



PREFET DU GARD

*Direction départementale des Territoires et de la Mer
du Gard*

Service Observation Territoriale Urbanisme et Risques
Unité Risques Inondations

PLAN DE PREVENTION DES RISQUES INONDATION BASSE PLAINE CAMARGUE GARDOISE

**COMMUNE
DE GALLARGUES LE MONTUEUX**

RAPPORT DE PRÉSENTATION

PLAN DE PRÉVENTION DES RISQUES INONDATION BASSE PLAINE ET CAMARGUE GARDOISE

Rapport de présentation

1. OBJECTIFS ET DÉMARCHE.....	1
1.1 Préambule	1
1.2 Le risque inondation dans le Gard	2
1.3 Les objectifs de la politique de prévention des risques	5
1.4 La démarche PPRi	6
1.5 La raison de la prescription des PPR	10
1.6 L'approche méthodologique (études techniques préalables)	10
2. CONTEXTE GÉOGRAPHIQUE ET HYDROLOGIQUE.....	11
2.1 Le périmètre concerné	11
2.2 Contexte hydrographique et climatique	13
2.2.1 Les bassins versants du Vidourle et du Rhône	13
2.2.2 Le bassin versant du Rhône	15
2.3 Le phénomène naturel et les crues historiques	16
2.3.1 La Vidourlade	16
2.3.2 Les crues du Rhône	17
2.3.3 Les aménagements hydrauliques	18
2.3.4 inventaire des crues historiques	19
2.3.4.1 le Vidourle	19
2.3.4.2 Le Rhône	25
2.3.4.3 le Rhône	25
3. CARTOGRAPHIE DU RISQUE.....	27
3.1 Cartographie de l'aléa	27
3.1.1 Méthodologie	27
3.1.2 Recueil des données et enquêtes auprès des communes	27
3.1.3 Analyse hydrogéomorphologique	27
3.1.3.1 Méthodologie	28
3.1.3.2 L'analyse hydrogéomorphologique des cours d'eau	29
3.1.4 Les secteurs à enjeux	34
3.1.4.1 Gallargues le Montueux	34
3.1.4.2 Aimargues	35
3.1.4.3 Saint Laurent d'Aigouze	36
3.1.5 Modélisation hydraulique des crues	37
3.1.5.1 Complément à l'étude du schéma d'aménagement "Villetelle la mer"	37
3.1.5.2 Triangle d'eau pour le Razil et le Rhône	41
3.1.5.3 L'étude de détermination de l'aléa de référence du Rhône	42
3.1.5.4 Résultat et modélisation de l'aléa	43
3.1.5.5 Synthèse et description générale des aléas de crues	44
4. DISPOSITIONS RÉGLEMENTAIRES.....	46
4.1 Règles d'urbanisme	46
4.2 Zonage réglementaire	48
4.3 Mesures de prévention, de protection et de sauvegarde et règles de construction et	

mesures sur l'existant	53
4.3.1 Mesures de prévention, de protection et de sauvegarde	53
4.3.2 Règles de construction et mesures sur l'existant	54
5. DÉROULEMENT DE LA PROCÉDURE.....	55
5.1 Concertation avec les communes	55
5.2 Consultations administratives	56
5.3 Enquête publique	56

1 Objectifs et démarche

1.1 PRÉAMBULE

La répétition d'événements catastrophiques au cours des dix dernières années sur l'ensemble du Territoire national a conduit l'État à renforcer la politique de prévention des inondations.

Cette politique s'est concrétisée par la mise en place de Plans de Prévention des Risques d'Inondation (P.P.R.i.), dont le cadre législatif est fixé par les lois n° 95-101 du 2 février 1995, 2003-699 du 30 juillet 2003 et les décrets n° 95-1089 du 5 octobre 1995 et 2005-3 du 4 janvier 2005. L'ensemble est codifié aux articles L562-1 et suivants du code de l'Environnement.

L'objet d'un PPR est, sur un territoire identifié, de :

- **délimiter les zones exposées aux risques** en tenant compte de la nature et de l'intensité du risque encouru, **d'y interdire tout type de construction**, 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 lesquels ils doivent être réalisés, utilisés ou exploités**,
- délimiter les zones qui ne sont pas directement exposées au risque mais où des aménagements pourraient aggraver les risques ou en provoquer de nouveaux, et y prévoir des mesures d'interdiction ou des prescriptions,
- **définir les 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,
- **définir des mesures relatives à l'aménagement**, l'utilisation, ou l'exploitation des constructions, ouvrages, espaces existants à la date d'approbation du plan, qui doivent être prises par les propriétaires, exploitants ou utilisateurs.

Le dossier de PPR, dont la mise à l'étude est prescrite par arrêté préfectoral, est approuvé après :

Après enquête publique et avis de la commission d'enquête, le PPRi approuvé par arrêté préfectoral constitue, dès lors, une servitude d'utilité publique qui devra être annexée au document d'urbanisme si il existe (article L 126-1 du code de l'Urbanisme).

Pour chaque commune du bassin versant étudié, le dossier de PPR comprend :

- **Un rapport de présentation**, qui explique l'analyse des phénomènes pris en compte, ainsi que l'étude de leur impact sur les personnes et sur les biens, existants et futurs. Ce rapport justifie les choix retenus en matière de prévention en indiquant les principes d'élaboration du PPR et en commentant la réglementation mise en place. La carte d'aléa sur le bassin versant est jointe en annexe.
- **Les cartes de zonage réglementaires à l'échelle de la commune** distinguant les zones exposées à des risques et celles qui n'y sont pas directement exposées mais où l'utilisation du sol pourrait provoquer ou aggraver des risques. Ils visualisent les zones de dispositions réglementaires homogènes.
- **Un règlement** qui précise les mesures d'interdiction et les prescriptions applicables dans chacune de ces zones. Le règlement précise aussi les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde qui incombent aux particuliers ou aux collectivités. Le règlement mentionne, le cas échéant, celles de ces mesures dont la mise en œuvre est obligatoire et le délai fixé pour celles-ci.
- **Un résumé non technique**

Le présent document constitue le rapport de présentation, dont une partie présente et synthétise les études techniques préalables sur lesquelles reposent l'élaboration du dossier de PPR :

- Etude de l'aléa inondation basse plaine Vidourle », intégrant les inondations du Vidourle, du Rhône, du Razil et du Rhône DDTM30, Safege, 2007
- Cartographies d'enjeux et du zonage réglementaire sur les trois communes de la basse plaine Vidourle », DDTM30, Safege 2008.

1.2 LE RISQUE INONDATION DANS LE GARD

Les inondations constituent le risque majeur à prendre en compte prioritairement dans la région.

Les inondations méditerranéennes sont particulièrement violentes, en raison de l'intensité des pluies qui les génèrent et de la géographie particulière de la région. En 50 ans de mesures, on a noté sur la région plus de 200 pluies diluviennes de plus de 200 mm en 24 heures. L'équinoxe d'automne est la période la plus critique avec près de 75% des débordements, mais ces pluies peuvent survenir toute l'année. Lors de ces épisodes qui frappent aussi bien en plaine ou piémont qu'en montagne, il peut tomber en quelques heures plus de 30 % de la pluviométrie annuelle.

Ces épisodes pluvieux intenses appelés pluies cévenoles peuvent provoquer des cumuls de pluie de plusieurs centaines de millimètres en quelques heures. Les pluies cévenoles sont des précipitations durables qui se produisent par vent de sud, sud-est ou est sur les massifs des Cévennes, des pré-Alpes et des Corbières. Elles ont généralement lieu en automne dans des conditions météorologiques bien particulières :

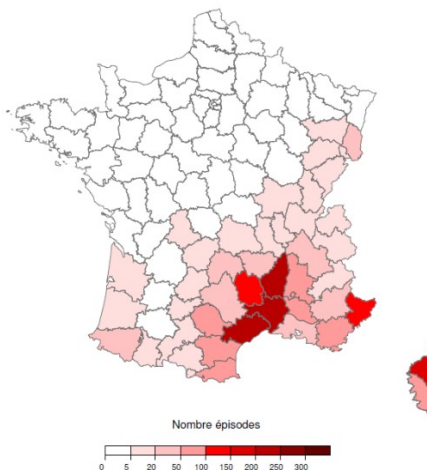
- près du sol : un vent de sud ou sud-est apporte de l'air humide et chaud en provenance de la mer Méditerranée,
- en altitude : de l'air froid ou frais.
- La rencontre entre le courant froid d'altitude et le courant chaud et humide venant de Méditerranée rend l'atmosphère instable et provoque souvent le développement d'orages. Le relief joue également un rôle déterminant : il accentue le soulèvement de cet air méditerranéen et bloque les nuages.

Les orages de ce type, bloqués par le relief et alimentés en air chaud et humide, se régénèrent : ils durent plusieurs heures et les pluies parfois plusieurs jours. Ils apportent ainsi des quantités d'eau considérables.

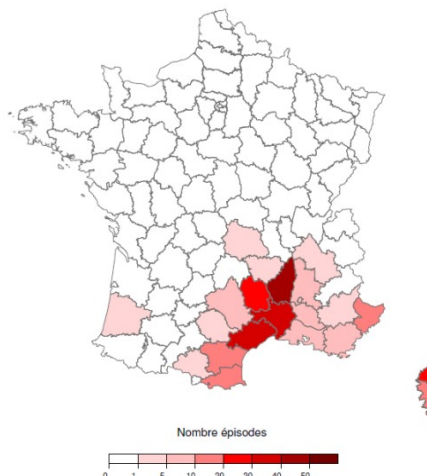
- Des précipitations intenses sont observées en toutes saisons. Mais les deux périodes les plus propices sont :
mai à septembre, quand se produisent la plupart des orages sur l'ensemble du pays,
- l'automne, saison particulièrement favorable aux fortes précipitations dans les régions méditerranéennes, quand l'air en altitude se refroidit plus vite que la Méditerranée encore chaude.

Départements concernés par le risque de pluies diluviennes en France.

Nb de jours sur 30 ans avec une hauteur de pluie ≥ 100 mm par département
1979-2008 - Edition du 01/07/2009



Nb de jours sur 30 ans avec une hauteur de pluie ≥ 200 mm par département
1979-2008 - Edition du 30/06/2009



Source : Météo France, 2009.

Les temps de réaction des bassins versants sont généralement extrêmement brefs, parfois de l'ordre de l'heure pour des petits bassins versants de quelques dizaines de kilomètres carrés, toujours inférieurs à 12h sauf dans les basses plaines. La gestion de l'alerte et la préparation à la crise sont donc à la fois primordiales et délicates à mettre en œuvre.

Le département du Gard est ainsi sujet à différents types de crues :

- **crues rapides**, souvent à caractère torrentiel, qui se produisent à la suite de précipitations intenses, courtes et le plus souvent localisées sur de petits bassins versants. L'eau peut monter de plusieurs mètres en quelques heures et le débit de la rivière peut être plusieurs milliers de fois plus important que d'habitude : **c'est le cas des crues du Vidourle « Vidourlades »** comme de celle du Gardon « Gardonnades ». La rapidité de montée des eaux, tout comme les phénomènes d'embâcles ou de débâcles expliquent la grande dangerosité de ces crues.
- **phénomènes de ruissellement** correspondant à l'écoulement des eaux de pluies sur le sol lors de pluies intenses, aggravés par l'imperméabilisation des sols et l'artificialisation des milieux. Ces inondations peuvent causer des dégâts importants indépendants des débordements de cours d'eau.
- enfin, le département est soumis aux **crues lentes du Rhône** qui, si elles arrivent plus progressivement, peuvent être dommageables par leur ampleur et la durée des submersions qu'elles engendrent.

L'aggravation et la répétition des crues catastrophiques sont liées fortement au développement d'activités exposées dans l'occupation du sol dans les zones à risques (habitations, activités économiques et enjeux associés). Ceci a deux conséquences : d'une part, une augmentation de la vulnérabilité des secteurs exposés et d'autre part, pour les événements les plus localisés, une aggravation des écoulements. Ceci explique pour partie la multiplication des inondations liées à des orages intenses et localisés.

Le Gard est particulièrement exposé au risque inondation :

- 353 communes en partie ou totalement soumises au risque d'inondation,
- 18.5% du territoire situé en zone inondable,
- 37% de la population gardoise vivant de manière permanente en zone inondable,
- Une augmentation de la population habitant dans les lits majeurs des cours d'eau de 6.5% de 2000 à 2005.

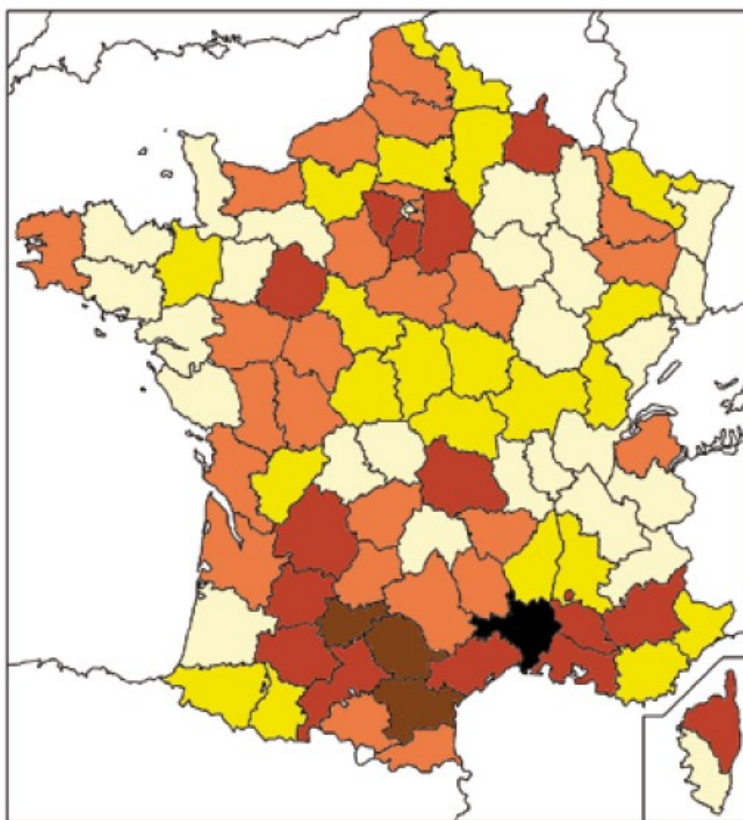
Depuis la moitié du 13^e siècle, le département a connu plus de 480 crues. Lors des événements majeurs, tels que les inondations de 1958 et 2002 (Vidourle, Gardon, Cèze), de 1988 (Nîmes), de 2003 (Rhône) ou de 2005 (Vistre), les pluies dépassent 400 mm/jour sur plusieurs centaines de km², voire près de 2000 km² comme en septembre 2002. Les dégâts sont toujours très impressionnants et le nombre de tués reste significatif.

La forte vulnérabilité s'est ainsi traduite par plusieurs sinistres majeurs :

- en 1958 : 36 morts,
- en 1988 : 11 morts, 45000 sinistrés, 610 millions d'euros de dégâts,
- en 2002 : 25 morts, 299 communes sinistrées, 830 millions d'euros de dégâts, 7200 logements et 3000 entreprises sinistrées,
- en 2003 : 7 morts dont 1 dans le Gard, 37 communes sinistrées, 300 millions d'euros de dégâts sur le Gard,
- en 2005 : 86 communes sinistrées, 27 millions d'euros de dégâts.

Sur la période 1955, 2005, le département du Gard est le département qui a le plus bénéficié des dédommagements permis par la solidarité nationale du système cat-nat, par rapport à sa contribution à ce même système.

Sinistrabilité des départements pour les contrats multirisques habitations et entreprises sur la période 1995-2005 (ratio sinistre sur primes)



Classe	0	1	2	3	4	5
Ratio S/P	[0 - 0,25]	]0,25 - 0,5]	]0,5 - 1]	]1 - 3]	]3 - 5]	>5

Lecture : Jusqu'à un ratio S/P de 1 (classes 0, 1 et 2), le département est un contributeur au système CatNat. Au-delà (classes 3, 4 et 5), le département est un bénéficiaire du système CatNat.

Source : Caisse Centrale de Réassurance, calculs : MEEDDM/CGDD

1.3 LES OBJECTIFS DE LA POLITIQUE DE PRÉVENTION DES RISQUES

Face à ce constat, la nécessité de réduire durablement la vulnérabilité du territoire départemental implique une action coordonnée des pouvoirs publics pour permettre un développement durable des territoires à même d'assurer la sécurité des personnes et des biens au regard des phénomènes naturels.

La politique publique de prévention du risque inondation repose ainsi sur les principes suivants :

- Mieux connaître les phénomènes et leurs incidences ;
- Assurer, lorsque cela est possible, une surveillance des phénomènes naturels ;
- Sensibiliser et informer les populations sur les risques les concernant et sur les moyens de s'en protéger ;
- Prendre en compte les risques dans les décisions d'aménagement ;
- Protéger et adapter les installations actuelles et futures ;
- Tirer des leçons des évènements naturels dommageables lorsqu'ils se produisent.

Les 7 composantes de la prévention des risques



Source : CETE du Sud-Ouest, 2008.

Cette politique globale est déclinée à l'échelle départementale, au travers du **Schéma Directeur d'Aménagement pour la Prévention des Inondations (SDAPI) du Gard**, adopté en 2006, et qui s'articule autour de six axes majeurs d'interventions :

- Adapter l'occupation des sols en zone inondable,
- Améliorer l'information et l'alerte en temps de crise,
- Préparer les communes et les services publics,
- Sensibiliser et informer les populations,
- Privilégier la rétention, l'expansion des eaux et la réduction des vitesses,
- Recourir si besoin réel à des ouvrages de protection rapprochée.

Le PPRi de la basse plaine et Camargue Gardoise mené par l'Etat se situe ainsi au cœur de cette politique globale de prévention du risque.

1.4 LA DÉMARCHE PPRi

OBJECTIFS

Pour les territoires exposés aux risques les plus forts, le plan de prévention des risques naturels prévisibles est un document réalisé par l'État qui **fait connaître les zones à risques** aux populations et aux aménageurs.

Le PPR est une **procédure qui régit l'utilisation des sols** en prenant en compte les risques naturels identifiés sur cette zone et de la non-aggravation des risques. Cette réglementation va de la possibilité de construire sous certaines conditions à l'interdiction de construire dans les cas où l'intensité prévisible des risques ou la non-aggravation des risques existants le justifie. Elle permet ainsi d'orienter les choix d'aménagement dans les territoires les moins exposés pour réduire les dommages aux personnes et aux biens.

Le PPR répond à trois objectifs principaux :

- **Interdire les implantations nouvelles dans les zones les plus dangereuses** afin de préserver les vies humaines,
- **Réduire le coût des dommages liés aux inondations** en réduisant notamment la vulnérabilité des biens existants dans les zones à risques,
- **Interdire le développement de nouveaux enjeux** afin de limiter le risque dans les secteurs situés en amont et en aval. Ceci dans l'objectif de préserver les zones non urbanisées dédiées à l'écoulement des crues et au stockage des eaux.

Le PPR a également un objectif de **sensibilisation et d'information de la population** sur les risques encourus et les moyens de s'en prémunir en apportant une meilleure connaissance des phénomènes et de leurs incidences.

EFFETS DU PPR

Le PPR vaut **servitude d'utilité publique** en application de l'article L 562-4 du code de l'environnement.

Il doit à ce titre être annexé au document d'urbanisme, lorsqu'il existe. Dès lors, le règlement du P.P.R. est opposable à toute personne publique ou privée qui désire entreprendre des constructions, installations, travaux ou activités, sans préjudice des autres dispositions législatives ou réglementaires.

Au-delà, il appartient ensuite aux communes et Établissements Publics de Coopération Intercommunale compétents de prendre en compte ses dispositions pour les intégrer dans leurs politiques d'aménagement du territoire.

Le non-respect de ses dispositions peut se traduire par des sanctions au titre du code de l'urbanisme, du code pénal ou du code des assurances. Par ailleurs, les assurances ne sont pas tenues d'indemniser ou d'assurer les biens construits et les activités exercées en violation des règles du P.P.R. en vigueur lors de leur mise en place.

Le règlement du PPR s'impose :

- aux projets, assimilés par l'article L 562-1 du code de l'environnement, aux "constructions, ouvrages, aménagements ou exploitations agricoles, forestières, artisanales, commerciales ou industrielles " susceptibles d'être réalisés,
- aux collectivités publiques ou les particuliers qui doivent prendre des mesures de prévention, de protection et de sauvegarde,
- aux biens existants à la date de l'approbation du plan qui peuvent faire l'objet de mesures obligatoires relatives à leur utilisation ou aménagement.

Les biens et activités existants antérieurement à la publication de ce plan de prévention des risques naturels continuent de bénéficier du régime général de garantie prévu par la loi.

Pour les biens construits ou aménagés conformément aux dispositions du code de l'urbanisme et avant l'approbation du présent PPRI, **le règlement du PPR impose des mesures obligatoires** visant à la réduction de la vulnérabilité des bâtiments existants et de leurs occupants.

Ces dispositions ne s'imposent que dans la limite de 10% de la valeur vénale du bien considéré à la date d'approbation du plan.

Les travaux de protection réalisés peuvent alors être subventionnés par l'État (FPRNM) à hauteur de :

- 40 % de leur montant pour les biens à usage d'habitation ou à usage mixte,
- 20 % de leur montant pour les biens à usage professionnel (personnes morales ou physique employant moins de 20 salariés).

PPR et information préventive

Depuis la loi «Risque» du 30 juillet 2003 (renforcement de l'information et de la concertation autour des risques majeurs), les Maires dont les communes sont couvertes par un PPRN prescrit ou approuvé doivent délivrer au moins une fois tous les deux ans auprès de la population une information sur les risques naturels.

PPR et Plan communal de sauvegarde (PCS)

L'approbation du PPR rend **obligatoire** l'élaboration par le maire de la commune concernée d'un plan communal de sauvegarde (PCS), conformément à l'article 13 de la loi n°2004-811 du 13 août 2004 relative à la modernisation de la sécurité civile.

En application de l'article 8 du décret n°2005-1156 du 13 septembre 2005 relatif au plan communal de sauvegarde et pris en application de l'article 13 de la loi n° 2004-811, la commune doit réaliser son PCS **dans un délai de deux ans** à compter de la date d'approbation du PPR par le préfet du département.

