

Les déversoirs sur digues fluviales

Gérard Degoutte, coordinateur



Les déversoirs sur digues fluviales

Gérard Degoutte, coordinateur

Éditions Quæ

Collection *Savoir-faire*

Production de canards
Heinz Pingel, Gérard Guy, Elisabeth Baéza
2012, 254 p.

Nutrition et alimentation des chevaux
William Martin-Rosset, coord.
2012, 624 p.

Guide pour la description des sols
Denis Blaize, Bernard Jabiol
2011, 430 p.

Le Paraha peue ou *Platax orbicularis*
Biologie, pêche, aquaculture et marché
Éric Gasset, Georges Remoissenet
2011, 64 p.

L'ombrine ocellée (*Sciaenops ocellatus*)
Biologie, pêche, aquaculture et marché
Jean-Claude Falguière
2011, 144 p.

Méthodes de création de variétés en amélioration des plantes
André Gallais
2011, 286 p.

Éditions Quæ
c/o Inra, RD 10, 78026 Versailles Cedex

© Éditions Quæ, 2012

ISBN : 978-2-7592-1886-8

ISSN : 1952-1251

Le code de la propriété intellectuelle interdit la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Le non-respect de cette disposition met en danger l'édition, notamment scientifique, et est sanctionné pénalement. Toute reproduction, même partielle, du présent ouvrage est interdite sans autorisation du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 20 rue des Grands-Augustins, Paris 6^e.

Table des matières

Avant-propos	5
Introduction	7
Contexte, définitions, diversité des configurations	9
Typologie des digues de protection contre les inondations fluviales.....	9
Zones protégées et zones d'expansion des crues	13
Typologie des déversoirs sur digues.....	23
Aspects réglementaires liés aux déversoirs	38
Instruction d'un projet de digue	38
Le suivi d'une digue après sa construction	40
Les conséquences de la présence d'un déversoir.....	41
Obligation de déversoirs sur les digues.....	42
Historique des déversoirs	43
1584 à 1891 : les premières réalisations sont sur la Loire et le Vidourle	43
XX ^e siècle : quelques réalisations éparées	
et un gros aménagement sur le Rhône	45
XXI ^e siècle : une relative accélération des réalisations	46
Conception hydraulique des déversoirs.....	49
Impact du déversoir sur la ligne d'eau dans la rivière en crue	49
Impact du déversoir sur la ligne d'eau dans la zone protégée	50
Loi de débit du déversoir	52
Emplacement du déversoir	58
Crue de protection, crue de sûreté, crue de danger	62
Principe de l'écrêtement ou du laminage des crues.....	71
Principes généraux de conception hydraulique	74
Les modélisations nécessaires	84
Déversoirs et géomorphologie fluviale	90
Rappel sur le transport solide	90
Rappel sur les évolutions morphologiques des cours d'eau	91
Évolutions morphologiques des cours d'eau endigués	92
Influence des déversoirs sur le transport solide (lit mineur).....	94

Sédimentation derrière les déversoirs	97
Influence de l'évolution du lit sur l'efficacité des déversoirs.....	99
Cas des torrents	100
Conception du génie civil des déversoirs de digues	103
Critères de sécurité des déversoirs sur digue	104
Principe d'une rehausse fusible ou mobile.....	105
Forme en plan des déversoirs sur digue	106
Types de seuils rectilignes et matériaux constitutifs	109
Rehausse fusibles ou mobiles	122
Continuité des pistes d'entretien	133
Retour sur l'érosion par surverse sur les digues en terre	134
Gestion du système d'endiguement en crise	136
Avantages et limites d'un déversoir dans la gestion de crise	136
Nature des crises à gérer.....	138
Considérations préalables au plan de gestion de crise.....	139
La gestion de crise par le gestionnaire de la digue	141
Le plan communal de sauvegarde (PCS).....	145
Le plan de secours spécialisé inondation	146
Aspects économiques	147
Synthèse et conclusion	150
Avantages et limites d'un déversoir dans une ZP.....	150
Caractéristiques des déversoirs	151
Un déversoir de crue est-il toujours nécessaire dans une ZP?	153
Le mot de la fin	155
Historique des déversoirs de la Loire	157
Digues déversantes et déversoirs de l'aménagement CNR du Rhône...	161
Principes généraux.....	161
Exemple de la plaine de Chautagne et du lac du Bourget.....	164
Exemple de la plaine de Printegarde à Livron-sur-Drôme	166
Glossaire	167
Références bibliographiques	179
Liste des auteurs	183

Avant-propos

Ce guide a été réalisé à l'initiative du ministère en charge du Développement durable, qui en a confié la rédaction à un groupe de travail animé par Irstea et suivi par la DGPR/SRNH/STEEGBH (Direction générale de la prévention des risques, service des risques naturels et hydrauliques, service technique de l'énergie électrique, des grands barrages et de l'hydraulique).

