

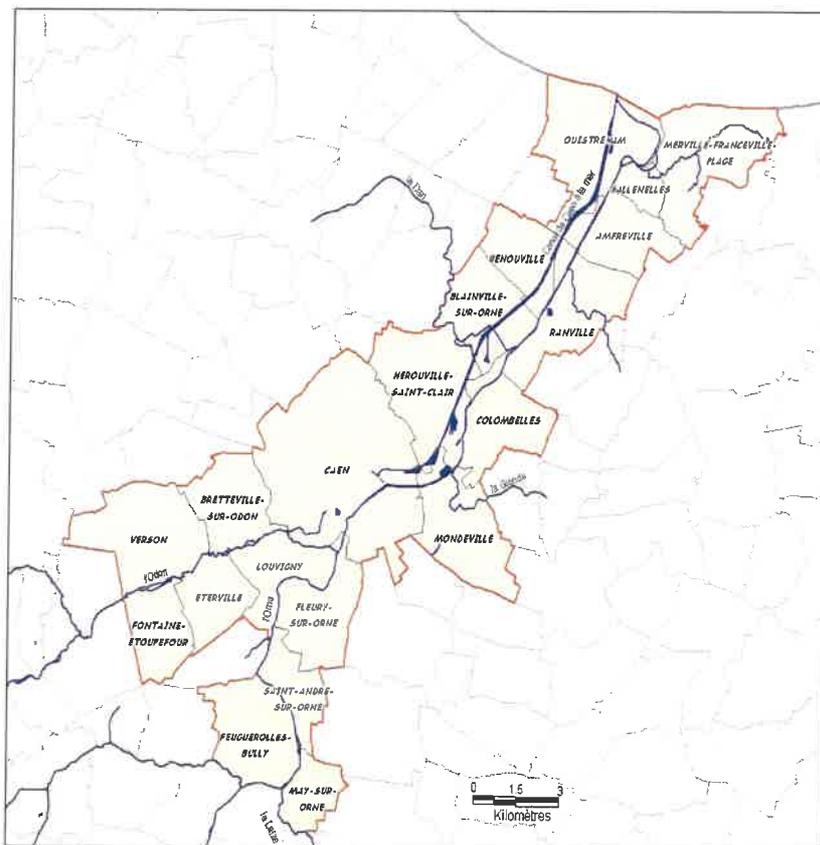
direction
départementale
de l'Équipement
Calvados



PREFECTURE DU CALVADOS

service
urbanisme

PLAN DE PREVENTION DES RISQUES D'INONDATION DE LA BASSE VALLEE DE L'ORNE



Vu pour être annexé
à l'arrêté du 10 JUILLET 2008
Pour Copie Conforme

PIECE 1

Pour le Prefet et par délégation
L'Attachée Principale de Préfecture
Chef du S.I.D.P.C.

NOTE DE PRESENTATION

Anne LEMOINE

JUILLET 2008

Table des matières

I LES RAISONS DE LA PRESCRIPTION DU PLAN DE PREVENTION DES RISQUES INONDATION.....	3
II DEFINITION ET DEMARCHE D'ELABORATION DU PLAN DE PREVENTION DES RISQUES INONDATION.....	6
1. LE PPR, UN OUTIL PRIVILEGIE DE LA POLITIQUE DE GESTION DES RISQUES	6
2. PROCEDURE D'ELABORATION D'UN PPR.....	8
3. METHODOLOGIE D'ETUDES.....	9
3.1 : DEFINITION DE LA NOTION DE RISQUE.....	9
3.2 : ETUDE DE L'ALEA INONDATION	9
3.3 : ETUDE DES ENJEUX.....	10
3.4 : ELABORATION DU ZONAGE REGLEMENTAIRE ET DU REGLEMENT.....	11
III DETERMINATION DES ALEAS.....	11
1. METHODES EXISTANTES.....	11
2. PRISE EN COMPTE DES CARACTERISTIQUES LOCALES	11
3. RECHERCHE D'EVENEMENTS HISTORIQUES.....	11
4. CARACTERISATION DE LA CRUE DE REFERENCE.....	14
4.1 LA CRUE DE DECEMBRE 1925/JANVIER 1926	14
4.2 LE MODELE DEBIT-DUREE-FREQUENCE (QdF)	14
5. MODELISATION DE LA CRUE DE REFERENCE.....	15
6. DEFINITION DU ZONAGE DE L'ALEA.....	16
IV DETERMINATION DES ENJEUX.....	19
1. DEFINITION.....	19
2. LES PRINCIPAUX ENJEUX.....	19
V ZONAGE REGLEMENTAIRE ET REGLEMENT.....	22
1. CROISEMENT ALEA - ENJEUX.....	22
2. REGLEMENT.....	22

I LES RAISONS DE LA PRESCRIPTION DU PLAN DE PREVENTION DES RISQUES INONDATION

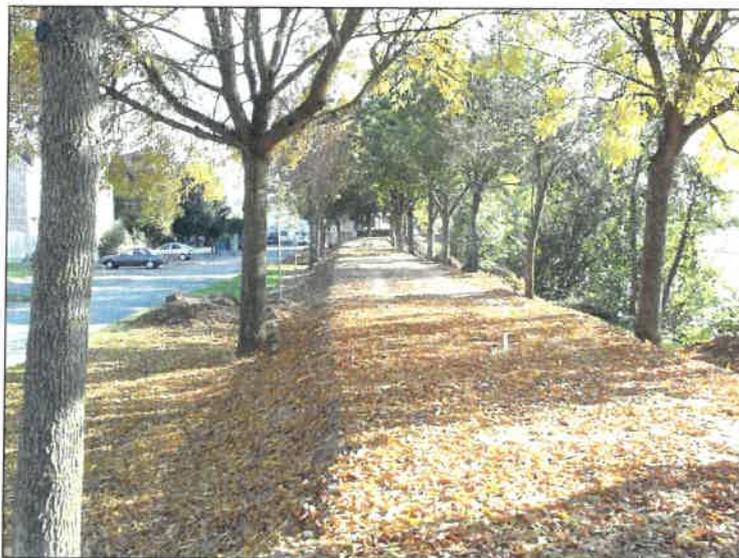
La basse vallée de l'Orne est une zone estuarienne. Par sa géographie, elle est exposée à des crues de type océanique, le régime pluvial étant caractérisé par des hautes eaux pendant la saison froide et par des basses eaux durant l'été. Les crues de l'Orne sont donc caractérisées par une montée progressive du niveau d'eau, en fonction des précipitations, sur quelques heures voire quelques jours

L'Orne connaît ainsi un débit moyen de l'ordre de 20 mètres cubes par seconde. Cependant, en période de crue, le débit instantané peut atteindre plusieurs centaines de mètres cubes à la seconde. Le bassin versant draine alors des centaines de millions de mètres cubes d'eau qui s'écoulent sur plusieurs jours, voire plusieurs semaines.

Les crues récurrentes qui se sont produites de 1990 à 2001 ont causé des dommages très importants sur certaines communes de la vallée de l'Orne. Un certain nombre d'arrêtés interministériels de "reconnaissance de catastrophes naturelles de type inondations et coulées de boues" a été pris, à la demande des communes, permettant aux victimes d'être indemnisées. Les événements successifs, et notamment la crue de janvier 1995, ont conduit le Préfet du Calvados à prescrire le 3 décembre 1995 l'établissement du plan de prévention des risques naturels de la basse vallée de l'Orne qui a été approuvé le 18 octobre 1999.

