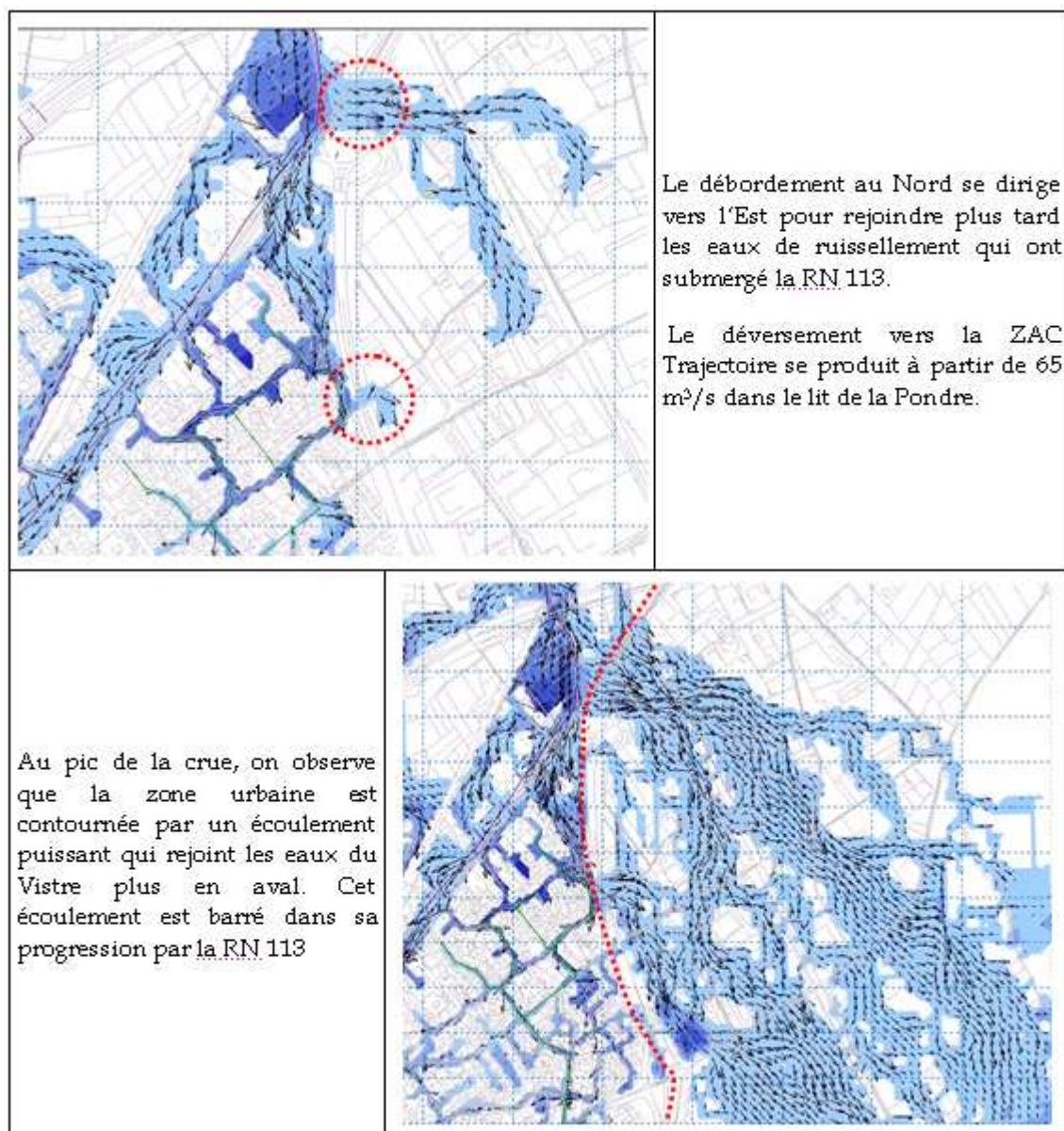


Figure 3 : Dynamique de la crue à l'Est de la zone urbaine – Octobre 1988 état non aménagé (source : SAFEGE 2008).

CEREG propose d'actualiser les résultats hydrauliques sur le secteur en intégrant les aménagements sur le bassin versant de la Pondre et en actualisant la topographie.

2. Caractéristiques physiques du bassin versant de la Pondre

Le bassin versant de la Pondre a été découpé en 6 sous-bassins versants, totalisant une surface de 11,1 km² à l'A9.

CEREG indique que les effets des bassins de Canteperdrix est minime pour un événement de type 1988 (écrêtement en occurrence 40 ans).

Il semble que les aménagements de la Pondre considérés dans l'approche hydraulique CEREG soit ceux existants en 2007 et cités ci-avant. Aucune mention des aménagements du programme CADEREAUX n'est faite.

3. Hydrologie

Il est rappelé que BCEOM 2005 a utilisé deux pluies différentes :

- pluie correspondante à l'épisode de 1988 (centrée ?) ;
- pluie de projet centennale construite selon la méthode de Desbordes.

Les débits de pointe estimés par BCEOM 2005 sont les suivants :

- 110 m³/s à l'entrée de Milhaud pour octobre 1988 (sans aménagement du bassin versant) ;
- 103 m³/s à l'entrée de Milhaud pour T = 100 ans (avec prise en compte de la carrière de Caveirac).

Ces résultats sont remis en question par les études BCEOM/EGIS ultérieures à 2005 (voir paragraphe précédent).

La figure n° 3 (détail de la zone et localisation des profils en travers) est illisible.

CEREG indique que les pluies citées ci-dessus ont été utilisées avec un modèle de transformation pluie/débit différent : il n'est pas expliqué en quoi le modèle CEREG (non cité) est différent.

CEREG indique que les aménagements écrêteurs de Caveirac et de Cantepredrix ainsi que le stockage dans la zone industrielle de Saint Césaire ont été pris en compte dans leur analyse: les sources de données liées à ces aménagements ne sont pas citées. De même, CEREG n'explique pas la méthodologie retenue pour cette modélisation hydrologique. Il est alors difficile d'apporter du crédit aux résultats suivants :

- Valeur de 75 m³/s en amont de Saint Césaire pour octobre 1988 à comparer à la valeur de 140 m³/s EGIS au pont SNCF/A9 en état d'aménagement 2008;
- Valeur de 117 m³/s en aval de la voie SNCF pour T = 100 ans à comparer à la valeur de 91 m³/s EGIS au pont SNCF/A9 en état d'aménagement 2008 (hypothèse PPCI).

Avant tout écrêtement possible par l'ouvrage SNCF/A9, on note que les divergences avec les résultats du programme CADEREAUX sur le bassin versant de la Pondre sont conséquentes.

Deux sources probables de divergences sont avancées ici :

- Hypothèses pluviométriques mises à jour depuis 2005 par EGIS ;
- Paramètres hydrologiques différents dans la phase de modélisation (méthode utilisée, schématisation des ouvrages de rétention notamment).

En l'état, les résultats EGIS du programme CADEREAUX sont les éléments de référence à retenir.

L'analyse hydraulique CEREG basée sur ses estimations hydrologiques n'est pas compatible avec les éléments du programme CADEREAUX.

4. Modélisation hydraulique

Le code SW2D a été utilisé par CEREG pour réaliser la modélisation hydraulique.

La base topographique est a priori essentiellement photogrammétrique (1/2000^{ème} par RICHER en 2004). Il est indiqué que cette information a été complétée localement.

Aucune précision supplémentaire quant aux levés complémentaires n'est apportée : il est pourtant essentiel que les ouvrages hydrauliques notamment aient été levés avec une précision centimétrique (pont de la voie SNCF notamment qui joue un rôle crucial dans la répartition des débits de la Poudre lit mineur/lit majeur - estimation de capacité 17 m³/s selon SAFEGE 2008).

Il est indiqué que le modèle 2D comporte 15477 éléments. Aucune information quant aux nombres de nœuds de calculs considérés. La méthodologie de maillage n'est pas suffisamment décrite. Aucune information n'est donnée sur la représentation des lits mineurs et leurs sources topographiques.

Aucune information n'est donnée sur le calage du modèle hydraulique et les éventuels tests de sensibilité aux conditions limites et rugosité.

La condition limite de type 1 imposée au Sud pose la question de l'influence du niveau du Vistre sur les écoulements provenant de la Poudre : il n'est pas explicité l'influence des cotes de crue du Vistre (septembre 2005 notamment) sur les écoulements de la ZAC.

CEREG indique une condition limite supplémentaire : représentation du ruissellement pluvial par insertion de précipitation dans le modèle 2D. Aucune précision n'est apportée quant à la définition de la pluviométrie locale et sa dynamique.

Concernant les éléments cartographiques et leur justification :

- Cartes 4 à 7 : l'estimation du débit entrant sur le secteur de la ZAC ne comporte par le profil en travers correspondant à l'extraction de cette estimation. L'appréciation de cette valeur est difficile.
- Cartes 4 et 5 : aucune explication n'est donnée sur l'augmentation conséquente des hauteurs d'eau en partie Est (Valdegour) sur la carte 4 par rapport à la carte 5 quand bien même l'écrêtement de Saint Césaire est pris en compte (les écoulements ne pouvant a priori se faire uniquement sous l'ouvrage A9).
- Carte 8 : la pertinence de la condition limite de type 1 est remise ici en question : malgré une imposition invariable dans le temps des PHE Valdegour, il semble que l'hypothèse de la connexion hydraulique soit à prendre en compte (Cf. paragraphe 0).

Le point d'injection des 117 m³/s n'est pas clair : aval Saint Césaire (logique d'après la carte 8) ou aval SNCF ?

5. Conclusion générale

L'analyse CEREG remet en question les débits d'entrée de la ZAC à considérer par rapport à l'étude BCEOM 2005.

Les études du programme CADEREAUX (déjà initiés en mars 2007) produisent des valeurs très différentes au niveau du pont de l'A9 pour les crues 1988, septembre 2005 centrée, PPCi et Scénario 4.

L'écêtement produit par la ZI de Saint Césaire et par les ouvrages SNCF/A9 sont à préciser par EGIS qui a utilisé un modèle hydraulique ayant pour limite aval le Vistre.

L'étude SAFEGE 2008 s'est concentrée sur les 3 scénarios de référence suivant :

- Crue d'octobre 1988 en état 1988 (non aménagé) ;
- Crue septembre 2005 en état d'aménagement 2005 ;
- Crue 100 ans en état d'aménagement 2008.

La crue de référence requise par la DDE 30 est la plus forte des 3 scénarios présentés ci-avant.

Le secteur de la ZAC Trajectoire est sujet à inondation pour la seule crue d'octobre 1988 selon SAFEGE 2008 : il n'existe a priori pas d'écoulements vers la ZAC jusqu'à un débit de 92 m³/s dans la Poudre au pont A9.

La limite de validité annoncée par SAFEGE sur la partie Est de la déviation RN113 repose sur la non prise en compte des connexions hydrauliques possibles avec les cadereaux Est en amont et en aval de l'A9. C'est pourquoi des demandes complémentaires cartographiques pour différentes conditions hydrologiques ont été requises auprès d'EGIS par le Comité de Pilotage de l'étude réalisée pour la commune de Milhaud.

Annexe 3 : Schéma d'aménagement : carte de synthèse

DÉPARTEMENT DU GARD

COMMUNE DE MILHAUD

**Schéma d'aménagement
hydraulique et de protection
des zones habitées
contre les inondations**

**Schéma d'aménagement : carte de synthèse
et de zonage pluvial**

Bureau d'études :



SAFEGE
Aix Métropole Bât.D-30, Av. H. Malacrida
13100 Aix en Provence
tél : 04.42.93.65.10 - fax : 04.42.93.65.15

