HAL
open science

Gestion et aménagement de zones d'activités classées en aléa fort par le PPRI sur la commune de Draguignan

Armand Carel

To cite this version:

Armand Carel. Gestion et aménagement de zones d'activités classées en aléa fort par le PPRI sur la commune de Draguignan. Sciences de l'ingénieur [physics]. 2014. dumas-01164636

HAL Id: dumas-01164636

https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01164636

Submitted on 17 Jun 2015

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

COMMUNAUTÉ D'AGGLOMÉRATION DRACÉNOISE

le cnam
École supérieure des géomètres et topographes esgt

CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET METIERS

ÉCOLE SUPÉRIEURE DES GÉOMÈTRES ET TOPOGRAPHES

MÉMOIRE

présenté en vue d'obtenir

le DIPLÔME D'INGÉNIEUR CNAM

Spécialité : Géomètre et Topographe

par

Armand CAREL

Gestion et aménagement de zones d'activités classées en aléa fort par le PPRI sur la commune de Draguignan

Soutenu le 08 Juillet 2014

JURY

PRESIDENT :	**M. Christophe PROUDHOM**	
MEMBRES :	**M. Frédéric RANNOU**	**Maître de stage**
	M. Mathieu BONNEFOND	**Professeur référent**
	M. Vincent BALP	
	M. Patrick BÉZARD-FALGAS	
	M. Pierre-François BOULLET	
	M. Pierre CLERGEOT	
	M. Laurent POLIDORI	

Remerciements

J’adresse mes remerciements à M. Fréderic RANNOU (Maître de stage) pour son suivi irréprochable et ses conseils tout au long de ce travail de fin d’études.

Je remercie également M. Mathieu BONNEFOND (Professeur référent) pour ses conseils et la relecture avisée de ce rapport.

Je remercie infiniment M. Pierre Jean GAYRARD et la société d’étude scientifiques et archéologiques de Draguignan et du Var pour l’aide prodiguée sur la partie historique de ce mémoire.

Un grand merci à Florent FERRUCI pour son aide et ses conseils tout au long de mon travail.

Je remercie également le Syndicat intercommunal d’aménagement de la Nartuby (SIAN) sans qui la modélisation hydraulique n’aurait pas été possible.

Un grand merci à Mme Karine CHAPITEAU pour ces précieux conseils en matière de SIG et d’utilisation des données.

Je tiens à remercier M. Frédéric DECOMPTE pour toutes les informations qu’il m’a fournies à propos du plan intercommunal de sauvegarde.

Un grand merci à Mme Dominique CAREL et Mme Amandine LOUCHEUR pour la relecture et les conseils de rédaction de ce rapport.

Enfin, merci à tout le personnel de la CAD et plus particulièrement l’équipe du service urbanisme pour leur accueil et leur bienveillance. Merci à Mme Marie Sophie CANO pour avoir partagé son bureau durant ces 20 semaines dans la bonne humeur.

Liste des abréviations

Av : Avenue

BSMAT : Base de soutien du matériel

CAD : Communauté d'agglomération dracénoise

CEPRI : Centre européen de prévention du risque d'inondation

CERTU : Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques

CEREMA : Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement

CETE : Centre d'études techniques de l'équipement

CG : Conseil général

CR : Conseil régional

CRPF : Centre Régional de la Propriété Forestière

DDT : Direction départementale des territoires

DICRIM : Document d'information communal sur les risques majeurs

DREAL : Directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement

EPCI : Établissement public de coopération intercommunale

GALA : Gestion de l'alerte locale automatisé

LEMA : Loi sur l'eau et les milieux aquatiques

LIDAR : Light detection and ranging

MEDD : Ministère de l'écologie et du développement durable

MNT : Modèle numérique de terrain

NGF : Nivellement général de la France

PACA : Provence-Alpes-Côte d'azur

PAPI : Programme d'action de prévention contre les inondations

PCS : Plan communal de sauvegarde

PER : Plan d'exposition aux risques

PICS : Plan intercommunal de sauvegarde

PHE : Plus hautes eaux

PME : Petites et moyennes entreprises

PPRI : Plan de prévention des risques naturels d'inondations

PSS : Plan de surface submersible

Rex : Retour d’expérience

SIAN : Syndicat intercommunal d’aménagement de la Nartuby

SIG : Système d’information géographique

SOGREAH : Société grenobloise d'études et d'applications hydrauliques

TRI : Territoires à risques importants d'inondation

ZAC : Zone d’aménagement concertée

ZAE : Zone d’activité économique

Glossaire

Aléa : Manifestation d'un phénomène naturel ou anthropique d'occurrence et d'intensité donnée. *Source : www.risquesmajeurs.fr*

Courbe de tarage : Courbe décrivant la relation expérimentale entre les hauteurs d'eau et les débits correspondants d'un cours d'eau ou d'un canal, établie à partir de mesures de vitesses à travers une section de référence. *Source : http://www.hydrologie.org*

Lit majeur : Lit maximum qu'occupe un cours d'eau dans lequel l'écoulement ne s'effectue que temporairement lors du débordement des eaux hors du lit mineur en période de très hautes eaux (en particulier lors de la plus grande crue historique). *Source : http://www.glossaire.eaufrance.fr*

Lit mineur : Partie du lit comprise entre des berges franches ou bien marquées dans laquelle l'intégralité de l'écoulement s'effectue la quasi-totalité du temps en dehors des périodes de très hautes eaux et de crues débordantes. *Source : http://www.glossaire.eaufrance.fr*

LiDAR : Système d'émission-détection de lumière permettant d'analyser l'écho d'un train d'impulsions laser réfléchi par la surface d'un réflecteur quelconque. La mesure du temps de vol du train d'impulsions permet de mesurer la distance émetteur-réflecteur et pour peu que l'on détermine l'orientation du faisceau incident on peut en déduire la position relative du réflecteur par rapport à l'émetteur. *Source : Système LIDAR, J.Cali*

Méthode GRADEX : Approche probabiliste du calcul des débits de crues extrêmes d'une rivière pour des durées de retour situées entre cent et dix milles ans. *Source : http://www.hydrologie.org*

Modélisation hydraulique 1D : Modèle basé sur l'équation de conservation de l'énergie à une dimension. Les pertes d'énergie sont évaluées par les frottements. *Source : HEC-RAS Reference Manual*

Modélisation hydraulique 2D : Modèle basée sur l'équation de conservation de l'énergie à deux dimensions. Il simule la propagation de la crue sur un système schématisé par une grille constituée de carrés. Il permet de modéliser des variations hydrauliques dues aux changements de forme de la section transversale, à la présence de coudes ou autres aspects d'un écoulement 2D *Source : Les modèles numériques en hydrologie et en hydraulique, V. Guinot*

Régime permanant : Régime où le débit est constant dans le temps. *Source : Hydraulique des écoulements à surface libre, BONNEFOND M.*

Régime transitoire : Régime où le débit varie en fonction du temps. *Source : Hydraulique des écoulements à surface libre, BONNEFOND M.*

Résilience : La résilience est un concept multidisciplinaire. Dans notre cas on parle de résilience urbaine pour exprimer l'aptitude de la ville à récupérer et rétablir des activités après un endommagement. *Source : Programme d'études sur la contrainte d'inondation dans les projets urbains en espaces inondables, Université de Tours*

Ripisylve : Formations végétales qui se développent sur les bords des cours d'eau ou des plans d'eau situés dans la zone frontière entre l'eau et la terre. *Source : Centre Régional de la Propriété Forestière PACA*

Risque d'inondation : Conséquence de deux composantes : l'eau qui peut sortir de son lit habituel d'écoulement ou apparaître (remontées de nappes phréatiques, submersion marine...) et l'homme qui s'installe dans la zone inondable pour y implanter toutes sortes de constructions, d'équipements et activités. *Source : Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie*

Vulnérabilité : La vulnérabilité d'un bâtiment doit s'apprécier à l'étude de trois critères principaux : L'atteinte à la sécurité des personnes, la perturbation ou l'arrêt de l'utilisation du bâtiment et les effets domino : l'inondation du bâtiment peut-elle entraîner des perturbations sur l'environnement immédiat de celui-ci (pollution de bâtiments voisins, etc.) ? *Source : CEPRI (2007), Le bâtiment face à l'inondation : Diagnostiquer et réduire sa vulnérabilité*

Zone d'aménagement concerté : C'est une opération publique d'aménagement au sens de l'article L. 300-1 du code de l'urbanisme. La ZAC permet à une collectivité publique d'engager une opération importante, complète et cohérente d'aménagement de l'espace urbain. *Source : http://www.cerema.fr*

Table des matières

Remerciements 3

Liste des abréviations 5

Glossaire 7

Table des matières 9

Introduction 11

I LA PROTECTION CONTRE LES INONDATIONS AVANT 2010 : LES RAISONS D'UN ECHEC 13

I.1 DES ZONE D'ACTIVITES EN DANGER : 13

I.2 UNE VILLE FREQUEMENT TOUCHEE PAR LES CRUES …..... 14

I.3 MAIS AVEC UNE URBANISATION GALOPANTE..... 15

I.4 URBANISATION ET GESTION DU RISQUE D' INONDATION AVANT JUIN 2010..... 16

I.4.1 Une urbanisation non maîtrisée 16

I.4.2 La lente émergence du PPRI de Draguignan 17

I.4.2.1 Qu'est-ce qu'un plan de prévention des risques d'inondation ?..... 17

I.4.2.2 Méthode d'élaboration du PPRI de 2005 20

I.4.2.3 Règles d'urbanisme et gestion de crise liée aux inondations..... 21

II UNE PRISE DE CONSCIENCE DU RISQUE ET DE NOUVELLES CONTRAINTES 22

II.1 LES MESURES D'URGENCES 22

II.2 LE PLAN DE PREVENTION DES RISQUES D'INONDATION DE 2014..... 23

II.3 LA GESTION DE CRISE A L'ECHELLE COMMUNALE ET INTERCOMMUNALE 27

II.4 DE NOUVELLES CONTRAINTES 28

III MESURES ET AMENAGEMENTS ENVISAGES..... 31

III.1 MESURES ET AMENAGEMENTS..... 31

III.2.1 A l'échelle du bassin versant 31

III.2.2 En amont de la zone d'étude..... 33

III.2.3 Au niveau de la zone d'étude 34

III.2 DIMENSIONNEMENT DES BASSINS..... 37

III.2.1 Modélisation hydraulique 37

III.2.2 Proposition n°1 : Remblaiement de l'ancienne prison 38

III.2.3 Proposition n°2 : Remblaiement de l'ancienne prison, bassin n°1 et n°2..... 39

III.2.4 Proposition n°3 : Remblaiement de l'ancienne prison et zone d'expansion de crue.. 40

III.3 ÉVALUATION DU COUT DES AMÉNAGEMENTS ET DES CONTRAINTES DE MISE EN OEUVRE 42

III.3.1 Évalution du coût des aménagements 42

III.3.1 Les contraintes de mise en oeuvre 44

Conclusion 45

Bibliographie 47

Table des annexes..... 48

Annexe 1 Plan de situation 49

Annexe 2 Carte règlementaire du PPRI de 2005..... 50

Annexe 3 Carte réglementaire du PPRI de 2014..... 51

Annexe 4 Esquisse du projet de zone d'expansion des crue 53

Annexe 5 Coupes de la zone d'expansion des crue 53

Annexe 6 Poster scientifique 53
Liste des figures 58
Liste des tableaux 59

Introduction

Les événements climatiques catastrophiques (tempêtes, inondations, tornades) sont de plus en plus fréquents dans notre pays et plus largement dans le monde. Le département du Var est particulièrement touché par les inondations puisque depuis juin 2010 celles-ci se succèdent à un rythme effréné entrainant dégâts humains et matériels. Tout le monde se souvient de l'inondation du 15 et 16 juin 2010, causée par le débordement de l'Argens et de ses affluents qui avait occasionné la mort de 26 personnes et un milliard d'euros de dégâts. Draguignan, traversée par la Nartuby (un affluent de l'Argens) a été la ville la plus touchée avec 10 décès.

Ces inondations ont bouleversé la perception que les habitants avaient de cette petite rivière qui provoque rarement des dégâts et qui est presque à sec l'été.

Après le choc, sont venues les questions. Comment expliquer qu'une rivière pourtant soumise à un PPRI (plan de prévention des risques inondations) datant de 2005 a pu causer autant de dégâts ?

Suite à ce drame, le préfet du Var a approuvé des mesures d'urgences sous la forme d'un PPRI anticipé en mars 2012 afin de limiter l'urbanisation dans les zones touchées par les inondations en attendant la révision ou l'élaboration de nouveaux PPRI pour les communes concernées. Pour Draguignan, ce nouveau PPRI a été approuvé par le préfet le 10 février 2014.

Dans ce nouveau plan de prévention, de nombreuses zones sont classées en zone à fort ou très fort aléa (328 hectares sur la commune de Draguignan) dont notamment une grande partie des zones d'activités du Pont de Lorgues et de Saint-Hermentaire, véritables poumons économiques de la ville.

Ces faits inquiètent beaucoup la Communauté d'Agglomération Dracénoise (CAD) qui craint que ces zones ne deviennent des zones fantômes car de nombreuses entreprises risquent de fermer ou de délocaliser à cause du coût engendré par les inondations et du prix des assurances qui a augmenté de manière exponentielle depuis les évènements de juin 2010. Certaines entreprises ne peuvent même plus s'assurer et risquent de tout perdre en cas de nouvelles inondations. La CAD réfléchit à mettre en place des aménagements et mesures diminuant l'impact des inondations sur cette zone afin de permettre au plus grand nombre d'entreprises de rester.

L'objet de ce stage est donc tout d'abord de tirer les enseignements de l'évènement de juin 2010 en déterminant les tenants et aboutissants de l'urbanisation de notre zone d'étude. Aurait-on pu anticiper ce genre d'évènement ? S'est-il déjà produit ? Cette zone a-t-elle été urbanisée par méconnaissance du risque ou a-t-il été minimisé ?

Suite à la défaillance de la règlementation en vigueur en 2010, une évolution était nécessaire. Quels effets l'évènement de 2010 a-t-il produit sur la prise en compte du risque ? Qu'apporte en matière de prévention du risque mais aussi en ce qui concerne les contraintes à l'urbanisation le nouveau plan de prévention des risques inondations de 2014 ainsi que le plan communal et intercommunal de sauvegarde ?

Enfin comment peut-on réduire la vulnérabilité de notre zone d'étude face à l'inondation et à quel coût pour la collectivité et les entreprises? Doit-on privilégier la protection, l'adaptation, la résilience ou bien une combinaison de ces stratégies? Cette réflexion pourra se faire à trois échelles différentes : à l'échelle du bassin versant, en amont de la zone d'étude et au niveau de la zone d'étude elle-même.

I La prévention contre les inondations avant la crue de 2010 : les raisons d'un échec

Notre but dans un premier temps sera de comprendre comment s'est effectuée l'urbanisation de notre zone d'étude, à quelle époque, dans quelles conditions, dans quelle réglementation. Nous remonterons le temps pour déterminer si un évènement similaire à celui de juin 2010 a déjà frappé notre zone d'étude et donc si celui-ci était prévisible. Enfin nous étudierons la prise en compte du risque inondation dans cette zone, depuis le début de son urbanisation, jusqu'à la catastrophe de juin 2010. Mais avant tout cela, nous devons définir ce que va être notre zone d'étude.

I.1 Des zones d'activités en danger :

Comme énoncé précédemment, la CAD souhaite réduire la vulnérabilité des deux principales zones d'activités de Draguignan : la zone d'activités du Pont de Lorgues et la zone d'activités de Saint-Hermentaire.
Notre zone d'étude englobe donc ces deux zones d'activités auxquelles s'ajoute l'ancien centre pénitenciaire désaffecté depuis les inondations de juin 2010 ainsi que la chapelle de Saint-Hermentaire et l'espace vert attenant. La quasi-totalité de la zone d'étude a subi les évènements de 2010.
Notre zone d'étude compte donc 103 hectares soit environ 2% du territoire communal. Cet espace est occupé à 18% par des bâtiments, à 20% par des espaces « vert », à 10.5% par de la voirie et à 3.5% occupé par la Nartuby, les 52% restant étant les espaces aménagés attenant aux bâtiments. Environ 77% des locaux sont à usage commerciaux, artisanaux ou industriels, 11% sont à usage d'habitations, 6% sont des locaux publics et 6% ont un usage autre.
En englobant les deux zones d'activités, nous comptabilisons 240 entreprises soit 10% des entreprises de Draguignan et 2500 emplois soit 15% des emplois de la ville.
De plus, la zone d'étude comprend des équipements remarquables comme par exemple l'ancien centre pénitentiaire cité plus haut qui représente aujourd'hui une grande réserve foncière proche du centre-ville. L'armée possède plusieurs bâtiments qui abritent le 5ème BSMAT (Brigade de Soutient MATériel). Enfin elle comprend le plus important centre commercial de la ville, plusieurs bâtiments publics et le centre d'incendie et de secours de Draguignan.
Au vu de ces éléments, on comprend donc que la communauté d'agglomération souhaite réduire la vulnérabilité de cette zone capitale pour l'économie de la ville de Draguignan et plus largement pour toute l'agglomération.

Figure 1: Situation de la zone d'étude

I.2 Une ville fréquemment touchée par les crues…

Avant de parler de l'urbanisation de Draguignan et plus particulièrement de notre zone d'étude, il est important de remonter dans le temps pour faire un inventaire des inondations qui ont touché Draguignan.
Ce travail de prospection a été effectué après les inondations de 2010 afin savoir si une crue similaire avait déjà eu lieu. Grâce à diverses archives privées et publiques et notamment les archives départementales du Var, il a été possible de remonter jusqu'en 1378, première inondation répertoriée à Draguignan. Depuis cette date et jusqu'à aujourd'hui, on dénombre quinze inondations sur la commune. Il est difficile de faire une comparaison entre ces différentes inondations surtout pour les plus anciennes dont les seules traces sont des témoignages de l'époque. Les comparaisons suivantes sont donc une approximation et ne se basent pas sur des éléments quantifiés de manière précise. La plupart sont des inondations de faible intensité par rapport à la crue de 2010 (1378, 1581, 1584, 1666, 1685, 1697, 1818, 1974, 1994, 1996, 2000, 2011) mais deux d'entre-elles ont retenu notre attention.