Parallèlement à l'élaboration de ce plan de prévention des risques inondation (PPRI), les collectivités locales et le syndicat mixte de lutte contre les inondations de la basse vallée de l'Orne ont entrepris des études et réalisés des aménagements. L'ensemble de ces aménagements achevés en 2005 a pour objectif d'abaisser les niveaux des crues dans l'agglomération caennaise. Ces travaux de protection comprennent :

- un chenal sec à Louvigny qui facilite l'écoulement dans la plaine d'inondation de l'Orne ;
- une digue de protection à Louvigny qui a pour objectif de protéger des crues le bourg de cette commune ;



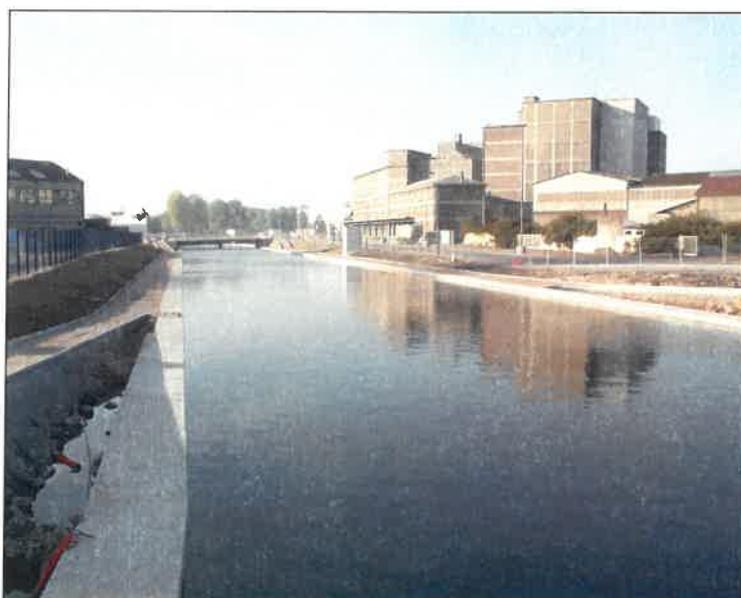
Digue de protection le long de l'Orne à Louvigny

- une digue de protection à Fleury sur Orne pour protéger des crues les habitations localisées le long de l'Orne ;



Digue de protection de Fleury sur Orne

- l'aménagement du secteur "de la Cavée" avec un reprofilage du lit de l'Orne permettant d'améliorer les écoulements ;
- l'arasement des quais sous-fluviaux sur la commune de Caen qui permet d'augmenter la section hydraulique de la rivière ;
- la création d'un chenal entre l'Orne et le canal maritime, parallèle à l'avenue Victor Hugo, destiné à faire transiter une partie du débit de l'Orne en période de crue via le canal maritime;



Canal de jonction entre le l'Orne et le canal maritime

- la création du déversoir du Maresquier entre le canal maritime et l'Orne, au niveau de la baie de Sallenelles, destiné à restituer à l'Orne une partie du débit qui aura au préalable transité par le canal maritime;



Déversoir du Maresquier entre le canal maritime et l'Orne

- ainsi qu'un ensemble de mesures de protections ponctuelles constituées, notamment, par des merlons de terre le long des berges de l'Orne.

L'ensemble de ces travaux réalisés ayant pour effet d'améliorer significativement l'écoulement des crues, certaines collectivités ont demandé que le PPRI soit modifié. Cette possibilité de modification était prévue au chapitre 5 du règlement du PPRI approuvé en 1999 *"Le document final pourra être modifié ultérieurement suivant la même procédure que celle de son élaboration pour tenir compte, du moment qu'elles sont significatives, des améliorations apportées aux écoulements suite à des travaux de protection ou a contrario, de tout élément (crues, études, imperméabilisation) remettant en cause le périmètre délimité"*.

Une expertise spécifique a conclu que l'ensemble de ces travaux réalisés améliorerait significativement l'écoulement des crues, la modification du plan de prévention des risques a donc été prescrite le 13 décembre 2005.

Le PPRI de la basse vallée de l'Orne concerne donc exclusivement le risque d'inondation par débordement de cours d'eau. Son périmètre s'étend sur le territoire de vingt communes :

AMFREVILLE, BENOUVILLE, BLAINVILLE SUR ORNE, BRETTEVILLE SUR ODON, CAEN, COLOMBELLES, ETERVILLE, FEUGUEROLLES-BULLY, FLEURY SUR ORNE, FONTAINE ETOUPEFOUR, HEROUVILLE SAINT CLAIR, LOUVIGNY, MAY SUR ORNE, MERVILLE FRANCEVILLE-PLAGE, MONDEVILLE, OUISTREHAM, RANVILLE, SAINT ANDRE SUR ORNE, SALLENELLES, VERTON

II DEFINITION ET DEMARCHE D'ELABORATION DU PLAN DE PREVENTION DES RISQUES INONDATION

1. LE PPR, UN OUTIL PRIVILEGIE DE LA POLITIQUE DE GESTION DES RISQUES

Depuis le milieu des années 1990, l'Etat conduit une politique déterminée en matière de gestion des zones inondables portant sur la mise en oeuvre des principes suivants :

- Interdire toute nouvelle construction dans les zones inondables soumises aux aléas les plus forts;
- Contrôler strictement l'extension de l'urbanisation, c'est à dire la réalisation de nouvelles constructions, dans les zones d'expansion des crues;
- Eviter tout endiguement ou remblaiement nouveau qui ne serait pas justifié par la protection des lieux fortement urbanisés.

Prévenir les risques naturels c'est assurer la sécurité des biens en tenant compte des phénomènes naturels tout en permettant un développement durable des territoires.

Le plan de prévention des risques naturels prévisibles (P.P.R.), créé par la loi n°95-101 du 2 février 1995 relative au renforcement de la protection de l'environnement, constitue l'un des instruments essentiels de l'action de l'Etat en matière de prévention des risques naturels.

En date d'aujourd'hui, les principales références législatives et réglementaires et les principales circulaires dans ce domaine sont les suivantes :

- Loi du 13 août 2004 de modernisation de la sécurité civile
- Loi du 3 janvier 1992 sur l'eau*
- Loi du 2 février 1995 relative au renforcement de la protection de l'environnement*
- Loi du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages*
- Décret n°95-1089 du 5 octobre 1995 modifié relatif aux plans de plans de prévention des risques naturels prévisibles.
- Circulaire du 24 janvier 1994 relative à la prévention des inondations et à la gestion des zones inondables.
- Circulaire interministérielle du 24 avril 1996 relative aux dispositions applicables au bâti et ouvrages existants en zone inondable.
- Circulaire du 13 mai 1996 relative à l'application de l'article L. 111-1-4 du code de l'urbanisation (définition des espaces urbanisés).
- Circulaire du 3 juillet 2007 relative à la consultation des acteurs, la concertation avec la population et l'association des collectivités territoriales dans les plans de prévention des risques naturels prévisibles.