Le groupe de travail comprenait :

Nicolas-Gérard Camphuis (Cepri puis Agence de l'eau Loire-Bretagne), relecteur général,
Gérard Degoutte (CGAAER et Irstea), pilote du groupe et rédacteur général,
Patrick Deronzier (MEDD/DEEEE) pour les premières réunions,
François Dols (Diren de bassin Rhône-Méditerranée) pour les premières réunions,
David Goutx (AgroParisTech puis Météo France), corédacteur du chapitre 4,
Frédéric Grelot (Irstea) pour les premières réunions et la relecture du chapitre 8,
Xavier Martin (CGEDD) pour les premières réunions et la relecture d'une version initiale,
Nicolas Monié (MEDDTL/DGPR/SNRH/STEEGBH), corédacteur du chapitre 2,
Jean Maurin (Dreal Centre), corédacteur des chapitres 3 et 7, rédacteur de l'annexe 1 et relecteur général,
Paul Royet (Irstea), rédacteur principal du chapitre 6 et relecteur général,
Rémy Tourment (Irstea), pilote au démarrage, concepteur du plan détaillé et relecteur général,
Gilles Tratapel (CNR), corédacteur de l'annexe 2,
Yves Le Trionnaire (MEDD/DE) pour les premières réunions,
Thibaut Mallet (Symadrem) depuis début 2011, corédacteur des chapitres 4 et 7.

Les coordonnées des auteurs figurent page 183.

Ont également participé à la rédaction :

Francis Fruchart (CNR) pour le chapitre 4 et l'annexe 2,
Patrice Mériaux (Irstea) et Yann Queffélec (ONF/Direction technique RTM) pour le paragraphe « digues torrentielles » du chapitre 5,
Stéphane Bonelli (Irstea) pour le paragraphe « traitement à la chaux » du chapitre 6.

Outre certains membres du groupe de travail, ont participé à la relecture :

Jean-Marc Kahan, directeur du STEEGBH, et Patrick Ledoux (Cete Méditerranée), pour l'ensemble du texte,
Christophe Peteuil (CNR) pour le chapitre 5.

Nous remercions les personnes suivantes pour les illustrations ou les informations fournies :

Stéphane Barelli (VNF Nancy), Arnaud Bollery (CU Montbéliard), Pierre Cadoret (DDTM 11), Benoît Cortier (Hydratec), Rémy Croix (Egis Eau), Georges Darbre (Comité suisse des barrages), David Di Dio Balsamo (DDT 67), Francis Fruchart (CNR), Jérôme Gondran (Smav Durance), Olivier Manin (Symbhi), Olivier Overney (Ofev Berne), Franck Rangognio (BRL Ingénierie), Burkhard Rosier (EPFL), Akim Salmi (ISL), Xavier Suisse De Sainte-Claire (Egis Eau), Éric Vuillemermet (BRL Ingénierie).

Introduction

La probabilité de surverse par-dessus les digues de protection contre les inondations est en général loin d'être négligeable. L'eau, en déversant sur une digue en terre, acquiert une vitesse forte et érode le talus ou le pied. Cette érosion se développe ensuite rapidement de manière régressive, et généralement s'ensuit une brèche qui inonde brutalement la zone réputée protégée. Les pertes économiques sont souvent énormes. La brutalité des processus peut engendrer des pertes de vies humaines si la zone inondée est habitée ou comporte des infrastructures de transport.

Arme à double tranchant, une digue assure donc une protection pour les crues moyennes, si elle est bien construite, et constitue une source de danger pour les crues fortes, si aucune disposition n'est prise.

On sait que les barrages sont pratiquement toujours équipés de déversoirs de crue, destinés à éviter la surverse sur leur crête jusqu'à des crues extrêmement rares. Cette technique est-elle systématiquement transposable aux digues, et en particulier aux digues en terre ?

Ce guide technique présente les avantages et les limites des déversoirs implantés sur les digues de protection contre les inondations. Certains déversoirs peuvent sécuriser les zones protégées par les digues en limitant les conséquences en cas de surverse. Il est souhaitable qu'ils ne fonctionnent que rarement. D'autres déversoirs sont spécialement destinés à l'écêtement des crues et doivent fonctionner plus fréquemment. Les objectifs de ces deux types de déversoirs sont très différents. Cela nous conduit à qualifier les uns de déversoir de sécurité, les autres de déversoirs de dérivation. Certains ouvrages, en particulier les plus anciens, jouent en fait les deux rôles. Dans tous les cas, le fonctionnement hydraulique est le même, et ce guide aborde tous les types de déversoirs sur digue.

Quelles digues ? Le guide traite des digues de protection contre les inondations fluviales, y compris pour les rivières torrentielles. Les digues maritimes ne sont pas concernées par le présent document, ni les digues de canaux. Sont concernées aussi bien les digues existantes dans lesquelles des déversoirs existent déjà ou pourraient être incorporés, que les nouveaux projets de digues qui pourraient inclure des déversoirs dès la construction.

1

Contexte, définitions, diversité des configurations

Gérard Degoutte

Dans ce chapitre qui campe le paysage des digues fluviales et de leurs éventuels déversoirs, nous tardons délibérément à préciser les objectifs des déversoirs. Ce sujet apparaîtra après que nous aurons fait le point sur les diverses configurations rencontrées. L'objectif d'un déversoir est bien sûr intimement lié à celui de la zone qu'il alimente ou qu'il protège, et nous allons voir que les cas de figure sont nombreux. D'où la nécessité de s'y attarder un moment.