DESSINE : A.S

DATE : 01/2010

SOURCE : Safege

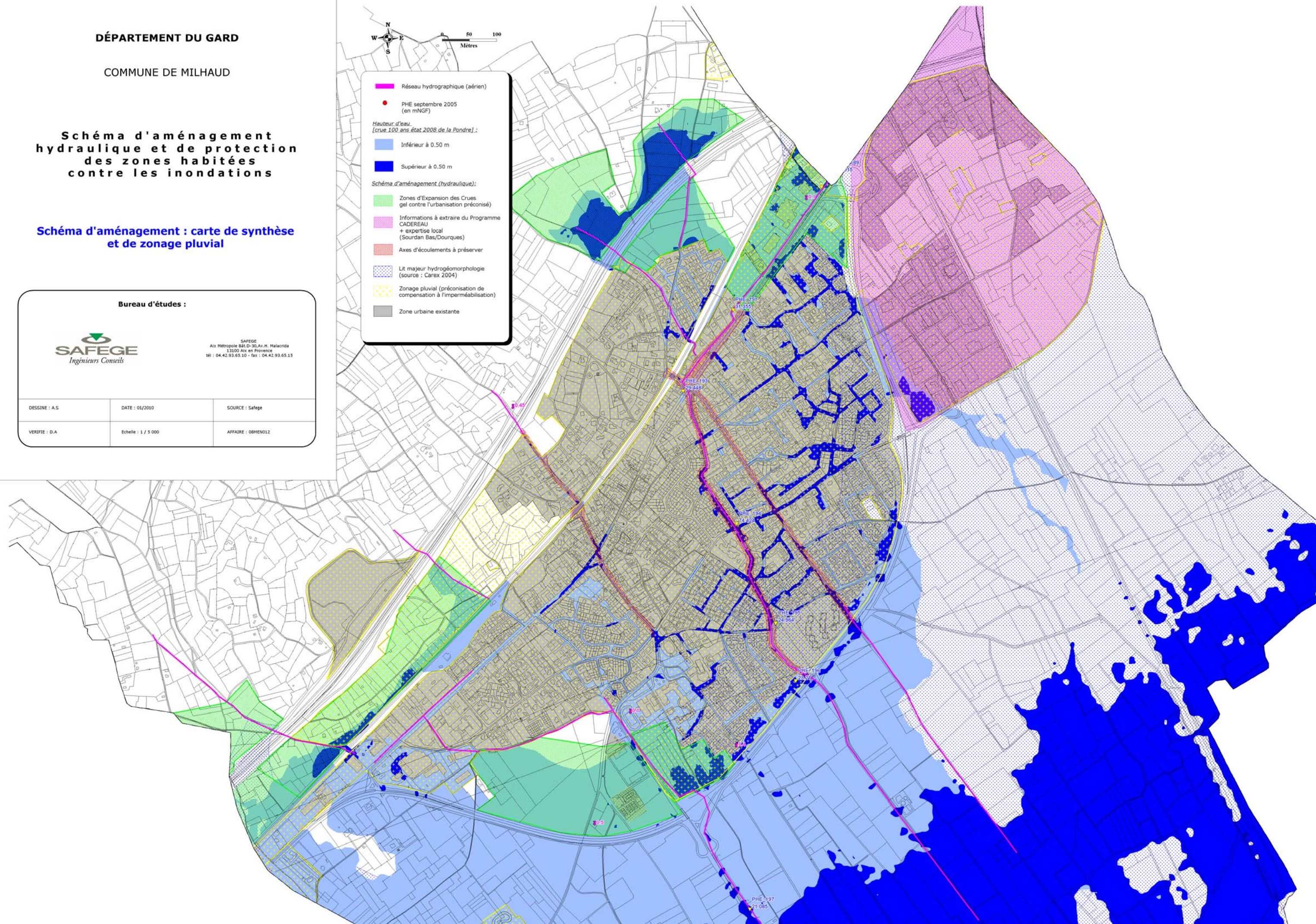
VERIFIE : D.A

Echelle : 1 / 5 000

AFFAIRE : OBMEN12



- Réseau hydrographique (aérien)
- PHE septembre 2005 (en mNGF)
- Hauteur d'eau [crue 100 ans état 2008 de la Pondre] :
 - Inférieur à 0.50 m
 - Supérieur à 0.50 m
- Schéma d'aménagement (hydraulique):
 - Zones d'Expansion des Crues gel contre l'urbanisation préconisée
 - Informations à extraire du Programme CADEREAL + expertise local (Sourdan Bas/Dourques)
 - Axes d'écoulements à préserver
 - Lit majeur hydrogéomorphologie (source : Carex 2004)
 - Zonage pluvial (préconisation de compensation à l'imperméabilisation)
 - Zone urbaine existante



Annexe 4 : Mesures de réduction de la vulnérabilité

Éléments pour l'élaboration
des plans de prévention du risque inondation

La mitigation en zone inondable

Réduire la vulnérabilité des biens existants



DOCUMENT D'ÉTAPE

**Éléments pour l'élaboration
des plans de prévention du risque inondation**

La mitigation en zone inondable

Réduire la vulnérabilité des biens existants

Document d'étape

*Ce document d'étape a été réalisé sur l'initiative de la
Direction de la Prévention des Pollutions et des Risques
(DPPR).*

*Il s'appuie sur les réflexions d'un groupe de travail,
animé par Claire Boulet-Desbareau, constitué par Bruno
Bessis (DGUHC), Fabrice Moronval (DPPR), Jean-Luc
Salagnac (CSTB), avec la participation du club risque de
Languedoc-Roussillon.*

Mars 2005



Ci-dessus :
inondation à Montpellier (Hérault), septembre 2002 [Frédéric Pappalardo].

Photos de couverture :
inondation à Bellegarde (Gard), décembre 2003 [CSTB / MEDD-DPPR].

Sommaire

Introduction	2	3.2 La prise en compte de la vulnérabilité du bâtiment	12
<i>1. Intérêt et efficacité d'une politique de réduction de vulnérabilité</i>	3	<i>Les types de dommages directs et indirects</i>	
1.1 Pourquoi réduire la vulnérabilité d'un bâtiment ?	3	<i>Les sollicitations exercées sur le bâtiment</i>	
<i>Une action sur l'aléa limitée</i>		<i>L'évaluation de la vulnérabilité d'un bâtiment</i>	
<i>Le coût économique des inondations</i>		3.3 La typologie de bâti	14
<i>Les limites du système d'assurance catastrophe naturelle</i>		<i>Les bâtiments représentant un enjeu économique</i>	
1.2 Quelle est l'efficacité d'une politique de mitigation ?	5	<i>Les bâtiments recevant du public</i>	
<i>Pour les habitations</i>		<i>Les habitations</i>	
<i>Pour les entreprises</i>		3.4 La hiérarchisation des mesures : recommandation et obligation	16
<i>2. Les mesures de mitigation</i>	7	3.5 Des exemples de libellés	17
2.1 Assurer la sécurité des personnes	7	<i>Assurer la sécurité des personnes</i>	
<i>Faciliter la mise hors d'eau les personnes et l'at- tente des secours</i>		<i>Limiter les dommages aux biens</i>	
<i>Faciliter l'évacuation des personnes</i>		<i>Faciliter le retour à la normale</i>	
<i>Assurer la résistance mécanique du bâtiment</i>		<i>4. Conseils pour la « bonne intégration dans le PPR »</i>	18
<i>Assurer la sécurité des occupants et des riverains en cas de maintien dans les locaux</i>		4.1 Expliquer et justifier	18
2.2 Limiter les dommages aux biens (minimiser les travaux de remise en état)	8	4.2 Distinguer les mesures sur l'existant dans le règlement	18
<i>Limiter la pénétration de l'eau dans le bâtiment</i>		4.3 Bien distinguer les catégories de mesures entre elles	18
<i>Limiter la pénétration d'eau polluée dans le bâtiment</i>		4.4 Rédiger des mesures sur l'existant précises et compréhensibles	19
<i>Choisir les équipements et les techniques de cons- truction</i>		<i>5. Conseils pour la mise en œuvre des mesures</i>	21
2.3 Faciliter le retour à la normale	8	5.1 L'information du public	21
<i>Faciliter la remise en route des équipements</i>		5.2 Le financement des mesures	21
<i>Faciliter l'évacuation de l'eau</i>		5.3 Les conséquences juridiques des mesures de prévention, de protection et de sauvegarde et des mesures sur l'existant	22
<i>Faciliter le nettoyage</i>		<i>Annexes</i>	
<i>Faciliter le séchage</i>		<i>Sommaire des annexes</i>	24
<i>3. Sélection des mesures et modèles de libellés</i>	9		
3.1 La prise en compte de l'aléa	9		
<i>L'influence de la typologie de la crue</i>			
<i>Les paramètres d'impact de l'aléa</i>			
<i>Les voies d'entrée possible de l'eau dans un bâtiment</i>			

Introduction

À la suite des crues de septembre 2002 survenues dans les départements du Gard, de l'Hérault et de Vaucluse, le rapport de l'inspection générale de l'Environnement faisait le constat suivant :

- les biens situés en zone inondable n'ont pas été conçus pour résister aux inondations ;
- la vulnérabilité préoccupante des biens existants est insuffisamment prise en compte dans les plans de prévention des risques / inondation (PPRi) aujourd'hui approuvés.

Il paraît alors utile de formaliser un premier document permettant de préciser quelques principes liés à la réduction de la vulnérabilité et à la sécurité des personnes afin que cette thématique puisse être prise en compte dans l'élaboration des plans de prévention du risque Inondation.

Telle est la raison de ce document d'étape qui synthétise le début des réflexions. Il sera dans un second temps, enrichi par les retours et les commentaires formulés par les services de l'État en charge des PPR. Pour les départements concernés, il veut faciliter la mise en œuvre de la circulaire interministérielle du 21 janvier 2004, qui insiste sur la nécessaire réduction de la vulnérabilité des biens existants exposés à des crues rapides.

Les mesures présentées ont pour objectif d'une part d'assurer la sécurité des personnes et d'autre part, de limiter les dégâts matériels et les dommages économiques. Au-delà des enjeux immédiats de protection civile, il s'agit aussi d'atténuer le traumatisme psychologique lié à une inondation en facilitant l'attente des secours ou de la décrue, ainsi qu'une éventuelle évacuation dans des conditions de confort et de sécurité satisfaisantes.

Par l'intermédiaire du plans de prévention des risques, l'État peut imposer localement les mesures d'adaptation des constructions, de leurs abords, et de leurs équipements qu'il juge nécessaire compte

NB : ce document n'aborde ni les dispositifs d'information, d'éducation et de comportement des personnes situées en zone inondable ou confrontées à une inondation, ni les obligations des responsables de bâtiment accueillant des personnes pour la mise en œuvre de mesures de sauvegarde notamment en attendant l'arrivée des secours. Il se limite à l'actions sur les biens même si certaines d'entre elles ont un impact sur l'amélioration de la sécurité des personnes.

tenu des risques connus. Dans la plupart des PPR, les services instructeurs se limitent aujourd'hui à quelques recommandations. Dans de rares cas, quelques mesures, comme celles visant à limiter la dispersion de produits polluants et la formation d'embâcles, sont rendues obligatoires.

L'État peut définir concrètement des mesures de sécurité des personnes et de réduction de la vulnérabilité des biens existants. Il peut prescrire voire rendre obligatoires les mesures jugées prioritaires dont le coût moyen ne dépasse pas 10 % de la valeur vénale du bien. Il incombe donc au service instructeur du PPR de sélectionner et d'inscrire dans le règlement les mesures simples, efficaces et pertinentes au regard de l'inondation.

Afin d'encourager la mise en œuvre de ces mesures, la loi « Risques »¹, a étendu l'utilisation du fonds de prévention des risques naturels majeurs². Le décret d'application, publié en janvier 2005, prévoit que les travaux mis en œuvre par les particuliers et rendus obligatoires dans le cadre d'un PPR pourront bénéficier d'une subvention issue de ce fonds dit « Barnier » à hauteur de 40 %, et ceux mis en œuvre par les entreprises de moins de vingt salariés à hauteur de 20 %.

La première partie de ce document d'étape montre l'intérêt de cette démarche, la seconde présente une liste des mesures³, la troisième donne quelques conseils et exemples de libellés, la quatrième traite de l'intégration du chapitre « bâti existant » dans le règlement et la dernière partie des actions d'accompagnement.

1- Loi du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages.

2- Article L.561-3 du Code de l'environnement.

3- Afin de ne pas alourdir la lecture de ce document, leurs caractéristiques sont précisées en annexe.

1 - Intérêt et efficacité d'une politique de réduction de vulnérabilité

Si les définitions du risque et d'aléa sont aujourd'hui connues, les notions d'enjeux et de vulnérabilité restent encore floues. Sous le terme d'enjeux sont principalement regroupés les constructions, le patrimoine, les activités économiques, les équipements et les réseaux. À cette notion viennent s'ajouter les personnes. Le terme de vulnérabilité traduit la résistance plus ou moins grande du bien ou de la personne à l'événement. Il exprime le niveau de conséquences prévisibles d'un phénomène naturel. La vulnérabilité des biens dépend de leur nature (maison, entrepôt, site industriel, patrimoine culturel, etc.), de leur localisation et de leur résistance intrinsèque.

Plus un bien est vulnérable, plus les dommages prévisibles seront substantiels.

La vulnérabilité des personnes dépend de leur connaissance préalable du phénomène (alerte et information), des caractéristiques du phénomène (intensité, rapidité, étendue, etc.), des conditions d'exposition (intérieur ou extérieur d'un bâtiment, d'un véhicule, résistance du lieu refuge, obscurité, froid, sommeil) et du comportement adopté pendant le phénomène (champ de l'éducation et de la culture du risque).

Nous sommes vulnérables lorsque nous croyons à tort être en lieu sûr. Réduire la vulnérabilité des biens, c'est accroître la sécurité des personnes qui s'y trouvent.

1.1 - Pourquoi réduire la vulnérabilité d'un bâtiment ?

Une action limitée sur l'aléa

Les inondations de 2002 et de 2003 dans le sud de la France ont montré que les crues de référence prises en compte pour l'élaboration des PPRN pouvaient être atteintes, voire dépassées. Ces dernières correspondent aux crues centennales ou historiques. L'urbanisation croissante et l'imperméabilisation des sols qui l'accompagne, la confirmation du réchauffement climatique font craindre des inondations supérieures aux plus hautes eaux connues.

Les ouvrages de protection ne sont en général pas conçus pour les crues exceptionnelles. Leur action très performante sur les crues moyennes reste limitée en cas de survenance d'un événement majeur. De plus, les « petites » crues très fréquentes deviennent transparentes pour la population qui perd ainsi la mémoire du risque et oublie qu'elle habite en zone inondable. Ces ouvrages présentent un effet pervers car ils créent un faux sentiment de sécurité.