Elaborés à l'initiative et sous la responsabilité de l'Etat, en concertation avec les communes et les établissements publics de coopération concernés, les plans de prévention des risques ont pour objet, en tant que de besoin, de :

1. Délimiter des zones exposées aux risques, dites «zones de danger», en tenant compte de la nature et de l'intensité du risque encouru, d'y interdire tout type de construction, d'ouvrage,

d'aménagement ou d'exploitation agricole, forestière, artisanale, commerciale ou industrielle ou, pour le cas où ces aménagements pourraient y être autorisés, prescrire les conditions dans lesquelles ils doivent être réalisés, utilisés, exploités.

2. Délimiter des zones, dites «zones de précaution», qui ne sont pas directement exposées aux risques mais où des aménagements pourraient aggraver les risques ou en provoquer de nouveaux, et y prévoir des mesures d'interdiction ou des prescriptions.
3. Définir des mesures de prévention, de protection et de sauvegarde qui doivent être prises par les collectivités publiques dans le cadre de leurs compétences, ainsi que celles qui peuvent incomber aux particuliers.
4. Définir des mesures relatives à l'aménagement, l'utilisation ou l'exploitation des constructions, des ouvrages, des espaces mis en culture ou plantés existants à la date d'approbation du plan qui doivent être prises par les propriétaires, exploitants ou utilisateurs.

Le PPR est donc un outil d'aide à la décision en matière d'aménagement, qui permet d'une part de localiser, caractériser et prévoir les effets des risques naturels prévisibles, avec le souci d'informer et de sensibiliser le public, d'autre part, de réglementer l'aménagement et de définir les mesures individuelles de prévention à mettre en oeuvre. Pour cela, il regroupe les informations historiques et pratiques nécessaires à la compréhension des phénomènes d'inondation et fait la synthèse des études techniques et historiques existantes.

Le PPR comprend une note de présentation, un règlement et des documents cartographiques (cartes des aléas, cartes du zonage réglementaire).

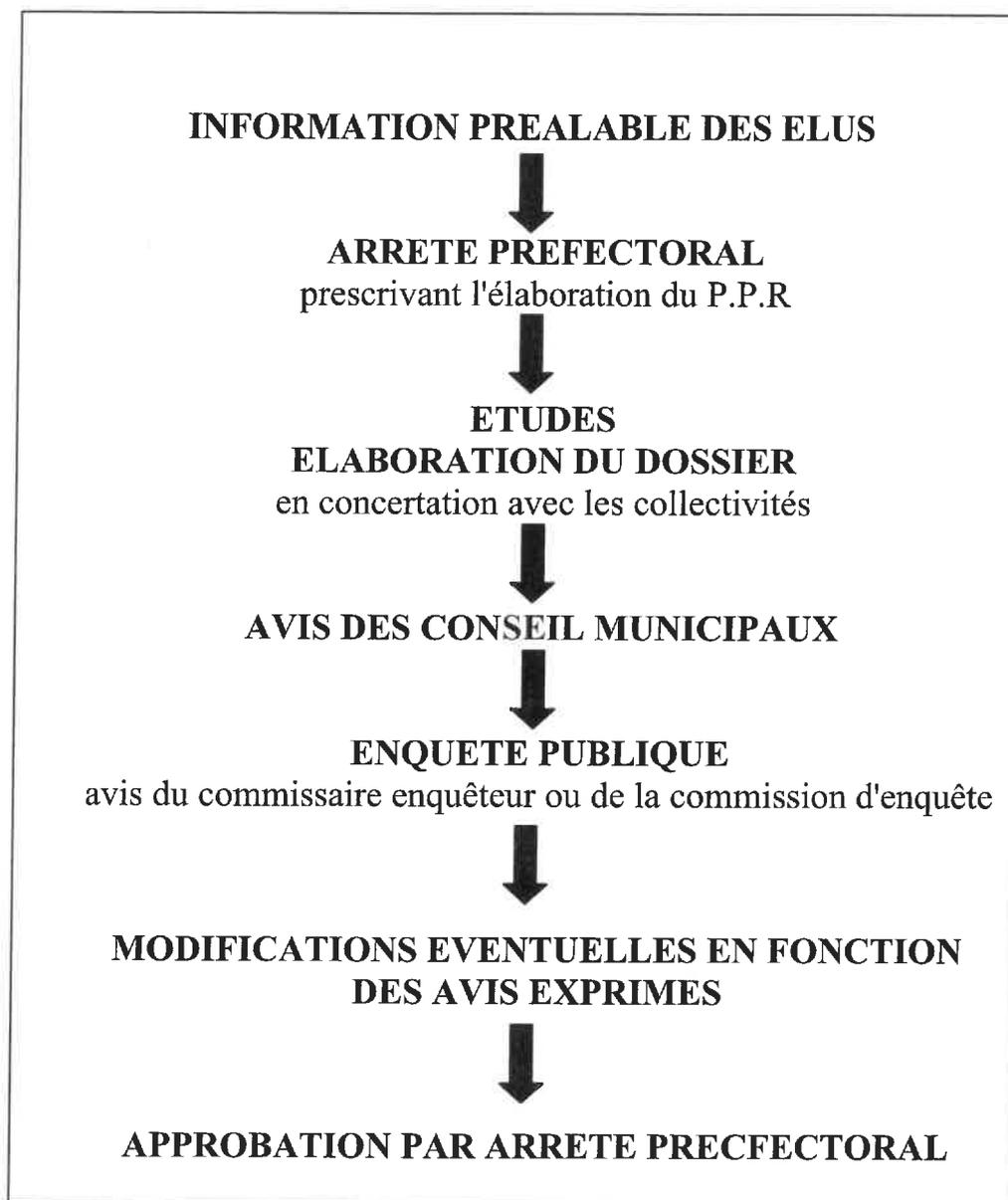
A l'issue de la procédure administrative, comprenant la consultation des collectivités locales concernées, des consultations facultatives et une enquête publique, le plan de prévention des risques est approuvé par arrêté préfectoral. Il vaut alors servitude d'utilité publique et doit, à ce titre, être annexé au document d'urbanisme de chaque commune. Dans ces conditions :

- le fait de construire ou d'aménager un terrain dans une zone interdite par le PPR. ou de ne pas respecter les prescriptions peut-être puni en application des articles L. 460.1 et L 480.1 à L 480.12 du code de l'urbanisme.

- les assurés exposés à un risque ont à respecter certaines règles de prévention fixées par le PPR. Leur non respect peut entraîner une suspension de la garantie dommages ou une atténuation de ses effets (augmentation de la franchise).

2. PROCEDURE D'ELABORATION D'UN PPR.

Le plan de prévention des risques est élaboré par l'Etat. Le Préfet du département du Calvados en a confié l'élaboration à la direction départementale de l'Equipement en relation avec les autres services de l'Etat et en concertation avec les collectivités locales concernées.

