

UNIVERSITE DE TOURS FRANCOIS RABELAIS

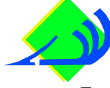
Faculté des Sciences et Techniques



Mémoire pour l'obtention du

Diplôme d'Etudes Supérieures Spécialisées en

INGENIERIE DES HYDROSYSTEMES CONTINENTAUX EN EUROPE



Continental Hydrosystem Engineering in Europe



Enjeux agricoles et ruraux en zone inondable de la Loire dans le Loiret

(La Loire : modèle dans un cadre de recherche Européen)

JEGOU Stéphanie
Année 2005



Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt du Loiret

Cité administrative Coligny

131, rue du Faubourg Bannier

45 042 ORLEANS Cedex 1

Enjeux agricoles et ruraux en zone inondable de la Loire dans le Loiret

Stage effectué du 2 mai au 31 septembre 2005 sous la direction scientifique de Monsieur Benoît GÈNERÉ, chef du Service Eau et Forêt et adjoint au directeur, et Mlle Aurélie VITRY, Ingénieur des Travaux des Eaux et des Forêts.

Photo : Pont canal de Briare sur la Loire en crue

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, Je tiens à remercier M. SCHNÄBELE, directeur départemental de l'Agriculture et de la Forêt du Loiret, pour m'avoir accueillie dans son établissement, ainsi que M. GENERE, adjoint au directeur, chef du Service Eau et Forêt et maître de stage, pour m'avoir permis d'effectuer ce stage très formateur.

Je voudrais ensuite remercier :

- Mlle Aurélie VITRY, Ingénieur des Travaux des Eaux et des Forêts et sous-maître de stage, pour m'avoir encadrée, pour sa disponibilité et pour ses conseils,
- M. Davy LIGER, vétérinaire et chef du Service des Installations Classées à la Direction Départementale des Services Vétérinaires du Loiret (DDSV), pour l'encadrement qu'il m'a apporté ainsi que tous les agents de la DDSV pour leur accueil chaleureux,
- M. Thierry VOILLOT, Technicien Police de l'Eau, pour son appui technique précieux, le temps qu'il m'a accordé et sa gentillesse,
- Mme Claudie SUZANNE, responsable informatique, qui m'a suivie et aidée au cours du stage,
- M. Hervé JOLY Technicien Supérieur du Génie Rural et Mlle Cécile EHLERS Ingénieur des Travaux Ruraux pour leurs nombreux conseils et leur soutien,
- Mme Christine MERCERON, Mme Agnès GUILBON et Mme Nadine BEAUFRERE, secrétaires du Service des Equipements Ruraux, pour m'avoir accueillie dans leur bureau,
- Tous les autres agents de la DDAF avec lesquels j'ai pris contact pendant ma recherche de données, c'est-à-dire quasiment tous.

J'apporte mes remerciements également à tous les interlocuteurs avec lesquels j'ai eu des contacts téléphoniques ou qu'il m'a été donné de rencontrer :

- Les conseillers de la Chambre d'Agriculture et particulièrement M. FORTIN et M. CHARLEUX pour leur gentillesse et les informations qu'ils m'ont transmises,
- Les Maires et secrétaires de mairies des communes sollicitées pendant l'étude,
- Les nombreuses personnes qui m'ont communiqué leur savoir et leurs connaissances sur le sujet.

Enfin, je remercie l'ensemble du personnel du Service Eau et Forêt, du Service des Equipements Ruraux et l'ensemble de la DDAF du Loiret pour leur accueil.

AVANT-PROPOS

I. Présentation globale de la structure d'accueil

La Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt du Loiret (DDAF 45) est une administration sous tutelle des Ministères chargés de l'Agriculture et de l'Ecologie. C'est un service déconcentré ayant une mission de service public. Le Préfet du département a également une autorité fonctionnelle sur la DDAF du Loiret ainsi que sur tous les services de l'Etat dans le département.

La DDAF a pour missions :

- la gestion durable des espaces naturels et l'amélioration de la qualité de l'environnement,
- le développement de l'agriculture et de la forêt et la promotion de leurs fonctions économiques, environnementales et sociales,
- l'aménagement équilibré, la cohésion sociale et la promotion de l'emploi au sein des territoires ruraux.

La DDAF doit appliquer les circulaires ministérielles ainsi que faire prendre et appliquer les arrêtés préfectoraux de sa compétence. Elle a de ce fait des pouvoirs de police importants.

II. Les services

▪ **Le Service Eau et Forêt**

La cellule police de l'eau (8 agents)

Elle a en charge l'application de la législation sur l'eau dans l'objectif de protéger la ressource et les milieux humides. Elle conduit des actions d'instruction de dossiers d'autorisation et de déclaration au titre de la législation sur l'eau. Elle assure également des campagnes de régularisation (bénéfice d'antériorité) des forages d'irrigation et des vidanges d'étangs. Elle gère la gestion des prélèvements en eaux souterraines et en rivières. Enfin, elle donne des avis sur les dossiers d'urbanisme et les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE).

La cellule forêt, chasse, pêche, environnement (7 agents)

Elle a en charge la mise en œuvre de la réglementation forestière dont l'objectif est de pérenniser la forêt, de dynamiser la gestion forestière et de conserver la biodiversité. Elle applique la réglementation relative à la chasse, vise à assurer un équilibre entre la faune, la forêt et les cultures et à protéger les espèces animales menacées. Elle veille également à l'application de la réglementation sur la pêche avec notamment l'instruction des procès

verbaux. Enfin, la gestion de l'environnement dans le département, avec Natura 2000, lui revient également.

- **La Mission Inter Services de l'Eau (MISE) (3 agents)**

Ce service a été créé en 1994 pour mettre en œuvre les applications de la loi sur l'eau de 1992. La MISE a pour rôle principal de coordonner les actions des services de l'Etat intervenant dans les domaines de l'eau. Pour ce faire, elle informe ces services des évolutions nationales et européennes, coordonne les actions de police de l'eau et l'examen des dossiers à problème, définit et actualise la politique départementale de l'eau.

- **Le Service de l'Economie Agricole (SEA)**

La cellule politique agricole commune - orientation et maîtrise des productions (6 agents)

La cellule installation et modernisation de l'agriculture (4 agents)

La cellule environnement-territoire : du contrat d'exploitation (CTE) au contrat d'agriculture durable (CAD) (5 agents)

La cellule aides aux entreprises, mesures conjoncturelles et agriculteurs en difficultés (3 agents)

- **Le Service Aménagement Foncier (3 agents)**

- **Le Service des Equipements Ruraux**

La cellule ingénierie publique pour les collectivités (12 agents)

La cellule délégation de service publique (4 agents)

La cellule en charge de la gestion du FNDAE (2 agents)

La cellule aménagement urbanisme et environnement (5 agents)

- **Le Service Statistique Agricole (4 agents)**

- **Le Service Départemental de l'Inspection du Travail Et de la Politique Sociale Agricole (SDITEPSA) (6 agents)**

- **Le service du Secrétariat Général (6 agents)**

SOMMAIRE

SOMMAIRE	1
RESUME.....	2
SUMMARY	2
GLOSSAIRE	3
INTRODUCTION	4
PARTIE 1 : Connaissance du risque inondation.....	5
<i>I. Le risque inondation en Loire.....</i>	<i>5</i>
<i>II. Actions et réglementation de contrôle des risques (limite d'usages et réduction des effets destructeurs).....</i>	<i>14</i>
<i>III. Autres mesures de prévention, de protection et de sauvegarde</i>	<i>19</i>
<i>IV. Un cadre de recherche européen</i>	<i>22</i>
PARTIE 2 : Matériels et méthodes.....	27
<i>I. Outils utilisés</i>	<i>27</i>
<i>II. Présentation du site d'étude</i>	<i>32</i>
<i>III. Méthode.....</i>	<i>41</i>
PARTIE 3 : Résultats et discussion	50
<i>I. Définition de la vulnérabilité d'une exploitation agricole.....</i>	<i>50</i>
<i>II. Inondabilité des exploitations agricoles dans le val de Loire du Loiret</i>	<i>51</i>
<i>III. Inondabilité des autres enjeux.....</i>	<i>66</i>
<i>IV. mesures à proposer et perspectives d'étude.....</i>	<i>71</i>
CONCLUSION	74
BIBLIOGRAPHIE	75
TABLE DES MATIERES.....	78
LISTE DES FIGURES	81
LISTE DES TABLEAUX	83
ANNEXES	84

RESUME

Dans le cadre de l'actualisation du plan de secours départemental contre les inondations, la DDAF du Loiret se devait, suite à une commande de la cellule de crise de la Préfecture, d'identifier les enjeux agricoles et ruraux situés en zone inondable de la Loire dans le département et relevant de sa compétence. C'est pour répondre à cette demande qu'ont été recensés, à travers mon stage, les enjeux agricoles et ruraux au sein de la zone inondable du département. Ces enjeux ont ensuite été digitalisés sur SIG afin de pouvoir leur appliquer les simulations d'une série de crues issues d'une modélisation hydraulique, à travers des cartes d'extension de crues qui valorisent les résultats du modèle. Cette manipulation a permis de créer des fichiers identifiant précisément les enjeux touchés par différents scénarios d'inondation, traduits en scénarios de crise par la Préfecture pour la gestion de crise. Le principal objectif est de pouvoir communiquer au Maire de chaque commune concernée une liste des enjeux touchés pour le scénario annoncé par le Service d'Annonce de Crue. Une analyse des résultats issus de la prospective sur les exploitations agricoles a permis de dégager des observations préalables à l'élaboration du plan de secours et des perspectives d'étude pour la réduction de la vulnérabilité des enjeux.

Mots clés : enjeux agricoles, ruraux, recensement, cartographie, modélisation hydraulique, scénario d'inondation, gestion de crise.

SUMMARY

Within the framework for the updating of the plan of departmental help against the floods, and following a request for crisis cell of the Prefecture, the DDAF of Loiret had to identify the agricultural and rural issues located in the Loire flood area in the department and concerning its fields of competence. It is to answer to this request that were listed, through my internship, agricultural and rural issues within the Loire flood area of the department. These issues were then digitalized on GIS in order to apply to them simulations of a series of floods resulting from a hydraulic modeling, through maps of expansion of floods which develop the results of the model. This handling made it possible to create files which precisely identify affected issues by various scenarios of flood, translated into crisis scenarios by the Prefecture for the management of crisis. The main objective is to be able to communicate to the Mayor of each town concerned by the floods a list of affected issues by the scenario announced by the Service of Announcement of Flood. An analysis of the outcomes from the prospects on the farms made it possible to release observations prior to the development of the help plan and prospects for studying reduction vulnerability of the issues.

Key words: agricultural and rural issues, census, cartography, hydraulic modeling, scenario of flood, crisis management.

GLOSSAIRE

AELB : Agence de l'Eau Loire-Bretagne

AEP : Alimentation en Eau Potable

BA : Bec d'Allier

BD ALTI® : Base de Données Altimétriques

BRGM : Bureau de Recherches Géologiques et Minières

CA : Chambre d'Agriculture

CARIP : Cellule d'Analyse des Risques et d'Information Préventive

CETMEF : Centre d'Etude Techniques Maritimes et Fluviales

CRISTAL : Centre Régional Informatisé par Système de Télémessures pour l'Aménagement de la Loire

CUMA : Coopérative d'Utilisation de Matériel Agricole

DCS : Dossier Communal Synthétique

DDAF : Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt

DDASS : Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales

DDE : Direction Départementale de l'Équipement

DDRM : Dossier Départemental des Risques Majeurs

DDSV : Direction Départementale des Services Vétérinaires

DICRIM : Document d'Information Communal sur les Risques Majeurs

DIREN : Direction Régionale de l'Environnement

DRIRE : Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche, et de l'Environnement

EPALA : Etablissement Public d'Aménagement de la Loire et de ses Affluents

EPL : Etablissement Public Loire

EPPLGN : Equipe Pluridisciplinaire Plan Loire Grandeur Nature

IGN : Institut Géographique National

MNT : Modèle Numérique de Terrain

MSA : Mutualité Sociale Agricole

ORSIL : Organisation des Secours dans le cas d'une Inondation de la Loire

PAC : Politique Agricole Commune

PC : Poste de Crise

PHEC : Plus Hautes Eaux Connues

PIG : Projet d'Intérêt Général

POS : Plan d'Occupation du Sol

PPRI : Plan de Prévention des Risques d'Inondation

PPS : Plan de Surfaces Submersibles

RDAC : Règlement Départemental d'Annonce des Crues

SAC : Service d'Annonce de Crue

SDIS : Service Départemental d'Incendie et de secours

SIG : Système d'Information Géographique

SIRACED-PC : Service Interministériel Régional des Affaires Civiles et Economiques de Défense et de Protection Civiles

STEP : Station d'Épuration

INTRODUCTION

Dans le contexte actuel d'application des Plans de Prévention des Risques d'Inondation (PPRI), et même si ceux-ci réglementent les nouvelles constructions en zone inondable, il est nécessaire d'être vigilant et d'agir pour la prévention et la protection des enjeux déjà présents en zone inondable, afin de réduire leur vulnérabilité face au risque d'inondation.

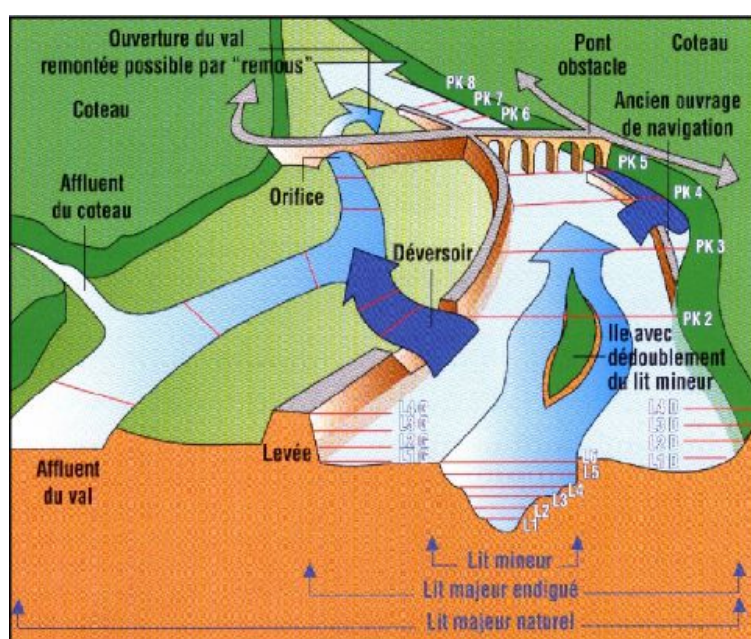
C'est dans ce cadre que la cellule de crise de la Préfecture du Loiret, au sein du Service Interministériel Régional des Affaires Civiles et Economiques de Défense et de Protection Civiles (SIRACED-PC), pilote l'actualisation du plan d'ORganisation des Secours dans le cas d'une Inondation de la Loire (plan ORSIL). Ainsi les différents services de l'Etat dans le département du Loiret ont-ils été sollicités pour identifier les enjeux situés en zone inondable de la Loire dans le département et relevant de leur compétence. C'est dans ce cadre, et au sein de la DDAF 45, que je suis intervenue. Le recensement et la localisation des enjeux agricoles et ruraux sont une première étape de l'étude, l'objectif étant de répondre à la commande de la Préfecture afin d'assurer la première mission d'un plan de secours, l'alerte.

Beaucoup d'efforts ont été engagés pour réduire la vulnérabilité des personnes et des biens face au risque d'inondation, depuis la construction de la première digue jusqu'aux actions actuelles. Une présentation de la connaissance du risque sera faite en première partie du présent rapport. La deuxième partie s'attachera à exposer le matériel utilisé et la méthode suivie pour mener à bien l'étude. Enfin, la troisième partie présentera les résultats obtenus et leur interprétation ainsi qu'une réflexion sur les perspectives d'actions qui pourraient être menées par la suite.

PARTIE 1 : Connaissance du risque inondation

Définition

Une rivière a deux lits : le lit mineur, où les eaux s'écoulent en temps ordinaire, et le lit majeur, qui constitue des zones basses situées de part et d'autre du cours d'eau (Figure 1). Après des pluies fortes ou persistantes, les rivières peuvent déborder et leurs eaux s'écoulent à la fois en lit mineur et en lit majeur. Le lit majeur fait partie intégrante de la rivière. En s'y installant, on s'installe donc dans la rivière même, et on s'expose au risque d'inondation.



Source : MINEA – Hydratec – Abscisses Infographie

Figure 1 : Fonctionnement hydraulique de la Loire endiguée

La crue est une augmentation de la quantité d'eau (débit) qui s'écoule dans la rivière. Débit et hauteur d'eau caractérisent l'importance d'une crue. Le débordement qui en résulte est appelé inondation. Ce phénomène naturel est prévisible dans son intensité, mais il est difficile de connaître le moment où il surviendra.

I. Le risque inondation en Loire

I.1 Le bassin versant de la Loire

Le bassin versant de la Loire (Figure 2) correspond à la surface de l'ensemble des terrains sur lesquels les eaux de pluies s'écoulent pour finir dans le fleuve. Avec ses 117800 km², le bassin versant de la Loire et de ses affluents est le plus grand de France.

Le fleuve prend sa source au Mont Gerbier-de-Jonc (Ardèche, 07), s'étend sur 9 régions administratives, 30 départements et 5600 communes avant de se jeter dans l'océan Atlantique à son embouchure, à Saint-Nazaire (Loire-Atlantique, 44). Longue de 1020 km, la Loire est le cinquième fleuve européen. La situation géographique et la constitution géologique de son bassin font de la Loire le plus irrégulier des grands fleuves de France. Son régime hydrologique est exceptionnel dans un climat tempéré : à des étiages très sévères peuvent succéder des crues exceptionnelles.



Figure 2 : Le bassin versant de la Loire

I.2. Les origines climatiques des crues

I.2.1. Les crues méditerranéennes (ou cévenoles en France)

Les masses d'air chaud provenant de la Méditerranée, et même du Sahara, chargées d'humidité lors de leur trajet maritime, heurtent les chaînes de montagnes en arrosant abondamment le versant méditerranéen et plus particulièrement les Cévennes. Elles engendrent alors des précipitations extrêmes sur la Loire (jusqu'à 600 mm de pluie en 24 heures, soit l'équivalent des pluies annuelles à Orléans) et des crues exceptionnelles, comme celle de septembre 1980 à Brives-Charensac (Haute-Loire, 43). En Loire, elles surviennent généralement à l'automne au moment de l'équinoxe. Elles s'amortissent rapidement au-delà de Roanne et ne provoquent pas d'inondations importantes en Loire

moyenne (section de Loire comprise entre le Bec d'Allier et le Bec de Maine, cf. I.3. ci-après).

I.2.2. Les crues océaniques

Elles se produisent au cours d'une longue période pluvieuse d'influence océanique, sans intensité particulière, mais s'étendant à la quasi totalité du bassin, à l'exception de la partie la plus haute qui appartient au domaine méditerranéen. Elles surviennent en général en saison froide. Dans le cas d'une seule ondée océanique, le risque d'une crue catastrophique se situe surtout dans les sous bassins du Cher, de l'Indre, de la Vienne et de la Maine. Les pointes de crue de ces affluents sont décalées par rapport à celles de la Loire. Elles sont relativement fréquentes mais sans grandes conséquences, sauf si les pluies se répètent à quelques jours d'intervalle. Il y a alors risque de cumul entre les crues des affluents et celles de la Loire. Ainsi surviennent les crues les plus dangereuses de la partie aval de la Loire, telle que celles de décembre 1982 ou de janvier 1910. Dans l'estuaire, la crue est d'autant plus ressentie que le coefficient de marée est fort.

I.2.3. Les crues mixtes

Les crues mixtes sont les plus dangereuses. Elles résultent de la superposition des crues océanique et cévenole, avec une prédominance de l'une ou de l'autre. Elles affectent le cours entier du fleuve, bien que le maximum de dégâts se situe en Loire moyenne. Les grandes crues de 1846, 1856 et 1866 appartiennent à ce groupe. C'est contre ce type de crues qu'ont été mis en place les systèmes de protection (digues, levées...).

I.3. Les paramètres aggravants

L'intensité d'une inondation dépend :

a)- de l'intensité et de la durée des précipitations (cf. origines climatiques ci-dessus).

b)- du degré d'inclinaison de la pente

La forte pente caractérise le fleuve en amont (du Mont Gerbier-de-Jonc à la plaine de Roanne, soit environ 300 km, la Loire passe de 1750 m d'altitude à seulement 300 m). Dans la région Centre, la pente reste forte. A Orléans, le fleuve se trouve encore à près de 90 m d'altitude alors que la Seine à Paris, pratiquement à distance équivalente de son estuaire, n'est qu'à une trentaine de mètres d'altitude.

c)- de la nature du sous-sol

Le substrat cristallin imperméable du Massif Central ne peut absorber les pluies. En amont de leur confluence, la Loire et l'Allier forment deux sous-ensembles cristallins

imperméables similaires, avec de hautes terres granitiques et parfois volcaniques (la Loire des hautes vallées) et de basses terres comprenant le Brivadois, le Bourbonnais, la plaine du Forez et les collines du Morvan.

La Loire moyenne (du bec d'Allier au bec de Maine) est celle des coteaux, terrains perméables. Le fleuve coule sur des masses détritiques, galets vers l'amont, graviers et sables vers l'aval. Le val de Loire est un étroit ruban de prospérité grâce à la présence d'alluvions et sables anciens recouvrant un socle calcaire. La Loire retrouve la nappe de Beauce sur la rive droite et les affluents de la Maine comme modérateurs d'écoulement placés sur des terrains sédimentaires perméables.

d)- des obstacles à l'écoulement

Les obstacles diminuent le débit du cours d'eau en aval, ce qui accentue la crue en amont ; la rupture brutale de ces barrages naturels crée une crue secondaire rapide.

e)- des aménagements

L'aménagement du fleuve avec les levées qui la compriment, en l'empêchant d'évacuer le surplus d'eau dans le lit majeur, accentue la brutalité des crues.

I.4. Les ouvrages de protection

(Source : Etablissement Public Loire, ROY JL)

I.4.1. Les levées (ou digues)

La France compte plusieurs milliers de kilomètres de cours d'eau endigués pour la protection contre les inondations, dont 700 km le long de la Loire et de l'Allier. La plupart des digues sont très anciennes (certaines remontant au Moyen-Age) et de constitution hétérogène, parce que sans cesse rehaussées et élargies depuis leur construction. Elles relèvent, en outre, de statuts divers : levées domaniales (ex : la Loire) ou digues sous la gestion d'associations syndicales, de syndicats intercommunaux ou encore de particuliers.

Ainsi, le terme de « protection » est-il trompeur. Une digue protège tant qu'elle n'est pas submergée, à condition qu'elle ait été bien conçue et qu'elle soit correctement surveillée et entretenue. Ouvrage ancien, construit suivant des techniques mal maîtrisées, sans réglementation ni contrôle, la digue peut alors rompre avant même d'être submergée. La protection qu'elle assure peut alors se payer très cher, sa rupture provoquant une inondation beaucoup plus violente et brutale que l'inondation naturelle.

Dans les zones protégées par des digues, où vivent des milliers de personnes, il n'est plus possible de faire marche arrière. Il convient donc de limiter au maximum toute nouvelle construction, de développer des dispositifs d'alerte et d'évacuation, et de veiller aux entretiens des ouvrages. A l'inverse, la construction de nouvelles digues ne doit être justifiée que pour protéger des zones déjà très urbanisées.

La création d'une rubrique « ouvrages en lit majeur » dans la nomenclature des ouvrages soumis à autorisation ou à déclaration au titre de la loi sur l'eau du 3 janvier 1992 apporte un outil juridique permettant d'imposer des prescriptions fortes pour leur surveillance et leur entretien. Par ailleurs, il convient de souligner l'évolution de la jurisprudence vers la responsabilisation de chacun : particuliers, communes, Etat.

Enfin, il est clair que les problèmes que posent les digues ne pourront être résolus par ces seuls outils juridiques, indispensables au demeurant. Une action de recensement général des digues a été engagée par l'Etat en 1999 afin de montrer la nécessité d'actions de sécurité sur plusieurs milliers de kilomètres de digues en France, que dans de nombreux cas leurs propriétaires n'ont ni les moyens financiers, ni les moyens techniques de conduire. Des solutions politiques et financières difficiles devront être trouvées.

I.4.2. Les barrages

La création d'ouvrages écrêteurs de crues est destinée à retenir dans des zones amont l'eau qui ne trouve sa place dans les plaines endiguées qu'en rompant les digues. On distingue l'écrêtement contrôlé, par ouvrages manœuvrés, et l'écrêtement passif ou ralentissement dynamique (cf. I.4.4.), par des ouvrages non manœuvrés.

La technique des ouvrages écrêteurs manœuvrés a fait l'objet de plusieurs réalisations (Seine, Loire). C'est une technique d'une grande efficacité dont on espérait dans les années 1970/80 pour ce qui concerne la Loire que, associée à un renforcement et une mise à niveau des digues, elle permette de régler le problème posé par les crues. C'est ainsi notamment qu'a été construit le barrage de Villerest sur la Loire près de Roanne, pour protéger les vals de la Loire moyenne contre les inondations (Figure 3).



Source : Internet

Figure 3 : Ecrêtement par le barrage de Villarest – crue décembre 2003

Cette technique se heurte cependant à plusieurs difficultés : rareté des sites, coûts d'investissement et de fonctionnement élevés, impact lourd sur les milieux naturels et sur la morphologie des cours d'eau.

I.4.3. Les déversoirs

C'est en quelque sorte la re-création de champs d'expansion des crues, par la mise en place de déversoirs dans les digues en amont des zones urbanisées, ce qui permet d'abaisser le niveau de l'eau avant qu'elle ne parvienne au droit de villes. Ceci conduit à une inondation dite « acceptée » qui se serait produite naturellement en l'absence de digues. Pour autant, les zones touchées ne sont pas vierges d'habitations ni d'activités, surtout si de longues périodes se sont écoulées sans qu'il ne se produise de crues. La faisabilité de nouveaux déversoirs risque de se heurter à de fortes résistances.

I.4.4. Le ralentissement dynamique

Le ralentissement dynamique consiste à mettre en place dans les vallées amont des bassins des digues transversales dans des zones non habitt  es, pour freiner les écoulements et les étaler sur une plus longue période, afin de réduire le pic de crue à l'aval. Il s'agit d'une technique encore peu utilisée mais qui pourrait connaître un développement important dans les prochaines années. Le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable (MEDD) a d'ailleurs, par circulaire du 1  r octobre 2002, lancé un appel à projet de ce type.

Les deux difficultés pour mener à bien de telles actions sont, d'une part, la maîtrise foncière des terrains qui seront sur-inondés et, d'autre part, la vérification préalable que

le ralentissement provoqué ne risquera pas d'entraîner des concomitances avec des crues d'affluents de l'aval.

Sur le premier point, les dispositions législatives actuellement en cours de préparation devraient autoriser l'instauration de servitudes dites de « sur-inondation », permettant d'indemniser les propriétaires, qui pourraient continuer à utiliser les terrains de manière compatible avec le phénomène inondation. Le second point est du domaine des études hydrologiques et hydrauliques préalables.

I.5. Historique des crues de la Loire

(Source : PPRI, rapport présentation)

Tout au long de l'histoire, l'homme a cherché à maîtriser ce fleuve tantôt violent lorsqu'il est en crue, tantôt de sable à l'étiage. Pour différentes raisons ont été édifiés des ouvrages de protection de plus en plus élaborés et étendus. Mais une crue catastrophique est toujours survenue, mettant ainsi en évidence les limites de l'action humaine. Moins d'un siècle s'est écoulé depuis la dernière grande crue (1907), mais le calme des dernières décennies ne signifie aucunement que le fleuve soit devenu inoffensif. Pourtant, sur l'ensemble de la Loire moyenne, environ 300 000 personnes sont aujourd'hui installées dans les vals, c'est-à-dire le lit majeur de la Loire, dont près de 80 000 dans le Loiret.

I.5.1. Utilisation des vals de l'Antiquité au Moyen Age

La morphologie actuelle de la Loire est le résultat de plusieurs siècles de travaux : dès l'Antiquité, l'homme occupe les vals inondables en s'installant sur des tertres naturels ou élevés par lui. Ces buttes insubmersibles sont généralement peu élevées car, à cette époque, la crue peut s'étendre librement entre les coteaux, dans le lit majeur naturel. En cas de crue, la ligne d'eau était donc beaucoup moins élevée que de nos jours, où l'eau est maintenue dans un espace plus restreint, entre les levées.

