

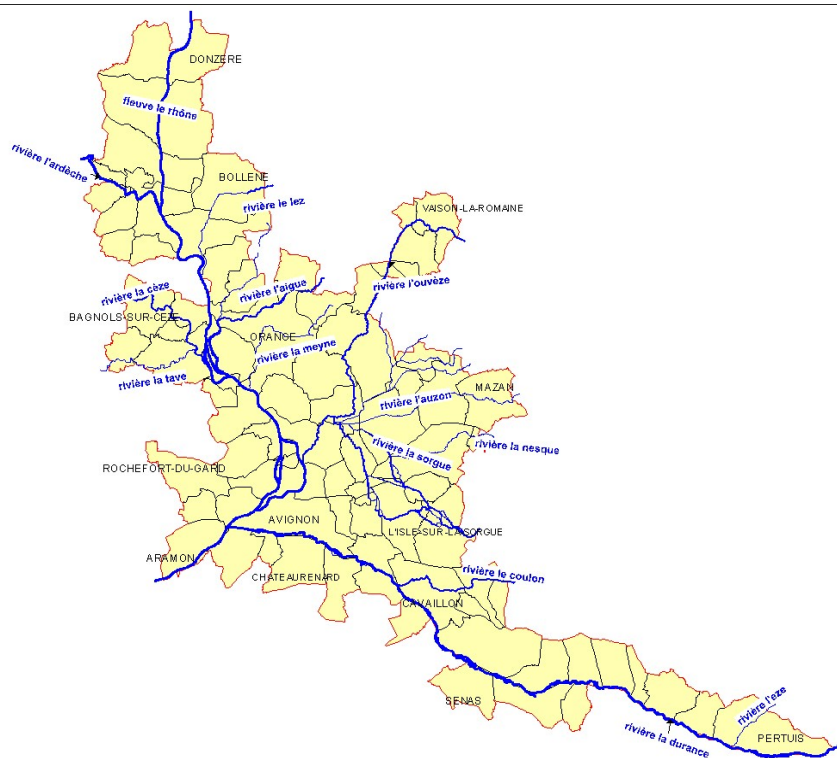
Directive Inondations

Bassin Rhône-Méditerranée

Territoire à Risque Important d'inondation (TRI) d'Avignon – Plaine du Tricastin – Basse Vallée de la Durance

Cartographie des surfaces inondables et des risques

--
Rapport explicatif



Ressources, territoires, habitats et logement
Énergies et climat Développement durable
Prévention des risques Infrastructures, transports et mer

Présent
pour
l'avenir

SOMMAIRE

| | |
|---|-----------|
| RÉSUMÉ NON TECHNIQUE..... | 5 |
| I.INTRODUCTION..... | 10 |
| II.PRÉSENTATION GÉNÉRALE DU TRI..... | 13 |
| 2.1 - Caractérisation du TRI d'Avignon – Plaine du Tricastin – Basse Vallée de la Durance | 13 |
| 2.2 - Phénomènes pris en compte pour la cartographie..... | 17 |
| 2.3 - Association technique des parties prenantes..... | 19 |
| III.CARTOGRAPHIE DES SURFACES INONDABLES DU TRI..... | 20 |
| 3.1 Débordement de cours d'eau..... | 20 |
| 3.1.1 Préambule : définition des événements « fréquent », « moyen » et « extrême »..... | 21 |
| 3.1.2 Le Rhône..... | 21 |
| 3.1.3 La Durance..... | 37 |
| 3.1.4 L'Ardèche | 42 |
| 3.1.5 Le Lez | 44 |
| 3.1.6 La Cèze | 48 |
| 3.1.7 L'Eze | 51 |
| 3.1.8 Le bassin Sud Ouest Mont Ventoux, l'Ouvèze et l'Aygue, la Meyne et le Rieu | 54 |
| 3.1.9 Récapitulatif des données utilisées..... | 57 |
| 3.2 Carte de synthèse des surfaces inondables | 59 |
| IV.CARTOGRAPHIE DES RISQUES D'INONDATION DU TRI | 60 |
| 4.1 Méthode de caractérisation des enjeux..... | 60 |
| 4. 2 Type d'enjeux caractérisés pour la cartographie des risques..... | 60 |
| 4.3 Précisions sur les enjeux cartographiés dans les cartes de risque | 63 |
| V.DOCUMENTS JOINTS | 64 |

Résumé non technique

Le territoire à risque important d'inondation d'Avignon – Plaine du Tricastin – Basse Vallée de la Durance