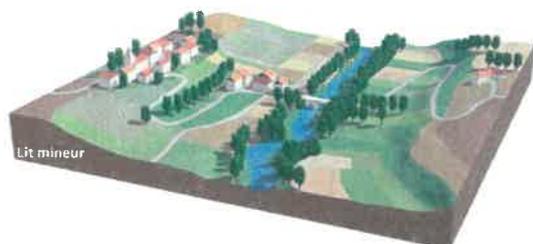


MESURES DE PUBLICITE ET D'INFORMATION
Publication au recueil des actes administratifs de la préfecture
Publication dans deux journaux locaux
Dossier tenu à la disposition du public dans chaque mairie et en Préfecture

3. METHODOLOGIE D'ETUDES

3.1 : DEFINITION DE LA NOTION DE RISQUE

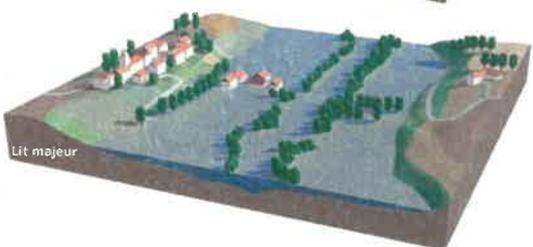
Le risque résulte du croisement de deux facteurs que sont l'aléa et l'enjeu. L'aléa est ici défini comme un phénomène naturel d'occurrence et d'intensité donnée. L'enjeu est lié à la présence de personnes, de biens, d'activités, de patrimoine, etc. susceptibles d'être affectés par le phénomène naturel.



L'aléa : phénomène naturel
(débordement du cours d'eau...)
d'occurrence et d'intensité données



L'enjeu : présence de personnes, de
biens, d'activités...



Le risque : résulte du croisement entre
l'aléa et l'enjeu

3.2 : ETUDE DE L'ALEA INONDATION

L'événement de référence ou l'aléa à prendre en compte est la crue fixée par le législateur. Celle-ci est précisée par la circulaire interministérielle du 24 janvier 1994. Il s'agit de "la plus forte crue connue, et, dans le cas où celle-ci serait plus faible qu'une crue de fréquence centennale, cette dernière". Ce choix est bâti sur l'analyse des événements catastrophiques survenus sur le territoire national ces dernières années. Il est apparu que la crue centennale est la plus représentative du rapport risques/vulnérabilité. Statistiquement, la crue centennale est la crue dont la probabilité de survenir chaque année est de 1%.

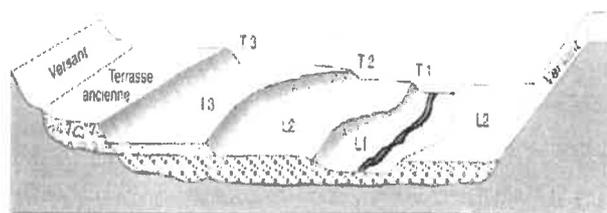
Ce choix répond à une double volonté de se référer à des événements déjà survenus, non contestables et susceptibles de se produire à nouveau et de privilégier la mise en sécurité de la population en retenant des crues de fréquences rares et exceptionnelles. Il permet également la mise en œuvre d'une politique équitable sur l'ensemble du territoire national.

Le plan de prévention des risques d'inondation de la basse vallée de l'Orne prend en compte les risques d'inondation par débordements de cours d'eau, qu'il s'agisse de cours d'eau principaux ou d'affluents.

La détermination des inondations par débordements de cours d'eau s'appuie sur la reconstitution de crues historiques et sur des études hydrauliques et/ou des analyses hydrogéomorphologiques.

L'approche hydrogéomorphologique consiste en l'analyse des milieux naturels ou anthropiques constituant les bassins versants et les fonds de vallées. Elle est fondée sur une démarche naturaliste, destinée à mettre en évidence les différentes unités du relief, à reconstituer leur évolution morphologique et à examiner leur mode de fonctionnement vis à vis des écoulements. Ces analyses hydrogéomorphologiques permettent donc de déterminer plusieurs zones d'écoulement de la rivière appelés "lits" :

- le lit mineur dans lequel les eaux du cours d'eau s'écoulent en période normale,
- le lit moyen, correspondant aux débordements des crues fréquentes observées,
- le lit majeur, espace alluvial progressivement façonné par le cours d'eau et constitué par les zones basses situées de part et d'autre. Il correspond à l'emprise totale du champ d'expansion naturel des crues rares. Il est fréquent que de telles crues ne soient pas observées à l'échelle de la mémoire humaine, aussi est-il difficile d'en accepter les limites et les implications .



- Limons de crues
- Alluvions sablo-graveleuses de plaine alluviale moderne
- Alluvions sablo-graveleuses de terrasse ancienne
- T Talus
- L1 - Lit mineur
- L2 - Lit moyen
- L3 - Lit majeur
- T1 - Limite des crues non débordantes
- T2 - Limite du champ d'inondation des crues fréquentes
- T3 - Limite du champ d'inondation des crues exceptionnelles

Coupe transversale d'une vallée mettant en relation la plaine alluviale, les terrasses anciennes et les versants

L'étude hydraulique consiste à reproduire des écoulements connus ou reconstitués pour simuler des inondations correspondant à ces conditions choisies pour une crue donnée.

La détermination et la qualification des aléas se traduit par la réalisation de cartes d'aléas

3.3 : ETUDE DES ENJEUX

Les enjeux sont liés à la présence de l'homme et au développement de ses activités dans le lit majeur des cours d'eau.

En s'implantant dans le lit majeur, l'homme s'installe dans la rivière elle-même. Cette occupation a une double conséquence : d'une part, elle crée le risque en exposant des personnes et des biens aux inondations, d'autre part, elle aggrave l'aléa et le risque, en amont et en aval, en modifiant les conditions d'écoulement.

3.4 : ELABORATION DU ZONAGE REGLEMENTAIRE ET DU REGLEMENT

Le croisement entre les enjeux et les aléas permet de déterminer un plan de zonage réglementaire auquel est associé un règlement.

Le zonage réglementaire et le règlement qui lui est associé doivent permettre une meilleure prise en compte des risques et de leurs conséquences en vue d'une meilleure prévention.

III DETERMINATION DES ALEAS

1. METHODES EXISTANTES

Afin de mettre en oeuvre une politique équitable sur le territoire, la crue d'occurrence centennale a été choisie comme référence pour les documents réglementaires. En l'absence d'observation de cette crue de mémoire d'homme, elle peut-être reconstituée par :

- la modélisation hydraulique ;
- la méthode hydrogéomorphologique. Elle consiste en une reconstitution d'une ligne d'eau de crue à partir d'observations anciennes, de données historiques et d'analyse de la forme de la vallée par des experts.

Pour le présent plan de prévention des risques, la cartographie des aléas a été réalisée à l'aide de ces deux méthodes.

2. PRISE EN COMPTE DES CARACTERISTIQUES LOCALES

Le plan de prévention des risques d'inondation de la basse vallée de l'Orne concerne :

L' Orne : de par sa longueur (175 km) et la superficie de son bassin (2928 km²), cette rivière est le principal fleuve de Basse-Normandie. Elle prend sa source à Aunou sur Orne (département de l'Orne) et se jette dans la Manche par l'intermédiaire d'un estuaire d'une quinzaine de kilomètres de long, au fond duquel s'est développée l'agglomération caennaise.