Les premiers ouvrages de protection des populations et des terres arables, appelées turcies, font leur apparition avant le X^{ème} siècle. Ce sont de petites digues discontinues qui ont pour but de freiner le courant de débordement au moment de son irruption dans le val par les points bas. Les propriétaires terriens voient dans les turcies puis les levées continues le moyen d'étendre et de protéger leur domaine, essentiellement en Anjou, Basse Touraine et Orléanais.

Les travaux effectués jusqu'à la fin du Moyen-Age ont un impact psychologique fort sur les habitants des vals : ils se considèrent à l'abri de tout risque d'inondation. Cette

confiance est renforcée par l'absence de rupture de levées au cours de la période clémente que constituent les XIII^{ème} et XIV^{ème} siècles. En outre les crues peuvent encore s'étendre en amont, sur une très grande partie de la vallée (Cher en particulier).

I.5.2. La politique d'exhaussement des levées

Cette confiance excessive est mise à mal au XVI^{ème} siècle lors de crues de grande ampleur. Mais le cercle vicieux est déjà en place : chaque rupture de levée ne semble être due qu'à quelques centimètres de surverse. En effet, l'abaissement des eaux de la Loire, provoqué par l'ouverture de la brèche, laisse croire que la crue a atteint son point culminant et qu'un léger exhaussement suffira pour mettre le val à l'abri de toute nouvelle submersion.

L'essor du commerce fluvial provoque l'extension du processus d'endiguement. En effet, la construction ou le renforcement de levées facilitent la navigation et visent à prévenir un détournement du lit du fleuve des ponts et installations portuaires, fondements de l'activité commerciale. Les ruptures de digues augmentent alors considérablement en nombre et en gravité à partir de cette époque.

A partir de 1667, le pouvoir royal décide de prendre les choses en main. L'inefficacité des levées réputées insubmersibles est même reconnue et, en 1629, un programme prévoit la réalisation de 6 déchargeoirs afin d'éviter la destruction des ponts et les ravages dus aux ruptures de levées. La démolition de certaines d'entre elles est même envisagée. Mais, face à la résistance des édiles urbains et des commerçants les plus puissants, rien n'est fait. Cette même année, Colbert assure définitivement le contrôle de l'Etat sur les travaux d'aménagement de la Loire. Il reste par ailleurs fidèle à la thèse selon laquelle les levées peuvent et doivent être insubmersibles, et qu'elles ne cèdent que par défaut d'entretien. Avec l'aide d'ingénieurs en fortification, il se lance donc dans un renforcement et un exhaussement sans précédent des levées.

Pourtant, la crue de 1707 provoque ruptures et ravages à son passage. En effet, plus l'eau est contenue dans un chenal étroit, plus elle fait pression sur les ouvrages de défense, et plus son irruption dans le val en cas de rupture est violente. Une nouvelle surélévation est décidée, mais plusieurs crues, dont celle de 1733, montrent à nouveau que le problème de la sécurité des vals est plus aiguë que jamais. Cependant, il est trop tard pour remettre en cause le système des levées. Le XVIII^{ème} siècle est marqué par de nouveaux exhaussements et allongements d'ouvrages existants ainsi que par la création de nouveaux endiguements en Berry, Nivernais et basse vallée angevine.

I.5.3. De la révolution à nos jours

La Révolution survient et fait disparaître l'unité de direction des aménagements de la Loire. La question de la sécurité des vals est considérée comme résolue lorsque la crue de 1825 est contenue dans le lit endigué. Les effets des crues de 1846, 1856 et 1866 démontrent qu'il n'en est rien. En 1846, la Loire ouvre 100 brèches, entre Briare et Langeais. En juin 1856, c'est un nouveau désastre pour l'ensemble de la vallée : on comptabilise 160 brèches d'une longueur totale de 23 km, 100 000 ha sont inondés, 2750 ha de terres agricoles sont détruites par ensablement, 400 ha par érosion. 300 maisons sont emportées, tout comme les ponts de Fourchambault (Nièvre), Cosne (Nièvre) et Sully (Loiret). En septembre 1866, une catastrophe semblable se produit à nouveau, mais Tours et Blois (à l'exception du quartier de Vienne) sont cette fois épargnées.

Ces crues mettent en évidence le cercle vicieux constitué par l'ascension corrélative des levées et de l'eau. L'ingénieur Comoy, chargé d'élaborer un plan de défense contre les inondations montre qu'il est illusoire et dangereux de rehausser encore les levées. Décision est prise de mettre en œuvre un programme de 20 déversoirs qui ouvriraient 18 des 33 vals endigués. Mais devant la résistance des riverains exposés, seuls 7 ouvrages sont réalisés, entre 1870 et 1891. Dans le Loiret, les nouveaux ouvrages sont ceux de Pierrelaye, Ouzouer-sur-Loire et Jargeau, les déversoirs de Saint-Martin-sur-Ocre et de Mazan étant d'anciens déchargeoirs.

C'est ainsi qu'après la Seconde Guerre mondiale, la forte croissance économique provoque un développement important des villes ligériennes. Profitant de terrains vacants, cette urbanisation s'installe d'abord hors des zones inondables qui sont réglementées par les Plans de Surfaces Submersibles (PSS), servitudes d'utilité publique édictées par le décret du 18 décembre 1969 (cf. II.1.1.). Mais dès le milieu des années 1970, tandis que les terrains sûrs se font d'autant plus rares et chers que l'habitat individuel se développe, les PSS montrent leurs limites et les constructions colonisent de nombreux secteurs inondables au mépris du danger d'inondation pourtant bien réel. En dépit de la mise en place d'un système d'annonce des crues, de la construction d'un barrage écrêteur et du renforcement progressif des levées, les vals ne sont pourtant pas à l'abri d'un retour violent des inondations.

II. Actions et réglementation de contrôle des risques (limite d'usages et réduction des effets destructeurs)

(Source : PPRI, rapport présentation)

II.1. Historique

II.1.1. Les Plans de Surfaces Submersibles

La réglementation des surfaces submersibles a été instituée afin de limiter les effets des inondations sur l'ensemble d'une vallée inondable située le long d'une section de cours d'eau. Elle instaure une servitude d'utilité publique en affectant les occupations et les utilisations du sol existantes ou futures afin d'éviter qu'elles ne fassent obstacle à l'écoulement des eaux ou qu'elles ne restreignent, d'une manière nuisible, les champs d'inondation. Le Plan de Surfaces Submersibles (PSS) constitue la première réglementation en matière de maîtrise de la construction en zone inondable. Il était constitué des plans cadastraux sur lesquels étaient reportées les limites des zones inondables, d'une carte de localisation et d'une notice d'information.

Cependant, ce document ne comprenait pas de règlement applicable à l'urbanisation des zones inondables et il n'existait pas de distinction parmi les zones inondables en fonction de la gravité du risque. Aussi, en 1961, a-t-il été élaboré un nouveau document auquel a été annexé un règlement. Ce nouveau document comprenait :

- un plan sur lequel figuraient les zones inondables classées en deux catégories : **zone A** = zone de grand débit (rouge) et **zone B** = zone complémentaire (jaune) (Figure 4) ;
- un projet de règlement.

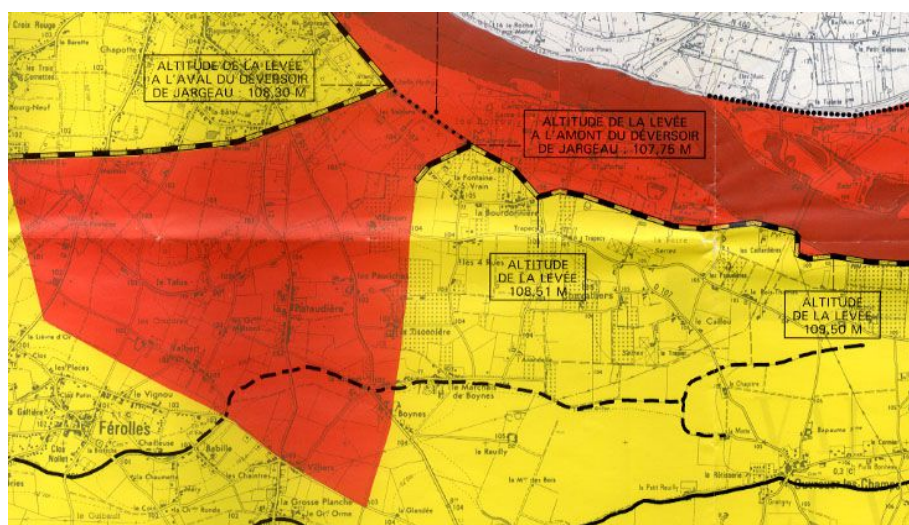


Figure 4 : Le zonage A et B

Source : Atlas des zones inondables vallée de la Loire – DIREN Centre

Par ailleurs, il est apparu progressivement que le PSS était devenu inadapté pour contrôler efficacement la situation :

- pas de limitation réelle de la constructibilité en zone complémentaire B,
- impossibilité d'interdire systématiquement les constructions,
- peu de prescriptions précises sur les constructions autorisées.

La pression de l'urbanisation dans les zones inondables, que le PSS n'a pas su freiner efficacement, a donc amené l'Etat à redéfinir une politique générale dans le cadre du Plan Loire Grandeur Nature.

II.1.2. Le Plan Loire Grandeur Nature

Dès 1979, le rapport "Protection et aménagement intégré de la vallée de la Loire" réalisé par l'ingénieur général Chapon met en évidence la nécessité de se prémunir contre les dommages des crues par une réglementation plus précise que les PSS. Fin 1989, un rapport relatif à la maîtrise de l'urbanisation aux abords de la Loire rédigé par M. Frebault, directeur de l'architecture et de l'urbanisme, préconise l'élaboration d'atlas des zones inondables de la vallée de la Loire.

Confirmant cette volonté, un "plan d'aménagement de la Loire" est adopté en comité interministériel du 4 janvier 1994. Ce plan, appelé Plan Loire Grandeur Nature (PLGN), d'une durée de 10 ans, associe l'Etat, l'Etablissement Public d'Aménagement de la Loire et de ses Affluents (EPALA) et l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne (AELB). Il reçoit comme objectif de trouver le bon équilibre entre la sécurité des personnes, la protection de l'environnement et le développement économique. Il aborde trois thèmes pour la Loire moyenne :

- la satisfaction des besoins en eau,
- la restauration de la diversité écologique des milieux,
- la sécurité des personnes face au risque d'inondation.

Deux principes, fondés d'une part sur la précaution et d'autre part sur la protection, guident cet important volet sécurité.

Le principe de précaution, explicité par la circulaire interministérielle du 24 janvier 1994, vise à limiter réglementairement l'extension de l'urbanisation dans les zones inondables. L'enjeu est ici de ne plus augmenter les populations et les biens dans les zones exposées. Cette action s'est matérialisée par les étapes suivantes :

- la réalisation d'atlas des zones inondables, précisant pour chaque val de la Loire les niveaux d'aléas (très fort, fort, moyen et faible) dans l'hypothèse d'une crue atteignant les plus hautes eaux historiquement connues,
- l'établissement de projets de protection qualifiés de Projets d'Intérêt Général (PIG),
- l'intégration dans les Plans d'Occupation du Sol (POS), les schémas directeurs et autres documents d'urbanisme, des dispositions du projet de protection,
- La réalisation de Plans de Prévention des Risques (PPR), dernière étape de cette action réglementaire.

Le principe de protection, développé en faveur des personnes et biens déjà installés en zone inondable, se concrétise par :

- la modernisation du réseau d'alerte et d'annonce des crues par rénovation du réseau de surveillance de la Loire,
- l'élaboration ou la mise à jour des plans d'alerte et de secours ainsi que des mesures d'aménagement spécifiques,
- le renforcement du système des levées et des déversoirs, la restauration du lit et l'entretien de la Loire.

II.1.3. Projet de protection qualifié de Projet d'Intérêt Général

La circulaire du 24 janvier 1994 demandait d'engager la maîtrise de l'urbanisation en zone inondable par l'utilisation de projets de protection qualifiés de Projet d'Intérêt Général. Les projets de protection définissent et réglementent deux types de secteurs : d'une part, ceux où la crue doit pouvoir s'étendre librement et dans lesquels toute extension de l'urbanisation est exclue, et, d'autre part, les secteurs où le caractère urbain prédomine et dans lesquels quelques constructions peuvent encore être réalisées.

La réalisation des projets de protection s'appuie sur l'atlas des zones inondables qui a été réalisé dans le cadre de la loi du 22 juillet 1987 relative à la sécurité civile. Elle répondait au devoir de l'Etat de porter à la connaissance de la population et des collectivités locales les informations relatives au risque d'inondation

L'atlas des zones inondables a été établi sur la base de la connaissance historique des plus hautes eaux connues, à partir de cartes, rapports et repères de crues ; il présente ainsi une carte des aléas d'inondation élaborée en fonction de l'occurrence des crues, de la hauteur maximale atteinte et de la vitesse prévisible. Cette carte comporte 4 niveaux d'aléa : faible, moyen, fort et très fort.

Les actions réglementaires mises en place jusqu'ici se sont succédées sans l'efficacité escomptée. C'est pour cette raison qu'une nouvelle réglementation est en application actuellement.

II.2. La situation actuelle

II.2.1. Les Plans de Prévention pour les Risques d'Inondation

Devant l'ambiguïté de la double réglementation en vigueur, PSS et projet de protection qualifié de PIG, le Plan de Prévention des Risques d'Inondation (PPRI) clarifie en supprimant les contradictions éventuelles.

i. Contenu du PPRI

Ce document réalise **la synthèse des règles actuellement appliquées**. Le dossier du PPRI comprend :

- un rapport de présentation

- un document graphique faisant apparaître les zones qui, non urbanisées, doivent rester exemptes d'urbanisation nouvelle. Ce document est établi à partir des cartes des PIG telles qu'elles ont été précisées lors de leurs prises en compte dans les POS,

- un règlement qui reprend les règles d'urbanisme édictées par les projets de protection qualifiés de PIG :

- dans les zones dédiées à la part de l'eau, permettre seulement les constructions directement liées à l'exploitation agricole ou aux loisirs,
- dans les zones encore urbanisables, limiter la densité des constructions d'autant plus que l'aléa est fort (coefficients d'emprise au sol),
- résumer le sens des avis du service chargé de la protection de la Loire pour les plantations et certains types d'exploitation du sol.

ii. Principes adoptés pour le zonage et la réglementation

a) Justification des mesures

Les trois grands axes qui ont guidé les choix lors de l'élaboration du PPRI (zonage et règlement) ont été :

1 - limiter le nombre de constructions exposées au risque d'inondation. Cela se traduit par une interdiction totale de construire dans les zones les plus dangereuses et des règles précises à respecter dans les parties moins exposées, les constructions n'étant autorisées que dans la limite d'un coefficient d'emprise au sol à ne pas dépasser, d'autant plus restrictif que l'aléa est fort.

2 - préserver le champ d'expansion des crues en interdisant toute construction nouvelle dans des zones peu urbanisées. Ainsi la crue peut-elle s'étendre en diminuant les dégâts à l'aval.

3 - éviter une augmentation du niveau de la ligne d'eau que provoquerait un nouvel endiguement ou une surélévation de la digue existante.

Le PPRI définit deux types de zone :

- **la zone A** en vue, d'une part, de ne pas aggraver les risques ni d'en provoquer de nouveaux et, d'autre part, de permettre l'expansion de la crue. Les prescriptions dans la zone A sont les suivantes :

- toute extension de l'urbanisation est exclue,
- aucun ouvrage, remblaiement ou endiguement nouveau qui ne serait pas justifié par la protection de lieux fortement urbanisés ou qui ne serait pas indispensable à la réalisation de travaux d'infrastructures publiques ne pourra être réalisé,
- toute opportunité pour réduire le nombre et la vulnérabilité des constructions déjà exposées devra être saisie, en recherchant des solutions pour assurer l'expansion de la crue et la sécurité des personnes et des biens.

- **la zone B** qui constitue le reste de la zone inondable et pour laquelle, compte tenu de son caractère urbain marqué et des enjeux de sécurité, les objectifs sont :

- la limitation de la densité de la population,
- la limitation des biens exposés,
- la réduction de la vulnérabilité des constructions dans le cas où celles-ci pourraient être autorisées.

b) Les sous-zones identifiées

Ces zones sont divisées en fonction de l'aléa (Figure 5):

1 - aléa faible (jaune): profondeur de submersion inférieure à 1 m sans vitesse marquée,

2 - aléa moyen (orange): profondeur de submersion comprise entre 1 et 2 m avec une vitesse nulle à faible ou profondeur inférieure à 1 m avec une vitesse marquée,

3 - aléa fort (mauve): profondeur de submersion supérieure à 2 m avec vitesse nulle à faible ou profondeur comprise entre 1 et 2 m avec une vitesse moyenne à forte, plus une bande de 300 m derrière les levées,

4 - aléa très fort (uniquement dans la zone A)(violet foncé) : profondeur supérieure à 2 m avec une vitesse moyenne à forte, plus les zones de dangers particuliers (aval d'un déversoir, débouchés d'ouvrages...).

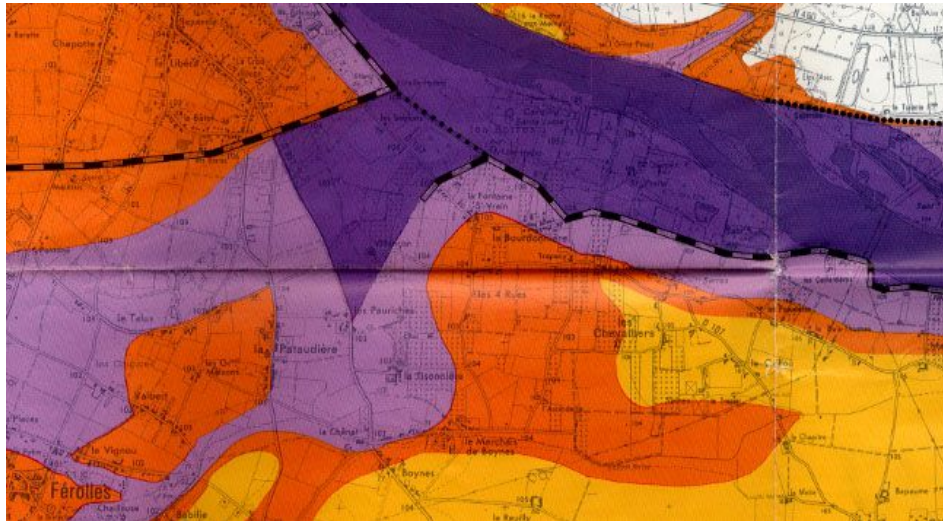


Figure 5 : Le zonage par aléas

Source : Atlas des zones inondables vallée de la Loire – DIREN Centre

La réglementation des PPRI est actuellement en cours d'application. C'est le document officiel, bien qu'il existe des mesures annexes, avec notamment la loi risque 2003 qui vient renforcer et compléter les dispositifs existants.

III. Autres mesures de prévention, de protection et de sauvegarde

Au-delà des mesures réglementaires pour maîtriser l'urbanisation en zone inondable, des dispositions ont été prises par le Préfet au titre de l'information préventive, de l'annonce des crues et de l'alerte, de la surveillance des levées, des travaux d'entretien du lit et des levées.

III.1. Information préventive

La loi du 22 juillet 1987, relative à l'organisation de la sécurité civile, à la protection des forêts contre l'incendie et à la prévention des risques majeurs, a institué l'obligation d'information de la population sur les risques majeurs auxquels elle est soumise. C'est ainsi que la Cellule d'Analyse des Risques et d'Information Préventive (CARIP) a été créée par un arrêté préfectoral du 28 février 1994. Elle comprend :

- les services de l'Etat (DIREN, DIRE, DDE, DDAF, DDASS, SDIS...) : 14 membres,
- 28 représentants des collectivités territoriales (élus),
- des représentants d'organismes divers (Chambre de Commerce et d'Industrie, Chambre d'Agriculture, BRGM, sociétés de gestion des eaux, sociétés d'autoroutes, etc.).

La CARIP s'appuie sur un comité de pilotage réduit chargé d'un suivi permanent de ses travaux. Elle a pour mission :

- de réunir tous les éléments utiles à l'information préventive,
- d'élaborer les documents réglementaires,
- de jouer un rôle de conseil auprès des Maires.

A partir du Dossier Départemental des Risques Majeurs (DDRM), document général de sensibilisation sur ces risques, le Préfet a la charge d'élaborer pour chacune des communes concernées un Dossier Communal Synthétique (DCS). Ce dossier présente les risques naturels ou technologiques encourus et les mesures de sauvegarde mises en place par l'Etat pour s'en protéger. Le Maire élabore alors un Document d'Information Communal sur les Risques Majeurs (DICRIM), qui recense au niveau local les mesures de sauvegarde prises par la commune. La CARIP a été renouvelée par un arrêté préfectoral du 6 juin 2005 dans le cadre de la mise à jour du DDRM datant d'août 1996.

III.2. Annonce des crues - Alerte

Afin de limiter les dégâts causés par les inondations, il a été mis en place un système d'alerte qui repose sur un réseau de collecte automatique des données hydrométéorologiques appelé réseau CRISTAL (Centre Régional Informatisé par Système de Télémessures pour l'Aménagement de la Loire) qui permet également d'assurer une gestion adéquate des ouvrages de rétention de Villerest et Naussac. Opérationnel depuis 1985, il est composé de 250 stations limnimétriques et/ou pluviométriques. Les informations provenant de ces stations sont transmises par radio et par téléphone vers 7 centres d'annonce de crues (Le Puy-en-Velay, St-Etienne, Clermont-Ferrand, Moulins, Nevers, Bourges et Orléans) qui font le traitement des données et qui préviennent les services préfectoraux en cas d'alerte. La veille est assurée 24 h sur 24, 365 jours par an.

Le système CRISTAL a été modernisé (densification du réseau amont et modernisation des stations les plus anciennes). Le réseau Cristal permet de prévoir les crues dans le val d'Orléans 48 h à l'avance.

Un règlement départemental d'annonce des crues précise le schéma d'alerte mis en œuvre dès lors qu'une cote critique de Loire est atteinte. Les Maires sont informés et retransmettent l'alerte à leurs administrés avec l'aide des services de secours, de police et de gendarmerie.

III.3. Surveillance des levées

Les levées de tout le département sont surveillées par la Direction Départementale de l'Équipement (DDE). Les services de la DDE assurant l'entretien sont mis en alerte en fonction de la hauteur d'eau mesurée à l'échelle de Gien. Quand la hauteur d'eau atteint la cote 3,4 m, le chef de poste est en alerte ; à 4 m, il y a augmentation du nombre de tournées sur les digues pendant les jours ouvrés. A 5 m, des tournées quotidiennes sont réalisées (y compris les jours fériés) par des équipes organisées sur place avec des véhicules munis de radio : relevé des échelles, recherche d'éventuels dysfonctionnements (glissements de talus, suintements, renards...), mise en place d'un Poste de Crise (PC) à la DDE.

III.4. Stratégie de réduction du risque d'inondation

L'équipe pluridisciplinaire Plan Loire Grandeur Nature a réalisé une étude (30 juin 1999) visant à définir une stratégie globale et concertée de réduction du risque d'inondation en Loire moyenne. Celle-ci comprend :

- ✓ une base indispensable d'actions dans la durée, avec :
 - un renforcement de la capacité de prévision, de prévention et de gestion de la crise, jugé prioritaire,
 - un programme de restauration de la culture du risque,
 - une politique de développement durable des vals inondables,
 - un entretien régulier du lit et des levées de la Loire.

- ✓ une amélioration du système de protection par levées et déversoirs avec homogénéisation des cotes de levées, renforcement des banquettes, fiabilisation des fusibles de déversoir, amélioration de la protection des enjeux atteints dans les communes fréquemment et fortement inondées, en particulier celles se trouvant dans l'aval proche d'un déversoir venant à fonctionner

- ✓ la création de 3 déversoirs de sécurité pour améliorer la sécurité des riverains, et la réalisation éventuelle d'un ouvrage écrêteur sur l'Allier.

III.5. Travaux d'entretien du lit et des levées

III.5.1. Renforcement des levées

Il s'agit d'épaissir les digues afin d'éviter les ruptures brutales et non de les rehausser, les déversoirs devant permettre de dégager une partie des eaux à l'arrière de la levée en cas de crue exceptionnelle. Généralement, le renforcement s'effectue du côté du val : localement, côté Loire, un rideau étanche est installé pour lutter contre l'érosion du pied de digue.

III.5.2. Restauration du lit mineur

Il s'agit d'enrayer l'enfoncement de la ligne d'eau à l'étiage et de préserver la diversité biologique en permettant un bon écoulement des crues. En effet, l'abaissement de la ligne d'eau à l'étiage favorise la végétalisation d'une partie du lit qui s'exhausse au détriment du reste du lit qui se rétrécit et s'enfonce. Lors d'une crue, l'eau ne circule bien que dans le chenal libre, la zone végétalisée freinant l'écoulement et augmentant alors le niveau de la crue. Il faut donc :

- éliminer les arbres morts ou dépérissants,
- supprimer ou diversifier la végétation haute et dense et prévoir des trouées,
- réactiver des chenaux secondaires,
- modifier ou réhabiliter les anciens ouvrages hydrauliques.

La réalisation de ces travaux doit prendre en compte la réglementation relative à la protection de la nature, en particulier, les arrêtés biotopes ; il s'agit donc d'élaborer des solutions adaptées. Les travaux de restauration du lit sont financés à 60 % par l'Etat et à 40 % par la Région. Les travaux d'entretien sont financés par l'Etat, le Département apportant un fonds de concours de 30 %.

IV. Un cadre de recherche européen

IV.1. Le projet OSIRIS

Osiris est un outil issu de la recherche européenne du programme IST (Information Society Technology), qui s'est déroulé de 2000 à 2003, pour planifier la gestion de crise au niveau local. Il vise à améliorer le contenu, la mise en forme et les conditions de mise à disposition de l'information dans le cadre de la prévention, de l'alerte, de la gestion des inondations, de la réparation de ses impacts et du retour d'expérience. Il s'agit de rendre cette information plus adaptée au besoin de chacun :

- services chargés de la prévision, de l'alerte et des secours ;
- services gestionnaires d'infrastructures et de services publics ;

- riverains : élus, services techniques, particuliers et entreprises.

Le projet Osiris concerne les bassins versants de deux grands fleuves européens, l'Oder et la Loire. Il vise à apporter des solutions opérationnelles aux responsables locaux, pour mieux exploiter l'information officielle de prévision et la transformer en une information utile sur le terrain en terme d'impact sur les enjeux, d'intervention pour limiter les dommages et mobiliser des moyens. Ce produit répond à un grand besoin des communes en matière de méthodes et d'outils, pour les aider à mettre en œuvre des plans de secours communaux.

Osiris-inondation est un dispositif complet comprenant une méthode et son outil support (les figures 6, 7 et 8 sont des captures d'écran du logiciel en fonctionnement). La méthode consiste en une démarche à suivre pour compiler et organiser toutes les informations pertinentes sur les inondations et utiles à la planification de crise (exemples : bulletins d'annonce de crue, scénarios et cartes d'inondations, enjeux et vulnérabilité, plans d'actions et procédures à prévoir pour limiter les dommages, moyens humains et matériels disponibles). Cette démarche s'appuie sur une forte implication des différents acteurs et l'instaure dans une logique de dialogue, de partenariat et d'animation de réseau.

Le premier module de l'outil logiciel propose des services sous forme d'interfaces homme-machine pour permettre aux acteurs locaux de constituer eux-même et de manière autonome leur base de données locale, une fois les connaissances et données pertinentes correctement acquises et structurées.