Tout d'abord la crue du 15 et 16 novembre 1674 : L'épisode de pluie aurait duré entre 21 et 23 heures (contre 6 heures pour la crue de juin 2010) et de ce fait aurait été surnommé le déluge. Elle occasionna de nombreux dégâts comme par exemple la destruction du pont de Lorgues [1]. Elle s'accompagna de beaucoup de transports solides (gros arbres déracinés, rochers de 10 tonnes) et de ruissellements de terre notamment au niveau du vallon de la Riaille. Toute la plaine (comprenant notre zone d'étude) et le quartier Les Ferrages (au nord-est de l'ancienne prison) ont été inondés et les récoltes détruites [2].
Ensuite l'autre crue remarquable fut celle du 6 juillet 1827 : Les hauteurs d'eau ont atteint 2.10 à 2.40 mètres dans la plaine, détruisant les récoltes. La crue a entrainé la destruction de plusieurs ponts dont celui de la Clappe datant de l'époque romaine. Dans le hameau de Rebouillon une maison fut complètement rasée [3]. Ces inondations ont causé la mort de 6 personnes.
Notre zone d'étude a donc déjà subit des inondations importantes qui se rapprochent de celle de juin 2010 mais celles-ci remontent à près de deux siècles. Notons qu'à ces époques cependant la zone n'était pas urbanisée mais était à vocation agricole, entrainant des dommages moindres. De ce fait peu de constructions furent touchées ou alors elles l'ont été à cause du ruissellement des vallons. On peut donc faire un parallèle entre les dégâts causés par les inondations et l'évolution de l'urbanisation de la ville.

I.3 … mais avec une urbanisation galopante

Le développement de la ville de Draguignan et en particulier son rapprochement du cour d'eau est un facteur important en cas d'inondation. Comme nous l'avons fait remarquer précédemment, Draguignan a toujours vécu avec les inondations, seul l'impact de celles-ci a changé. Celle-ci s'est d'abord développée autour de la ville du Moyen-Age, décalant par deux fois le vallon de la Riaille pour éviter que celui-ci, en cas de forte pluie, inonde les parties habitées.
Petit à petit la ville s'est développée à l'Ouest, à l'Est et aussi au Sud, se rapprochant de la rivière. Avant 1960, les inondations dues au débordement de la Nartuby ne touchaient que des champs. Seules les inondations dues aux ruissellements touchaient la ville elle-même.
Mais c'est entre 1960 et 1990 que le développement de la ville a été spectaculaire. Durant ce laps de temps, la population de Draguignan est passée de 14000 à 30000 habitants et donc la ville a du grandir à une vitesse effrénée. L'urbanisation s'est amplifiée notamment au Sud pour arriver au niveau de la Nartuby. L'urbanisation de notre zone d'étude s'est faite durant cette période. La procédure de ZAC a été utilisée pour la zone d'activités économique de Saint-Hermentaire tandis que le reste de la zone s'est faite sans disposition particulière.
Pour mieux comprendre comment s'est déroulée l'urbanisation de cette zone par rapport aux enjeux économiques mais aussi par rapport à la protection contre les inondations, il faut donc s'intéresser aux règles d'urbanisme en vigueur avant les évènements de 2010.

---

[1] Voir plan de situation en Annexe 1

[2] GAYRARD.P-J, PELISSIER.J et DECUQ.E (2012), Inondation catastrophiques à Draguignan (Var), en Dracénie et dans le bassin versant de l'Argens, le 15 juin 2010, un rappel du passé, Société d'études scientifiques et archéologiques de Draguignan et du Var, 20 pages

[3] Hameau en amont de Draguignan

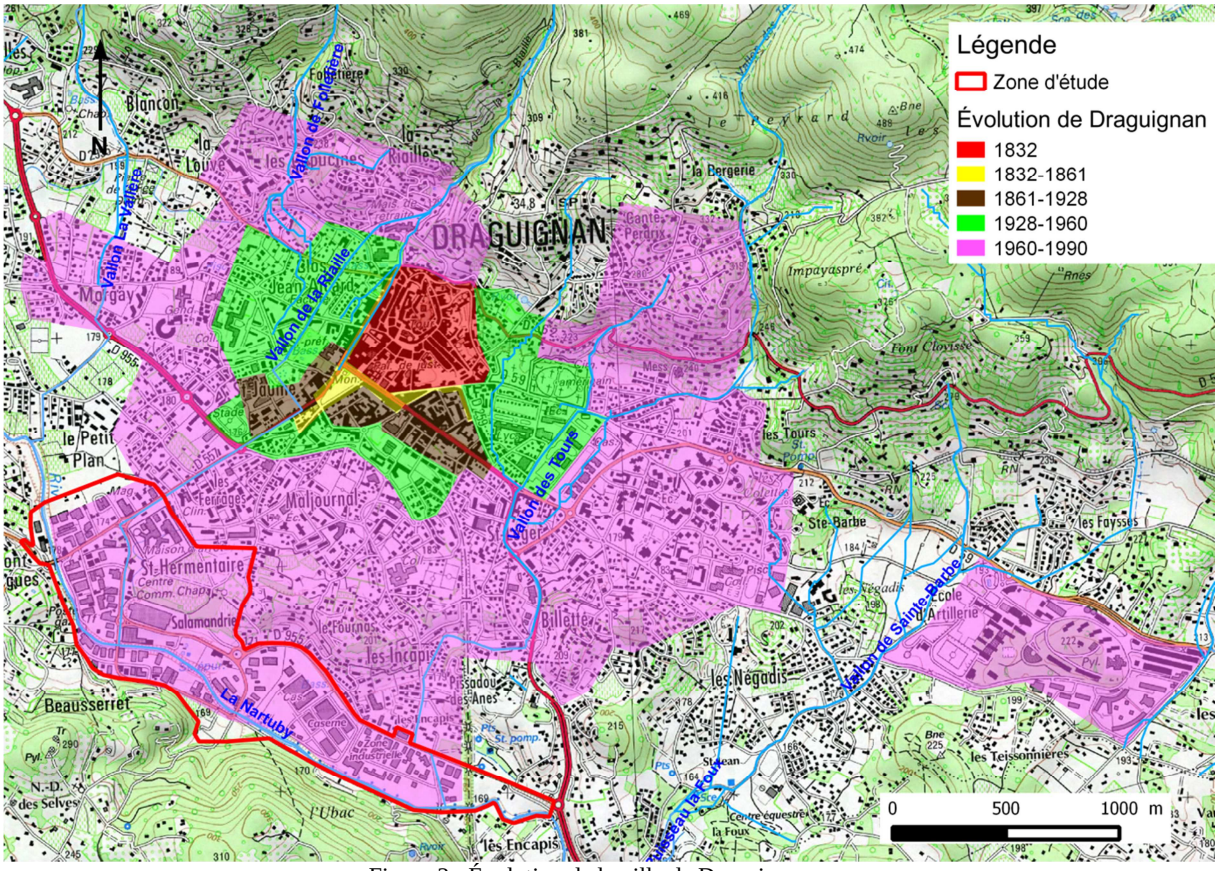


Figure 2 : Évolution de la ville de Draguignan

I.4 Urbanisation et gestion du risque d'inondation avant juin 2010

I.4.1 Une urbanisation non maîtrisée

La ville de Draguignan s'est dotée en 2005 d'un plan de préventions des risques d'inondations. Mais avant l'entrée en vigueur de ce document, comment était pris en compte le risque inondation dans l'urbanisation de la ville ?

Draguignan n'était pas doté d'un Plan de Surface Submersible (PSS) ou d'un plan d'exposition aux risques naturels prévisibles (PER), ancêtres des PPRI. Quels moyens étaient donc à disposition pour limiter l'urbanisation dans des zones jugées inondables ?

Pour refuser ou soumettre à prescription une autorisation de construire, un maire peut s'appuyer sur deux articles. Tout d'abord l'article L.2212-2 du code général des collectivités territoriales qui indique que au titre des pouvoirs de police administrative, celui-ci peut prendre les mesures adaptées en vue de prévenir « par des précautions convenable » les « accidents et fléaux calamiteux » comme par exemple les inondations.

Le second est l'article R.111-2 du code de l'urbanisme. Il permet de refuser ou soumettre à prescription l'autorisation d'urbanisme si « les travaux projetés sont de nature à porter atteinte à la sécurité publique » [4].

[4] CEPRI(2008), Le Maire face au risque d'inondation, agir en l'absence de PPRI, CEPRI, 29 pages

Mais pour invoquer ces articles, le maire doit s'appuyer sur des études ou documents qui prouvent le risque d'inondation dans la zone concernée. Comme évoqué précédemment, Draguignan possède une longue histoire avec les inondations. Mais, durant le 20ème siècle, ce risque a été largement sous-estimé du fait du faible nombre de crue et de leurs faibles importances. Les inondations de Nîmes et de Vaison-la-Romaine ont été un véritable électrochoc et l'Etat a commencé à prendre les choses en main[5]. C'est alors qu'une démarche de porter à connaissances a été mise en œuvre à grande échelle, porté par les services de l'Etat. Les documents communaux synthétiques ont été approuvés en 1998 pour la commune de Draguignan et constitue le premier document pouvant servir de base à l'application des deux articles cités plus haut.
Nous avons contacté à plusieurs reprises le service urbanisme de la commune de Draguignan pour savoir comment il avait géré le risque inondation dans les autorisations de construire pour cette période pré-PPRI mais nos sollicitations sont restées sans réponse.

I.4.2 La lente émergence du PPRI de Draguignan

I.4.2.1 Qu'est-ce qu'un plan de prévention des risques d'inondation ?

Les Plans de Prévention des Risques d'Inondation (PPRI) sont codifiés aux articles L.562-1 à L562-9 et R.565-1 à R565-10-2 du code de l'environnement. Ils sont complétés par les circulaires du 24 janvier 1994 (relatives à la prévention des inondations et à la gestion des zones inondables), du 24 avril 1996 (dispositions applicables au bâti et ouvrages existants en zone inondable), du 30 avril 2002 (gestion des espaces urbanisés situés derrière les digues) et du 21 janvier 2004 (maîtrise de l'urbanisation et des constructions en zones inondables). C'est donc un outil de mise en œuvre de la politique de l'Etat en matière de prévention du risque inondation.

La circulaire du 24 janvier fixe trois objectifs :

- Premier objectif : « *Interdire les implantations humaines dans les zones les plus dangereuses où, quels que soient les aménagements, la sécurité des personnes ne peut être garantie intégralement et les limiter dans les autres zones inondables.* »
- Deuxième objectif : « *Préserver les capacités d'écoulement et d'expansion des crues pour ne pas aggraver les risques pour les zones situées en amont et en aval.* »
- Troisième objectif : « *Sauvegarder l'équilibre des milieux dépendant des petites crues et la qualité des paysages souvent remarquables du fait de la proximité de l'eau et du caractère encore naturel des vallées concernées.*»

Le champ d'application des PPRI est défini à l'article L562-1 du code de l'environnement : « *L'État élabore et met en application des plans de prévention des risques naturels prévisibles tels que les inondations, les mouvements de terrain, les avalanches, les incendies de forêt, les séismes, les éruptions volcaniques, les tempêtes ou les cyclones.*

[5] DÉGARDIN.F et GAIDE .P-A (1999) Valoriser les zones inondables dans l'aménagement urbain : repères pour une nouvelle démarche, CERTU, 236 pages

Ces plans ont pour objet, en tant que de besoin :
1° De délimiter les zones exposées aux risques, en tenant compte de la nature et de l'intensité du risque encouru, d'y interdire tout type de construction […] ou dans le cas où des constructions […], notamment afin de ne pas aggraver le risque pour les vies humaines, pourraient y être autorisés, prescrire les conditions dans lesquelles ils doivent être réalisés ou exploités ;
2° De délimiter les zones qui ne sont pas directement exposées aux risques mais où des constructions […] pourraient aggraver des risques ou en provoquer de nouveaux et y prévoir des mesures d'interdiction ou des prescriptions telles que prévues au 1° ;
3° De définir les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde qui doivent être prises, dans les zones mentionnées au 1° et au 2°, par les collectivités publiques dans le cadre de leurs compétences, ainsi que celles qui peuvent incomber aux particuliers ;
4° De définir, dans les zones mentionnées au 1° et au 2°, les mesures relatives à l'aménagement, l'utilisation ou l'exploitation des construction, des ouvrages, des espaces mis en culture ou plantés existants à la date de l'approbation du plan qui doivent être prises par les propriétaires, exploitants ou utilisateurs».

L'élaboration des PPRI est effectuée sous l'autorité du préfet du département conformément au décret n°95-1089 du 5 octobre 1995 modifié par le décret 2005-3 du 4 janvier 2005. Il prescrit le PPR par un arrêté où il définit son périmètre et son objet et désigne le service déconcentré de l'État qui sera chargé de l'instruire.
Il fait l'objet d'une concertation dont les modalités sont décrites dans l'arrêté préfectoral. Le PPR est alors transmit pour avis aux communes et aux personnes publiques associées. Il fait ensuite l'objet d'une enquête publique de un mois puis, après prise en compte éventuelle des observations, il est approuvé par arrêté préfectoral.

Un plan de prévision des risques peut être révisé, « *si les contraintes de l'aléa physique ou de la vulnérabilité des biens et des personnes ont évolué de manière significative*.»
Depuis la loi Grenelle II du 12 Juillet 2010, le PPR peut également être modifié à la condition que la modification ne porte pas atteinte à l'économie générale du plan. Les conditions et modalités de cette procédure sont définies par le décret du 28 Juin 2011.

Enfin des mesures immédiatement opposables peuvent être prises lorsque l'urgence le justifie conformément aux articles L 565-2 et R 562-6 du code de l'environnement. Ces mesures ne peuvent s'appliquer qu'aux constructions et exploitations nouvelles ou ouvrages et aménagements nouveaux.

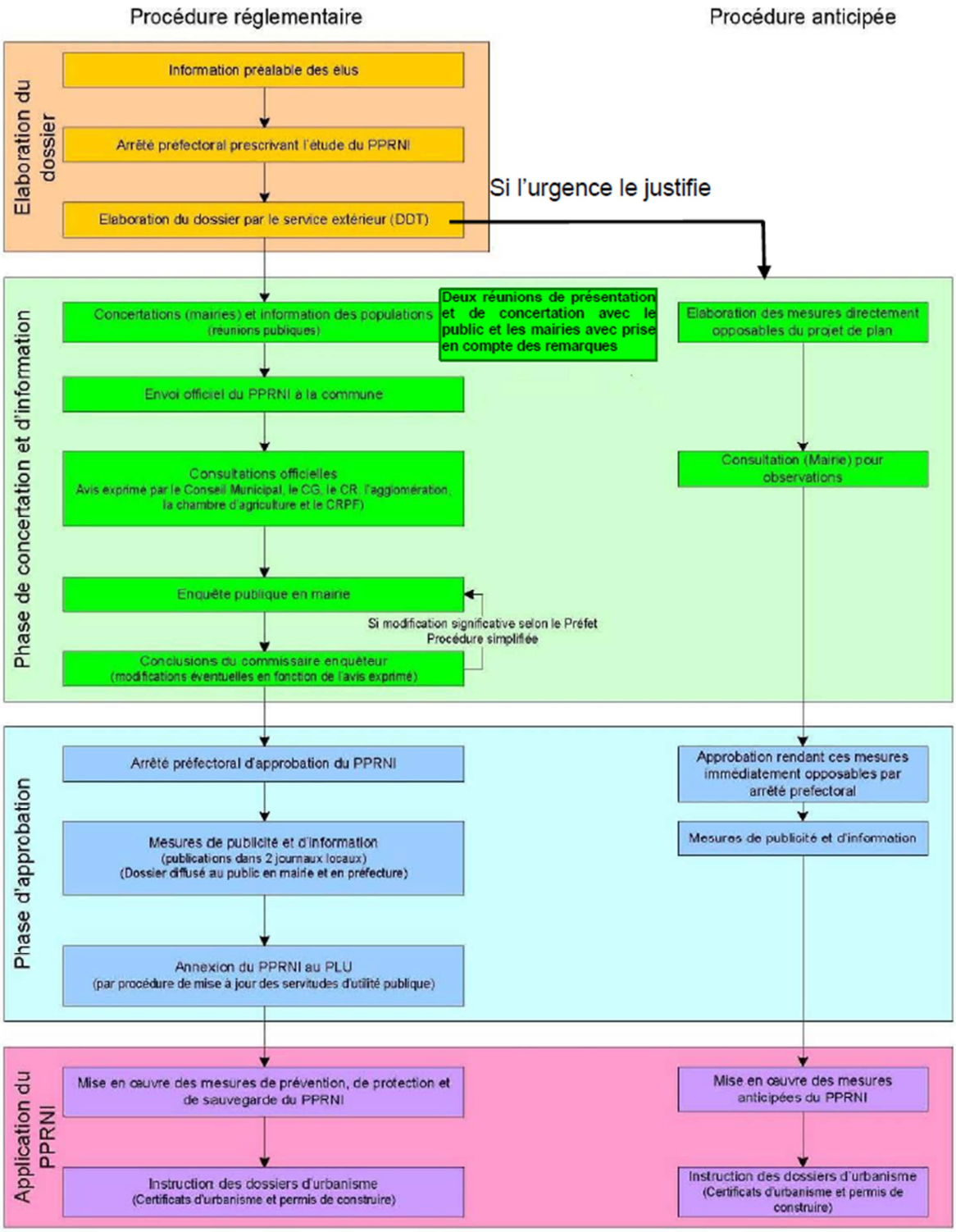


Figure 3 : Procédure d'élaboration du PPRI

I.4.2.2 Méthode d'élaboration du PPRI de 2005

L'élaboration d'un PPRI sur la commune de Draguignan a été prescrite par arrêté préfectoral du 7 janvier 1997. Celui-ci a été approuvé le 30 décembre 2005.
La détermination des débits s'appuie sur quatre études existantes commandées à deux bureaux d'études (un missionné par la Direction Départementale de l'Équipement du Var et l'autre par les communes) ce qui dénote une incertitude lié au modèle utilisé. Les analyses hydrologiques des deux bureaux d'études convergent, malgré des méthodes quelques peu différentes, vers les mêmes résultats. Le débit décennal a été estimé à partir des analyses statistiques sur les observations réalisées aux 2 stations de jaugeage de Rebouillon et de Trans-en-Provence. Le débit centennal a été estimé par la méthode du GRADEX appliquée à partir de la période de retour T = 20 ans. Les résultats obtenus sont les suivants :

Tableau n°1 : Débits retenus par le PPRI de 2005

Période de retour	REBOUILLON (m^3/s)	TRANS EN Pce (m^3/s)
2ans	30	40
10ans	60	80
20ans	70	100
30 ans	90	140
100ans	180	245

Les débits utilisés sont ceux qui ont été mesurés par les stations de Rebouillon et de Trans-en-Provence mise en place respectivement depuis 1976 et 1970. Les crues retenues sont celles de 1974, 1994, 1996 et 2000. Il précise aussi la connaissance d'une crue importante en 1827 mais les données n'étaient pas assez fiables pour être retenues.