PPR et financement

L'existence d'un plan de prévention des risques prescrit depuis moins de 5 ans ou approuvé permet d'affranchir les assurés de toute modulation de franchise d'assurance en cas de sinistre lié au risque naturel majeur concerné (arrêté ministériel du 5/09/2000 modifiés en 2003).

L'existence d'un plan de prévention des risques prescrit ou approuvé sur une commune peut ouvrir le droit à des financements de l'État au titre **du Fonds de Prévention des Risques Naturels Majeurs** (FPRNM), créé par la loi du 2 février 1995.

Ce fonds a vocation à assurer la sécurité des personnes et à réduire les dommages aux biens exposés à un risque naturel majeur. Sauf exceptions (expropriations), il bénéficie aux personnes qui ont assuré leurs biens et qui sont donc elles-mêmes engagées dans une démarche de prévention.

Le lien aux assurances est fondamental. Il repose sur le principe que des mesures de prévention permettent de réduire les dommages et donc notamment les coûts supportés par la solidarité nationale et le système Cat Nat (Catastrophes Naturelles).

Ces financements concernent :

- les études et travaux de prévention entrepris par les collectivités territoriales,
- les études et travaux de réduction de la vulnérabilité imposés par un PPR aux personnes physiques ou morales propriétaires, exploitants ou utilisateurs des biens concernés, sous réserve, lorsqu'il s'agit de biens à usage professionnel, d'employer moins de 20 salariés,
- les mesures d'acquisition de biens exposés ou sinistrés, lorsque les vies humaines sont menacées (acquisitions amiables, évacuation temporaire et relogement, expropriations dans les cas extrêmes)
- les actions d'information préventive sur les risques majeurs.

L'ensemble de ces aides doit permettre de construire un projet de développement local au niveau de la ou des communes qui intègre et prévient les risques et qui va au-delà de la seule mise en œuvre de la servitude PPR. Ces aides peuvent être selon les cas complétées par des subventions d'autres collectivités voire d'organismes telle l'ANAH dans le cadre d'opérations programmées d'amélioration de l'habitat (OPAH).

Phases d'élaboration d'un PPR

L'élaboration des PPR est **conduite sous l'autorité du préfet** de département conformément au décret n° 95-1089 du 5 octobre 1995 modifié par le décret 2005-3 du 4 janvier 2005.

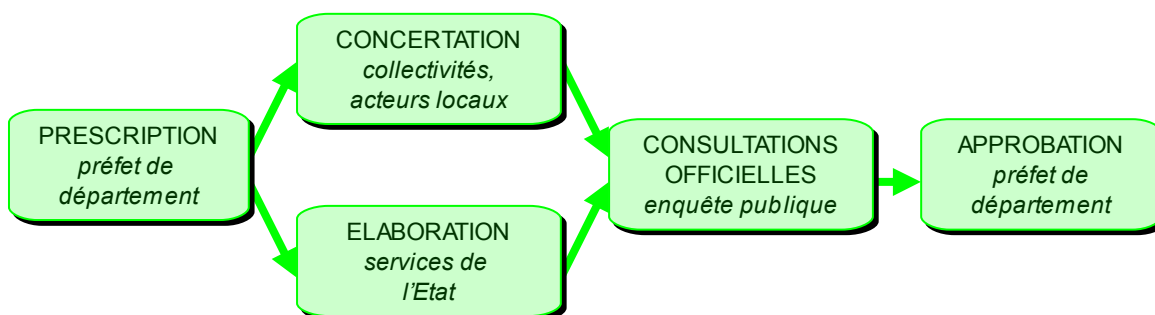
L'arrêté prescrivant l'établissement d'un PPR détermine le périmètre mis à l'étude et la nature des risques pris en compte; il désigne le service déconcentré de l'État qui sera chargé d'instruire le projet. Cet arrêté définit également les modalités de la concertation relative à l'élaboration du projet.

Après une phase d'élaboration technique et un travail de concertation étroite avec les collectivités concernées, le PPR est alors transmis pour avis aux communes et organismes associés.

Il fait ensuite l'objet d'une enquête publique à l'issue de laquelle, après prise en compte éventuelle des observations formulées, il est approuvé par arrêté préfectoral.

Un PPRI est donc élaboré dans le cadre d'une **démarche concertée** entre les acteurs et les entités de la prévention des risques.

La démarche concertée du PPRI.

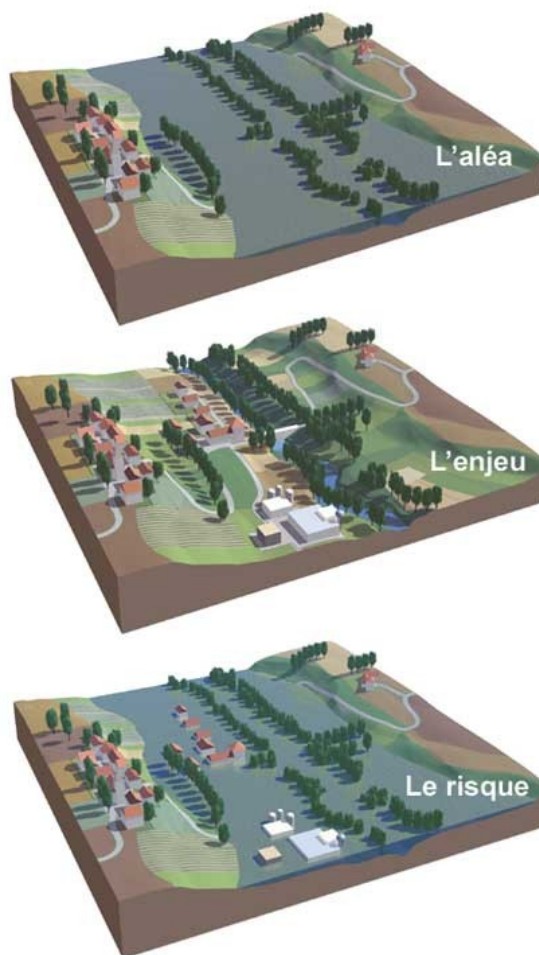


Source : DDE30.

Les études techniques préalables consistent à cartographier les phénomènes naturels, les enjeux et les aléas. L'analyse du risque, le zonage réglementaire et le règlement associés, reposent ensuite sur le croisement des aléas et des enjeux.

- L'**aléa** est la manifestation d'un phénomène naturel d'occurrence et d'intensité données. On évalue l'aléa à partir d'une crue de référence. Les critères utilisés sont principalement la hauteur d'eau et la vitesse d'écoulement.
- Les **enjeux** sont l'ensemble des personnes, biens économiques et patrimoniaux, activités technologiques ou organisationnelles, etc. susceptibles d'être affectés par un phénomène naturel et de subir des préjudices. Les enjeux se caractérisent par leur importance (nombre, nature, etc.) et leur vulnérabilité.
- La **vulnérabilité** exprime et mesure le niveau des conséquences prévisibles de l'aléa sur les enjeux. Elle caractérise la plus ou moins grande résistance d'un enjeu à un événement donné.
- Le **risque** est le croisement d'un aléa avec des enjeux et permet de réaliser le **zonage** réglementaire. Le risque majeur se caractérise par sa faible fréquence, sa gravité et l'incapacité de la société exposée à surpasser l'événement. Des actions sont dans la plupart des cas possibles pour le réduire, soit en atténuant l'intensité de l'aléa, soit en réduisant la vulnérabilité des enjeux.

Les notions d'aléa, enjeux et risque.



Source : DDTM30.

1.5 LA RAISON DE LA PRESCRIPTION DES PPR

En 1995, au regard de l'ampleur des inondations survenues dans le passé et du lourd bilan qui en avait déjà résulté, le dossier départemental des risques majeurs (D.D.R.M. – diffusé notamment à tous les maires et aux responsables de services publics) faisait du risque inondation une priorité d'action en matière d'information préventive. 137 communes étaient à l'époque recensées comme étant concernées par ce risque majeur. Tout en confirmant le bien-fondé de ce choix, la crue des 8 et 9 septembre 2002 est malheureusement venue aggraver la perception que l'on avait de ce risque sur le département, en engendrant des inondations historiques. 299 communes ont alors été l'objet d'un arrêté de catastrophe naturelle, liée aux inondations et/ou aux coulées de boue.

Pris en application de la loi n° 87-565 du 22 juillet 1987 modifiée et complétée par la loi n°95-101 du 2 février 1995, appliquée en vertu du décret n° 95-1089 du 5 octobre 1995, trois arrêtés préfectoraux ont prescrits les plans de prévention des risques d'inondation (P.P.R.I) sur la basse Plaine et camargue gardoise

- arrêté 2008-338-3 du 03/12/08 pour la commune d'Aimargues,
- arrêté 2008-338-1 du 03/12/08 pour la commune de Gallargues le Montueux,
- arrêté 2008-338-2 du 03/12/08 pour la commune de Saint Laurent d'Aigouze.

1.6 L'APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE (ÉTUDES TECHNIQUES PRÉALABLES)

La méthodologie aboutissant à la cartographie des zones de risque est basée sur :

- La cartographie des aléas issue des études hydrauliques. Ces cartes d'aléa reposent sur :
 - la prise en compte des débits et plus hautes eaux attendus pour une crue centennale, ou observés lors des crues historiques de 2002 et 1988, si ces dernières sont supérieures à celles d'une crue centennale modélisée (et compatibles avec la configuration actuelle des sites)
 - l'hydrogéomorphologie des cours d'eau, qui permet de prendre en compte une crue exceptionnelle ou un facteur aggravant (embâcles, rupture de digue, ...)
- La cartographie des enjeux et son croisement avec l'aléa, réalisée par la DDTM30 et Safege.

2 Contexte géographique et hydrologique

2.1 LE PÉRIMÈTRE CONCERNÉ

Préambule et textes fondateurs du PPR Basse Plaine du Vidourle

Le bassin versant du Vidourle a été frappé par la crue de septembre 2002. Cette crue a particulièrement marqué les esprits des riverains, ainsi que ceux de l'opinion publique par son ampleur et sa puissance dévastatrice.

Sur le bassin aval du Vidourle, cette crue, conséquence d'une pluviométrie d'une intensité rare à exceptionnelle est la plus importante parmi toutes les autres crues historiques connues, y compris celle d'octobre 1958, malgré la création des barrages écrêteurs de crues de Ceyrac, Conqueyrac et la Rouvière.

Les conséquentes inondations du fleuve Rhône de décembre 2003 ont renforcé la nécessité d'intégrer cet aléa sur la commune de Saint Laurent d'Aigouze.

Suite à ces inondations, les services de la DDTM du Gard ont conduit (par arrêté préfectoral du 3 décembre 2008) une élaboration du PPRI Basse Plaine du Vidourle sur les communes de **Gallargues le Montueux, Aimargues et Saint Laurent d'Aigouze**.

Présentation générale

La zone géographique concernée est constituée par la basse plaine du Vidourle dont le périmètre d'étude s'étend sur trois communes situées dans le département du Gard. Il concerne le Vidourle, le Rhône et le fleuve Rhône de l'aval de l'autoroute A9 au Canal du Rhône à Sète et étang du Lairan.

La commune de Gallargues le Montueux est également concerné par le Razil affluent du Vistre.

La délimitation du secteur d'étude comprenant les périmètres communaux et le réseau hydrographique est figurée sur la figure page suivante (limites communales en jaune).

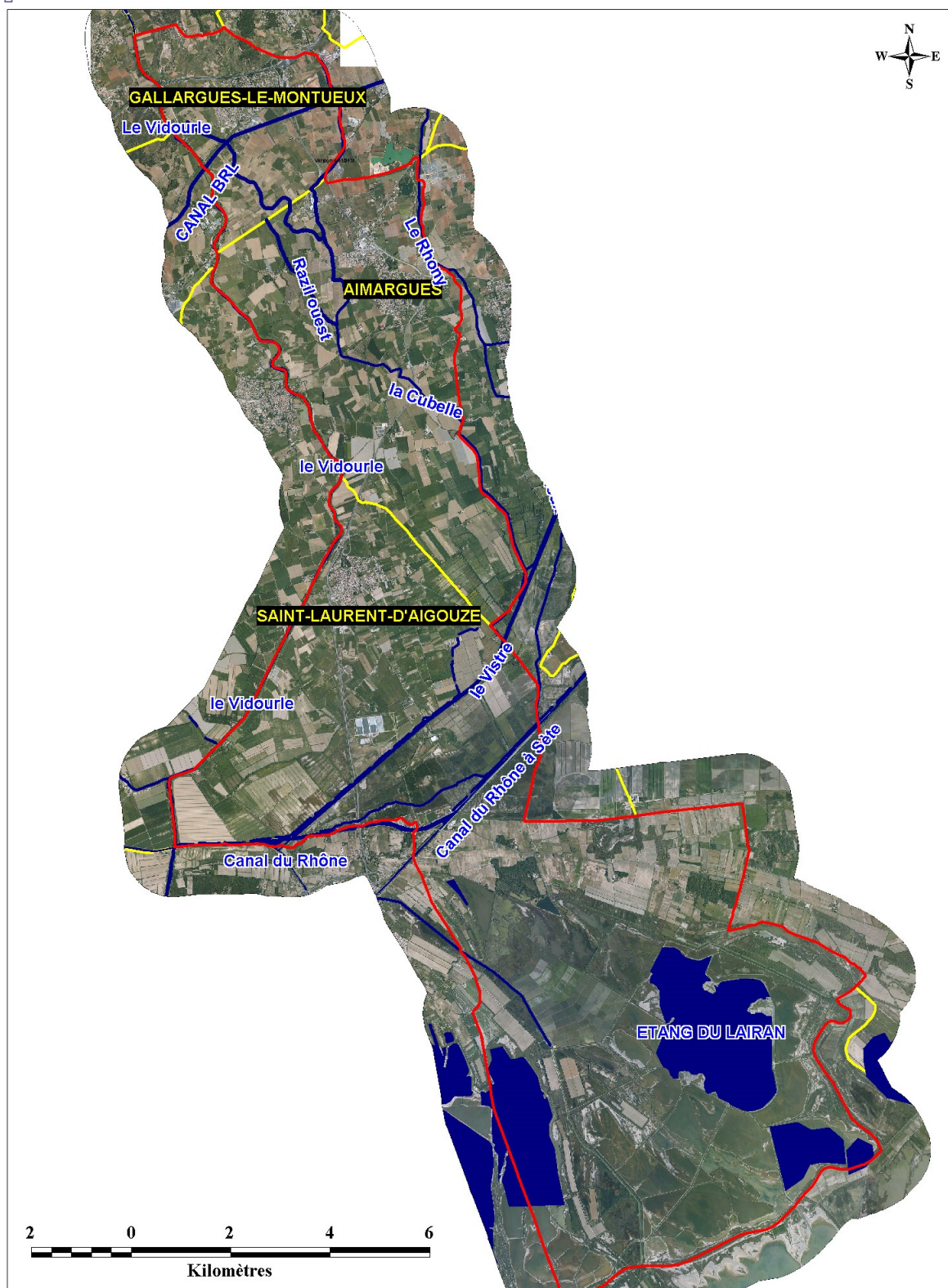
Le périmètre du PPRI de Saint Laurent d'Aigouze est constitué par l'ensemble du territoire communal, il est concerné par la basse plaine du Vidourle et la partie aval du fleuve Rhône.

Le périmètre du PPRI de Gallargues le Montueux est constitué par l'ensemble du territoire communal, il est concerné par la basse plaine du Vidourle et le Razil.

Le périmètre du PPRI d'Aimargues est constitué par l'ensemble du territoire communal, il est concerné par la basse plaine du Vidourle et le Rhône.



Localisation de la zone d'étude



2.2 CONTEXTE HYDROGRAPHIQUE ET CLIMATIQUE

2.2.1 Les bassins versant du Vidourle et du Rhône

Le Vidourle prend sa source sur le flanc de la montagne de La Fage, au pied du Liron (massif granitique des Cévennes) située à 10 km au Nord-Ouest de Saint Hippolyte du Fort.

Fleuve côtier à régime méditerranéen, il parcourt environ 94 km entre sa source et l'embouchure et draine un bassin versant de 798 km².

Le Vidourle se caractérise par des crues violentes dont les causes sont liées au climat méditerranéen, en grande partie responsable de pluies exceptionnelles, et aux caractéristiques particulières du bassin :

- Des pentes importantes dans la section amont où le Vidourle et ses affluents sont des torrents qui descendent soit des Cévennes (Valestalière, Argentesse, Crespenou, Crieulon) soit du Causse de Pompignan (Rieumassel, Brestalou),
- Des terrains imperméables (massif cristallin et terrains marneux) ou karstiques qui, dès lors qu'ils sont remplis, se comportent comme des surfaces imperméables,
- Une couverture végétale pauvre qui ne freine guère les écoulements,
- Un bassin versant conséquent, de près de 800 km² de superficie totale qui atteint 630 km² au niveau de Sommières.

Quatre entités distinctes s'individualisent au sein du bassin-versant du Vidourle :



Dans sa partie finale, le Vidourle est endigué dans son intégralité. Il traverse une plaine composée de dépressions latérales drainant les vastes terres agricoles, parfois située en dessous du niveau marin (jusqu'à -2 m NGF), ce qui nécessite un système de drainage complexe. Cette typologie entraîne dans la plupart des cas des inondations par surverse et/ou bien rupture de digues, comme cela s'est encore produit en octobre 1994, décembre 1996, octobre 2001 et très violemment en septembre, décembre 2002 et décembre 2003.

Le Vidourle présente deux débouchés en Mer : par le chenal portuaire du Grau-du-Roi et par la Passe des Abîmes, via l'étang du Ponant.

En ce qui concerne le champ d'inondation (ou lit majeur), la cartographie des zones inondées lors des récentes crues nous donne une idée assez précise de l'ampleur de la zone d'expansion de crues et de la dynamique fluviale du Vidourle, en particulier entre Sommières et son embouchure.

Au niveau de la basse plaine, le déversement des eaux de crues s'effectue en priorité du côté gardois, au niveau des déversoirs de **Gallargues le Montueux**, à l'endroit même où la plaine d'inondation s'élargit. Lors des plus fortes crues, la rive droite est à son tour inondée, entraînant des ruptures de digues.

Ce vaste champ d'inondation contribue avec l'étalement de la crue à une baisse de la hauteur d'eau et une diminution de la vitesse des flots.

La basse plaine du Vidourle correspond à un ancien golfe qui a été progressivement comblé par le jeu des apports sédimentaires terrigènes. La stabilisation du trait de côte a été matérialisée par une série de cordons dunaires en arrière desquels se sont créés des milieux lagunaires et palustres. Parallèlement, l'activité morphogénique des cours d'eau (Vidourle, Vistre et Rhône) s'est traduite par la progradation d'apports sédimentaires terrigènes (graves, limons) aboutissant à la construction de cônes torrentiels qui ont partiellement remblayé ces milieux. Ainsi la basse plaine du Vidourle est caractérisée par 3 éléments morphologiques majeurs qui se succèdent selon un axe nord-sud :

- un grand delta-cône constitué d'alluvions fluviales récentes qui se développe entre Gallargues et le Mas des Demoiselles et entre l'étang de Mauguio et la Tour d'Anglas ; les alluvions déposées par le Vidourle ne constituent pas un delta distinct de celui du Rhône, mais en sont en quelque sorte la continuation occidentale,
- plus au sud, on passe insensiblement aux milieux de colmatage palustre (argiles, sables fins, et tourbes) avec des secteurs en eaux,
- le cordon littoral dunaire ancien.

Le Rhône est un petit cours d'eau qui parcourt environ 25 km entre Caveirac et Le Cailar où il rejoint le Vistre. La superficie de son bassin versant est de 89 km².

Les bassins du Vidourle et du Rhône sont situés dans le domaine climatique méditerranéen, caractérisé par des étés chauds et secs et des hivers plus frais et humides.

Juin, juillet et août sont les mois les moins arrosés, mais peuvent cependant connaître des événements exceptionnels tels que des orages violents accompagnés de pluies brutales.

L'automne est la période où les intensités de pluies sont les plus fortes : les hauteurs avoisinant 300 mm en quelques heures ne sont pas rares. Cette saison apporte environ les deux tiers du total annuel des pluies.

L'hiver présente une relative accalmie entre les deux saisons pluvieuses.

Le printemps constitue un maximum secondaire, certes bien moins important que l'automne, mais suffisamment conséquent pour engendrer des risques d'inondation.

Les moyennes pluviométriques varient donc fortement selon un gradient décroissant de l'amont en aval, lié à la proximité des Cévennes.

Les bassins versants du Vidourle et du Rhône sont soumis aux célèbres «pluies cévenoles».

Ce phénomène est lié à la configuration géographique du massif Central qui joue un rôle de barrière orographique. Ainsi les basses couches atmosphériques et les nuages chargés d'humidité poussés par les vents marins du sud-est ont une ascendance forcée, qui provoque un refroidissement de l'air et par conséquent des précipitations importantes.

Orienté sud-ouest/ nord-est, il forme aussi une limite entre les masses d'air chaud et humide d'origine méditerranéenne et les masses d'air atlantiques plus froides.

Ces deux phénomènes conjugués sont à l'origine de précipitations intenses à caractère orageux caractérisées par leur puissance et leur rapidité d'évolution. Ces averses diluviennes peuvent affecter non seulement les reliefs, mais également le bassin moyen, et se caractérisent par des intensités pluviométriques très élevées pouvant dépasser 80 mm/h.

Lorsque l'épicentre des précipitations se déplace de l'amont vers l'aval, ce phénomène peut provoquer une concomitance des pointes de crue des principaux affluents du bassin et aggraver l'événement.

La crue de septembre 2002, dernière crue de grande ampleur enregistrée sur les cours moyen et inférieur du Vidourle, a été provoquée par des précipitations extrêmes, la hauteur de la lame d'eau précipitée dépassant 600 mm en 24 h à l'épicentre du phénomène hydro-météorologique (Aubert, 2002).

2.2.2 Le bassin versant du Rhône

Le Rhône prend sa source en Suisse, à 1753 m d'altitude, au Glacier de la Furka, dans le massif alpin du SaintGothard. Ce glacier valaisan, qui culmine à plus de 3600 m, s'étend sur près de neuf kilomètres de long, a une superficie de 17 km² et un volume de 2,6 milliards de m³.