Typologie des digues de protection contre les inondations fluviales

Définition des digues

Les digues sont des ouvrages généralement de grande longueur, surélevés par rapport au terrain naturel et destinés soit à faire obstacle (si possible) au passage de l'eau, soit à la canaliser. Si l'on exclut les digues de canaux, les digues sont des ouvrages de protection contre les inondations fluviales ou marines. Ce guide ne s'intéresse pas aux digues maritimes, mais aux digues de protection contre les inondations fluviales.

Les digues de protection contre les inondations fluviales sont des ouvrages de grande longueur, surélevés par rapport au terrain naturel, construits dans les lits majeurs des cours d'eau dans l'objectif de les mettre tout ou partie à l'abri des inondations.

Cette protection ne peut pas avoir lieu pour toutes les crues, et nous verrons qu'une digue protège contre certaines inondations et ne fait que retarder les inondations les plus fortes. Mais cette indication est plus une conséquence de la définition qu'une partie de la définition. Nous voici déjà au cœur du problème! Les digues fluviales apparaissent comme une arme à double tranchant : elles protègent des terrains lors de crues faibles ou moyennes, mais elles les mettent en danger en cas de crues fortes ou extrêmes ou si elles sont en mauvais état. Leur

rupture provoque alors dans le lit majeur une onde de crue plus brutale que celle qui se serait produite sans la digue. Les digues en terre résistent particulièrement mal à la surverse. Elles peuvent aussi périr avant même de surverser, selon divers mécanismes d'érosion interne, d'affouillement au pied de berge ou de glissement. Ces digues sont rarement soumises à une charge hydraulique. On parle parfois de « digues sèches ». Elles partagent cette particularité avec les barrages ou les bassins écrêteurs de crue.

Ces digues sont très généralement construites en terre, la terre pouvant provenir du curage du lit mineur ou des terrains avoisinants. Parfois, elles sont construites en maçonnerie ou en béton, en particulier dans les sites urbains. Les digues en terre sont aussi appelées levées.

Les barrages en terre sont quelquefois appelés digues. C'est un abus de langage que nous recommandons d'éviter. Un barrage est transversal à la rivière et barre au moins le lit mineur, mais souvent aussi le lit majeur et même largement au-delà. Mais une digue ne barre jamais le lit mineur d'une rivière.

Les digues peuvent relier certains éléments topographiques naturels surélevés tels que coteaux, promontoires, terrasses. Ces parties naturelles ne sont pas qualifiées de digues, mais leur résistance doit s'analyser comme celle des digues construites. En fait, l'élément situé au cœur du sujet est une zone dite protégée, et elle l'est par une ou des digues et éventuellement pas des « objets » naturels. L'ensemble constitue ce qu'on appelle le système endigué.

Les digues longitudinales

Dans les vallées endiguées, l'objectif a souvent été de mettre hors d'eau une très grande partie du lit majeur. La digue est alors sensiblement parallèle au cours d'eau, soit juste au ras des berges, soit à une certaine distance. Dans le second cas, l'espace entre digue et berge est appelé franc-bord ou ségonnal (figure 1.1). Cet espace n'est pas protégé par la digue, et au contraire lorsqu'il est inondé, il l'est par de plus grandes hauteurs d'eau.

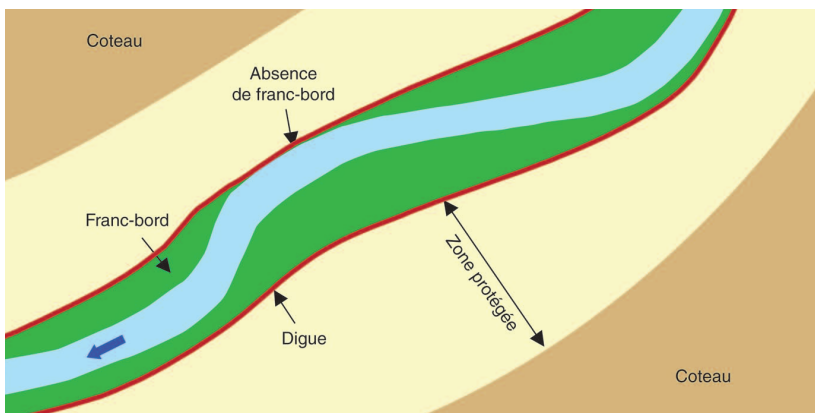


Figure 1.1. Digues longitudinales et francs-bords.

Les digues de protection rapprochée

Lorsque des digues empêchent la submersion de grandes zones, elles aggravent les débordements en aval et sur la rive opposée. Il est alors apparu intéressant de faire des digues de protection rapprochées situées au plus près d'enjeux concentrés. Ainsi, le champ d'inondation est beaucoup moins restreint (figure 1.2). Lorsque les enjeux à protéger sont situés en bordure du coteau, la digue de protection rapprochée se referme sur le coteau. Lorsque les enjeux à protéger sont situés totalement en zone inondable, la digue rapprochée est aussi appelée digue de ceinture.