Le rapport nous indique ensuite sa méthodologie pour cartographier le risque. Il précise que la crue de référence retenue est une crue de période de retour de 100 ans. Il nous décrit ensuite la méthode de classification. Celle-ci se base sur les éléments physiques déterminant les capacités d'une personne à évoluer dans un champ d'inondation, une grille de croisement hauteur-vitesse a été définie. Au vue des critères, la cartographie du risque fait apparaître 4 zones comme le montre le schéma ci-dessous.

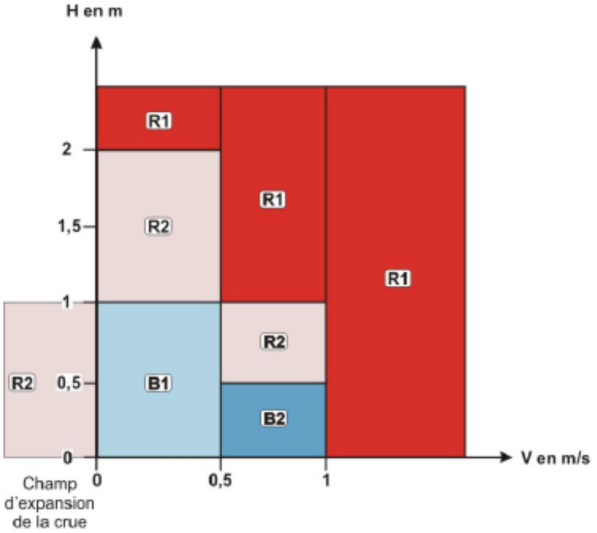


Figure 4 : Zones définies par le PPRI de 2005

Pour les hauteurs d'eau, celles-ci ont été calculées par différence entre la cote NGF du terrain naturel et les cotes centennales calculées. Les cotes NGF sont tirées de restitution photogrammétrique à l'échelle du 1/5000ème. Enfin les vitesses d'écoulement ont été estimées à partir des études CETE et SOGREAH sans donner plus de précisions.
Dans tous les documents du PPRI de 2005, il n'est jamais fait mention du risque d'inondation lié aux ruissellements.

I.4.2.3 Règles d'urbanisme et gestion de crise liée aux inondations

Le règlement du PPRI de 2005 est essentiellement destiné aux constructions nouvelles ; le volet applicable aux constructions existantes est très réduit. Notre zone étant quasiment entièrement urbanisé en 2005, l'impact de ce document va donc être faible pour les entreprises déjà installées bien que des prescriptions pour les constructions existantes soient présentes. Aucun délai d'exécution n'est mentionné pour ces prescriptions et celles-ci sont généralisées à toute zones du PPRI, elles ne sont pas spécifiques en fonction des zones rouges ou bleues. De ce fait on peut douter que celles-ci ai été très suivies.
Pour les constructions nouvelles, elles sont quasiment interdites en zone rouge à quelques exceptions près (exploitation agricole, infrastructures publiques nécessaires, piscine avec balisage). En zone bleue, les constructions sont possible sous certaines conditions comme par exemple la distance par rapport aux talwegs ou le planché habitable qui doit être au minimum à 0.20 mètre au-dessus de la côte de référence.
Le règlement du PPRI prévoit aussi des règles en matière de construction comme par exemple l'interdiction des remblais ou encore la prescription de matériaux imputrescibles et insensibles à l'eau pour les pièces situées à un mètre au-dessus de la côte de référence.

Parallèlement en 2008, la commune avait mis en place un plan communal de sauvegarde ayant pour but de définir les actions de gestion de crise. Mais celui-ci ne traitait que du risque incendie, était incomplet (pas de fiche pratique pour définir le rôle de chacun en cas de crise) et la liste les numéros des personnes à contacter n'avait pas été mis à jour depuis sa création[6]. La ville était aussi reliée au système GALA qui est un système d'appel automatisé mit en place par la préfecture pour prévenir les communes en cas de risque. Ce système a fonctionné en 2010 mais n'a pas était pris en compte par les élus car l'alerte était seulement orange. Il est important de signaler qu'il n'y avait aucune station hydrométrique reliée à Vigicrue sur la Nartuby [7].

Ces documents sont donc arrivés trop tard ou étaient insuffisants pour empêcher le drame de juin 2010.

---

[6] COLLOMBAT.P-Y (2012) Rapport d'information fait au nom de la mission commune d'information sur les inondations qui se sont produite dans le Var, et plus largement, dans le sud-est de la France au mois de novembre 2011, Sénat, 388 pages

[7] COUR DES COMPTES (2012) Les enseignements des inondations de 2010 sur le littoral atlantique (Xynthia) et dans le Var, 299 pages

II Une prise de conscience du risque et de nouvelles contraintes

Les évènements de juin 2010 ont surpris tout le monde par leur rapidité et leur ampleur. La dernière grande inondation de Draguignan datant de 1827, le risque s'était peu à peu effacé de la mémoire collective. La prise de conscience a été brutale et donc un statut-co en matière de gestion du risque inondation était inenvisageable. Une évolution des documents traitant de ce risque était donc nécessaire. Mais faire évoluer des documents d'urbanisme prend du temps ; aussi des mesures d'urgences s'imposaient.

II.1 Les mesures d'urgences

Suite aux évènements de juin 2010 et en application des dispositions des articles L562-2 et R562-6 du code de l'environnement, le préfet du Var a rendu immédiatement opposable des prescriptions du règlement ainsi qu'un nouveau zonage sous la forme d'un PPRI «anticipé » en attendant la révision complète du PPRI de Draguignan. Celui-ci a été rendu immédiatement opposable par un arrêté du 1er mars 2012. Cette action s'inscrit dans le cadre de directives européennes de 2007 (directive inondation).

Ce nouveau zonage se base sur une nouvelle modélisation incluant les données la crue de juin 2010. Les données utilisées sont :

- MNT (issue de données LIDAR), pas 1m, précision 20cm
- Relevés terrestres réalisés par le cabinet OPSIA : 1079 profils en travers et 217 ouvrages hydrauliques (dont 222 profils et 39 ouvrages sur la Nartuby)
- Fiches de laisses de crues (171 réalisées, 165 nivelées sur la Nartuby)

Les hauteurs de submersion de la crue de juin 2010 ont été déterminées par comparaison entre les données LIDAR et les repères de crue. Le niveau d'eau a été interpolé entre chaque PHE (plus hautes eaux). Les vitesses d'écoulement sont basées sur l'équation de Manning Strickler. Les coefficients de rugosité retenus sont indiqués pour l'Argens mais pas pour ses affluents.
Les données des précédents PPRI ont aussi été prises en compte. Cependant, la crue centennale ayant été largement dépassée à Draguignan et Trans-en-Provence, les données des anciens PPRI ont été considérées comme caduques.

La cartographie du risque inondation a été établie selon les modalités suivantes :

- Cas n°1 : la crue de juin 2010 **constitue l'événement de référence** (la Nartuby, de Rebouillon à la confluence, et l'Argens, de la confluence avec la Nartuby à la mer à l'exception de la frange littorale)
- Cas n°2 : la crue de juin 2010 **ne constitue pas l'événement de référence.** S'il existe des études pour ce cours d'eau, leurs résultats sont repris. Sinon les éléments obtenus par la méthode Exzeco servent de base à la mise en place du PPRI.

La méthode de classification a pour principe de base l'établissement d'une grille hauteur/vitesse en se basant sur les éléments physiques qui précisent les capacités d'une personne à évoluer dans un champ d'inondation. Cette classification répond aux objectifs fixés par la circulaire de 24 janvier 1994.

On note la prise en compte des ruissellements pour les communes de Draguignan et Figanières mais ceux-ci ne sont pas classés en zone bleue ou rouge (zones potentiellement inondables).

Le but de ce PPRI « anticipé » est donc la prise en compte des évènements de juin 2010 dans la délivrance des autorisations d'urbanisme en attendant la révision ou l'élaboration d'un nouveau PPRI.

II.2 Le plan de prévention des risques d'inondation de 2014

Après les évènements de juin 2010, le préfet a prescrit l'élaboration ou la révision des PPRI. La révision du PPRI de Draguignan a été prescrite par l'arrêté préfectoral du 8 septembre 2010. Il a été approuvé le 10 février 2014.

Une étude hydrologique a été menée sur l'ensemble du bassin versant de l'Argens. Le but est de déterminer le débit de référence pour l'ensemble des cours d'eau étudiés. La méthode consiste donc à estimer, pour chacun des cours d'eau étudiés, le débit de la crue centennale et le débit du plus fort évènement connu pour ensuite les comparer et retenir le plus important qui servira d'évènement référence pour la cartographie du PPRI.

Détermination du débit centennal :

Ce calcul s'effectue en 3 étapes : on calcule tout d'abord le débit décennal à partir des relevés pluviométriques et hydrométriques. La seconde étape consiste à calculer le débit d'une crue vicennale à partir des paramètres déterminés pour la crue décennale pour ensuite extrapoler les résultats pour une crue centennale. En effet, le calcul du débit d'une crue vicennale est nécessaire car le contexte géologique et la capacité d'infiltration assez élevée des sols, permettent de considérer qu'un ruissellement généralisé ne se produirait qu'au-delà du débit vicennal.

Tableau n°2 : Débits retenus pour le PPRI de 2014

Station hydrographique	Surface BV (km²)	Q10 m^3/s	Q100 m^3/s	Méthode d'estimation de Q100
Rebouillon	146	44	184	SCS Gradex
Trans-en-Provence	190	72	290	SCS Gradex

Détermination du débit du plus fort évènement connu :

Une analyse hydraulique des débits estimés de la crue de 2010 a été réalisée par le retour d'expérience (Rex). Dans la plupart des cas, ces estimations correspondent aux niveaux des Plus Hautes Eaux observées lors de la crue. Cependant certains débits ont été réévalués pour mieux coller aux PHE. C'est notamment le cas pour la Nartuby à Reboullion où le débit finalement retenu est de 500m^3/s (contre 320 à 400m^3/s estimé par le Rex).

Les débits de référence retenus :

L'évènement de juin 2010 a été un évènement de référence pour un certain nombre de cours d'eau mais pas pour la totalité. Pour tester la robustesse des résultats, ceux-ci ont été comparés aux observations des crues récentes pour quelques cours d'eau. Il ressort de cette comparaison que la différence entre la modélisation et les niveaux d'eau observés est relativement faible (maximum 10cm).

La zone d'étude couvrant 14 communes, est trop grande pour la construction d'un unique modèle couplé. La zone a donc été découpée en 17 secteurs. Draguignan fait partie du secteur Nartuby amont qui part de Rebouillon et qui s'étend jusqu'à la limite entre Trans-en-Provence et la Motte.

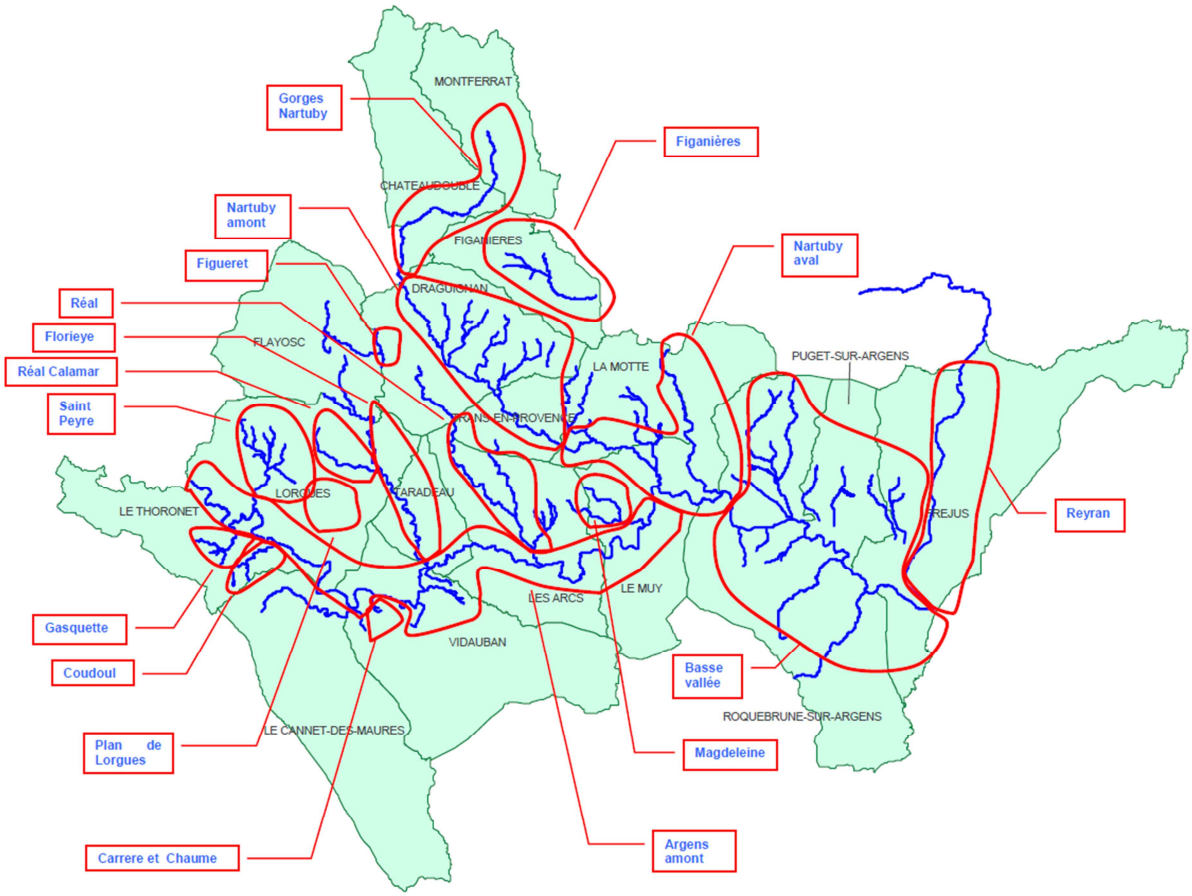


Figure 5 : Découpage en tronçon de la zone d'étude

Pour chaque tronçon est défini :

- Les limites géographiques du modèle amont et aval.
- La liste des affluents pris en compte dans la modélisation en distinguant rive droite et gauche.
- Les caractéristiques techniques principales qui mettent en évidence le niveau de précision des données (nombre, taille et rugosité des mailles).
- Le type de régime hydraulique pris pour la simulation.

Par exemple pour la Nartuby amont :

Tableau n°3 : Définition du tronçon de la Nartuby

Emprise	La Nartuby de Rebouillon à la limite communale de Trans-en-Provence et la Motte
Affluents modélisés	En rive gauche : Vallon de Neiron, Vallon de la Riaille, Vallon des Tours, Le ruisseau de la Foux, Vallée de Gandhi
Nombre de maille du modèle	333371
Taille des mailles	De 1 à 50m
Rugosité	En lit mineur : de 20 à 30 En lit majeur (2D) : de 5 à 30
Régime de la modélisation	Régime permanent
Remarque	Extrusion du bâti du centre urbain de Draguignan et de Trans-en-Provence

Enfin le rapport général explicite la cartographie du risque inondation. Il détaille tout d'abord les crues de référence prise en compte par le PPRI.

Pour la Nartuby et ces affluents :

Tableau n°4 : Débit de référence pour la Nartuby et ses affluents

Cours d'eau	Communes	Localisation du tronçon	Crue de référence
Nartuby	Châteaudouble	Amont Rebouillon	Q100-Crue 2010
		Rebouillon et aval de Rebouillon	Crue 2010
	Draguignan	Toute la commune	Crue 2010
	Trans-en-Provence	Toute la commune	Crue 2010
	La Motte	Toute la commune	Crue 2010
	Le Muy	Toute la commune	Crue 2010
Vallon la Vallère	Draguignan	Ensemble du linéaire	Crue 2010
Vallon de la Riaille	Draguignan	Ensemble du linéaire	Q100
Vallon des Tours	Draguignan	Ensemble du linéaire	Q100
Vallon de Sainte Barbe	Draguignan	Ensemble du linéaire	Q100
Ruisseau de la Foux	Trans-en-Provence	Ensemble du linéaire	Q100

Les principes de base ainsi que la grille d'aléa sont les mêmes que pour le PPRI de 2012. Au niveau du zonage règlementaire, la principale évolution est la prise en compte de l'aléa ruissellement dans les zones bleues et rouges avec même la création de zone bleue spécifique à cet aléa.