Le Rhône peut être divisé en cinq entités hydrographiques aux reliefs et aux climats distincts:

- **Le Rhône alpestre, de sa source au Léman**, est un torrent qui parcourt 165 km dans une vallée encaissée entre les Alpes Bernoises au Nord et les Alpes Pennines du Valais. Son bassin versant, de 5220 km² à l'entrée du Léman, est remarquable par son relief élevé et accidenté. Plus de la moitié de la surface drainée se situe au-dessus de 2100 m d'altitude. La pente moyenne est forte (0,9% ou 9 m/km!). À la sortie du Léman, L'altitude du Rhône est de 370 m et la surface drainée de 8000 km².

- **Le Haut Rhône français, du Léman à la Saône**, dans un parcours sinueux de 210 km, traverse les massifs du Jura et des Préalpes avant de rejoindre la plaine de l'Ain. Son bassin est de 12 300 km² et sa pente 0,1 % (1 m/km). Sur ce tronçon, le fleuve rencontre une succession de gorges étroites (défilés de Bellegarde et de Yenne), et de plaines aux champs d'inondation étendus (marais de Chautagne et Lavours, plaine de Yenne). Le Lac du Bourget, plus grand lac naturel français, draine un bassin de 560 km² et se déverse dans le Rhône par le canal de Savières. Le cours de cet émissaire s'inverse Lors des crues du fleuve de sorte que le lac participe ainsi à Leur atténuation.

- **Le Rhône Moyen, de la Saône à l'Isère.** parcourt 110 km et draine un bassin de 46150 km², À Lyon, le fleuve se heurte à la barrière rocheuse du Massif Central qui l'oblige à modifier la direction de son cours suivant un axe Nord -Sud qu'il ne va plus quitter jusqu'à la mer. Il longe alors le Massif Central et les Préalpes. Dans ce tronçon, la pente moyenne s'abaisse à 0,05% (0,5 m/Km).

- **Le Rhône Inférieur, de l'Isère à l'amont du delta**, draine un bassin de 29 150 km² soumis au climat méditerranéen, Son cours, long de 160 km, est une suite de défilés et de plaines alluviales qui respecte l'axe d'écoulement rectiligne Nord Sud imposé par les massifs qui l'encadrent. La pente moyenne est de 0,06% (0,6 m/km).

- **Le delta à hauteur d'Arles ou Rhône aval** où le fleuve se sépare en deux bras qui enserrant la plaine de la Camargue, Le petit Rhône, de direction SudOuest, rejoint la Méditerranée 40 km plus loin dans le golfe de Beauduc. Le Grand Rhône s'oriente au Sud-Est pour déboucher dans la mer près de Fos. Ces deux bras présentent des pentes très faibles de l'ordre de 0,004% (4 cm/km). En Méditerranée, le delta du Rhône est par sa superficie (500 km²) en deuxième position derrière le delta du Nil.

Par son débit moyen. le Rhône est le fleuve français Le plus puissant. Il est encore plus remarquable par son débit rapporté à la surface du bassin versant inégalé en Europe, 11500 m³/s à Beaucaire en 2003

À son embouchure, le Rhône présente un régime saisonnier régulier marqué par de hautes eaux automnales et de basses eaux estivales et hivernales

La variété des climats et régions drainées confère au Rhône un régime complexe qui regroupe trois composantes : glaciaire, nivale et pluviale, Par cette triple alimentation, les apports du Rhône sont diversifiés et abondants toute l'année, ce qui lui donne un régime saisonnier assez régulier qui présente des nuances tout au long de son cours :

Le Rhône alpestre, le Haut Rhône français ainsi que l'Isère ont un régime nivo- glaciaire aux hautes eaux d'été. La Saône et l'Ain ont un régime océanique avec de hautes eaux hivernales dues aux pluies et de basses eaux estivales. L'influence nivale de l'Ain gonfle les débits printaniers du fleuve.

Les affluents méditerranéens du Rhône aval connaissent de sévères étiages estivaux et des crues rapides en automne.

Le Rhône aval présente un régime hydrologique inverse de celui de son cours supérieur avec de hautes eaux de printemps et d'automne et de basses eaux en été et en hiver,

2.3 LE PHÉNOMÈNE NATUREL ET LES CRUES HISTORIQUES

2.3.1 La Vidourlade

Les pluies cévenoles engendrent des crues subites et violentes, les « **Vidourlades** » particulièrement redoutées pour leur violence, et non moins connues que les « Gardonnades ». Les caractéristiques particulières de la pluviométrie se retrouvent au plan hydrologique, les étiages estivaux sévères alternant avec des crues importantes

Le caractère brutal des crues qui affectent tant le bassin du Vidourle que celui des Gardons s'explique par la conjonction de plusieurs facteurs défavorables que sont :

- une pluviométrie très irrégulière et très élevée, sous la double dépendance des climats méditerranéen et montagnard,
- un ruissellement très important sur des versants à pente forte pour des terrains peu perméables, des pentes longitudinales fortes dans les secteurs amont, etc.

Les « **Vidourlades** » les plus violentes se produisent principalement en automne ou au printemps.

Les **Vidourlades** sont donc caractérisées :

- par des hauteurs d'eau importantes et des débits de pointe particulièrement élevés pouvant atteindre, pour des crues exceptionnelles, plusieurs milliers de m³/s.
- par leur soudaineté et leur vitesse de propagation.

2.3.2 Les crues du Rhône

Le Rhône est soumis à deux grandes influences climatiques: le climat océanique qui concerne la partie septentrionale, et Le climat méditerranéen qui affecte le Rhône en aval de Lyon. La variabilité temporelle et spatiale de ces deux climats induit quatre types de crues:

- Les crues océaniques. Elles se produisent en saison froide, avec une fréquence maximale d'apparition d'octobre à mars et elles font suite aux pluies océaniques apportées par les vents d'Ouest. L'étendue de leur domaine est remarquable, Il englobe le Rhône Alpestre, Le Haut Rhône et la Saône. Les pluies à l'origine des crues océaniques sont exceptionnelles par leur régularité et leur persistance dans le temps. Les crues du Haut Rhône et de l'Ain précèdent le flot de La Saône de cinq jours à Lyon. En aval, les crues océaniques ne sont pas renforcées, mais sont prolongées dans le temps par l'arrivée de la Saône. Elles n'affectent pas le Bas Rhône et parviennent atténuées à la Méditerranée.

- Les crues liées à la fonte de neiges alpines, qui grossit les cours d'eau au printemps

- Les crues cévenoles. Les pluies cévenoles sont amenées par des vents automnaux de Sud à Sud-Est avec un risque maximal de la mi-septembre à fin octobre. Elles se concentrent sur le rebord oriental du Massif Central et sont dues à la remontée de masses d'air chaud méditerranéen qui entrent en collision avec des fronts d'air froid océanique sur les hauts reliefs. Les crues cévenoles sont exceptionnelles par leur puissance et par la rapidité de montée des eaux. Elles sont dévastatrices en raison de l'intensité et de la violence des pluies reçues, mais encore plus du fait des caractéristiques des surfaces réceptrices. Les bassins cévenols présentent de fortes pentes de talweg et des terrains imperméables propices aux ruissellement torrentiel. La variabilité spatiale des averses cévenoles, la rapidité de la décrue et la faible durée de l'étalement rendent peu probable la concomitance des crues des affluents et de celles du fleuve.

- Les crues méditerranéennes extensives. Les pluies méditerranéennes extensives ont des caractéristiques proches des pluies cévenoles. Elles sont plus tardives dans la saison et se produisent généralement de fin octobre à mi-novembre. Elles se différencient des cévenoles par l'extension du domaine d'action qui peut englober la totalité des bassins en aval de Valence et remonter dans Le couloir rhodanien jusqu'à Lyon voire au-delà, affectant l'extrémité aval des bassins de La Saône et de l'Ain.

- Les crues générales, Certains phénomènes météorologiques peuvent entraîner des crues générales qui affectent la totalité du bassin rhodanien. Ces crues extrêmes correspondent à la succession dans un intervalle plus ou moins rapproché de plusieurs pluies dont l'une au moins est méditerranéenne extensive. Leurs mécanismes varient pour chaque cas et comportent des combinaisons hydrométéorologiques sans cesse renouvelées. L'examen des crues passées ne permet pas d'identifier une période plus propice à l'observation de ce type de crues.

2.3.3 Les aménagements hydrauliques du Vidourle

Les déversoirs

Pour remédier aux ruptures fréquentes des digues par surverse, 9 déversoirs ont été aménagés en amont de la plaine, en rive gauche, sur la commune de Gallargues, entre l'actuelle autoroute A9 et la voie ferrée. L'objectif est de limiter les débits à l'aval et la sollicitation des digues dont la rupture génère de graves conséquences sur les lieux habités. Les déversements s'effectuent dès que le débit atteint 900 à 1000 m³/s, soit environ le débit de crue décennale. Ces ouvrages ont encore une fonction d'épanchement des crues au-delà de la crue décennale.

La construction des déversoirs sur la commune de Gallargues remonte à 1765. Il faut y ajouter un déversoir supplémentaire construit à l'étiage 2001 et en réfection à l'étiage 2002, situé en rive droite à l'amont de Lunel.

Ainsi, le Vidourle est endigué par des levées de terre plus ou moins bien compactées de 2 à 3 mètres de haut entre l'autoroute A9 et l'étang du Ponant avec une crête étroite et non carrossable, représentant 42 km d'ouvrages. Les débordements du tronçon endigué se font très majoritairement en rive gauche en raison de la dissymétrie des digues, la digue de la rive gauche étant arasée environ 0.50 m plus bas que la digue de la rive droite.

Les communes ont la maîtrise foncière de l'essentiel du linéaire des digues jusqu'à Tournefort en rive droite et Terre de Port en rive gauche. Depuis 1993, sur l'initiative du Syndicat du Vidourle et par mandat des communes, des travaux ont été réalisés dans le but de conforter ces digues et se poursuivent par tranches successives.

Les barrages écrêteurs

A la suite de violentes crues ayant entraîné de graves inondations dans le bassin du Vidourle (en particulier celle d'octobre 1958), le Conseil Général du Gard décide la construction de trois barrages écrêteurs de crue dans le Haut Bassin du Vidourle à savoir :

- le barrage de Ceyrac (1968) ;
- le barrage de La Rouvière (1971) ;
- le barrage de Conqueyrac (1982).

Ainsi, sur une superficie totale de 798 km², la superficie interceptée par les barrages correspond à 221 km² du bassin versant du Vidourle. A la cote des plus hautes eaux, le volume stocké est de 31.9 millions de m³.

Leur efficacité diffère selon la répartition des épisodes pluvieux.

Pour la crue de septembre 2002, l'écrêtement a été de :

- 590 m³/s (Soit 19 % pour Qpointe écrêté = 2549 m³/s) et – 54 cm 50 m en aval du Pont Romain de Sommières ;
- 432m³/s (soit 15 % pour Qpointe écrêté = 2371 m³/s) et – 44 cm au pont de l'A9

2.3.4 Inventaire des crues historiques

2.3.4.1 Le Vidourle

Au XX^{ème} siècle, les crues se sont concentrées dans la première moitié du siècle jusqu'en 1958, année à partir de laquelle le phénomène s'est atténué avant de reprendre de façon violente dans les années 90.

De graves ruptures se sont produites en septembre 1932. Les archives font état d'une rupture de digue en rive droite dans la zone urbaine immédiatement à l'aval du pont de Marsillargues. C'est probablement suite à cette rupture qu'a été bâtie la protection de berge en béton à l'aval du pont de Marsillargues.

A nouveau en 1933, les digues rompent : des cartes postales existent montrant d'importantes brèches dans le secteur du Mas de Bornier.

En 1958, un débordement du Vidourle vers Lunel est attesté par des enquêtes menées par la DDE de l'Hérault.

L'étude « basse vallée » réalisée par BRL en 1996 sur commande des DDE et DDA du Gard montre que des ruptures se sont produites aussi en 1963 et en 1976.

La période récente est particulièrement fournie en crues. On avait vu en 30 ans, de 1964 à 1993 une seule crue qui ait rompu les digues, celle d'octobre 1976. Ceci contribue à expliquer l'oubli dans lequel elles étaient tombées. Or en 10 ans de 1994 à 2003, on en a vu 6 qui ont produit des ruptures : 20 octobre 94, 21 décembre 96, 7 octobre 01, 9 septembre 2002, 12 décembre 2002 et 3 décembre 2003. Toutes ces crues avoisinent ou dépassent 5 m à l'échelle de Sommières. Il faut souligner cependant, pour relativiser la rareté de ce phénomène, que la période 1907-1920 a vu le Vidourle dépasser 5 m à Sommières 7 fois !

Ce qu'il est important de retenir, c'est qu'il y a toujours eu des crues dévastatrices sur le Vidourle, avec des « apparitions » plus ou moins espacées mais le fait est bien là, il y aura d'autres crues tout aussi foudroyantes.

Les dernières grandes « **Vidourlades** », sont survenues en **Septembre 1907**, **Septembre 1933**, **Octobre 1958** et **Septembre 2002**.

Lors de l'événement de 2002, le phénomène orageux était centré sur l'ensemble du bassin moyen du Vidourle. Le volume global concerné a été estimé à environ 300 millions de m³. A Sommières, alors que les grandes crues de 1907, 1933 et 1958 n'avaient guère dépassé la cote des 7 m, en 2002, la cote 7,44 m a été atteinte. On peut citer pour mémoire quelques débits caractéristiques de ces grandes crues :

- **4/10/1958** : 1300 m³/s à Sauve, 1800 m³/s à Sommières, 2200 m³/s au Moulin de Boisseron (BRL, 1994),
- **09/09/2002** : 2500 m³/s environ à Sommières (BRL, 2003) au pont romain, 888 m³/s dans le lit mineur à Marsillargues et environ 2400 m³/s au droit de l'Autoroute A9 (BRL, 2003).

Ces valeurs sont d'autant plus impressionnantes lorsqu'on considère les débits maximums non débordants (crue contenue dans le lit mineur) : 620 m³/s à Sauve, 650 m³/s à Quissac et 560 m³/s à Sommières.

Lors de ses crues, le Vidourle charrie une charge solide très importante. Il abandonne la partie la plus grossière (galets) avant Villetelle du fait de la diminution de pente en plaine côtière, tandis que les sables sont maintenus en suspension. La crue du 9 septembre 2002 a vu transiter jusqu'à l'exutoire un volume estimé à 90 millions de m³.

Le tableau ci après indique les principales crues historiques du Vidourle.

En résumé, les principales crues historiques recensées pour le Vidourle sont :

- Le 30 septembre 1958 ;
- Le 4 octobre 1958 ;
- Les 2-3 février 1972 ;
- Les 25-26 octobre 1976 ;
- Le 21 septembre 1992 ;
- Les 8 et 9 septembre 2002

*Crues à Sommières supérieures à 4m à l'échelle du SAC 30 (source SAC 30 - BRLi 2003)*Surface BV: 660 km² - Code station : Y3454096450 - Localisation de l'échelle (L3): X=741100. Y=3166220

Cote d'alerte : 3.00 m à l'échelle. Cote zéro de l'échelle : 20.97 mNGF

Date	Heure	Hauteur maxi observée (m)	Cote mNGF observée	Débit estimé d'après courbes de tarage (m³/s)	Hauteur initiale calculée sur modèles (m)	Débit initial (m³/s)	Observation
dim 21/09/1890		5.40	26.37	986		986	
mer 21/10/1891		7.00	27.97	2074		2074	
sam 29/09/1900		4.60	25.57	698		698	
jeu 24/04/1902		4.10	25.07	552		552	
mer 14/09/1904		4.70	25.67	731		731	
ven 27/09/1907		7.00	27.97	2074		2074	
mer 16/10/1907		6.60	27.57	1730		1730	
mar 15/12/1908		4.05	25.02	538		538	
Mer 22/09/1909		4.80	25.77	764		764	
mar 06/12/1910		4.05	25.02	538		538	
ven 03/10/1913		4.35	25.32	622		622	
mar. 03/11/1914		5.40	26.37	986		986	
ven 25/06/1915		5.65	26.82	1177		1177	
ven 01/10/1920		5.40	26.37	966		966	
sam 09/10/1920		4.00	24.97	525		525	
dim 17/10/1920		5.00	25.97	834		834	
lun. 12/11/1 923		4.70	25.67	731		731	
mar. 20/09/1 932		4.80	25.77	764		764	
dim 11/12/1932		4.00	24.97	525		525	
mer 27/09/1933		6.95	27.92	2029		2029	[1]
dim 08/0*1934		4.00	24.97	525		525	
mer 03/10/1934		5.20	26.17	908		908	
lun 01/11/1937		5.00	25.97	834		834	
lun 27/1 0/1943		4.30	25.27	607		607	
dim 28/10/1951		4.95	25.92	816		616	
mer 14/10/1953		4.15	25.12	565		565	
ven 02/1 2/1 955		4.30	25.27	607		607	
sam 04/10/1958		6.80 (6.71 calage modèle)	27.77	1794 (calage modèle)		1794	
nier 11/09/1953	17.35	4.05	25.02	538		538	
jeu 31/10/1963	15.00	4.06	25.03	541		541	
mer 06/11/1963	03:00	5.30	26.27	947		947	
lun 24/02/1969	03:00	4.62	25.59	705		705	[2]
lun 25/10/1976	21:00	4.70 (481 calage modèle)	25.67	750 (calage modèle)	5.03	830	[3]
ven 31/12/1976	1930	4.00	24.97	525		525	[2]
mar 17/01/1973	04:30	4.00	24.97	525		525	[2]
ven 15/01/1968	00 00	4.30	25.27	607		607	[2]
mar 22/09/1992	00:00	4.55 (4.81 calage modèle)	25.52	794 (calage modèle)	5.86	1150	[3]
ieu 20/10/1994	23'00	4.92	25.69	806	5.33	959	[3]
05/10/1995					5.67	1099	[3]
ieu 19/12/1996	21:00	5.00	25.97	834	5.09	866	[3]
16/12/1997					5.13	903	[3]
dim 07/10/2001	11:00	5.00	25.97	834		834	[2]
lun 09/09/2002	16:30	7.08 (7.4 m à 40m plus en aval)	28.05	2549 (calage modèle avec H=7.49m)	8.00	3140	[3]
jeu 12/12/2002	19:00	5.30	26.27	947		947	[2]

[1] La hauteur d'eau de 7.7m (28.67 m NGF) qu'on voit dans la bibliographie a été probablement observée en amont du pont Romain

En considérant une perte de charge de 0.75m au niveau du pont, la PHE de la crue de 1933 aurait été de 6.95 mNGF.

[2] Crue écrêtée par le(s) barrage(s) (dates des barrages : Ceyrac 196, la Rouvière 1971 et Conquerac 1982) (débit naturel non influencé par les barrages) n'a pas été estimé.

[3] Crue écrêtée par les barrages mais le débit initial (sans barrage) a pu être estimé dans diverses études BRLi

La crue de septembre 2002

La configuration de la basse plaine du Vidourle en toit, associée à un contrôle aval marin, aux phénomènes brutaux et « aléatoires » de brèches sur système endigué et aux grands aménagements qui y sont implantés, déterminent un fonctionnement hydraulique très complexe, dont la dynamique peut varier d'une crue à l'autre.

De façon générale, la **dynamique des crues** de forte amplitude peut être décrite de la façon suivante :

Entre l'A9 et la ligne SNCF, les déversements se font essentiellement en rive gauche, par l'intermédiaire des déversoirs de Pitot (qui ont pour objectif de soulager les digues en aval). Naturellement, c'est le lieu privilégié à partir duquel le Vidourle balaye sa plaine. Il s'agit en quelque sorte d'une zone de transition entre la vallée en amont, d'une largeur moyenne et qui connaît des hauteurs d'eau très importantes (plusieurs mètres) et la plaine aval où les eaux s'évalent. C'est donc un secteur où les dynamiques sont très fortes et les dissipations d'énergie importantes. A partir de ce point prennent naissance les principaux bras de décharge du Vidourle en rive gauche dont notamment la dépression de la Cubelle.

La crue de 2002 a bien confirmé ce fonctionnement, puisqu'il y a eu des déversements généralisés sur cette rive. La ligne SNCF mais surtout le canal BRL, qui traversent perpendiculairement la plaine alluviale, provoquent une surcote en amont et l'inondation du lotissement de Gallargues en rive gauche.

Le fonctionnement hydraulique de ce secteur est donc rendu complexe du fait de la présence d'ouvrages en remblais dans le lit majeur et des déversoirs aménagés en rive gauche. Ce secteur constitue un point clef du système global que constitue la basse plaine, point qui conditionne la répartition des débits dans le lit mineur et les lits majeurs droit et gauche.

Entre la ligne SNCF et la RN 113, les débordements se produisent ici aussi essentiellement en rive gauche en direction de la dépression de la Cubelle.

La configuration en toit se fait déjà sentir dans ce secteur : le Vidourle s'écoule en moyenne 3 m plus haut que sa plaine. Les écoulements débordés deviennent à partir de là indépendants des écoulements du lit mineur, c'est-à-dire qu'ils ne peuvent pas y revenir. La tendance naturelle du cours d'eau à divaguer sur son cône se fait nettement sentir dans ce secteur et se traduit lors des grandes crues par la formation de plusieurs brèches. L'orientation générale du cours d'eau NNW-SSE qui détermine une propension nette à inonder prioritairement la rive gauche est accentuée par la différence de hauteur qui existe entre les digues des deux rives (digue gauche plus basse que la digue droite).

En rive droite, la plaine commence à s'élargir, et on voit apparaître des axes de crue dans le lit majeur. Le déversoir Mon Auberge situé en amont du pont de Lunel, mais aussi les ruptures de brèches (4 en Septembre 2002) constituent des points sensibles pour l'inondabilité de Lunel. Les volumes déversés dans ce secteur s'écoulent vers Lunel en empruntant le chemin de la Vidourlenque le long de la RN 113 qui est légèrement en remblai. Une part des volumes écoulés franchit la RN113 au niveau du Mas de l'Orange pour se diriger vers Marsillargues. En aval de la déviation de Lunel, les eaux traversent la zone d'activité de la Liquine, empruntent le chemin de la Laune puis successivement le boulevard du Général De Gaulle et le boulevard Louis Blanc. Les eaux contournent par le sud le centre ville de Lunel et regagnent en partie le canal de Lunel via le ruisseau du Gazon après avoir franchit des zones pavillonnaires par l'avenue d'Aigues-Mortes et la route du Mas Desports.