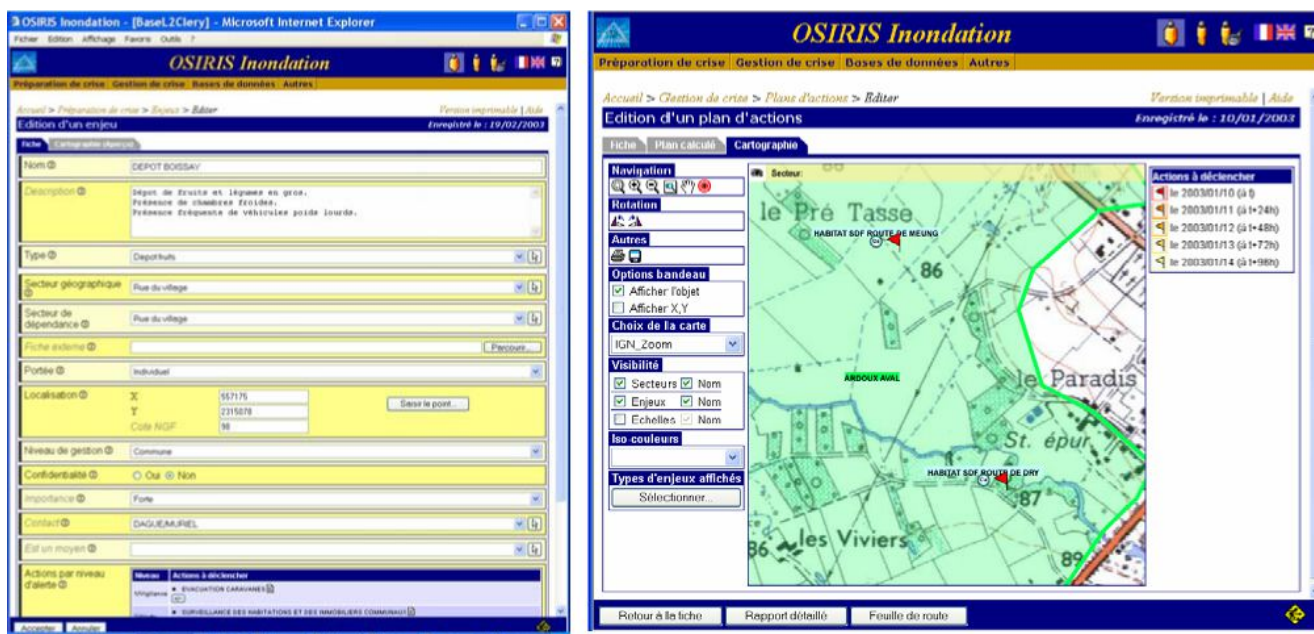
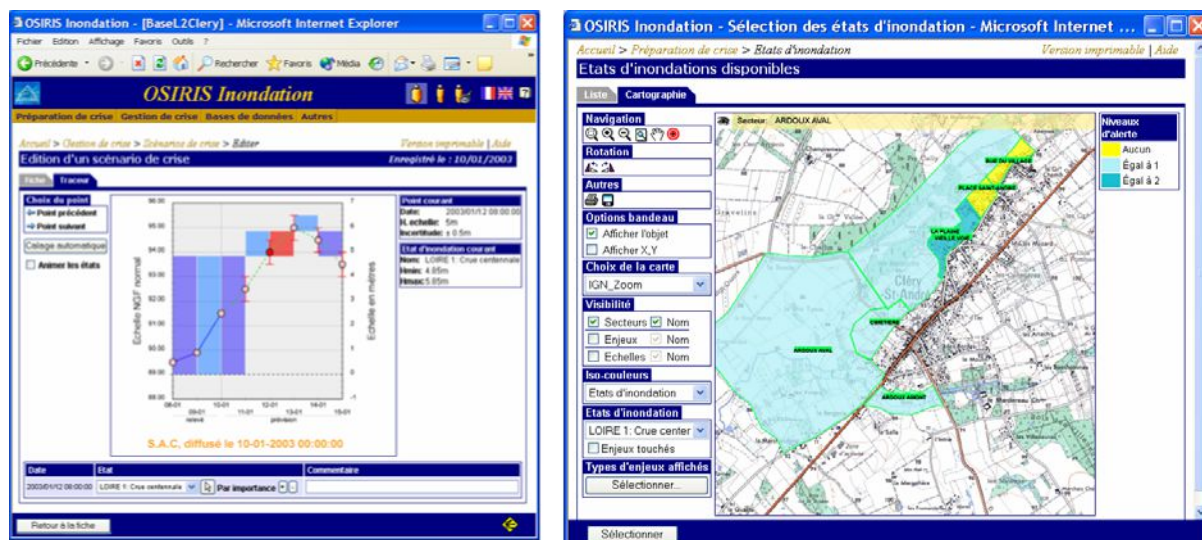


Figure 6 : Numérisation des enjeux dans le logiciel Osiris

Source : MOREL G., CETMEF

Un second module permet de transformer et de valoriser le bulletin officiel en scénarios cartographiques d'inondation puis en plan d'actions indiquant les secteurs et enjeux qui risquent d'être inondés, les actions qui doivent être mises en œuvre pour limiter les impacts et leurs délais, et enfin les moyens à mobiliser pour réaliser ces actions. Ce plan d'actions peut être utilisé soit pour simuler une crise et s'y préparer, soit en cas de crue réelle pour élaborer un programme d'intervention optimisé.



Source : MOREL G., CETMEF

Figure 7 : Transformation du bulletin d'annonce de crue en scénario d'inondation

En phase de préparation de crise, plusieurs types de cartes peuvent être intégrés comme fonds de plan (carte IGN, fond de plan communal, photo aérienne ou satellite). Ces fonds de plan servent ensuite à positionner visuellement tous les objets que l'utilisateur crée et commence à décrire sous forme de fiche (secteurs, enjeux, échelles de référence,...). En phase de simulation ou de gestion de crise, ces cartes dynamiques permettent notamment de décrire le scénario d'inondation (animation) et de localiser les enjeux inondés ou les actions à réaliser.



Figure 8 : Elaboration du plan d'action

Source : MOREL G., CETMEF

Les fonctions basiques d'un SIG ont été reproduites et adaptées à la logique de la problématique inondation et au niveau d'un utilisateur non-spécialiste. Osiris-inondation est un outil qui peut s'utiliser localement et de manière autonome avec un simple navigateur web, ou bien dans une configuration en réseau si la commune souhaite aller au-delà d'une gestion centralisée et communiquer en temps réel avec les autres acteurs de la crise (annonce de crues des communes voisines, Préfecture, porteurs d'enjeux, forces de sécurité...).

L'architecture logique et technique d'Osiris-inondation a été conçue pour, d'une part, positionner clairement l'outil dans le flux d'informations officielles et, d'autre part, tenir compte des principaux acteurs qui interviennent dans l'échange d'information, le diagnostic de situation et le processus de décision. Le dispositif va ainsi aider les responsables locaux à valoriser cette information officielle utilement sur le terrain, en matière d'impact sur les enjeux et de modes d'intervention. En cela, Osiris-inondation comble un déficit d'échanges et de mise en cohérence entre le point de vue hydrologique sur les crues et celui de la sécurité civile, dans une logique de dialogue entre les acteurs institutionnels, les acteurs locaux et les citoyens.

Lorsque le Maire disposera d'une information pertinente et adaptée à l'échelle locale, il sera effectivement en mesure, et cela fait partie de ses missions, de transmettre cette information et de donner des consignes efficaces en matière de protection des biens et des personnes susceptibles d'être touchées.

Les partenaires du projet sont listés en annexe 1. Un site Internet est actuellement en construction : www.osiris-inondation.fr. Le logiciel Osiris-inondation pourra être téléchargé directement depuis ce site.

IV.2. Le projet « Freude am Fluss »

Le projet « Freude am Fluss » (mieux vivre au bord du fleuve) va mettre en commun les expériences néerlandaise, allemande et française le long du Rhin et de la Loire, en vue de réduire à moyen terme le risque d'inondation le long de cours d'eau endigués. Il doit aboutir à une solution élaborée et négociée avec les riverains pour un dispositif de réduction du risque. Sont cités comme exemple le déplacement de digues, l'installation de déversoirs de sécurité, l'entretien et la restauration du lit du fleuve.

La réunion de démarrage du projet avec l'ensemble des partenaires s'est tenue en octobre 2003 à Nimègue aux Pays-Bas. L'Etablissement Public Loire est pour l'instant le seul partenaire français de ce projet, assisté techniquement par l'équipe pluridisciplinaire du Plan Loire Grandeur Nature.

Le projet a pour but d'étudier et de définir des voies potentielles de progrès. La mise en œuvre efficace d'une stratégie doit en effet s'effectuer avec la participation des différents acteurs intéressés à tous les niveaux, depuis les instances nationales jusqu'au riverain, sur la base d'une relation de confiance réciproque.

La réduction du risque doit être envisagée en même temps que la valorisation de l'intérêt de vivre au bord du fleuve, en intégrant les différentes conséquences que cela entraîne sur le plan socio-économique, récréatif, écologique ou patrimonial et en terme de qualité de vie. Cette approche apparaît particulièrement pertinente alors que l'on constate un peu partout à travers l'Europe que les populations et les collectivités riveraines redécouvrent les fleuves auprès desquels elles vivent, avec leur héritage culturel, social et économique.

Une nouvelle politique de gestion des fleuves est en train de se développer dans plusieurs pays de l'Europe du Nord (Allemagne, Pays-Bas, Royaume-Uni) qui vise, dans la mesure du possible, à l'aménagement des « espaces de liberté », pour réduire les risques d'inondation. Cependant, dans tous ces pays, ces politiques se heurtent à d'importantes difficultés qui génèrent des coûts pour la collectivité et ne permettent pas, dans la pratique, de réduire les risques d'inondation de manière significative. « Freude am Fluss » vise à forger des outils communs, pour mettre en œuvre de manière concrète des politiques innovantes.

Le coût prévisionnel du projet est de près de 7,7 millions d'Euros sur cinq ans, financés à 50 % par l'Europe. L'EPL doit financer 1 500 000 Euros en réalisant un certain nombre d'études et en participant, avec son personnel et l'équipe pluridisciplinaire du plan Loire, à l'échange d'expériences techniques entre les partenaires.

Le pilotage général du projet est assuré par l'Université de Nimègue, assistée par un consultant, et de nombreux partenaires aux Pays-Bas et en Allemagne listés en annexe 1.

PARTIE 2 : Matériels et méthodes

Les éléments qui vont suivre font partie intégrante du matériel utilisé pendant l'étude, en réponse à la commande de la Préfecture pour l'actualisation du plan de secours contre les inondations. Cette présentation est essentielle pour comprendre la méthodologie de l'étude et les résultats qui en découlent.

I. Outils utilisés

I.1. La modélisation des crues de la Loire moyenne

Une modélisation de la Loire moyenne confiée au bureau d'études Hydratec, de 1997 à 1999, sous la conduite de l'Equipe Pluridisciplinaire Plan Loire Grandeur Nature, a permis de disposer d'une image de la Loire en crue, de savoir comment fonctionnerait aujourd'hui le système de protection, d'en détecter les dysfonctionnements et de rechercher des remèdes et des améliorations.

I.1.1. Méthodes et principes de réalisation de la modélisation hydraulique

Le principe d'une modélisation est de transposer une réalité physique complexe par une succession de petits éléments homogènes plus simples à prendre en compte. Dans le couloir d'écoulement de la Loire matérialisé par ses levées ou ses coteaux, la section d'écoulement est donc identifiée tous les kilomètres par un profil en travers. Un secteur d'écoulement long d'environ 1 km a donc une section parfaitement identifiée à ses deux extrémités et, entre celles-ci, des profils supplémentaires sont définis par interpolation. Le modèle permet alors de calculer, pour chaque secteur, l'évolution locale du niveau de l'eau, de la vitesse d'écoulement et du débit. Chaque variation de ces paramètres dans un secteur a des répercussions sur les secteurs voisins et ainsi de suite.

Dans un premier temps, la surface de l'eau a été reconstituée à partir des résultats d'un modèle mathématique de propagation des crues. La même démarche a été adoptée en ce qui concerne la topographie du terrain à partir d'un Modèle Numérique de Terrain (MNT). Les deux surfaces ont été soustraites pour déterminer les zones inondées avec leur hauteur de submersion. Ensuite, les surfaces isolées qui ne sont pas en contact avec la rivière ont été éliminées. Les éléments perturbants tels que les îles, les piles de pont, etc., sont également pris en compte.

Lorsque la crue prend une certaine importance, le fleuve, tout en continuant de s'écouler dans ses lits principaux, déborde vers les champs d'expansion des crues selon des processus qui dépendent des profils altimétriques du sol, des fossés et autres talus, des

ouvrages créés par l'homme tels que levées secondaires, routes, etc. Il faut savoir qu'à une certaine hauteur d'eau, les courants sont dans un sens et que, pour un autre niveau, ils sont déviés, inversés, accélérés ou ralentis. Pour traiter ce problème, Hydratec a choisi de retenir un modèle à casiers. Cela signifie que toute la zone est découpée en casiers homogènes d'environ 2 km² de superficie et les écoulements d'un casier vers ses voisins sont définis en fonction de leur nature. Lors de la propagation de la crue, le modèle permet de calculer les niveaux, les vitesses d'écoulement, de remplissage, de vidange, etc. Cela suppose une identification relativement précise de la topographie des lieux ainsi que des éléments singuliers tels que les ouvrages sous les routes, les déversoirs, etc.

Bien que d'une précision très insuffisante en altitude, la BD ALTI® de l'IGN est le seul MNT disponible sur l'ensemble de la zone concernée. Ce MNT est issu de la digitalisation des courbes de niveau des cartes IGN au 1/25 000^e. Un semis de points sur une grille régulière d'un pas de 50 m est interpolé à partir de ces courbes. Le MNT ne prend donc pas en compte les éléments du relief de dimension inférieure à cette maille de 50x50 m. C'est le cas des levées, des routes en remblai et autres. La précision en altitude dépend de la distance entre les courbes de niveau et l'incertitude est supérieure au mètre.

La rupture topographique, et donc hydraulique, engendrée par les levées n'est pas prise en compte par le MNT mais elle l'est par le modèle hydraulique qui intègre les obstacles à l'écoulement constatés sur le terrain. Pour tenir compte de ces ruptures, les calculs ont donc été réalisés séparément pour les vals et pour les tronçons de lit endigué. Pour le lit endigué, le lit mineur est exclu du calcul. En effet, cette partie du lit, très rapidement inondée dans sa totalité, est le siège de très peu d'enjeux et représente des difficultés en terme de cartographie.

Un modèle ne vaut que dans la mesure où il est validé, c'est-à-dire qu'il convient de s'assurer que les informations qu'il est susceptible de générer, à partir de données qui lui sont fournies, sont en conformité avec la réalité. C'est le calage du modèle. Hydratec considère que le calage de son modèle est extrêmement précis par rapport aux crues de 1992, 1994 et 1996, soit pour un débit de l'ordre de 2 000 m³/s. Pour des débits correspondant à ceux de 1982, le calage serait satisfaisant.

I.1.2. Hypothèses de fonctionnement du modèle

Les hypothèses de fonctionnement du modèle sont les suivantes :

- ✓ le modèle reproduit les conditions actuelles d'écoulement : topographie récente, calage sur les crues récentes ;

✓ le modèle représente fidèlement tous les vals avec la diversité de leurs conditions d'inondation ; il s'agit d'une modélisation dite « en casiers », où la capacité qu'ont les vals de stocker transitoirement l'eau est restituée par une série de casiers (ou baignoires) entre lesquels l'inondation transite ;

✓ la démarche s'intéresse à une série de six crues de 5 200 à 9 500 m³/s de débit maximal naturel au Bec d'Allier, écrêtées par le barrage de Villereest à hauteurs respectives de 4 200 à 8 500 m³/s de débit maximal; cela correspond à des crues de période de retour entre cinquante et cinq cents ans (Tableau 1) ;

	Période de retour au bec d'Allier	Probabilité annuelle d'apparition	Débit de pointe naturel au bec d'Allier	Débit de pointe au bec d'Allier écrêté de 1000 m ³ /s par le barrage de Villereest
Crue cinquantennale	50 ans	1/50	5 200 m ³ /s	4 200 m ³ /s
	70 ans	1/70	6 000 m ³ /s	5 000 m ³ /s
Crue centennale	100 ans	1/100	7 000 m ³ /s	6 000 m ³ /s
	170 ans	1/170	7 500 m ³ /s	6 500 m ³ /s
Crue bi-centennale	200 ans	1/200	8 000 m ³ /s	7 000 m ³ /s
Crue cinq-centennale	500 ans	1/500	9 500 m ³ /s	8 500 m ³ /s

Tableau 1 : Les scénarios de crue modélisés

Source : Note générale – Plan Loire Grandeur Nature

✓ le modèle simule une inondation soit par remous (la Loire remonte alors à contre-courant dans son affluent parce que, en crue, elle est plus haute que lui), soit par surverse qui induit une rupture (le modèle ne rompt les levées ou les banquettes qui les rehaussent et les fusibles des déversoirs que si l'eau passe par-dessus) ;

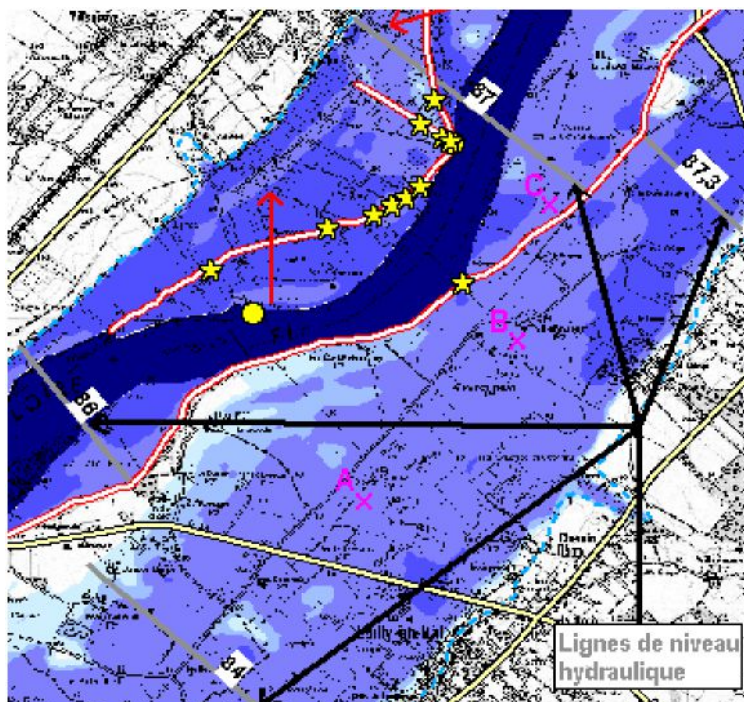
✓ le modèle ne simule pas deux types d'inondation très présents au XIX^e siècle et fort possibles encore de nos jours, à savoir la remontée de la nappe alluviale au-dessus du terrain naturel d'un val situé derrière une levée et la rupture d'une levée pour une autre raison que la simple surverse (érosion ou déstabilisation du pied de la levée, déstabilisation du corps de la levée après une importante circulation d'eau au sein de la levée, renard hydraulique ou autre fragilité interne qui se révélerait lors de la crue et qui conduirait à détruire la levée) ;

✓ le modèle ne tient pas compte des différents facteurs qui pourront localement aggraver les cotes, comme le dévers dans les virages (l'eau est plus haute à l'extérieur de la courbe d'un virage qu'à l'intérieur), le risque local d'encombre végétal (accroché aux piles des ponts, dans la végétation poussant sur une levée ou présent en tête d'île) et le batillage (vagues) dû au vent.

I.2. L'étude de l'Equipe Pluridisciplinaire Plan Loire Grandeur Nature

En juin 2001, il est confié à l'Equipe Pluridisciplinaire du Plan Loire Grandeur Nature la mission de produire des cartes de l'extension prévisible des inondations, l'objectif étant de mettre à disposition un outil de compréhension de l'inondation et d'aide à la prévention. Ces cartes permettent de présenter les résultats de l'étude de propagation des crues conduite par Hydratec de 1997 à 1999 (cf. chap. I.1.). Elus, services de l'Etat et gestionnaires de crise souhaitent pouvoir disposer d'une information sous la forme de cartes facilement lisibles, permettant de visualiser la propagation de l'eau, et ceci pour différents niveaux de crues.

La cartographie a été dressée pour les six crues simulées par le modèle et porte en plus l'information sur l'origine de l'inondation et le sens de circulation de l'eau au sein des vals. Elle signale aussi la localisation des levées, des déversoirs et de toutes les brèches accidentelles recensées historiquement (Figure 9).



Source : Plan Loire Grandeur Nature

Figure 9 : Carte d'extension des crues

I.2.1. Les incertitudes dues au modèle

Les résultats présentés sur les cartes ne prennent pas en compte l'incertitude des données utilisées. La précision en altitude de la ligne d'eau simulée par le modèle hydraulique est de l'ordre d'une cinquantaine de centimètres dans les vals. Quant à la topographie du terrain, l'incertitude du MNT est supérieure au mètre.

Cette incertitude oblige à la plus grande précaution lors de l'interprétation des cartes. Elle peut induire une erreur dans la classe de hauteur d'eau, en particulier dans les limites des zones. Regardons la maison représentée figure 10. Sans tenir compte de l'incertitude (cas 1), la maison est légèrement inondée. Mais elle peut se révéler lors d'une inondation hors d'eau (cas 2) ou sous plus d'un mètre d'eau (cas 3).

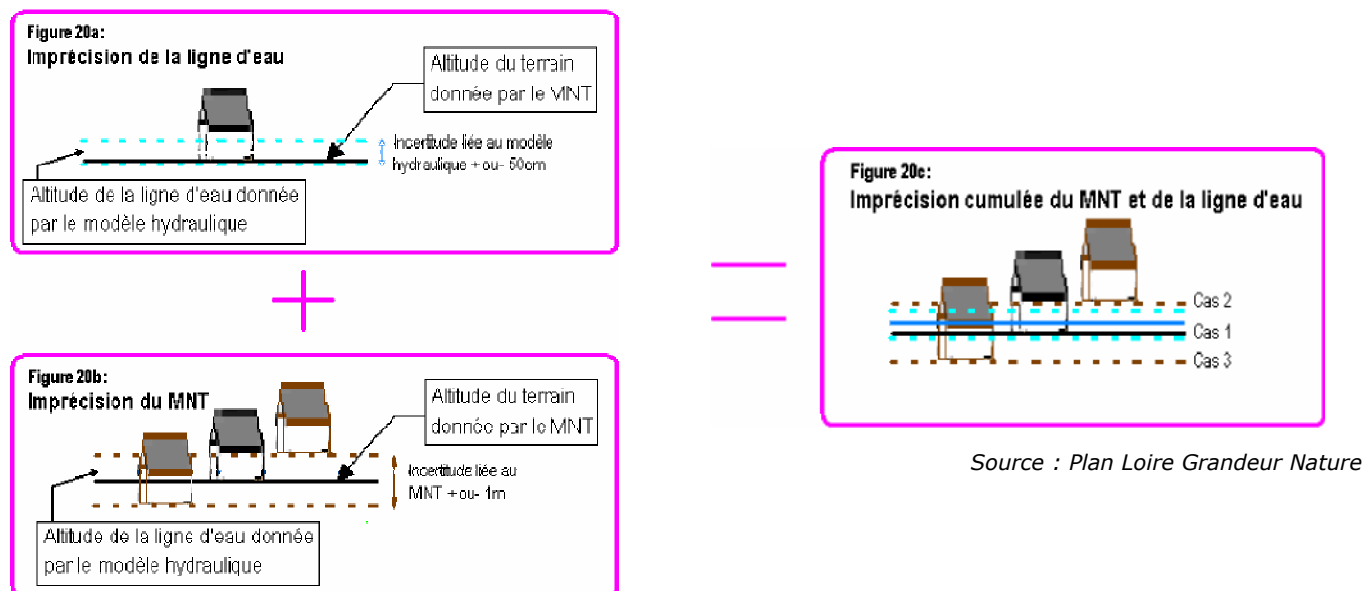


Figure 10 : Les imprécisions dues au modèle

La cartographie a servi à déterminer les scénarios d'inondation préalablement à la conduite d'un diagnostic de vulnérabilité des biens exposés aux crues. Un scénario est défini par le temps de retour de la crue, le débit au Bec d'Allier et la cote d'eau à Gien. La cartographie de l'extension prévisible des inondations est effectivement une base essentielle pour réaliser les DICRIM et les plans de secours et de gestion de crise.

I.3. Le plan de secours spécialisé inondation

Le plan de secours spécialisé inondation est préparé par le Préfet en liaison avec les services et les organismes dont les moyens peuvent être mis en œuvre. Dans le Loiret, il existe un plan d'ORganisation des Secours dans le cas d'une Inondation de la Loire (plan ORSIL), approuvé le 23 janvier 1995, actuellement en cours d'actualisation. Dans ce cadre, les services de l'Etat et les collectivités territoriales sont mis à contribution pour travailler sur la vulnérabilité des enjeux de leurs compétences.

Le plan de secours spécialisé inondation organise l'alerte et l'information des Maires et des populations conformément au Règlement Départemental d'Annonce des Crues (RDAC) et met en œuvre les moyens de secours et de sauvegarde nécessaires pour faire

face à une crue majeure de la Loire. Il inclut une analyse des risques, les mesures pour y faire face (fiche des tâches, plan d'alerte générale, dispositions spécifiques aux installations classées, recensement des établissements sensibles), le RDAC ainsi qu'un plan d'évacuation et d'hébergement.

Différents niveaux d'alerte et d'intervention sont ainsi prévus, en fonction des cotes atteintes par le niveau de la Loire, pour protéger les populations et les biens. Ces niveaux d'alerte sont traduits en scénarios d'inondation basés sur la modélisation hydraulique de la Loire moyenne et l'étude de l'Equipe Pluridisciplinaire présentées précédemment. Ainsi, pour qu'une inondation soit gérée aussi efficacement que possible, sur la base d'un référentiel d'enjeux organisés, il a été décidé d'élaborer des **scénarios de crise** (Tableau 2). Le scénario de crise allie scénario d'inondation et gestion de crise ; il rassemble donc les paramètres décrivant une crue et les atteintes qu'elle représente et auxquelles il faut faire face.

Scénario	Cotes à Gien (en m.)	Débit au Bec d'Allier (en m ³ /s)	périodicité (en années)
1	3,40	2 000	5
2	4,40	3 000	10 à 20
3	4,80	3 500 à 4 200	20 à 50
4	5,20	4 200 à 6 000	50 à 100
5	6,10	6 000 à 7 000	100 à 200
6	6,80	7 000 à 8 500	200 à 500

Tableau 2: Paramètres définissant les scénarios de crise

Source : Plan ORSIL

II. Présentation du site d'étude

L'étude a été réalisée sur le val de Loire dans le département du Loiret (Figure 11) qui est une région agricole riche, en raison des alluvions déposées par le fleuve royal. Il s'étend de Beaulieu-sur-Loire à l'amont jusqu'à Tavers à l'aval. 62 communes sont concernées, en totalité ou en partie par la zone inondable, sur ce territoire divisé en six vals.

Sur l'ensemble des 62 communes, le territoire agricole recensé en 2 000 représente 63782 ha dont 56 517 ha de Surface Agricole Utilisée (SAU). Ce territoire est utilisé par 1358 exploitations ayant leur siège sur l'une des communes concernées. Sur la zone étudiée la répartition des exploitations est la suivante : 44 % de grandes cultures, 23,7% de cultures spécialisées, 12,5 % d'élevages et 19,7 % d'exploitations mixtes (polycultures).

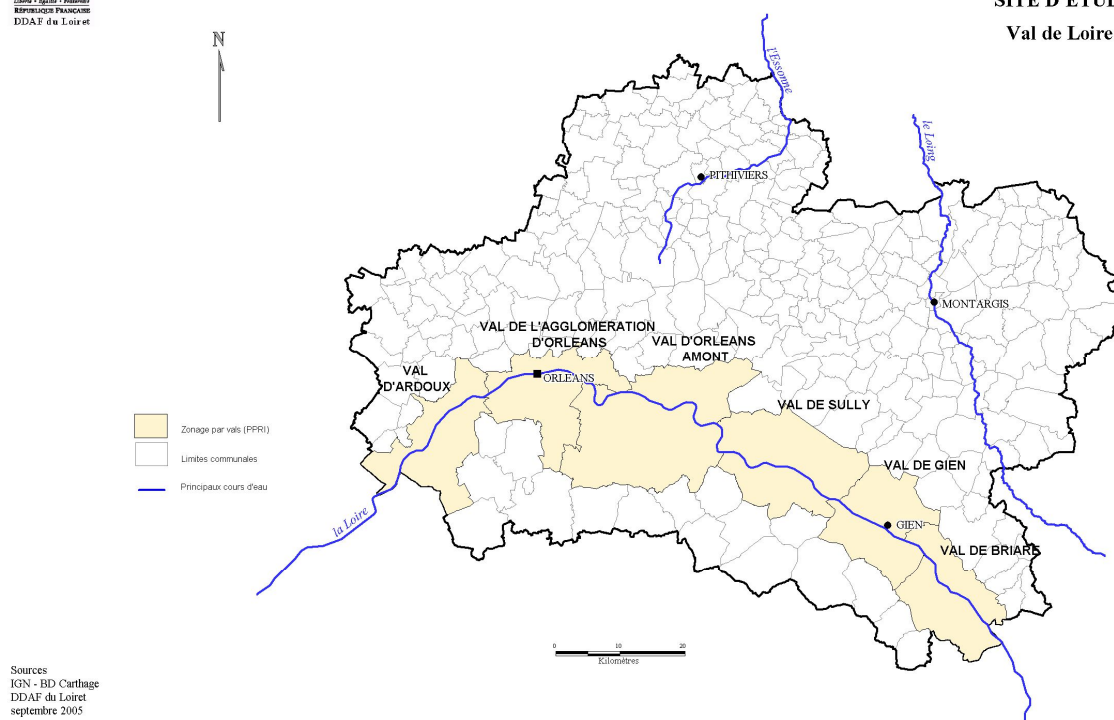


Figure 11 : Site d'étude : le val de Loire du Loiret

II.1. Description des vals

Les vals décrits correspondent aux périmètres définis pour chacun des six PPRI. Ces périmètres regroupent parfois plusieurs vals à proprement parler.