On voit aussi l'apparition de zone base hydrographique. Ce zonage comprend des zones basses hydrographiques qui ne sont pas directement exposées au risque étudié dans le présent PPRI mais où des ouvrages et des aménagements pourraient aggraver le risque ou en provoquer de nouveau.

Ce PPRI crée également des zones exposées à un aléa exceptionnel. Ce sont des zones exposées pour des évènements supérieurs à celui prit en référence pour le PPRI. La crue cartographiée correspond à une crue d'occurrence millenale (source : méthode "SHYREG DEBIT" de l'Irstea).

A noter que les modélisations effectuées lors de l'élaboration de ce PPRI ont été réutilisées pour l'élaboration des Territoires à Risques Importants d'inondation (TRI) de la Directive Inondation. L'évènement fréquent correspond à la crue décennale du PPRI. L'évènement moyen correspond à la crue de référence retenue tandis que l'évènement extrême coïncide avec l'aléa exceptionnel d'occurrence millenale du PPRI [8].

[8] Directive Inondations Bassin Rhône-Méditerranée : Territoire à Risque Important d'inondation (TRI) de l'Est Var Rapport explicatif (2013), DREAL PACA, 41 pages

II.3 La gestion de crise à l'échelle communale et intercommunale

Suite aux lacunes en matière de gestion de la crise de juin 2010, le Maire de Draguignan a ordonné l'élaboration d'un nouveau PCS pour la commune. Celui-ci a été approuvé par arrêté le 16 mai 2013. Il couvre les aléas feux de forêt, transports de matières dangereuses, les mouvements de terrains, le risque sismique et bien sûr les inondations.

Pour chacun des risques, cités ci-dessus, sont définis tout d'abord les aléas prit en compte. Pour le risque inondations, il s'agit des inondations de plaines, par remontée de nappes, des crues torrentielles et du ruissellement. Sont ensuite caractérisés les enjeux retenus : la vulnérabilité de la population, l'interruption des communications et l'enjeu matériel et économique. Cette définition est accompagnée de fiche réflexe à l'attention des agents en cas de crise ainsi que d'une cartographie de l'aléa.

Ce document détaille aussi la modalité d'activation, d'alerte et d'organisation par le biais de logigramme et de mode d'emploi. Contrairement à l'ancien PCS où seule la sirène de l'hôtel de ville alertait la population, le nouveau plan prévoit également une alerte via les radios locales, via des véhicules équipés de mégaphone (police municipale) ainsi qu'un système d'appels et SMS automatisé.

Ensuite une fiche expose le rôle de chaque cellule ou équipe pendant et après la crise ainsi que les membres de ces cellules ou équipes.

Afin le PCS contient une annexe confidentielle comportant les coordonnées de chacune des personnes concernées, réparties par équipe.

Parallèlement, en décembre 2011 la CAD décide de mettre en place un plan intercommunal de sauvegarde (PICS). Celui-ci a été instauré par un arrêté communautaire du 21 mai 2013. Son origine vient du fait que la CAD a été complètement exclue de la gestion de crise. Elle ne recevait pas directement les alertes de la préfecture, elle n'avait aucun rôle défini dans la gestion d'une crise et ces agents ne savaient pas quelles actions mener ni dans quel cadre.
Les objectifs étaient donc d'identifier la CAD comme acteur de la gestion du risque sur son territoire, de définir les objectifs de maintien et de rétablissement de l'activité et des services publics, de définir le rôle de la CAD dans la diffusion de l'information avant, pendant et après la crise et de constituer un réseau de gestion du risque au sein de la CAD.
A ce jour, toutes les communes de la CAD n'ont pas encore élaboré de PCS et donc le PICS correspond plus à un plan interne à la CAD qui deviendra un véritable PICS au sens de la loi lorsque toutes les communes seront dotées de leur PCS.

Les objectifs retenus par le PICS sont :

- L'accueil et l'information des populations ;
- Le rétablissement des réseaux de transports collectifs et de collecte des déchets post-évènement ;
- Le rétablissement des fonctions ressources de l'administration pour assurer le bon fonctionnement de l'agglomération ;
- L'aide au redémarrage de l'activité économique ;
- L'assistance aux communes et à la préfecture par la mise à disposition de moyens ;
- L'aide à la population sinistrée.

Autre point d'évolution, la CAD reçoit maintenant directement les alertes via le système GALA de la préfecture. De plus, elle a équipé ses bâtiments et les communes de téléphones satellites pour éviter de se trouver dans l'impossibilité de communiquer et donc de s'organiser, comme cela a été le cas en 2010.
L'organisation est la même que pour un PCS, les personnels sont répartis en cellules, chaque cellule possède une fiche de missions. Un recensement des moyens de la communauté d'agglomération et des bâtiments pouvant servir à l'hébergement du public a été effectué. Enfin une procédure d'affectation de moyens a été mise en place.
Des exercices seront effectués afin de tester le dispositif et de permettre aux agents de mieux appréhender leur rôle et donc être plus réactif en cas de crise.

Le choc de l'inondation de juin 2010 a donc entrainé une évolution des documents de gestion du risque et de crise. Ces évolutions entrainent de nouvelles contraintes en matière d'urbanisme.

II.4 De nouvelles contraintes

L'évolution du PPRI impose de nouvelles contraintes. Tout d'abord on observe une augmentation de la superficie en zone rouge. En effet on passe de 205 hectares en 2005 [9] (soit 4% du territoire communal) à 328 hectares en 2014[10] (soit 6% du territoire communal). Cette évolution s'explique par l'augmentation du débit de référence pour la Nartuby en prenant en compte la crue de 2010 comme référence au lieu de la crue centennale. L'autre facteur est la prise en compte des ruissellements des vallons dans le PPRI de 2014 ce qui n'était pas le cas en 2005. Cela a un fort impact car 8% des bâtiments privés et 15% des bâtiments publics de la commune se trouvent en zone rouge du nouveaux PPRI. En ce qui concerne notre zone d'étude, sur les 103 hectares, 65 sont maintenant classés en zone rouge et 16 hectares en zone bleue.

[9] La carte règlementaire du PPRI de 2005 est disponible en annexe 2

[10] La carte règlementaire du PPRI de 2014 est disponible en annexe 3

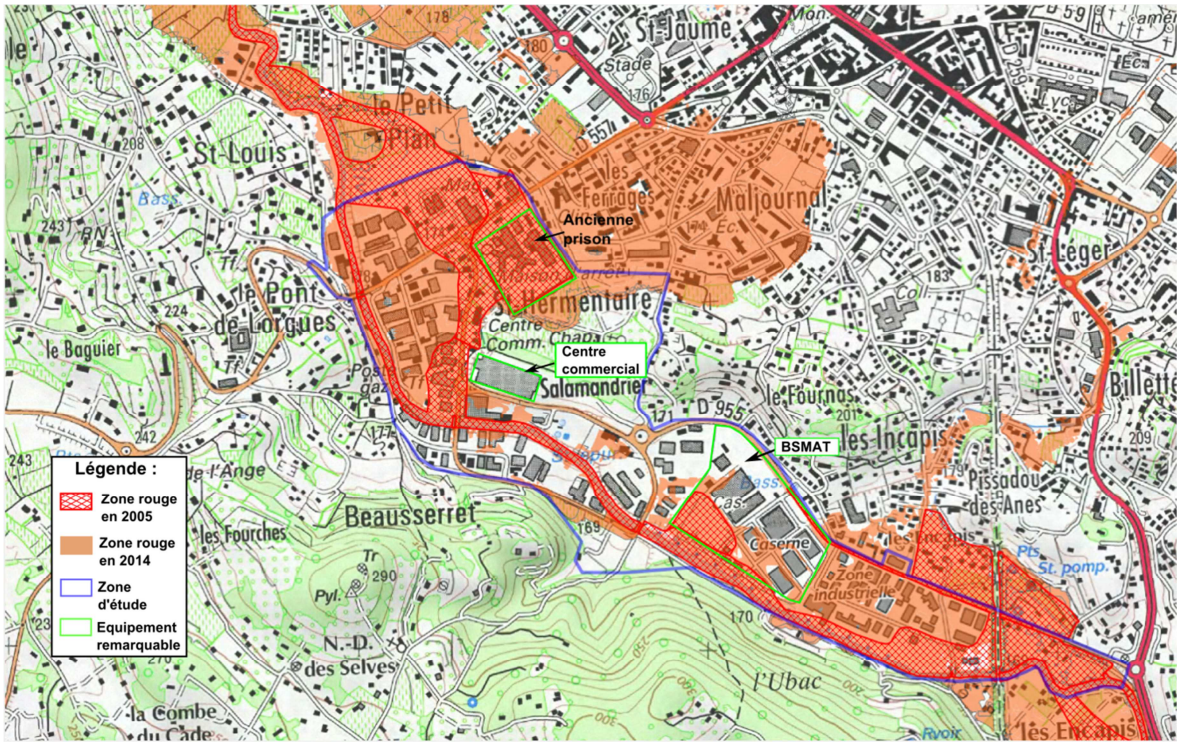


Figure 6: Comparaison entre les zones rouges de 2005 et de 2014

Pour la partie concernant les constructions nouvelles, le règlement du PPRI de 2014 est similaire à celui de 2005 à quelques exceptions près. On note tout de même l'apparition d'une distance minimale, par rapport au cours d'eau ou vallon à respecter pour toute construction quel que soit le zonage. Cette distance est de 30 mètres pour les zones peu ou pas urbanisées et de 20 mètres pour les zones urbanisées. C'est une contrainte non négligeable.

L'autre évolution concerne les biens existants. Cette partie était plutôt négligée et assez peu contraignante en 2005. Ce n'est plus le cas. Elle s'articule en trois parties : les prescriptions, les recommandations et les mesures de prévention, protection et de sauvegarde. Les travaux engagés dans ce cadre ne peuvent excéder 10% de la valeur vénale du bien et les travaux protégeant les vies humaines sont prioritaires par rapport à ceux protégeant les biens.

Les prescriptions sont des aménagements à la charge des propriétaires. Ils doivent être effectués dans un délai de 5 ans à compter de l'approbation du PPRI ce qui est une nouveauté par rapport au PPRI de 2005. Les aménagements sont classés par rapport à la zone réglementaire dans laquelle les bâtiments se trouvent, par rapport au type de bâtiments et sont hiérarchisés par ordre de priorité.

Les recommandations correspondent aux prescriptions qui n'ont pu être réalisées car dépassant les 10% de la valeur vénale du bien. Elles ne sont donc pas obligatoires mais conseillées. Elles sont complétées par quelques recommandations supplémentaires.

Les mesures de prévention, protection et sauvegarde sont classées en fonction des personnes, privées ou publiques qui doivent les mettre en œuvre. Par exemple, les communes ou EPCI compétents doivent mettre en place ou réviser le Schéma Directeur Pluvial sous 5 ans et le PCS sous 2 ans ou encore les gestionnaires de réseaux doivent établir un diagnostic de vulnérabilité dans les 5 ans (diagnostic transmis à la commune pour en tenir compte dans le PCS).

Toutes ces nouvelles contraintes vont donc fortement limiter l'urbanisation des deux zones d'activités et freiner l'installation ou le développement des entreprises. Cela pourrait aussi faire fuir les entreprises en place, déjà fragilisées par le coût des inondations ainsi que celui des assurances, en raison des aménagements à mettre en œuvre. De nombreux emplois sont menacés dans une ville déjà plus touchée que la moyenne nationale. La CAD souhaite donc étudier toutes les possibilités pour réduire la vulnérabilité de ces entreprises aux inondations.

III Mesures et aménagements envisagés

Afin de réduire la vulnérabilité de notre zone d'étude, des mesures et aménagements sont envisagés. Nous allons donc faire une synthèse de ces éléments mais également en proposer de nouveaux.

III.1 Mesures et aménagements

Cette partie détaille les aménagements et les mesures en cours de réflexion ou de réalisation concernant notre zone d'étude mais nous allons également faire des propositions et étudier leurs impacts en cas de crue.

III.1.1 A l'échelle du bassin versant

Suite aux inondations de juin 2010, le conseil général du Var s'est engagé le 5 juillet 2011 à piloter l'élaboration d'un Programme d'Actions de Prévention des Inondations (PAPI) à l'échelle du bassin versant de l'Argens et de ses affluents pour réduire à l'avenir les conséquences des crues sur ce territoire. L'objectif n'est pas de supprimer tout risque d'inondations car ces cours d'eau sont soumis à des crues de type torrentiel mais de rendre le territoire moins vulnérable face à cet aléa et de permettre le développement économique sans accroitre le risque.

L'intérêt de ce programme est de définir une approche globale et concertée à l'échelle du bassin versant. Le PAPI est aussi le seul moyen de mobiliser des crédits de l'État, en dehors des crédits d'urgence, avec un taux de financement allant de 40 à 50%.

Les objectifs fixés sont les suivants :

- « L'amélioration de la connaissance de l'aléa au travers d'études hydrologiques, nécessaire pour dimensionner correctement des aménagements adaptés,
- Le développement de la conscience du risque via des actions de sensibilisation, la réalisation d'outils d'information ou encore la pose de repères de crues par exemple,
- L'amélioration de la surveillance, de l'alerte et de la gestion de crise
- Une meilleure maîtrise de l'urbanisation future en dehors des zones inondables et une diminution de la vulnérabilité des constructions exposées aux inondations.
- Des actions de préventions des zones humides et des zones d'expansion des crues, dont la sauvegarde, voire l'optimisation, concourt à ralentir les écoulements en aval.
- Des travaux de renforcement d'ouvrages hydrauliques afin de mieux protéger certains sites à fort enjeu humain (centre urbain, zones industrielles),

- Des travaux d'aménagement destinés à augmenter la capacité hydraulique de certains tronçons en aval du bassin. » [11]

La démarche du PAPI comporte deux étapes :

- Tout d'abord l'élaboration d'un **PAPI d'intention**, entre 2013 et 2014, qui a pour objectif de réaliser un diagnostic complet du fonctionnement du bassin et de la nature des risques encourus, puis d'élaborer une stratégie d'action globale, et enfin de bâtir un programme d'actions répondant aux objectifs fixés. Pour la Nartuby, le PAPI d'intention est piloté par le Syndicat Intercommunal d'Aménagement de la Nartuby (SIAN). En parallèle, l'autre objectif et de créer une structure de type syndicat mixte pouvant avoir le statut d'Établissement Public Territorial de Bassin (EPTB) et qui soit en mesure d'assurer la mise en œuvre du programme d'action ainsi élaboré.
- La seconde étape, dénommée **PAPI complet**, pourrait alors être portée par le futur syndicat mixte et consisterait en un programme d'actions à mener sur une période de l'ordre de 5 ans, renouvelable, sur la base des études effectuées à partir du PAPI d'intention.

A l'heure actuelle, pour la Nartuby, l'action 32 du PAPI d'intention portant sur l'étude pour la traversée de Draguignan/Trans-en-Provence (où se situe notre zone d'étude) a été effectuée et le scénario retenu. Les études portant sur les parties amont et aval de Draguignan/Trans-en-Provence (action 33 du PAPI d'intention) sont quant à elles en cours.

Par ailleurs, les actions 23 et 25 du PAPI d'intention portant sur des diagnostiques de vulnérabilité pour les PME et les installations agricoles ont aussi débuté.

L'action 23 concernant les PME est portée par la chambre de commerce et d'industrie du Var. Pour l'instant dix-huit diagnostics (dont huit sur l'aire de Draguignan) ont été réalisés sur les vingt-deux prévus. Ces diagnostics sont gratuits et ont pour but d'identifier et de hiérarchiser les vulnérabilités de l'entreprise, de définir un plan d'action pour réduire cette vulnérabilité ainsi que de fournir des fiches d'actions pour mettre en place les bonnes pratiques et facilité la résilience.

L'action 25 concernant les exploitations agricoles est portée par la chambre d'agriculture du Var. A l'heure actuelle, vingt-huit diagnostics ont été réalisés (dont sept sur l'agglomération de Draguignan). En concertation avec les exploitants, ils ont permis de dégager des mesures permettant de réduire l'impact des inondations (création d'un plan d'urgence, achat de groupe électrogène, création de plateforme hors d'eau pour le matériel, amélioration du système d'alerte,…) mais aussi des mesures pour réduire l'impact des inondations (entretien de la ripisylve, mise en place de retenues collinaires, restauration de zone d'expansion de crue hors zones cultivées, implanter des zones enherbées entre les vignes ou arbres fruitiers ainsi qu'au bord des champs, mise en place de fossés,…).

[11] Source : http://syndicatnartuby.fr

Ces diagnostics sont une première étape test afin de définir les besoins de chacun pour une campagne à plus grande échelle porté par le PAPI complet.

Il est important aussi de poursuivre et de développer les actions 4 à 10 du PAPI d'intention portant sur l'information et la sensibilisation de la population aux risques. Cela passe par la mise en place de repères de crues ou par l'information, notamment en milieu scolaire et sur les comportements à adopter en cas de crise.

III.1.2 En amont de la zone d'étude

La zone amont de notre zone d'étude est concernée à la fois pour l'action 32 du PAPI d'intention (du seuil de la Clappe à notre zone d'étude) et par l'action 33 (amont du seuil de la Clappe). L'action 32 sera détaillée dans la partie suivante.

L'action 33 du PAPI d'intention est encore en phase d'étude préliminaire mais on peut déjà déterminer l'orientation que vont prendre les aménagements grâce aux différents comités de pilotage qui ont eu lieu depuis le début de l'année. Cette zone étant faiblement urbanisée les aménagements sont assez faibles. Ils sont surtout concentrés sur les quelques zones habitées et ont pour but la protection des bâtiments. On peut citer comme exemple le redimensionnement de certains ouvrages d'art ou encore la mise en place de pièges anti-embâcles. La faible densité de population permet aussi de favoriser le débordement dans certaines zones via l'arasement des berges afin de réduire le débit en aval. A noter aussi la présence dans ce secteur de la STEP, équipement sensible. Des aménagements sont à prévoir sur cet équipement afin de le rendre beaucoup plus résilient aux inondations mais pour l'instant ils ne sont pas précisés [12].