En aval de la RN 113 : En rive gauche, les eaux débordées s'écoulent selon une direction Sud/Sud-Est vers le territoire communal d'Aimargues (fortement exposé), en formant de nombreux bras de décharge bien identifiés. En aval d'Aimargues, l'ancienne voie ferrée Lunel-Marsillargues et la RD 979 sont en remblai, constituant ainsi des obstacles aux eaux qui peuvent s'accumuler en arrière. En aval de cette ancienne ligne SNCF, les phénomènes hydrodynamiques sont moins intenses et les axes d'écoulements moins marqués et moins nombreux. C'est aussi à partir de là que la zone inondable du Vidourle se confond avec celle du Rhône et du Vistre. Plus en aval on passe progressivement à des secteurs où l'eau s'accumule et stagne pendant plusieurs heures voire plusieurs jours ou semaines. Le sol naturel se situe quasiment au niveau de la mer (1 m). Les volumes qui transitent rapidement le long de la dépression de la Cubelle sur la partie nord de la basse plaine, pour s'écouler jusqu'au Vistre Canal, sont alors en partie bloqués par les digues Nord de ce dernier. De plus, les eaux transitant par le Vistre canal ne peuvent s'écouler en mer que très difficilement par un unique exutoire : le chenal maritime du Grau du Roi, les Portes du Vidourle étant fermées en période crue.

Plus **au Sud**, les digues des secteurs de la Plaine/Musette, les digues du Canal du Rhône à Sète et celles du secteur Mahistre/Madotte contribuent aux phénomènes de blocage des eaux et aux temps de transfert puis de ressuyage très long. Le canal du Rhône à Sète porte alors l'inondation selon le niveau de ces berges jusqu'au port de Saint Gilles, en déversant une partie de ses eaux vers les marais asséchés pour l'agriculture au Nord (secteur entre Gallician et Franqueveau, secteur de Cougourlier), mais aussi vers les étangs de la Camargue Gardoise au Sud (Charnier puis Scamandre).

En rive droite, compte-tenu de la configuration en toit, les eaux débordées prennent une direction générale Sud/Sud-Ouest, même si les obstacles anthropiques et la multiplicité des aménagements perturbent souvent ce principe. De nombreux ouvrages en effet structurent la plaine et orientent les écoulements : l'ancienne voie ferrée Lunel-Marsillargues légèrement en remblai, la RD 61 et le canal de Lunel. Ce dernier constitue l'exutoire des eaux de débordement du Vidourle et une limite artificielle de sa zone inondable en rive droite.

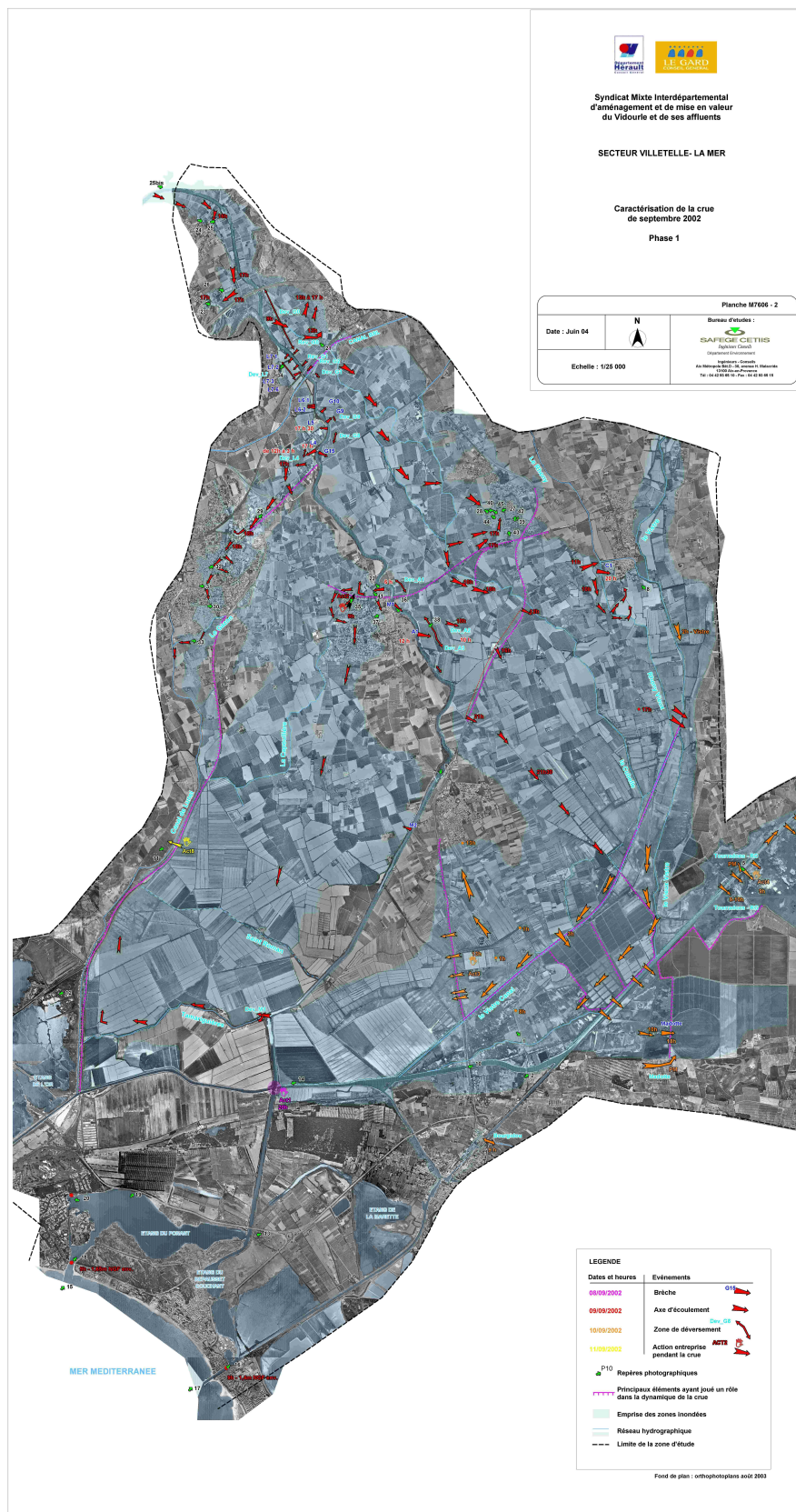
Les sorties en mer et exutoires :

A partir de Saint-Laurent, le secteur est délimité artificiellement aussi bien à l'Est qu'à l'Ouest par le canal du Rhône à Sète et le canal de Lunel. Or au sud, la plaine est aussi fermée par l'ancien et l'actuel cordon dunaire. Cet espace d'expansion des crues est donc très cloisonné :

- les eaux restées dans le lit intra-digues du Vidourle s'écoulent en mer par la passe des abîmes via le Ponant à la Grande-Motte et la passe du Grau-du-Roi ;
- les eaux débordées en rive gauche qui proviennent du Vidourle se retrouvent :
 - d'une part partiellement bloquées par la digue nord du Vistre et celle du canal du Rhône à Sète, et ne peuvent s'évacuer que par le pompage de St Laurent et par manipulations de différentes vannes martelières lorsque les conditions « avals » sont à nouveau réunies (ouverture des portes du Vidourle notamment) ;
 - d'autre part, pour les eaux ayant franchis les différents digues citées précédemment, elles s'évacuent soit par le chenal maritime du Grau-du-Roi, soit sont portés par le canal du Rhône à Sète (cf. description précédente).
- rive droite, les eaux stagnent sur le territoire de l'ASA sans avoir de réel débouché « gravitaire » en mer, puisqu'elles sont bloquées à l'ouest par le canal de Lunel et au sud par le canal du Rhône. Elles seront évacuées lentement par les pompes de l'ASA (pompage pendant plus de 27 jours en septembre 2002).

Une large partie des eaux débordées va donc s'accumuler aux marges de la basse plaine.

Caractérisation de la crue de septembre 2002



2.3.4.2 Le Rhône

Les principales crues recensées du Rhône ont eu lieu les 3 août et 23 septembre 1845, en 1933, en 1945, en 1958, 1963, 1976, 1987, janvier 1988 et 03 octobre 1988.

La crue du 3 octobre 1988 se révèle être la plus forte crue du Rhône observée depuis 1845.

2.3.4.3 Le Rhône

1856

L'inondation de mai 1856 résulte d'une crue généralisée liée à la concordance exceptionnelle d'une pluviométrie très forte océanique et méditerranéenne (110 mm de pluie en 48 heures à Lyon, 150 mm dans la Drôme et l'Ardèche). À Lyon, le débit du Rhône atteint 4200 m³/s en même temps que la Saône apporte 1800 m³/s, soit un débit de 6000 m³/s à Givors. D'après Maurice Pardé, il s'agit de la plus redoutable concordance jamais observée. Plus à l'aval, les concordances sont parfaites avec les crues de l'Isère (2600 m³/s), de la Drôme (820 m³/s) ou de la Durance (2000 m³/s). Le débit à Beaucaire atteint ainsi 12 500 m³/s.

1890

En septembre 1890, une pluviométrie très forte touche le Gard (600 mm cumulés sur la Cèze) et l'Ardèche (700 mm sur six jours) et provoque une crue cévenole qui touche la partie la plus aval du Rhône. L'Ardèche dont la crue est décalée d'une journée avec celle du Rhône atteint un débit de 7500 m³/s et les Gardons 2900 m³/s. Les fortes crues de l'Ardèche provoquent à la confluence un remous important. Les eaux de l'affluent peuvent alors barrer la route du Rhône et aller frapper la rive opposée en provoquant des débordements à Lamotte-du-Rhône. Les populations situées à l'aval parlent en ce cas des "crues de l'Ardèche" plutôt que de celles du Rhône, comme si l'affluent continuait de se distinguer dans le lit du Rhône.

1899-1910

Après des pluies océaniques importantes sur le Rhône amont à la mi-octobre 1896, des événements pluvieux généralisés se succèdent jusqu'à la fin du mois pour former une crue généralisée du Rhône, particulièrement forte à l'aval de Lyon du fait de la concomitance des crues de la Saône et du Rhône. C'est la troisième plus importante après celles de 1840 et 1856. On enregistre 6800 m³/s à Valence et 7200 m³/s à Viviers. Au printemps 1902, le Rhône déborde ponctuellement à l'aval de Valence. En janvier 1910, en même temps que la crue historique de la Seine, le Rhône connaît une crue océanique. On mesure des débits importants sur les affluents de l'amont : 1700 m³/s sur le Doubs ; 2380 m³/s sur la Saône ; 1800 m³/s sur l'Ain et 1000 m³/s pour l'Isère. La crue est exceptionnelle à Lyon. En décembre de la même année, une crue méditerranéenne touche l'aval du Rhône.

1935

En 1935, la pluviométrie a été très importante depuis le mois d'octobre venant saturer les sols. De fortes averses se succèdent au début du mois de novembre d'influence océanique d'abord puis cévenole et provençale ensuite. La crue du Rhône se prolonge jusqu'en janvier 1936 et touche particulièrement l'aval du bassin. Avignon focalise l'attention de la presse et devient la ville sinistrée emblématique de ces inondations exceptionnelles. Cependant, des débordements ont lieu sur l'ensemble du bassin depuis Lyon jusqu'à l'aval particulièrement touché où les articles de presse relatent la situation de villes et de villages tel Roquemaure, Arles, Aramon, Beaucaire, Caderousse, Piolenc ou encore Vallabrègues.

1944-1955

Les deux épisodes pluvieux de novembre 1944 ont été accentués par la fonte des neiges pour former une crue très forte sur l'amont du Rhône, bien qu'écrtée par les barrages suisses. La sortie du Rhône du Lac Léman a été gérée de manière à limiter le débit au moment du passage de la crue de l'Arve. On compte 1520 m³/s à Pougny, 2400 m³/s à Lagnieu, 4250 m³/s à Lyon. La crue méditerranéenne de novembre 1951 touche principalement l'aval de Valence. En janvier 1955, la crue de la Saône atteint 2800 m³/s à l'entrée de Lyon et ses effets se font sentir sur la vallée du Rhône jusqu'à Avignon.

2003

Du 1er au 5 décembre 2003, le Rhône et ses principaux affluents ont connu des crues importantes ayant engendré des inondations catastrophiques. Les précipitations observées entre le 1er et le 3 décembre 2003 ont été exceptionnelles par leur durée et surtout leur extension géographique. Sur les deux derniers siècles, cette crue est la troisième la plus importante du bas Rhône après celles de novembre 1840 et mai-juin 1856. En aval de Viviers (Ardèche), les débordements majeurs ont provoqué des dégâts importants, dont le coût estimé dépasse le milliard d'euros. Par son ampleur, cet événement a confirmé la nécessité d'une stratégie globale de prévention du risque inondation sur le bassin du Rhône.

La crue du Rhône est provoquée par un épisode pluvieux d'une **durée exceptionnelle** de 3 à 4 jours, survenant après un mois de novembre déjà pluvieux. En réaction à ces précipitations exceptionnelles, tous les affluents du Rhône en aval de Lyon connaissent des crues plus ou moins importantes. Les plus forts débits sont atteints sur les affluents cévenols : l'Ardèche avec un débit de 2960 m³/s et l'Eyrieux avec 1720 m³/s. Le débit de la Durance est un peu plus faible, de l'ordre de 1500 m³/s (crue annuelle).

La crue du Rhône est faible en amont de Valence, moyenne entre Valence et Viviers, et très forte sur **le bas Rhône**. Entre le mardi 2 décembre et le jeudi 4 décembre, le pic de crue se propage de Valence à Arles en prenant toujours plus d'ampleur à cause des crues des affluents.

A Beaucaire, le fleuve atteint un débit exceptionnel **de 11 500 m³/s le 3 décembre à 21 heures**. Ce débit a été validé en juillet 2005 par une conférence de consensus qui a réuni des experts internationaux. Il correspond à une période de retour légèrement supérieure à la crue centennale.

Le retour à « la normale » est plus ou moins rapide selon les secteurs : sur le Rhône moyen, les rivières retrouvent rapidement leur lit habituel (dès le 3 décembre dans la région lyonnaise, vers le 4 décembre plus au sud), tandis qu'en aval de Beaucaire, les eaux stagnent durant des jours, voire des semaines, avant d'être évacuées vers la mer.

3 Cartographie du risque

3.1 CARTOGRAPHIE DE L'ALÉA

3.1.1 Méthodologie

L'élaboration du PPR a donc fait l'objet des approches suivantes, détaillées dans les paragraphes suivants :

- recueil de données et enquêtes auprès des communes
- élaboration d'une carte informative des risques naturels basée sur :
- l'analyse historique des zones inondées
- l'analyse hydrogéomorphologique
- élaboration de la carte d'aléa basée sur les approches précédentes complétées par une modélisation hydraulique
- élaboration d'une carte des enjeux
- élaboration de la carte de zonage réglementaire et du projet de PPR

3.1.2 Recueil des données et enquêtes auprès des communes

Un recueil de données a été mené auprès des services de l'Etat, du SMIAG, des élus locaux et des riverains. Les représentants de toutes les communes ont été interviewés individuellement à partir d'un questionnaire. Ce dernier aborde les thèmes suivants : le fonctionnement hydraulique des cours d'eau, les inondations historiques, la vulnérabilité des zones inondées, les projets d'urbanisme ou d'infrastructures, les moyens de prévention et de sauvegarde.

Ce travail d'enquête a permis d'enrichir l'état des lieux de la situation actuelle, et d'amorcer la concertation et la réflexion sur les enjeux et les orientations en matière d'aménagement et de gestion du risque. Les informations recueillies utiles à la compréhension des phénomènes ont été reportées sur la cartographie des phénomènes naturels.

3.1.3 Approche hydrogéomorphologique

Née de la nécessité de mieux gérer les zones exposées aux aléas d'inondation, la méthode hydrogéomorphologique permet de « mettre en évidence des unités géomorphologiques non contestables, façonnées par l'eau, et qui marquent les limites potentielles d'une crue prochaine »¹.

¹ J.-L. Ballais et al., C.R. Geosciences. 2005.

Outre l'exploitation de la documentation existante, la méthode hydrogéomorphologique s'appuie sur les informations tirées de l'étude stéréoscopique des photos aériennes et sur les données de terrain. Ces dernières consistent notamment en l'observation des éléments topographiques, souvent de taille modeste (microtopographie) et en la caractérisation des dépôts (granulométrie, couleur). Il est également intéressant, dans le cas de cours d'eau fortement artificialisés (calibrés, retracés, etc.) de déterminer l'axe d'écoulement des eaux en période de crue grâce à l'identification de leur tracé d'origine. Les délimitations obtenues grâce aux critères géomorphologiques peuvent également être précisées par des éléments de nature anthropique (localisation des habitations, structure du parcellaire, etc.). Enfin, les observations recueillies auprès des riverains donnent des précisions concernant les caractéristiques des crues précédentes.

3.1.3.1 Méthodologie

La méthode de travail retenue pour cette étude est l'analyse hydrogéomorphologique, qui est une approche naturaliste fondée sur la compréhension du fonctionnement naturel de la dynamique des cours d'eau (érosion, transport, sédimentation) au cours de l'histoire. Elle consiste à étudier finement la morphologie des plaines alluviales et à retrouver sur le terrain les limites physiques associées aux différentes gammes de crues (annuelles, fréquentes, exceptionnelles) qui les ont façonnées. Dans l'élaboration du document, cette analyse géomorphologique appliquée aux espaces alluviaux se prête à être associée aux informations relatives aux crues historiques. L'analyse s'appuie sur l'interprétation géomorphologique d'une couverture stéréoscopique de photographies aériennes (mission IGN 2002_FR 5554_P_17500 au 1/17 500ème) validée par des vérifications de terrain.

Cette étude a été réalisée en conformité avec les principes retenus par les Ministères de l'Équipement et de l'Écologie et du Développement Durable pour la réalisation des Atlas des zones inondables par analyse hydrogéomorphologique, exprimés dans un guide méthodologique publié en 1996, et dans un cahier des charges national détaillé qui constitue aujourd'hui le document de référence pour ce type d'étude. La fiabilité de cette approche et ses limites ont par ailleurs été vérifiées à l'occasion des crues exceptionnelles récentes (Aude 1999, Gard 2002).

La cartographie produite par l'analyse hydrogéomorphologique permet de disposer d'une vision globale et homogène des champs d'inondation sur l'ensemble des secteurs traités en pointant à un premier niveau, les zones les plus vulnérables au regard du bâti et des équipements existants. L'information fournie reste cependant essentiellement qualitative, même si elle est complétée, là où elles existent, par des données historiques.

Dans la stratégie de gestion du risque inondation, cette démarche constitue une phase préalable relativement précise mais dont les limites résident clairement dans la quantification de l'aléa (notamment vis-à-vis de la définition de la crue de référence et de la détermination des paramètres hauteur ou vitesse des écoulements). C'est pourquoi, dans les secteurs où les enjeux sont importants notamment en terme d'urbanisation ou d'aménagement, elle nécessite d'être complétée ultérieurement par des approches hydrologiques et hydrauliques.

La cartographie hydrogéomorphologique est basée sur l'identification des unités spatiales homogènes modelées par les différents types de crues au sein de la plaine alluviale.

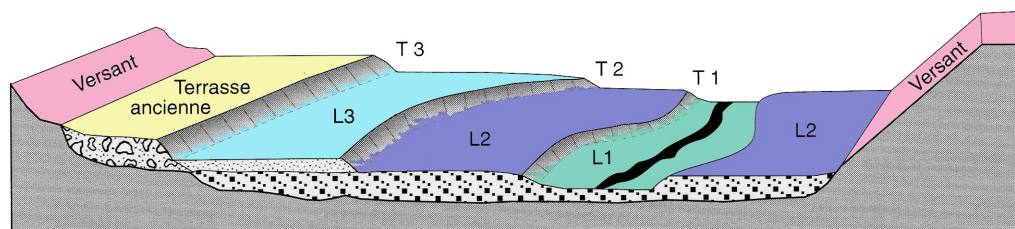
Cette analyse permet de déterminer par une approche naturaliste éprouvée les différentes composantes d'un cours d'eau :

- Le lit mineur (L1) qui est constitué par le lit ordinaire du cours d'eau, pour le débit d'étiage ou pour les crues fréquentes (crues annuelles : T1)
- Le lit moyen (L2), sous certains climats, on peut identifier un lit moyen. Pour les crues de période de 1 à 10 ans, l'inondation submerge les terres bordant la rivière et s'étend dans le lit moyen. Il correspond à l'espace alluvial ordinairement occupé par la ripisylve, sur lequel s'écoulent les crues moyennes (T2)
- Le lit majeur (L3) qui comprend les zones basses situées de part et d'autre du lit mineur, sur une distance qui va de quelques mètres à plusieurs kilomètres. Sa limite est celle des crues exceptionnelles (T3). On distingue 2 types de zones :
 - o Les zones d'écoulement, au voisinage du lit mineur ou des chenaux de crues, où le

courant a une forte vitesse

o Les zones d'expansion de crues ou de stockage des eaux, où les vitesses sont faibles. Ce stockage est fondamental, car il permet le laminage de la crue (réduction du débit et de la vitesse de montée des eaux à l'aval).

Hors du lit majeur, le risque d'inondation fluviale est nul (ce qui n'exclut pas le risque d'inondation par ruissellement pluvial, en zone urbanisée notamment). On y différencie sur les cartes les terrasses alluviales anciennes, qui ne participent plus aux crues mais sont le témoin de conditions hydrauliques ou climatiques disparues. Leurs caractéristiques permettent d'y envisager un redéploiement des occupations du sol sensibles hors des zones inondables.