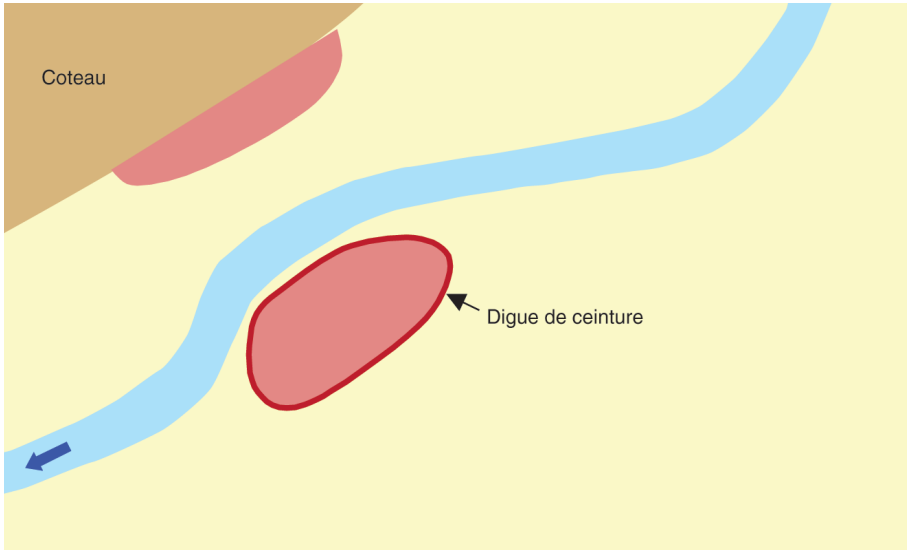


Figure 1.2. Digues de protection rapprochée ceinturant totalement ou partiellement les enjeux.

Rang d'une digue

Une digue de protection rapprochée peut être complémentaire d'une digue longitudinale; il y a alors une digue de premier rang qui protège des espaces à dominante rurale et une digue rapprochée, de second rang, qui protège une zone à dominante urbaine. Le rang désigne l'ordre dans lequel les digues sont sollicitées si la crue est assez forte pour le faire. Il ne faut y voir aucune autre notion, ni d'importance, ni de hauteur... Sur la figure 1.3, en rive droite, l'appellation digue de second rang n'entraîne pas d'ambiguïté. Pour la rive gauche, la zone est protégée par la digue longitudinale pour les débordements du cours d'eau, et par une digue périphérique pour les écoulements dans le lit majeur, qui peuvent venir d'un affluent, d'un déversoir ou d'une brèche amont. Dans cette configuration, il est difficile de dire qu'une digue est sollicitée avant l'autre, et l'on ne parle pas de rang.

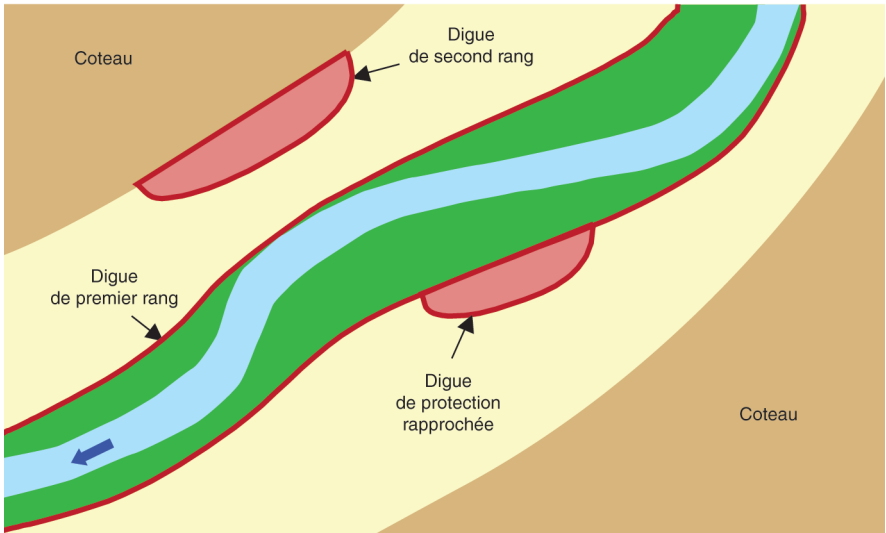


Figure 1.3. Digues de premier et de second rang (lorsque la notion de rang a un sens).

Les digues transversales

Les digues transversales sont orientées perpendiculairement à l'axe général de la vallée. Elles sont complémentaires d'une digue longitudinale et ont également un rôle de protection contre les venues d'eaux, soit depuis l'amont, soit depuis l'aval. Sur la figure 1.4, il y a en rive gauche deux digues transversales qui se referment sur le coteau et isolent une zone protégée. Celle d'amont protège contre les