Draguignan est aussi en train d'élaborer son schéma directeur pluvial qui, entre autre, a pour but de réduire l'impact du ruissellement des vallons. Celui-ci est bien avancé et devrait être approuvé d'ici la fin de l'année. Il prévoit de nombreux travaux, notamment le surdimensionnement des réseaux prenant en charge les eaux des vallons.

Le secteur en aval du seuil de la Clappe et jusqu'au pont de Lorgues est un secteur avec plusieurs exploitations agricoles. Il sera donc important de poursuivre l'action initiée par le PAPI d'intention et de réaliser les aménagements déterminés par l'action 25 sur l'ensemble des exploitations dans le cadre du PAPI complet.

Une autre piste que souhaite étudier la CAD est la mise en place de bassin de rétention en amont au niveau de la zone d'étude afin de réduire la vulnérabilité de celle-ci.
Un premier bassin que nous appellerons bassin n°1[13] a été envisagé légèrement en amont de notre zone d'étude. Cet emplacement a été choisi car il possédait plusieurs avantages : son emprise comprend seulement un bâtiment, le reste étant composé de terrain nu. Il se trouve en zone rouge donc toute construction y est interdite. Enfin celui-ci est situé au niveau d'une zone de débordement importante lors des crues. Nous avons donc envisagé un bassin de 100 000 m^3 sur une surface de 52 000 m^2. Le bassin ayant une profondeur de deux mètres, les talus auront un profil emboité (en marche d'escalier) pour assurer leurs

[12] ARTELIA(2014), Mise en place et rétablissement d'aménagements hydrauliques sur la haute et basse Nartuby, 24 pages

[13] Voir son emplacement sur le plan de situation en Annexe 1

maintiens et leurs stabilités. Ce bassin restera enherbé afin de favoriser son intégration paysagère et, étant rarement en eau, il pourra être aménagé en zone de loisirs avec des équipements solidement ancrés au sol et hydrauliquement transparent comme c'est le cas à Sedan par exemple. En outre, il pourra accueillir les manifestations nécessitant un espace important et difficile à mettre en place en centre-ville. Si ce choix est retenu, il sera important de prévoir un système d'alerte sur place qui se déclenchera dès l'alerte orange afin de faire évacuer les personnes et ainsi d'éviter toute mise en danger.

Figure 7 : Bassin de rétention de Sedan

III.1.3 Au niveau de la zone d'étude

Une autre position potentielle de bassin de rétention (bassin n°2) envisagée par la CAD est celle occupée aujourd'hui par la zone d'activité [14]. Comme signalé plus haut, depuis les inondations, de nombreuses entreprises sont en difficulté à cause des surcoûts entrainés par celle-ci [15]. De nombreuses entreprises sont aujourd'hui en vente mais ne trouvent pas d'acheteur et la communauté d'agglomération a été contactée par plusieurs d'entre-elles pour un éventuel rachat de leurs locaux. Mais alors pourquoi, dans ce cas-là, ne pas envisager une politique de rachat s'étalant sur plusieurs années afin de racheter un îlot de la zone d'activité et d'y implanter un bassin de rétention pour réduire la vulnérabilité du reste de la zone d'activité ? Et dans ce cas-là, pourquoi ne pas utiliser la terre déblayée pour le bassin de rétention (bassin n°1 et n°2) pour remblayer le terrain de l'ancienne prison, qui va être détruite, et ainsi le mettre hors d'eau en cas d'inondation de type 2010 ? En effet, le terrain de la prison étant dans la continuité du centre commercial qui est lui-même sur un remblai, ce projet parait logique et permettrait à des entreprises de s'y installer en toute sécurité sur cette nouvelle plateforme de neuf hectares. Ce projet pourrait donc permettre d'éviter aux zones d'activités de Saint-Hermantaire et du Pont de Lorgues une lente agonie et de sauvegarder des emplois sur Draguignan tout en assurant la sécurité des personnes. Cependant, deux contraintes sont à signaler : Tout d'abord, le sous-sol de la prison abrite des vestiges romains et est soumis à l'archéologie préventive. Mais, comme le projet est réalisable à moyen terme, les archéologues devraient avoir amplement le temps d'effectuer des fouilles sans impacter le projet.

[14] Voir son emplacement sur le plan de situation en Annexe 1

[15] Perte de plusieurs mois d'exploitation, remise en état, augmentation des polices d'assurances

L'autre contrainte est la chapelle de Saint Hermantaire qui va être classée monument historique en décembre et située à proximité du centre commercial. La zone du projet étant partiellement classée en zone de protection du patrimoine architectural, urbain et paysager (ZPPAUP) il faudra prendre toutes les précautions architecturales nécessaires pour être en adéquation avec le site. Nous envisageons donc un bassin de 160 000 m^3 sur une surface de 82 000 m². Comme pour le bassin n°1, il pourra rester enherbé et être aménagé en zone de loisirs. Le bassin ayant une profondeur de deux mètres, les talus auront un profil emboité (en marche d'escalier) pour assurer leur maintien et leur stabilité.

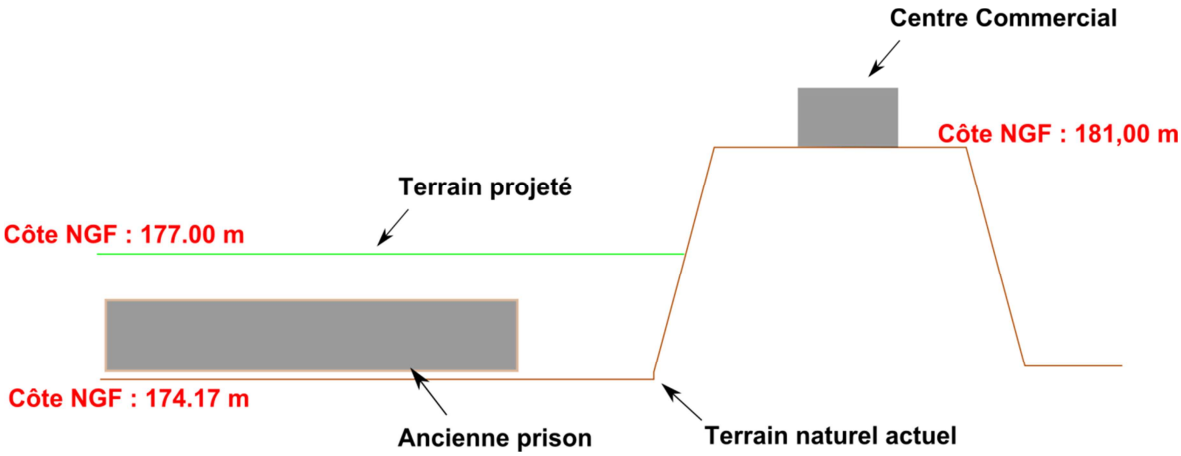


Figure 8 : Coupe au niveau de la voie Pompidou

Enfin un autre aménagement envisagé est la création d'une zone d'expansion de crue. Celle-ci regrouperait les deux premiers bassins ainsi que l'espace qui les sépare[16]. Elle aurait l'avantage de stocker un volume d'eau plus important, 330 000 m^3, mais son emprise augmenterait fortement (220 000 m²). Cela accroîtrait le coût du projet en matière de travaux et d'acquisition foncière. Il faut aussi noter que ce projet inclue la destruction et la construction d'un nouveau pont plus long et plus haut à la place du pont de Lorgues. Comme pour les deux autres bassins, il pourra rester enherbé et être aménagé en zone de loisirs et la terre déblayée pourra être utilisée pour remblayer le terrain de la prison afin de permettre de déplacer la zone d'activité. Il créerait un grand espace de loisirs pour les familles et les sportifs comme la base nature à Fréjus, équipement qui manque cruellement à Draguignan et son agglomération. Cette base de loisirs serait divisée en deux zones[17]. Une zone basse, plus souvent inondée, pourra être faiblement aménagé avec des chemins et quelques arbustes pour éviter les embâcles en cas de crue mais aussi préserver un corridor écologique. La zone haute quant à elle aura la possibilité de recevoir quelques équipements légers de type terrain de sports par exemple ainsi que des arbres afin de créer un cadre agréable[18]. Bien sûr, comme précédemment, il sera important de prévoir un système d'alerte sur place qui se déclenchera dès l'alerte orange afin de faire évacuer les personnes et ainsi d'éviter toute mise en danger.

[16] Voir son emplacement sur le plan de situation en Annexe 1

[17] Voir les coupes en annexe 5

[18] Voir plan de masse en annexe 4

Figure 9: Plan de la base nature de Fréjus

Les aménagements cités si dessus ne sont réalisables qu'à moyen terme ; il faut donc prévoir des mesures applicables tout de suite.
Comme indiqué plus haut, dans le PAPI d'intention, l'action 32 concernant la traversée de Draguignan/Trans-en-Provence va entrer en phase d'avant-projet. Le scénario retenu est celui d'une protection contre les évènements de temps de retour de 30 ans. Les travaux engagés sont essentiellement l'élimination de certains points noirs hydrauliques en élargissant certaines parties du cours d'eau et en redimensionnant certains ouvrages d'art. Ce projet augmentant le débit prit en charge par la Nartuby, il a été prévu l'aménagement d'une plaine d'inondation en aval en compensation[19].

En parallèle, il serait intéressant de poursuivre les diagnostics de vulnérabilité afin que l'intégralité des entreprises de notre zone d'étude puisse en bénéficier. Cette démarche a été, pour l'instant, limitée aux PME dans le PAPI d'intention. Il faudrait l'étendre à toutes les entreprises, soit dans le cadre du PAPI, soit, si ce n'est pas possible, via la CAD dans le cadre de la compétence « développement économique ». Cela permettrait d'inciter les entreprises à entreprendre des travaux pour réduire leur vulnérabilité, à mettre en place les aménagements obligatoires prescrits par le nouveau PPRI et donc à tendre vers plus de résilience. Parallèlement, une démarche auprès des assurances pourrait être menée pour que les entreprises, qui acceptent de faire les travaux prescrits par le diagnostic, voient leur prix de leur police d'assurance baisser.

[19] EGIS EAU (2013) Aménagement de la Nartuby dans la traversée de Draguignan-Trans en Provence : Etudes préliminaires et Analyse Coût Bénéfice, Syndicat Intercommunal d'Aménagement de la Nartuby, 139 pages

La zone d'étude possède plusieurs concessions automobiles, lors des inondations les stocks de voitures ont causé des embâcles ce qui peut s'avérer très dangereux pour les personnes. Pour y remédier, une mesure simple serait la mise en place d'un parking commun pour toutes les concessions, en dehors de la zone inondable, afin qu'elles y stockent un maximum de véhicules. Une mesure similaire a été mise en place à Cahors et a permis de réduire le stock de véhicules en zone inondable de 30% [20].

III.2 Dimensionnement des bassins

III.2.1 Modélisation hydraulique

Afin de quantifier l'impact des nouveaux aménagements proposés dans cette partie, une modélisation hydraulique 1D en régime permanent a été mise en place via le logiciel Hec-RAS.

Les données utilisées sont celles de l'étude préliminaire de la traversée de Draguignan/Trans-en-Provence du PAPI d'intention :

- Des profils du lit mineur réalisés par levés topographiques.
- Un MNT LIDAR du lit majeur avec un pas de 1m et une précision altimétrique de 20cm
- Le levé topographique des ouvrages hydrauliques
- Hydrogramme de la crue de Juin 2010
- Les fiches de plus hautes eaux

Au final, la modélisation hydraulique comprend 56 profils et 8 ouvrages hydrauliques. Les conditions limites ont été fixées par des hauteurs d'eau grâce aux fiches de plus hautes eaux. L'objectif était de s'approcher le plus possible de la modélisation réalisée pour le PPRI afin de tester les aménagements qui vont être proposés par la suite.
Pour ce faire nous avons comparé nos résultats avec les fiches de plus hautes eaux. Les écarts, allant jusqu'à 10% de la hauteur d'eau, s'explique par la précision des données utilisées mais aussi par le fait que le logiciel modélise une surface uniforme moyenne. Hors dans la réalité, la vitesse de l'eau crée des vagues qui augmentent la hauteur d'eau. De plus, lors de la crue, le lit de la rivière a, sans nul doute, été abaissé par le transport de matériaux. Cela peut aussi expliquer certains écarts entre la modélisation et les fiches de plus hautes eaux.
Pour simuler l'écrêtement produit par les aménagements étudiés, nous avons convertie le volume écrêté en débit grâce au hydrogramme de crue puis réintroduit le débit modifié en aval de nos aménagements. C'est une approximation qui nous a permis de contourner les problèmes rencontrés lors de la modélisation en régime transitoire.
Il faut bien préciser qu'il s'agit d'un modèle et donc que celui-ci présente des limites. Par exemple, il considère le lit courant de la rivière alors qu'il peut rapidement changer de morphologie en cas de crue et donc modifier l'impact de celle-ci.

[20] MINISTERE DE L'EGALITE DU TERRITOIRE ET DU LOGEMENT (2013), Atelier national "Territoire économiques" 8 sites projet, 249 pages

Par ailleurs ce modèle est perfectible en plusieurs points. Tout d'abord l'utilisation d'un modèle 2D permettrait d'avoir un meilleur résultat en ce qui concerne la modélisation de la dynamique de crue. Une autre amélioration possible est la prise en compte des apports de la zone d'étude (vallons) afin d'avoir un modèle complet. Enfin, on peut affiner notre modèle en fixant la condition limite en aval grâce à une courbe de tarage.

Nous allons maintenant étudier le dimensionnement des différents ouvrages projetés ainsi que les effets induits par ceux-ci pour des crues de type 2010, centennales (T100) et cinquantennales (T50).

III.2.2 Proposition n°1 : Remblaiement de l'ancienne prison

Comme expliqué précédemment, l'une des hypothèses projetées est le remblaiement des 8 hectares occupé par l'ancienne prison de Draguignan, désaffectée depuis les inondations et dont la démolition doit commencer en juillet. Afin de mettre ce terrain hors d'eau pour une crue de type juin 2010, il est nécessaire de relever la cote du terrain de trois mètres par rapport au niveau actuel. Cela a pour effet de réduire le champ d'expansion de la crue et va donc provoquer une augmentation du niveau d'eau en amont de l'aménagement.

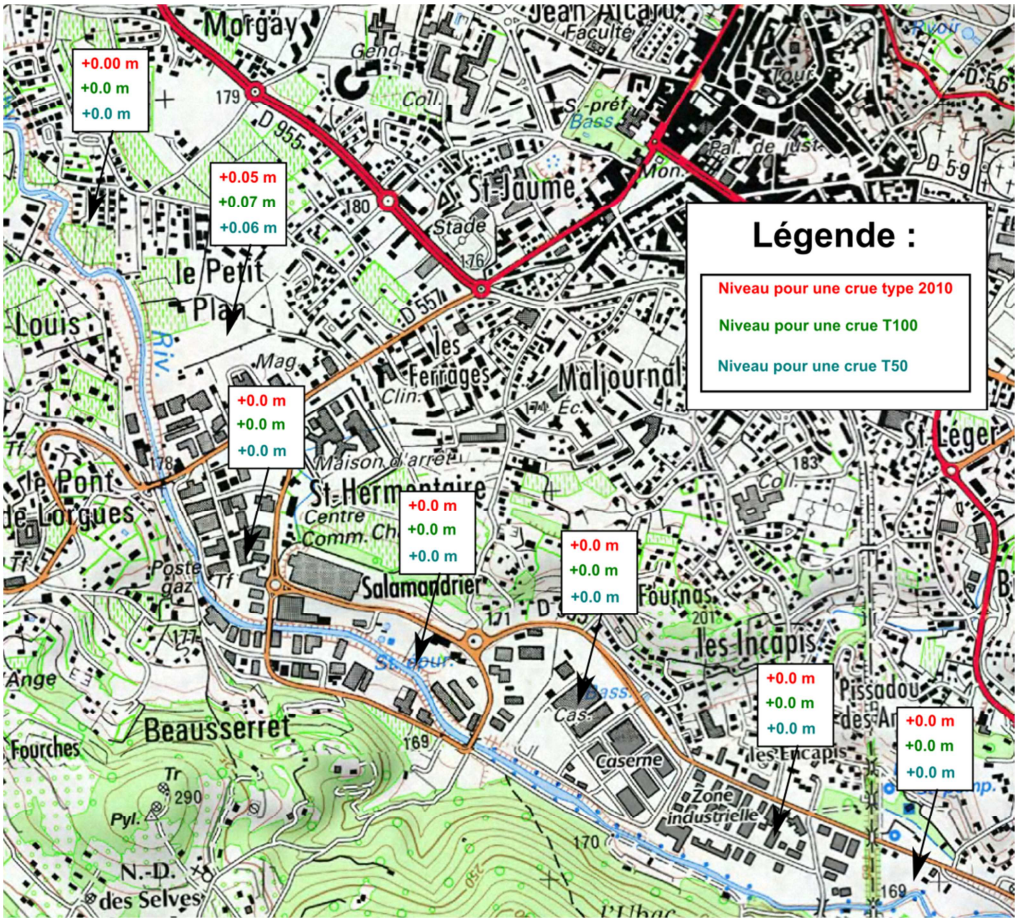


Figure 10 : Effets du remblaiement de la prison sur les hauteurs d'eau

On remarque donc que cet aménagement induit une légère augmentation du niveau des eaux en amont.