■ 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

Les lits majeurs des cours d'eau ainsi déterminés, ainsi que les zones de « glaciaires » correspondant à des écoulements en nappe, ont été reportés sur l'atlas de la cartographie informative des phénomènes naturels au 1/10000 dont un exemple est illustré ci après.

3.1.3.2 L'analyse hydrogéomorphologique des cours d'eau

Ce vaste espace de plus de 180 km² correspond à un ancien golfe qui a été progressivement comblé par le jeu des apports sédimentaires terrigènes et marins consécutifs à la dernière transgression marine (remontée du niveau de base) qui s'est produite entre -18.000 et -4000 BP. Depuis cette période, la stabilisation du trait de côte a été matérialisée par une série de cordons dunaires en arrière desquels se sont créés des milieux lagunaires et palustres. Parallèlement, l'activité morphogénique des cours d'eau (Vidourle, Vistre et Rhône) s'est traduite par la progradation d'apports sédimentaires terrigènes (graves, limons) aboutissant à la construction de cônes torrentiels qui ont partiellement remblayé ces milieux. Ainsi la basse plaine du Vidourle est caractérisée par 3 éléments morphologiques majeurs qui se succèdent selon un axe nord-sud :

- un grand delta-cône constitué d'alluvions fluviales récentes qui se développe entre Gallargues et le Mas des Demoiselles et entre l'étang de Mauguio et la Tour d'Anglas ; les alluvions déposées par le Vidourle ne constituent pas un delta distinct de celui du Rhône, mais en sont en quelque sorte la continuation occidentale.
- plus au sud, on passe insensiblement aux milieux de colmatage palustre (argiles, sables fins, et tourbes) avec des secteurs en eaux

- le cordon littoral dunaire ancien (antérieur au cordon actuel).

Le delta-cône présente une morphologie typique en toit. Avec la remontée du niveau marin à la fin de la dernière glaciation, la pente longitudinale du Vidourle s'est progressivement abaissée (la pente moyenne du fond du lit est extrêmement faible : 0.001m/m), provoquant ainsi une diminution des vitesses et de la capacité de transport du cours d'eau, qui a donc alluvionné. Le lit principal s'est peu à peu exhausé, tandis que de part et d'autre les atterrissements répétés façonnaient des levées de berge naturelles. Aujourd'hui, le Vidourle surmonte ainsi sa plaine d'environ 2 m. Ce fonctionnement explique d'autre part l'inondabilité d'une partie des anciens niveaux alluviaux ou colluviaux (cf. paragraphe 1.3.4.), ceux-ci « plongeant » en quelque sorte sous les niveaux actuels.

Evolution et aménagements historiques du lit du Vidourle

Depuis le XIII^{ème} siècle, des aménagements ont été réalisés afin de limiter les divagations du Vidourle sur ce delta mais l'ensemble de la basse plaine doit être considéré comme inondable, à l'instar des basses plaines de l'Aude.

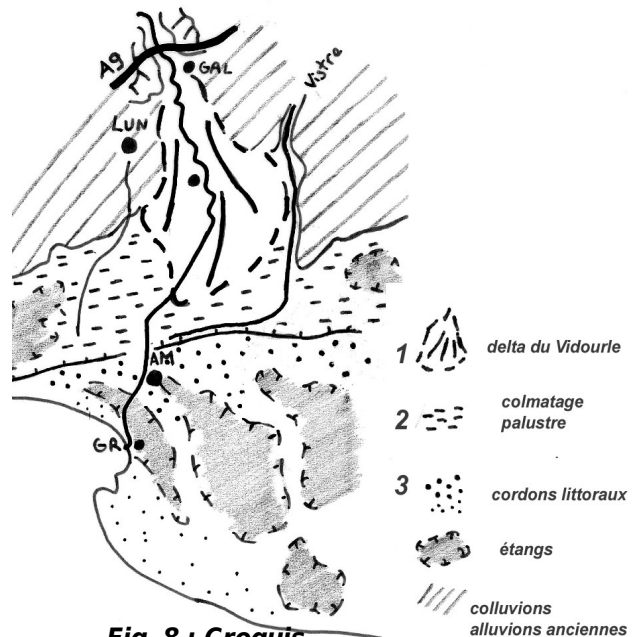


Fig. 8 : Croquis schématique de l'organisation de la basse plaine

- Jusqu'au XVIII^{ème} siècle, le Vidourle et le Vistre, reliés par un bras annexe, se jetaient dans l'Etang de Mauguio comme en témoigne la carte ci-jointe. En déversant ses eaux et sa charge solide dans cet étang, le Vidourle l'a comblé partiellement, de sorte que progressivement il est devenu impraticable pour les grandes barques

- A la fin du XVI^{ème} siècle, il semble que l'exutoire du Vidourle se soit colmaté et qu'il se soit dévié en direction des étangs d'Aigues-Mortes.

- A la fin du XVII^{ème} siècle, on le détourne vers Terre de Port, en le déviant probablement à partir de Saint-Laurent (le tracé rectiligne montre bien qu'il s'agit d'un cours artificiel). Depuis Terre de Port, il se divise alors en deux bras, le principal se jetant dans l'étang de Mauguio (aujourd'hui appelé ancien lit du Vidourle sur la carte IGN, lieu-dit de Tamariguière), l'autre rejoignant la grande Roubine.



**Carte 1626 du Bas-Languedoc :
Le Vidourle se jette dans l'étang de Mauguio**

- L'étang de Mauguio reste donc l'exutoire principal jusqu'au XVIII^{ème} siècle (par l'intermédiaire de l'ancien lit de Tamariguière), puis une partie du débit est dérivée vers l'étang de Repausset, dans lequel les dépôts de limons forment l'île Montago à l'embouchure du nouveau lit. On a établi par la suite une communication entre l'étang du Repausset et le chenal maritime. Actuellement le débouché en mer se fait par le Grau du Roi et par la passe des Abîmes via l'étang du Ponant dans un système hydraulique extrêmement complexe (Confluence entre le Vidourle, le canal du Rhône, Grande Roubine d'Aigues-Mortes, et le Vistre) et artificialisé, aménagé depuis un demi-siècle. Les eaux du Vidourle, introduites dans le chenal du Grau-du-Roi, produisent pendant

les crues un effet de chasse qui creuse la passe de l'entrée du Grau.

Le lit du Vidourle est totalement endigué depuis la commune de Gallargues jusqu'aux étangs dans des chaussées élevées depuis au moins les années 1220, puisqu'on a trouvé dans les archives la mention suivante : « sentence arbitrale rendue par le juge mage de Nîmes pour obliger les riverains à les entretenir ». Ces digues ont en moyenne une base de 10 m de large pour 5 m de haut, et la capacité du lit intra-digue avant débordement est comprise selon les sources entre 800 et 900 m³/s. Il existe une dizaine de déversoirs sur la rive gauche qui ont été créés par les Etats du Languedoc en 1773 car un certain nombre de rétrécissements de la largeur intra-digues favorisaient de nombreux débordements. Un point bas de la digue a également été aménagé en déversoir en rive droite en amont du pont de Lunel. Les digues du Vidourle, d'une manière générale, sont aujourd'hui très végétalisées, et leur stabilité n'est pas garantie en cas de forte crue, comme le prouvent les brèches qui se sont ouvertes en 1958, 1963, 1994, 2002 etc. On note un risque de rupture au-delà du débit 1000 m³/s d'après certaines études.



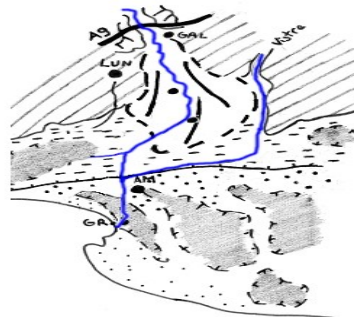
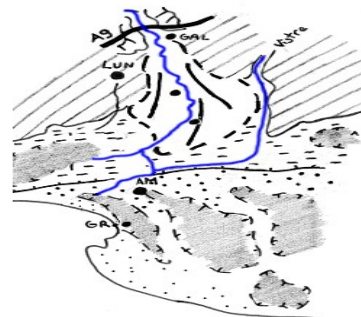
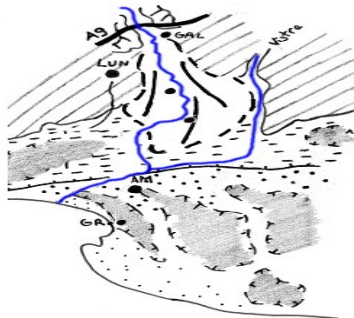
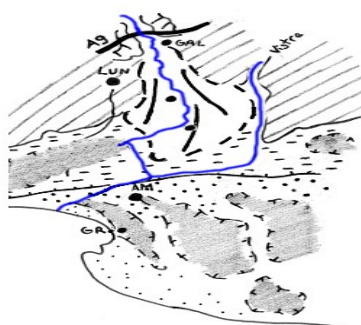
Le lit du Vidourle en amont du Grau-du-Roi

Le Vistre, quant à lui, débouchait auparavant dans les marais de Psalmody et d'Aiguesmortes, mais en 1788, les Etats du Languedoc ordonnèrent son redressement depuis la commune du Cailar jusqu'au canal de la Radelle, avec la création du canal du Vistre au XVII^{ème} siècle sur la commune du Cailar qui est à l'origine de la défluence du Vistre et du Vieux Vistre qui se séparent en amont de St Laurent. Le « Vistre canal » présente un cours rectiligne et calibré, endigué en rive droite et déborde préférentiellement en rive gauche dans les marais. Le Canal du Rhône à Sète constitue leur unique exutoire.

Croquis illustrant schématiquement l'évolution du lit du Vidourle depuis le XVI^{ème} siècle telle qu'elle peut être reconstituée à partir de la bibliographie

Avant le XVI^{ème} siècle

Fin du XVI^{ème} siècle



Fin du XVII^{ème} siècle

Aujourd'hui

Conditions d'inondabilité, perturbations anthropiques

La configuration de plaine en toit, associée à un contrôle aval marin et aux grands aménagements qui ont été effectués, détermine un fonctionnement hydraulique très particulier. On se trouve en effet en présence d'un système très complexe qui fonctionne plus ou moins différemment d'une crue à l'autre. Cependant, on peut extraire un fonctionnement global des observations hydrogéomorphologiques, confirmées par les résultats des diverses études réalisées sur ce secteur.

Entre l'A9 et la ligne SNCF, les déversements se font essentiellement en rive gauche, par l'intermédiaire des déversoirs qui ont été ouverts dans la digue en 1773 pour éviter des débordements en aval. Naturellement, c'est effectivement le lieu privilégié à partir duquel le Vidourle balaye sa plaine. Il s'agit en quelque sorte d'une zone de transition entre la vallée en amont, d'une largeur moyenne et qui connaît des hauteurs d'eau très importantes (plusieurs mètres) et la plaine aval où les eaux s'étalent. C'est donc un secteur où les dynamiques sont très fortes et les dissipations d'énergie importantes. Là prennent naissance les principaux bras de décharge du Vidourle en rive gauche. La crue de 2002 a bien confirmé ce fonctionnement, puisqu'il y a eu des déversements généralisés sur 1200 m sur cette rive. La ligne SNCF et le canal BRL, qui traversent perpendiculairement la plaine alluviale, provoquent une sur-cote en amont et l'inondation des colluvions qui bordent le lit majeur en rive gauche. On a aussi observé une sur-sédimentation de limons en amont de ces ouvrages, qui favorise l'élévation de la ligne d'eau d'une crue sur l'autre. Une partie de l'extension urbaine de Gallargues a ainsi été inondée lors de la crue 2002. Le fonctionnement hydraulique de ce secteur est donc rendu complexe du fait de la présence d'ouvrages en remblais dans le lit majeur et des déversoirs aménagés en rive gauche. Ce secteur constitue un point clef du système global que constitue la basse plaine, point qui conditionne la répartition des débits entonnés plus à l'aval entre le lit mineur et les lits majeurs droit et gauche.

Entre la ligne SNCF et la RN 113, les débordements se produisent aussi essentiellement en rive gauche, et vont alimenter les trois axes qui prennent naissance en amont : au lieu-dit Les Clos, la Cubelle et au Grand Brandouin. La configuration en toit se fait déjà sentir dans ce secteur : le Vidourle s'écoule en moyenne 3 m plus haut que sa plaine. Les écoulements débordés deviennent à partir de là indépendants des écoulements du lit mineur, c'est-à-dire qu'ils ne peuvent pas y revenir. La tendance naturelle du cours d'eau à divaguer sur son cône se fait nettement sentir dans ce secteur et se traduit lors des grandes crues par la formation de plusieurs brèches. L'orientation générale du cours d'eau NNW-SSE qui détermine une propension nette à inonder prioritairement la rive gauche est accentuée par la différence de hauteur qui existe entre les digues des deux rives (digue gauche plus basse que la digue droite). En rive droite la plaine commence à s'élargir, et on voit apparaître des axes de crue dans le lit majeur. Il existe un déversoir sur cette rive, en amont du pont de Lunel. Ce secteur constitue un nœud sensible pour l'inondabilité de Lunel (d'ailleurs en 2002 le Vidourle s'est ouvert des brèches dans ce secteur). Les eaux qui débordent dans ce secteur s'écoulent prioritairement vers Lunel le long de la RN 113 qui est légèrement en remblai avant de la traverser grâce à la cinquantaine d'ouvrages de décharge qui ont été aménagés en travers. On notera le phénomène de sédimentation forcée qui commence à être perceptible en amont de cette route (figurée sur la carte par une ligne à triangles bleus).

En aval de la RN 113, rive gauche : Les eaux débordées en rive gauche s'écoulent selon une direction sud-sud-est vers le territoire communal d'Aimargues (fortement exposé), en formant de nombreux bras de décharge bien identifiés sur les cartes. Une partie importante des débits reprend le lit de la Cubelle pour s'écouler jusqu'au canal du Vistre : c'est là que les formes liées aux processus hydrodynamiques sont les plus marquées. Les témoignages recueillis sur la crue de 2002 le confirment d'ailleurs. Plus à l'est, le lit majeur passe progressivement à un niveau alluvial légèrement plus élevé, cartographié en lit majeur exceptionnel, et qui constitue la terminaison de l'interfluve séparant le Vidourle du Razil. Ce niveau correspond à la terminaison des niveaux de terrasse, qui est inondable à cause des phénomènes de sédimentation et d'exhaussement du lit majeur holocène. Les eaux du Vidourle peuvent donc rejoindre le Razil (notons que celui-ci a été détourné de son cours naturel au niveau de la RN 113), puis la Cubelle dont il est un affluent. En aval d'Aimargues, l'ancienne voie ferrée Lunel-Marsillargues est légèrement en remblai, constituant ainsi un obstacle aux eaux qui peuvent localement s'accumuler en arrière et déposer leur charge solide fine. En aval de cette ancienne ligne SNCF, les phénomènes hydrodynamiques sont moins intenses et les axes d'écoulements moins marqués et moins nombreux. C'est aussi à partir de là que la zone inondable du Vidourle se confond avec celle du Rhône et du Vistre. Plus en aval on passe progressivement à des secteurs où l'eau s'accumule et stagne pendant plusieurs heures voire plusieurs jours ou semaines dans les zones de colmatage palustre : le sol naturel se situe quasiment au niveau de la mer (1 m).

En aval de la RN 113, rive droite : En rive droite, les eaux d'inondations proviennent d'une part des brèches qui se produisent entre le Moulin des Aubes et l'auberge du pont de Lunel et du déversoir, mais d'autres secteurs sensibles sont reconnus, comme à l'aval immédiat du pont ou en amont de Marsillargues. Compte-tenu de la configuration en toit, les eaux prennent une direction générale sud-sud-ouest, même si les obstacles anthropiques et la multiplicité des aménagements perturbent souvent ce principe. De nombreux ouvrages en effet structurent la plaine et orientent les écoulements :

- la déviation est de Lunel qui protège partiellement la ville
- l'ancienne voie ferrée Lunel-Marsillargues légèrement en remblai
- le canal de Lunel qui constitue l'exutoire des eaux de débordement du Vidourle, et une limite artificielle de sa zone inondable en rive droite.

Lors de la crue de 2002, la déviation est de Lunel a bloqué pendant un temps les eaux, qui l'ont franchie plus tard par le passage routier inférieur. Puis elles se sont trouvées bloquées par l'ancienne voie ferrée avant de la submerger. Cette zone fonctionne pendant les crues par un système de remplissage par casiers.

Comme en rive gauche, on passe progressivement en aval de Marsillargues à la zone de colmatage palustre où les eaux stagnent avant de s'évacuer lentement.

De Saint-Laurent au Grau-du-Roi : A partir de Saint-Laurent, on entre dans la très basse plaine, constituée d'espaces palustres situés quasiment au niveau de la mer (topographiquement). L'inondation n'est plus dynamique, la cinétique des écoulements est plus lente voire nulle. Ce secteur est délimité artificiellement aussi bien à l'est qu'à l'ouest par le canal du Rhône à Sète et le canal de Lunel. Or au sud, la plaine est aussi fermée par l'ancien et l'actuel cordons dunaires. Cet espace d'expansion des crues est donc relativement cloisonné :

- les eaux restées dans le lit intra-digues du Vidourle peuvent s'écouler en mer par la passe des abîmes à la Grande-Motte et la passe du Grau-du-Roi
- les eaux débordées en rive gauche qui proviennent du Vidourle et des fossés situés entre la digue de la Cubelle et celle du Vidourle se retrouvent bloquées par la digue rive droite du Vistre, celle du canal du Rhône à Sète et ne peuvent s'évacuer que par le pompage de St Laurent.
- par contre les eaux débordées en rive gauche et celles du Vistre ne possèdent qu'un exutoire, le chenal maritime (qui débouche lui aussi au Grau-du-Roi)
- les eaux du Vidourle débordées en rive droite ne semblent pas avoir de réel débouché en mer, puisqu'elles sont bloquées à l'ouest par le canal de Lunel et au sud par le canal du Rhône.

Une large partie des eaux débordées va donc s'accumuler aux marges de la basse plaine et stagne, le temps de ressuyage de ces zones étant plus long qu'à l'amont.

On observe aussi un phénomène annexe, qui consiste en la remontée à contre-sens des eaux dans le canal du Rhône, et au stockage d'un débit important dans la Camargue gardoise. Les premières estimations des volumes stockés pendant la crue de 2002 dans les zones humides du Gard évoquent plus de 10 millions de mètres cube dans les marais du Vistre et 40 millions de mètres cubes dans le secteur du Scamandre Charnier. Cette possibilité de stockage dans les zones humides de la Camargue gardoise (environ 50 millions de m³) constitue une protection indubitable des villages de Saint-Laurent-d'Aigouze, d'Aimargues, du Cailar, et de la zone urbaine d'Aigues-Mortes.

« Le 9 septembre 2002, les deux tiers du débit de pointe du Vidourle en crue (2300 m³/s) se déversaient dans la plaine d'Aimargues (le lit de Vidourle ne peut contenir que 900m³/s). Tous ces écoulements ainsi que la totalité du débit du Vistre et le ruissellement des Costières se sont accumulés dans les parties basses des marais de Saint Laurent d'Aigouze, d'Aimargues et du Cailar (1000 ha) ou sont remontés à contre-sens dans le canal du Rhône à Sète pour inonder les étangs et marais de Vauvert, Beauvoisin et Saint Gilles (4300 ha). Il faudra plus d'une semaine pour évacuer cette immense lame d'eau par le chenal maritime, unique exutoire vers la mer (voir jusqu'à un mois dans certaines poches d'eau bloquées par des digues, malgré l'emploi de pompes) » (Source : C. Mundler, Syndicat Mixte pour la protection et la gestion de la Camargue gardoise, colloque 2003)

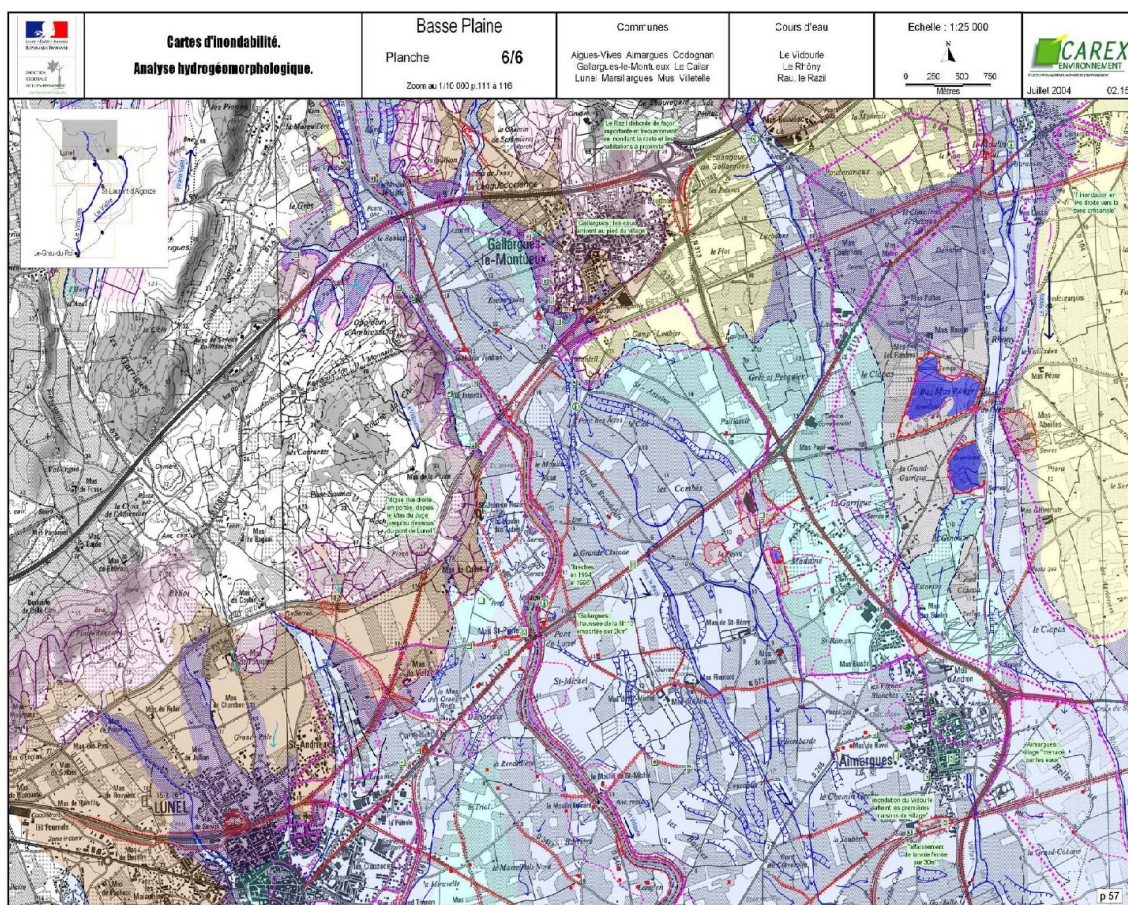
3.1.4 Les secteurs à enjeux

Le secteur de la basse plaine, occupé depuis de longs siècles a vu l'implantation de plusieurs villages en zone inondable, qui présentent aujourd'hui une vulnérabilité élevée. Cet espace présentait en effet un sol de grande qualité car fertilisé par les nombreuses crues du fleuve, qui attira la population à y pratiquer l'agriculture.