Afin de réduire le risque, on peut agir sur l'inondation ou sur les enjeux. Agir directement sur l'inondation a une efficacité limitée car l'imperméabilisation croissante des sols favorise considérablement le ruissellement urbain qui devient lui-même source d'inondation. Une démarche complémentaire relative aux enjeux, en réduisant leur vulnérabilité, est donc indispensable et représente une réelle marge d'efficacité.



Le coût économique des inondations

Le bâti en zone inondable n'intègre le risque ni dans sa structure, ni dans ses aménagements et encore moins dans ses matériaux, ou ses équipements. Les techniques de construction choisies pour des raisons économiques ou par méconnaissance ne sont pas adaptées au courant, à la hauteur et à la rapidité de montée des eaux.

La généralisation d'équipements techniques fragiles et coûteux (cuisine équipée, hi-fi, etc.), l'utilisation de matériaux sensibles à l'eau comme la laine de verre et l'oubli des règles traditionnelles de construction ont conduit à une augmentation significative de la vulnérabilité des bâtiments. Dès lors, ils subissent de lourds dégâts en cas d'inondation.

Au-delà des pertes économiques directes (produits bruts ou manufacturés endommagés), des éventuelles pertes d'exploitation, les entreprises subissent des dommages indirects plus difficilement évaluable : atteinte à l'image de marque, perte de clients, etc.

Le coût répété et conséquent des inondations, alors même que nous n'avons pas connu ces dernières années d'évènement majeur comme les inondations de la Loire ou de la Seine en 1910, fragilise la vie économique et notre mode d'assurance.

La politique de mitigation a pour objectif de rendre ce montant supportable par la société. Les inondations représentent, en moyenne annuelle, 150 à 300 M€ de dégâts. Leur répartition se fait en moyenne sur les précédentes années, pour moitié sur les habitations et pour moitié sur les entreprises en dommage direct. Les pertes d'exploitation sont plus difficiles à évaluer car elles diffèrent de façon considérable d'une année sur l'autre en fonction de la date de survenue de l'évènement.

Pour les habitations, le coût moyen par logement est variable. À titre d'exemple, en 1995, la crue de la Meuse a engendré un coût moyen par logement de 8 923 € dans les Ardennes et de 1 599 € euros dans le département de la Meuse.⁴

Les limites du système d'assurance « catastrophe naturelle »

Il faut rappeler que la déclaration de reconnaissance de l'état de « catastrophe naturelle » n'est pas systématique. Les arrêtés sont pris lorsqu'une « intensité anormale du phénomène » est constatée. Dans le cas des inondations, ce critère se traduit par des crues supérieures aux crues décennales. En théorie, les inondations fréquentes ne devraient pas faire l'objet d'un tel arrêté et les sinistres non indemnisés à ce titre. À ce jour, peu de contrats d'assurance incluent une indemnisation en dehors de ce régime.

En tout état de cause, une franchise reste à la charge de l'individu, et certains biens ont une valeur d'usage supérieure à celle prise en compte par l'assurance. De plus, l'indemnisation ne rembourse pas la valeur sentimentale d'effets personnels.

Or il n'existe pas aujourd'hui d'incitations à réduire sa vulnérabilité pour un propriétaire. Après un sinistre, les travaux réalisés et financés par l'indemnisation des assurances ne prennent pas en compte les erreurs du passé puisque que le remboursement correspond à une remise en état à l'identique et que le calcul de son assurance ne dépend pas des efforts réalisés pour limiter l'impact de l'aléa sur son habitation.

La loi « Risques » tente de remédier à cette situation. La loi du 30 juillet 2003 s'attache à donner aux pouvoirs publics de nouveaux moyens de réduction du risque dans les zones urbaines.

Les dispositions prévues à ce titre constituent une rupture dans la tradition de prévention des risques naturels. Elles permettront de revenir progressivement sur les situations héritées du passé en matière d'urbanisme. De plus, la garantie financière de l'État dans le cadre de la procédure « catastrophe naturelle » légitime ces exigences.

4 - Source : FFSA (rapport de stage École des Mines de Paris de Jérôme Chemitte - juin 2004).

Les protections fondées sur le génie hydraulique pour réduire l'occurrence et l'intensité des crues ne suffisent pas. Il nous faut également agir directement sur les habitations et les activités économiques existantes en réduisant leur vulnérabilité.

1.2 - Quelle est l'efficacité d'une politique de mitigation ?

Pour les habitations

Pour réduire la vulnérabilité des habitations face aux inondations, deux stratégies sont envisageables. La première consiste à mettre hors d'eau le bâtiment (réaliste pour des inondations de moins d'un mètre avec création d'un vide sanitaire, rehaussement du plancher, abandon des sous-sols, transformation du rez-de-chaussée en garage, etc.). La seconde vise à aménager l'intérieur du bâtiment de telle sorte qu'il ne soit pas endommagé par l'inondation (meubles surélevés, mobiliers et équipements non vulnérables, choix des matériaux, etc.).

Face à cette situation, la loi du 30 juillet sur la prévention des risques industriels et naturels et réparation des dommages, donne des moyens nouveaux de prévention dans les zones urbaines. Ses dispositions permettent aujourd'hui de revenir progressivement sur les situations passées.

Les conclusions d'une étude en Languedoc-Roussillon, suite aux événements de 2002, montrent que la priorité des particuliers interrogés, fut de mettre en place des espaces refuges, en partie par autofinancement faute de subventions, ou d'indemnisations avec un coût moyen de 11 000 €. Les dommages subis ont représenté en moyenne 18 % de la valeur immobilière des maisons diagnostiquées. Les travaux réalisés sur ces mêmes habitations l'ont été en grande partie grâce aux indemnisations des assurances. L'analyse des revenus des ménages montre qu'une démarche volontaire de réduction de la vulnérabilité ou une mise en conformité avec le

règlement du PPR ne pourrait être envisagée sans un taux de subvention conséquent. La charge financière représentée par la limite des 10 % de la valeur vénale du bien est en effet trop lourde pour ces particuliers, du fait de l'incroyable augmentation du coût de l'immobilier dans la région. Les travaux de mitigation identifiés dans le cadre de cette étude n'auraient pu être réalisés sans l'aide des indemnisations « catastrophe naturelle ».

L'analyse⁵ de plus de 150 dossiers de rapport d'experts d'assurances, dans le Gard et les départements limitrophes, a montré :

- une répartition homogène du coût des dommages entre le mobilier et le bâtiment (50/50) ;
- sur l'immobilier, les quatre postes les plus onéreux correspondent dans l'ordre décroissant à maçonnerie et plâtrerie, embellissements, menuiseries, électricité.

Dans son rapport « *Prévention du risque de dommages liés aux inondations : mesure générale et efficacité* », la Commission internationale pour la protection du Rhin explicite un taux d'efficacité en fonction du choix des mesures.

À titre d'exemple, l'évacuation ou le déplacement temporaire de biens mobiliers (montée à l'étage) peut permettre de réduire le montant des dégâts subis jusqu'à 80 % selon le temps de pré-alerte.

Les chauffages au mazout représentent un risque particulier. Une cuve, sous l'effet de la poussée d'Archimède va se soulever, se décrocher de son socle et ainsi répandre le fuel qu'elle contenait. Une maison imprégnée doit le plus souvent être démolie tant l'odeur est incessante et les dégâts sur les murs conséquents. Une seule cuve peut dégrader tout un lotissement. Dès lors que la cuve est protégée (correctement ancrée, avec robinet d'arrêt), les dommages occasionnés aux bâtiments peuvent baisser de 50 à 65 %.

Les particuliers attachent en général plus d'in-

5 - « Vulnérabilité des habitations aux inondations : analyse des dossiers de sinistre suite aux inondations de septembre 2002 dans le Gard et les départements limitrophes », METATM, DGUHC, CETE Méditerranée, 2005.



térêt à la protection de leurs biens mobiliers qu'immobiliers. Ils se sentent impuissants pour protéger la structure et dans les revêtements de leur habitation. Ils croient souvent à tort, leurs meubles plus vulnérables, leur prêtant une valeur sentimentale plus grande.

La note de présentation du plan de prévention des risques devra donc rappeler l'importance et la pertinence de réduire la vulnérabilité du bâtiment en tant que tel. L'extrême simplicité de certaines mesures alliée à leur coût modeste et à leur réelle efficacité devra également être mentionnée.

Pour les entreprises

Les dommages occasionnés aux entreprises peuvent être beaucoup plus élevés que ceux subis par une habitation. Une inondation peut entraîner une interruption d'exploitation plus ou moins longue (durée de l'inondation et surtout durée de la période nécessaire au retour à la normale). Or, pour une entreprise donnée, les pertes économiques dues à l'arrêt de l'activité peuvent dépasser le montant des dommages directs et être à l'origine d'une mise en faillite.

Pour les activités industrielles et commerciales, le déplacement du stock ou des machines se révélera plus compliqué que le déménagement d'un simple canapé. Il requiert une bonne organisation au regard des grandes quantités de biens et d'éventuelles difficultés techniques comme démonter les machines ou déconnecter les raccordements.

Cette mesure est pourtant particulièrement efficace, car elle permet de raccourcir de façon considérable la durée de l'interruption d'exploitation et d'éviter les éventuelles difficultés de livraison des clients. Ce déménagement peut être envisagé à l'intérieur même du site ou sur un site annexe hors d'eau.

Des indicateurs de performance ont été élaborés dans le cadre d'une étude menée en Languedoc-Roussillon sur cinq entreprises, à la demande de la Direction de la prévention des pollutions et

des risques. Ces indicateurs sont construits sur la notion de « valeurs à protéger » qui comprend la valeur du bâti, des équipements et du process industriel, des stocks de produits finis, de matières premières, et d'emballages.

Les principales conclusions de cette étude explicitent que :

- le coût final d'une démarche de mitigation globale et cohérente est supérieur en général à la limite des 10 % de la valeur vénale du bien. Le cadre du PPR ne permet donc pas d'imposer l'intégralité des travaux qui s'avèreraient nécessaires. Une part d'initiative individuelle sera requise ;
- le montant d'investissement représenté par cette limite des 10 % est cependant significatif en matière de réduction de la vulnérabilité, car il représente plus de 40 % du coût total des travaux préconisés par le diagnostic vulnérabilité ;
- la stratégie de réduction du risque retenue dans cette étude consistait à mettre en œuvre les mesures préconisées à l'issue du diagnostic vulnérabilité. Or le coût de cette stratégie représente seulement 20 % du montant total des valeurs à protéger pour les entreprises diagnostiquées ;
- si on compare ce coût d'investissement au coût d'une inondation, et ce dans l'hypothèse de l'absence d'une indemnisation de la part des assurances (absence arrêté catastrophe naturelle, cas des inondations fréquentes) et si on ramène cet investissement à l'échelle d'une année (ce qui correspond à un étalement dans le temps des travaux effectués), on constate que cette stratégie s'avère rentable dès lors que l'occurrence de l'événement est inférieure à une vingtaine d'années.

Il s'agit là d'une étude mais, au-delà des chiffres particuliers et non transposables à l'échelle nationale, elle démontre la pertinence et la rentabilité d'une politique de mitigation.

2 - Les mesures de mitigation

Cette seconde partie liste un certain nombre de mesures de réduction de la vulnérabilité des bâtiments.

Avant tout, il est important de rappeler et de garder à l'esprit qu'il est quasiment impossible d'empêcher l'eau d'entrer dans un bâtiment lors d'une inondation. Dans certains cas, une telle démarche peut même se révéler extrêmement dangereuse. L'eau, du fait de sa hauteur et du courant, exerce une pression importante sous le bâtiment et sur les murs extérieurs. La maison peut être déstabilisée (risque de déjaugage), voire se soulever sous l'action de la poussée d'Archimède ou être emportée par le courant, comme cela s'est vu lors des précédentes inondations du sud de la France.

Les mesures listées dans ce chapitre poursuivent trois objectifs qui permettront de les hiérarchiser :

- assurer la sécurité des personnes ;
- limiter les dommages aux biens ;
- faciliter le retour à la normale.

En parallèle à ces trois objectifs principaux, les mesures seront regroupées par thématiques, comme par exemple « limiter la pénétration d'eau polluée ». Lorsqu'une mesure répond à plusieurs objectifs ou relève de plusieurs thématiques, elle sera développée dans la partie qui correspond à l'enjeu le plus important.

Toutes les mesures relatives aux techniques de construction, ou au choix d'équipements et de leur emplacement, de matériaux peuvent être reprises dans le règlement propre aux projets nouveaux.

2.1 - Assurer la sécurité des personnes

L'évacuation des personnes peut se faire par embarcation ou par hélitreuillage. Dans le contexte des inondations rapides ou des crues torrentielles, on privilégie l'hélitreuillage en raison des forts courants qui rendent la navigation dangereuse sans exclure totalement les évacuations par embarcation. En effet, il n'y a pas toujours suffisamment d'hélicoptères disponibles au regard du nombre de personnes à évacuer et, dans certaines conditions de fortes pluies, brouillard, nuit, etc., leur intervention n'est pas possible. Enfin, dès que l'on est dans des secteurs où le courant est moins fort, notamment dans les zones de plaine, les évacuations par bateau redeviennent performantes.

Faciliter la mise hors d'eau des personnes et l'attente des secours

- Mesure 1 : identifier ou créer une zone refuge.