III.2.3 Proposition n°2 : Remblaiement de l'ancienne prison, bassin n°1 et n°2

La deuxième proposition consiste en la création des bassins n°1 et n°2 en supplément du remblaiement de la prison [21]. L'important ici va être le positionnement des déversoirs des bassins. En effet, la hauteur à laquelle va être crée le déversoir va déterminer à partir de quel type de crue le bassin va entrer en action et écrêter la crue. Les aménagements prévus par le PAPI d'intention vont avoir pour effet d'éviter tout débordement pour les crues inférieure à 180m^3/s. Il faut donc prendre en charge les crues supérieures à ce débit. Pour ce faire nous avons modélisé une crue de débit de 180m^3/s dans notre modèle pour déterminer la hauteur d'eau au niveau de nos bassins et donc établir la hauteur des déversoirs. Nous avons rajouté une marge d'erreur de 10% sur la hauteur d'eau pour prendre en compte les éventuelles erreurs de la modélisation. Nous obtenons une côte NGF de 177 mètres pour le bassin 1 et de 175 mètres pour le bassin 2.
Nous avons ensuite simulé l'action des bassins, en convertissant le volume écrêté en débit pour les différents types de crues et nous obtenons les résultats suivants en ce qui concerne les hauteurs d'eau.

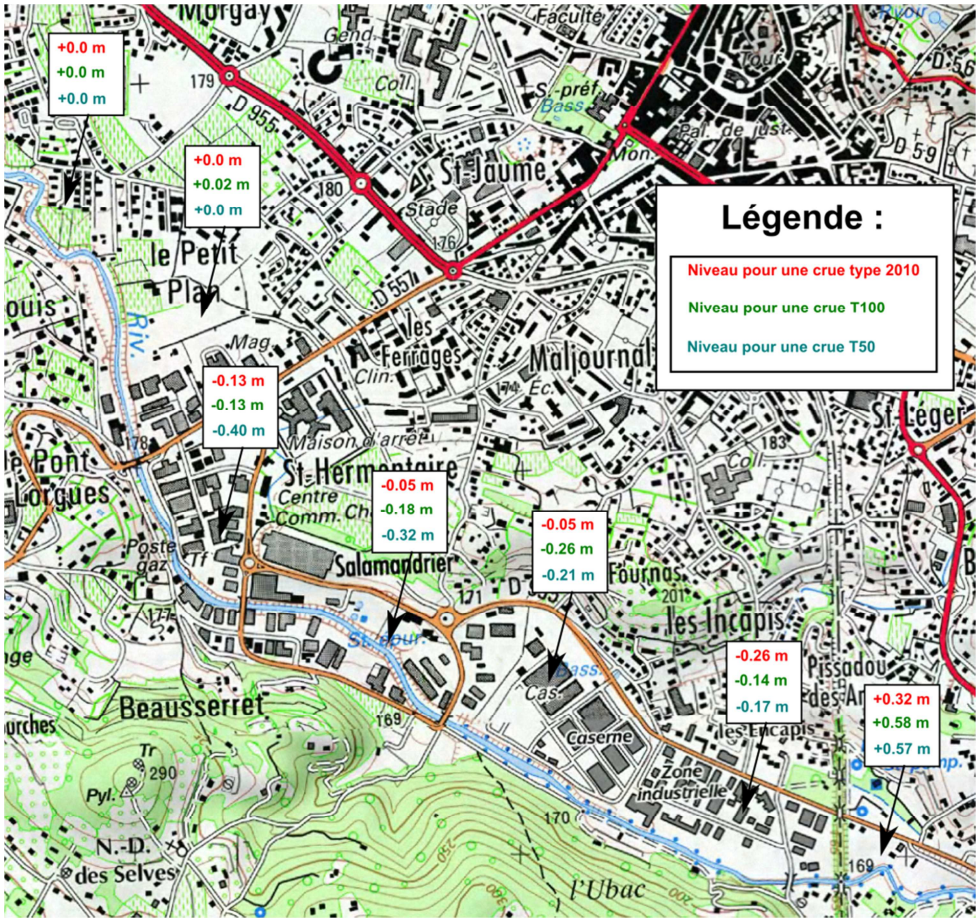


Figure 11 : Effets des bassins et du remblaiement sur les hauteurs d'eau

On voit donc un impact positif sur la partie aval de la zone industrielle avec diminution de la hauteur d'eau allant jusqu'à 30 centimètres. A noter cependant une augmentation importante de la hauteur d'eau en aval du pont ferroviaire qui devra être prise en compte.

[21] Voir plan de situation en Annexe 1

III.2.4 Proposition n°3 : Remblaiement de l'ancienne prison et zone d'expansion de crue

Enfin la dernière hypothèse consiste en la création d'une zone d'expansion des crues [22]. L'objectif ici est de laisser un espace à l'eau pour déborder sans causer de dommage important ni mettre en danger les personnes. Afin d'optimiser cette zone d'expansion des crues nous allons utiliser le concept de ralentissement dynamique via un ouvrage de mobilisation de champs d'expansions des crues. Le concept de ralentissement dynamique a pour but de ralentir l'écoulement des eaux afin de retarder leur arrivée et de réduire le débit de pointe de la crue. Pour ce faire nous allons mobiliser notre champ d'expansion de crue via des ouvrages de mobilisation. Sans modifier le lit mineur on aménage un rétrécissement de la section du cours d'eau grâce à des remblais barrant une partie de lit majeur, de part et d'autre du cours d'eau [23].

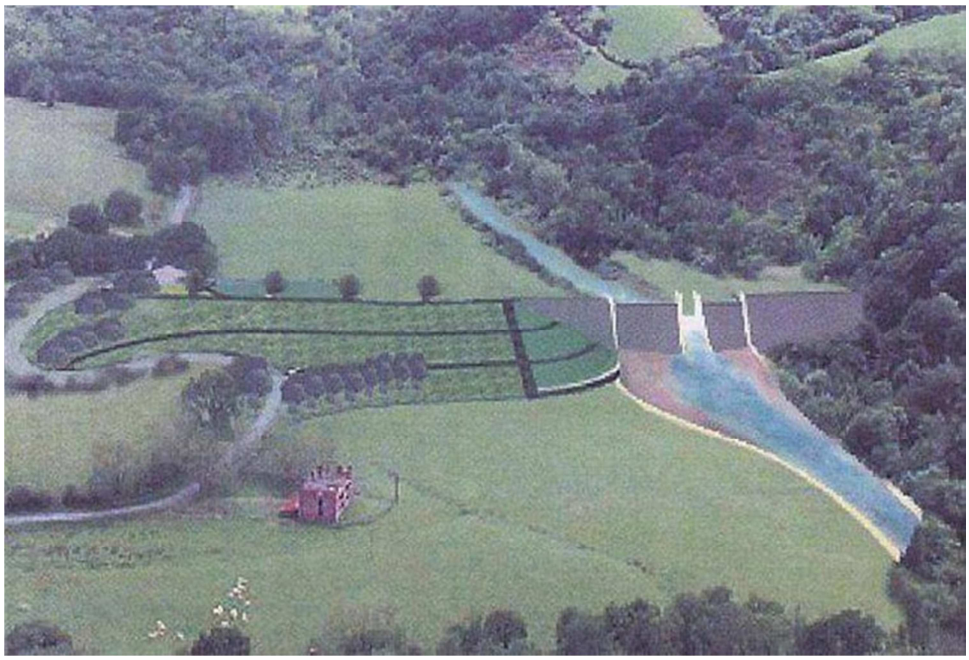


Figure 12 : Exemple d'ouvrage de mobilisation à Quimper

Les franchissements routiers peuvent facilement jouer ce rôle. Ici nous allons utiliser le nouveau pont de Lorgues comme support d'un premier remblai. Un deuxième remblai sera construit au pont le plus aval de notre champ d'expansion des crues. La taille d'ouverture du remblai va déterminer le degré de mobilisation du lit majeur à savoir la hauteur d'eau. Il est donc essentiel de bien dimensionner cette ouverture afin de ne pas obtenir une hauteur d'eau trop grande et d'aggraver l'inondation en amont. L'ouverture du remblai au niveau de pont de Lorgues est de 120 mètres et celle de remblai en aval est de 50 mètres. Il est important que la hauteur de ces ouvrages soit supérieure à la côte de référence pour éviter qu'ils soient submergés et perdent toute efficacité. Enfin un contrôle via des auscultations et un entretien fréquent sont nécessaire pour ce type d'ouvrage afin d'éviter toute défaillance.

[22] Voir plan de situation en Annexe 1

[23] Ministère de l'Écologie et du Développement Durable (2004), Le ralentissement dynamique pour la prévention des inondations, 131 pages

Nous avons ensuite calculé les volumes d'eau retenus puis appliqué la même méthodologie que pour les bassins afin de simuler la prise en charge de ces ouvrages. Après modélisation, on obtient les résultats suivants :

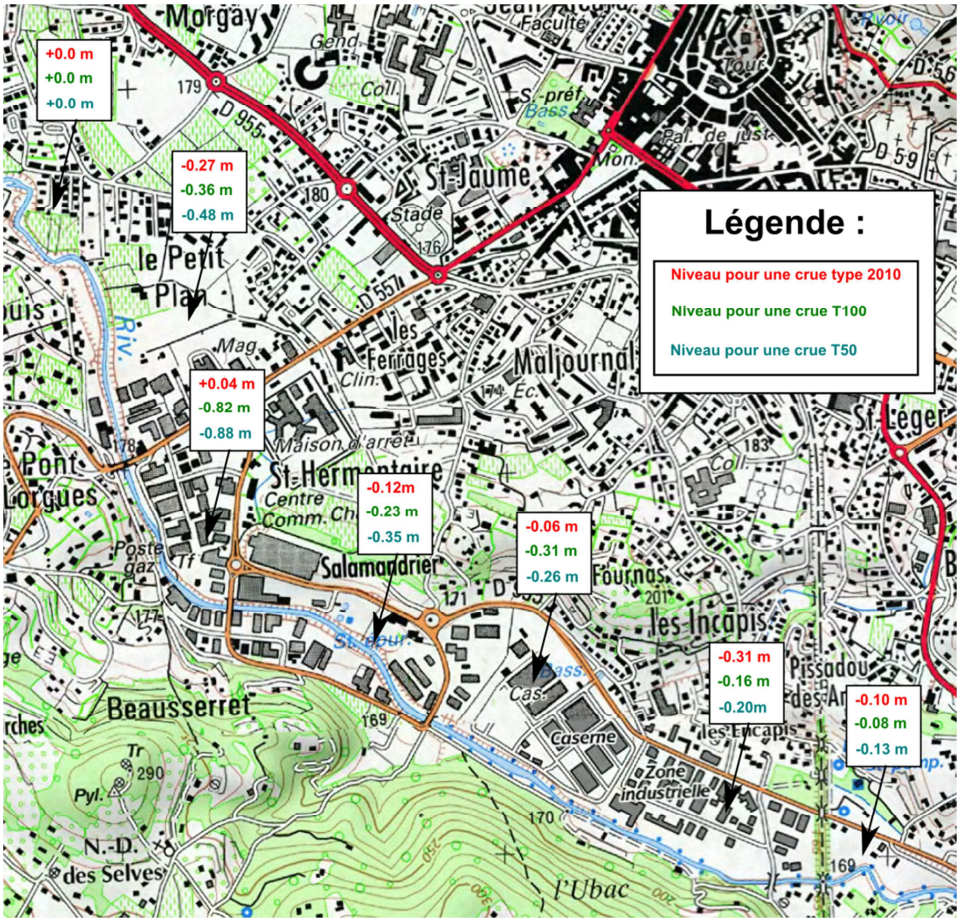


Figure 14 : Impact de la zone d'expansion des crues

On voit donc que l'impact est globalement positif avec de forte diminution des hauteurs d'eau pour les crues centennales et cinquantennales sur la zone d'étude et une diminution pouvant aller jusqu'à environ 30 centimètre en aval. On note aussi que l'impact est positif après le pont ferroviaire contrairement au cas précédent.

Voici un tableau récapitulatif des résultats obtenus. Les zones correspondent à celles des cartes d'impact, numérotés de gauche à droite (de l'amont vers l'aval).

Tableau n°5 : Récapitulatif des résultats

Zone	Type de crue	Proposition n°1	Proposition n°2	Proposition n°3
1	T50	0.00 m	0.00 m	0.00 m
	T100	0.00 m	0.00 m	0.00 m
	« Type 2010 »	0.00 m	0.00 m	0.00 m
2	T50	+0.06 m	0.00 m	-0.48 m
	T100	+0.07 m	+0.02 m	-0.36 m
	« Type 2010 »	+0.05 m	0.00 m	-0.27 m
3	T50	0.00 m	-0.13 m	-0.88 m
	T100	0.00 m	-0.13 m	-0.82 m
	« Type 2010 »	0.00 m	-0.40 m	+0.04 m
4	T50	0.00 m	-0.32 m	-0.35 m
	T100	0.00 m	-0.18 m	-0.23 m
	« Type 2010 »	0.00 m	-0.05 m	-0.12 m
5	T50	0.00 m	-0.21 m	-0.26 m
	T100	0.00 m	-0.26 m	-0.31 m
	« Type 2010 »	0.00 m	-0.05 m	-0.06 m
6	T50	0.00 m	-0.17 m	-0.20 m
	T100	0.00 m	-0.14 m	-0.16 m
	« Type 2010 »	0.00 m	-0.26 m	-0.31 m
7	T50	0.00 m	+0.57 m	-0.12 m
	T100	0.00 m	+0.58 m	-0.08 m
	« Type 2010 »	0.00 m	+0.32 m	-0.10 m

III.3 Évaluation du coût des aménagements et des contraintes de mise en œuvre

III.3.1 Évaluation du coût des aménagements

Avant de pouvoir effectuer une analyse coût-bénéfice, il faut tout d'abord estimer le coût des différents aménagements proposés. Ces estimations se feront hors acquisition foncière et éventuel surcoût de démolition due à l'amiante. Le coût de la destruction de la prison ne sera pas pris en compte car financé intégralement par l'État. Enfin ce sont des coûts hors taxe qui seront annoncés dans cette partie.
Afin de faire ces estimations, nous avons utilisé plusieurs sources comme celle des professionnels[24] mais aussi à partir d'aménagements déjà réalisés comme par exemple dans le Gard [25].

[24] Sources : Entreprise PolyVert (http://polyvert.u-strasbg.fr), http://www.prix-construction.info

[25] Via le site de l'observatoire du risque inondation du Gard : http://www.noe.gard.fr

Nous avons retenus les coûts suivants :

- Excavation de terres : 5.5€/m^3
- Réalisation de terre-plein : 17.5€/m^3
- Démolition de revêtement : 5.5€/m²
- Démolition de bâtiment : 50 000€/u
- Réalisation d'un pont routier : 1500 €/m²
- Déversoir : 50 000€/u
- Ouvrages de ralentissement : 3€/m^3 retenus

Nous avons donc pour le bassin n°1 :

Tableau n°6 : Coût estimé du bassin n°1

Travaux	Quantité	Prix unitaire	Prix (€)
Excavation de terres	100 000	5.5€/ m^3	550 000
Démolition de bâtiments	1	50 000€/u	50 000
Déversoir	1	50 000€/u	50 000
Total			**650 000**

Pour le bassin n°2 :

Tableau n°7 : Coût estimé du bassin n°2

Travaux	Quantité	Prix unitaire	Prix (€)
Excavation de terres	160 000	5.5€/ m^3	880 000
Démolition de bâtiments	26	50 000€/u	1 300 000
Démolition de revêtement	80 000	5.5€/m²	440 000
Déversoir	1	50 000€/u	50 000
Total			**2 670 000**

Pour la zone d'expansion des crues :

Tableau 8 : Coût estimé de la zone d'expansion des crues

Travaux	Quantité	Prix unitaire	Prix (€)
Excavation de terres	260 000	5.5€/ m^3	1 430 000
Démolition de bâtiments	44	50 000€/u	2 200 000
Démolition de revêtement	80 000	5.5€/m²	440 000
Réalisation d'un pont routier	4 500	1500 €/m²	6 750 000
Ouvrages de ralentissement	330 000	3€/m^3 retenus	990 000
Total			**11 810 000**

Enfin le coût du remblayage du terrain de la prison est d'environ **4 375 000 €** si toute la terre est fournie par la réalisation de bassin (cas du bassin n°3)**.** Sinon il faut rajouter un surcoût de 15€/m^3.

Nous avons donc pour la proposition n°1, qui comprend le remblayage du terrain de la prison, un coût total estimé à **4 375 000 €**.

Le coût de la proposition n°2, composée des bassins n°1 et n°2 ainsi que le remblayage de site de la prison, est estimé à **7 695 000 €.**

Enfin la proposition n°3, qui comprend la zone d'expansion des crues et le remblayage du terrain de la prison, est évaluée à **16 185 000 €**.

III.3.2 Les contraintes de mise en œuvre

Il est important de noter que toutes nos propositions rentrent dans le cadre de la Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques (LEMA) du 30 décembre 2006. En effet, comme l'indique la nomenclature définie par l'article R214-1 du code de l'environnement, les installations, ouvrages, remblais dans le lit majeur d'un cours d'eau d'une surface soustraire supérieure ou égale à 10 000 m² (comme c'est le cas ici) sont soumis à autorisation.

Le principe de cette loi pour les remblais est que le projet s'approche le plus possible d'un équilibre entre volume remblayé et volume déblayé. Cela semble donc compromettre la solution du remblaiement seul. Par contre les deux autres propositions entrent parfaitement dans ce principe.

Ce type d'aménagement est soumis à étude d'impact comme le précise l'article R112-2 du code de l'environnement. Cet étude sera le principal document de la demande d'autorisation et devra notamment comporter :

- Une description du projet comportant des informations relatives à sa conception et à ses dimensions
- Une analyse de l'état initial de la zone et des milieux susceptibles d'être affectés par le projet
- Une analyse des effets négatifs et positifs, directs et indirects, temporaires (y compris pendant la phase des travaux) et permanents, à court, moyen et long terme, du projet sur l'environnement
- Les mesures prévues par le maître de l'ouvrage pour éviter les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine et réduire les effets n'ayant pu être évités. Les mesures prévues pour compenser, lorsque cela est possible, les effets négatifs notables du projet qui n'ont pu être ni évités ni suffisamment réduits

Cette demande d'autorisation n'est donc pas anodine. Les études demandées sont longues à réaliser et peuvent entrainer un surcoût non négligeable pour le projet. Le coût estimé d'une étude d'impact peut aller de 30 000€ pour la première proposition à 100 000 € pour la troisième.