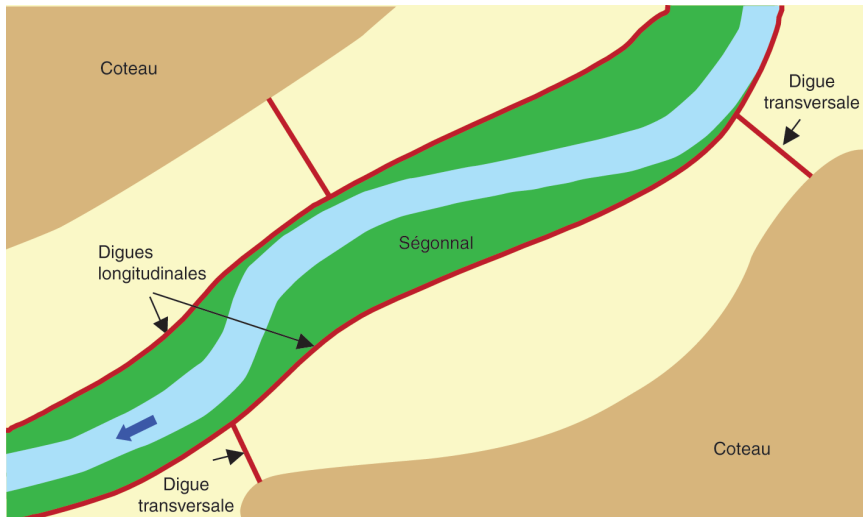


Figure 1.4. Digues transversales.

eaux venant de l'amont et qui s'écoulent dans le lit majeur ; celle d'aval protège contre les débordements venant de l'aval par effet de remous. Sur la rive droite, la digue transversale ne referme pas une zone protégée, elle la coupe en deux. Cela peut par exemple protéger la partie aval en cas de brèche dans la digue de la partie amont. On verra aussi que ce type de digue peut séparer deux zones endiguées à vocation différente, une zone d'expansion de crue en amont, une zone protégée des crues en aval. C'est l'exemple de la digue de la Montagnette entre Vallabrègues et Tarascon montrée plus loin figure 1.14 ou de la digue du canal entre Tours et Saint-Pierre-des-Corps.

Zones protégées et zones d'expansion des crues

Nous allons définir deux types de zones endiguées dans des contextes généralement très différents. Celui des zones protégées *a priori* urbanisées et celui des zones d'expansion des crues qu'il est souhaitable de laisser non urbanisées. Nous verrons que certaines zones sont les deux à la fois. Pour parler indifféremment de ces deux types de zones, nous emploierons l'expression « système endigué ». Le système endigué est une zone d'un seul tenant, située dans le lit majeur d'un cours d'eau et mise à l'abri, jusqu'à une certaine limite, des inondations par une digue, ou plusieurs et par des éléments de relief naturel (tel que le versant de la vallée).

Zone protégée par les digues

L'expression « zone protégée » est très classique. Elle a été reprise par le décret du 11 décembre 2007 relatif à la sécurité des ouvrages hydrauliques, sans y être définie.

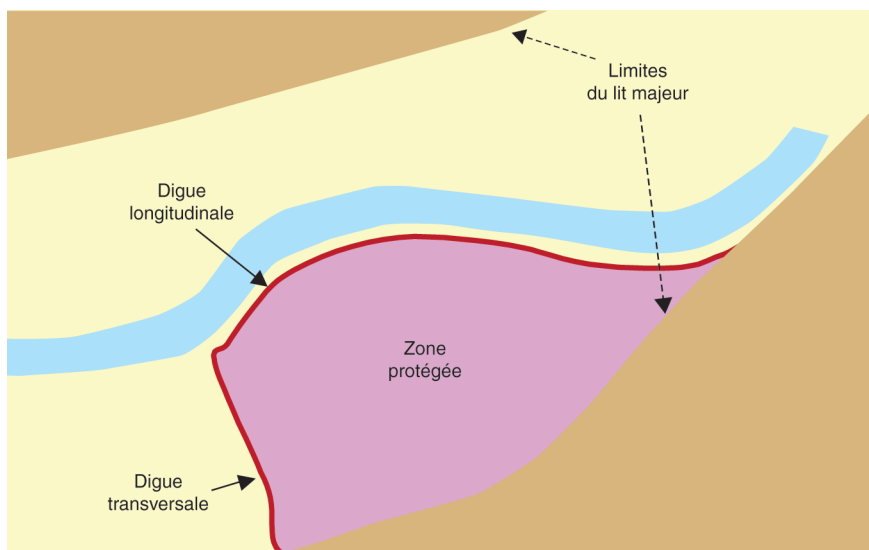


Figure 1.5. Zone protégée par une digue longitudinale, un coteau et une digue transversale. Ce schéma fonctionne quel que soit le sens d'écoulement de la rivière.

La circulaire Environnement du 8 juillet 2008 relative à ce décret donne la définition suivante : « La zone protégée est donc la zone soustraite à l'inondation qui serait causée par la crue de protection de l'ouvrage. Ce n'est pas la zone, plus restreinte, où suite à une rupture de la digue la population serait en danger du fait des hauteurs ou des vitesses d'eau. Ce n'est pas non plus la zone inondée pour la crue de référence du plan de prévention des risques inondation (PPRI), par les plus hautes eaux connues, la crue centennale ou l'emprise maximale inondable. »

La zone protégée est donc une surface d'un seul tenant mise à l'abri de l'inondation d'un cours d'eau par un ensemble de digues ou d'autres ouvrages (remblais routiers...) ou par un élément topographique surélevé tel que coteau, promontoire, terrasse. Il s'agit d'une zone qui est inondable en l'absence de digue et qui est soustraite à l'inondation tant que la digue joue son rôle de protection, c'est-à-dire tant qu'elle n'est pas dépassée et reste intègre (voir figure 1.5). Dans le cas des digues de protection rapprochées montrées en figures 1.2 et 1.3, la délimitation de la zone protégée est évidente.