Faciliter l'évacuation des personnes

- Mesure 2 : créer un ouvrant de toiture.
- Mesure 3 : créer un balcon ou une terrasse.
- Mesure 4 : poser des anneaux d'amarrage pour faciliter l'évacuation par bateau.
- Mesure 5 : aménager les abords immédiats de l'habitation.

Assurer la résistance mécanique du bâtiment

- Mesure 6 : éviter l'affouillement des fondations.

Assurer la sécurité des occupants et des riverains en cas de maintien dans les locaux

- Mesure 7 : empêcher la flottaison d'objets et limiter la création d'embâcles.
- Mesure 8 : matérialiser les emprises des piscines et bassins.



2.2 - Limiter les dommages aux biens (minimiser les travaux de remise en état)

Limiter la pénétration de l'eau dans le bâtiment

- Mesure 9 : installer des batardeaux (barrières anti-inondation).
- Mesure 10 : occulter les bouches d'aération et de ventilation, les trappes d'accès au vide sanitaire par des dispositifs temporaires.
- Mesure 11 : obturer les gaines des réseaux.
- Mesure 12 : protéger les serres et les vérandas (toutes surfaces vitrées).

Limiter la pénétration d'eau polluée dans le bâtiment

- Mesure 13 : renforcer l'arrimage des cuves et bouteilles d'hydrocarbure.
- Mesure 14 : installer des clapets anti-retour.

Choisir les équipements et les techniques de construction

- Mesure 15 : utiliser des isolants thermiques retenant faiblement l'eau (éviter la laine de verre).
- Mesure 16 : éviter les cloisons en plaque de plâtre.
- Mesure 17 : installer des menuiseries en plastique dur.

2.3 - Faciliter le retour à la normale

Il s'agit principalement de limiter le délai avant la réinstallation dans les lieux et de permettre que cette dernière s'effectue dans les conditions de sécurité et de salubrité. Les travaux de remise en état peuvent être lourds et coûteux. Une chaudière est le plus souvent irréparable après une inondation.

Faciliter la remise en route des équipements

Les équipements électriques sont particulièrement vulnérables aux effets de l'eau. Ils sont indispensables pour une bonne réinstallation dans les lieux dès le retrait de l'eau, voire permettent de limiter les dégâts (séchage plus rapide). De l'eau stagnante dans une canalisation électrique la rend dangereuse et inutilisable.

- Mesure 18 : mettre hors d'eau le tableau électrique.
- Mesure 19 : créer un réseau électrique descendant.
- Mesure 20 : créer un réseau électrique séparatif pour les pièces inondées.
- Mesure 21 : mettre hors d'eau les installations de chauffage, les centrales de ventilation et de climatisation.

Faciliter l'évacuation de l'eau

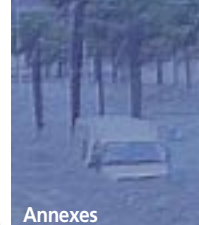
- Mesure 22 : installer des portes et portes-fenêtres avec un seuil de faible hauteur.
- Mesure 23 : utiliser une pompe pour rejeter l'eau vers l'extérieur.

Faciliter le nettoyage

- Mesure 24 : choisir des revêtements de sols adaptés.

Faciliter le séchage

- Mesure 25 : installer un drain périphérique.



Annexe 1 - Présentation technique des mesures

Pour chaque mesure, cette partie précise s'il s'agit :

- de mesure d'aménagement, de construction, d'utilisation ou parfois d'urbanisme (attention à la cohérence avec les PLU) ;
- de mesure collective ou individuelle ;
- de mesure pouvant se généraliser aux futures constructions.

Ces fiches sont construites sur de nombreuses observations qui ont permis d'identifier les points faibles d'un bâtiment face aux inondations, et les solutions techniques pour y pallier. Cependant, la connaissance scientifique et technique ne permet

pas encore de préconiser des mesures de réduction de la vulnérabilité pour tous les éléments d'une construction. Notamment, le comportement aux inondations, et donc la résistance, de certains matériaux entrant dans la réalisation d'ouvrages tels que les cloisons ou l'isolation est aujourd'hui méconnue... Aucun test en laboratoire ni aucune normalisation n'existe aujourd'hui. Seule l'humidité et donc l'aspersion de gouttelettes pendant quelques heures est prise en compte, en aucun cas l'immersion pendant plusieurs heures, voire plusieurs jours. Ces thématiques ne seront donc pas abordées dans ce guide. Aucune mesure préconisée n'y fera référence.

1 - Assurer la sécurité des personnes

Faciliter la mise hors de portée de l'eau des personnes et l'attente des secours

MESURE 1 IDENTIFIER OU CRÉER UNE ZONE REFUGE

Intérêt de la mesure

L'objectif de la zone refuge est de permettre aux occupants du bâtiment de se mettre à l'abri en attendant l'évacuation ou la décrue. Il convient pour cela d'identifier ou de créer un espace situé au-dessus de la cote de la crue de référence* fixée par le PPR* augmentée d'une marge de sécurité fixée par le service instructeur. La conception de la zone refuge doit permettre aux personnes de se manifester auprès des équipes de secours. Elle doit :

- être aisément accessible pour les personnes résidentes par un escalier intérieur, voire une échelle toujours disponible,
- offrir des conditions de sécurité satisfaisantes (possibilité d'appel ou de signes vers l'extérieur). Depuis la zone refuge, les personnes doivent pouvoir se manifester auprès des équipes de secours.
- offrir un confort minimum (espace),
- être facilement accessible depuis l'extérieur pour l'intervention des secours et l'évacuation des personnes.

À noter qu'il n'y a pas systématiquement évacuation de l'ensemble des habitations inondées. Certaines personnes devront parfois attendre la décrue pendant plusieurs heures, d'où l'intérêt de disposer d'une zone refuge adaptée.

Conditions de mise en œuvre

La zone refuge doit être dimensionnée en fonction du nombre d'habitant dans le logement avec une surface minimale de 6 m² et de 1 m² par personne. La hauteur minimale pour permettre d'attendre dans des conditions correctes est de 1,20 m.

Le plancher doit supporter la charge supplémentaire occasionnée par les occupants de la maison et un sauveteur. Il peut alors être nécessaire de renforcer le plancher.



Mesure permanente / Travaux lourds.

Mesure d'aménagement, de construction et d'urbanisme (attention à la cohérence avec les PLU).

Mesure collective ou individuelle.

Mesure pouvant se généraliser aux futures constructions.

Limite d'utilisation

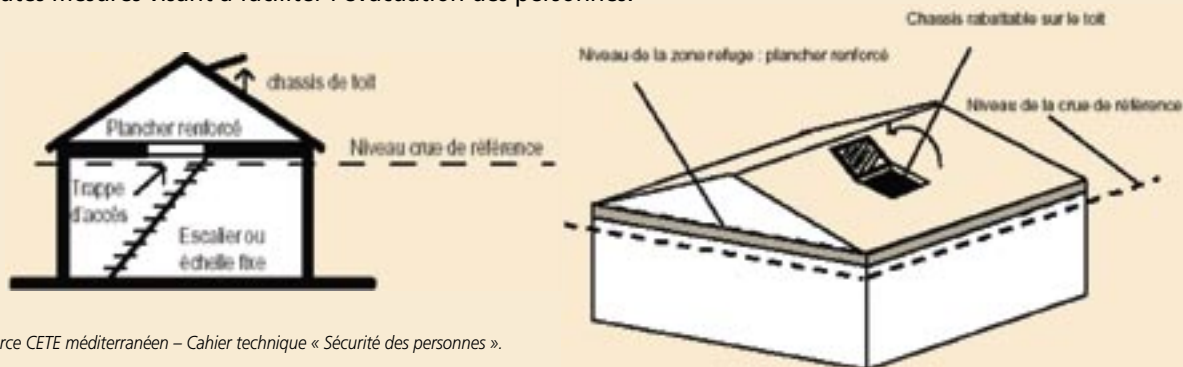
Certaines habitations peuvent être entièrement submergées sous les eaux. Elles doivent faire l'objet d'un examen particulier. Les communes doivent alors prendre des dispositions spécifiques dans leur plan communal de sauvegarde (article 13 loi n°2004-811 modernisation sécurité civile du 13 août 2004) et, dans les cas les plus extrêmes, une expropriation ou une acquisition amiable devra être envisagée.

Champs d'application

Pour les inondations avec des hauteurs d'eau importantes.

Mesures d'accompagnement

Toutes mesures visant à faciliter l'évacuation des personnes.



Source CETE méditerranéen – Cahier technique « Sécurité des personnes ».

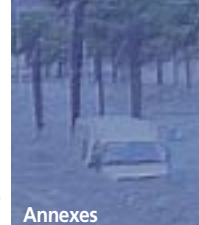
Attention : en zone sismique, toute modification de la charpente exige un strict respect des règles de construction parasismique.

Aspect financier

En cas de création de surface hors œuvre nette* (voir en annexe), les incidences fiscales sont celles qui concernent les constructions neuves : taxe d'habitation, taxe foncière, taxe départementale des espaces naturels sensibles (TDENS), taxe locale d'équipement (TLE) et le cas échéant, taxe départementale du conseil d'architecture, d'urbanisme et d'environnement (TDCAUE),

L'ordre de grandeur du coût de la réalisation d'une zone refuge de 6 m² est indiqué ci-après selon les types de charpente :

- **pour une charpente traditionnelle :** renforcement du plancher par des panneaux isolants, mise en place d'une trappe d'accès aux combles*, d'une échelle meunière* avec sa rampe, d'un châssis* de toit : 3 000 à 4 000 euros.
- **pour une charpente à fermettes* :** dépose de la couverture sur deux travées de fermettes*, suppression d'une fermette, doublage de fermettes*, reprise de la toiture*, renforcement du plancher par des panneaux isolants, trappe d'accès aux combles*, échelle meunière* et rampe bois, châssis* de toit, peinture : 4 500 à 6 000 euros.



Faciliter l'évacuation des personnes

MESURE 2 CRÉER UN OUVRANT DE TOITURE

Intérêt de la mesure

Dans le contexte des inondations rapides ou des crues torrentielles les évacuations par embarcation sont difficilement envisageables car elles sont jugées trop dangereuses. Il peut également arriver dans d'autres cas, qu'aucune ouverture ne soit accessible par bateau. En conséquence, l'hélicoptère est souvent l'unique solution possible.

Conditions de mise en œuvre

Le châssis de toit d'une surface minimale de 1m² pour permettre l'hélicoptère simultané de deux personnes doit pouvoir se rabattre entièrement sur le toit.

Le châssis de toit et la trappe d'accès entre les combles et le rez-de-chaussée doivent être proches. En effet, le sauveteur qui accède par le toit doit facilement repérer cette trappe s'il s'avère nécessaire d'aller chercher une personne se trouvant encore au rez-de-chaussée.

Mesure permanente / Travaux lourds.

Mesure d'aménagement, de construction.

Mesure individuelle.

Mesure pouvant se généraliser aux futures constructions.

Limite d'utilisation

Certaines habitations ne sont pas accessibles par hélicoptères, notamment celles situées à proximité des lignes à haute tension. Le plan communal de sauvegarde élaboré par la commune doit en tenir compte de façon spécifique. Une évacuation par bateau devra être envisagée et préparée.

Champs d'application

Pour les inondations avec des hauteurs d'eau importantes.

Mesures d'accompagnement

L'espace refuge doit être en adéquation avec les modalités d'évacuation des personnes. De plus de nombreuses mesures aux abords de l'habitation s'imposent pour faciliter l'approche de l'hélicoptère.

MESURE 3 CRÉER UN BALCON OU UNE TERRASSE

Intérêt de la mesure

Le dispositif consiste à créer un balcon ou une terrasse et une ouverture de type porte-fenêtre communiquant avec l'étage, situé au-dessus de la PHEC.

Conditions de mise en œuvre

Les dimensions de la terrasse ou du balcon peuvent être limitées à 1 m² puisque les personnes sont en sécurité à l'intérieur. La configuration intérieure de l'habitation doit permettre une communication aisée avec le balcon.

Mesure permanente / Travaux lourds

Mesure de construction et d'urbanisme (attention à la cohérence avec les PLU)

Mesure collective ou individuelle,

Mesure pouvant se généraliser aux futures constructions.

Nécessite l'intervention d'un professionnel (autorisation de travaux).

Limite d'utilisation

Dans certains cas, il peut être nécessaire de déroger aux règles d'urbanisme en vigueur. Les contraintes relatives aux servitudes de vue (Code civil) doivent être respectées si le balcon ou la terrasse est accessible de façon permanente.

Champs d'application

Pour les inondations avec des hauteurs d'eau importantes.

Mesures d'accompagnement

L'espace refuge doit être en adéquation avec les modalités d'évacuation des personnes. De plus de nombreuses mesures aux abords de l'habitation s'imposent pour faciliter l'approche de l'hélicoptère.

MESURE 4 INSTALLER DES ANNEAUX D'AMARRAGE POUR L'ÉVACUATION PAR BATEAU

Intérêt de la mesure

Un anneau d'amarrage permet aux secours d'attacher une barque pour évacuer les habitants, ou les ravitailler.

Conditions de mise en œuvre

Les crochets d'amarrage seront scellés dans la maçonnerie à des hauteurs différentes pour permettre aux secours d'accrocher la barque quelle que soit la hauteur de l'eau.