Conclusion et perspectives

On voit que l'inondation des 15 et 16 juin 2010 a engendré une évolution, à la fois réglementaire via les documents de préventions et de gestions du risque, mais aussi en termes opérationnel avec la mise en place du PAPI.
Cette étude va permettre à la communauté d'agglomération dracénoise de mieux appréhender les enjeux liés au risque d'inondation et va servir de base de réflexion sur les aménagements envisagés. Ces aménagements ont pour avantages d'être de vrais projets d'urbanisme qui intègrent la problématique du risque d'inondation. Ils peuvent permettre de redynamiser cette zone sinistrée et de lui redonner une place dans la ville. Cependant il est important de signaler les limites des résultats obtenus.

Les limites de la modélisation

Comme précisé plus haut, le modèle hydraulique est un modèle 1D en régime permanent.

Cela nous a permis d'obtenir une première modélisation et de quantifier les effets des aménagements retenus. Pour mettre en œuvre ces projets, il sera important de mettre en place un modèle 2D afin d'avoir une vision plus précise des zones inondées et des hauteurs d'eau. Il sera indispensable que ce nouveau modèle soit réalisé en régime transitoire afin d'intégrer pleinement au modèle les zones de stockage induites par le projet et de mieux évaluer leurs effets.

Afin de prendre en compte l'intégralité de l'évènement, il sera nécessaire d'intégrer les ruissellements des vallons ainsi que les changements induits par le schéma directeur pluvial de Draguignan et les aménagements de la Nartuby prévus par le PAPI.

Enfin il faudra aussi étudier la possibilité d'une crue supérieure à celle de juin 2010 et déterminer la réaction des aménagements dans ce cas notamment pour les ouvrages de mobilisation du lit majeur pour éviter une rupture.

Travailler sur l'information et la résilience

Il faut veiller à ne pas avoir une démarche de « tout protection ». Suite à un tel évènement, la population demande une évolution et la réponse la plus facile et la plus visible sont les aménagements de protection. Hors cette démarche peut faire plus de mal de que bien. Suite aux travaux de protection, le temps de retour entre deux inondations va augmenter et peut entrainer une phase d'oubli. C'est encore plus vrai pour la Nartuby ou les crues sont rares. Cette phase d'oubli peut entrainer un relâchement qui serait dévastateur en cas de nouvelle crue importante.

Il est donc important que la population n'oublie pas que certaines zones restent inondables et il faut donc continuer la politique d'information qui a été mise en place et la pérenniser. Cette politique peut passer par l'éducation des enfants dès le primaire et se poursuivre jusqu'au secondaire en intégrant cette problématique dans les cours de Science et vie de la terre par exemple.

Elle peut aussi passer par la communication à grande échelle et régulière des Documents d'Information Communal sur les Risques Majeurs (DICRIM) ou le développement d'une plateforme internet liée au risque en dracénie ou le développement d'un SIG en ligne.

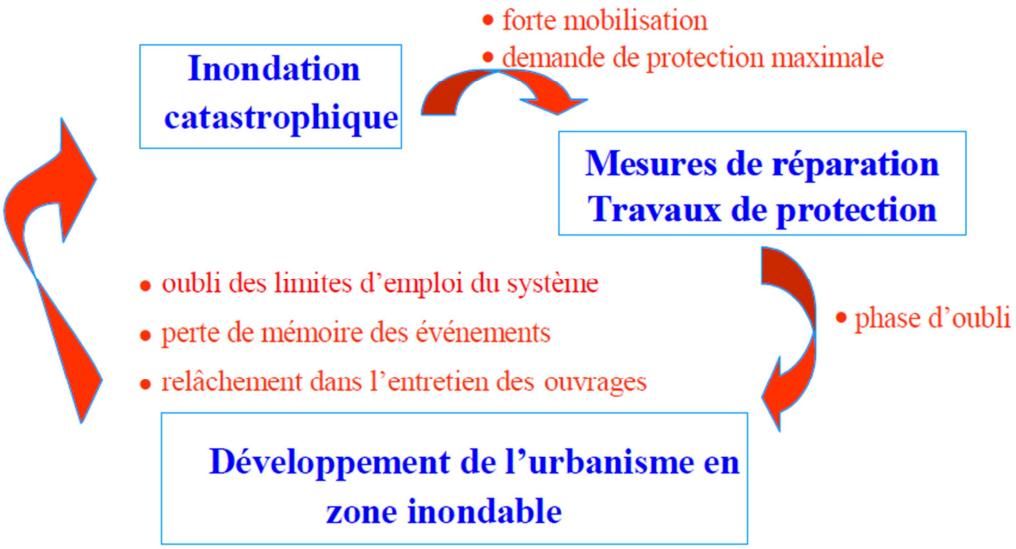


Figure 15 : Gestion à moyen terme du risque d'inondation

Enfin il faut poursuivre les efforts en matière de résilience qui ont été introduit à la fois par le PPRI et le PAPI. Cela passe par la poursuite des diagnostics de vulnérabilité dans le cadre du PAPI mais aussi je pense par une politique d'incitation à réaliser ces diagnostics et les travaux qu'ils préconisent. Cette politique pourra être introduite dans le cadre du PAPI pour profiter du financement de l'Etat ou bien être portée directement par la communauté d'agglomération.

Draguignan et sa communauté d'agglomération sont à un tournant en matière de gestion du risque d'inondation. L'évolution impulsée par la crue de juin 2010 va dans la bonne direction et il est important de maintenir ce cap et de pérenniser les différentes actions entreprises dans le temps.

Bibliographie

ARTELIA (2014), Mise en place et rétablissement d'aménagements hydrauliques sur la haute et basse Nartuby, 24 pages

CEPRI(2008), Le Maire face au risque d'inondation, agir en l'absence de PPRI, 29 pages

COLLOMBAT.P-Y (2012) Rapport d'information fait au nom de la mission commune d'information sur les inondations qui se sont produites dans le Var, et plus largement, dans le sud-est de la France au mois de novembre 2011, Sénat, 388 pages

COUR DES COMPTES (2012) Les enseignements des inondations de 2010 sur le littoral atlantique (Xynthia) et dans le Var, 299 pages

DÉGARDIN.F et GAIDE .P-A (1999) Valoriser les zones inondables dans l'aménagement urbain : repères pour une nouvelle démarche, CERTU, 236 pages

DREAL PACA (2013), Directive Inondations Bassin Rhône-Méditerranée : Territoire à Risque Important d'inondation (TRI) de l'Est Var Rapport explicatif, 41 pages

EGIS EAU (2013) Aménagement de la Nartuby dans la traversée de Draguignan-Trans en Provence : Etudes préliminaires et Analyse Coût Bénéfice, Syndicat Intercommunal d'Aménagement de la Nartuby, 139 pages

GAYRARD.P-J, PELISSIER.J et DECUQ.E (2012), Inondations catastrophiques à Draguignan (Var), en Dracénie et dans le bassin versant de l'Argens, le 15 juin 2010, un rappel du passé, Société d'études scientifiques et archéologiques de Draguignan et du Var, 20 pages

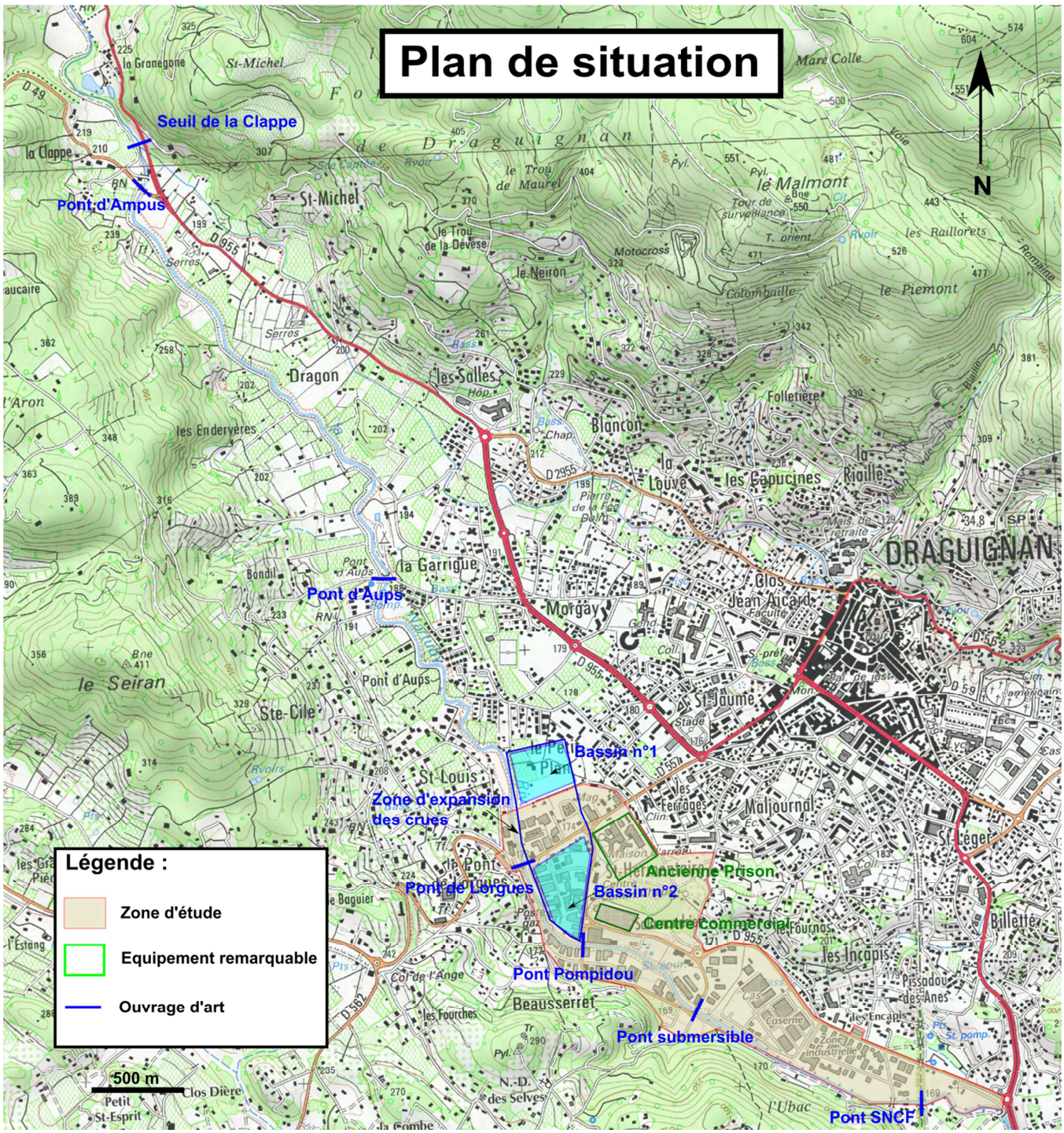
Ministère de l'Écologie et du Développement Durable (2004), Le ralentissement dynamique pour la prévention des inondations, 131 pages

MINISTERE DE L'EGALITE DU TERRITOIRE ET DU LOGEMENT (2013), Atelier national "Territoire économiques" 8 sites projet, 249 pages

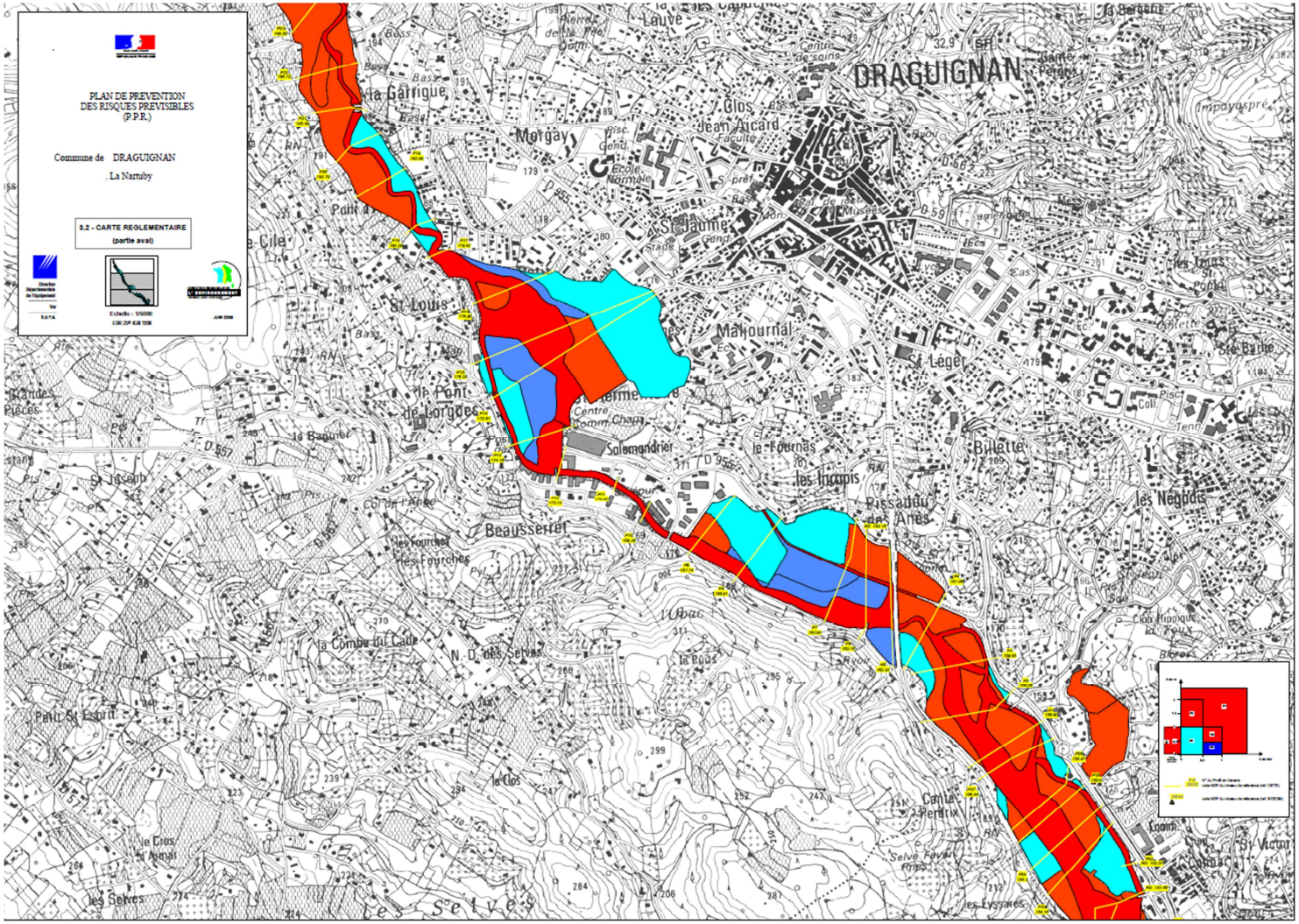
Table des annexes

Annexe 1 Plan de situation 49
Annexe 2 Carte règlementaire du PPRI de 2005 50
Annexe 3 Carte réglementaire du PPRI de 2014 51
Annexe 4 Esquisse du projet de zone d'expansion des crues 53
Annexe 5 Coupes de la zone d'expansion des crues 53
Annexe 6 Poster scientifique 53