II.1.1. Le val d'Ardoux

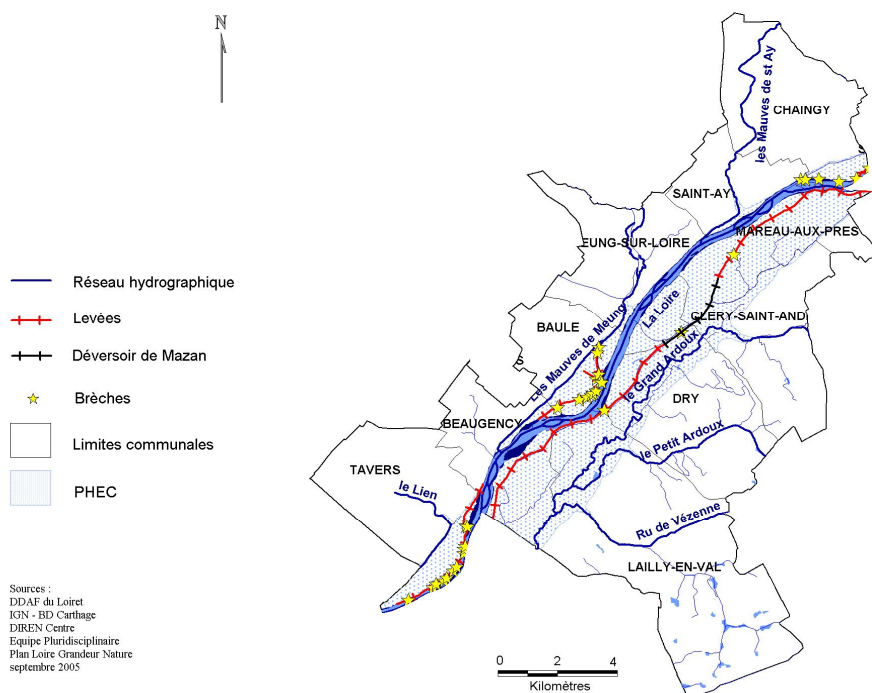
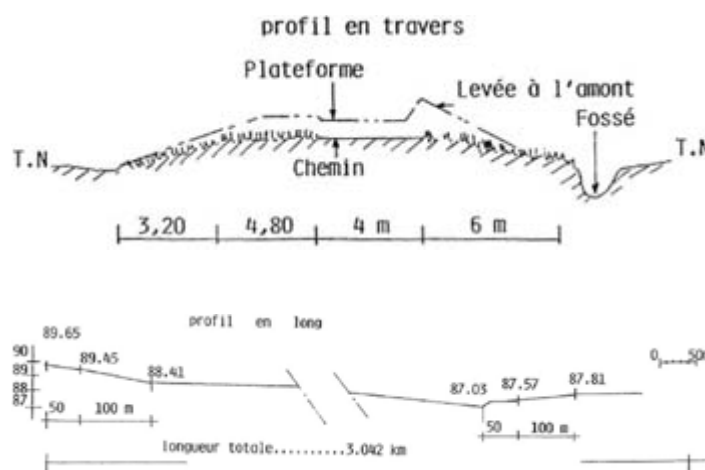


Figure 12 : Le val d'Ardoux

La figure 12 présente le val d'Ardoux situé en aval d'Orléans. La vallée est très dissymétrique puisque la Loire y coule pratiquement contre le coteau en rive droite alors qu'en rive gauche elle se présente sous la forme d'une bande large de 1 à 2 km, parcourue par l'Ardoux, rivière qui prend sa source en Sologne. C'est une vallée ouverte à fond plat dont les alluvions graveleuses et sableuses ont été localement exploitées. Le sol, enrichi par les limons de débordement, est cultivé de céréales diverses ainsi que de plantes maraîchères sous serres et d'arbres fruitiers.

Le val d'Ardoux proprement dit, en rive gauche de la Loire, est partiellement protégé par une levée qui s'étend de Mareau-aux-Prés à l'amont jusqu'à Tavers à l'aval. Cette levée est ouverte en son milieu par le déversoir de Mazan situé sur la commune de Dry (Figure 13). Ce déversoir n'est pas équipé d'un fusible. Il est constitué par un abaissement de la levée se résumant à un chemin en remblai peu marqué dont la longueur est de 2,780 km. Il permet à l'eau de s'écouler dans le champ d'expansion des crues, zone censée être inhabitée à l'origine, lorsque le seuil de 4 500 m³/s est dépassé. La levée a été renforcée ces dernières décennies sur une longueur de 7,5 km.



Source : DIREN Centre

Figure 13 : Déversoir de Mazan

En rive droite, le val n'est que partiellement protégé, notamment au niveau des communes de Baule et Chaingy où la vallée est plus large entre le lit mineur et le coteau. Plusieurs affluents de la Loire coulent en rive droite et entaillent le coteau.

II.1.2. Val de l'agglomération d'Orléans



VAL DE L'AGGLOMERATION D'ORLEANS

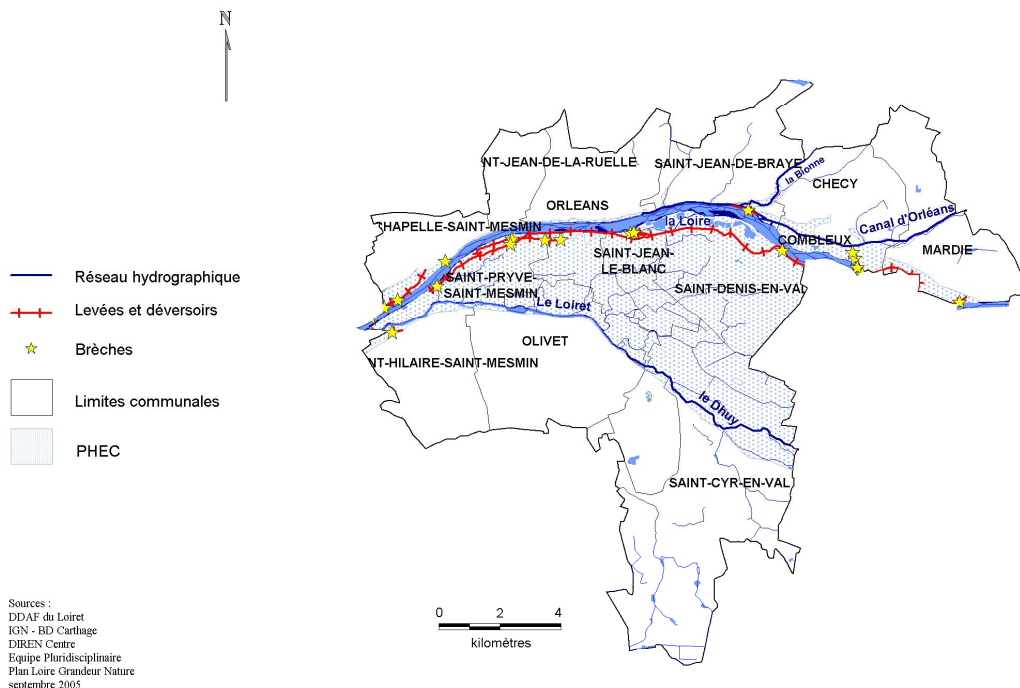


Figure 14 : Le val de l'agglomération d'Orléans

Le val de l'agglomération orléanaise (Figure 14) est particulièrement concerné par le risque d'inondation. Le val d'Orléans en rive gauche de la Loire est protégé par une levée continue, interrompue à 3,5 km environ en amont du confluent du Loiret. Cette levée est particulièrement exposée aux attaques du courant en rive concave des grands méandres comme à Sandillon. Elle a été renforcée sur toute sa longueur dans le secteur de l'agglomération orléanaise. Le Loiret, affluent de la Loire, coule en rive gauche et la rejoint à l'aval de Saint-Pryvé-Saint-Mesmin.

La rive droite du val a un secteur inondable peu étendu. Une levée la protège au niveau de la Chapelle-Saint-Mesmin ainsi que vers Chécy et Mardié. Sur cette rive coulent la Bionne et le Cens.

II.1.3. Le val d'Orléans amont



VAL D'ORLEANS AMONT

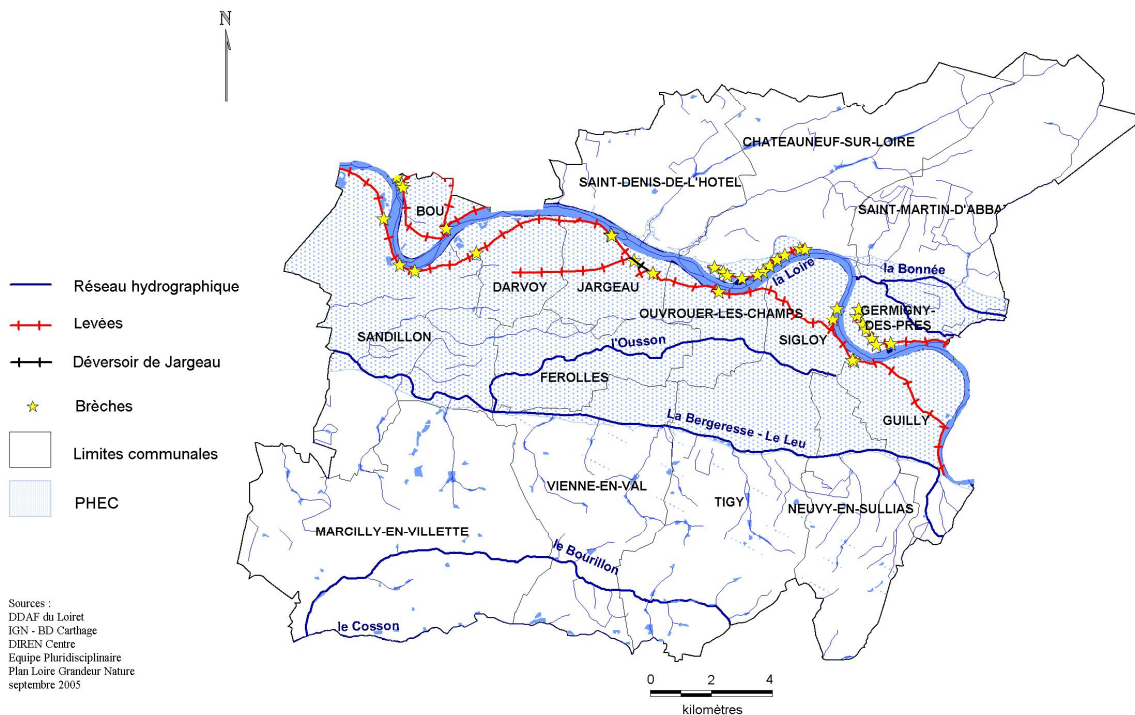


Figure 15 : Le val d'Orléans amont

L'essentiel du val d'Orléans amont, présenté par la figure ci-dessus, est protégé par une levée dont l'origine se situe à Bouteille, sur la commune de Guilly ; seuls les deux méandres marqués (Guilly et Sigloy) ne sont pas à l'abri de cette protection. Un déversoir a été aménagé en amont de l'agglomération de Jargeau, en 1882, à l'emplacement des brèches qui s'étaient produites en 1846, 1856 et 1866 (Figure 16). Ce déversoir de 715 m de longueur totale est arasé à 3,70 m en dessous du niveau de la levée. Une banquettes fusible constituée d'un cordon de terre de 1,75 m de hauteur, et destinée à rompre en cas de débordement, rehausse ce seuil. Ce déversoir avait été prévu pour écrêter les crues de l'ordre de 7 000 m³/s.

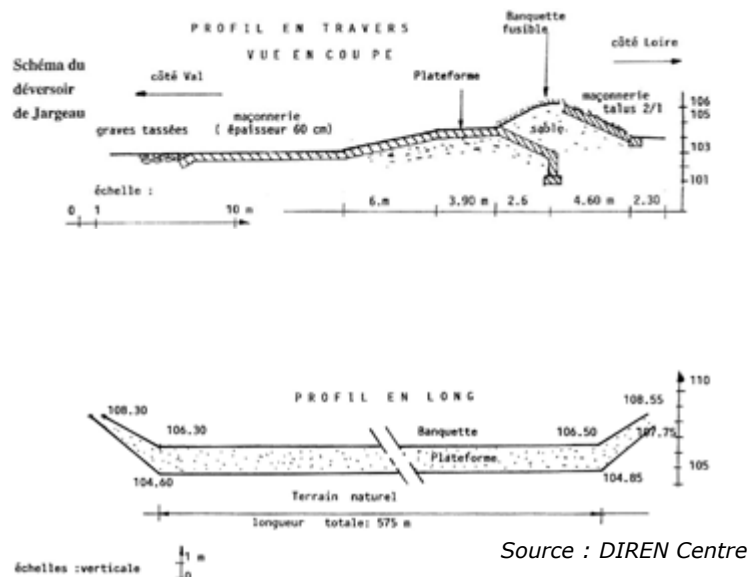


Figure 16 : Déversoir de Jargeau

Moins urbanisé qu'à l'aval, le val d'Orléans amont comprend toutefois des agglomérations notables dont certaines sont situées en totalité en zone inondable.

Le val de Bou qui occupe l'intérieur du grand méandre de Sandillon, en rive droite de la Loire, est protégé par une levée continue sans déversoir. Les enjeux concernés dans le secteur ne sont inondés que dans le cadre d'une brèche accidentelle dans la levée qui se trouve face au courant, en rive concave de la Loire.

II.1.4. Le val de Sully



VAL DE SULLY

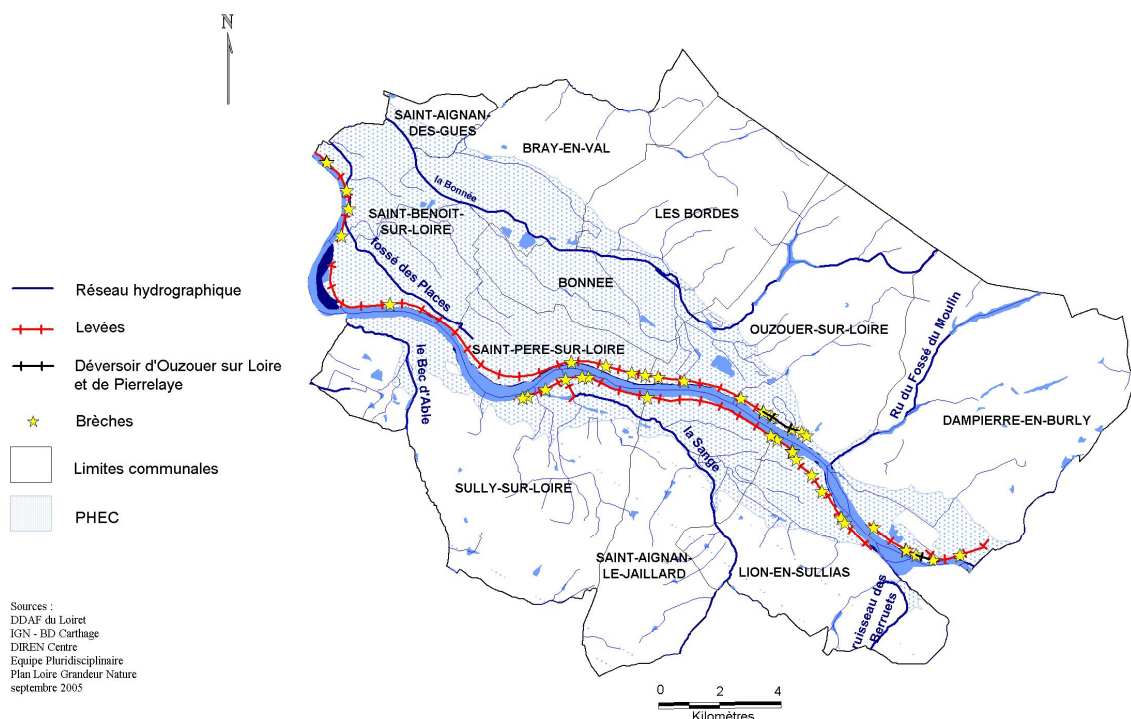


Figure 17 : Le val de Sully

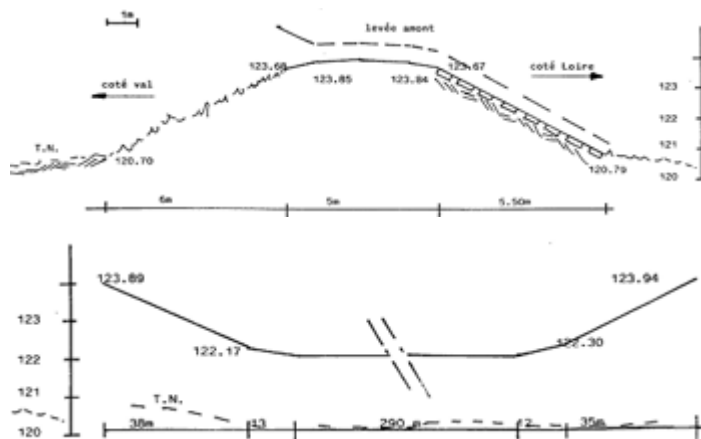
Situé en rive gauche de la Loire, le val de Sully-sur-Loire (Figure 17), d'une superficie de 1 480 ha, s'étend de Lion-en-Sullias à Sully-sur-Loire. Sa largeur moyenne est de l'ordre de 1,2 km, s'élargissant à 2 km au milieu du val. Le réseau hydrographique est constitué par la Sange et les fossés s'y jetant ainsi que par le Ronce, le Bec d'Able et l'Aquiaulne. Le val est protégé de son extrémité amont jusqu'à la Sange par une levée de 12,4 km. Le long débouché de la Sange en Loire, à l'amont immédiat du château de Sully, est muni d'un ouvrage anti-retour. Un autre ouvrage permet la dérivation de la Sange dans les douves du château.

Situé en rive droite du fleuve, le val d'Ouzouer ou de Saint-Benoît, d'une superficie de 6600 ha, s'étend sur 22 km d'Ouzouer à Chateauneuf. Le réseau hydrographique est constitué par la Bonnée et ses affluents descendant en grande partie de la forêt d'Orléans. La Bonnée, qui est canalisée sur la plus grande partie de son cours, est protégée contre le remous des crues les plus fréquentes (inférieures à la décennale) par un ouvrage anti-retour.

Le val est protégé par une levée en terre de 22 km interrompue à l'aval, au débouché de la Bonnée sur 1,5 km. Cette levée a été renforcée sur presque toute sa longueur par la mise en place d'un « masque drainant ». Elle est plus vulnérable dans les zones d'attaque des grands méandres (Saint-Benoît), des brèches s'y sont d'ailleurs produites au siècle dernier. A l'amont du val a été aménagé le déversoir dit d'Ouzouer long de 878 m dont 800 m au niveau du seuil. Il est muni d'une banquettes fusible d'une hauteur de 120 m environ. Ce déversoir entrerait en fonctionnement à partir d'un débit de l'ordre de 5 500 m³/s.

L'ensemble des communes composé de Saint-Père-sur-Loire, Bonnée et Les Bordes, forment une ligne urbanisée relativement dense qui traverse la plaine d'inondation et crée un obstacle à l'écoulement en cas de crue.

Situé en rive droite de la Loire, le val de Pierrelaye s'étend sur 4,5 km de long au sud de Dampierre-en-Burly. Il est protégé par une levée ouverte à l'aval et munie d'un déversoir au tiers de sa longueur, le déversoir de Pierrelaye (Figure 18). Le débouché du déversoir est assez réduit, la plate-forme insubmersible de la centrale électrique de Dampierre-en-Burly se trouvant derrière lui. La centrale a été surélevée pour affronter une crue décennale.



Source : DIREN Centre

Figure 18 : Déversoir de Pierrelaye

II.1.5. Le val de Gien



VAL DE GIEN

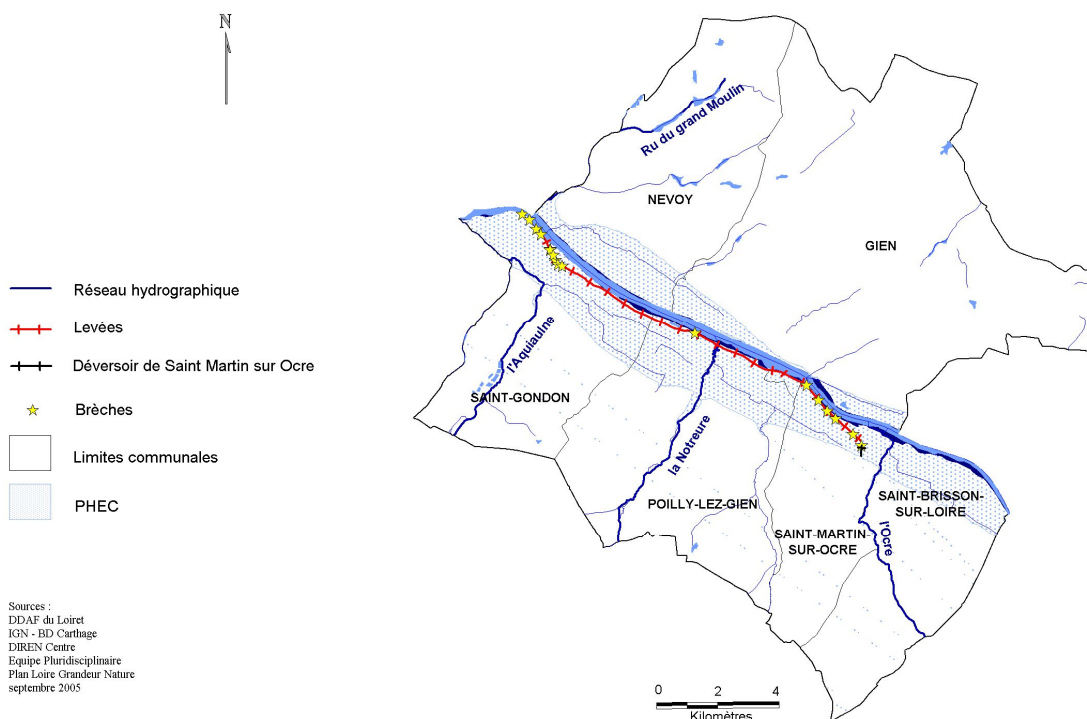


Figure 19 : Le val de Gien

Le val de Gien, présenté ci-dessus, d'une superficie de 3 000 ha, s'étend sur 20 km de longueur de Saint-Brissson-sur-Loire à l'amont au confluent avec la rivière l'Aquialne à l'aval. Sa largeur moyenne est de 1,5 km avec des élargissements allant jusqu'à 3 km. Le réseau hydrographique est composé de petites rivières provenant du coteau de

Sologne dont les principales sont l'Ocre, la Notreure et l'Aquiaulne. Le val est protégé en rive gauche par une levée de 11 km de long au total. Cette levée est munie d'un déversoir à son origine, à Saint-Martin-sur-Ocre (Figure 20). Son seuil de fonctionnement est d'environ 3 000 m³/s, soit le débit de fréquence décennale.

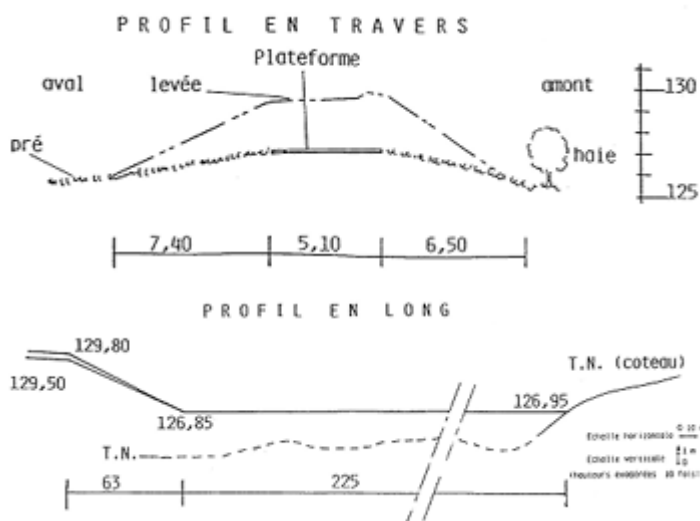


Figure 20 : Déversoir de Saint Martin Sur Ocre

Source : DIREN Centre

II.1.6. Le val de Briare



VAL DE BRIARE

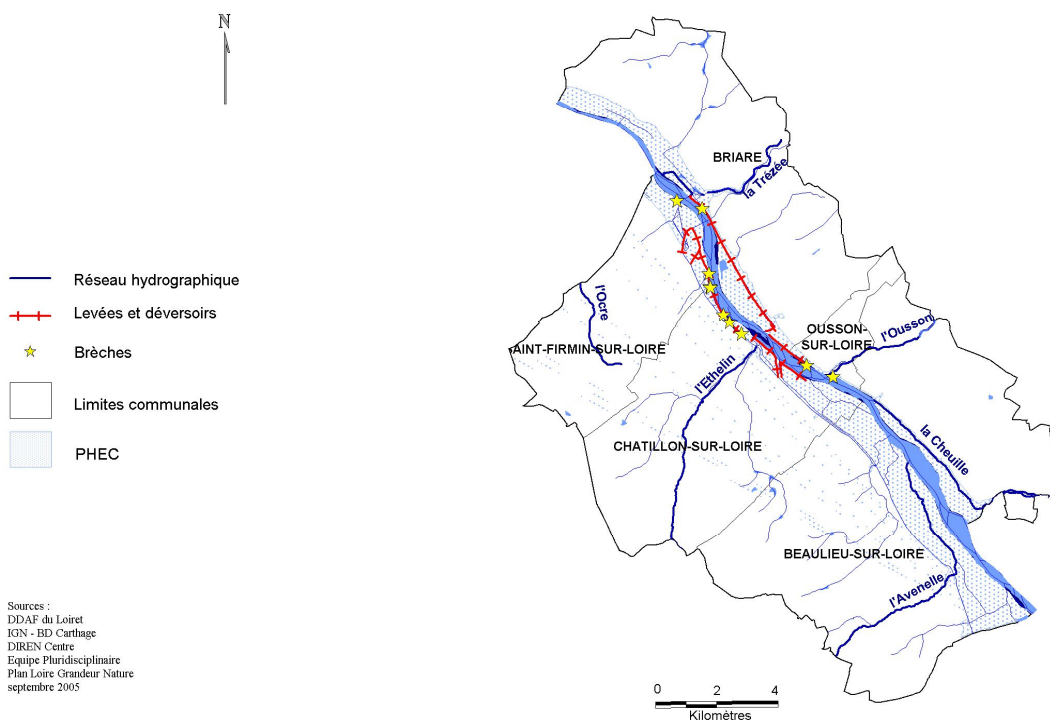


Figure 21 : Le val de Briare

La figure 21 présente le val de Briare. La rive droite n'est que ponctuellement protégée. En particulier, la partie basse de l'agglomération de Briare à l'amont de la confluence avec la Trézée, n'est protégée que par les levées aménagées le long du complexe système de canaux.

En rive gauche, la commune de Saint-Firmin-sur-Loire est protégée, d'une part, par le remblai du canal, d'autre part, par la levée dite de Saint-Firmin. Le système hydrographique est constitué par l'Ethelin et l'Avenelle. A Beaulieu-sur-Loire et Châtillon-sur-Loire, les ouvrages sont essentiellement constitués par les digues de protection des canaux. Le val de Briare est très exposé au risque d'inondation, les systèmes de protection étant très imparfaits.