Les crochets seront installés près du balcon ou de la fenêtre par où se fera l'évacuation.

Mesure permanente / Travaux pouvant être lourds en fonction du type de maçonnerie.

Mesure d'aménagement.

Mesure individuelle.

Mesure pouvant se généraliser aux futures constructions.

Limite d'utilisation

Privilégier l'installation d'une barre avec un anneau qui se déplace le long afin de palier la difficulté d'évaluation de la hauteur d'installation de l'anneau (et donc de la hauteur d'eau).

Champs d'application

Pour tout type d'inondation dès que les hauteurs d'eau justifient une évacuation des personnes.

Mesures d'accompagnement

Espace refuge, accès vers l'extérieur : balcon, fenêtre ou escalier extérieur.

MESURE 5 AMÉNAGER LES ABORDS IMMÉDIATS DE L'HABITATION

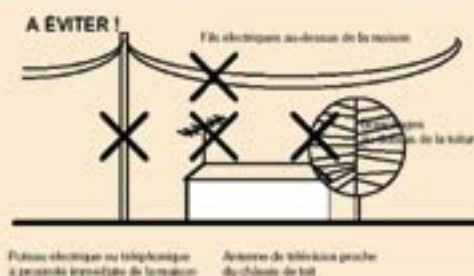
Intérêt de la mesure

Il s'agit de faciliter les opérations d'hélicoptère en évitant les obstacles autour de la maison susceptibles de gêner, voire de mettre en danger les sauveteurs au cours de leur intervention.

Conditions de mise en œuvre

Il convient de supprimer la présence :

- de branchages sur la toiture de la maison, en particulier sur le versant où se situe le châssis de toit,
- de fils électriques et téléphoniques aériens à proximité immédiate de la maison et surtout au-dessus de la maison,
- d'antennes de télévision et de souches de cheminée à proximité du châssis.



Source CETE méditerranéen – ibid.

Mesure permanente mais qui nécessite un entretien régulier (cas des branchages) / Travaux pouvant être lourds (enterrement des lignes électriques).

Mesure d'aménagement.

Mesure collective ou individuelle.

Mesure pouvant se généraliser aux futures constructions.

Nécessite l'intervention d'un opérateur réseau électrique ou téléphonique

Limite d'utilisation

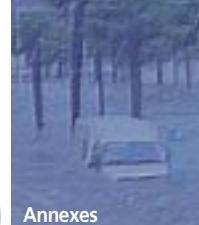
Une demande est nécessaire auprès des concessionnaires.

Champs d'application

Pour les inondations avec des hauteurs d'eau importantes.

Mesures d'accompagnement

L'espace refuge doit être en adéquation avec les modalités d'évacuation des personnes. De plus de nombreuses mesures aux abords de l'habitation s'imposent pour faciliter l'approche de l'hélicoptère.



Assurer la résistance mécanique du bâtiment

Pendant la crue, l'eau exerce une très forte pression sur les structures. Cette pression peut entraîner des désordres irréversibles voire un déplacement ou une destruction complète des constructions. Ce phénomène peut être aggravé lorsque la liaison entre les fondations et les élévations n'a pas été correctement réalisée.

Afin de limiter les désordres, il convient d'équilibrer les pressions entre l'extérieur et l'intérieur du bâtiment. Cela se traduit en pratique par une libre circulation de l'eau à l'intérieur du bâtiment, lorsqu'elle atteint une certaine hauteur.

De même, la stabilité du bâtiment est également assurée par les fondations. Il peut donc s'avérer nécessaire de renforcer les liaisons entre les fondations et la structure afin d'éviter que le bâtiment ne se déjauge. Cette situation se rencontre essentiellement dans les points de mise en vitesse des écoulements.

MESURE 6 ÉVITER L'AFFOUILLEMENT DES FONDATIONS

Intérêt de la mesure

Il s'agit d'éviter les désordres provoquer à la structure du bâtiment par la pression de l'eau. En particulier, cette mesure vise à protéger les fondations superficielles du risque d'affouillement, puis de leur déchaussement éventuel par la mise en place d'une bêche en béton.

Conditions de mise en œuvre

Une bêche en béton permet de protéger les fondations en amont du flux prévisible. Un dallage de couverture (trottoir de protection) en béton armé joignant la bêche à la façade et présentant une légère contre-pente évite le risque de creusement du sol par l'eau en aval de la bêche.

La distance entre la bêche et la semelle de fondation est fonction de la largeur de la chemise de drainage. La pente doit éviter une décompression du terrain au niveau de la fondation.

Mesure permanente / Travaux lourds.

Mesure de construction.

Mesure individuelle.

Mesure pouvant se généraliser aux futures constructions.

Nécessite l'intervention d'un professionnel (autorisation de travaux).

Limite d'utilisation

Néant

Champs d'application

Pour les inondations rapides, voire torrentielles avec des hauteurs d'eau importantes.

Mesures d'accompagnement

Néant

Assurer la sécurité des occupants et des riverains en cas de non-évacuation

MESURE 7 EMPÊCHER LA FLOTTAISON D'OBJETS INTÉRÊT DE LA MESURE

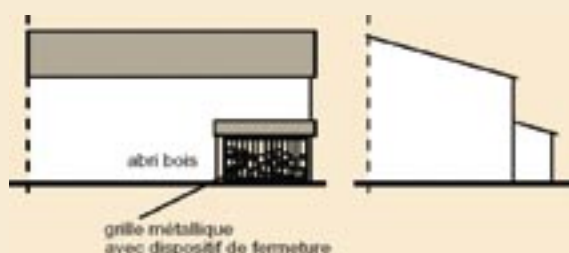
Intérêt de la mesure

Les réserves de bois de chauffage comme les constructions légères peuvent être emportées par le courant. Elles deviennent alors des objets flottants dangereux qui peuvent percuter les sauveteurs et endommager murs, batardeaux, portes-fenêtres des immeubles riverains.

Conditions de mise en œuvre

Les objets susceptibles d'être emportés par les flots doivent être mis à l'abri du courant.

Les réserves de bois de chauffage peuvent être recouvertes à l'aide d'une bâche solidement ancrée au sol. Les tas de bois peuvent être maintenus avec des sangles solidement tendues et ancrées au sol.



Source CETE méditerranéen – ibid.

Mesure permanente ou provisoire / Travaux légers.
Mesure de construction, d'aménagement.
Mesure individuelle.

Limite d'utilisation

Les points d'accrochage des bâches ou sangles doivent résister à la force de l'eau (crochets scellés). La protection par une bâche présentera l'intérêt de conserver votre bois à l'abri de la pluie.

Champs d'application

Toutes les inondations, qu'elles soient rapides ou lentes, quelle que soit la hauteur d'eau.

Mesures d'accompagnement

Néant

MESURE 8 MATÉRIALISER LES EMPRISES DES PISCINES ET BASSINS ENTERRÉS ¹⁶

Intérêt de la mesure

En cas d'inondation, les bassins et les piscines ne sont plus visibles en raison de la turbidité de l'eau. Il y a donc pour les sauveteurs, un risque important de noyade du fait de la profondeur importante. Il s'agit d'installer un dispositif de balisage permettant de repérer l'emprise des piscines et des bassins.

Conditions de mise en œuvre

Des balises de couleur et de forme facilitant leur repérage délimitent le périmètre des piscines et des bassins. Les balises doivent être fixées à demeure.

Mesure permanente / Travaux légers.

Mesure de construction, d'aménagement.

Mesure individuelle ou collective.

Mesure pouvant se généraliser aux futures constructions.

Limite d'utilisation

Néant

Champs d'application

Pour les inondations avec des hauteurs d'eau importantes.

Mesures d'accompagnement

Depuis le 1^{er} janvier 2004, les piscines privées enterrées à usage individuel ou collectif nouvellement construites doivent être équipées d'un dispositif de sécurité répondant à des normes de sécurité particulières.

¹⁶ - Titre II du livre 1^{er} du Code de la construction et de l'habitation, chapitre VIII - Sécurité des piscines.

Limiter la pénétration d'eau polluée dans le bâtiment

MESURE 9 RENFORCER L'ARRIMAGE DES CUVES ET BOUTEILLES D'HYDROCARBURE

Intérêt de la mesure

Les cuves de gaz ou de fuel, en cas de mauvais ancrage, sont soulevées sous l'effet de la poussée d'Archimède exercée par l'eau et se mettent à flotter. Elles peuvent alors être emportées par le courant, devenant des objets flottants dangereux. De plus leur contenu peut se répandre, soit parce qu'elle s'est retournée, soit parce que les canalisations de raccordement se désolidarisent de la cuve.

Une telle pollution aux hydrocarbures peut endommager de façon durable tout un ensemble d'habitations compte tenu de l'odeur de fuel qui imprègne durablement les maçonneries.

Conditions de mise en œuvre

Cette mesure fait l'objet d'une norme qui prend en compte le risque d'inondation¹⁷. Il peut être recommandé de maintenir la citerne suffisamment remplie pour améliorer sa résistance à la poussée d'Archimède.

Mesure permanente / Travaux lourds.

Mesure d'aménagement.

Mesure individuelle ou collective.

Mesure pouvant se généraliser aux futures constructions.

Nécessite l'intervention d'un professionnel.

Limite d'utilisation

Les blocs de maçonnerie dans lesquels sont fixés les ancrages de la cuve et les cerclages doivent être suffisamment résistants. Dans les zones identifiées comme sismique, il est préférable d'enterrer les cuves.

Champs d'application

Toutes les inondations, qu'elles soient rapides ou lentes, dès que la hauteur d'eau devient significative (quelques dizaines de centimètres)

Mesures d'accompagnement

Il est indispensable de compléter le dispositif d'ancrage par l'installation de vannes, et de robinets d'arrêt. Ces dispositifs de coupure peuvent être installés sur la cuve, ou bien sur les raccordements aux réseaux du logement. Ils doivent être clairement identifiés par le particulier.



Cuve soulevée par l'eau.

Source : MEDD-DPPR - Inondations à Bellegarde - décembre 2003



Haie polluée.

¹⁷ - Arrêté du ministère de l'industrie en date du 30 juillet 1979, relatif aux règles techniques et de sécurité applicable aux stockages fixes d'hydrocarbures liquéfiés non soumis à la législation des installations classées ou des immeubles recevant du public. Il a été modifié par arrêté du 5 février 1991 et publié au JO le 27 février 1991.

2 - Limiter les dommages aux biens (limiter les travaux de remise en état)

Limiter la pénétration de l'eau dans le bâtiment

MESURE 10 INSTALLER DES BATARDEAUX (BARRIÈRES ANTI-INONDATION)

Intérêt de la mesure

Les batardeaux sont des barrières anti-inondation qui s'installent sur les portes et les fenêtres ou bien à distance de l'habitation afin de limiter ou retarder au maximum la pénétration de l'eau, laissant plus de temps pour surélever ou déplacer les meubles. S'il est impossible d'empêcher l'eau d'entrer, le batardeau évite l'entrée des boues, en ne laissant passer qu'une eau filtrée, ce qui facilitera le nettoyage

Conditions de mise en œuvre

Système adaptable à tout type d'ouverture. Leur stockage doit être adapté afin de ne pas altérer leur performance.

Mesure temporaire / Travaux légers.

Mesure de construction, d'aménagement.

Mesure individuelle ou collective.



Source : www.prim.net

Limite d'utilisation

Ils peuvent avoir du mal à résister à une inondation très rapide avec beaucoup de courant. Leur efficacité est limitée à une hauteur d'eau d'un mètre. Ils doivent pouvoir être enjambés par un adulte afin de permettre une éventuelle évacuation des occupants. De plus, au-dessus de cette hauteur, il est nécessaire de laisser entrer l'eau dans l'habitation afin d'équilibrer la pression hydraulique. Ces dispositifs peuvent demander un délai plus ou moins long de mise en œuvre.

L'efficacité des batardeaux, leur potentiel d'étanchéité dépend de l'adhésion du dispositif aux murs. Elle est donc fonction de la nature des murs, et de la qualité des joints et des fixations.

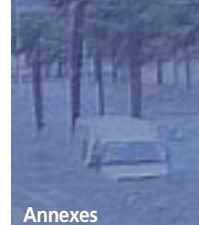
Des mesures complémentaires peuvent être nécessaires pour préparer la surface des murs et permettent une meilleure étanchéité, pour améliorer l'équerrage avec le sol.

Champs d'application

Toutes les inondations, qu'elles soient rapides ou lentes, quelle que soit la hauteur d'eau. Leur efficacité se limite à des hauteurs d'eau de 1 mètre.

Mesures d'accompagnement

Clapet anti-retour, déplacement des conduites d'aération ou couvercle temporaire pour bouche d'aération, pompe éventuelle, traiter les fissures pénétrantes, obturation des gaines des réseaux.



MESURE 11 OCCULTER PAR DES DISPOSITIFS TEMPORAIRES LES BOUCHES D'AÉRATION ET DE VENTILATION, LES TRAPPES D'ACCÈS AU VIDE SANITAIRE

Intérêt de la mesure

Ces ouvertures situées dans les murs indispensables au confort du logement et à sa salubrité sont des entrées d'eau privilégiées en cas d'inondation. Pour limiter la pénétration d'eau et de fines dans le logement, il est donc indispensable d'obturer ces dispositifs. Par contre, il est tout aussi indispensable d'enlever les protections lors de la réinstallation dans les lieux (risque d'intoxication au gaz).