Cette vulnérabilité est d'autant plus forte que le secteur concentre de nombreux axes d'infrastructure.

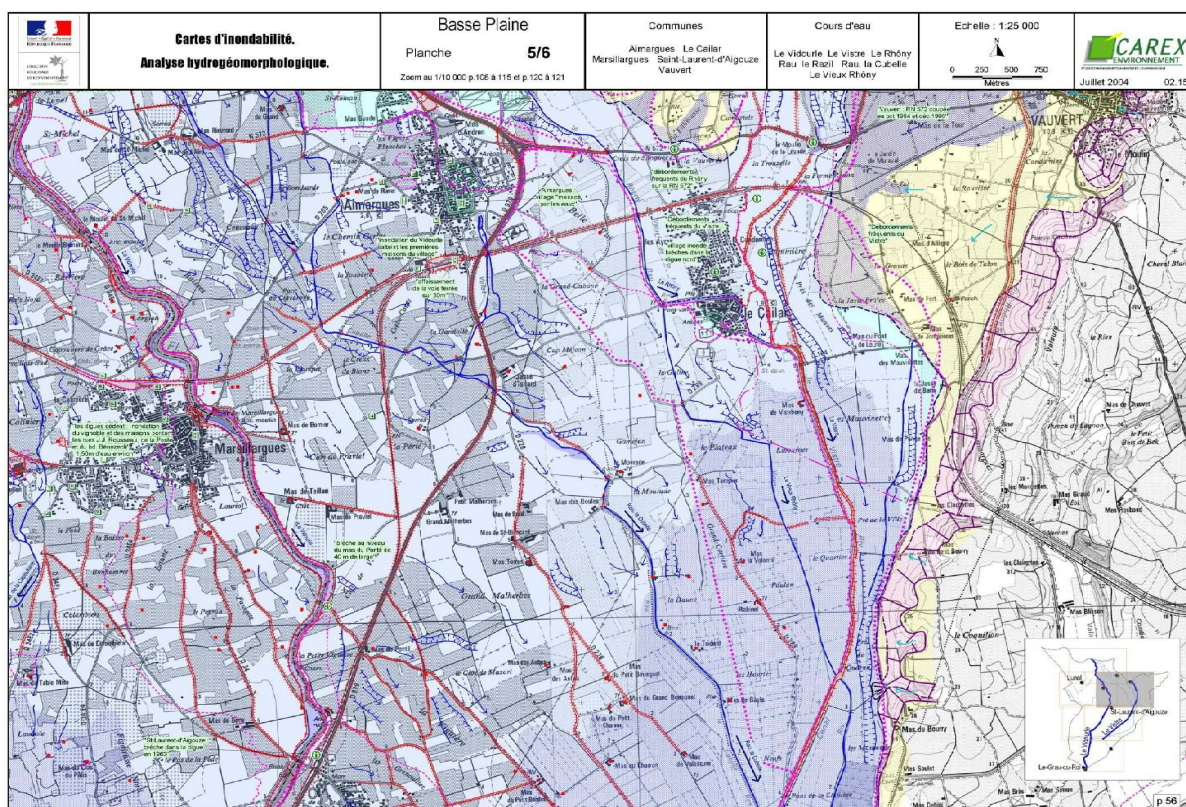
3.1.4.1 GALLARGUES LE MONTUEUX

Gallargues-le-Montueux (planches 21 au 1/10 000 p 116) est la zone à enjeux la moins sensible de toute la basse plaine. A l'origine d'ailleurs, la majorité du village est implantée judicieusement, soit sur un petit mont pour le centre ancien, soit sur les colluvions de raccordement avec la plaine alluviale pour le reste. Seules les extensions récentes ont été construites dans le lit majeur exceptionnel, avec le camping. Malheureusement, les aménagements ont largement augmenté le risque auquel est exposée la commune. On se trouve en effet dans une situation paradoxale où se superposent des aménagements lourds aux effets contradictoires: la digue du Vidourle avec ces déversoirs et les remblais de la voie ferrée et du canal BRL. En effet, malgré leurs ouvrages de décharge, ces remblais sont extrêmement mal placés, puisqu'ils sont situés directement en aval des principaux points de déversement du Vidourle dans sa plaine rive gauche. En conséquence on observe pendant les crues des surcotes importantes avec inondation de larges parties de l'encaissant (qui peut être inondé par plus de 2 m d'eau, cf repères de la crue de 2002).



3.1.4.2 AIMARGUES

Bien qu'il soit situé à la marge de la zone inondable du Vidourle, ou plutôt à cause de cela, le village d'Aimargues (planche 19 au 1/10 000 p 114) est très exposé au risque d'inondation : de par sa position, il est implanté dans une zone d'écoulement, et aux débouchés du Razil (aujourd'hui détourné de son cours naturel) et du Rhône, il peut donc être soumis à une inondation concomitante de ces cours d'eau. On peut observer que le village est situé à 6-7 m d'altitude alors que le Vidourle et la Cubelle coulent encore respectivement à 10 et 8 m. On comprend dès lors qu'il soit exposé à un aléa fort, les écoulements étant perturbés par ailleurs par de nombreux obstacles (infrastructures). La N 572, l'ancienne voie ferrée, la RD 979 entraîne des dysfonctionnements des dynamiques naturelles, qui peuvent amoindrir ou aggraver localement le risque. Il a été très touché en 2002 avec entre 1 et 2 m d'eau dans la partie ouest du village, et entre 0.5 et 1 m au droit du centre ancien. Ce dernier est en effet situé sur une légère surélévation du terrain, dont il est difficile de dire si elle est d'origine naturelle ou artificielle. Le village a aussi été inondé en 1994.



3.1.5 Modélisation hydraulique des crues

Les cartes d'aléa sont basées sur les trois études majeurs de la basse plaine qui viennent qualifier les crues du Vidourle, du Rhône et du fleuve Rhône :

- " Complément à l'étude du schéma d'aménagement Villetelle – la Mer " (SAFEGE 2008) pour le Vidourle
- " Triangle d'eau " (BCEOM – EGIS 2000) pour le Razil et le Rhône
- L'étude de détermination de l'aléa de référence du Rhône sous maîtrise d'ouvrage de la DREAL Rhône Alpe (DREAL RA – EGIS 2009)

3.1.5.1 Complément à l'étude du schéma d'aménagement Villetelle - la Mer " (SAFEGE 2008) pour le Vidourle

Choix des débits de référence

A partir des éléments bibliographiques, il apparaît que la crue de septembre 2002 est d'occurrence au moins centennale sur le cours principal du Vidourle, à hauteur de Sommières : « *L'occurrence de la crue de septembre 2002, estimée par ajustement de plusieurs lois, sur un échantillon d'une quarantaine de débits pseudo-naturels (reconstitution des débits désinfluencés de l'effet des barrages écrêteurs pour la plupart des crues), est évaluée entre 200 et 400 ans* » (source : BRLi 2003).

La crue de septembre 2002 est la crue de référence pour le Vidourle.

Le rôle des barrages écrêteurs

Les précipitations importantes et répétées du mois de septembre 2002 montrent que les barrages écrêteurs existants sur certains affluents ont eu un effet nuancé sur la réduction du débit de pointe de la crue. En effet, alors que globalement la réduction du débit de pointe a été de l'ordre de 40 à 65 %, il est important de constater que sur le Crieulon, en aval du barrage de la Rouvière, le débit reconstitué pour l'épisode de septembre 2002 avec un débit de pointe de 1371 m³/s a largement dépassé la valeur du débit centennal estimée par SAFEGE 2007.

Une première explication peut être donnée par les caractéristiques exceptionnelles de l'épisode pluvieux de septembre 2002 :

- Les deux pics de pluies espacés de seulement quelques heures, n'ont pas permis la vidange du barrage de la Rouvière avant l'arrivée du second pic (réduction du second pic de crue estimée à 38%);
- La localisation de l'épicentre de la pluie sur le versant Est du bassin, telle que présentée sur les images CALAMAR des cumuls de pluies pour les journées du 8 et du 9 septembre (source DDE30 / RHEA / Météo France). Ceci a eu comme conséquence, de générer une crue dont l'occurrence a dépassé 100 ans sur l'ensemble des affluents rive gauche du Vidourle, que ceux-ci soient dotés ou non d'un barrage écrêteur.

Ainsi, une localisation différente de l'épisode de septembre 2002, par exemple sur le versant Ouest du bassin du Vidourle, aurait probablement engendré une crue beaucoup plus forte sur la partie amont du secteur d'étude.

Modèle hydraulique du bas Vidourle

Méthodologie

La détermination de la zone inondée par la crue de septembre 2002 par le Vidourle, sur les centres urbains d'Aimargues, Saint Laurent d'Aigouze et de Gallargues, fait déjà l'objet d'une cartographie (en classes de hauteurs d'eau) par la modélisation hydraulique SAFEGE de l'étude Villetelle La Mer 2004 dit « modèle VLM » (pour le Syndicat du Vidourle).

Cependant les objectifs déclarés par cette étude (schéma hydraulique global de la plaine, détermination des impacts d'aménagements en lit majeur du Vidourle) ne permettent pas de définir précisément la zone inondée et les gammes de hauteur d'eau associées en **milieu urbain dense** (notamment dans le cas de modification locale de cotes de référence topographiques).

Pour affiner les hauteurs de submersion en zone urbaine, et ainsi définir précisément l'aléa, le protocole d'analyse suivant est choisi :

1. Levés topographiques complémentaires sur les zones urbaines : 145 ha de levés photogrammétriques à précision 5 cm (incluant un recalage au sol) sur Aimargues, 46 ha sur Gallargues et 116 ha sur St Laurent d'Aigouze.
2. Collecte de repères de crue (septembre 2002) complémentaires sur les zones précédemment couvertes par la topographie complémentaire : 25 PHE sur Aimargues, 6 PHE sur St Laurent et 3 PHE sur Gallargues. Ces PHE ont été répertoriés par SAFEGE sur le terrain en compagnie d'une personne de la commune, et nivelées par géomètre expert.
3. Recalage du modèle hydraulique VLM si précision jugée insuffisante (c'est le cas sur Aimargues uniquement).
4. Analyse spatiale entre nouvelles données topographiques (MNT), repères de crue et résultats du modèle hydraulique adapté : choix dans les niveaux d'eau à considérer et définition des hauteurs d'eau.

L'analyse spatiale réalisée est celle mise en œuvre pour l'étude d'aménagement Villetelle la Mer, mais à une précision plus importante : on réalisera ici un Modèle Numérique de Terrain 5 fois plus précis que celui développé pour l'étude (1m).

PHE antérieurs disponibles

Il existe 5 sources exploitables de niveaux des Plus Hautes Eaux :

- PHE relevés immédiatement après la crue du 9 septembre 2002 par STRATEGIS pour la Direction Départementale de l'Équipement du Gard, Service d'Annonce des Crues. Ces données sont qualifiées de très fiables ;
- PHE relevés en 2003 (crue du 9 septembre 2002) par SAFEGE/SCP RICHER LAURENT pour le Syndicat Mixte Interdépartemental d'Aménagement et de Mise en Valeur du Vidourle. Ces données sont qualifiées de très fiables ;
- PHE relevés en 2003 (crue du 9 septembre 2002) par SOGREAH pour Réseau Ferré de France (Analyse de la crue des 9 et 10 septembre 2002 entre l'autoroute A9 et la RN113). Ces données sont qualifiées de fiables ;
- PHE relevés en 2007 (crue du 9 septembre 2002) par SAFEGE/SCP RICHER LAURENT pour la Direction Départementale de l'Équipement du Gard ;
- PHE relevés en septembre 2002 par l'association APPI d'Aimargues. Ces données ne seront utilisées qu'à titre qualitatif.

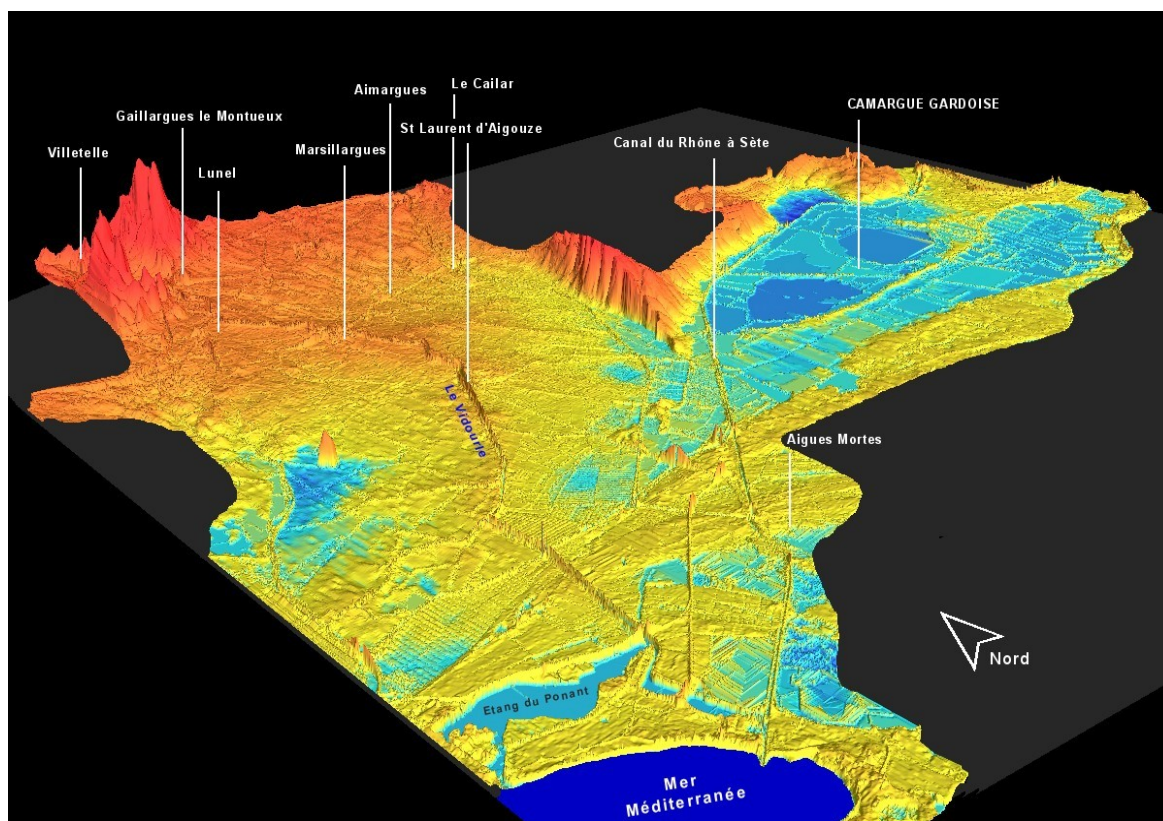
Modèle numérique de terrain

La représentation des écoulements sur les lits majeurs nécessite la création d'un MNT (Modèle Numérique de Terrain) à partir d'informations topographiques suffisamment denses pour caractériser le relief de la basse plaine.

Le MNT est issu de la restitution photogrammétrique au 1/2000^{ème} et 1/5000^{ème} (pour la Camargue Gardoise et la partie Sud de la Plaine de Marsillargues) réalisée à partir de prises de vue datant de Août 2003 - par SCP RICHER LAURENT Géomètre. Les compléments évoqués au paragraphe « Méthodologie » ont été également intégrés sur les zones urbaines.

On a valorisé les données acquises par l'État en 1999 dans le cadre de l'étude dite du « Triangle d'eau » et que celui-ci a mis gracieusement à la disposition du SMIV. »

La surface totale traitée représente 38 000 ha, soit plus de 1,2 millions de points topographiques.



Vues en 3 dimensions de la basse plaine du Vidourle, de la Camargue Gardoise – MNT 2003.

Pour compléter l'ensemble de ces informations en lit majeur, des levés terrestres ont également été réalisés. Il s'agit principalement :

- des crêtes et pieds de digues du Vidourle entre l'A9 à la Mer – Levés réalisés par méthodes topographiques terrestres classiques et cheminement à pied le long des digues, couplées aux méthodes GPS. De plus, les données topographiques récentes disponibles (plans de recollement de travaux sur digues, levés BCEOM 1999,...) ont permis d'assurer un contrôle de cohérence des différents levés.
- des crêtes de digues structurantes dans le secteur de Mahistre (Camargue Gardoise).

Caractéristiques du réseau de calcul

La mise au point du modèle hydraulique du Bas Vidourle a nécessité les travaux suivants :

- Une analyse de la morphologie telle qu'elle apparaît sur les documents topographiques et suivant les conclusions de la reconnaissance de terrain, en vue d'identifier :
 - les principaux axes d'écoulement (lit mineur, zones limitrophes actives, zones éloignées) ;
 - les ouvrages importants (ponts, seuils, digues) ;

Cette analyse préalable a abouti à une hiérarchisation spatiale de tout le domaine d'étude. Elle a en particulier tenu compte des répartitions de débits sur le lit majeur en densifiant les sections de calcul et les biefs longitudinaux.

- La discrétisation des éléments topographiques en sections transversales a été constituée à partir des profils topographiques en retranscrivant le plus précisément possible les modifications de relief, ainsi que des informations topographiques terrestres.

Globalement, le modèle hydraulique mis en place s'articule autour de :

- 893 biefs en lits majeurs et lits mineurs : Vidourle et l'ensemble des affluents ;
- 2480 points de calcul répartis sur les axes d'écoulement ;
- 776 lois d'échange entre casiers adjacents (déversements) ;

L'organisation de la base de donnée a consisté à définir l'articulation des différents biefs, leur positionnement au sein du domaine d'étude, les caractéristiques des lois régissant le comportement des ouvrages, les paramètres de la simulation (coefficients de frottement, échantillonnage du temps, types de résultats, lois d'échange entre entités ...).

La modélisation des ruptures de digues a été obtenue en intégrant des ouvrages de « contrôle » type « seuil amovible », transcrivant l'évaluation de la hauteur de la brèche en fonction du temps, la largeur étant constante. Cette représentation traduit « grossièrement » la réalité. En effet, lors de la formation de brèche, on observe en réalité toujours un approfondissement de la brèche puis un élargissement de celle-ci (publication du CEMAGREF).

Cette description est par ailleurs du même type pour la simulation du fonctionnement des Portes du Vidourle, des coefficients de perte de charge permettant de différencier les conditions d'écoulement par dessous les Portes en position ouverte.

Les périodes de mesure disponibles ne représentent pas un échantillon statistique suffisant pour obtenir une estimation fiable du débit d'occurrence 100 ans. Ces données ont été utilisées pour estimer par ajustement statistique le débit d'occurrence 10 ans.

La méthode du GRADEX permet ensuite d'estimer les débits d'occurrence 100 ans, en appliquant la relation qui lie la pluie décennale et la pluie centennale au débit décennal. Les résultats obtenus sont les suivants :

BRECHES	n°	Commune	lieu-dit	Rive	PK approximatif (0 à la Mer)	Hauteur digue/TN (m)	Hauteur de la brèche (m)	Longueur de la brèche (m)	Heure d'ouverture de la brèche
	L7.1	LUNEL	Jassette - amont st pomp	droite	975,9	3,00	2,5	25,0	09/09/2002 avant 17 h
	L7.2	LUNEL	Jassette - station de pompage	droite	976,1	2,50	1,0	15,0	09/09/2002 avant 17 h
	L7.3	LUNEL	Secteur Jassette	droite	976,2	2,60	1,0	5,0	09/09/2002 avant 17 h
	L7.6	LUNEL	Reverse vers Vidourle avec rupture	droite	976,3	2,65	1,0	5,0	09/09/2002 avant 17 h
	L6.1	LUNEL	Amont Moulin des Aubes	droite	977,0	3,00	2,2	15,0	09/09/2002 avant 15 h
	L6.2	LUNEL	Amont Moulin des Aubes	droite	977,2	3,00	0,7	8,0	09/09/2002 avant 15 h
	G10	GALLARGUES	Seuil des Aubes	gauche	977,3	2,00	2,0	25,0	09/09/2002 avant 15 h
	G9	GALLARGUES	Aval seuil des Aubes	gauche	977,5	1,80	1,9	25,0	09/09/2002 avant 15 h
	L5	LUNEL	Aval Moulin des Aubes / Serres Horticoles	droite	977,6	2,50	2,4	8,0	09/09/2002 17:30
	L4	LUNEL	déversoir Mon Auberge	droite	978,1	1,80	1,8	12,0	09/09/2002 17:00
	G15	GALLARGUES	Amont Maison familiale	gauche	978,2	2,00	2,0	20,0	09/09/2002 17:30
	M1	MARSILLARGUES	Cimetière	droite	981,5	3,50	3,5	25,0	09/09/2002 06:00
	A1	AIMARGUES	Amont Château de Teillan	gauche	982,8	2,50	4,0	25,0	09/09/2002 12:00
M2	MARSILLARGUES	Mas du Juge	droite	987,2	4,50	3,7	30,0	09/09/2002 06:00	
Principaux DEVERSEMENTS / REVERSES sans ruptures	n°	Commune	Secteurs	Rive	Nature	Hauteur de la digue (m)	Longueur de déversement approx. (m)	Heure	
	Dev_L4	LUNEL	déversoir Mon Auberge	droite	Déversement	-1,1	70	du 9/9/02 12h au 10/9/02 3 h	
	Dev_L7	LUNEL	La Jassette	droite	Déversement	qq cm	300 muni		
	Rev_G0	GALLARGUES	Aval moulin Vendran	gauche	Reverse	1,2	-		
	Rev_G1	GALLARGUES	Amont voie SNCF	gauche	Reverse	-	-		
	Rev_G2	GALLARGUES	Amont voie SNCF	gauche	Reverse	-	-		
	Dev_G0	GALLARGUES	Déversoirs + par dessus digues	gauche	Déversement	maxi 0,8	1 300	Déversements généralisés	
	Dev_G1	GALLARGUES	Aval canal BRL	gauche	Déversement	0,4	-		
	Dev_G9	GALLARGUES	Moulin Rout	gauche	Déversement	0,1	-		
	Dev_G8	GALLARGUES	Amont maison Familiale	gauche	Déversement	0,1	225		
	Dev_A1	AIMARGUES	Amont ancienne VF	gauche	Déversement	-	280		
	Dev_A2	AIMARGUES	Mas de Borrner - Mas de Teillan	gauche	Déversement	-	700	A partir de 10 h le 9/9/02	
	Dev_A3	AIMARGUES	Mas de Praviel	gauche	Déversement	-	150		
	Dev_M1	MARSILLARGUES	Branche de Tamariguières	droite	Déversement	-	sur barrage		

Plus : nombreuses dégradations de crête de digues particulièrement sur Gallargues et Aimargues, amorces de renard ou de brèche, glissements de berges sur tout le linéaire.
En rouge - données avec incertitudes importantes

Inventaires des brèches et des principaux déversements – Crue de Septembre 2002

Conditions aux limites

Les données mesurées permettent dans certains cas de spécifier quantitativement dans le temps les conditions, par exemple pour le Vidourle :

- à l'amont de l'A9, l'hydrogramme du Vidourle reconstitué par BRL 03 ;
- à l'aval, les niveaux marins observés.