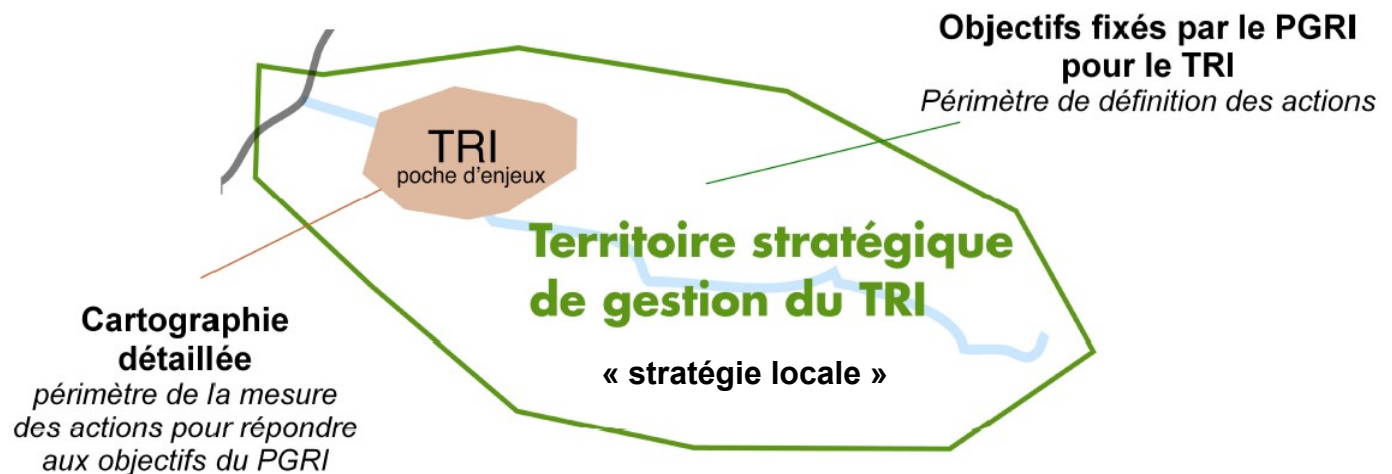
La sélection du territoire à risque important d'inondation d'Avignon – Plaine du Tricastin – Basse Vallée de la Durance implique la mise en œuvre de stratégies locales concertées.

La mise en œuvre de la Directive Inondation vise à fixer un cadre d'évaluation et de gestion des risques d'inondation à l'échelle du bassin Rhône-Méditerranée tout en priorisant l'intervention de l'État pour les territoires à risque important d'inondation (TRI).

31 TRI ont été arrêtés le 12 décembre 2012 sur le bassin Rhône-Méditerranée. Cette sélection s'est appuyée sur 3 éléments : le diagnostic de l'évaluation préliminaire des risques d'inondation (EPRI), l'arrêté national définissant les critères de sélection des TRI, la prise en compte de critères spécifiques à certains territoires du bassin en concertation avec les parties prenantes du bassin Rhône-Méditerranée.

L'identification des TRI obéit à une **logique de priorisation** des actions et des moyens apportés par l'État dans sa politique de gestion des inondations. À cet effet, les 31 TRI sélectionnés devront faire l'objet :

- d'ici fin 2013, d'une **cartographie** des surfaces inondables et des risques pour les phénomènes d'inondation caractérisant le territoire ;
- d'ici fin 2016, de **stratégies locales** de gestion des risques d'inondation dont les objectifs et le périmètre devront être identifiés d'ici 2014. Ces dernières nécessiteront un engagement des acteurs locaux dans leur élaboration s'appuyant notamment sur un partage des responsabilités, le maintien d'une solidarité amont-aval face aux risques, la recherche d'une synergie avec les autres politiques publiques.



Le territoire à risque important d'inondation a été sélectionné au regard des conséquences négatives susceptibles d'impacter son bassin de vie en cas de survenue des principaux phénomènes d'inondation possibles.

La sélection du TRI d'Avignon – Plaine du Tricastin – Basse Vallée de la Durance s'est appuyée en première approche sur l'arrêté ministériel du 27 avril 2012 qui demande de tenir compte, a minima, des impacts potentiels sur la santé humaine et l'activité économique de l'évaluation préliminaire des risques d'inondation (EPRI). Ce premier diagnostic macroscopique fait ressortir les enjeux dans l'enveloppe approchée des inondations potentielles (EAIP) pour les 6 indicateurs du tableau ci-dessous.

| | Impact sur la santé humaine | | | Impact sur l'activité économique | | |
|-----------------------------|--|--|---|----------------------------------|--------------------------|---|
| | Population permanente en EAIP (nb d'habitants) | Part de la population permanente en EAIP | Emprise de l'habitat de plain-pieds en EAIP (m ²) | Nombre d'emplois en EAIP | Part des emplois en EAIP | Surface bâtie en EAIP (m ²) |
| Débordements de cours d'eau | 402887 | 67,40% | 5655785 | 185063 | 76,20% | 48031632 |

Le périmètre du TRI, constitué de 90 communes, a été défini autour des bassins de vie d'Avignon, Orange et de la basse vallée de la Durance. Celui-ci a été précisé pour tenir compte notamment de la dangerosité des phénomènes .