Conditions de mise en œuvre

Différents dispositifs existent. Il peut s'agir de grille ou filtre afin de bloquer les objets flottants et le plus de fine possible, tout en laissant passer l'eau. Des couvercles peuvent être installés sur des bouches d'aération et de ventilation. Ils se fixent par une simple pression clip ou bien sont intégrés dans un encadrement.

Mesure temporaire impérativement ! / Travaux légers
Mesure d'aménagement.
Mesure individuelle.

Limite d'utilisation

Cette « fermeture » doit rester temporaire. En effet, pour faciliter l'assèchement, permettre l'entretien du vide sanitaire et la réinstallation dans les lieux (dans de bonnes conditions de salubrité), les couvercles ou tout autre dispositif doivent être ôtés.

Une pression de l'eau trop importante pourrait entraîner un affouillement et des dégâts sur la structure même du logement. Il est donc recommandé d'opter pour des grilles ou des filtres en ce qui concerne les trappes d'accès au vide sanitaire. Ces grilles doivent être démontables pour permettre l'entretien du vide sanitaire lorsque cela est possible.

Champs d'application

Toutes les inondations, qu'elles soient rapides ou lentes, quelle que soit la hauteur d'eau.

Mesures d'accompagnement

Batardeaux, obturation des gaines des réseaux.

MESURE 12 COLMATER LES GAINES DES RÉSEAUX

Intérêt de la mesure

Les réseaux électriques, téléphoniques ou d'assainissement, voire d'alimentation en eau potable qui proviennent du domaine public, sont posés dans des gaines qui sont des entrées d'eau possible en cas d'inondation. L'eau s'infiltre alors par les regards.

Conditions de mise en œuvre

Des bouchons existent. Ils vous assureront une bonne étanchéité de ces regards.

Mesure permanente / Travaux légers.
Mesure d'aménagement.
Mesure individuelle.
Nécessite intervention d'un professionnel.

Limite d'utilisation

Néant

Champs d'application

Toutes les inondations, qu'elles soient rapides ou lentes, quelle que soit la hauteur d'eau

Mesures d'accompagnement

Batardeau, couvercle pour bouche d'aération, fissures pénétrantes à traiter.

MESURES 13 PROTÉGER LES SERRES ET LES VÉRANDAS (TOUTES SURFACES VITRÉES)

Intérêt de la mesure

Les vérandas et les serres sont constituées de profilés aluminium ou montant en bois qui se tordent ou se brisent facilement sous l'effet de l'eau. Les vitrages peuvent également se briser sous la pression. L'eau pourra alors facilement se répandre dans le logement. Le plus souvent, il est préférable de les sacrifier et de préconiser leur ouverture en installant le batardeau sur la porte intérieure de la serre.

Conditions de mise en œuvre

Installer des batardeaux pour protéger la structure et les vitres.

Mesure temporaire / Travaux légers.

Mesure d'aménagement.

Mesure individuelle.

Limite d'utilisation

Dans certains cas, il est vain de vouloir protéger la véranda ET la maison. Il vaut mieux alors installer le batardeau sur la porte de communication entre la véranda et le logement, de sacrifier la véranda pour mieux protéger le logement.

Champs d'application

Faibles inondations, hauteur de moins d'un mètre, peu de courant.

Mesures d'accompagnement

Penser à obturer de façon provisoire les autres entrées d'au possibles comme les bouches d'aération. L'utilisation d'une pompe peut également compléter ce dispositif.

MESURE 14 UTILISEZ UNE POMPE POUR REJETER L'EAU VERS L'EXTÉRIEUR

Intérêt de la mesure

Une pompe permet de contrôler le niveau de l'eau à l'intérieur de la maison. Elle permet notamment de contrôler l'infiltration autour des batardeaux et sous le bâtiment. Elle permet également un retrait plus rapide des eaux après l'inondation, et facilite ainsi le nettoyage.

Conditions de mise en œuvre

Achat et mode d'emploi, notice d'utilisation.

Mesure individuelle ou collective.

Mesure temporaire / Travaux légers.

Limite d'utilisation

Il est important de ne pas pomper trop vite à la fin de l'inondation. Le sol est encore gorgé d'eau et l'utilisation d'une pompe pourrait entraîner des tassements différentiels autour du logement qui pourraient déstabiliser la structure.

Les pompes utilisées pour contrôler l'infiltration des eaux ne doivent pas fonctionner à l'électricité, cette dernière étant coupée pendant l'inondation.

Son utilisation est recommandée mais elle doit être bien dimensionnée et installée à un point bas. L'évacuation des eaux doit être prévue.

Son action est néfaste lorsqu'il y a trop d'eau (équilibre de la pression différentielle). Donc il peut être utile de pomper pour contrôler le niveau, mais pas forcément tout enlever.

Champs d'application

Toutes les inondations, qu'elles soient rapides ou lentes, quelle que soit la hauteur d'eau.

Mesures d'accompagnement

Installer un drain périphérique, batardeau, couvercle, tout dispositif permettant de limiter la pénétration de l'eau.

MESURE 15 INSTALLER DES CLAPETS ANTI-RETOUR

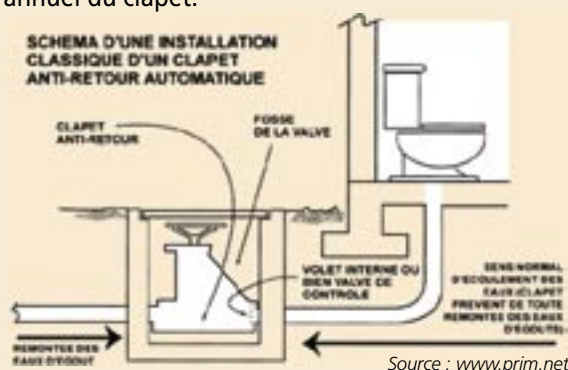
Intérêt de la mesure

L'eau peut rentrer par les drains, les toilettes, et par les remontées d'égouts. L'eau est alors contaminée et sale. L'habitation peut alors connaître des problèmes d'odeur nauséabonde et de salubrité qui entraînent d'importantes difficultés de nettoyage. Il est donc prioritaire d'empêcher cette eau sale d'entrer.

Conditions de mise en œuvre

Soulever la plaque du regard et vérifier la présence ou l'absence du clapet anti-refoulement.

Différents modèles existent. Prévoir l'entretien annuel du clapet.



Mesure permanente / Travaux légers.

Mesure d'aménagement.

Mesure individuelle.

Nécessite intervention d'un professionnel.

Limite d'utilisation

Un trop grand nombre de clapets sur un même réseau peut permettre à ce dernier de se mettre en surpression en cas de crue (l'eau entrant en grande quantité dans les canalisations non suffisamment dimensionnées). Des canalisations peuvent alors sauter dans les rues. L'eau sale rentrera alors par les murs, les fenêtres et les portes. Un entretien régulier effectué par un professionnel du bâtiment est indispensable.

Champs d'application

Toutes les inondations, qu'elles soient rapides ou lentes, quelle que soit la hauteur d'eau.

Mesures d'accompagnement

Mesures d'accompagnement : batardeau, couvercle pour les bouches d'aération.

Le propriétaire devra vérifier la capacité de la canalisation à résister à la surpression créée.

Choisir les équipements et les techniques de construction

MESURE 16 UTILISER DES ISOLANTS THERMIQUES RETENANT FAIBLEMENT L'EAU (ÉVITER LA LAINE DE VERRE)

Intérêt de la mesure

Les isolants hydrophiles (laines ou polystyrène expansé) perdent leur qualité d'isolation avec l'eau ou la boue. Ils se gorgent d'eau et se tassent dans le bas des cloisons. Un isolant comme du polystyrène extrudé (à cellules fermées) conservera beaucoup mieux ses propriétés, et ne devra pas forcément être changé.

Conditions de mise en œuvre

Mesure permanente / Travaux lourds.

Nécessite intervention d'un professionnel.

Mesure de construction.

Mesure individuelle.

Limite d'utilisation

Travaux très techniques, pas toujours possibles. Si l'enlèvement des anciens isolants est envisageable, la pose de nouveaux matériaux peut être difficile.

Champs d'application

Champs d'application : Toutes les inondations, qu'elles soient rapides ou lentes, quelle que soit la hauteur d'eau.

Mesures d'accompagnement

Néant

MESURE 17 ÉVITER LES CLOISONS EN PLAQUE DE PLÂTRE

Intérêt de la mesure

Il existe plusieurs types de plaques de plâtre. Pour un logement en zone inondable, il faut préférer les plaques de plâtre hydrofuge (de couleur verte) qui supporteront bien les inondations de courte durée et ne devront pas systématiquement être changées. L'installation horizontale des plaques permettra qu'en cas d'inondation de faible hauteur, seule celle située en bas soit touchée et donc remplacée.

Conditions de mise en œuvre

Installer des cloisons en plaques de plâtre « hydrofuge » (plaques de couleur bleue ou verte) sur ossature métallique ou bois ou doubler les cloisons existantes par des plaques de plâtre hydrofuge.

Mesure permanente/ Travaux lourds.

Mesure de construction.

Mesure individuelle.

Nécessite intervention d'un professionnel.

Limite d'utilisation

Les matériaux composant les cloisons ont des réactions à l'eau, aussi bien à court terme que dans la durée, qui sont encore mal évaluées. En cas d'immersion de très longue durée, même une plaque de plâtre hydrofuge sera endommagée.

Champs d'application

Toutes les inondations, qu'elles soient rapides ou lentes, quelle que soit la hauteur d'eau.

Mesures d'accompagnement

Profiter du changement des cloisons pour prendre quelques mesures sur le réseau électrique.

MESURE 18 INSTALLER DES MENUISERIES EN PVC

Intérêt de la mesure

Les menuiseries extérieures en PVC sont insensibles à l'eau. Comme elles sont composées de profilés, il faut cependant faire attention à l'entrée toujours possible de l'eau dans la menuiserie. Le PVC peut cependant souffrir de l'exposition à certains polluants portés par l'eau.

Conditions de mise en œuvre

Faire poser des menuiseries extérieures en PVC avec un noyau en acier galvanisé. Ce noyau en acier rend la fenêtre plus solide. Il est obligatoire de déposer une déclaration de travaux en mairie.

Mesure permanente / Travaux lourds.

Mesure de construction.

Mesure individuelle.

Nécessite intervention d'un professionnel.

Limite d'utilisation

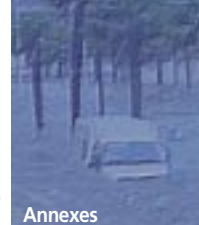
Conditions de mise en œuvre : Limite d'utilisation : Comme elles sont composées de profilés, il faut cependant faire attention à l'entrée toujours possible de l'eau à travers la menuiserie. Le PVC peut cependant souffrir de l'exposition à certains polluants portés par l'eau.

Champs d'application

Toutes les inondations, qu'elles soient rapides ou lentes, quelle que soit la hauteur d'eau.

Mesures d'accompagnement

Néant



3 - Faciliter le retour à la normale

Il s'agit principalement de limiter le délai de reprise de possession des lieux dans des conditions sanitaires et sécuritaires satisfaisantes.

Faciliter la remise en route des équipements

Les équipements techniques comme le chauffage ou l'électricité sont particulièrement vulnérables aux effets de l'eau. Ils sont indispensables pour une bonne réinstallation dans les lieux dès le retrait de l'eau. Les travaux de remise en état peuvent être lourds et coûteux. Une chaudière est le plus souvent irréparable après une inondation. De l'eau stagnante dans une canalisation électrique la rend dangereuse et inutilisable.

MESURE 19 METTRE HORS D'EAU LE TABLEAU ÉLECTRIQUE

Intérêt de la mesure

Évite un éventuel remplacement. Évite les dysfonctionnements comme les courts-circuits.

Conditions de mise en œuvre

Placez-les à 50 cm au-dessus du niveau de la ligne des plus hautes eaux connues, voire à l'étage.

Mesure permanente / Travaux lourds

Mesure d'aménagement

Mesure individuelle

Nécessite intervention d'un professionnel

Limite d'utilisation

Néant.

Il faut cependant rappeler que les gestionnaires de réseaux couperont l'alimentation en électricité sur toute une zone, dès que la présence d'eau y sera signalée. Une habitation même non inondée peut donc se retrouver privée d'électricité.

Champs d'application

toutes les inondations, qu'elles soient rapides ou lentes, quelle que soit la hauteur d'eau.

Mesures d'accompagnement

Réseau électrique descendant.

MESURE 20 CRÉER UN RÉSEAU ÉLECTRIQUE DESCENDANT

Intérêt de la mesure

Facilite l'évacuation de l'eau dans les lignes, évite la stagnation de l'eau et donc les dysfonctionnements, évite d'avoir à les remplacer et donc de détériorer (d'ouvrir) les cloisons.

Conditions de mise en œuvre

Les réseaux doivent descendre du plafond et des parties supérieures du logement. Le raccordement aux réseaux publics doit donc être installés au niveau du plafond.

Mesure permanente / Travaux lourds.

Mesure d'aménagement.

Mesure individuelle ou collective pour les immeubles.

Nécessite intervention d'un professionnel.