Dans l'exemple de la figure 1.5, la zone protégée est fermée et, bien sûr, elle doit être équipée d'un système de vidange.

En variante, la zone protégée peut n'être pas totalement fermée à l'aval. C'est l'exemple de la figure 1.6. Cette zone est délimitée d'un côté par la digue qui s'interrompt au passage d'un affluent, de l'autre par le coteau. Ainsi, les crues courantes remplissent la partie aval par effet de remous. Toute cette zone n'est donc pas une zone protégée, une petite partie à la confluence étant inondable, alors que le reste est protégé par la digue.

Les zones protégées réalisées ou projetées aujourd'hui sont souvent des zones fortement urbanisées. En effet, on ne souhaite pas en retirer du champ d'inondation des zones à faible enjeu. Mais, dans le passé, on a pu protéger des zones essentiellement rurales. L'île de la Camargue en est sans doute le meilleur exemple.

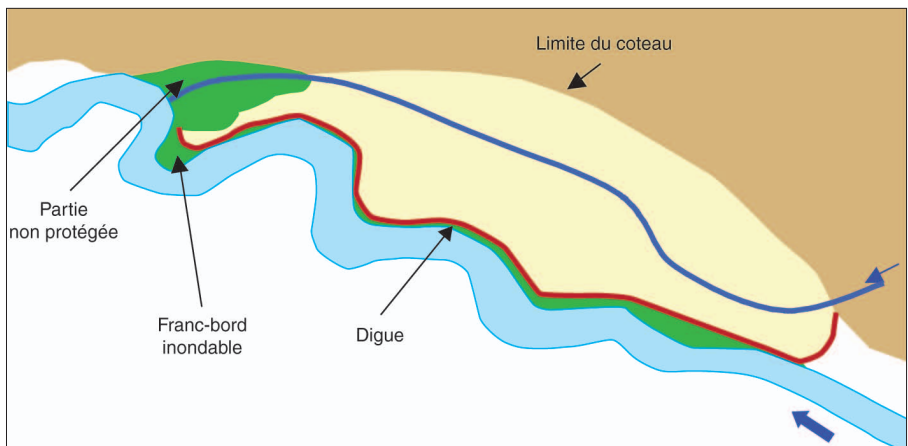


Figure 1.6. Zone protégée non fermée : la digue laisse passer à l'aval un affluent.

Mais on peut citer aussi les vallées de l'Isère en amont de Grenoble, de la Save gersoise, du Vidourle et de bien d'autres...

Zone d'expansion des crues

Nous empruntons la définition d'une zone d'expansion des crues (ou ZEC) au portail de l'eau (eaufrance.fr) et à plusieurs schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux (Sdage) : « Une zone d'expansion des crues est un espace naturel ou aménagé où se répandent les eaux lors du débordement des cours d'eau dans leur lit majeur. Le stockage momentané des eaux écrête la crue en étalant sa durée d'écoulement. Ce stockage participe au fonctionnement des écosystèmes aquatiques et terrestres. En général on parle de zone d'expansion des crues pour des secteurs non ou peu urbanisés et peu aménagés. »

Bien que ce ne soit pas l'objet de ce guide, cette définition rappelle en premier lieu que les lits majeurs des rivières naturelles (donc non endiguées) sont tout naturellement des zones d'expansion des crues. Ces zones ne sont pas contraintes par des ouvrages tels que des digues. La construction de digues longitudinales a pour objet de restreindre l'expansion des crues, en tout cas pour toutes les crues qui ne sont pas capables de dépasser la crête des digues ou de les détruire. La politique d'endiguement ou de remblaiement du lit majeur diminue les zones d'expansion et a pour conséquence l'aggravation des débits de pointe à l'aval, ce qui conduit à une escalade des aménagements.

C'est pourquoi il est préférable de favoriser des aménagements ou des actions de rétention des crues. Dans ce cadre, on alimente des espaces dédiés aux crues qui sont aussi des zones d'expansion des crues (ZEC). Pour bien distinguer les deux cas, nous parlerons, si le doute est possible ou gênant, de « zones d'expansion naturelle » des crues et de « zones d'expansion contrôlée » des crues. Pour les zones d'expansion contrôlée, il existe aussi d'autres appellations, toutes aussi valides, mais un peu moins classiques, par exemple les champs d'inondation contrôlée (CIC) de l'Isère, les aires de ralentissement dynamique des crues¹...

À propos de ralentissement dynamique des crues, les ZEC naturelles et les ZEC contrôlées participent bien de cette stratégie. Divers aménagements aussi, tels que les barrages écrêteurs, les bassins en dérivation, le recul ou la suppression des digues mais aussi le boisement du lit majeur, l'implantation de haies perpendiculaires aux écoulements que ce soit dans le lit majeur ou dans le bassin versant, ainsi que d'autres actions diffuses à la parcelle. Nous garderons par la suite le vocable de ZEC (naturelle ou contrôlée) pour être plus précis que ralentissement dynamique. Mais les ZEC relèvent bien du ralentissement dynamique.