Compte-tenu de l'état des connaissances disponibles sur le TRI, les cartographies des surfaces inondables et des risques ont été élaborées en totalité (pour les 3 types d'événements) pour les débordements du **Rhône, de la Durance, de l'Ardèche, du Lez , de la Cèze de l'Eze.**

Les cartographies des surfaces inondables des **Sorgues, la Nesque, de la Tave et du Coulon - Calavon** n'ont pu être réalisées dans ce premier cycle de mise en œuvre de la Directive Inondation, compte-tenu des délais contraints d'élaboration des cartes , du manque de données et du fonctionnement plutôt complexe de ces bassins versants.

Enfin concernant **l'Ouvèze, le bassin Sud Ouest Mont-Ventoux et l'Aygue, la Meyne et le Rieu,** seules les cartes des surfaces inondables de l'événement moyen ont été réalisées,. Elles reprennent les cartes d'aléas des PPRI approuvés sur ces bassins versants.

La cartographie du TRI d'Avignon – Plaine du Tricastin – Basse Vallée de la Durance

Objectifs généraux et usages

La cartographie du TRI d'Avignon – Plaine du Tricastin – Basse Vallée de la Durance, apporte un approfondissement de la connaissance sur les surfaces inondables et les risques pour les débordements des cours d'eau pré-cités pour 3 types d'événements (fréquent, moyen, extrême). De fait, elle apporte un premier support d'évaluation des conséquences négatives du TRI pour ces 3 événements en vue de la définition d'une stratégie locale de gestion des risques.

Elle vise en outre à enrichir le porter à connaissance de l'État dans le domaine des inondations et à contribuer à la sensibilisation du public. Plus particulièrement, le scénario « extrême » apporte des éléments de connaissance ayant principalement vocation à être utilisés pour préparer la gestion de crise.

Toutefois, cette cartographie du TRI n'a pas vocation à se substituer aux cartes d'aléa des plans de prévention des risques d'inondation (PPRI), lorsqu'elles existent sur le TRI, qui restent le document réglementaire de référence pour la maîtrise de l'urbanisation.

Principes d'élaboration de la cartographie des surfaces inondables par débordement de cours d'eau

Compte-tenu des délais imposés par le calendrier de mise en œuvre de la Directive Inondation, l'élaboration de la cartographie des surfaces inondables et des risques du TRI d'Avignon repose sur un principe ¹: **la mobilisation et l'utilisation des données et cartographies déjà existantes.**

Ainsi la DREAL PACA s'est appuyée sur les diverses études existantes, à sa connaissance, déjà validées et utilisées par ailleurs, notamment dans le cadre de l'élaboration des PPRI. Le recours à un outil de

¹ Rappelé dans le circulaire du 16 juillet 2012 relative à la mise en œuvre de la phase « cartographie » de la directive européenne relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation

modélisation simplifiée, appelé CARTINO², n'a eu lieu que dans les cas où aucune donnée n'avait pu être recensée ou exploitée.

En particulier, les différentes cartographies ont été élaborées de la manière suivante :

- pour l'événement fréquent : exploitation des études existantes (État, Syndicat du Lez, Syndicat de l'Eze, SMAVD ...), et à défaut modélisation simplifiée 1D confrontée au retour d'expérience et à la connaissance des acteurs locaux sur les crues de premiers débordements ;
- pour l'événement moyen : reprise des résultats des études menées dans le cadre des PPR inondations déjà existants ou en cours d'élaboration. L'événement moyen correspond à l'aléa de référence pris en compte dans le PPRI, sauf pour le Rhône.
- pour l'événement extrême: modélisation simplifiée 1D, confrontée à l'atlas des zones inondables réalisée par une approche hydrogéomorphologique.

Les cartes ainsi produites sont cohérentes avec les cartes déjà connues sur le risque inondation (étude ponctuelle, PPRI, AZI).

Les cartographies ds surfaces inondables du Rhône ont été réalisées par les services de la DREAL de Bassin – Mission Rhône, suivant une méthodologie propre.

A noter que l'échelle de validité des cartes produites dans le cadre de la mise en œuvre de la Directive Inondation est le **1/25 000ème**.