3.1.5.2 Triangle d'eau " (BCEOM - EGIS 2000) pour le Razil et le Rhône

Pour le Rhône

La crue historique du Rhône de 1988, de débit de pointe environ 450 m³/s à Vergéze, supérieure à la crue centennale, a été simulée dans les conditions de la topographie, des digues et des ouvrages à la date de l'étude du BCEOM

En effet depuis cette crue (1988) de nombreux aménagements ont été réalisés, pour ne citer que les principaux :

- digues en rive gauche sur les communes de Vergéze et Codognan
- reconstruction du pont de l'Hôpital emporté par la crue
- parapets en béton séparant les voies de la RD 979
- réhaussement des digues et des parapets de protection du Cailar

Sur les communes de Vergéze et Codognan, le lit mineur fait transiter 100 à 150 m³/s, sur un débit total de 450 m³/s environ. La plus grosse partie du débit déborde donc, aux principaux points suivants:

- en amont de la RD 137, en rive droite (environ 180 m³/s) avec submersion de la RD 1, et en rive gauche (environ 120 m³/s) avec inondation des habitations
- entre la RD 137 et la voie SNCF, en rive droite (débit débordé: 170 à 200 m³/s), et en rive gauche jusqu'à la digue et derrière la digue (environ une dizaine de m³/s vers les habitations derrière la digue, les débordements se produisant au départ de la digue)
- entre la voie SNCF et la RN 113, en rive droite (débit débordé environ 250 m³/s), avec une surverse sur la RD 1, et en rive gauche sur la digue, surtout en aval du chemin de la Monnaie (30 à 40 m³/s dans le centre de Codognan)

Entre la RN 113 et le canal BRL, les débordements se font en rive droite et en rive gauche vers les

lotissements.

Les débordements surviennent sur le canal BRL, et, en aval du canal, le débit de pointe est écrêté à 350 m³/s environ.

Entre le canal BRL et le pont de l'Hôpital (reconstruit depuis la crue historique), le débit de pointe passe de 350 m³/s à environ 300 m³/s, avec un très large débordement en rive droite, jusqu'au niveau de la RN 113.

Du pont de l'Hôpital à la RN 572, le débit de pointe passe de 300 à environ 220 m³/s, avec un déversement d'environ 20 m³/s sur la RD 979 vers Aimargues (ce déversement est plus faible que lors de la crue historique, du fait des murs en béton séparateurs de la RD 979 qui bloquent les débordements qui s'étaient produits vers Aimargues au niveau du Mas d'Andron).

Les débordements sur la RN 572, en rive gauche, regagnent pour la majeure partie le Rhône en aval, et pour une part plus faible (environ 20 m³/s) surverse sur la digue nord du Cailar.

Dans la traversée du Cailar, le Rhône transite environ 45 m³/s, et la dérivation du Rhône un peu plus de 20 m³/s (avec les vannes de Surville ouvertes).

Pour le Razil

Le Razil déborde toujours en amont au niveau de l'ouvrage sous la RD 142, les débordements s'écoulant vers le sud en longeant les chemins jusqu'à la RN 113 au droit du Mas Melon. D'autres débordements se produisent en amont en rive droite entre la RD 432 et la voie SNCF, ces débordements ne regagnent pas le lit mineur et s'écoulent vers l'ouest.

3.1.5.3 - L'étude de détermination de l'aléa de référence du Rhône sous maîtrise d'ouvrage de la DREAL Rhône Alpe (DREAL RA - EGIS 2009)

L'aléa de référence, a été défini sous la maîtrise d'ouvrage de la DREAL de Bassin Rhône-Alpes en s'appuyant sur les débits et hydrogrammes de la crue historique de 1856 (12 500 mètres cubes à la station de Beaucaire) aux conditions actuelles d'écoulement du Rhone.

A la différence de la méthode utilisée pour déterminer l'aléa de référence sur l'essentiel du cours du Rhône à partir des niveaux en lit mineur et de l'analyse des conditions de débordement en lit majeur, en aval de Beaucaire-Tarascon et dans le secteur de Camargue, la configuration du lit majeur du Rhône « en toit », nécessite une méthode adaptée qui est un modèle à casiers. En effet, l'espace deltaïque est caractérisé par une pente très faible du fleuve et des apports solides importants d'alluvions et de sédiments. Le fleuve forme alors plusieurs méandres que l'intervention de l'homme a tenté de fixer à l'aide d'endiguements, responsables également d'une élévation du lit mineur par rapport au lit majeur.

Cette morphologie explique que toutes les crues importantes se sont accompagnées de ruptures de digues en général imprévues et assez aléatoires générant le déversement de volumes importants dans le delta du Rhône : inondation généralisée du delta en 1856, inondation de la Camargue insulaire et de la Grande Camargue en 1993, inondation de la Camargue insulaire et de la Camargue Gardoise en 1994, inondation de la plaine d'Aramon en 2002, inondation de la Camargue Gardoise et d'Arles en 2003.

Selon la doctrine nationale, l'aléa dans le lit majeur protégé par des digues doit correspondre à une propagation de la crue avec l'effacement complet des digues. Ces digues constituent un seul système de protection opérant pour chacune des rives sur l'ensemble du lit majeur. Dans la configuration « en toit » du delta du Rhône, l'effacement des digues conduit à une situation très particulière : le débit du lit mineur se déverse rapidement en rive droite et en rive gauche à l'entrée du Delta (immédiatement en aval de Beaucaire-Tarascon) et un volume considérable recouvre ce secteur; plus en aval, le niveau du Rhône est très abaissé et il n'y aurait plus que des débordements très limités, notamment en Camargue insulaire. Cette méthode s'avère peu adaptée au zones de delta.

Pour déterminer l'aléa de référence en prenant en considération le mode de propagation particulier des crues dans le delta du Rhône, la méthode s'appuie sur l'hydrogramme de la crue de 1856 à Beaucaire et sur le modèle à casiers de Beaucaire à la mer, élaboré dans le cadre de l'étude globale Rhône (EGR) et actualisé après la crue de décembre 2003, permettant de simuler la réalité des écoulements actuels. Pour rendre compte des ruptures de digues systématiques en cas de crues sans multiplier à l'infini des scénarios qui seraient propres à chaque ouvrage de protection, l'étude

Egis-eau sous maîtrise d'ouvrage de la DREAL RA consiste à modéliser des ensembles de déversements à partir de la des retours d'expériences historiques sur les brèches constatées sur trois secteurs traités de manière indépendante :

- secteur A : inondation de la Camargue gardoise,
- secteur B : inondation de la Camargue insulaire,
- secteur C : inondation de la rive gauche du Rhône.

Chaque scénario de référence retenu sur chacun des trois secteurs est issu d'une unique modélisation globale et homogène sur le secteur, déversant dans la plaine des volumes d'eau comparable à ceux observables pour une crue de type 1856. Au regard de la complexité du fonctionnement hydraulique et de la multitude de possibilités de brèches qui peuvent se former en cas de crue, plusieurs scénarios ont été testés sur chacun des trois secteurs A, B, et C. Les caractéristiques des brèches (nombre, dimensions, vitesses de rupture) ont été basées sur l'analyse des scénarios historiques. Les niveaux de submersion sont observés à une distance raisonnable des digues pour obtenir un lissage des effets localisés résultant de la position du déversement. Ils sont également alimentés par les déversements linéaires modélisés sur l'ensemble des digues qui n'assurent pas une protection suffisante. Le résultat de cette modélisation a donc fourni pour chacun des casiers identifiés dans le modèle un niveau NGF correspondant au niveau maximal atteint par les eaux pendant la durée du scénario de crue de référence. Ces modélisations permettent de retrouver l'enveloppe historique de la crue de 1856, dont le périmètre est bien connu à partir du Plan des zones inondables (PZI) de 1911. L'étude renseigne, de plus, les niveaux d'eau que l'on constaterait aujourd'hui pour des volumes déversés comparables à ceux de la crue de 1856. La comparaison de ces niveaux de submersion et de la topographie la plus récente fournit les hauteurs d'eau et la classe d'aléa pris en compte dans le PRRI.

La synthèse des résultats sur les trois secteurs A, B et C doit être lue de la manière suivante : « pour chaque point de la zone inondable et dans une configuration particulière - mais réaliste - de ruptures de digues, la crue de référence peut provoquer des hauteurs d'eau correspondant à celles indiquées sur la carte d'aléa. » Par contre, une seule crue comparable à la crue de référence ne provoquera pas simultanément en tout point de la carte d'aléa couvrant les trois secteurs de telles hauteurs d'eau. Enfin, les niveaux de submersion calculés sont significativement différents des niveaux de crue en lit mineur – niveaux inférieurs du fait de la configuration de lit en toit - et correspondent mieux aux objectifs de prévention.

L'étude a aussi permis de modéliser les effets de chaque brèche prise isolément. Les résultats sont localement comparables par rapport à ceux correspondant à des brèches multiples, par contre, ils rendent mal compte de la situation globale des écoulements à l'échelle d'un secteur, du fait de l'insuffisance des volumes déversés à travers une seule brèche. Enfin, parmi les différents scénarios à brèches multiples qui ont été modélisés, les résultats sont convergents, à quelques dizaines de centimètres près pour des hauteurs d'eau importantes, de plus d'1m50. En effet, il est à noter que ce sont les volumes déversés plutôt que la localisation des déversements qui ont un impact sur l'aléa.

3.1.5.4 Résultat de modélisation et aléa

Influence du Vidourle

L'aléa du Vidourle est issu de l'analyse présentée ci-avant sur les zones urbaines, et des cotes du modèle hydraulique actualisé pour le reste du territoire de la commune.

L'aléa est illustré par classes de hauteur d'eau :

- De 0 à 0,5 m ;
- De 0,5 à 1 m ;
- De 1 à 2 m ;

- Supérieur à 2 m.

Les résultats graphiques de ces résultats de modélisation sont présentés sur l'atlas cartographique des aléas : indications des cotes d'eau maximum (m NGF) et la crue de référence septembre 2002 pour chaque profil.

L'aléa résiduel présenté est le différentiel entre la surface de territoire concernée par le lit majeur hydrogéomorphologique et la surface de territoire concernée par la définition de l'aléa précédemment défini.

Note : la modélisation hydraulique a fait ressortir des secteurs où la zone inondée est inférieure à celle tracée par la DIREN suite à l'événement de 2002 (échelle de validation au 1/25000ème).

Influence du Rhône

L'inondation par influence du Rhône est caractérisée par deux sources d'informations :

- Plan des Zones Naturelles Submersibles (PZS) tracé à partir des informations de terrain disponibles en 1856 ;
- Zones Inondables en 2003 définies selon 4 sources (Rhône, Petit Rhône, impluvium et ruissellements).

Ces informations ont été reportées sur les cartographies d'aléa d'Aimargues et de Saint Laurent d'Aigouze.

Influence du Rhône

L'inondation par influence du Rhône est caractérisée par deux sources d'informations :

- Cartographies d'aléa du Rhône suivant la définition du PPRi Rhône datant de 1996 (base d'information BCEOM) : événement centennal uniquement retenu sur Aimargues alors que la crue de 1988 possède un caractère supérieur à centennal ;
- Etude « Triangle d'Eau » du BCEOM suivant un événement type 1988 du Rhône.

Seule cette dernière information a été reportée sur les cartographies d'aléa d'Aimargues.

Zone de sécurité en arrière des digues

L'analyse de l'aléa faite au travers du PPRi se doit également d'inclure et de qualifier le risque en arrière de digues : il est proposé d'appliquer les zones de sécurité de 400 m en arrière de digue.

3.1.5.5 Synthèse et description générale des aléas de crue

La connaissance de l'aléa inondation s'est donc basée sur le croisement de plusieurs approches :

La délimitation de la crue historique de 2002, qui s'avère être la plus forte crue connue ; cette délimitation a pu être précisée ou complétée lors des enquêtes réalisées dans le cadre de l'élaboration du présent dossier de PPR.

La délimitation du lit majeur des cours d'eau par approche géomorphologique, qui est globalement très cohérente avec l'approche précédente, et permet :

- de disposer ponctuellement d'une enveloppe de crue supérieure à la précédente correspondant à un événement très exceptionnel (dans de rares cas),
- de disposer d'une analyse sur les cours d'eau où la crue de 2002 n'a pas été délimitée en l'absence de témoignages, et où il n'y a pas eu de modélisations hydrauliques, c'est-à-dire sur les zones amont rurales et naturelles.

La délimitation des aléas issus des modélisations hydrauliques du débit de référence, avec zonage de plages de hauteurs de submersion.

Cette cartographie permet de disposer des hauteurs de submersion et d'affiner la connaissance de l'aléa, notamment sur les zones à enjeu couvertes par des plans topographiques détaillés.

4 Dispositions réglementaires

A partir du travail d'identification des risques, le PPR a vocation à traduire ces éléments en règles visant à :

- interdire certains **projets** ou les autoriser sous réserve de prescription, en délimitant les zones exposées aux risques ou les zones qui ne sont pas directement exposées au risque mais où des aménagements pourraient aggraver les risques ou en provoquer de nouveaux,
- définir les **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,
- Définir des mesures relatives à l'aménagement, l'utilisation, ou l'exploitation des constructions, ouvrages, espaces **existants** à la date d'approbation du plan, qui doivent être prises par les propriétaires, exploitants ou utilisateurs.

Pour ce faire, les objectifs du PPR visent à :

- **Assurer la sécurité des personnes**, en interdisant les implantations humaines dans les zones les plus dangereuses où la sécurité des personnes ne peut être garantie
- **Ne pas augmenter les enjeux exposés**, en limitant strictement l'urbanisation et l'accroissement de la vulnérabilité dans les zones inondables
- **Diminuer les dommages potentiels** en réduisant la vulnérabilité des biens et des activités dans les zones exposées et en aidant à la gestion de crise
- **Préserver les capacités d'écoulement et les champs d'expansion des crues** pour ne pas aggraver les risques dans les zones situées en amont et en aval.
- **Éviter tout endiguement ou remblaiement nouveau** qui ne serait pas justifié par la protection de lieux fortement urbanisés
- **Sauvegarder l'équilibre des milieux** dépendant des petites crues et la qualité des paysages souvent remarquables du fait de la proximité de l'eau et du caractère encore naturel des vallées concernées.

4.1 RÈGLES D'URBANISME

LES PRINCIPES

Par son volume, son implantation ou du fait des aménagements qui l'accompagnent (remblais, clôtures, ...), **toute opération de construction en zone inondable est de nature à contrarier l'écoulement et l'expansion naturelle des eaux, et à aggraver ainsi les situations à l'amont ou à l'aval.**

De plus, de façon directe ou indirecte, immédiatement ou à terme, **une telle opération tend à augmenter la population vulnérable en zone à risque.** Au delà de ces aspects humains et techniques, la présence de constructions ou d'activités en zone inondable accroît considérablement le coût d'une inondation pris en charge par la collectivité.

PRÉVENIR LES CONSÉQUENCES DES INONDATIONS

La mise en danger des personnes

C'est le cas notamment s'il n'existe pas de système d'alerte (annonce de crue) ni d'organisation de l'évacuation des populations, ou si les délais sont trop courts, en particulier lors de crues rapides ou torrentielles. Le danger se manifeste par le risque d'être emporté ou noyé en raison de la hauteur d'eau ou de la vitesse d'écoulement, ainsi que par la durée de l'inondation qui peut conduire à l'isolement de foyers de population.

=> La première priorité de l'État est donc de préserver les vies humaines.

Les dégâts aux biens (particuliers, collectivités, entreprises)

Les dégâts occasionnés par les inondations peuvent atteindre des degrés divers, selon que les biens ont été simplement mis en contact avec l'eau (traces d'humidité sur les murs, dépôts de boue) ou qu'ils ont été exposés à des courants ou coulées puissants (destruction partielle ou totale). Les dommages mobiliers sont plus courants, en particulier en sous-sol et rez-de-chaussée. Les activités (industries) et l'économie sont également touchées en cas d'endommagement du matériel, pertes agricoles, arrêt de la production, impossibilité d'être ravitaillé... A titre d'exemple, la seule crue de 2002 s'est traduite dans le Gard par plus de 7200 logements sinistrés dont 1500 inondés par plus de 2m d'eau, 3000 entreprises touchées, plus de 800 M€ de dégâts.

- La deuxième priorité est donc de réduire le coût des dommages liés à une inondation pour la collectivité nationale qui assure, au travers de la loi sur l'indemnisation des catastrophes naturelles (articles L121-16 et L125-1 et suivants du code des assurances), une solidarité **L'interruption des communications** : en cas d'inondation, il est fréquent que les voies de communication (routes, voies ferrées...) soient coupées, interdisant les déplacements de personnes ou de véhicules.
- Par ailleurs, **les réseaux enterrés ou de surface** (téléphone, électricité...) peuvent être perturbés. Or, tout ceci peut avoir des conséquences graves sur la diffusion de l'alerte, l'évacuation des populations et l'organisation des secours.

LIMITER LES FACTEURS AGGRAVANT LES RISQUES

Les facteurs aggravants sont presque toujours liés à l'intervention de l'homme. Ils résultent notamment de :

- **L'implantation des personnes et des biens dans le champ d'inondation** : non seulement l'exposition aux risques est augmentée mais, de plus, l'imperméabilisation des sols due à l'urbanisation favorise le ruissellement au détriment de l'infiltration et augmente l'intensité des écoulements. L'exploitation des sols a également une incidence : la présence de vignes (avec drainage des eaux de pluie sur les pentes) ou de champs de maïs plutôt que des prairies contribue à un écoulement plus rapide et diminue le temps de concentration des eaux vers l'exutoire.
- **La défaillance des dispositifs de protection** : le rôle de ces dispositifs est limité. Leur efficacité et leur résistance sont fonction de leur mode de construction, de leur gestion et de leur entretien, ainsi que de la crue de référence pour laquelle ils ont été dimensionnés. En outre, la rupture ou la submersion d'une digue peut parfois exposer davantage la plaine alluviale aux inondations que si elle n'était pas protégée.
- **Le transport et le dépôt de produits indésirables** : il arrive que l'inondation emporte puis abandonne sur son parcours des produits polluants ou dangereux, en particulier en zone urbaine. C'est pourquoi il est indispensable que des précautions particulières soient prises concernant leur stockage.
- **La formation et la rupture d'embâcles** : les matériaux flottants transportés par le courant (arbres, buissons, caravanes, véhicules...) s'accumulent en amont des passages étroits au point de former des barrages qui surélèvent fortement le niveau de l'eau et, en cas de rupture, provoquent une onde puissante et dévastatrice en aval.
- **La surélévation de l'eau en amont des obstacles** : la présence de ponts, remblais ou murs dans le champ d'écoulement provoque une surélévation de l'eau en amont et sur les côtés qui accentue les conséquences de l'inondation (accroissement de la durée de submersion, création de remous et de courants...)

4.2 ZONAGE RÉGLEMENTAIRE

L'article L.562-1 du code de l'Environnement définit deux grands types de zones : les zones directement exposées aux risques (appelées ici zones de danger) et les zones non directement exposées (appelées ici zones de précaution).

Les zones de danger sont constituées des zones d'aléa fort.

Les zones de précaution sont constituées d'une part des zones d'aléa modéré et d'autre part des zones situées entre la crue de référence et l'enveloppe du lit majeur où la probabilité d'inondation est plus faible mais où des aménagements sont susceptibles d'être exposés ou peuvent augmenter le risque sur les zones inondables situées à l'aval.

Le zonage et son règlement associé ont vocation à traduire ces priorités en s'imposant aux projets futurs dans une logique essentiellement préventive.

Il consiste à croiser l'aléa de crue et les enjeux d'occupation des sols afin de définir des zones de réglementation notamment en matière d'urbanisme.

QUALIFICATION DE L'ALÉA :

Sur le secteur d'étude du PPRI, deux types de crue suivant le cours d'eau. Le Vidourle mais aussi le Rhône et le Razil sont des cours d'eau générant des crues rapides. Ces crues se caractérisent par une montée des eaux rapides ce qui implique un délai de prévenance et d'alerte très court.

Le Rhône quant à lui génère des débordements avec un temps de réponse plus lent, ses crues sont donc qualifiées de crues lentes.