III. Méthode

La partie qui suit présente la méthodologie de l'étude réalisée suite à la demande faite par la Préfecture d'identification des enjeux agricoles et ruraux situés en zone inondable de la Loire, en vue de l'actualisation du plan de secours contre les inondations.

III. 1. Le recensement des enjeux

Tous les recensements ont été établis à partir de fichiers récents. Dans un premier temps, les exploitations agricoles ont été différenciées en trois groupes : les exploitations de cultures traditionnelles (ou grandes cultures), les élevages et les exploitations de cultures spécialisées. De multiples contacts ont été pris afin d'établir une liste de ces exploitations la plus exhaustive possible. Cependant, il est très difficile d'arriver à l'exhaustivité car rien n'oblige les exploitants à être déclarés auprès d'un service. Il s'agit en général de demandes d'aides, de cotisations pour des conseils de bonnes pratiques agricoles ou une mutuelle, qui ne s'appliquent donc pas à tous les exploitants. Ainsi cette étape de récupération des données fut-elle longue et le fichier final compilant toutes les listes obtenues laborieux à mettre en place.

III.1.1. Exploitations de grandes cultures

Un listing « PACDDAF » a été établi, contenant les exploitants déclarés à la DDAF dans le cadre de la Politique Agricole Commune (PAC). Ce sont en majorité des exploitations de grandes cultures et des élevages. Ces exploitants ont été sélectionnés par croisement entre la couche du Système d'Information Géographique (SIG) des îlots de grande culture déclarés à la PAC et la couche SIG de limites des Plus Hautes Eaux Connues (PHEC) qui figure dans l'atlas des zones inondables. Ainsi avons-nous obtenu une liste d'exploitants possédant au moins une parcelle de terres agricoles en zone inondable.

III.1.2. Elevages

Une liste des élevages a été obtenue grâce à la Direction Départementale des Services Vétérinaires (DDSV). Dans la mesure où les établissements sont suivis par les vétérinaires de la DDSV, ceux-ci possèdent un logiciel interne au service (GEOSIGAL) qui sert à la gestion des établissements et fait également office de SIG. Chaque élevage, selon le type, possède également un dossier papier où figure le lieu de localisation des animaux. Dans le cas où l'adresse du siège d'exploitation est différente de l'adresse du domicile, c'est toujours l'adresse de localisation des animaux qui est précisée à la DDSV. Pour ces raisons, le travail autour des élevages a été effectué dans les locaux de la DDSV durant quatre semaines à mi-temps le matin, afin d'assurer parallèlement une présence quotidienne à la DDAF. Il était précisé par la Préfecture qu'un travail en commun devrait être fait entre la DDSV et la DDAF, concernant les élevages.

Les producteurs laitiers ont été déterminés grâce au fichier « LEONIDAFF » qui renseigne entre autres sur le quota laitier annuel de l'élevage, le quota de vente directe et la laiterie qui récolte le produit.

III.1.3. Exploitations de cultures spécialisées

Des listes ont été obtenues grâce aux comités techniques des différentes filières de la Chambre d'Agriculture (CA). Ces comités emploient des conseillers de la chambre, et les exploitants peuvent y adhérer pour bénéficier de divers conseils.

- Une liste des arboriculteurs situés sur les 62 communes potentiellement inondables a été transmise par le Centre Orléanais de Vulgarisation des Etudes Techniques Arboricoles (COVETA).
- Une liste des maraîchers de plein champ sur les 62 communes concernées totalement ou en partie par la zone inondable de la Loire a été fournie par la Fédération Départementale des Groupes d'Etudes Techniques Légumiers (FDEGTAL).
- Une liste des exploitants en maraîchage sous abris a été fournie par le Centre de Vulgarisation et d'Etudes Techniques Maraîchères d'Orléans (CVETMO).
- Une liste des exploitants en horticulture et pépinière a été fournie par le Comité de Développement Horticole de la Région Centre (CDHRC).

Ces listes rassemblent les exploitants de cultures spécialisées des 62 communes concernées par la zone inondable de la Loire. En revanche, elles ne sont pas exhaustives puisque rien n'oblige les exploitants à adhérer à ces comités. Elles ont donc été

complétées par les fichiers de la Mutualité Sociale Agricole (MSA), à laquelle les exploitants peuvent cotiser au bénéfice d'une mutuelle adéquate. Une base de données commune a été créée par compilations et croisements des différents fichiers cités ci-dessus.

III.1.4. Autres recensements

i. Entreprises agroalimentaires et autres entreprises ayant des salariés au régime agricole

Une liste des entreprises agroalimentaires a été également transmise par la DDSV. Elle comprend les entreposages de denrées alimentaires, ainsi que des entreprises de transformation de produits comme la viande et le lait.

L'ensemble des autres entreprises a été connu grâce au fichier de la MSA. Celui-ci regroupe de multiples activités, répertoriées sous différents codes, internes à la MSA : les entreprises de travaux forestiers (exploitations de bois, scieries), les entreprises de travaux (travaux agricoles, paysagistes, entreprises de reboisement), les entreprises artisanales rurales (artisans du bâtiment ruraux), les coopératives agricoles (stockage et conditionnement de produits, collecte et traitement de produits laitiers, coopératives diverses), les organismes professionnels agricoles (mutualité agricole, agences du Crédit Agricole, autres établissements ou groupements professionnels agricoles, sociétés d'intérêt collectif agricoles) et les secteurs d'activités diverses (gardes-pêche, chasse, jardiniers, gardes forestiers, organismes de remplacement ou de travail temporaire).

III.2. Campagne de sensibilisation et localisation des exploitations agricoles

Préalablement à l'analyse de vulnérabilité des exploitations, il m'a fallu réaliser un courrier-enquête qui a eu comme premier objectif de sensibiliser les exploitants agricoles au risque, à travers l'explication de la démarche et du contexte. Ensuite, l'envoi de ce courrier m'a permis de recueillir des informations sur l'exploitation et, surtout, de localiser précisément les biens vulnérables. Un premier courrier est parti en direction de la première liste d'exploitants « PAC » (532), le 3 juin 2005 (annexe 2a). Un second courrier a été envoyé (annexe 2b) afin d'interroger l'ensemble des exploitants de cultures spécialisées (233), le jeudi 16 juin 2005.

Les deux courriers types sont légèrement différents. Dans le premier cas, les exploitants concernés possèdent obligatoirement les photographies aériennes sur lesquelles ils déclarent leurs parcelles de cultures dans le cadre de la PAC. Il leur est donc demandé de faire une copie de la photo aérienne où figure leur exploitation et d'y placer des symboles correspondant aux types de bâtiments. Cette demande de localisation est complétée d'un bref questionnaire sur les activités principales de l'exploitation, le nombre de salariés

permanents, l'énumération des gros engins motorisés, le cheptel s'il s'agit d'un élevage et les stockages de produits agricoles et chimiques. Le second courrier diffère dans la mesure où les exploitants de cultures spécialisées, s'il n'exploitent pas de parcelles de grandes cultures déclarées à la PAC, ne possèdent pas de photographies aériennes. Il a donc été ajouté sur le courrier un exemple de localisation sur plan cadastral tout en continuant de mentionner la photographie aérienne pour travailler autant que possible à partir de la même source de données. De plus, la cartographie est plus aisée à partir des coordonnées Lambert qui figurent en abscisse et en ordonnée des orthophotoplans.

III.3. Le géoréférencement

Le géoréférencement a été effectué sur la station SIG de la DDAF (Figure 22) constituée de deux écrans reliés.



Figure 22 : La station SIG

III.3.1. Les élevages

Le géoréférencement des élevages a été effectué simultanément lors du recensement fait à la DDSV, grâce au logiciel interne GEOSIGAL. Cette cartographie a été effectuée d'après l'adresse figurant dans le dossier du logiciel ou le dossier papier qui est toujours, sauf exception rare, l'adresse de localisation des animaux. Dans le cas d'un élevage, le siège correspond le plus souvent au lieu d'exploitation. Les dalles du scan IGN au 1/25 000^e du Système d'Information Géographique permettent un assez bon repérage puisque les adresses sont le plus souvent des lieu-dit, ce qui correspond dans la plupart des cas, en milieu rural, à une ferme. Le site de repérage géographique Internet (www.viamichelin.fr) a aussi été un soutien intéressant. Ce travail de géoréférencement a été fait pendant la période de recensement, de compilation et d'envoi des courriers aux exploitations agricoles. Bien que les données soient moins précises que celles issues des retours de courriers, j'étais cependant sûre d'avoir un recensement des élevages et leur

localisation en zone inondable. Effectivement, il s'agit de l'enjeu le plus important pour la DDAF étant donné que, contrairement à des serres ou des parcelles de cultures, les animaux peuvent être déplacés et sauvés, moyennant une information préventive efficace et en temps voulu.

Le géoréférencement a été fait pour tous les élevages des 62 communes potentiellement inondables (260) étant donné que même un élevage hors zone inondable peut avoir des animaux en pâture dans le val et, par conséquent, être vulnérable face au risque. Tout ceux qui possèdent des terres dans le val doivent donc être alertés. Les élevages laitiers ont été différenciés grâce au champ « producteur laitier » dans le SIG et sont représentés par une couleur différente sur la cartographie. Les laiteries figurent également dans le but d'évaluer les perturbations engendrées sur le ramassage du lait.

Sous le logiciel GEOSIGAL, le géoréférencement a été fait sous les coordonnées UTM – Universal Transverse Mercator - WGS 84 ; il a donc fallu extraire tous les objets avec leurs coordonnées sous Excel et les injecter dans le logiciel MapInfo sous la même coordonnée dans un premier temps, pour ensuite convertir les données en coordonnées Lambert II étendu classique. Le croisement de la table de données qui constitue la cartographie des élevages avec la table de la cartographie des PHEC donne une nouvelle cartographie appelée « élevages_ZI ».

III.3.2. Les retours des courriers

Une couche SIG a été effectuée d'après le retour des courriers-enquête. Cette cartographie des exploitations agricoles vulnérables face au risque inondation est très précise. Dans la majorité des cas, le courrier en retour contient la photographie aérienne ou le plan cadastral de l'exploitation où sont dessinés à la main les symboles correspondant aux différents bâtiments, accompagné de la fiche questionnaire en page trois du courrier. Une table « exploitations » a été créée. Lorsqu'il s'agissait d'une photographie aérienne, le calage sur l'endroit précis a été fait grâce aux coordonnées Lambert situées en abscisse et en ordonnées de la photographie. Une fois calé sur l'exploitation et après un zoom important, les bâtiments de l'exploitation ont été géoréférencés. Lorsqu'une localisation sur plan cadastral ou plan de masse a été fournie, une localisation rapide au sein de la commune à l'aide d'un schéma ou d'un plan communal était demandée en complément. Un premier repérage était nécessaire avec cette première information. Le plan cadastral permettait ensuite d'affiner le repérage précis de l'exploitation. Que l'information ait été transmise sur photographie aérienne (ce qui constitue la grande majorité des retours) ou sur plan cadastral, le calage a été assez bien effectué. Tout dépendait bien sûr de la qualité du rendu de chaque exploitant.

Chaque dossier a été étudié, et réparti dans deux enveloppes différentes. Les exploitations situées en dehors de la zone inondable qui ne sont pas cartographiées ont été rangées dans un dossier « hors zone inondable ». Les exploitations situées en zone inondable (matérialisée par la limite des plus hautes eaux connues de la DIREN) ont été cartographiées et traitées par la suite dans un fichier Excel dans lequel figurent les principales informations et enjeux concernant l'exploitation. Dans la table de données de la cartographie, un champ appelé « ID_EXCEL » relie les éléments d'une exploitation cartographiée au fichier Excel en question.

La cartographie terminée, une analyse thématique a été effectuée afin d'identifier les divers bâtiments d'une exploitation par des symboles similaires à ceux figurant sur les courriers et de visualiser de façon précise la structure et la situation géographique de l'exploitation.

Enfin, les exploitations dont je n'ai pas reçu de réponse ont été localisées par d'autres sources d'information (terrain, travaux divers, localisation sur des plans communaux), et constituent une table de données appelée « exploitations_autres_données » à part.

III.3.3. Autres géoréférencements

i. Les entreprises

Une cartographie des entreprises employant des salariés au régime agricole et situées en zone inondable a été créée grâce aux adresses. Elle permettra d'évaluer la vulnérabilité et le nombre de salariés concernés par le risque, qu'il faut également alerter. Les salariés employés au régime agricole dépendent du Service d'Inspection du Travail de la DDAF.

ii. Les forages agricoles

Les forages agricoles en zone inondable ont été géoréférencés à partir de fichiers Excel où sont regroupés les forages déclarés à la DDAF au titre de la loi sur l'eau de 1992, ainsi que tous les forages dont la profondeur est supérieure à 10 m, recensés par le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM). Néanmoins, les forages de profondeur inférieure à 10 m et non soumis à la loi sur l'eau sont manquants mais cela représente un nombre négligeable de forage.

iii. Les stations d'épurations

La connaissance des stations d'épurations situées en zone inondable résulte du transfert de compétences qui s'est opéré de la DDASS vers la DDAF en matière d'assainissement de l'eau. Le fichier Excel fourni provient de l'AELB. Ce fichier est exhaustif.

iv. Les captages d'adduction d'eau potable ainsi que leurs périmètres de protection éloignée et rapprochée

La cartographie des captages d'adduction d'eau potable a également été constituée grâce à un fichier interne à la DDAF. Elle est actuellement en cours de validation. Les points de captages ainsi que leurs périmètres de protection rapprochée et éloignée ont été digitalisés par un agent de la DDAF pour les forages dont les périmètres sont approuvés.

III.4. Appel aux Maires et relance des courriers

Une fois la date limite de retour des courriers dépassée, la décision a été prise de faire appel aux connaissances disponibles en mairies. Un courrier a donc été envoyé, le 12 juillet, aux Maires des 62 communes potentiellement inondables. Il leur a été précisé, dans un premier temps, la démarche auprès des agriculteurs de leur commune, dans le cadre d'une campagne de localisation des exploitations en vue de l'actualisation du plan de secours départemental. Etant donné le rôle essentiel des Maires dans le plan de secours contre les inondations et leur responsabilité vis-à-vis de l'alerte des citoyens, il a paru intéressant qu'ils participent à la démarche. Il leur a donc été demandé de compléter la liste des exploitants en zone inondable et de les placer sur un plan communal.

La zone inondable n'étant bien sûr pas calquée sur la limite administrative des communes, certains exploitants d'une commune située en partie en zone inondable peuvent n'être que très peu ou aucunement vulnérables. Ainsi cette démarche a-t-elle permis de savoir si le faible taux de réponse au courrier était dû à un manque de sensibilisation des personnes vulnérables face au risque plutôt qu'à une absence de vulnérabilité. Elle a aussi permis d'identifier les personnes réellement concernées afin d'effectuer une relance plus ciblée. Le 3 août 2005, un courrier de rappel a donc été envoyé aux exploitants n'ayant pas répondu au premier courrier, d'après l'information apportée par les Maires des communes concernées.

III.5. Traitement des résultats et analyse de vulnérabilité

III.5.1. Les exploitations agricoles

La cartographie des exploitations permet, grâce à la modélisation hydraulique des six scénarios de crue, de simuler l'atteinte par les eaux des objets cartographiés. C'est le résultat qui est attendu en premier lieu par la cellule de crise de la Préfecture (SIRACED-PC). Ainsi, en cas d'alerte, les enjeux et leur vulnérabilité, peuvent-ils être clairement identifiés, en fonction du scénario annoncé par le Service d'Annonce des Crues.

Les six scénarios de crue ne sont pas exactement calées avec les six scénarios de crise prévus pour le plan de secours. Les six cartographies d'extension des crues du Plan Loire s'échelonnent de la crue de retour 50 ans à la crue de retour 500 ans (cf. Tableau 1 p. 29), alors que le scénario de crise 1 prévoit une crue de retour 5 ans (débit 2000 m³/s au Bec d'Allier) et le scénario de crise 6 une crue de retour 500 ans (cf. Tableau 2 p. 32). Ainsi le choix a-t-il été fait de ne garder que les 4 couches de modélisation des crues suivantes : 50, 100, 200 et 500 ans. Cela permet de recoller aux scénarios de crise du plan en regroupant les trois premiers scénarios en un seul. Ainsi les analyses seront-elle effectuées pour 4 scénarios. Le scénario 3 regroupant en réalité les scénarios de crise 1, 2 et 3. Une analyse supplémentaire est effectuée par rapport à la limite des PHEC. Les scénarios choisis pour l'étude (Tableau 3) sont ainsi fonction des scénarios de crise définis ainsi que des simulations de crues disponibles.

Scénario	Débit au Bec d'Allier (en m ³ /s)	périodicité (en années)
3	2 000 à 4 200	5 à 50
4	4 200 à 6 000	50 à 100
5	7 000	100 à 200
6	8 500	500
PHEC	>8 500	> 500

Tableau 3 : Scénarios choisis pour l'étude

Afin de fournir les résultats demandés et de les interpréter, il a été essentiel de regrouper en une seule table, appelée « total_exploitations », les 3 tables de données associées aux cartographies « exploitations », « élevages_ZI » et « exploitations_autres_données ». La table de données nouvellement constituée permet ainsi de regrouper toutes les exploitations situées en zone inondable dans une même table de données, quelle que soit la source d'information utilisée pour les cartographier. L'objectif final est en réalité d'obtenir une seule cartographie grâce aux retours des courriers. Cependant, il a fallu contourner le manque de réponse aux courriers par la création de cartographies « temporaires » que sont les cartographies « élevages_ZI » et « exploitations_autres_données » qui doivent, à terme, disparaître. On doit tendre vers l'homogénéisation du système construit. Pour une question pratique d'utilisation des fichiers Excel des exploitations touchées par scénario de crue, une seule table a donc été créée et les différents objets (bâtiments) d'une exploitation ont été agrégés afin que le nom de l'exploitation ou de l'exploitant n'apparaisse qu'une fois dans les fichiers servant à la communication aux Maires des listes d'exploitations inondées par la crue annoncée.

La cartographie « total_exploitations » a ensuite été croisée, grâce à des requêtes sur le logiciel MapInfo, avec les cartographies de simulation de crue du modèle. Chaque croisement donne lieu à un fichier Excel listant les exploitations agricoles touchées par la

crue. En cas d'alerte, le fichier peut très facilement être envoyé par télécopie aux Maires concernés, assorti d'une lettre type. Le Maire de chaque commune pourra ainsi cibler précisément les exploitants à prévenir d'urgence et ce, pour un scénario de crise prédéfini.

Les résultats qui suivent sont traités d'après les deux axes présentés ci-dessous :

- une analyse de l'inondabilité du val de Loire dans le département du Loiret donnera une idée de la dynamique d'extension des crues en fonction de l'intensité et du nombre croissant des exploitations touchées par type de crue ;
- une analyse chiffrée du nombre d'exploitations touchées dans chacun des vals permettra de comparer et d'apprécier la vulnérabilité de chaque secteur, pour un scénario de crue critique. Ceci permettra de dégager des paramètres essentiels à la conception du plan de secours dans le domaine agricole et d'établir des priorités de sauvegarde pour aider à la conception de ce plan. Cette analyse est effectuée grâce aux fichiers Excel issus de chaque croisement qui sont étudiés et traités par des tableaux croisés dynamiques.

PARTIE 3 : Résultats et discussion

Les résultats traitent essentiellement de l'inondabilité des exploitations agricoles dans la mesure où la majeure partie du travail effectué a porté sur ces exploitations. Il m'a été donné de traiter d'autres éléments mais de façon plus superficielle : les résultats les concernant se limitent aux recensements et cartographies.

I. Définition de la vulnérabilité d'une exploitation agricole

L'agriculture représente un enjeu économique vulnérable, notamment en ce qui concerne le matériel et les bâtiments d'exploitation, qu'ils servent au rangement du matériel, au stockage ou de siège social. Différents niveaux d'atteinte existent ; il est donc utile de les définir.

L'inondation de l'exploitation entière, dont les bâtiments, atteint l'ensemble de l'outil de production. La dégradation du matériel que l'on n'a pas eu le temps d'évacuer, la perte de stock de fourrages, la perte d'intrants ou de stocks de produits de vente sont autant de dommages qui peuvent survenir et mettre à mal une exploitation.

L'inondation d'un élevage peut entraîner, en plus d'une perte du stock de fourrage, une perte de production laitière, et, dans le pire des cas, la perte d'animaux. Cette perte est psychologiquement catastrophique et peut également être l'objet de risques sanitaires pour la population. Dans ce cas, l'inondation peut concerner soit l'exploitation entière soit le cheptel susceptible de se trouver en pâture dans le val inondable.

L'inondation des parcelles agricoles peut provoquer des dommages sur les cultures et sur les équipements fixes des parcelles (rampes d'arrosages, clôtures, forages, panneaux électriques, etc.).

Trois types de vulnérabilité existent :

- la vulnérabilité forte concerne les exploitations agricoles cartographiées, c'est-à-dire situées entièrement en zone inondable ;
- la vulnérabilité moyenne concerne les élevages hors zone inondable mais qui peuvent cependant avoir des animaux en pâture dans le val inondable de la Loire ;
- la vulnérabilité mineure concerne les exploitations dont seule une ou plusieurs parcelles de cultures sont situées dans le val.

Il peut effectivement exister des enjeux auxquels on attribue moins d'importance à grande échelle mais qui peuvent avoir des impacts non négligeables à l'échelle d'une

exploitation. C'est pour cette raison que l'on définit un degré de vulnérabilité, afin de prendre tous les cas en considération. Cependant mon travail et la présente étude portent surtout sur les enjeux fortement vulnérables.

Le rendu des résultats sera sous forme de :

- cartographies sur SIG des enjeux agricoles et ruraux situés en zone inondable de la Loire dont l'atteinte par différentes crues a été simulée ;
- fichiers Excel listant pour chaque scénario de crue les exploitations fortement vulnérables. Ces fichiers sont internes à la DDAF car aucune information nominative relative aux exploitations ne doit être divulguée ;
- traitement présenté ci-après qui donnera une vision globale du phénomène et les idées de bases d'aide à la conception efficace du plan de secours en ce qui concerne le domaine agricole.

II. Inondabilité des exploitations agricoles dans le val de Loire du Loiret

La figure 23 donne le nombre d'exploitations agricoles touchées par scénario d'inondation et le nombre d'exploitations inondables dans la limite des Plus Hautes Eaux Connues (PHEC) sur le val de Loire du département du Loiret. La limite des plus hautes eaux connues est mentionnée à titre de comparaison et comme s'il s'agissait d'un « scénario 7 ».

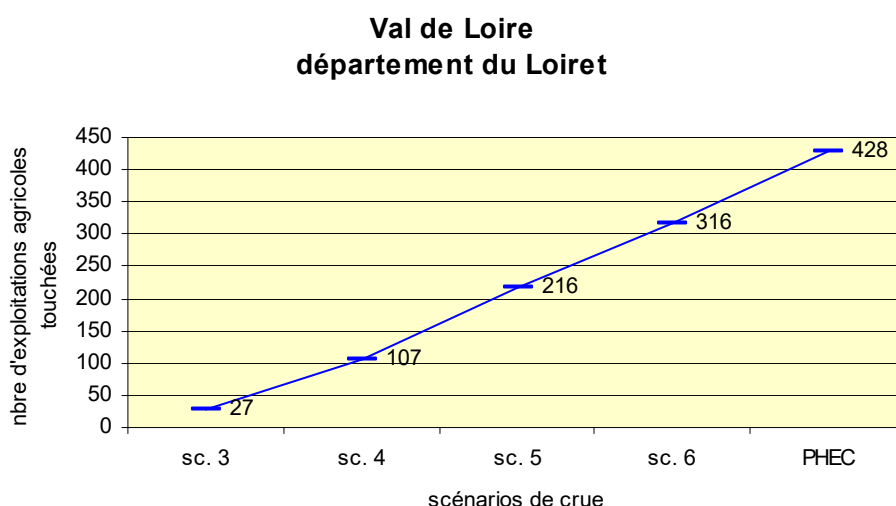


Figure 23 : Exploitations agricoles inondées, par scénario de crue

428 exploitations situées en zone inondable ont été recensées et localisées. Sur ces 428 exploitations, 238 (soit 55,6%) ont donné réponse au courrier : elles ont ainsi localisé

leur exploitation de façon précise et fourni les renseignements voulus. Les 44,4 % d'exploitations restantes ont été cartographiées par d'autres sources d'informations pour pallier au taux de réponse insuffisant. On peut donc considérer le taux d'exploitations agricoles recensées et cartographiées à presque 100 % en considérant que le fichier de départ tend vers l'exhaustivité.

D'après la figure 23 on observe une progression assez homogène du nombre d'exploitations agricoles inondées dans le val de Loire du Loiret en fonction des scénarios de crues. L'augmentation des exploitations touchées est d'environ une centaine à chaque fois que l'on progresse vers une crue d'intensité supérieure. C'est la première remarque. Néanmoins, le territoire du val de Loire est-il touché de façon homogène et progressive par l'extension des eaux, pour chaque scénario ?

Le tableau 4 détaille les chiffres du graphe 23 par type d'exploitation. On observe que le val de Loire est riche en exploitations spécialisées. Viennent ensuite les exploitations de cultures traditionnelles puis, en moindre quantité, les élevages. Les enjeux ne sont pas les mêmes d'un type d'exploitation à un autre et les chiffres ne sont pas homogènes pour un scénario donné. Alors, faut-il intervenir de la même façon d'un scénario à l'autre d'après cette observation ?

	scénario 3	scénario 4	scénario 5	scénario 6	PHEC total
Nb d'exploitations traditionnelles	7	42	58	110	166
Nb d'élevages	13	37	42	49	69
Nb d'exploitations spécialisées	7	26	114	151	183
Nb d'exploitations mixtes*	0	2	2	6	10
Nb total d'exploitations	27	107	216	316	428

* culture spécialisée + élevage

Tableau 4 : Détail des différents types d'exploitations inondées par scénario

II.1. Dynamique d'extension des crues et d'atteinte des exploitations agricoles dans le val de Loire 45

Les cartes qui suivent permettent de visualiser globalement la zone inondée du val de Loire en fonction des crues, ainsi que les exploitations atteintes en conséquence dans ce val inondable. C'est en quelque sorte une vision de la dynamique d'extension des crues et d'atteinte provoquée par les eaux des différentes crues simulées par le modèle.

II.1.1. Scénario 3

La figure 24 permet de visualiser l'atteinte du val et des premières exploitations agricoles touchées par les eaux lors d'une crue d'ordre cinquantennale (scénario 3).

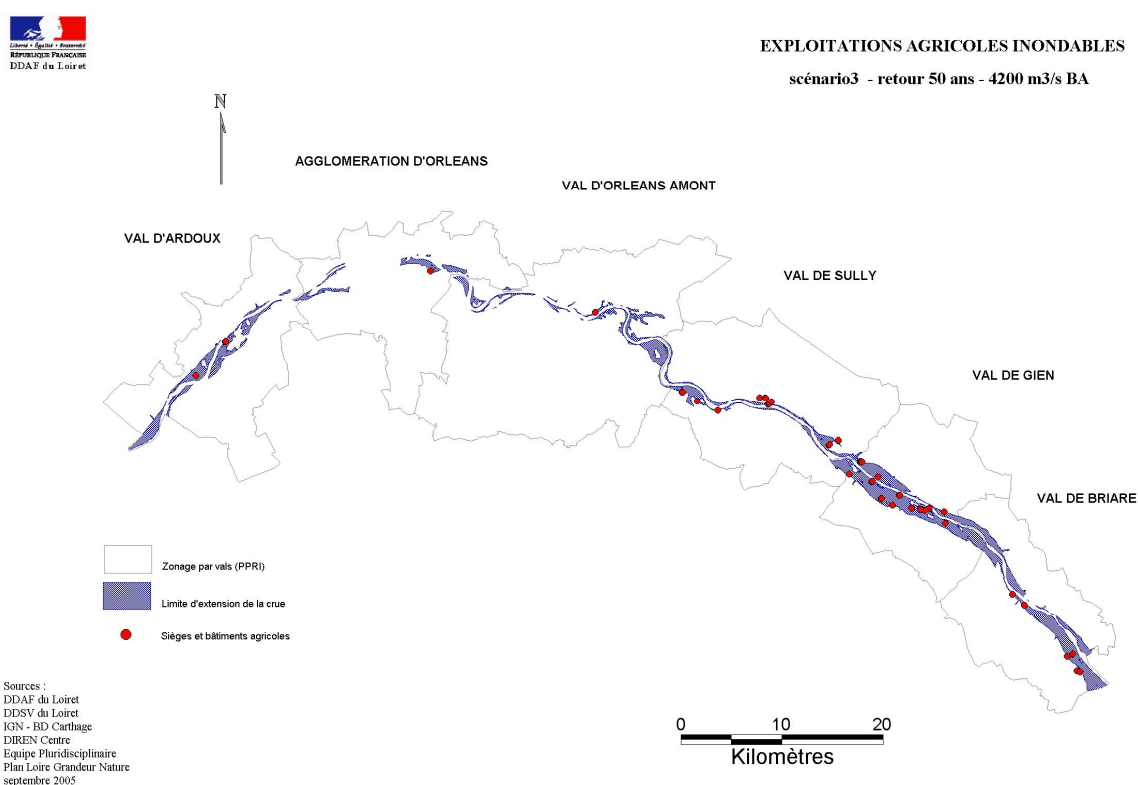


Figure 24 : Exploitations agricoles inondables en scénario 3

On remarque que la crue cinquantennale atteint le val de Briare et le val de Gien. Il faut rappeler que le déversoir de Saint-Martin-sur-Ocre fonctionne à partir du seuil de 3 000 m³/s. L'inondation s'étend également par surverse et par remous dans les petits affluents de la Loire.