Limite d'utilisation

Le câblage et le circuit ne doivent pas comporter de siphons.

Champs d'application

Toutes les inondations, qu'elles soient rapides ou lentes, quelle que soit la hauteur d'eau.

Mesures d'accompagnement

Mettre hors d'eau le tableau électrique, rehausser les prises électriques au-dessus de la PHEC (valable pour les inondations fréquentes et de faible ampleur ; ne nécessite pas une modification importante du réseau électrique).

MESURE 21 CRÉER UN RÉSEAU ÉLECTRIQUE SÉPARATIF POUR LES PIÈCES INONDÉES

Intérêt de la mesure

Permet de limiter les dégâts à la zone inondée (pas de remontée par capillarité de l'eau), permet de récupérer l'électricité dans une zone sauve de l'inondation (le circuit ayant subi des dégâts par exemple au rez-de-chaussée est lui mis hors tension grâce à un coupe-circuit), facilite le séchage, le nettoyage de la zone endommagée, permet une réinstallation dans des conditions normales de confort (chauffage, électricité...) permet de réparer un rythme plus lent, le confort étant présent dans certaines zones de la maison.

Conditions de mise en œuvre

Des réseaux séparés doivent être réalisés en différenciant bien les zones inondables et les zones non inondables (par exemple un par étage). Installer un coupe-circuit sur la partie inondable du réseau électrique (permettant de le mettre hors tension, tout en alimentant la zone non inondée !)

Mesure permanente / Travaux lourds.

Mesure d'aménagement.

Mesure individuelle ou collective pour les immeubles.

Nécessite intervention d'un professionnel.

Limite d'utilisation

Le découpage du réseau en différentes zones doit être réfléchi, le scénario d'inondation connu et intégrer dans ce dernier.

Champs d'application

Toutes les inondations, qu'elles soient rapides ou lentes, quelles soient la hauteur d'eau.

Mesures d'accompagnement

Mettre hors d'eau le tableau électrique, installer des différentiels 30 mA sur le réseau électrique de la zone inondable (disjoncteurs très sensibles qui assureront une plus grande sécurité lors du retour de l'électricité).

MESURE 22 METTRE HORS D'EAU LES INSTALLATIONS DE CHAUFFAGE, LES CENTRALES DE VENTILATION ET DE CLIMATISATION

Intérêt de la mesure

Ces équipements sont coûteux et long à remplacer. Ils faciliteront l'assèchement du logement, en particulier des murs. Une telle mesure évite les dysfonctionnements dus à l'humidité ou à l'entrée d'eau dans ces équipements.

Conditions de mise en œuvre

Installer ces équipements dans des parties non inondables du logement, comme les combles ou le grenier.

Mesure permanente / Travaux lourds.

Mesure d'aménagement.

Mesure individuelle ou collective pour les immeubles.

Nécessite intervention d'un professionnel.

Limite d'utilisation

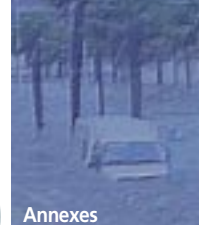
En cas d'aménagement suspendu, il est nécessaire de prendre des précautions parasismiques dans les zones concernées par ce risque. Il est également possible de conserver l'installation actuelle moyennant certaines adaptations, comme une isolation étanche. Il est également envisageable de ne modifier que son positionnement. Des raccordements au réseau devront alors être envisagés. Le PPR pourra donner le choix entre ces trois alternatives.

Champs d'application

Toutes les inondations, qu'elles soient rapides ou lentes, quelle que soit la hauteur d'eau. Même une faible hauteur peut avoir des conséquences importantes sur ces installations, si elles sont touchées.

Mesures d'accompagnement

Néant.



Faciliter le nettoyage

MESURE 23 INSTALLER DES PORTES ET PORTES-FENÊTRES AVEC UN SEUIL DE FAIBLE HAUTEUR

Intérêt de la mesure

L'absence de seuil facilite l'évacuation des eaux de nettoyage d'une pièce à l'autre, d'une pièce vers l'extérieur.

Conditions de mise en œuvre

Mesure permanente / Travaux lourds.
Mesure d'aménagement.
Mesure individuelle.
Nécessite l'intervention d'un professionnel (autorisation de travaux)

Limite d'utilisation

Néant.

Champs d'application

Pour les inondations dont les hauteurs d'eau sont importantes.

Mesures d'accompagnement

Néant

Faciliter le séchage

MESURE 24 INSTALLER UN DRAIN PÉRIPHÉRIQUE

Intérêt de la mesure

Les drains souterrains, posés en périphérie du bâtiment, permettent un assèchement plus rapide des murs de l'habitation. En effet, l'eau sera captée et évacuée loin des murs, évitant qu'elle ne stagne et que l'humidité s'installe.

Conditions de mise en œuvre

Réaliser une tranchée tout autour de la maison, y insérer le drain. Tenir compte de la nature du sol, et de la pente du terrain naturel.
Prévoir sa connexion au réseau d'évacuation des eaux usées.

Mesure à adapter à la nature du sol.
Mesure permanente / Travaux lourds.
Mesure d'aménagement.
Mesure individuelle ou collective pour les immeubles.
Nécessite intervention d'un professionnel.

Limite d'utilisation

Cette mesure peut se révéler inutile dans les terrains argileux qui sont très imperméables à l'eau.

Champs d'application

Toutes les inondations, qu'elles soient rapides ou lentes, quelle que soit la hauteur d'eau.

Mesures d'accompagnement

Néant.

Annexe 5 : PLU et risque inondation (CDE 30)

La présent note vise à expliciter les modalités de prise en compte du risque d'inondation dans un plan local d'urbanisme en fonction de l'état des connaissances disponibles. Les prescriptions à émettre sont précisés dans le règlement type de PLU présenté en partie 3 du présent document.

PREAMBULE

Il convient de rappeler que conformément à l'article R 123.11.b du code de l'urbanisme, toutes les emprises soumises à un risque inondation, incluant les marges de reculs nécessaires devront faire l'objet d'un graphisme particulier, indépendant du zonage retenu, auquel pourront être associées des interdictions ou des dispositions constructives adaptées, à préciser dans le règlement

En effet, l'État et/ou la commune peuvent être tenus pour responsable d'une insuffisance (voire d'une absence) de précautions contre la survenance de risques naturels.

En vertu de l'article L. 2212-2, 5° du Code général des collectivités locales, le maire a l'obligation de prendre les mesures nécessaires afin de prévenir les atteintes à la sécurité publique résultant ou pouvant résulter des risques naturels.

Les négligences et/ou carences des autorités chargées de délivrer les autorisations d'occupation du sol peuvent aggraver les conséquences d'une catastrophe naturelle. Afin de déterminer la légalité d'une autorisation d'occuper ou d'utiliser le sol, le juge administratif doit analyser les textes existants au moment de la délivrance de l'autorisation. Il s'agit en effet, de déterminer si l'administration pouvait avoir connaissance de l'existence de ces risques (C.E., 25 oct. 1985, Poinsignon, T.A. de Nice, 8 oct. 1999, M. et Mme Labbe, n° 95-176).

A la suite de cet examen, si l'autorité qui a délivré l'autorisation avait connaissance des risques mais n'a pas assorti l'autorisation de prescriptions spéciales suffisantes, sa responsabilité sera engagée (C.A.A. de Lyon, 9déc. 1992, Mme Gire).

Rappelons que l'administration peut refuser une autorisation en raison des risques naturels sur la base notamment de l'article R. 111-3 et R. 111-2 du Code de l'urbanisme.

Un retard anormal, une absence de délimitation des zones à risques au sens de l'article R. 111-3 du Code de l'urbanisme constitue une faute de nature à engager la responsabilité de l'administration (C.E., 27 juil. 1979, M. Blanc). De plus la responsabilité de la commune qui aurait délivré une autorisation peut être engagée alors même que le préfet n'avait pas délimité la zone conformément à l'article R. 111-3 du Code de l'urbanisme. (T.A. De Toulouse, 31 décembre 1998, M. et Mme Froidefond/ Cne de Beaupuy, n° 95-1024 et 95-2772).

1. L'ANALYSE DES ENJEUX

La première partie du travail concernera la détermination des enjeux permettant de définir trois type de secteurs:

- les centre urbains définis en fonction de 4 critères : histoire, densité, continuité du bâti et mixité des usages entre logements, commerces, et services.
- Les autres parties urbanisées de la commune définies par référence à l'article L 111-1-4 du code de l'urbanisme et qui doit s'apprécier au regard de la réalité physique et non en fonction du zonage préexistant.
- Les parties peu ou non urbanisées correspondant au reste de la commune

2. LA DETERMINATION DE L'ALEA

Deux types d'aléa sont couramment identifiés :

- l'aléa lié au débordement de cours d'eau, qui devra permettre à la fois de déterminer le risque auquel sont exposés les secteurs urbanisés de la commune et les modalités éventuelles de protection des enjeux existants
- l'aléa lié au ruissellement pluvial, qui doit être identifié de façon à déterminer le risque auquel sont exposés les constructions existantes, les modalités de protection éventuelles mais également les travaux d'aménagement pluvial permettant d'exonder des terrains préalablement à leur ouverture à l'urbanisation

La problématique spécifique du ruissellement pluvial :

En tout état de cause, toutes les communes doivent traiter dans le cadre de leur document d'urbanisme les problèmes existants en matière de ruissellement pluvial (à l'échelle locale mais également à l'échelle du bassin versant intercepté) et identifier les pistes retenues pour améliorer la situation actuelle. Si par ailleurs, des options de développement d'urbanisation sont proposées dans des secteurs identifiés comme inondables par ruissellement, il sera nécessaire de produire une étude spécifique.

Cette étude pourra permettre d'identifier des secteurs inondables pour une pluie de période de retour 100 ans mais pour lesquels des travaux permettent de supprimer le risque (cela signifie que les terrains considérés devront être totalement hors d'eau après travaux).

Ainsi, à la différence de l'aléa par débordement de cours d'eau, l'urbanisation des terrains considérés pourra être autorisée après réalisation des travaux et sous réserve d'un calage des planchers habitables à 0,80 m au dessus du TN.

Pour le cas des autres terrains non urbanisés inondables par ruissellement et qui ne seraient pas exondés par des travaux préalables, les contraintes applicables seront les même que celles de l'aléa débordement de cours d'eau.

Secteur inondable par ruissellemen	Constructible sous conditions (niveau de plancher à TN+0,80m)	Nouvelle construction interdite sauf bâtiment d'activité agricole autorisé y compris siège d'exploitation avec plancher habitable à TN+0,80 m
Secteur exondé après travaux	Constructible sous conditions (niveau de plancher à TN+0,80m)	

Les différentes possibilités d'aléa « débordement de cours d'eau »

Il conviendra a minima de déterminer le chevelu hydraulique de la commune (base IGN, Cadastre ou classement DISE) et de faire réaliser une étude hydrogéomorphologique ou le complément des données hydrogéomorphologiques existantes (précision au 1/5000 ème et complément sur le réseau hydrographique secondaire)

Le chevelu identifié devra être hiérarchisé de façon à inscrire des francs bord inconstructibles de 10m pour les bassins versants de moins d'1 km² et de 25 m pour les bassins versants supérieurs à 1 km².

1^{er} cas : Seule l'hydrogéomorphologie (HGM) est disponible

Au delà des francs-bords et dans toute la zone urbaine hydrogéomorphologique, les planchers bas habitables seront calés à +0,80 m au dessus du TN

Dans la zone urbaine hydrogéomorphologique, les projets d'extension ou de création d'établissement pour public vulnérable (crèche, école, collège, maison de retraite, clinique...) ou d'établissements nécessaires à la gestion de crise (caserne de pompiers, de gendarmerie, commissariats, services techniques municipaux) nécessiteront la production d'une étude hydraulique spécifique pendant l'élaboration du PLU.

Toute nouvelle d'urbanisation hors zone urbaine est interdite dans les secteurs appartenant au lit majeur exceptionnel de l'HGM, sauf hangar agricole sans logement. Seules Les extensions mesurées sont autorisées.

2^{ème} cas : hydrogéomorphologie disponible et relevés de PHE et de ZI pour une crue supérieure ou égale à une crue centennale (cas le plus courant)

En secteur urbanisé, l'analyse précédente peut être précisée en tentant de déterminer à partir des PHE disponibles (cf SIG DDE) et de la ZI une limite entre l'aléa modéré et l'aléa fort (seuil de 0,50m pour tous les cours d'eau sauf le Rhône à 1 m)

Si cette précision peut-être apportée, on se reportera au 3^{ème} cas,. Par contre pour les parties de la commune où la précision n'est pas accessible, on reviendra au 1^{er} cas évoqué précédemment :

En secteur non urbanisé, la ZI historique conserve un caractère naturel sans construction mais la partie de l'HGM au delà de la ZI historique pourra accueillir des hangars agricoles sans logement

3^{ème} cas : carte d'aléa disponibles car disponible suite étude PPRi ou grâce à une étude locale validée par la DDE30

Le règlement type de PPR, dont une déclinaison pour les règlements de PLU, est directement applicable.

Les projets structurants et déjà engagés par la collectivité, sur la base d'un argumentaire détaillé présenté par la commune dans le cadre de l'élaboration PADD, pourront être intégrés aux secteurs urbanisés de la commune pour les parties de terrain ne relevant que d'un aléa résiduel.