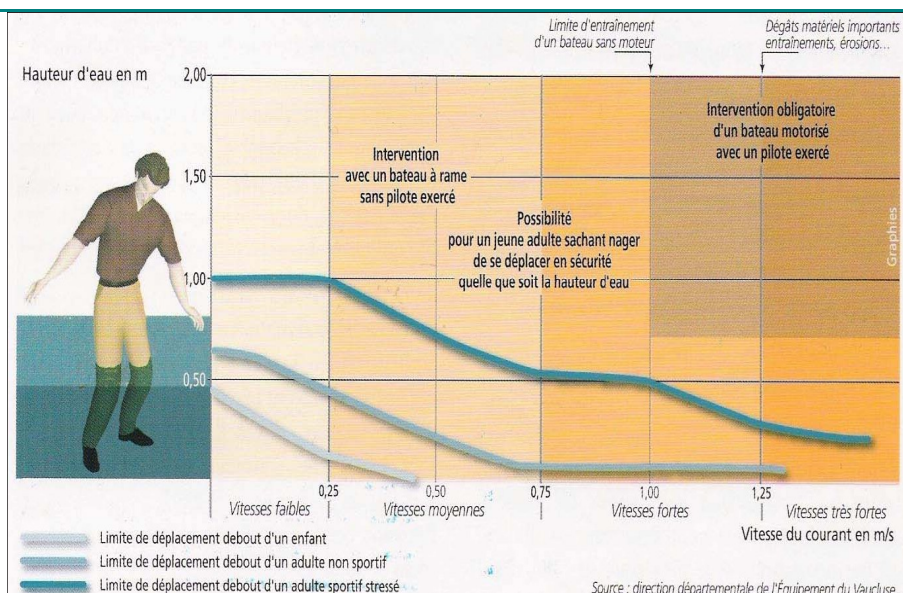
Selon le type de débordement, le seuil entre l'aléa modéré et fort est différent.

Pour les crues rapides:

a) L'aléa est qualifié de fort lorsque les hauteurs d'eau dépassent 0.5 m.

En effet, on considère que le risque pour les personnes est lié principalement aux déplacements :

- routiers (véhicules emportés en tentant de franchir une zone inondée) :
 - à 0,5 m. une voiture peut être soulevée par l'eau et emportée par le courant, aussi faible soit-il,
 - 0,5 m. est aussi la limite de déplacement des véhicules d'intervention classiques de secours,
- pédestres : des études basées sur des retours d'expérience des inondations passées, menées par des services de secours (équipements, pompiers, services municipaux,...) montrent qu'à partir de 0,5 m. d'eau un adulte non entraîné et, a fortiori des enfants, des personnes âgées ou à mobilité réduite, sont mis en danger :
 - Fortes difficulté dans leur déplacement,
 - Disparition totale du relief (trottoirs, fossés, bouches d'égout ouvertes, ...),
 - stress



Ce type d'aléa correspond également aux zones d'écoulement principal, qu'il s'agit de préserver prioritairement de manière à ne pas aggraver les conditions d'écoulement.

b) L'aléa est qualifié de modéré lorsque les hauteurs d'eau sont inférieures à 0.5 m.

Il s'agit de zones d'expansion de crue où le risque, en terme de fréquence de submersion, de hauteur d'eau et de vitesse de courant y est moins important. Ces zones ne sont donc pas en principe concernées par les crues courantes, mais ont été ou seront submergées lors des crues rares ou exceptionnelles. Dans ce cas, elles jouent un rôle essentiel de stockage et leur caractère naturel doit être préservé.

- c) **L'aléa est qualifié de résiduel** dans les secteurs qui ne sont pas directement exposés aux risques d'inondation au regard de la crue de référence, mais susceptibles d'être mobilisés pour une crue supérieure à la crue de référence. Ils jouent un rôle majeur de stockage de ces crues. En limite d'aléa calculé par modélisation, l'approche géomorphologique ou la crue historique peuvent délimiter une zone plus large que le calcul hydraulique. Le risque y est inférieur à celui de la zone modérée et des projets d'urbanisation peuvent y être envisagés dans les zones urbanisées, tout en conservant la capacité de stockage dans les zones non urbanisées.

Pour les crues lentes du Rhône:

Au regard de la zone inondable de la crue de référence, l'aléa est considéré comme fort, lorsque la hauteur de submersion dépasse 1 mètre (soulèvement des véhicules, impossibilité d'accès des secours), notamment justifié par les délais plus importants de prévenance et de secours.

Lorsque la hauteur de submersion par rapport au terrain naturel est inférieure à 1 m, l'aléa sera qualifié de modéré.

Cas particulier de l'aléa à l'arrière des digues :

Dans les espaces protégés par les digues, l'aléa d'inondation peut se manifester :

- par surverse

> Le « débit de protection de la vallée » ou « débit capable » ou « débit de projet », qui est contenu dans le lit endigué en laissant un revanche suffisante pour la sûreté de la digue.

> Le « débit de danger » est le débit maximal avant déversement.

- par rupture : une ruine de l'ouvrage peut rapidement découler

> d'une surverse sur les points bas de l'ouvrage ;

> d'un défaut d'étanchéité ou de stabilité de l'ouvrage lors la montée des eaux de crue.

Dans tous les cas l'envahissement par les eaux des terrains en arrière des digues est rapide et peut s'étendre sur tous les espaces qui seraient inondables en l'absence de digues.

Les espaces compris dans une bande en arrière des digues seront systématiquement classés en aléa fort, sur une bande de sécurité de 400 m en zone non urbanisée et 100m en zone urbaine afin de préserver pour l'avenir toute possibilité de renforcement et de protéger le secteur où les vitesses seront les plus dévastatrices en cas de rupture.

Conformément à l'article L 562-1 du code de l'environnement, le territoire couvert par le présent PPR inondation distingue deux types de zones au regard de l'aléa :

□ Les zones directement exposées aux risques, appelées ici « zones de dangers », comprennent :

- **Les zones d'aléa fort** : ce sont les zones où la hauteur d'eau, pour la crue de référence, est supérieure à 0,50 m pour les crues rapides et 1m pour les crues lentes . Elles sont de couleur rouge sur le plan de zonage.
- **Les zones en contrebas d'une digue** situées dans une bande de 400m en zone non urbanisée et 100 m en zone urbanisée.

□ Les zones appelées ici « zones de précaution », comprennent :

- **Les zones d'aléa modéré** : ce sont les zones où la hauteur d'eau pour la crue de référence est inférieure ou égale à 0,50 m pour les crues rapides et 1m pour les crues lentes. Elles sont de couleur bleue marine en secteur urbanisé, ou rouge en secteur non urbanisé, sur le plan de zonage.
- **Les zones d'aléa résiduel** : ce sont les zones de l'enveloppe hydrogéomorphologique, où la hauteur d'eau pour la crue de référence est nulle. Pour autant, situées dans le lit majeur de la rivière, elles sont exposées à un risque résiduel en cas de crue supérieure à la crue de référence, ou de dysfonctionnement hydraulique. Elles sont de couleur bleue claire en secteur urbanisé sur le plan de zonage ou orangé en secteur non urbanisé.

CROISEMENT DE L'ALÉA ET DES ENJEUX

Dans la carte de **zonage**, les couleurs sont associées au principe général régissant la zone :

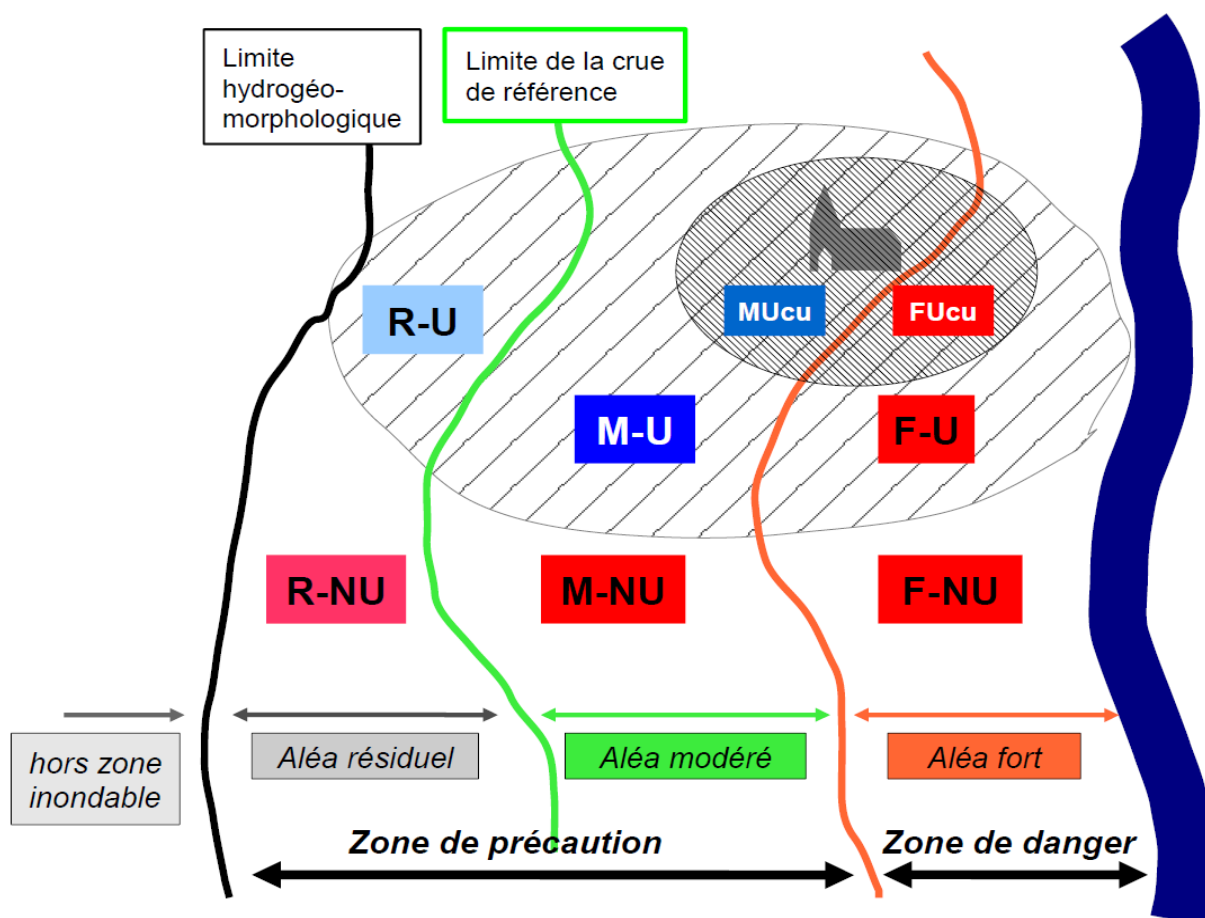
- en **rouge** les zones soumises à interdiction, avec un principe général d'inconstructibilité,
- en **bleu** les zones soumises à prescription.

Enjeu Aléa	Fort (zones urbaines : U)		Faible (zones non urbaines : NU)
	Centre urbain Ucu*	Autres zones urbaines U	
Fort (F)	Zone de danger F-Ucu*	Zone de danger F-U	Zone de danger F-NU
Modéré (M)	Zone de précaution M-Ucu*	Zone de précaution M-U	Zone de précaution M-NU
Résiduel (R)	Zone de précaution R-Ucu*	Zone de précaution R-U	Zone de précaution R-NU

[illegible]

* si défini

Le schéma de principe suivant est un exemple (cas d'un secteur non endigué) qui permet de visualiser les zones de danger et de précaution, les délimitations des enjeux et des aléas, et le zonage résultant :



PRINCIPES RÉGLEMENTAIRES DE CHAQUE ZONE

En fonction de l'intensité de l'aléa et de la situation au regard des enjeux, 6 zones inondables ont donc été identifiées. Les principes de prévention retenus sont les suivants :

- **la zone F-U** : zone urbanisée inondable par un aléa fort. Il convient de ne pas augmenter les enjeux (population, activités) en permettant une évolution minimale du bâti existant pour favoriser la continuité de vie et le renouvellement urbain, et en réduire la vulnérabilité. Lorsqu'un zonage spécifique a été identifié pour le centre urbain dense, la zone correspondante d'aléa fort, dénommée F-Ucu, permet de concilier les exigences de prévention visées dans la zone F-U et la nécessité d'assurer la continuité de vie et le renouvellement urbain.

Compte tenu des hauteurs d'eau potentielles dans cette zone, elle est qualifiée de zone de danger. Règlementairement, le principe associé est l'interdiction de toute construction nouvelle.

- **la zone F-NU**, zone non urbanisée inondable par un aléa fort. Il convient de ne pas implanter de nouveaux enjeux (population, activités...) dans ces zones de danger ; sa préservation permet de préserver les capacités d'écoulement ou de stockage des crues, en n'augmentant pas la vulnérabilité des biens et des personnes.

Compte tenu des hauteurs d'eau potentielles dans cette zone, elle est qualifiée de zone de danger. Règlementairement, le principe associé est l'interdiction de toute construction nouvelle.

- **la zone M-U**, zone urbanisée inondable par un aléa modéré. Compte tenu de l'urbanisation existante, il convient de permettre la poursuite d'un développement urbain compatible avec l'exposition aux risques, notamment par des dispositions constructives. Lorsqu'un zonage spécifique a été identifié pour le centre urbain dense, la zone correspondante d'aléa modéré, dénommée M-Ucu, permet de concilier les exigences de prévention visées dans la zone M-U et la nécessité d'assurer la continuité de vie et le renouvellement urbain.

Compte tenu des hauteurs d'eau potentielles dans cette zone, elle est qualifiée de zone de précaution. Règlementairement, l'objectif associé est de permettre un développement urbain prenant en compte l'exposition au risque de façon à ne pas augmenter la vulnérabilité. On permet donc la réalisation de travaux et projets nouveaux en secteur urbain, sous réserve de certaines interdictions ou conditions.

- **la zone M-NU**, zone non urbanisée inondable par un aléa modéré. Sa préservation permet de ne pas accroître le développement urbain en zone inondable et de maintenir les capacités d'écoulement ou de stockage des crues, de façon à ne pas aggraver le risque à l'aval.

Compte tenu des hauteurs d'eau potentielles dans cette zone, elle est qualifiée de zone de précaution. Règlementairement, l'objectif associé est de préserver les zones d'expansion de crue non urbanisées, avec pour principe l'interdiction de toute construction nouvelle susceptible d'aggraver le risque existant, d'en provoquer de nouveaux, de favoriser l'isolement des personnes ou d'être inaccessible aux secours. Quelques dispositions sont cependant introduites pour assurer le maintien et le développement modéré des exploitations agricoles.

- **la zone R-U**, zone urbanisée exposée à un aléa résiduel en cas de crue supérieure à la crue de référence. Son règlement vise à permettre un développement urbain compatible avec ce risque résiduel. Lorsqu'un zonage spécifique a été identifié pour le centre urbain dense, la zone correspondante d'aléa résiduel, dénommée R-Ucu, permet de concilier les exigences de prévention (calage des planchers) visées dans la zone R-U et la nécessité d'assurer la continuité de vie et le renouvellement urbain.

Compte tenu des hauteurs d'eau potentielles dans cette zone, elle est qualifiée de zone de précaution. Règlementairement, l'objectif associé est de permettre le développement urbain en

tenant compte du risque résiduel en cas de crue supérieure à la crue de référence et de la nécessité de ne pas aggraver l'inondabilité des zones inondables.

- **la zone R-NU**, zone non urbanisée exposée à un aléa résiduel en cas de crue supérieure à la crue de référence. Sa préservation permet de ne pas accroître le développement urbain en zone potentiellement inondable et de maintenir des zones d'expansion des plus fortes crues, de façon à ne pas aggraver le risque à l'aval.

Compte tenu des hauteurs d'eau potentielles dans cette zone, elle est qualifiée de zone de précaution. Règlementairement, l'objectif associé est de ne pas étendre l'urbanisation afin de conserver des possibilités d'expansion aux fortes crues. Le principe est donc de maintenir ces zones sans nouvelles constructions, en aménageant des dispositions pour le développement des activités agricoles.

4.3 MESURES DE PRÉVENTION, DE PROTECTION ET DE SAUVEGARDE ET RÈGLES DE CONSTRUCTION ET MESURES SUR L'EXISTANT

Le règlement du PPRi intègre également des mesures de prévention, de protection et de sauvegarde, et des règles de construction et des mesures sur l'existant, qui sont brièvement évoquées ci-après.

4.3.1 Mesures de prévention, de protection et de sauvegarde

Instaurées au 3^{ème} alinéa de l'article L562-1 du code de l'environnement, ces mesures ont pour objectif la préservation des vies humaines par des actions sur les phénomènes ou sur la vulnérabilité des personnes. Certaines relèvent des collectivités publiques dans le cadre de leurs compétences, d'autres sont à la charge des individus. Elles concernent aussi bien les projets de construction, d'aménagements ou d'activités que les biens et activités existants.

Les mesures de prévention visent à réduire l'impact d'un phénomène sur les personnes et les biens, à améliorer la connaissance et la perception du risque par les populations et les élus et à anticiper la crise.

À cette fin, plusieurs dispositions peuvent être prises, telles que notamment :

- la réalisation d'études spécifiques sur les aléas (hydrologie, modélisation hydraulique, hydrogéomorphologie, atlas des zones inondables, etc.) ;
- la mise en place d'un système de surveillance et d'annonce ;
- l'élaboration d'un plan de gestion de crise aux niveaux départemental et communal, tel qu'il est prévu dans le plan communal de sauvegarde (PCS) ;
- la mise en œuvre de réunions publiques d'information sur les risques, élaboration de documents d'information tels que le document d'information communal sur les risques majeurs (DICRIM), etc. ;

Les mesures de protection ont pour objectif la réduction des aléas par la construction d'ouvrages sur les secteurs les plus exposés et les plus vulnérables, telles que notamment :

- bassins de rétentions dans les zones de ruissellement ;
- digues de protection pour protéger les secteurs densément urbanisés ;

- barrages écrêteurs de crue permettant de « retenir temporairement une partie du débit de la crue et de relâcher ensuite petit à petit le volume correspondant », ce qui réduit les effets de la crue sur la zone aval.

Les mesures de sauvegarde seront davantage axées sur la gestion de crise et regroupent l'ensemble des mesures de planification et de programmation.

4.3.2 Règles de construction et mesure sur l'existant

La vulnérabilité actuellement préoccupante des biens existants en zone inondable a suscité la prise en compte par le législateur de nouvelles mesures lors de l'élaboration du PPRI. Ces mesures, appelées « mesures de mitigation » et issues du 4^{ème} alinéa de l'article L562-1 du code de l'environnement, ont pour objectif :

- d'assurer la sécurité des personnes (adaptation des biens ou des activités dans le but de réduire la vulnérabilité des personnes : zone refuge, travaux de consolidation d'ouvrages de protection).
- de réduire la vulnérabilité des biens (limiter les dégâts matériels et les dommages économiques).
- de faciliter le retour à la normale (adapter les biens pour faciliter le retour à la normale lorsque l'événement s'est produit : choix de matériaux résistants à l'eau, etc. ; atténuer le traumatisme psychologique lié à une inondation en facilitant l'attente des secours ou de la décrue, ainsi qu'une éventuelle évacuation dans des conditions de confort et de sécurité satisfaisante).

Pour les biens construits ou aménagés conformément aux dispositions du code de l'urbanisme et avant approbation du présent PPRI, les travaux relevant de certaines mesures individuelles sur le bâti sont désormais rendus obligatoires et ne s'imposent que dans la limite de 10% de la valeur vénale ou estimée du bien considéré à la date d'approbation du plan (article R.562-5 du code de l'Environnement)

La mise en œuvre de ces dispositions doit s'effectuer dans un délai maximum de 5 ans à compter de l'approbation du présent plan. A défaut de mise en œuvre de ces mesures dans les délais prévus, le préfet peut imposer la réalisation de ces mesures aux frais du propriétaire ou du gestionnaire.

L'article L.561-3 du code de l'environnement dispose que tous les travaux de mise en sécurité des personnes et de réduction de la vulnérabilité des biens peuvent bénéficier d'une subvention de l'État. Cette subvention issue du Fond de Prévention des Risques Naturels Majeurs, dit « Fond Barnier » vise à encourager la mise en œuvre de ces mesures et concerne :

- les particuliers (biens d'habitation) à hauteur de 40%
- les entreprises de moins de vingt salariés (biens à usage professionnel) à hauteur de 20%.

Ces mesures ne sont applicables qu'aux biens situés dans les zones soumis à l'aléa de référence, donc en F-U, F-NU, M-U, M-NU ainsi que dans les sous-secteurs de centre urbain (cu) de ces zones : F-Ucu, M-Ucu.

Le financement du fond de prévention des risques naturels majeurs est strictement lié au caractère obligatoire des mesures figurant dans le règlement du PPRI.

5 Déroulement de la procédure

5.1 CONCERTATION AVEC LES COMMUNES

Sont indiquées ci-après les principales réunions d'étape d'élaboration du PPRI. En revanche, plusieurs réunions bilatérales spécifiques à des projets ou à des dossiers particuliers n'ont pas été mentionnées ici bien que participant à la concertation générale aboutissant au PPRI.

Aimargues :

28/05/2008 : réunion de concertation aléa enjeux

11/06/2008 : transmission à la commune des projets de cartes aléas et enjeux

27/11/2008 : transmission des cartes d'enjeux modifiées

09/12/2010 : Réunions de concertation et transmission de la phase réglementaire

20/04/2011 : Réunion de concertation sur la phase réglementaire.

Saint Laurent d'Aigouze :

09/04/2008 : réunion de concertation aléa enjeux

16/04/2008 : transmission à la commune des projets de cartes aléas et enjeux

20/01/2009 : transmission des cartes d'enjeux modifiées

10/12/2010 : Réunions de concertation et transmission de la phase réglementaire

Gallargues le Montueux

01/07/2008 : réunion de concertation aléa enjeux

25/07/2008 : transmission des cartes d'enjeux modifiées

06/10/2008 : transmission du projet de zonage et de règlement

11/01/2011 : Réunions de concertation et transmission de la phase réglementaire modifiée

5.2 CONSULTATIONS ADMINISTRATIVES

5.3 ENQUÊTE PUBLIQUE

Méthode d'élaboration des PPRI (en jaune les phases techniques, en bleu, les phases administratives)