Les affluents de l'Orne : la Laize, l'Odon, la Gronde, le Dan, le Biez et l'Aiguillon. Il s'agit de modestes cours d'eau dont certains peuvent présenter des champs d'expansion des crues assez larges (400 mètres pour l'Odon, dans son extrémité aval, qui est en fait une vaste zone de prairies abritant une végétation caractéristique d'un milieu humide).

3. RECHERCHE D'EVENEMENTS HISTORIQUES

L'analyse de l'ensemble des données disponibles sur la basse vallée de la l'Orne montre l'importance des crues. L'ensemble des épisodes connus et identifiés comme tels, a été reporté dans le tableau ci-après :

Date	N° de crue par ordre d'importance	Hauteur à Thury-Harcourt en m	Vitesse maxi de montée des eaux en cm/h	Débit maximum en m3/s		
				au barrage de Rabodange	à l'échelle de Thury-Harcourt	à May/Orne ou estimé à CAEN *
<i>Nov-Déc 1910</i>	3	4.45				
déc-15	48	3.35			196	
mars-16	14	3.85			304	
juin-17	38	3.4			204	
mars-23	37	3.42				
déc-23	38	3.4			204	
déc-24	52	3.3			189	
janv-25	15	3.8			292	
<i>Déc 1925-Jan 1926</i>	1	5.25				
févr-28	33	3.45			212	
déc-29	19	3.7			268	
nov-30	12	3.9			316	
janv-31	24	3.6			244	
août-31	52	3.3			189	
déc-35	19	3.7			268	
<i>janv-36</i>	9	4.08			360	
janv-39	24	3.6			244	
janv-41	29	3.49			220	
févr-41	61	3.17			165	
avr-41	50	3.33			196	
janv-45	30	3.48			220	
févr-45	24	3.6			244	
nov-50	33	3.45			212	
déc-50	68	3.08			158	
déc-51	68	3.08			158	
janv-52	62	3.15			165	
déc-52	28	3.56			233	
janv-55	56	3.28			189	
févr-57	38	3.4			204	
févr-58	33	3.45			212	
janv-59	47	3.36			196	
oct-60	45	3.38			204	
févr-61	49	3.34			196	
janv-62	32	3.46			212	
mars-62	71	3.06			155	
mars-64	38	3.4			204	
févr-65	15	3.8		104	292	* 303
nov-65	51	3.32			189	* 206
déc-65	55	3.29			189	* 195
oct-66	31	3.47			212	* 225
nov-66	12	3.9		161	316	* 319
déc-66	10	3.99			340	* 338
nov-67	21	3.65			256	* 258
janv-68	17	3.72			268	* 269
févr-70	43	3.39			204	* 216
<i>nov-74</i>	2	4.6		187		* >400
févr-77	67	3.09			158	* 188
févr-78	52	3.3			189	* 216
févr-79	64	3.12			158	* 196
déc-79	57	3.26			181	* 213

Date	N° de crue par ordre d'importance	Hauteur à Thury-Harcourt en m	Vitesse maxi de montée des eaux en cm/h	Débit maximum en m3/s		
				au barrage de Rabodange	à l'échelle de Thury-Harcourt	à May/Orne ou estimé à CAEN *
févr-80	36	3.44			212	* 235
déc-80	58	3.25			181	* 206
janv-81	65	3.1			158	* 194
déc-81	38	3.4			204	* 230
déc-82	21	3.65			256	* 262
févr-85	60	3.19			173	
avr-86	24	3.6	6		244	
déc-86	65	3.1			158	
févr-88	17	3.72	3		268	
déc-88	68	3.08			158	
févr-90	8	4.09	17	83	360	380
déc-92	45	3.38			204	
janv-93	7	4.16	12	130	372	380
Déc 1993- Jan 1994	72	3	7		151	139
Déc 1994- Jan 1995	59	3.2	8		173	173
janv-95	5	4.32		120	404	452
févr-96	43	3.39	6	87	202	207
déc-99	6	4.18	12		395	> 455
nov-00	11	3.92			330	
janv-01	3	4.45			461	
févr-01	63	3.14			166	182
mars-01	23	3.62			252	
Mars-02		2.89				
Janv-03		3.16				

Les inondations les plus récentes, comme celles de janvier 1995 et de janvier 2001, ont occasionné des dommages très importants sur les communes de la basse vallée de l'Orne.

Pourtant, ces dernières crues ne revêtent pas un caractère exceptionnel au regard des statistiques établies depuis 1910. Celle de 1925-26, jugée comme la crue centennale, fut la plus forte.

D'ailleurs, les crues de l'Orne sont connues depuis longtemps et certaines sont bien repérées dans les textes anciens. Celle de janvier 1651 abattit les murailles de la ville derrière les Jacobins et la tour des Moulins de l'Hôtel-Dieu, sans que l'on sache toutefois l'état réel d'entretien de ces ouvrages.

L'Orne a connu, depuis la création des premières stations hydrométriques, un certain nombre de crues dont les plus importantes sont celles de 1974, 1990, 1993, 1995, 1999 et 2001. Bien qu'à l'origine d'inondations notables, ces événements sont apparus trop fréquents pour constituer une référence à prendre en compte dans le cadre d'un plan de prévention des risques.

Cependant, le développement urbain et économique de l'agglomération caennaise, et tout particulièrement après la seconde guerre mondiale, s'est fait en tenant insuffisamment compte de ce risque.

4. CARACTERISATION DE LA CRUE DE REFERENCE

La crue de référence prise en compte dans le PPR doit correspondre à un aléa ayant une probabilité d'occurrence suffisamment exceptionnelle, **au moins centennale**, et susceptible d'occasionner des risques graves.

La détermination de cet élément résulte d'un grand nombre d'analyses qui ont porté en premier lieu sur la caractérisation des crues les plus récentes, avant de s'attacher à reconstituer l'hydrogramme* de la crue du siècle et d'en extraire un certain nombre d'informations (récurrence, volumes transités, durée des inondations).

Une crue de synthèse, issue d'une modélisation et de récurrence centennale, a par ailleurs été élaborée. Ses caractéristiques, comparées à celles de la crue séculaire, ont permis d'envisager que cette dernière présentait une récurrence centennale et pouvait servir de référence dans le cadre de l'élaboration du PPR.

4.1 LA CRUE DE DECEMBRE 1925/JANVIER 1926

L'analyse historique a rapidement révélé l'importance de l'événement de décembre 1925/janvier 1926. La cote de la pointe de crue, renseignée dans les archives des Ponts et Chaussées, a permis d'évaluer en premier lieu le débit de pointe de cet événement **entre 600 et 650 m³/s**.

L'analyse s'est poursuivie par l'étude des données pluviométriques de la période considérée, archivées par MÉTÉO-FRANCE. Elles ont permis de reconstituer un hydrogramme de l'événement de 1925/1926. Les volumes débordés ont, selon cette approche, été estimés à 260 millions de m³ pour 17 jours de débordement.

4.2 LE MODELE DEBIT-DUREE-FREQUENCE (QdF)

La mise en œuvre du modèle QdF établi par le CEMAGREF a eu pour objectif la mise au point d'un hydrogramme reconstitué d'une crue centennale. L'analyse de cet hydrogramme synthétique a permis d'affecter à un événement centennal des volumes débordés d'environ 275 millions de m³ en amont de Caen et une durée d'inondation de 19 jours.