**CE 3^{ème} CAS APPARAÎT LE PLUS PERTINENT POUR EXAMINER LA
FAISABILITE D'UN PARTI D'AMENAGEMENT ET LE PLUS LIBERATEUR POUR
LA COLLECTIVITE**

3. Le zonage correspondant :

Comme l'indique le tableau de synthèse reprenant le règlement de PPRi et applicable pour le 2^{ème} et le 3^{ème} cas de détermination de l'aléa, la prise en compte du risque d'inondation est issue du croisement entre l'aléa et les enjeux.

Ainsi du tableau global, il est possible d'établir les déclinaisons suivantes en fonction du degré de connaissance de l'aléa:

1^{er} cas : Seule l'hydrogéomorphologie (HGM) est disponible

	Secteur Urbanisé U		Secteur non ou peu urbanisé
enjeu aléa	Centre Urbain	Autres secteurs urbanisés	
Franc-Bord	Nouvelle construction interdite Extension interdite		
HGM au delà des francs-bords	Constructible sous conditions (niveau de plancher à TN+0,80m)		Nouvelle construction interdite <u>sauf bâtiment d'activité agricole</u> Extension mesurée autorisée

2^{ème} cas et 3^{ème} cas : carte d'aléa disponible

	Secteur Urbanisé U		Secteur non ou peu urbanisé
enjeu aléa	Centre Urbain Ucu	Autres secteurs urbanisés) U	NU
Franc-bord	Nouvelle construction interdite Extension interdite		
Aléa Fort hors Franc-bord	F-Ucu Nouvelle construction interdite Changement de destination autorisé sous conditions (nouveau plancher habitable hors d'eau)	F-U Nouvelle construction interdite Extension mesurée autorisée	NU Nouvelle construction interdite Extension mesurée autorisée
Aléa Modéré hors franc-bord	M-U Constructible sous conditions (niveau de plancher à TN+0,80m)		
Aléa Résiduel hors franc-bord	R-U Constructible sous conditions (niveau de plancher à TN+0,80m)		R-NU Nouvelle construction interdite <u>sauf bâtiment d'activité agricole</u> Extension mesurée autorisée

Les extensions mesuées autorisées se limitent à 20m² pour l'habitat et à 20% de l'existant pour les activités et tous les planchers habitables créés sont situés au dessus de la PHE

3. UNE PROPOSITION DE REDACTION DES ARTICLES 1 ET 2 DU REGLEMENT

SECTEURS F-U ET F-UCU

Article 1

Sont interdits, à l'exception des travaux, constructions, ouvrages, ou installations qui font l'objet de prescriptions obligatoires dans l'article suivant :

- les constructions nouvelles autres que les locaux annexes tels que garages, appentis, abris piscines dont l'emprise au sol est inférieure à 20 m²;
- les créations ou extensions de plus de 20% d'emprise au sol d'établissements recevant des populations à caractère vulnérable sauf en cas d'impossibilité de solutions alternatives
- la création ou extension de plus de 20 % d'emprise au sol d'établissements nécessaire à la gestion de crise sauf en cas d'impossibilité de solution alternative.
- les changements de destination des constructions allant dans le sens d'une augmentation de la vulnérabilité,
- les extensions des bâtiments d'habitation existants supérieures à 20 m² d'emprise supplémentaire (toutes extensions cumulées depuis la date d'approbation du présent document), et les extensions des bâtiments d'activités, industries, commerces ou agricoles existants supérieures à 20 % de l'emprise existante (toutes extensions cumulées depuis la date d'approbation du présent document)
- l'aménagement de nouveaux campings ou parc résidentiel de loisirs, ainsi que les extensions ou les augmentations de capacités d'accueil des campings ou PRL existants
- la reconstruction de bâtiments sinistrés par une inondation
- la création de surfaces habitables pour des locaux d'habitation ou d'activités dont les planchers sont situés en dessous de la côte de référence.
- la création de clôtures non transparentes aux écoulements

Article 2

Sont autorisés, les travaux, constructions, ouvrages, installations, ou activités et sous réserve du respect des prescriptions obligatoires suivantes :

- pour tous les projets, le niveau fini des planchers habitables des locaux d'habitation ou d'activités nouvellement créés ou affectés à ces destinations devra être située au dessus de la côte de référence(valeur maximale entre TN + 0.8 et PHE + 0.3)
- dans les secteurs urbanisés de centre ancien (FUcu), les **changements de destination des constructions pour en faire des bâtiments à usage d'habitations**, sous réserve que les niveaux de plancher habitable soient calés au minimum à la cote de référence (PHE + 0,30m) et que la construction ne soit pas destinée à l'accueil de public à caractère vulnérable ou à des activités nécessaires à la gestion de crise
- dans les secteurs urbanisés de centre ancien (FUcu), les **changements de destination des constructions pour en faire des bâtiments à usage de commerces, de bureaux ou d'activités** sous réserve que soit créé un espace refuge.

SECTEUR M-U

Article 1

Sont interdits :

- les constructions nouvelles dont les planchers habitables sont calés à moins de 0,80m par rapport au TN, autres que les locaux annexes tels que garages, appentis, abris piscines dont l'emprise au sol est inférieure à 20 m², les créations ou extensions de plus de 20% d'emprise au sol d'établissements recevant des populations à caractère vulnérable, ou nécessaire à la gestion de crise sauf en cas d'impossibilité de solutions alternatives
- l'aménagement de nouveaux campings ou parc résidentiel de loisirs, ainsi que les extensions ou les augmentations de capacités d'accueil des campings ou PRL existants
- la reconstruction de bâtiments sinistrés par une inondation
- la création de clôtures non transparentes aux écoulements

Article 2

Sont autorisés, les travaux, constructions, ouvrages, installations, ou activités et sous réserve du respect des prescriptions obligatoires suivantes :

- pour tous les projets, le niveau fini des planchers habitables des locaux d'habitation ou d'activités nouvellement créés ou affectés à ces destinations devra être située à +0,80m au dessus du TN

SECTEUR R-U

Article 1

Sont interdits, à l'exception des travaux, constructions, ouvrages, ou installations qui font l'objet de prescriptions obligatoires dans l'article suivant :

- les constructions nouvelles, dont les plancher habitables sont calés à moins de 0,80m par rapport au TN, autres que les locaux annexes tels que garages, appentis, abris piscines dont l'emprise au sol est inférieure à 20 m les constructions de nouveaux équipements nécessaires à la gestion crise sauf en cas d'impossibilité de solution alternative
- les créations d'établissements recevant des populations à caractère vulnérable, en l'absence d'une étude spécifique de vulnérabilité indiquant les mesures de prévention et de sauvegarde au regard des risques d'inondation (conditions d'accès et d'évacuation en cas de crues...) et dont le niveau fini du plancher bas habitable ne serait pas calé à plus de 0,80 m par rapport au terrain naturel
 - l'aménagement de nouveaux campings ou parc résidentiel de loisirs
 - la reconstruction de bâtiments sinistrés par une inondation
 - la création de clôtures non transparentes aux écoulements

Article 2

Sont autorisés, tous les travaux, constructions, ouvrages, dépôts de matériaux de toute nature, installations, exploitations des terrains qui ne sont pas interdits par l'article précédent.

SECTEUR NU ET R-NU

Article 1

Sont interdits, à l'exception des travaux, constructions, ouvrages, ou installations qui font l'objet de prescriptions obligatoires dans l'article suivant :

- les constructions nouvelles autre que
 - les locaux annexes tels que garages, appentis, abris piscines dont l'emprise au sol est inférieure à 20 m²
 - et, pour les secteurs R-NU, les bâtiments d'activités agricoles (hors logement)
- la création de surface habitable pour des locaux d'habitation ou d'activités dont les planchers sont situés en dessous de la côte de référence (PHE + 0,30m avec un minimum de 0,80 m)
- les extensions d'établissements recevant des populations à caractère vulnérable sauf en cas d'impossibilité de solutions alternatives
- les extensions d'établissements nécessaires à gestion de la crise sauf en cas d'impossibilité de solutions alternatives
- l'aménagement de nouveaux campings ou parc résidentiel de loisirs, ainsi que les extensions ou les augmentations de capacités d'accueil des campings ou PRL existants
- la reconstruction de bâtiments sinistrés par une inondation
- les **changements de destination des constructions** allant dans le sens d'une augmentation de la vulnérabilité
- les **extensions des bâtiments d'habitation** existants supérieure à 20 m² d'emprise supplémentaire (toutes extensions cumulées depuis la date d'approbation du présent document), et les **extensions des bâtiments d'activités**, industries, commerces ou agricoles existants supérieures à 20 % de l'emprise existante (toutes extensions cumulées depuis la date d'approbation du présent document)
- la création de **clôtures non transparentes aux écoulements**

Article 2

Sont autorisés, les travaux, constructions, ouvrages, installations, ou activités non cités ci-dessus, sous réserve du respect des prescriptions obligatoires suivantes :

- Les bâtiments d'activités agricoles s'ils ne comportent aucune partie destinée à l'habitation
- Les **équipements d'intérêt général**, lorsque leur implantation est techniquement irréalisable hors du champ d'inondation, et sous réserve qu'une étude hydraulique et technique identifie leur impact sur l'écoulement des crues à l'amont et à l'aval, définisse les mesures compensatoires à adopter pour annuler ces effets, et précise les conditions d'implantation pour assurer la sécurité de l'ouvrage, y compris pour une crue exceptionnelle (1,8 fois le débit de référence)

côte TN (terrain naturel) : cote du terrain naturel avant travaux, avant projet.

cote PHE : (cote des plus hautes eaux) cote NGF atteinte par la crue de référence. Cette cote est indiquée dans la plupart des cas sur les plans de zonage réglementaire. Entre deux profils, la détermination de cette cote au point considéré se fera par interpolation linéaire entre les deux profils amont et aval.

cote de référence : tout plancher habitable (habitation, activité) devra être calé au dessus de la cote de référence.

La cote de référence est fixée à la **valeur maximale entre 0,80 m et PHE + 0,30 m**

hauteur d'eau : différence entre la cote de la PHE et la cote du TN.

Plancher habitable : on considérera comme plancher habitable, tout plancher aménagé d'habitation ou d'activités commerciales, artisanales ou industrielles excluant ainsi les fonctions d'entrepôt, de garage et d'exploitation agricole ou forestière.

Projet : Selon l'article L 562-1 du code de l'environnement, sont assimilés à un projet les "*constructions, ouvrages, aménagements ou exploitations agricoles, forestières, artisanales, commerciales ou industrielles* " susceptibles d'être réalisés. Ainsi toute mesure qui ne s'apparente pas à des mesures définies sur des biens existants en vue de leur adaptation au risque est un projet. Ainsi toute construction nouvelle, incluant les extensions, mais également les projets d'intervention sur l'existant tels que les modifications ou les changements de destination.

Changement de destination et réduction de la vulnérabilité : dans le règlement, il est parfois indiqué que des travaux sont admis sous réserve de ne pas augmenter la vulnérabilité. Sera considéré comme changement de destination augmentant la vulnérabilité une transformation qui accroît le nombre de personnes dans le lieu ou qui augmente leur risque, comme par exemple la transformation d'une remise en logements.

La hiérarchie suivante, par ordre décroissant de vulnérabilité, est retenue :

Habitation, hébergement hôtelier > bureaux, commerce, artisanat ou industrie > bâtiment d'exploitation agricole ou forestier, garage, remise, annexes.

Par exemple, la transformation d'une remise en commerce, d'un bureau en habitation vont dans le sens de l'augmentation de la vulnérabilité, tandis que la transformation d'un logement en commerce réduit cette vulnérabilité.

A noter :

La transformation d'un logement en plusieurs logements accroît la vulnérabilité sauf si le nombre final de logements sans espace refuge est réduit

Espace refuge : niveau de plancher couvert habitable (hauteur sous plafond d'au moins 1,80 m) accessible directement depuis l'intérieur du bâtiment, et situé au dessus de la cote de référence, d'au moins 20m² augmenté de 1 m² par occupant potentiel au delà des 10 premiers occupants. Pour les logements, le nombre d'occupants moyen est fixé à 3. Pour les Etablissement Recevant du Public, l'effectif autorisé constitue le nombre d'occupant potentiel. Pour les espace de bureau et d'activités hors ERP, il appartient au propriétaire de fixer le nombre d'occupants maximal de son établissement. Tout espace refuge doit disposer d'une trappe d'accès en toiture, balcon ou terrasse, permettant ainsi son évacuation.

Équipement d'intérêt général : équipement destiné à un service public (alimentation en eau potable y compris les forages, assainissement, épuration des eaux usées, réseaux, équipement de transport public de personnes, protection rapprochée des lieux densément urbanisés...)

Équipement public : équipement porté par une collectivité destiné à l'usage public (piscine, gymnase, bâtiment scolaire, ...)

Etablissement nécessaire à la gestion de crise : caserne de pompiers, de gendarmerie, commissariat de police, service techniques municipaux.

Etablissement recevant des populations à caractère vulnérable : Comprend l'ensemble des constructions destinées à des publics jeunes, âgés ou dépendants (crèche, halte garderie, école, collège, lycée, centre aéré, maison de retraite et résidence-service, établissement spécialisé pour personnes handicapées, hôpitaux, cliniques...)