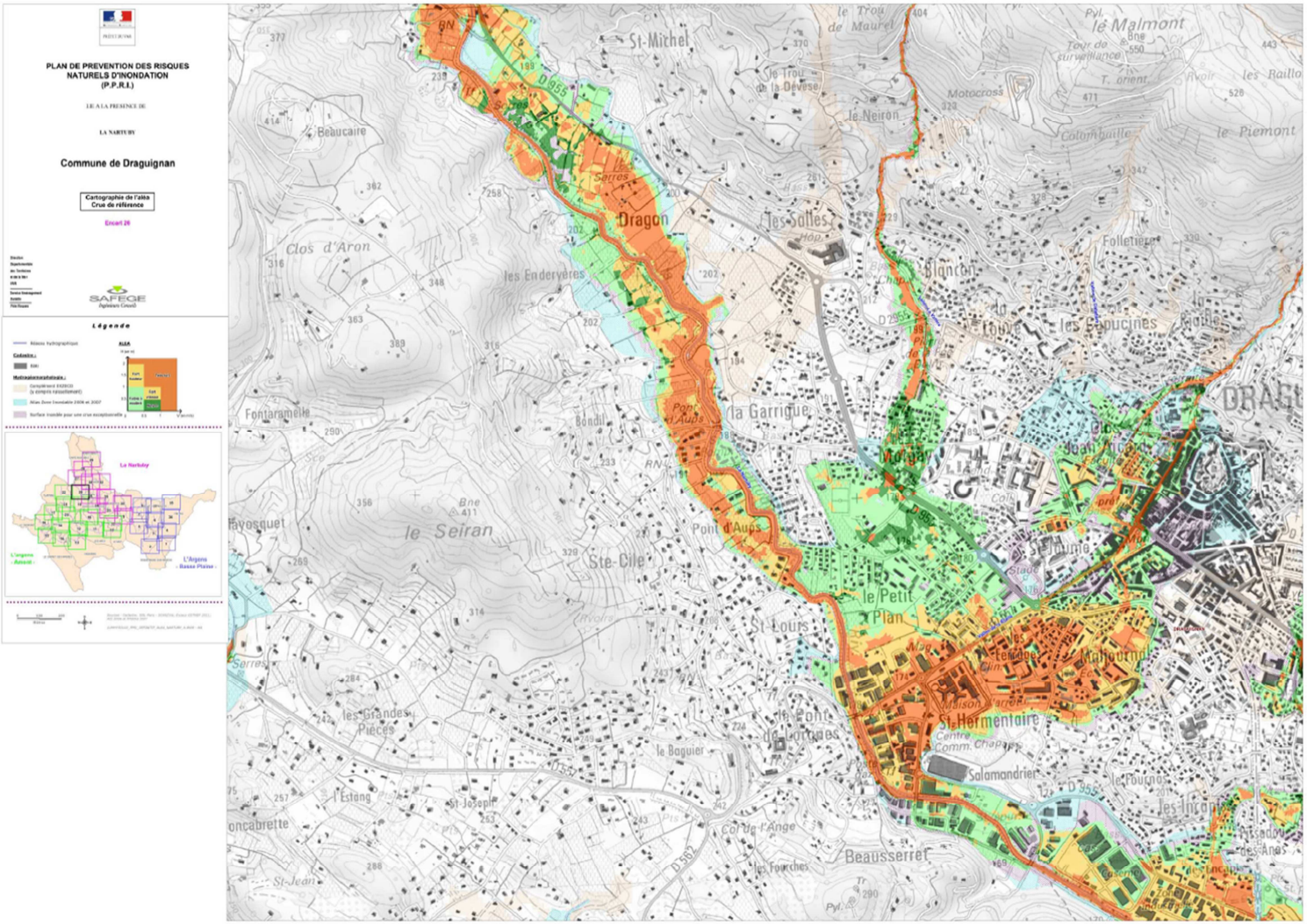
Annexe 1
Plan de situation



Annexe 2
Carte règlementaire du PPRI de 2005

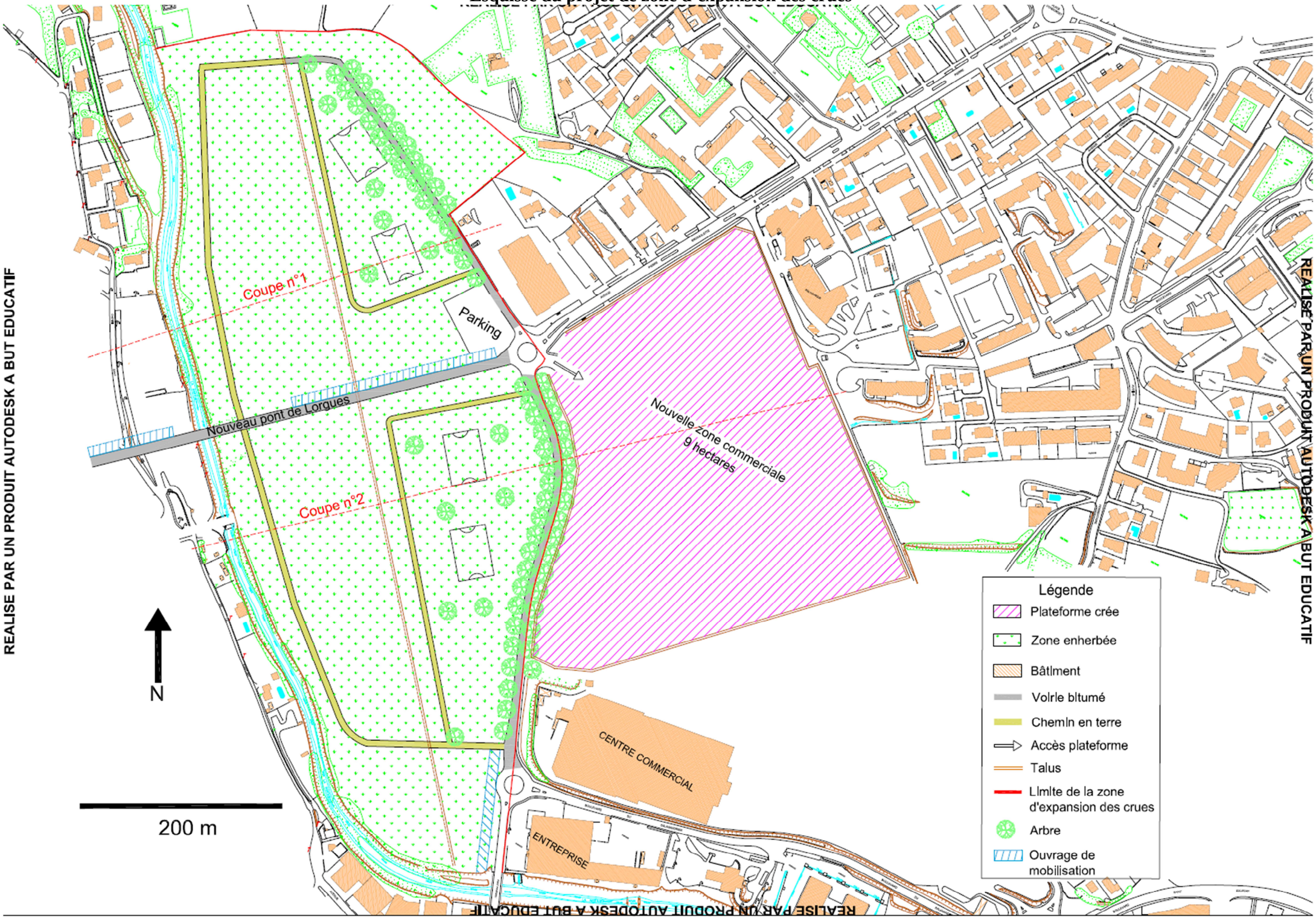


Annexe 3
Carte réglementaire du PPRI de 2014

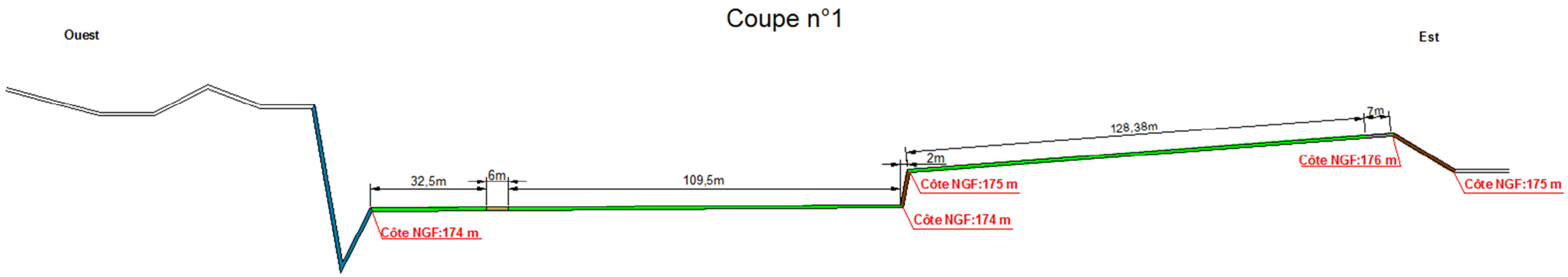


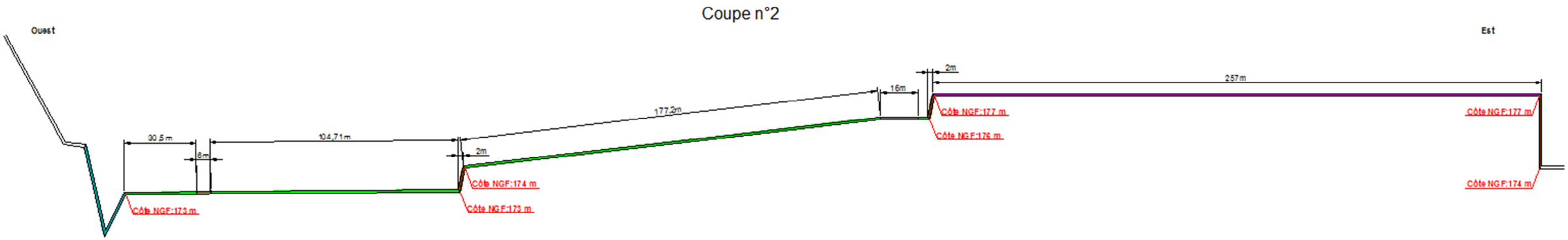
Annexe 4

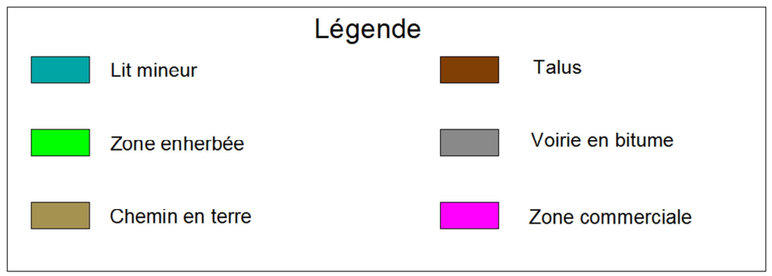
Esquisse du projet de zone d'expansion des crues



Annexe 5
Coupes de la zone d'expansion des crues







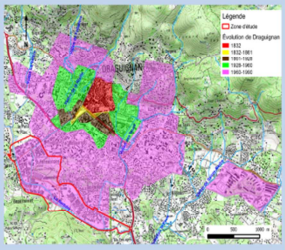
Gestion et aménagement de zones d'activités classées en aléa fort par le PPRI sur la commune de Draguignan

Armand CAREL 08/07/2014

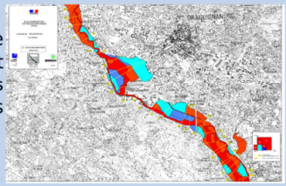
Les inondations des 15 et 16 juin 2010 ont été un choc pour tout les habitants de la communauté d'agglomération dracénoise. La ville de Draguignan a payé le plus lourd tribut avec 10 décès. Une évolution était nécessaire. Les inquiétudes se portent sur les zones d'activités jouxant la Nartuby et qui sont classées en zone rouge par le PPRI.

Apprendre du passé ...

- En étudiant des textes anciens, on peut voir qu'une inondation similaire à celle de juin 2010 avait déjà eu lieu sur la commune de Draguignan en 1827.
- On peut faire un lien entre l'évolution de la ville et les dégâts subis en cas d'inondations.
- Le premier Plan de Prévention des Risques d'Inondation (PPRI) pour la commune de Draguignan a été approuvé en 2005.
- Celui-ci été basé sur une crue centennale de débit 245m^3/s et ne prennait pas en compte les ruisselements.
- Le règlement du PPRI concernait essentiellement les nouvelles constructions et comportait très peu de mesures pour les bâtiments exitants.



Evolution de la ville de Draguignan

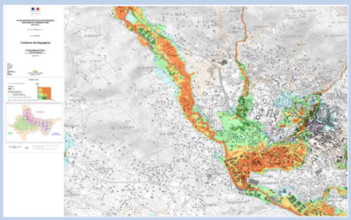


Carte règlementaire du PPRI de 2005

Conclusion : Ce PPRI est arrivé trop tard pour éviter le drame.

... pour mieux réussir l'avenir

- En mars 2012, un PPRI "anticipé" est approuvé par le préfet afin de tenir compte des évènements de 2010 en attendant une révision complète du PPRI.
- La nouvelle mouture du PPRI de Draguignan a été approuvée le 10 février 2014. L'évènement de référence est la crue de juin 2010 avec un débit de 500m^3/s et celui-ci tient compte du ruissellèment des différents vallons.
- La suface en zone rouge passe de 205 hectares en 2005 à 328 hectares en 2014. De plus, le règlement de 2014 inclue des mesures pour les constructions existantes ainsi qu'un délai pour les mettre en oeuvre.
- On a vu aussi une évolution des documents de gestion de crises. Le Plan Communal de Sauvegarde (PCS) a été mis à jour pour inclure le risque d'inondation. Il inclue notamment une amélioration du système d'alerte (appels automitisés, SMS). On observe également le création d'un Plan Intercommunal de Sauvegarde (PICS) afin de coordonner les moyens de la communauté d'agglomérations



Carte règlementaire du PPRI de 2014

Une réponse organisée à l'echelle de bassin versant :

- La réponse opérationelle est organisée par le Programme d'Action de Prévention contre les inondations (PAPI). Cette démarche se décompose en deux étapes : un PAPI d'intention entre 2013 et 2014 pour effectuer un diagnostique complet et un PAPI complet d'ici 2015.
- Les actions définies par le PAPI d'intention sont en cours de réalisation. Elles vont du réaménagement de cours d'eau (comme par exemple au niveau de Draguignan) aux diagnostiques de vulnérabilité des entreprises et des exploitations agricoles en passant par la sensibilisation et l'informations du public et des élus.
- Enfin d'autres aménagements sont envisagés et en particulier la mise en place de zones de rétentions d'eau ainsi que la surélévation de l'actuel terrain de la prison afin de le mettre hors d'eau et de le rendre de nouveau

Plan de situation

- Le remblaiement du terrain de la prison permettrait de délocaliser une partie de la zone d'activité dans une zone non inondable. Cet aménagement à un faible impact négatif en amont (entre 5 et 7 cm). Cependant cet aménagement seul parait peu crédible car incompatible avec la Loi sur l'eau et les milieux aquatiques
- Une deuxième possiblilité serait de mettre en place les bassin n°1 et n°2 en plus du remblaiement. Ces bassins resteraient enherbés et aménagés en espace de loisir. L'impact de cet aménagement est globalement positif avec des hauteurs d'eau en baisse de 5 à 30 cm. On note un augmentation du niveau de l'eau après le pont SNCF.
- Enfin la troisième possibilité serait la création d'une zone d'expansion des crues. Pour l'optimiser,il pourrait être mis en place des ouvrages de mobilisation du lit majeur pour appliqué le concept de ralentissement dynamique. Les résultats sont positifs avec des baisses du niveau d'eau allant de 6 à 35 cm en aval de la zone d'étude.

CONCLUSION:

La ville de Draguignan et sa communauté d'agglomération sont à un tournant en matière de gestion du risque d'inondation. Il font poursuivre dans cette direction et pérenniser les actions introduites par le PPRI et le PAPI. Les aménagements envisagés ont l'avantage d'être de vrais projets d'urbanismes prennant en compte le risque d'inondation. Il faut par contre faire attention à ne pas tomber dans le "tout protection" qui peut avoir des effets néfastes sur le long terme. Il faut en parallèle développer une politique de résilience face aux inondations afin de réduire au maximum leur impact.

Liste des figures

Figure 1 : Situation de la zone d'étude…….14

Figure 2 : Évolution de la ville de Draguignan……16

Figure 3 : Procédure d'élaboration du PPRI (Source : Rapport général du PPRI de 2014)…….19

Figure 4 : Zones définies par la PPRI de 2005 (Source : Rapport général du PPRI de 2005)……20

Figure 5 : Découpage en tronçon de la zone d'étude (Source : Rapport général du PPRI de 2014)……..24

Figure 6 : Comparaison entre les zones rouges de 2005 et de 2014…...……..29

Figure 7 : Bassin de rétention de Sedan (Source : Google Street View)……..34

Figure 8 : Coupe au niveau de la voie Pompidou…….35

Figure 9 : Plan de la base nature de Fréjus (Source : www.basenaturefrejus.fr).....36

Figure 10 : Effets du remblaiement de la prison sur les hauteurs d'eau ……..38

Figure 11 : Effets des bassins et du remblaiement sur les hauteurs d'eau ……..39

Figure 12 : Exemple d'ouvrage de mobilisation à Quimper …….……..40

Figure 13 : Impact de la zone d'expansion des crues…….. …….……..41

Figure 14 : Gestion à moyen terme du risque d'inondation (Source : MEDD (2004), Le ralentissement dynamique pour la prévention des inondations)…….. ……...……..46

Liste des tableaux

Tableau n°1 : Débits retenus par le PPRI de 2005 …….20

Tableau n°2 : Débits retenus par le PPRI de 2014 …….……23

Tableau n°3 : Définition du tronçon de la Nartuby …….……...….25

Tableau n°4 : Débit de référence pour la Nartuby et ses affluents ……..…26

Tableau n°5 : Récapitulatif des résultats……..42

Tableau n°6 : Coût du bassin n°1 ...…….…43

Tableau n°7 : Coût du bassin n°2 ...……..…...43

Tableau n°8 : Coût de la zone d'expansion des crues……..……...…….43

Gestion et aménagement de zones d'activées classées en aléa fort par le PPRI sur la commune de Draguignan

Mémoire d'Ingénieur C.N.A.M., Le Mans 2014

RESUME

Les inondations de juin 2010 ont été un choc pour Draguignan et son agglomération. Cet évènement a amené la communauté d'agglomération à faire un bilan en matière de prévention des inondations. En se plongeant dans le passé, en examinant les inondations antérieures, le développement de la ville et l'évolution de la réglementation concernant la prévention des inondations, on peut déterminer les erreurs du passé pour éviter de les reproduire dans l'avenir.

Suite à ce choc, une évolution était nécessaire. Elle a été tout d'abord réglementaire avec la mise à jour du PPRI et des documents de gestion de crise. Par la suite, une réponse en matière d'aménagement était primordiale. Elle est venue par la création d'un PAPI à l'échelle du bassin versant de l'Argens. Mais en parallèle la communauté d'agglomération souhaite étudier la mise en place de zones de rétention d'eau sur la commune de Draguignan.

Mots clés : Inondation, PPRI, aléa, Hec-RAS, zone inondables, risque, Draguignan, Nartuby.

SUMMARY

In June 2010, floods were a shock for Draguignan and his urban area. This event brought the federation of municipalities to make an assessment in term of prevention of flooding. When you look into the past, studying previous floods, the development of the city and changes in the regulations on flood prevention, we can identify past mistakes to avoid repeating them in the future.

Following this a shock, a change was necessary. First of all, he was regulatory with the update of PPRI and documents of crisis management. Then, an answer in terms of land settlement was essential. She came through the creation of a PAPI on the scale of the Argens catchment. But the federation of municipalities wants to study the implementation of water retention area in Draguignan.

Key words : Flood, PPRI, hazard, Hec-RAS, flood plain, risk, Draguignan, Nartuby.