La comparaison de l'hydrogramme de la crue centennale statistique à celui de la crue historique de 1925/1926, tant en terme de volume débordé que de durée de pointe, démontre que l'inondation de 1925/1926 correspond dans son ensemble à un aléa voisin de la crue centennale. Cet événement constitue donc la crue de référence pour le présent PPR.

*diagramme représentant le débit d'une crue pour un nombre de jours donné pour une occurrence définie

5. MODELISATION DE LA CRUE DE REFERENCE

La dernière étape nécessaire à la définition de la crue de référence réside dans l'estimation des zones submergées par la crue de référence.

La modélisation hydraulique de cette crue a permis d'en connaître les caractéristiques dans la zone d'étude (hauteurs d'eau atteintes et vitesse du courant) compte tenu des conditions d'urbanisation actuelles et des modifications apportées au cours du fleuve, puis de connaître les surfaces submergées pour cette crue centennale.

Dans le cadre de l'élaboration de ce PPR, en fonction des modèles existants et des enjeux présents sur le territoire, deux modélisations ont été mises en oeuvre :

- une modélisation de la crue de référence de l'Orne en amont de Fleury sur Orne :
- une modélisation de la crue de référence de l'Orne de Fleury sur Orne à Ouistreham

1) modélisation de la crue de référence de l'Orne en amont de Fleury sur Orne :

Dans le cadre de l'élaboration de ce PPR, les résultats issus du modèle mis au point pour le PPR approuvé en 1999, par le bureau d'études Société Grenobloise d'Études et d'Applications Hydrauliques (SOGREAH) ont été repris. Ce modèle utilise le mode de calcul en régime transitoire CARIMA (Calcul de Rivières Maillées) permet de déterminer des cotes et des vitesses d'eau pour une crue donnée.

Dans le cadre des travaux du PPR de la basse vallée de l'Orne, les données injectées dans le modèle SOGREAH correspondent à l'hydrogramme de la crue de 1925/1926 avec pour conditions maritimes une marée moyenne de coefficient 90. Les données topographiques correspondent à la configuration actuelle des lieux.

Les cartes des aléas ainsi que la carte réglementaire indiquent les cotes de référence c'est à dire les cotes estimées, par le modèle, de la crue centennale reconstituée.

2) modélisation de la crue de référence de l'Orne de Fleury sur Orne à Ouistreham (prise en compte des ouvrages hydrauliques)

Afin de requalifier les aléas sur cette zone du PPR, le modèle numérique, réalisé à l'aide du logiciel TELEMAC 2D mis en oeuvre par SOGREAH pour le compte du syndicat mixte de lutte contre les inondations de la basse vallée de l'Orne, a été adapté.

Ce modèle numérique hydraulique, qui permet d'obtenir des hauteurs d'eau et des vitesses d'écoulement, qui s'étend de Fleury sur Orne en amont à Ouistreham à l'aval, a été actualisé en 2005 en utilisant l'Outil de Post Traitement HYdraulique CARTographique (Ophyca). Ce logiciel permet d'intégrer la topographie de la zone du PPR étudiée et le résultat du calcul hydraulique issu de TELEMAC.

Les cotes d'eau prises en compte sont celles issues de la modélisation avec les ouvrages pour une crue d'occurrence centennale (crue de référence). Les cotes d'eau estimées pour la crue centennale avec les ouvrages, obtenues avec le logiciel TELEMAC, sont reportées sur la topographie actuelle afin de déterminer les zones inondables.

Les terrains situés à un niveau topographique inférieur à celui des plus hautes eaux estimées et protégés par une digue ou des merlons sont considérés comme potentiellement exposés aux

inondations de la même façon que les terrains non protégés dans la mesure où il n'est pas possible de garantir totalement et définitivement l'efficacité des ouvrages. Ainsi, le modèle a considéré les digues comme transparentes pour qualifier les aléas.

Les cartes des aléas ainsi que la carte réglementaire indiquent les cotes de référence c'est à dire les cotes estimées, par le modèle, pour la crue centennale reconstituée.

6. DEFINITION DU ZONAGE DE L'ALEA

Pour le fleuve Orne, les paramètres utilisés pour le zonage de l'aléa proviennent des études de modélisation. Ces paramètres sont, pour la crue de référence, la hauteur de submersion et la vitesse moyenne d'écoulement. Pour la vitesse, le seuil de 0,5 mètre par seconde (m/s) est retenu, valeur au delà de laquelle les risques pour la vie des personnes sont importants et l'intervention des secours plus difficile.

◆ Quatre niveaux d'aléa ont été retenus :

- **L'aléa faible** : sont classés en zone d'aléa faible les secteurs présentant des hauteurs d'eau inférieures au mètre et des vitesses moyennes d'écoulement inférieures à 0,5 m/s en crue centennale. Les risques humains sont très faibles et les dommages seront liés à la seule submersion.
- **L'aléa moyen** : sont classés en zone d'aléa moyen les secteurs présentant des hauteurs de submersion supérieures à un mètre et des vitesses inférieures à 0,5 m/s. Si les risques humains restent modérés, les hauteurs de submersion sont néanmoins sources de dangers pour certaines catégories de personnes (enfants, personnes âgées...) et engendreront d'importants dommages aux biens.
- **L'aléa fort** : sont classés en zone d'aléa fort les secteurs présentant des vitesses moyennes supérieures à 0,5 m/s et des hauteurs inférieures au mètre. Le risque humain est alors fort en raison du courant.
- **L'aléa très fort** : sont classés en zone d'aléa très fort les secteurs présentant des hauteurs d'eau supérieures au mètre et des vitesses moyennes d'écoulement supérieures à 0,5 m/s. C'est dans ces secteurs, correspondant le plus souvent aux axes d'écoulement les plus proches du lit mineur, que les risques humains sont les plus grands et les dommages aux biens les plus graves.

◆ Grille d'évaluation des aléas :

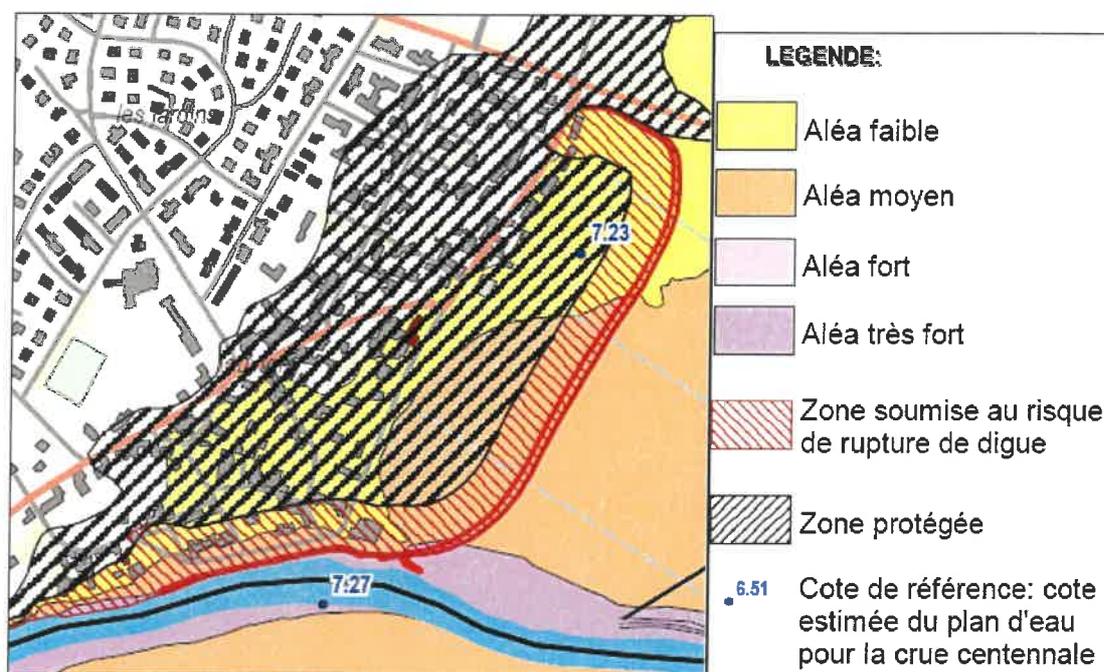
	Hauteur de submersion < 1m	Hauteur de submersion > 1m
Vitesse < à 0,5m:s	Aléa faible	Aléa moyen
Vitesse > à 0,5m:s	Aléa fort	Aléa très fort