L'objectif de l'expansion des crues peut être hydraulique ou écologique ou les deux à la fois. Il s'agit de diminuer les crues en aval grâce au stockage transitoire

1. Pour plus d'informations sur le ralentissement dynamique, voir la publication du ministère de l'Écologie (Chastan *et al.*, 2004).

de l'eau. Il s'agit aussi de conserver ou de restaurer la richesse et la diversité écologiques du lit majeur.

Physiquement, une zone d'expansion des crues (ZEC) s'appuie plutôt sur des contours naturels, mais peut s'appuyer aussi sur des remblais artificiels (figure 1.7). Elle s'alimente naturellement si la rivière n'est pas endiguée. Sinon, l'alimentation est artificielle par franchissement d'un seuil déversant placé au sein de la digue. Plus rarement, elle peut aussi se faire par pompage ou par siphon, ce qui dispense d'un déversoir.

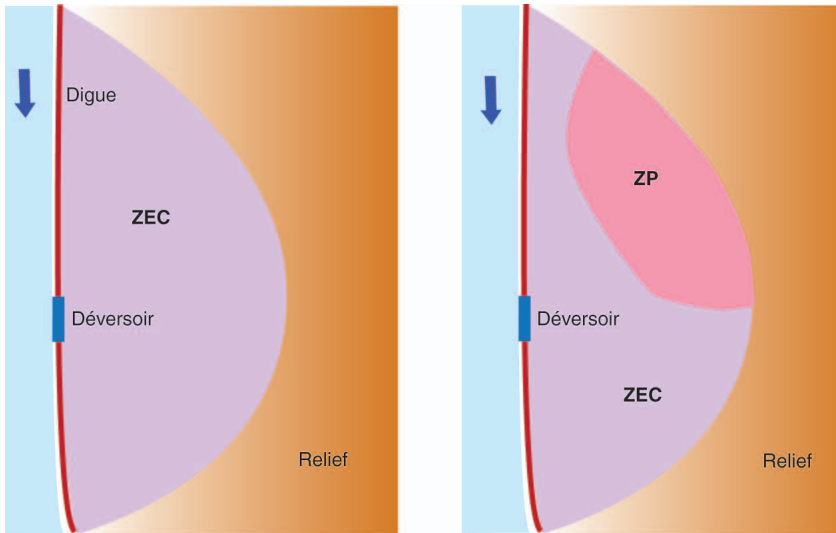


Figure 1.7. Zone d'expansion de crue contrôlée (ZEC) totalement fermée par le relief naturel à gauche, restreinte par une digue qui délimite une zone protégée (ZP) à droite.

Plus loin, la figure 1.14 montrera à titre d'exemple la zone d'expansion des crues de Vallabrègues sur le Rhône.

Dans une ZEC s'appuyant sur des contours naturels, il n'y a pas sur-inondation par rapport à une situation sans digue ni déversoir (figure 1.7 gauche). Mais une ZEC qui aurait vu son emprise inondable fortement limitée par des remblais ou par des digues pourrait par contre être le siège de sur-inondations (figure 1.7 droite). Les zones d'expansion contrôlée des crues sont en principe non urbanisées ou peu urbanisées. Ce peuvent être des zones agricoles ou forestières ou écologiques. Certains sports ou loisirs peuvent aussi s'y pratiquer.

Grâce aux zones d'expansion des crues conservées ou remises en service, les crues sont atténuées. C'est-à-dire qu'à l'aval, elles sont moins pointues et plus étalées. Le débit de pointe aval étant plus faible, les lignes d'eau se trouvent abaissées. Elles le sont aussi sur une certaine distance en amont, par effet de remous, lorsque l'écoulement est de type fluvial. Nous reviendrons sur ces aspects hydrauliques au chapitre 4.

Il doit être noté qu'une ZEC contrôlée est aussi une ZP. Tant que le déversoir n'alimente pas la ZEC, celle-ci est protégée par la digue. Mais bien entendu une ZEC naturelle n'est pas une zone protégée (des inondations).

Spécificités des ZEC au sein des ZP

Nous ne parlons bien sûr que des ZEC contrôlées, c'est-à-dire endiguées. Il doit tout d'abord être noté que ce sont aussi des ZP, simplement avec un objectif particulier. Ce livre va s'intéresser principalement aux déversoirs des ZP *stricto sensu*, mais aussi à ceux des ZEC contrôlées.

Oublions un instant l'appellation des zones et concentrons-nous sur l'objectif de l'aménageur. Il peut être de vouloir écrêter les crues de manière optimale. L'aménageur pourra alors trouver intérêt à inonder relativement tôt la zone, qui bien entendu doit être faiblement occupée. Si nécessaire, des habitats isolés pourront être protégés de manière rapprochée. On est dans la situation typique d'un projet de ZEC endiguée (dont on rappelle que c'est aussi une ZP).