L'atteinte est légère pour les val d'Ardoux et de Sully de même que pour les vals d'Orléans pour lesquels seul le lit majeur endigué est inondé. Seuls de légers remous dans les affluents commencent à inonder les vals.

II.1.2. Scénario 4

La figure 25 présente le val de Loire atteint par une crue d'ordre centennale (scénario 4) et les exploitations agricoles inondées.

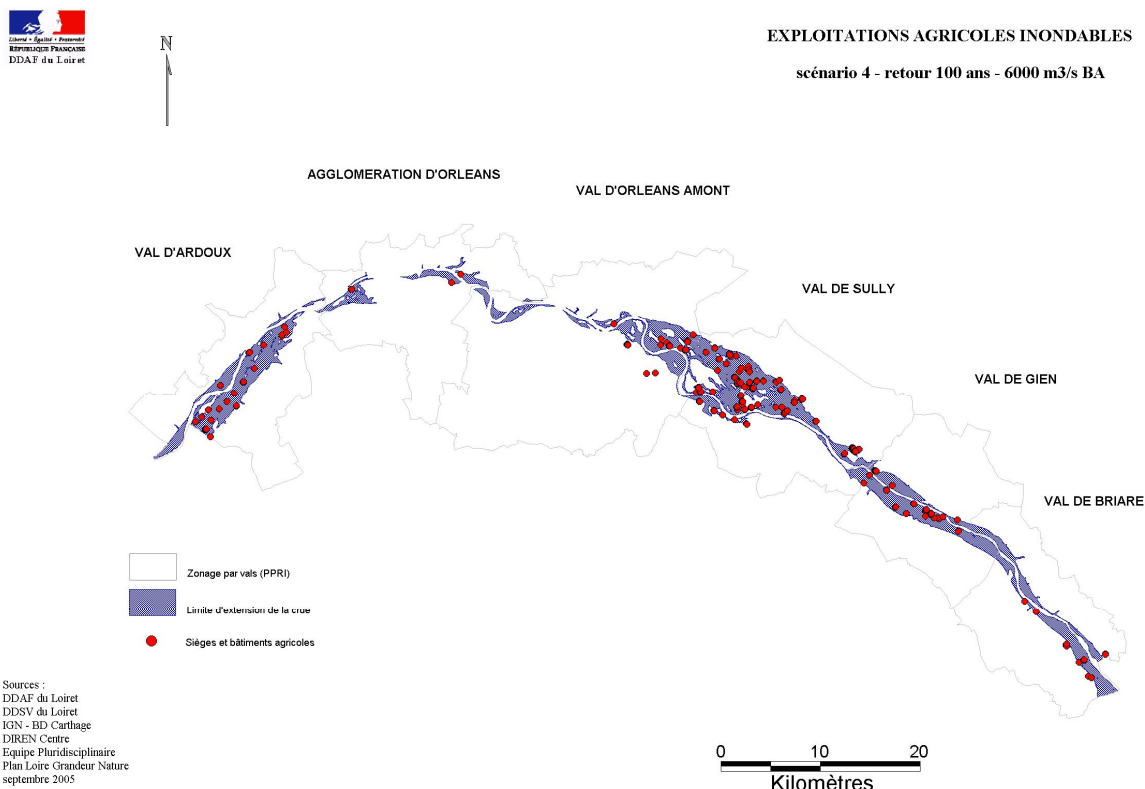


Figure 25 : Exploitations agricoles inondables en scénario 4

La crue de type centennale provoque davantage de dégâts avec une importante extension des eaux au niveau du val de Sully et du val d'Ardoux. Dans le val d'Ardoux, le déversoir de Mazan fonctionne et inonde la rive gauche à l'aval par remous. La rive droite est légèrement inondée par remous de la Loire dans ses affluents. En ce qui concerne le val de Sully, la rive droite est inondée par les eaux du déversoir d'Ouzouer et de Pierrelaye. Les vals de l'agglomération d'Orléans et d'Orléans amont restent bien protégés pour cette crue étant donnée leur très forte urbanisation. On observe une légère extension par remous de la Loire dans le Loiret qui commence à inonder le val de l'agglomération d'Orléans.

On remarque d'ores et déjà que ce sont les exploitations des vals situés aux extrémités du département du Loiret qui sont atteintes en premier (scénario 3). Les dégâts sont également importants sur le val d'Ardoux et sur le val de Sully, très agricole, en scénario 4.

II.1.3. Scénario 5

La figure 26 montre l'atteinte du val de Loire et des exploitations agricoles par une crue d'ordre deux-centennale (scénario 5).

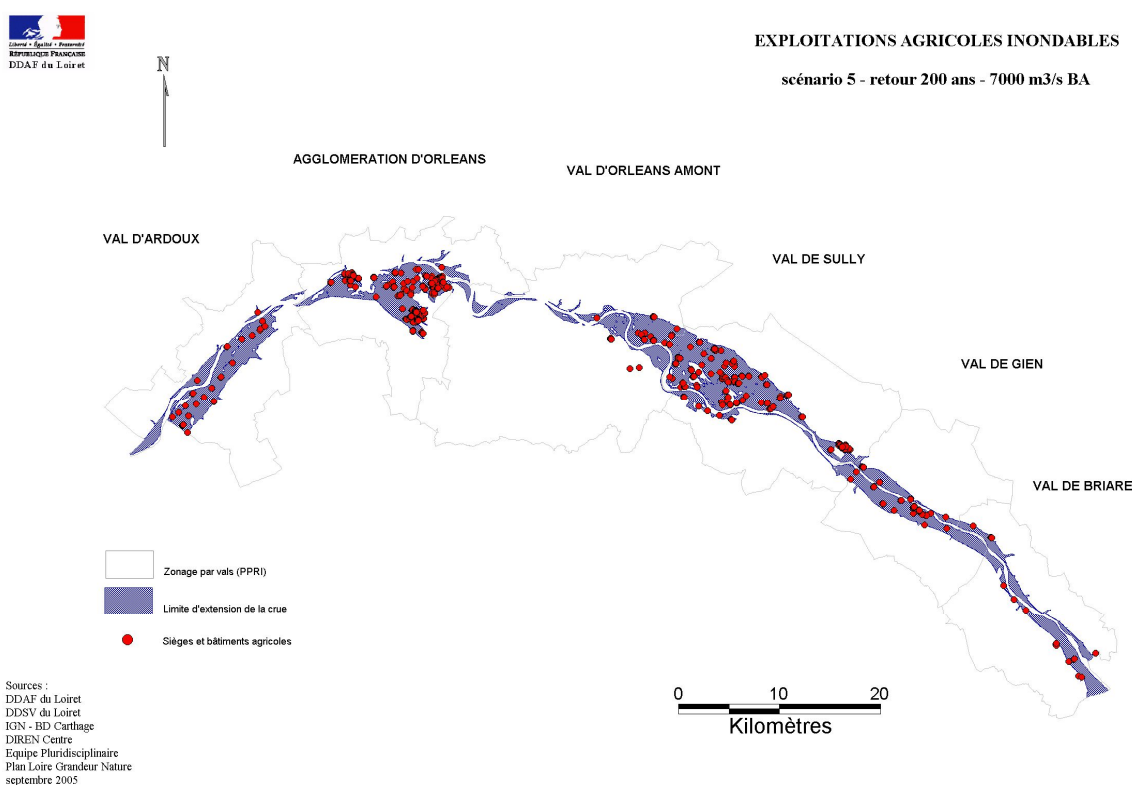


Figure 26 : Exploitations agricoles inondables en scénario 5

Le val de Sully est très atteint par écoulement des eaux des déversoirs d'Ouzouer et de Pierrelaye. C'est surtout le val de l'agglomération orléanaise qui semble le plus touché par la crue de type deux-centennale, par le remous de la Loire dans le Loiret. On observe deux amas de points denses. Ces amas correspondent aux importantes zones horticoles du domaine de Cornay à Saint-Cyr-en-Val et du domaine de Melleray à Saint-Denis-en-Val. L'inondation de ces deux zones de cultures spécialisées peuplées de serres provoquerait sans aucun doute des dégâts matériels très importants. Une partie du domaine horticole des Noues à Dampierre-en-Burly est également atteint par cette crue. Il est situé dans le val de Sully, quasiment en limite du val de Giens. Visiblement, il n'y a plus d'évolution pour les vals de Giens, de Briare et d'Ardoux qui sont entièrement

inondés pour une telle crue. Seul le val d'Orléans amont reste encore quasiment non atteint.

II.1.4. Scénario 6

La figure 27 montre l'extension des eaux que provoquerait une crue d'ordre centennale (scénario 6).

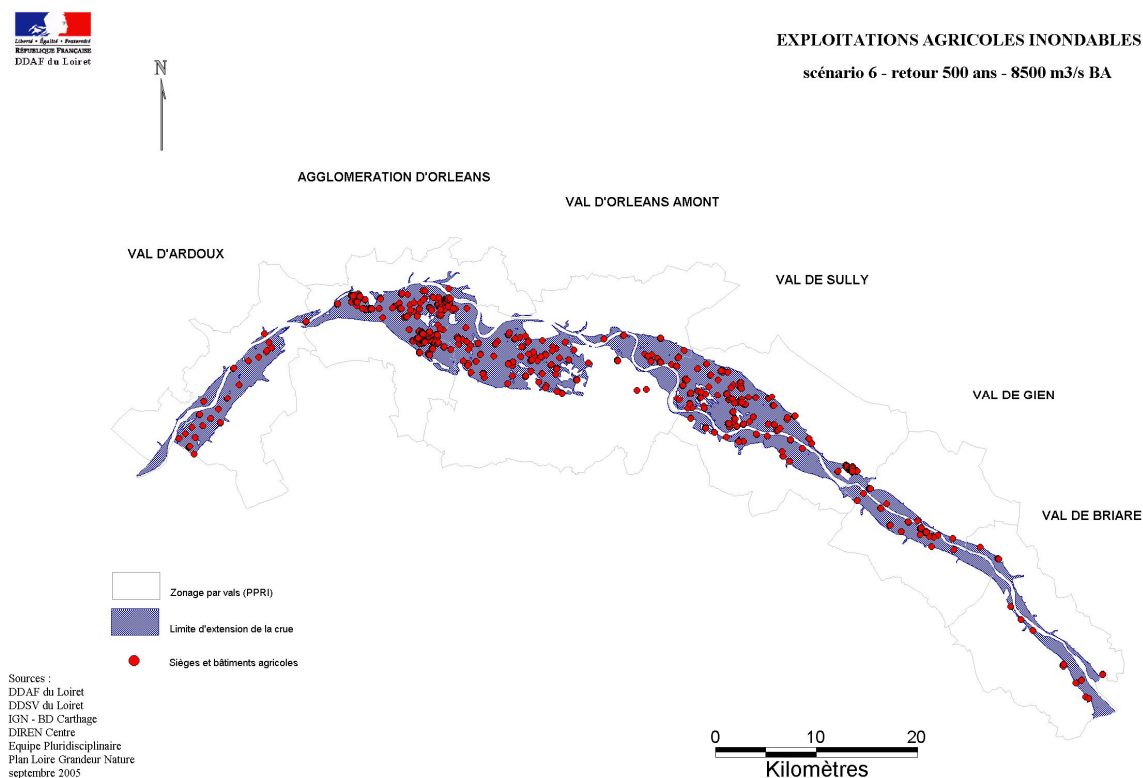


Figure 27 : Exploitations agricoles inondables en scénario 6

Le centre du département est également atteint par les eaux. L'atteinte est très importante au niveau du val d'Orléans amont jusqu'ici épargné. Le déversoir de Jargeau fonctionne et l'écoulement des eaux inonde la rive gauche du val d'Orléans amont, aidé des eaux de l'importante brèche située au lieu dit « château lumina » à Saint-Denis-en-Val, sur le val de l'agglomération d'Orléans. Il s'agit du secteur où la zone inondable est la plus importante et, parallèlement, où les enjeux sont très abondants. On observe encore une progression au niveau du val de Sully et du val de l'agglomération d'Orléans.

II.1.5. Plus Hautes Eaux Connues (PHEC)

La figure 28 permet de visualiser l'ensemble des exploitations agricoles inondées en assimilant l'extension des eaux à un scénario catastrophe pour lequel des ruptures accidentelles de digues se produiraient. Celles-ci n'étant pas prises en compte par la modélisation hydraulique, les plus hautes eaux connues donnent une idée de l'extension de la crue dans un tel cas et des dégâts sur le domaine agricole. On peut craindre de telles ruptures étant donné l'état actuel des digues et les nombreuses brèches qui se sont déjà produites (cf. Chap. II).

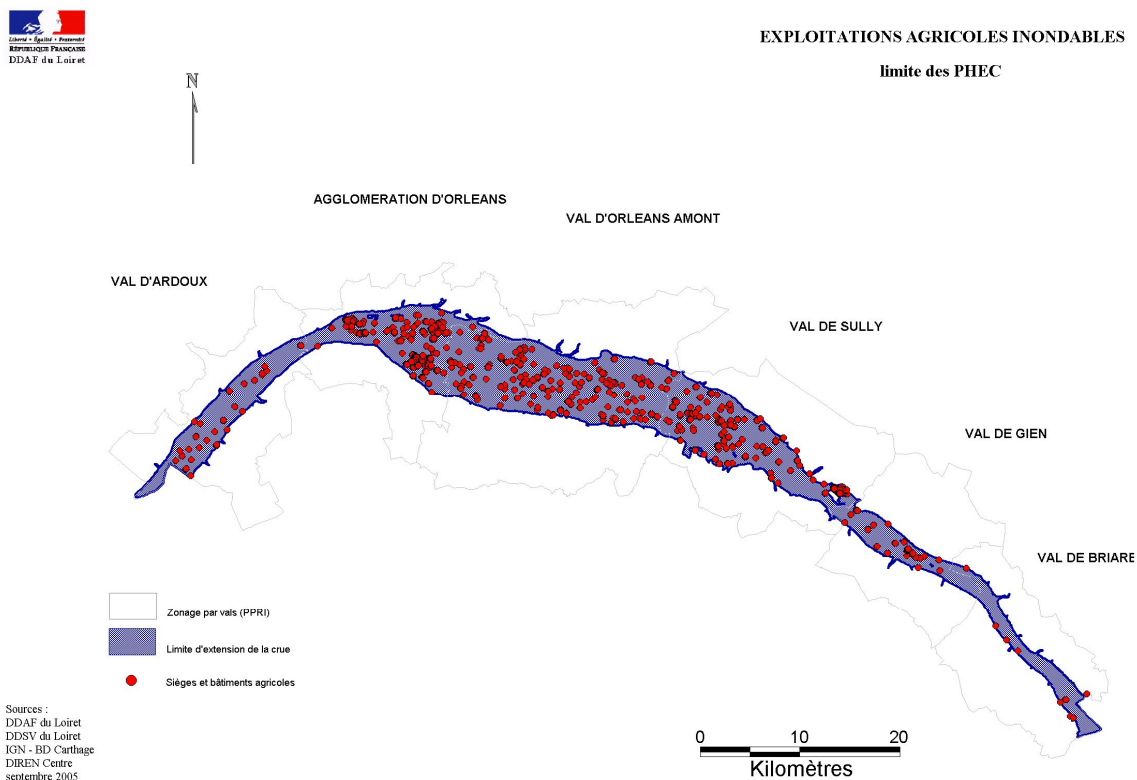


Figure 28: Exploitations agricoles inondables dans la limite des PHEC

En effet l'extension des eaux atteint des zones jusqu'à présent protégées par des digues, comme la commune de Bou située dans le méandre (val de l'agglomération d'Orléans) et les communes de Darvoy et Jargeau (val d'Orléans amont), et termine d'inonder ce val. Ce scénario « catastrophe » augmenterait encore de façon importante le nombre d'exploitations touchées.

Ainsi nous avons vu que le val de Loire ne s'inonde pas de façon homogène pour les différentes crues simulées. Certains secteurs subissent une inondation quasi totale dès le scénario 3 alors que d'autres sont peu ou pas touchés par le même scénario, mais le sont par des scénarios plus importants. C'est pour cette raison qu'il a semblé intéressant de procéder à une analyse identique par val. D'après les simulations de crues appliquées à

la cartographie des exploitations agricoles inondables, le val de Gien et de Briare sont atteints par une crue cinquantennale, le val d'Ardoux et de Sully par une crue centennale, le val de l'agglomération d'Orléans par une crue deux-centennale et celui d'Orléans amont par une crue cinq-centennale. Les chiffres par val confirment-ils cette tendance ?

II.2. Inondabilité des exploitations agricoles par vals

Comme nous l'avons vu précédemment, les vals ne sont pas tous égaux face au risque d'inondation, tant par l'importance des enjeux qui s'y trouvent que par le processus d'extension des crues, différent d'un val à l'autre. C'est pourquoi nous analysons le nombre d'exploitations touchées par scénario pour chacun des vals dans les figures ci-dessous. Celles-ci confirment la tendance constatée au chapitre précédent et le scénario critique qui touche chaque val, c'est-à-dire celui qui provoque l'inondation de 50 % ou plus des exploitations du val.

II.2.1. Val de Gien

La figure 29 présente le nombre d'exploitations touchées sur le val de Gien, pour les différents scénarios d'inondation.

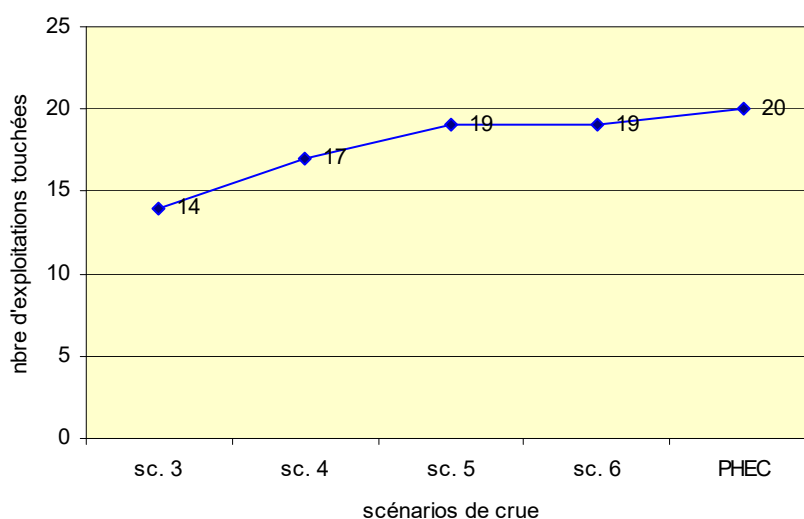


Figure 29 : Nombre d'exploitations agricoles touchées, par scénario, dans le val de Gien

Comme on peut le voir, le val de Gien n'est pas tant vulnérable par le nombre d'exploitations situées au sein de sa zone inondable - au nombre de 20 - que par son inondabilité précoce (cf. Chap. II). En effet, 70 % des exploitations agricoles du val situées en zone inondable sont touchées dès le scénario 3, c'est à dire par une crue de l'ordre de la cinquantennale. En scénario 4, 85 % des exploitations sont touchées, et

95% en scénarios 5 et 6. En scénario 3, la quasi totalité du val est donc inondée : c'est le scénario critique du val.

On a vu au chapitre précédent que la zone inondable de ce val est très réduite et que relativement peu d'enjeux s'y trouvent. Il est donc acceptable qu'il soit moins protégé. Le déversoir de ce val fonctionne pour une crue de fréquence décennale. L'inondation des vals peu urbanisés permet de faire baisser la ligne d'eau à l'aval, de faire diminuer la pression qui favorise les brèches et de repousser au maximum l'inondation de secteurs plus urbanisés comme les vals d'Orléans.

II.2.2. Val de Briare

La figure 30 présente le nombre d'exploitations touchées sur le val de Briare, pour les différents scénarios d'inondation.

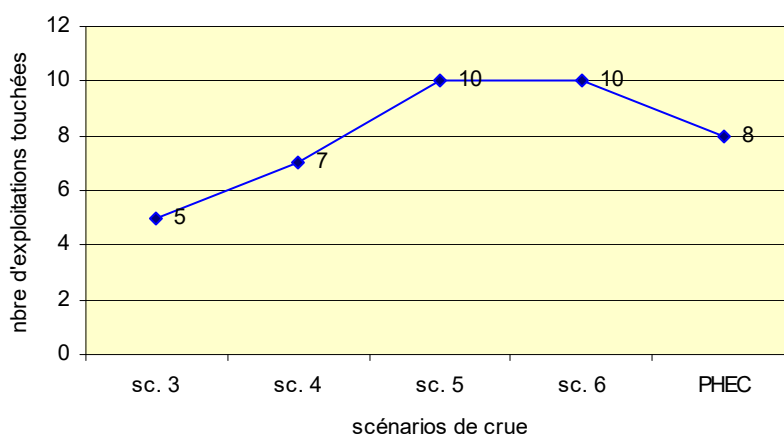


Figure 30 : Nombre d'exploitations agricoles touchées, par scénario, dans le val de Briare

Seulement dix exploitations sont vulnérables dans le val de Briare. Cependant, 50 % sont inondées par une crue d'ordre cinquantennale et 100 % par une crue de type scénario 5. La crue cinquantennale (scénario 3) est le scénario critique du val.

On observe de plus que le nombre d'exploitations touchées par les PHEC est inférieur à celui relatif aux scénarios 5 et 6. Ce n'est pas une erreur. Simplement, les eaux de la simulation des crues de scénarios 5 et 6 sont plus étendues au niveau d'un petit secteur et touchent deux exploitations supplémentaires par rapport à la limite des PHEC. Partout ailleurs sur le val de Loire, c'est la limite des PHEC qui est la plus importante.

De la même façon que pour le val de Gien, le val de Briare est très peu urbanisé et la surface inondable très faible. En conséquence, ce val n'est que ponctuellement protégé :

il est « sacrifié » en quelque sorte dès le scénario 3, pour épandre la crue et épargner l'inondation de vals plus urbanisés.

III.2.3. Val d'Ardoux

La figure 31 présente le nombre d'exploitations touchées sur le val d'Ardoux, pour différents scénarios d'inondation.

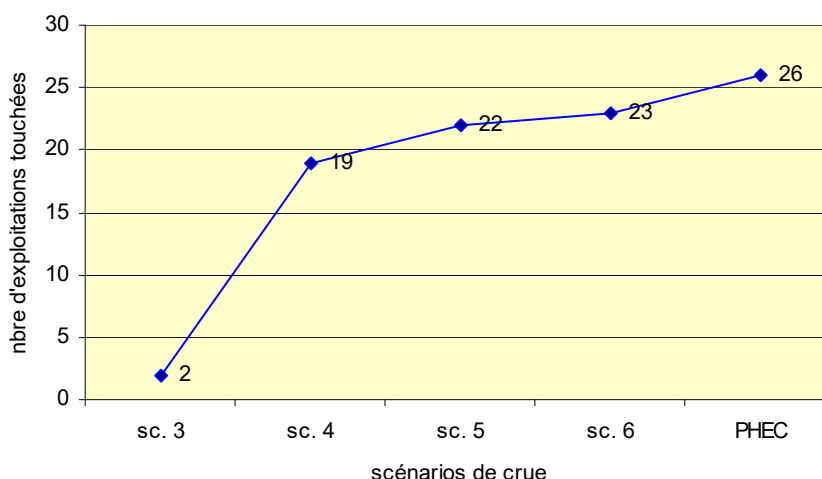


Figure 31 : Nombre d'exploitations agricoles touchées, par scénario, dans le val d'Ardoux

En scénario 4, 73 % des exploitations du val d'Ardoux sont inondés, contre 8 % en scénario 3. De la crue d'ordre cinquantennale à la crue centennale, il y a 65 % d'exploitations agricoles inondées en plus. Ceci montre bien que c'est lors d'une crue centennale que les enjeux agricoles du val deviennent le plus vulnérable. Le scénario 4 est donc critique pour l'enjeu agricole dans le val d'Ardoux.

Le déversoir de Mazan fonctionne lorsque le seuil de 4 500 m³/s est dépassé, donc en scénario 4. Les enjeux en général, c'est-à-dire tous enjeux confondus, autres qu'agricoles, sont peu développés sur ce val. Le fonctionnement du déversoir est déclenché après l'inondation des vals de Gien et de Briare, pour épandre la crue, et épargner la partie centrale du val de Loire et notamment l'agglomération d'Orléans.

II.2.4. Val de Sully

La figure 32 présente le nombre d'exploitations touchées sur le val de Sully, pour différents scénarios d'inondation.

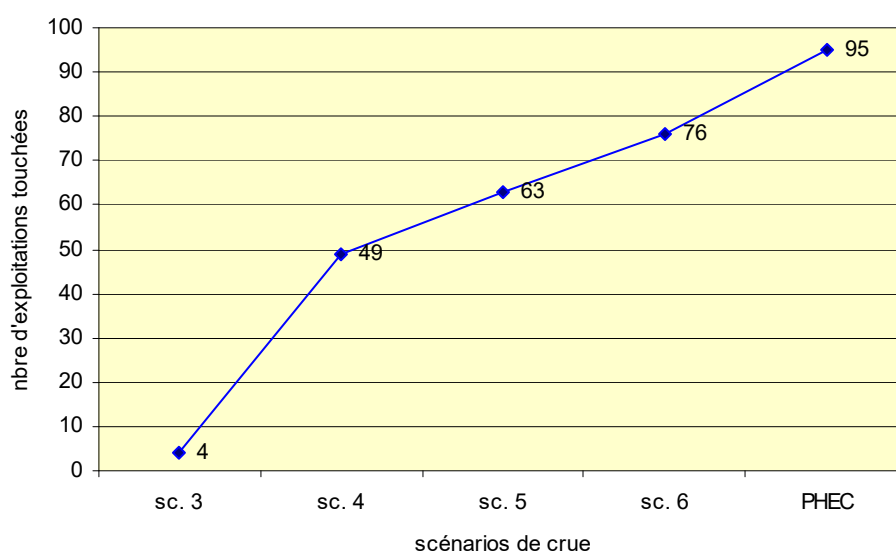


Figure 32 : Nombre d'exploitations agricoles touchées, par scénario, dans le val de Sully

Le val de Sully comporte un important val inondable ainsi qu'une quantité importante d'exploitations agricoles situées en zone inondable de la Loire. C'est un secteur très agricole. Les exploitations agricoles du val de Sully sont atteintes à hauteur de 53 % au scénario 4 (crue centennale). Ensuite, la progression est assez homogène jusqu'à la crue cinq-centennale et la limite des PHEC. On considère donc que le val de Sully est vulnérable pour la crue centennale, qui constitue le scénario critique du val (scénario 4).

L'écoulement des eaux provenant des deux déversoirs situés dans le val en rive droite de la Loire participent à l'inondation d'un nombre important d'exploitations en scénario 4. A titre de comparaison, le nombre d'exploitations nouvellement touchées en scénario 4 est de 45 sur le val de Sully alors qu'il est de seulement 22 sur les trois premiers vals cumulés. Autrement dit, l'atteinte du val de Loire est importante pour l'enjeu agricole en crue centennale. Elle est plus que doublée, en scénario 4, par la seule inondation du val de Sully.