◆ Une cinquième zone d'aléa a été distinguée : il s'agit de secteurs protégés par la présence d'une digue ou d'un remblai mais situés à un niveau topographique inférieur au niveau d'eau atteint par le plan d'eau en crue centennale (cote de référence). **Ces secteurs, inondables du fait de la vulnérabilité intrinsèque des digues et des risques de contournement ou de submersion, sont représentés :**

- en hachures rouges immédiatement en arrière de la digue représentant la zone la plus exposée au risque d'inondation en cas de rupture ou de submersion de celle-ci : **zone soumise au risque de rupture de digue**

- en hachures noires avec des aléas : les secteurs protégés qui sont localisés à un niveau topographique inférieur à la cote du plan d'eau en crue centennale.

Les secteurs protégés par des digues ou des merlons dont la cote sommitale est inférieure à la cote du plan d'eau en crue centennale (cote de référence) ne peuvent figurer dans cette catégorie.



Extrait d'une carte de l'aléa

◆ Une sixième zone sans présence d'aléa est représentée en hachures noires : **zone protégée**. L'emprise maximum de cette zone correspond à l'enveloppe de la crue centennale modélisée sans les travaux de lutte contre les inondations. Cette zone correspond aux secteurs qui ne sont plus soumis aux risques d'inondation pour une crue centennale si l'ensemble des travaux de lutte contre les inondations fonctionne de façon optimum.

La cote de référence correspond à la cote estimée du plan d'eau pour la crue centennale :

- avec la prise en compte des travaux pour les communes de Fleury sur Orne, Louvigny, Caen, Mondeville, Hérouville Saint Clair, Amfreville, Bénouville, Blainville sur Orne, Ranville, Sallenelles, Colombelles, Merville-Franceville Plage et Ouistreham.

- sans prise en compte des travaux pour les communes de : Feuguerolles-Bully, May sur Orne, Saint André sur Orne, Eterville, Fontaine Etoupefour, Verson et Bretteville sur Odon.

Sur les affluents de l'Orne que sont le Dan, l'Odon et la Laize, l'aléa a été défini sur la base des observations faites lors de la crue de 1995, complétées par une analyse hydrogéomorphologique du lit de ces cours d'eau. Cette dernière permet une bonne estimation des limites des zones inondables et des caractéristiques hydrauliques de la crue, comme les hauteurs de submersion.

Les cartes réalisées dans le cadre du PPR s'appuient sur le référentiel BD TOPO Pays de l'Institut Géographique National (IGN). Il s'agit d'une base de données géographiques numérisées utilisable dans un champ d'échelle allant du 1/5 000 au 1/25 000. Elle est référencée dans le système officiel national et fournit une représentation du terrain dans les trois dimensions.

IV DETERMINATION DES ENJEUX

1. DEFINITION

Les enjeux sont liés à l'occupation humaine dans la zone inondable. L'analyse des enjeux permet de cibler les zones en fonction de leur plus ou moins grande vulnérabilité à l'inondation. Dans le cadre de ce PPR, ont été distingués :

- les secteurs non construits sans enjeu;
- les secteurs construits ou à enjeux;
- les secteurs construits ou à enjeux et protégés;
- les secteurs non construits sans enjeu et protégés.

2. LES PRINCIPAUX ENJEUX

La vallée de l'Orne en amont de Caen

A l'extrémité amont du périmètre du PPR (May sur Orne, Feuguerolles-Bully, Saint-André sur Orne), le champ d'expansion de la crue centennale est peu étendu et rares sont les secteurs construits inondables. **Les crues envahissent pour l'essentiel des secteurs naturels.**

Par contre, sur les communes de Fleury sur Orne et de Louvigny, le champ d'expansion s'élargit considérablement, à la faveur d'un vaste méandre de l'Orne.

Sur la commune de Fleury sur Orne, des ouvrages ont été édifiés (digue en enrochements) pour protéger le secteur urbanisé du Bas de Fleury. Les travaux réalisés mettent notamment à contribution l'ancienne voie SNCF et visent à assurer une protection pour des événements allant jusqu'à l'ordre centennal. La plupart des constructions concernées par l'aléa est située en limite de la zone d'aléa ce qui facilite leur accessibilité en cas de crue.

Sur la commune de Louvigny, **une partie importante du centre ancien et de ses extensions est située en zone inondable mais protégée par une digue et un dispositif d'aqua-barrières.** Cette digue construite en rive gauche de l'Orne est constituée de deux profils différents :

- une première portion faite d'un terre-plein d'une largeur totale de 70 m, à une cote moyenne de 7,80 m NGF pour une cote de terrain naturel variant entre 5,33 et 5,39 m NGF;
- la deuxième portion plus au sud d'une largeur de 4 m atteint une cote moyenne de 6,30 m NGF pour un terrain naturel variant de 5,05 à 5,52 m NGF, cette digue est complétée par un dispositif d'aqua-barrières permettant de protéger le centre du bourg de la crue centennale.

Si l'ensemble de ce dispositif de protection (digues et aqua-barrières) permet une meilleure protection du bourg des crues, il est également important de prendre en compte les risques liés à la submersion ou la rupture de ces ouvrages.

Pour l'ensemble des communes en amont de Caen, la vocation naturelle des zones inondables non urbanisées est clairement réaffirmée, puisque ces espaces sont, soit des sites d'intérêt écologique ou paysager pour les plus amont, soit un secteur de « parc urbain » pour les plus proches de Caen.

La Vallée de l'Odon

La crue de 1995 a bien rappelé que la vallée de l'Odon, qui s'élargit considérablement à sa confluence avec l'Orne, était largement submersible par les crues de ce petit cours d'eau. Le champ d'expansion de la crue centennale atteint peu de secteurs construits. **Les crues envahissent pour l'essentiel des secteurs naturels.**

La traversée de Caen

C'est dans la traversée de Caen que se concentrent les enjeux urbains et économiques les plus forts mais aussi les plus vulnérables. Faute de mémoire, la dernière inondation catastrophique a maintenant plus de 80 ans.