Ou alors, l'objectif de l'aménageur peut être de vouloir protéger un territoire densément occupé, et cela conduit à une protection rapprochée afin de diminuer le moins possible le champ naturel d'inondation et ne pas aggraver les impacts aussi bien en aval qu'en amont. On est dans la situation typique d'une ZP *stricto sensu*. La protection est si possible rapprochée au maximum des enjeux. L'objectif n'est pas d'écrêter les crues, même si un léger écrêtement n'est pas à exclure.

Enfin, l'objectif peut être les deux à la fois, écrêter les crues et protéger un territoire à enjeu important. C'est sans doute ce qui avait dicté le projet de Comoy, il y a deux siècles; avant son action, les vals de Loire étaient typiquement des zones protégées englobant de larges espaces ruraux. L'écrêtement des crues n'était pas un objectif, et au contraire on pensait encore que l'on pouvait édifier des digues toujours insubmersibles. On trouve donc ici l'exemple de zones protégées de grande dimension, où l'on ne peut pas parler de protection rapprochée. Le val d'Authion par exemple s'étend sur 200 km² et protège aujourd'hui 50 000 habitants. Il n'est pas équipé d'un déversoir. Les vals où des déversoirs Comoy ont été implantés sont restés des zones protégées, mais leur impact sur l'écrêtement des crues est significatif, surtout par effet cumulatif. On a donc bien affaire à des zones protégées que l'on peut aussi qualifier de ZEC. C'est le cas du val d'Ouzouer avec 5 000 habitants dans 65 km².

Il est important de garder à l'esprit que, dans les deux premiers cas, les objectifs sont très différents. Dans une zone protégée à fort enjeu, on souhaite si possible éviter au maximum la venue d'eau, que ce soit par débordement de la rivière, par déversement sur les digues ou par rupture des digues. Assez souvent, les déversoirs de ces zones n'entrent en jeu qu'au-delà d'une crue au moins centennale. Dans une zone d'expansion des crues contrôlée, au contraire on favorise les débordements au moment optimal pour un bon effet d'écrêtement. Assez typiquement, on commence à inonder les ZEC pour des crues entre décennale et cinquantennale, donc sensiblement plus souvent que pour les ZP.

Malgré la différence des objectifs, toutes ces zones ont cependant une certaine similitude : ce sont des zones homogènes du point de vue des débordements. Elles obéissent aux mêmes lois hydrauliques :

- une ZEC contrôlée est d’abord une zone protégée pour les crues modérées n’atteignant pas le déversoir ;
- elle est ensuite une zone d’expansion de crues et ce faisant elle contribue à la protection des lieux aval ; une ZEC cherche autant à protéger les territoires aval que son propre territoire ;
- une ZP à forts enjeux, une fois inondée par le déversoir, se retrouve imparablement dans une situation d’expansion de crue ; elle participe à l’écêtement des crues si sa surface est importante ; c’est aussi le cas d’une ZP sans déversoir le jour où une brèche survient ;
- et enfin, certaines zones peuvent être considérées aussi bien comme des ZEC que comme des ZP. On a déjà cité les vals de Loire. La Camargue est aujourd’hui une zone protégée, mais elle pourrait à l’avenir être utilisée aussi pour l’expansion des crues.

Mais ces zones ont des différences évidemment fondamentales au plan de l’aménagement du territoire. Une zone protégée sans objectif d’écêtement est *a priori* urbanisée. Une zone d’expansion des crues est *a priori* non urbanisée.

La distinction au cas par cas nous paraît fondamentale du point de vue de la conception des déversoirs, et au chapitre 4 nous séparerons la conception des déversoirs de dérivation des ZEC et celle des déversoirs de sécurité des ZP. Lorsqu’une même zone est à la fois ZP et ZEC, cela donne des contraintes supplémentaires au concepteur, qui ne pourra pas optimiser à la fois la protection et l’écêtement.

Bien sûr, tout cela ne fait pas obstacle au raisonnement à l’échelle du bassin versant. Une ZEC prise individuellement n’a pas forcément un grand bénéfice, c’est un ensemble de ZEC naturelles ou contrôlées qui joue un rôle significatif sur les crues. Une ZP est une unité de protection qui a un sens individuel, mais globalement un ensemble de ZP peut avoir un effet négatif en réduisant trop fortement la superficie inondable du lit majeur.

En résumé

Le lit majeur des vallées endiguées peut comporter :

- des zones protégées (ZP) dont l’objectif est de diminuer la fréquence des débordements et si possible de sécuriser la zone pour les événements rares provoquant des débordements ; pour ne pas trop restreindre le champ d’inondation, on a intérêt à ce que la ZP ne soit pas trop étendue, c’est-à-dire que la protection soit rapprochée des enjeux ;
- des zones d’expansion naturelle des crues, où l’on ne s’oppose pas aux inondations, afin de ne pas augmenter les débits de crue en aval ; ce n’est pas l’objet de ce guide ;
- des zones d’expansion contrôlée des crues, où l’on favorise l’inondation pour diminuer les débits de crue en aval, et/ou dans un souci écologique ;
- des zones protégées où l’on a aussi un objectif d’écêtement et que l’on peut qualifier de ZP ou de ZEC selon le sujet que l’on évoque.