II.2.5. Val de l'agglomération d'Orléans

La figure 33 présente le nombre d'exploitations touchées sur le val de l'agglomération d'Orléans, pour différents scénarios d'inondation.

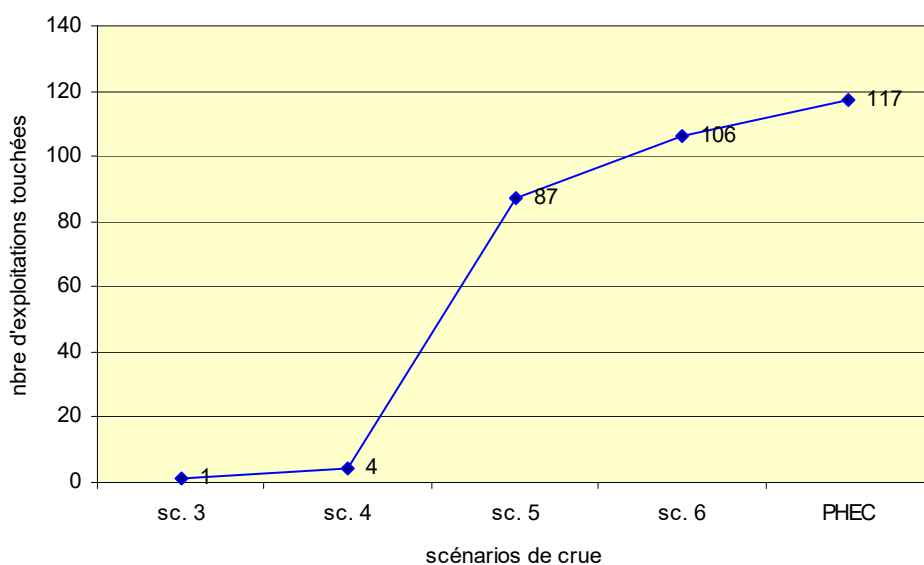


Figure 33 : Nombre d'exploitations agricoles touchées, par scénario, dans le val de l'agglomération d'Orléans

Le val de l'agglomération orléanaise passe d'une atteinte de 3,5 % des exploitations agricoles en scénario 4 à quasiment 74 % en scénario 5, qui est donc le scénario critique pour ce val. Le val semble bien protégé pour les crues allant jusqu'à la centennale, grâce aux déversoirs situés à des endroits qui devraient être exempts de toute urbanisation. Cependant pour une crue deux-centennale, l'inondation du val ne peut être évitée à cause du remous de la Loire dans le Loiret, qui provoque l'inondation de Saint-Pryvé-Saint-Mesmin et se répand ensuite dans tout le val.

II.2.6. Val d'Orléans amont

La figure 34 présente le nombre d'exploitations touchées sur le val d'Orléans amont, pour différents scénarios d'inondation.

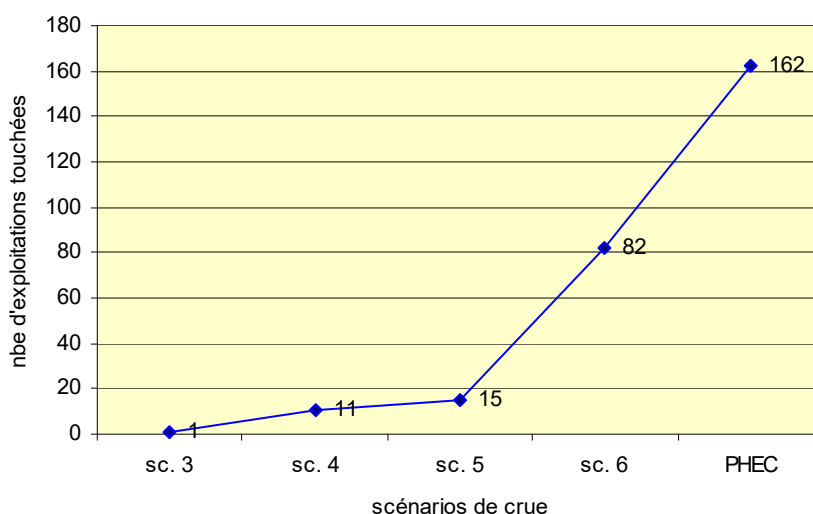


Figure 34 : Nombre d'exploitations agricoles touchées, par scénario, dans le val d'Orléans amont

Pour une crue cinquantennale ou centennale, comme seul le val endigué est inondé, l'ensemble du secteur est peu touché. C'est la crue de type cinq-centennale, la plus importante modélisée (scénario 6), qui provoque l'inondation de 51 % des exploitations agricoles du val d'Orléans amont. C'est ce val qui comporte le plus d'enjeux : la zone inondable y est très importante et beaucoup de communes sont entièrement en zone inondable. C'est par conséquent le val le plus protégé. Cependant, le déversoir du val de Jargeau fonctionne pour un seuil supérieure à 7 000 m³/s et participe à l'inondation du val d'Orléans amont dans le but de faire baisser la ligne d'eau à l'aval et d'éviter les brèches qui pourraient provoquer encore plus de dégâts en inondant tout le val.

Effectivement, la totalité ou presque des exploitations seraient atteintes par rupture de levées, ce qui n'est pas pris en compte par le modèle. C'est pour cette raison qu'il est nécessaire d'avoir également la comparaison avec la limite des plus hautes eaux connues. Ces ruptures de digues feraient doubler le nombre d'exploitations inondées dans ce val (de 82 à 162 exploitations touchées).

Le tableau 5 rappelle, en conclusion, le scénario critique qui a été défini pour chaque val.

VAL	Gien	Briare	Ardoux	Sully	Agglomération d'Orléans	Orléans amont
Sc. critique	3	3	4	4	5	6
débit au BA	4 200 m ³ /s	4 200 m ³ /s	6 000 m ³ /s	6 000 m ³ /s	7 000 m ³ /s	8 500 m ³ /s
périodicité	50 ans	50 ans	100 ans	100 ans	200 ans	500 ans

Tableau 5 : Scénario critique des vals

En résumé, les vals de Briare et de Gien dans lesquels ne se trouvent quasiment que des terres agricoles sont inondés dès le scénario 3. Cependant, cela ne touche finalement que peu d'enjeux. Ensuite, c'est le val d'Ardoux, qui concerne légèrement plus d'enjeux, qui est inondé, en scénario 4. Le val de Sully est également inondé en scénario 4 mais comprend déjà relativement plus d'exploitations touchées. Enfin, les deux vals les plus urbanisés, l'agglomération d'Orléans et le val d'Orléans amont, sont protégés jusqu'aux scénarios 5 et 6 respectivement. Le système de protection contre les crues fait que l'on utilise des vals où l'enjeu est « mineur » pour épandre la crue et épargner autant que possible d'autres vals dont l'urbanisation est très dense et dont l'inondation causerait des dégâts beaucoup plus importants.

II.2.7. Spécificité de chaque val dans le domaine agricole

Le tableau 6 présente le nombre d'exploitations agricoles touchées par secteur d'activité, par val et pour le scénario critique qui lui a été attribué. Il donne une idée de la spécificité de chaque val, c'est-à-dire la filière d'exploitation qui prédomine. Les élevages prédominent sur le val de Gien et de Sully. La culture traditionnelle prédomine dans les val d'Ardoux et d'Orléans amont. La culture spécialisée domine largement dans le val de l'agglomération orléanaise. C'est presque l'unique activité agricole pratiquée sur ce val.

Les vals	Gien	Briare	Ardoux	Sully	Agglomération d'Orléans	Orléans amont
scénario critique	3	3	4	4	5	6
Nb d'exploitations traditionnelles	4	1	13	14	7	49
Nb d'élevages	9	2	2	21	2	9
Nb d'exploitations spécialisées	1	2	4	12	78	20
Nb d'exploitations mixtes	0	0	0	2	0	4
Nb total d'exploitations	14	5	19	49	87	82

Tableau 6 : Nombre d'exploitations touchées par filière pour le scénario critique du val

Il est très important de connaître la spécificité de chaque secteur pour le plan de secours. En effet, les interventions de secours sont mises en place en fonction des priorités de sauvegarde, qui sont différentes d'un type d'exploitation à l'autre.

Cette analyse permettra aux acteurs sollicités, en préalable à la conception du plan de secours départemental contre les inondations, de visualiser de façon temporelle et spatiale l'extension des eaux dans le département pour différentes intensités de crue de la Loire ainsi que l'ampleur des exploitations touchées. Cette vision contribuera à mettre sur pied un plan de secours plus efficace puisqu'elle permet d'avoir facilement en tête la quantité et la nature des enjeux touchés dans chaque secteur et le scénario d'inondation pour lequel il faut assurer la plus grande vigilance (Voir annexe 3 : tableau de données synthétique regroupant tous les chiffres pour chaque scénario et pour chaque filière).

Pour exemple, l'aide la plus efficace que l'on puisse apporter est l'évacuation du bétail. C'est la priorité de sauvegarde dans le cas où un exploitant serait dans l'impossibilité d'évacuer lui-même son bétail. On sait d'ores et déjà qu'il faut être extrêmement vigilant en ce qui concerne les élevages en scénario 3 sur le val de Gien et à partir du scénario 4 sur le val de Sully.

Un fichier Excel listant le nom des exploitations inondées par scénario (représentées par des chiffres ci-dessus) ainsi que leur localisation dans la zone inondable par Système d'Information Géographique permettra à la Préfecture et à la DDAF :

- de communiquer aux Maires la liste des exploitations agricoles touchées sur leur commune pour le scénario de crue qui aura été donné par le Service d'Annonce de Crue,
- de mettre en place un véritable plan de secours et d'évacuation.

Essayons de visualiser les résultats opérationnels du travail effectué à travers un exemple concret.

II.3. Simulation d'une crue sur un petit secteur représentatif

La figure 35 permet de présenter les résultats bruts et opérationnels de l'étude pour la DDAF. On peut voir le résultat, après une analyse thématique sur MapInfo afin de différencier les bâtiments, de la cartographie effectuée à partir de toute la prospective faite sur les exploitations agricoles, superposée de la couche d'extension des eaux qui simule une crue centennale (scénario 4).

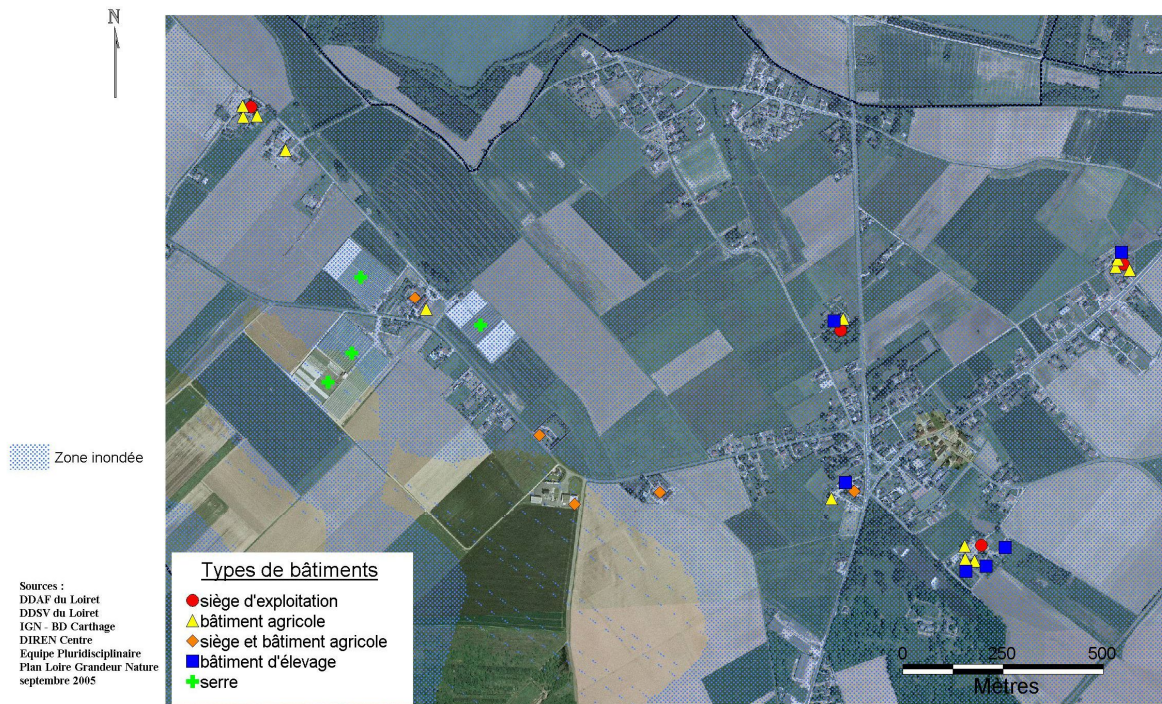


Figure 35 : Simulation d'une crue centennale et exploitations agricoles inondées

Sur ce petit secteur représentatif extrait de la commune de Bonnée dans le val de Sully, 1 exploitation de culture traditionnelle, 4 élevages (dont 1 laitier), qui représentent 67 têtes de bétail et 13 000 volailles, et 4 exploitations de cultures spécialisées sont inondés. Un identifiant relie les différents objets d'une exploitation digitalisée dans le SIG à un fichier Excel contenant les informations propres à cette exploitation.

Pour exemple, le croisement de la table de données qui constitue la cartographie des exploitations agricoles avec la table qui constitue la cartographie de l'extension des eaux en crue centennale, grâce au logiciel MapInfo, fournit un fichier Excel interne à la DDAF listant les exploitations agricoles touchées par la crue centennale. La liste qui figure dans ce fichier Excel près à l'emploi est à faire parvenir au Maire dans les plus bref délais afin que celui-ci puisse accomplir son devoir d'alerte des citoyens de sa commune.

III. Inondabilité des autres enjeux

D'autres enjeux sont vulnérables dans le val de Loire 45. Leur recensement a également été demandé par la Préfecture. La dynamique d'extension des crues (cf. Chap. II.1.) dans le val de Loire peut ainsi être appliquée à tout autre enjeu.

III.1. Les entreprises



ENTREPRISES AGRICOLES EN ZONE INONDABLE

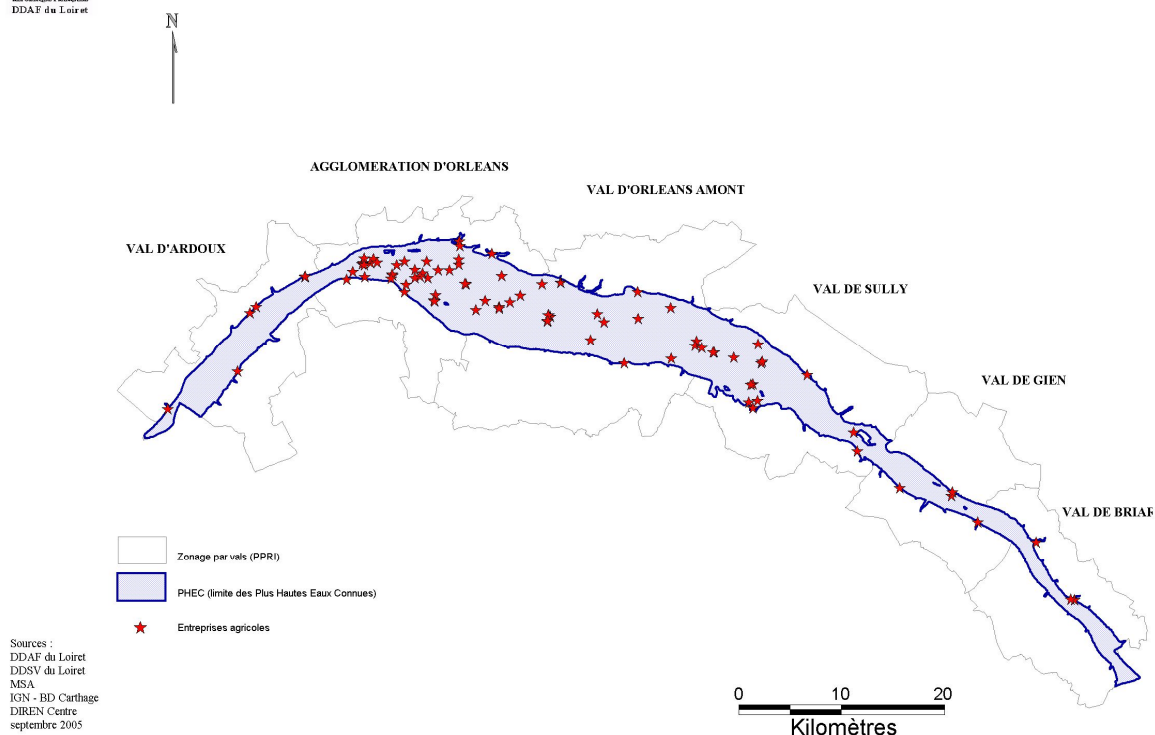


Figure 36 : Entreprises agricoles en zone inondable

La figure 36 illustre la cartographie qui a été faite des entreprises agricoles situées en zone inondable, dans le but d'évaluer le nombre de salariés qu'elles représentent et de les prévenir en cas de risque d'inondation. 82 entreprises ont été recensées à l'intérieur de la limite des plus hautes eaux connues, ce qui représente 1293 salariés d'après les données de la MSA. Le croisement avec les couches de simulation de crue a été réalisé et les fichiers Excel correspondants, servant à l'alerte, ont été générés.

Le tableau 7 donne le nombre d'entreprises touchées par les différents scénarios d'inondation considérés.

	sc. 3	sc. 4	sc. 5	sc. 6	PHEC
entreprises agricoles	3	13	46	67	82

Tableau 7 : Entreprises agricoles vulnérables par scénario d'inondation dans le val de Loire

Le nombre d'entreprises touchées est assez faible jusqu'au scénario 5, scénario critique du val de l'agglomération d'Orléans, qui concentre le plus d'entreprises. Pour comparaison, 34 entreprises se trouvent dans la zone inondable de ce dernier pour seulement 2 dans les vals de Briare et Gien et 3 dans le val d'Ardoux. 17 entreprises se trouvent dans le val de Sully et 24 dans le val d'Orléans amont.

III.2. Les forages

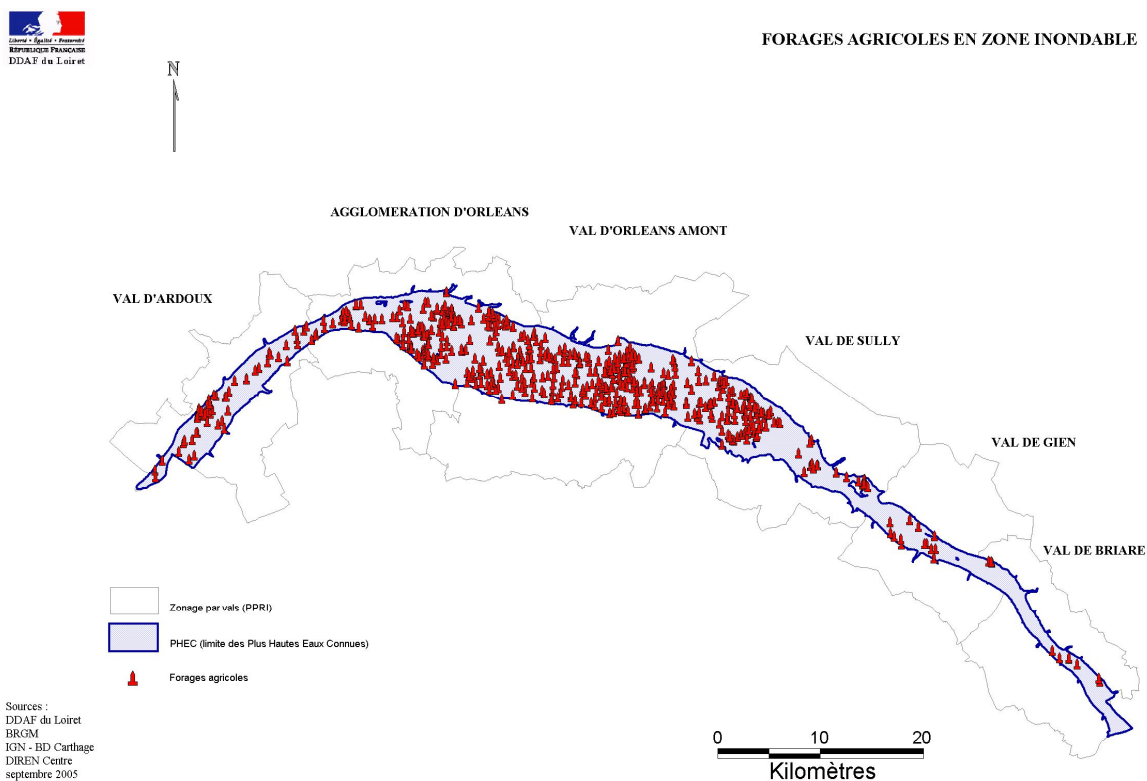


Figure 37 : Forages agricoles en zone inondable

La figure 37 illustre la cartographie qui a été faite des forages agricoles en zone inondable. Ces forages sont au nombre de 613. L'inondation des forages agricoles risque de détériorer le matériel mais surtout de polluer les nappes via tous les éléments qui peuvent être charriés par la Loire en crue. Les alluvions peuvent boucher le forage et les substances chimiques polluer les nappes. En ce qui concerne les prescriptions, soit il faut boucher le forage de manière à ce qu'il soit étanche, soit il faut surélever la tête du forage. Les propriétaires de ces forages étant des exploitants agricoles, ils seront prévenus dans le cadre de l'alerte des exploitants agricoles.

III.3. Les Station d'Épuration (STEP)

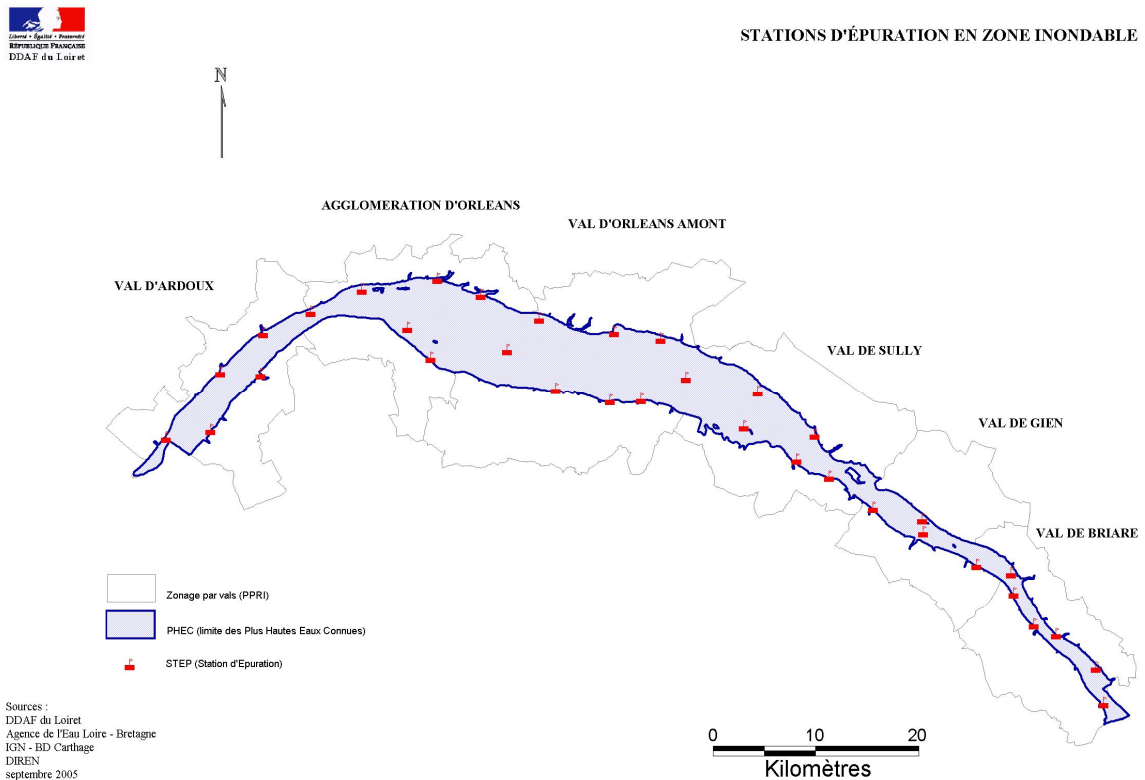


Figure 38 : Stations d'épuration en zone inondable

La figure 38 illustre la cartographie qui a été faite des 34 stations d'épuration se trouvant dans le val inondable de la Loire. L'inondation d'une station d'épuration entraîne la détérioration du matériel de la station, et notamment de tout ce qui est électrique. Mais la conséquence majeure est davantage environnementale puisqu'il y a un risque de pollution importante par submersion. Le temps plus ou moins long de remise en fonctionnement normal de la station après une crue induit également un mauvais traitement des eaux usées et par conséquent une pollution : le réseau étant saturé, les eaux usées sont déversées dans le milieu naturel. Il serait intéressant de demander aux collectivités exploitant (directement ou non) ces stations si celles-ci sont construites à une hauteur tenant compte du risque, si certains matériels sont surélevés et ce qui est envisagé pour gérer les perturbations que pourrait provoquer une inondation. J'aurais aimé m'intéresser davantage à ce type d'enjeux mais je n'ai pu le faire par manque de temps.

III.4. Les captages d'Alimentation en Eau Potable (AEP)

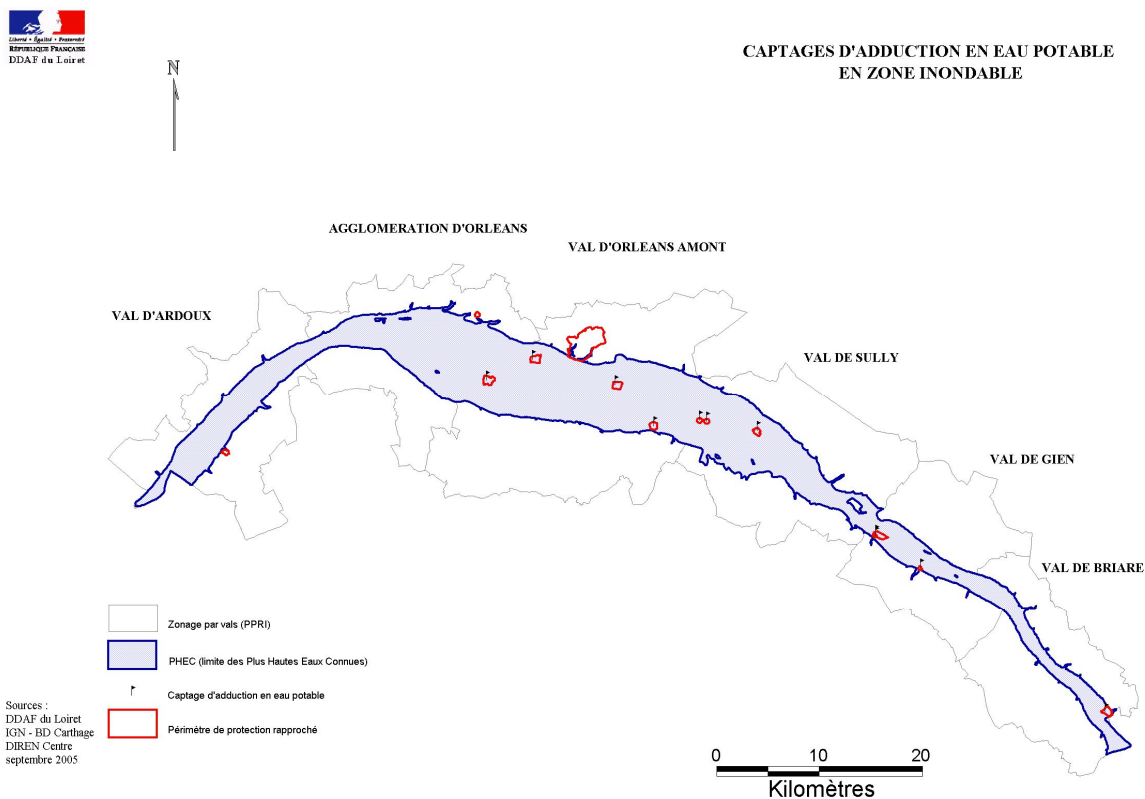


Figure 39 : Points de captages d'alimentation en eau potable et leur périmètre de protection rapprochée en zone inondable

La figure 39 illustre la cartographie qui a été faite des captages d'AEP. Les conséquences de l'inondation de captages d'AEP sont environnementales, dans la mesure où les nappes seraient polluées par des substances chimiques charriées par la Loire, mais aussi sanitaires. Effectivement, l'eau impropre à la consommation poserait d'importants problèmes de santé publique.