Il n'est pas exagéré de dire qu'une partie du centre ville, en s'étendant vers l'Orne, est venue littéralement barrer la vallée. Aussi, lors des fortes crues, rien de plus naturel à ce que l'Orne reprenne ses droits sur un espace qu'il a lui-même façonné. La crue de 1925/26, estimée centennale, a très durement frappé la ville de Caen.

L'ensemble des aménagements réalisés, et particulièrement le canal reliant l'Orne et le canal maritime ainsi que le déversoir du Maresquier, permet un gain de hauteur d'eau pour une crue centennale de 77 cm en aval du barrage de Montalivet.

Ces travaux réduisent considérablement le caractère inondable d'une grande partie de la ville de Caen qui l'était pour des crues fréquentes.

Les bords de l'Orne en rive droite et le site de la presqu'île, en voie de reconversion, sont également moins vulnérables aux inondations.

Toutefois l'enveloppe de la crue centennale modélisée sans l'impact des travaux a été maintenue afin de garder en mémoire les zones inondables en cas de dysfonctionnement d'un ouvrage notamment.

La rive gauche du canal maritime entre la rue Basse et l'avenue de Tourville ainsi que le secteur du lycée Malherbe sont protégés jusqu'à un niveau de la crue centennale mais restent vulnérables du fait de la situation en cuvette d'une partie des terrains.

De Caen à la mer

A l'aval de Caen, les zones de débordement de l'Orne ou du canal sont moins étendues, plus étroites, excepté dans la prolongation de la presqu'île, sur la commune de Mondeville. C'est là que se concentrent les principaux enjeux directement menacés, entre Caen et la mer, par une crue centennale. Les autres enjeux sont des secteurs ponctuels d'habitations, excepté dans la vallée du Biez et de la Gronde, où d'importants secteurs urbanisés ont empiété sur la zone inondable. En principe, la vallée du Biez et de la Gronde est protégée contre un débordement direct de l'Orne jusqu'à la cote de 4,8 m NGF. Dans cette vallée, l'inondation résulte donc essentiellement d'un phénomène de remplissage lié aux difficultés d'évacuer les eaux du bassin versant affluent. Pour pallier ces problèmes, la commune de Mondeville a mis en place un système de gestion des vannages en partie automatisé, permettant l'évacuation des eaux du Biez et de la Gronde dans l'Orne. Elle s'est également équipée d'une station mobile de pompage d'une capacité de 1000 m³/h.

Par ailleurs, de vastes surfaces sont diversement protégées vis à vis des crues par la présence de digues ou de remblais. Ces secteurs sont donc inondables du fait de la vulnérabilité intrinsèque des digues et des risques de contournement ou de submersion. Il s'agit pour l'essentiel de zones naturelles, souvent des marais, à l'exception notamment du site de Renault Véhicules Industriels (RVI) et d'une partie de la commune de Ouistreham.

Le site de Ouistreham, inscrit en partie dans le lit majeur de l'Orne, n'est plus, depuis la construction du canal, inondable directement par l'Orne. Cependant, lors des crues importantes, une partie du débit du fleuve transite par le canal et des volumes d'eau importants sont susceptibles de déborder. Ce fut le cas en 1995. Des travaux récents ont fait disparaître le risque de débordement pour une crue de cette ampleur et une crue centennale. Toutefois, la commune de Ouistreham reste actuellement, pour une partie de son territoire, sous la cote du plan d'eau de référence et se trouve donc exposée à un risque d'inondation du fait de la vulnérabilité intrinsèque des digues et des risques de contournement ou de submersion.

A l'extrémité de l'estuaire de l'Orne et notamment sur les communes de Sallenelles et de Merville-Franceville-plage, de vastes étendues sont inondées lors des marées importantes. Elles n'ont pas été cartographiées dans le PPR car le risque d'inondation est spécifiquement lié aux fluctuations du niveau marin, le caractère inondable n'étant pas avéré pour une crue centennale de l'Orne.

V ZONAGE REGLEMENTAIRE ET REGLEMENT

1. CROISEMENT ALEA - ENJEUX

Le croisement sur une même carte de la délimitation des aléas et des différents zonages d'enjeux permet d'établir une estimation du risque cartographié sous forme d'un zonage réglementaire.

Le tableau suivant présente les résultats du croisement :

Enjeux/Aléa	Très fort	Fort	Moyen	Faible	Sans aléa
Secteur non construit sans enjeu	Rouge foncé	Rouge clair	Rouge clair	Rouge clair	
Secteur construit ou à enjeux	Rouge foncé	Rouge clair	Bleu	Bleu	
Secteur construit ou à enjeux mais protégé	Rouge foncé « digue »		Bleu indicé	Bleu indicé	Jaune ou verte
Secteur non construit sans enjeu et protégé			Rouge clair	Rouge clair	Rouge clair

2. REGLEMENT

Le détail du contenu réglementaire des différentes zones est donné dans le règlement particulier du PPR

La zone "rouge foncé"

Cette zone correspond :

- aux zones bâties ou non bâties soumises aux aléas les plus forts;
- aux zones localisées directement derrière une digue et pouvant subir des dommages importants en cas de rupture ou de submersion de celle-ci.

Dans ces zones, la protection des personnes et des biens y est primordiale. En conséquence, l'inconstructibilité est quasi totale et la capacité d'écrêtement des crues sur les secteurs encore non bâtis doit être préservée.

La zone "rouge clair"

Cette zone correspond à des secteurs naturels, protégés ou non et soumis à des aléas faibles à forts, susceptibles de servir de champs d'expansion de la crue.

Ces zones sont déjà classées, le plus souvent, en espaces naturels à conserver dans les documents d'urbanisme (PLU, SCoT).

Dans cette zone, le principe général est le maintien de la capacité de stockage des champs d'expansion de crue par conséquent, l'inconstructibilité sur cette zone est quasi totale.

La zone "bleu "

Cette zone correspond à des secteurs urbanisés qui ne sont pas les plus exposés au risque d'inondation où un développement conditionnel peut être admis sous respect de certaines prescriptions.

La zone "bleu" indicé

Cette zone correspond aux centres urbains qui sont protégés par un ouvrage type "digue". Afin de prendre en compte les risques potentiels de rupture ou de submersion de ces ouvrages, un développement peut y être autorisé sous respect de certaines prescriptions.

La zone "jaune"

Cette zone correspond aux zones urbanisées, ou qui ont vocation à l'être, qui sont protégées de la crue centennale par les travaux de lutte contre les inondations. Le développement y est autorisé mais des mesures de préservation de la sécurité des personnes et des biens sont prescrites au regard de la vulnérabilité de ces derniers, notamment dans le cas d'un dysfonctionnement d'ouvrage.

La zone "verte"

Cette zone correspond aux terrains situés sur la rive gauche du canal à Ouistreham abritant une urbanisation dense. Consécutivement à l'inondation de 1995, des dispositifs de protection ont été mis en place et une procédure de gestion en situation d'urgence (obturation du fossé de ligne) a été définie pour protéger ce secteur. Le développement peut y être autorisé mais des mesures de préservation de la sécurité des personnes et des biens sont prescrites au regard de la vulnérabilité de ces derniers.