11 points de captages et leur périmètre de protection rapprochée se trouvent en zone inondable de la Loire. 4 périmètres rapprochés, de points de captages situés en dehors de la zone inondable sont également pris en compte, car situés en partie en zone inondable. Effectivement, il existe des mesures de protection pour ces périmètres, notamment contre les pollutions. Il peut également exister des prescriptions concernant ces forages en zone inondable comme la surélévation des têtes de forages au dessus d'une certaine cote. Ces prescriptions sont établies par un hydrogéologue.

IV. mesures à proposer et perspectives d'étude

D'après le retour d'expérience qui me provient de nombreux appels téléphoniques d'agriculteurs, toutes spécialités confondues, il m'est possible d'émettre quelques observations et de proposer des mesures de réduction de vulnérabilité. Dans la majorité des cas, les exploitants ont d'ores et déjà réfléchi à la réduction de vulnérabilité de leurs exploitations en cas d'inondation. On s'intéressera donc aux enjeux les plus vulnérables pour chaque filière d'exploitation.

- les exploitants d'élevages doivent se préparer à l'évacuation des bêtes en s'assurant à l'avance de la possibilité de disposer de parcelles situées hors zone inondable. Les solutions peuvent être : la possession, la location, l'achat ou l'échange de terrains hors zone inondable et non loin de l'exploitation, ou l'association avec un autre exploitant situé en dehors de la zone inondable. Pour les élevages laitiers, il faut prévoir les moyens nécessaires à la poursuite de la traite sur le lieu d'évacuation en louant du matériel mobile à une Coopérative d'Utilisation de Matériel Agricole (CUMA), une collectivité ou en répartissant le cheptel sur des exploitations du même type susceptibles de les accueillir. Il est également indispensable de mettre le fourrage hors d'eau. La perte de stock fourrager peut entraîner une augmentation des charges liées à la nécessité de compenser les pertes fourragères par des achats et un déséquilibre alimentaire des animaux. Il faut ajouter à cela l'impossibilité de desserte par les laiteries à causes des routes coupées.
- Les exploitants de cultures spécialisées (d'après témoignage) ne peuvent pas faire des miracles, face à une inondation, puisqu'il est impossible de sortir les serres de la zone inondable. Pourtant, elles peuvent être l'objet de dommages non négligeables si le courant est important et si des déchets charriés par l'eau viennent les percuter. Quelques mesures peuvent être proposées mais engendrent certainement des coûts importants. La structure des serres peut être renforcée, les serres plastiques peuvent être ancrées dans le sol avec des plots en béton. Il est possible de prévoir des ouvertures latérales qui permettent de limiter la pression de l'eau sur la structure ou encore d'implanter les nouvelles serres dans le sens de l'écoulement des eaux. Il peut être envisageable également de louer temporairement des parcelles ou des serres pour compenser l'arrêt de la production sur des parcelles inondées. Outre cet enjeu de taille, il faut prévoir l'évacuation ou la surélévation d'un maximum de matériel, afin de réduire autant que possible les dépenses financières lors de la remise en fonctionnement de l'exploitation.

- Les observations et mesures de réduction de vulnérabilité concernant des exploitations de grande culture valent pour toutes les filières. Il est conseillé de limiter les frais engagés sur des parcelles qui pourraient être perdues en cas d'inondation et préférable, dans le cas de cultures de maïs, d'utiliser des variétés précoces sur les parcelles en zone inondable, pour les récolter prioritairement à l'automne par exemple ou mettre en place des cultures de couverture qui protègent les sols. On peut prévoir la possibilité d'évacuer le matériel des parcelles (matériel d'irrigation par exemple). Il est possible de surélever de façon permanente du matériel fixe sensible tel que les chaudières, les installations frigorifiques ou électriques. De même, on peut surélever le petit matériel mobile tel que les pompes électriques, les outils craignant l'eau, les outils à moteur sans oublier les produits phytosanitaires à stocker de préférence hors d'eau. Ces produits très coûteux et pouvant être très polluants sont généralement bien protégés.

Ces observations et mesures sont issues, d'une part, de renseignements pris auprès d'agriculteurs et de témoignages et, d'autre part, des guides d'auto diagnostic de la vulnérabilité des exploitations agricoles dont la version définitive a été présentée en juin 2005 par le bureau d'étude ASCA, piloté par l'Equipe Pluridisciplinaire du Plan Loire Grandeur Nature. Ces guides sont actuellement en attente d'un porteur de projet qui les diffuserait à l'ensemble des exploitants agricoles concernés par le risque.

Il faudrait effectivement que chaque exploitant établisse un plan d'évacuation de son exploitation avec des ordres de priorité qui seraient fonction de ses enjeux et de ses possibilités. La deuxième phase de cette étude pourrait porter sur un travail de prospective sur le terrain afin de sensibiliser les exploitants, d'établir un diagnostic technique de vulnérabilité de l'exploitation et un plan d'évacuation adapté. Il serait judicieux de commencer en fonction des priorités, c'est-à-dire par les élevages et notamment ceux qui ont le cheptel le plus important. Pour exemple, un éleveur fortement vulnérable puisque situé en bord de Loire et possédant un cheptel qui compte environ 300 UGB (Unité Grand Bovin) m'a affirmé qu'il est capable de déplacer ses bêtes sur une de ses parcelles hors zone inondable, s'il est prévenu au moins 48 heures avant la montée des eaux.

La première phase que constitue la présente étude répond à la demande de la Préfecture de recensement et d'identification des enjeux vulnérables par scénario de crise en vue de la première mission du plan de secours qu'est l'alerte.

Pour la suite qui doit être menée, il serait utile de faire un travail d'auto diagnostic des exploitations les plus vulnérables dans un premier temps, puis sur toutes les exploitations, en apportant directement une aide technique aux exploitants. C'est le but du projet mis en place par l'Equipe Pluridisciplinaire du Plan Loire Grandeur Nature avec la conception des guides. Il serait également efficace d'apporter un appui technique aux communes afin qu'elles puissent chacune élaborer un plan de secours communal. Elles ont maintenant la possibilité de le faire avec le logiciel européen Osiris-inondation, sachant que tout le travail d'identification et de localisation des enjeux agricoles et ruraux peut être repris, et les données acquises directement injectées dans le logiciel.

CONCLUSION

Dans un contexte où le nombre des enjeux situés en zone inondable n'est pas minime, de multiples actions s'attachent à réduire la vulnérabilité des personnes et des biens face au risque d'inondation. L'actualisation du plan d'ORganisation des Secours dans le cas d'une Inondation de la Loire entre dans ce cadre.

Au cours de cette mission, un recensement des enjeux agricoles et ruraux du val de Loire dans le Loiret a été établi, ainsi que les cartographies qui localisent ces enjeux au sein de la zone inondable de la Loire dans le département. La modélisation hydraulique et les cartes d'extension de crues, établies par l'Equipe Pluridisciplinaire du Plan Loire Grandeur Nature, ont permis d'appliquer sur les enjeux cartographiés des simulations de crues de différentes intensités. Il en résulte des fichiers identifiant pour un type de crue défini une liste précise des enjeux touchés, avec pour objectif la gestion de crise, et en réponse à une demande de la Préfecture. La DDAF 45 est ainsi en mesure de transmettre aux Maires, dans les plus bref délais, une liste des enjeux touchés par la crue annoncée par le Service d'Annonce de Crue, ramenée à un scénario de crise commun à tous les acteurs.

D'après l'analyse produite grâce aux résultats obtenus sur les exploitations agricoles, un scénario critique d'atteinte pour chacun des six vals a été déterminé. Ceci permet de visualiser très facilement, pour chaque val, la spécificité d'exploitation et le scénario à partir duquel il faut être le plus vigilant et qui peut nécessiter des interventions de secours. Cependant, pour être encore plus efficace, il faudrait continuer l'étude sur la vulnérabilité des enjeux agricoles en faisant un auto-diagnostic sur le terrain des exploitations les plus vulnérables (élevages et exploitations situées en aléas 3 et 4 par exemple), dans le but d'identifier au préalable les exploitations qui auraient besoin d'aide. Ceci permettrait d'évaluer les moyens (camions) à réquisitionner et les mesures à mettre en place. Il serait efficace dans la méthode de sensibiliser tous les exploitants au risque et de leur apporter une aide technique afin d'établir directement avec eux un plan d'évacuation. C'est l'objectif prévu par L'équipe du PLGN à travers la conception des guides. Une aide technique aux communes, avec notamment la perspective d'utilisation du logiciel Osiris-inondation, constituerait une grande avancée à travers la mise en place de plans de secours communaux.

Il y a encore une importante perspective de travail sur les enjeux agricoles, comme sur tout autre enjeu d'ailleurs, actuellement en projet du fait de l'important travail effectué en vue de réduire la vulnérabilité des personnes et des biens face au risque d'inondation. Il semblerait qu'une bonne avancée du projet puisse avoir lieu, en espérant que les outils conçus, trouvent leurs utilisateurs dans un futur proche.

BIBLIOGRAPHIE

- Auteur

AFEID. mai 1987. *La protection contre les crues et l'aménagement des vals d'inondation*
- 1^{ère} édition - CEMAGREF-EDITIONS, Angers, 1993. 299 p.

AUCLERC, P. mars 2002. *Inondations*. Editions Loire & Terroirs, Combleux – N° 41/42. 97 p.

GONDRAND, P. 1995. *Typologie des cartographies dédiée à la gestion du risque d'inondation*. Mémoire de maîtrise. 110 p.

NEDELEC, Y. 1999. *Activités rurales et inondations*. CEMAGREF-EDITIONS, 1999. 145 p.

VARAGNE, M. 2003. *Le jour où la Loire débordera...* - 1^{ère} édition - Edition COMMUNICATION – PRESSE – EDITION, Romorantin, 2003. 223 p.

- groupe de travail

AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE. *Auto-diagnostic de la vulnérabilité des exploitations d'élevage herbivore face au risque inondation*, guide méthodologique, juin 2005, Imprimerie Nouvelle, Saint-Jean-de-Braye.

AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE. *Auto-diagnostic de la vulnérabilité des exploitations de maraîchage hors sol et d'horticulture face au risque inondation*, guide méthodologique, juin 2005, Imprimerie Nouvelle, Saint-Jean-de-Braye.

AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE. *Auto-diagnostic de la vulnérabilité des exploitations de cultures pérennes face au risque inondation*, guide méthodologique, juin 2005, Imprimerie Nouvelle, Saint-Jean-de-Braye.

AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE. *Auto-diagnostic de la vulnérabilité des exploitations de cultures de plein champ et maraîchage sous tunnels face au risque inondation*, guide méthodologique, juin 2005, Imprimerie Nouvelle, Saint-Jean-de-Braye.

AGRESTE. *Recensement Agricole 2000, Principaux résultats dans le Loiret* – N° 38 – février 2002, Orléans. 31 p.

AGRESTE. *Recensement Agricoles 2000, l'Essentiel Loiret*, 2001, Rapidpress, Luxembourg. 176 p.

DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'AGRICULTURE ET DE LA FORET (DDAF). *La qualité des eaux dans le Loiret*, novembre 2003. 65 p.

DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'EQUIPEMENT DU LOIRET SAURA. *Plan de Prévision du Risque d'Inondation de la vallée de la Loire, Val d'Orléans, AGGLOMERATION ORLEANAISE*, rapport de présentation, règlement et documents graphiques, approuvé par arrêté préfectoral le 02 février 2001. 51 p.

DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'EQUIPEMENT DU LOIRET SAURA. *Plan de Prévision du Risque d'Inondation de la vallée de la Loire, Val d'Ardoux*, rapport de présentation, règlement et documents graphiques, approuvé par arrêté préfectoral le 22 octobre 1999. 45 p.

DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'EQUIPEMENT DU LOIRET SAURA. *Plan de Prévision du Risque d'Inondation de la vallée de la Loire, Val d'Orléans amont*, rapport de présentation, règlement et documents graphiques, approuvé par arrêté préfectoral le 7 juin 2001. 52 p.

DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'EQUIPEMENT DU LOIRET SAURA. *Plan de Prévision du Risque d'Inondation de la vallée de la Loire, Val de Briare*, rapport de présentation, règlement et documents graphiques, approuvé par arrêté préfectoral le 20 mars 2003. 59 p.

DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'EQUIPEMENT DU LOIRET SAURA. *Plan de Prévision du Risque d'Inondation de la vallée de la Loire, Val de Gien*, rapport de présentation, règlement et documents graphiques, approuvé par arrêté préfectoral le 11 décembre 2002. 48 p.

DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'EQUIPEMENT DU LOIRET SAURA. *Plan de Prévision du Risque d'Inondation de la vallée de la Loire, Val de Sully*, rapport de présentation, règlement et documents graphiques, approuvé par arrêté préfectoral le 8 octobre 2001. 59 p.

EQUIPE PLURIDISCIPLINAIRE D'ASSISTANCE AUX MAITRES D'OUVRAGE PLAN LOIRE GRANDEUR NATURE. *Atlas des enjeux socio-économiques exposés au risque d'inondation en Loire moyenne*, février 2000. 240 p.

GEO-HYD. Elaboration du schéma d'aménagement et de gestion des eaux : diagnostic du bassin versant, novembre 2004. 115 p.

MAIRIE D'OLIVET. *Document d'Information Communal sur les Risques Majeurs (DICRIM)*, avril 2005. 15 p.

SERVICE INTERMINISTERIEL REGIONAL DES AFFAIRES CIVILES ET ECONOMIQUES DE DEFENSE ET DE PROTECTION CIVILE (SIRACED-PC). *Dossier Départemental des Risques Majeurs*, septembre 2005. 57 p.

SERVICE INTERMINISTERIEL REGIONAL DES AFFAIRES CIVILES ET ECONOMIQUES DE DEFENSE ET DE PROTECTION CIVILE (SIRACED-PC). *Plan ORSIL, Organisation des Secours en cas d'Inondation de la Loire*, mars 2005. 262 p.

- documents cartographiques

AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE, *Notice de présentation des cartes d'extension prévisible des inondations pour les crues fortes en Loire Moyenne*, mai 2002. 15 p.

SERVICE DE BASSIN LOIRE-BRETAGNE, *Atlas des zones inondables de la vallée de la Loire, Val d'Ardoux, Orléans*, février 1995.

SERVICE DE BASSIN LOIRE-BRETAGNE. *Atlas des zones inondables de la vallée de la Loire, Val d'Orléans et Val de Bou*, Orléans, décembre 1994.

- Sources internet :

DIREN CENTRE – SECRETARIAT GENERAL DU PLAN LOIRE. *Tableau de bord de suivi du Plan Loire – Bilan au 31.12.2003*. 75 – 89 p.

MOREL, G., 2005, *OSIRIS – inondation : un outil issu de la recherche européenne pour planifier la gestion de crise au niveau local* – article publié dans « systèmes d'information géographiques et gestions des risques » ISTED, janvier 2005.

Roy, J.L. 2002. *La lutte contre les inondations – Les ouvrages de protection*, Etablissement Public Loire. 4 p.

SAUVEGARDE DE LA LOIRE ANGEVINE. *Modélisation de la Loire moyenne*, lettre d'information – N°19, Novembre 1997. 4 p.

www.cemagref.fr/information

www.centre.environnement.gouv.fr/plgn

www.inondation_loire.fr/modules

www.loiret.pref.gouv.fr

www.oieau.fr/inondation

www.prevention2000.org

www.prim.net

www.r.inondation_loire.fr

www.rivernet.org/loire/plgn

TABLE DES MATIERES

SOMMAIRE.....	1
RESUME.....	2
SUMMARY	2
GLOSSAIRE.....	3
INTRODUCTION	4
PARTIE 1 : Connaissance du risque inondation	5
<i>I. Le risque inondation en Loire</i>	<i>5</i>
I.1 Le bassin versant de la Loire.....	5
I.2. Les origines climatiques des crues	6
I.2.1. Les crues méditerranéennes (ou cévenoles en France)	6
I.2.2. Les crues océaniques	7
I.2.3. Les crues mixtes.....	7
I.3. Les paramètres aggravants	7
I.4. Les ouvrages de protection.....	8
I.4.1. Les levées (ou digues).....	8
I.4.2. Les barrages	9
I.4.3. Les déversoirs	10
I.4.4. Le ralentissement dynamique	10
I.5. Historique des crues de la Loire.....	11
I.5.1. Utilisation des vals de l'Antiquité au Moyen Age.....	11
I.5.2. La politique d'exhaussement des levées	12
I.5.3. De la révolution à nos jours.....	13
<i>II. Actions et réglementation de contrôle des risques (limite d'usages et réduction des effets destructeurs)</i>	<i>14</i>
II.1. Historique	14
II.1.1. Les Plans de Surfaces Submersibles	14
II.1.2. Le Plan Loire Grandeur Nature	15
II.1.3. Projet de protection qualifié de Projet d'Intérêt Général.....	16
II.2. La situation actuelle	17
II.2.1. Les Plans de Prévention pour les Risques d'Inondation	17
i. Contenu du PPRI	17
ii. Principes adoptés pour le zonage et la réglementation	18
a) Justification des mesures	18
b) Les sous-zones identifiées.....	19
<i>III. Autres mesures de prévention, de protection et de sauvegarde.....</i>	<i>19</i>
III.1. Information préventive	20
III.2. Annonce des crues - Alerte.....	20
III.3. Surveillance des levées.....	21
III.4. Stratégie de réduction du risque d'inondation.....	21

III.5. Travaux d'entretien du lit et des levées	22
III.5.1. Renforcement des levées	22
III.5.2. Restauration du lit mineur	22
IV. Un cadre de recherche européen.....	22
IV.1. Le projet OSIRIS	22
IV.2. Le projet « Freude am Fluss »	25
PARTIE 2 : Matériels et méthodes.....	27
I. Outils utilisés	27
I.1. La modélisation des crues de la Loire moyenne.....	27
I.1.1. Méthodes et principes de réalisation de la modélisation hydraulique	27
I.1.2. Hypothèses de fonctionnement du modèle.....	28
I.2. L'étude de l'Equipe Pluridisciplinaire Plan Loire Grandeur Nature	30
I.2.1. Les incertitudes dues au modèle	30
I.3. Le plan de secours spécialisé inondation	31
II. Présentation du site d'étude.....	32
II.1. Description des vals	33
II.1.1. Le val d'Ardoux	33
II.1.2. Val de l'agglomération d'Orléans	35
II.1.3. Le val d'Orléans amont.....	36
II.1.4. Le val de Sully	37
II.1.5. Le val de Gien	39
II.1.6. Le val de Briare	40
III. Méthode	41
III. 1. Le recensement des enjeux	41
III.1.1. Exploitations de grandes cultures.....	41
III.1.2. Elevages	42
III.1.3. Exploitations de cultures spécialisées.....	42
III.1.4. Autres recensements	43
i. Entreprises agroalimentaires et autres entreprises ayant des salariés au régime agricole.....	43
III.2. Campagne de sensibilisation et localisation des exploitations agricoles.....	43
III.3. Le géoréférencement.....	44
III.3.1. Les élevages.....	44
III.3.2. Les retours des courriers	45
III.3.3. Autres géoréférencements	46
i. Les entreprises	46
ii. Les forages agricoles	46
iii. Les stations d'épurations	46
iv. Les captages d'adduction d'eau potable ainsi que leurs périmètres de protection éloignée et rapprochée	47
III.4. Appel aux Maires et relance des courriers.....	47
III.5. Traitement des résultats et analyse de vulnérabilité	47

III.5.1. Les exploitations agricoles	47
PARTIE 3 : Résultats et discussion	50
<i>I. Définition de la vulnérabilité d'une exploitation agricole.....</i>	<i>50</i>
<i>II. Inondabilité des exploitations agricoles dans le val de Loire du Loiret.....</i>	<i>51</i>
II.1. Dynamique d'extension des crues et d'atteinte des exploitations agricoles dans le val de Loire 45.....	53
II.1.1. Scénario 3.....	53
II.1.2. Scénario 4.....	54
II.1.3. Scénario 5.....	55
II.1.4. Scénario 6.....	56
II.1.5. Plus Hautes Eaux Connues (PHEC)	57
II.2. Inondabilité des exploitations agricoles par vals.....	58
II.2.1. Val de Gien.....	58
II.2.2. Val de Briare.....	59
III.2.3. Val d'Ardoux	60
II.2.4. Val de Sully	61
II.2.5. Val de l'agglomération d'Orléans	62
II.2.6. Val d'Orléans amont.....	63
II.2.7. Spécificité de chaque val dans le domaine agricole	64
II.3. Simulation d'une crue sur un petit secteur représentatif	65
<i>III. Inondabilité des autres enjeux</i>	<i>66</i>
III.1. Les entreprises.....	67
III.2. Les forages	68
III.3. Les Station d'Épuration (STEP)	69
III.4. Les captages d'Alimentation en Eau Potable (AEP)	70
<i>IV. mesures à proposer et perspectives d'étude</i>	<i>71</i>
CONCLUSION	74
BIBLIOGRAPHIE.....	75
TABLE DES MATIERES.....	78
LISTE DES FIGURES	81
LISTE DES TABLEAUX	83
ANNEXES.....	84

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Fonctionnement hydraulique de la Loire endiguée	5
Figure 2 : Le bassin versant de la Loire	6
Figure 3 : Ecrêtement par le barrage de Villerest – crue décembre 2003	10
Figure 4 : Le zonage A et B.....	14
Figure 5 : Le zonage par aléas	19
Figure 6 : Numérisation des enjeux dans le logiciel Osiris.....	23
Figure 7 : Transformation du bulletin d’annonce de crue en scénario d’inondation.....	24
Figure 8 : Elaboration du plan d’action	24
Figure 9 : Carte d’extension des crues.....	30
Figure 10 : Les imprécisions dues au modèle.....	31
Figure 11 : Site d’étude : le val de Loire du Loiret.....	33
Figure 12 : Le val d’Ardoux.....	33
Figure 13 : Déversoir de Mazan.....	34
Figure 14 : Le val de l’agglomération d’Orléans.....	35
Figure 15 : Le val d’Orléans amont	36
Figure 16 : Déversoir de Jargeau	37
Figure 17 : Le val de Sully	37
Figure 18 : Déversoir de Pierrelaye	39
Figure 19 : Le val de Gien	39
Figure 20 : Déversoir de Saint Martin Sur Ocre.....	40
Figure 21 : Le val de Briare	40
Figure 22 : La station SIG	44
Figure 23 : Exploitations agricoles inondées, par scénario de crue	51
Figure 24 : Exploitations agricoles inondables en scénario 3	53
Figure 25 : Exploitations agricoles inondables en scénario 4	54
Figure 26 : Exploitations agricoles inondables en scénario 5	55
Figure 27 : Exploitations agricoles inondables en scénario 6	56
Figure 28 : Exploitations agricoles inondables dans la limite des PHEC	57
Figure 29 : Nombre d’exploitations agricoles touchées, par scénario, dans le val de Gien	58
Figure 30 : Nombre d’exploitations agricoles touchées, par scénario, dans le val de Briare	59
Figure 31 : Nombre d’exploitations agricoles touchées, par scénario, dans le val d’Ardoux	60

Figure 32 : Nombre d'exploitations agricoles touchées, par scénario, dans le val de Sully	61
Figure 33 : Nombre d'exploitations agricoles touchées, par scénario, dans le val de l'agglomération d'Orléans	62
Figure 34 : Nombre d'exploitations agricoles touchées, par scénario, dans le val d'Orléans amont	63
Figure 35 : Simulation d'une crue centennale et exploitations agricoles inondées.....	66
Figure 36 : Entreprises agricoles en zone inondable.....	67
Figure 37 : Forages agricoles en zone inondable	68
Figure 38 : Stations d'épuration en zone inondable	69
Figure 39 : Points de captages d'alimentation en eau potable et leur périmètre de protection rapprochée en zone inondable	70

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Les scénarios de crue modélisés	29
Tableau 2: Paramètres définissant les scénarios de crise.....	32
Tableau 3 : Scénarios choisis pour l'étude.....	48
Tableau 4 : Détail des différents types d'exploitations inondées par scénario.....	52
Tableau 5 : Scénario critique des vals	64
Tableau 6 : Nombre d'exploitations touchées par filière pour le scénario critique du val	64
Tableau 7 : Entreprises agricoles vulnérables par scénario d'inondation dans le val de Loire	67

ANNEXES

Annexe 1 : Partenaires des projets européens Osiris-inondation et Freude am Fluss

Annexe 2a : Courrier-enquête parvenu aux exploitants de cultures traditionnelles

Annexe 2b : Courrier-enquête parvenu aux exploitants de cultures spécialisées

Annexe 3 : Tableau synthétique des types d'exploitations agricoles en zone inondable, par val et par scénario d'inondation

Annexe 4 : Simulation d'une crue centennale (scénario 4) sur un petit secteur représentatif

Annexe 1

Les partenaires du projet Osiris-inondation sont :

- SOGREAH, Grenoble, France (coordonnateur)
- Ville de Francfort-sur-l'Oder
- Université de Cöln, Allemagne
- Institut de Météorologie et de Gestion de l'Eau, Cracovie, Pologne
- Institut de Psychologie de l'Académie des Sciences Polonaise, Varsovie, Pologne
- DIREN Centre, Orléans, France
- Etablissement Public d'Aménagement de la Loire et de ses Affluents, Orléans, France
- CETMEF Compiègne, Ministère de l'Équipement, France
- Guy Taliencio, consultant, Grenoble, France
- Economie et Humanisme, Lyon, France
- AAT (Analysis Automation Trading), Florence, Italie
- International Institute for Infrastructural, Hydraulic and Environmental Engineering, Delft, Pays-Bas.

Les partenaires du projet Freude am Fluss sont :

- Université Radboud de Nijmègue – Pays-Bas
- Delphiro – Consultant Développement Durable – Delft – Pays-Bas
- Etablissement Public Loire – Orléans – France
- Université Erasmus de Rotterdam – Pays-Bas
- Habiforum – Gouda – Pays-Bas
- Institute for Landscape Ecology and Nature Conservation (ILN) Buehl – Allemagne
- Innovation Network Rural Areas and Agricultural Systems Den Haag – Pays-Bas
- Ministère du logement, de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement – Den Haag – Pays-Bas
- Ministère des Transports, des Travaux Publics et de la Gestion des Eaux – Delft – Pays-Bas
- Province de Gelderland – Arnhem – Pays-Bas
- Région de Starkenburg – Darmstadt – Allemagne
- Research and Marketing Matrix B.V. – Maastricht – Pays-Bas
- Institut Universitaire et Technologique de Darmstadt – Allemagne
- Bureau d'études WL/Delft Hydraulics – Delft – Pays-Bas

Annexe 3

Exploitations agricoles en zone inondable par val et par
scénario d'inondation

	Gien					Briare				
	sc. 3	sc. 4	sc. 5	sc. 6	PHEC	sc. 3	sc. 4	sc. 5	sc. 6	PHEC
Nb d'exploitations traditionnelles	4	5	7	7	7	1	2	3	3	3
Nb d'élevages	9	9	9	9	10	2	2	3	3	3
Nb d'exploitations spécialisées	1	3	3	3	3	2	3	4	4	2
Nb d'exploitations mixtes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nb total d'exploitations	14	17	19	19	20	5	7	10	10	8
	Ardoux					Sully				
	sc. 3	sc. 4	sc. 5	sc. 6	PHEC	sc. 3	sc. 4	sc. 5	sc. 6	PHEC
Nb d'exploitations traditionnelles	0	13	16	17	18	1	14	16	25	33
Nb d'élevages	0	2	2	2	4	2	21	23	24	27
Nb d'exploitations spécialisées	2	4	4	4	4	1	12	22	25	33
Nb d'exploitations mixtes	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2
Nb total d'exploitations	2	19	22	23	26	4	49	63	76	95
	Agglomération d'Orléans					Orléans amont				
	sc. 3	sc. 4	sc. 5	sc. 6	PHEC	sc. 3	sc. 4	sc. 5	sc. 6	PHEC
Nb d'exploitations traditionnelles	0	1	7	9	11	1	7	9	49	94
Nb d'élevages	0	2	2	2	5	0	1	3	9	20
Nb d'exploitations spécialisées	1	1	78	95	101	0	3	3	20	40
Nb d'exploitations mixtes	0	0	0	0	0	0	0	0	4	8
Nb total d'exploitations	1	4	87	106	117	1	11	15	82	162