Le tableau de synthèse suivant récapitule les données utilisées par cours d'eau et par type d'événement (fréquent , moyen extrême).

| Cours d'eau | événement | Source des données utilisées (nom étude/prestataire/ maître d'ouvrage/ année) |
|-------------|-----------|--|
| le Rhône | fréquent | BDT Rhône – IGN et données CNR (données hydrauliques) DREAL de Bassin - Mission Rhône /2013 |
| | moyen | |
| | extrême | |
| la Durance | fréquent | Schéma d'Aménagement et de Gestion – Moyenne et Basse Durance / SOGREAH / SMAVD / 1998 |
| | moyen | Cartographie de l'aléa inondation dans le cadre de l'élaboration du PPRI de la Basse Vallée de la Durance / SCP- Hydratec / DIREN PACA - DDT84 – DDTM13 / 2007 - 2011 |
| | extrême | « PPRI – Cartographie des zones inondables et des zones de risques entre Cadarache et Mallemort » / SCP/ DIREN PACA / 2006 Etude hydrogéomorphologique de la Durance / Bureau d'études GEOSPHAIR/ DIREN PACA / 2002 |
| l'Ardèche | fréquent | Étude hydrologique et hydraulique sur le bassin versant de l'Ardèche et de ses principaux affluents / ARTELIA Eau & Environnement / DDT 07 / Juin 2013 |
| | moyen | |
| | extrême | |
| le Lez | fréquent | Étude du Syndicat du Lez |

2 cf. Annexe Méthodologique, paragraphe III

| | | |
|----------------------------------|----------|--|
| | moyen | Aléa PPRI |
| | extrême | Résultats de l'outil de modélisation simplifié CARTINO / CETE Méditerranée / DREAL PACA/2013 |
| la Cèze | fréquent | Résultats de l'outil de modélisation simplifié CARTINO / CETE Méditerranée / DREAL PACA/2013 |
| | moyen | Etude de réduction du risque inondation sur la commune de Bagnols sur Cèze / CEREG Ingénierie / AB Cèze / 2012 Réalisation d'une digue destinée à améliorer la protection de Codolet contre les crues du Rhône et de la Cèze / SAFEGE / Mairie de Codolet/ 2008 Résultats de l'outil de modélisation simplifié CARTINO / CETE Méditerranée / DREAL PACA/2013 |
| | extrême | Résultats de l'outil de modélisation simplifié CARTINO / CETE Méditerranée / DREAL PACA/2013 |
| l'Eze | fréquent | Adaptation de l'étude hydraulique initiale pour la traversée de Pertuis selon une approche coût – bénéfice / Ingérop / Syndicat Intercommunal d'Aménagement et d'entretien du bassin de l'Eze/ juin 2012 |
| | moyen | Aléa PPRI |
| | extrême | Résultats de l'outil de modélisation simplifié CARTINO / CETE Méditerranée / DREAL PACA/2013 |
| l'Ouvèze | fréquent | <i>Non cartographié</i> |
| | moyen | Aléa PPRI |
| | extrême | <i>Non cartographié</i> |
| le Bassin Sud Ouest Mont Ventoux | fréquent | <i>Non cartographié</i> |
| | moyen | Aléa PPRI |
| | extrême | <i>Non cartographié</i> |
| l'Aygue, la Meyne et le Rieu | fréquent | <i>Non cartographié</i> |
| | moyen | Aléa PPRI |
| | extrême | <i>Non cartographié</i> |

Principaux résultats de la cartographie du TRI

La cartographie du TRI d'Avignon – Plaine du Tricastin – Basse Vallée de la Durance se décompose en différents jeux de cartes au 1/ 25 000^e comprenant pour chacun des cours d'eau cartographiés :

- ➔ un jeu de 3 cartes des surfaces inondables pour les événements fréquent, moyen, extrême présentant une information sur les surfaces inondables et les hauteurs d'eau ;
- ➔ une carte de synthèse des débordements du cours d'eau considérés cartographiés pour les 3

- scenarii retenus ;
- une carte des risques présentant les enjeux situés dans les surfaces inondables ;
 - une information sur les populations et les emplois exposés par commune et par scénario.

Pour l'Ouvèze, le Bassin Sud Ouest du Mont Ventoux et l'Aygues, la Meyne et le Rieu, seul l'atlas relatif aux surfaces inondables par un événement moyen est disponible.

A l'échelle du TRI d'Avignon – Plaine du Tricastin – Basse Vallée de la Durance la cartographie des risques d'inondation (pour ce qui concerne uniquement les débordements du Rhône, de la Durance, de l'Ardèche, du Lez, de la Cèze et de l'Eze) fait ressortir l'estimation des populations et des emplois (échelle haute) présentée dans le tableau ci-dessous.

| | Population permanente | | | Emplois | | |
|-----------------------------|-----------------------|--------------|--------------|----------------|--------------|--------------|
| | Crue fréquente | Crue moyenne | Crue extrême | Crue fréquente | Crue moyenne | Crue extrême |
| Débordements de cours d'eau | 6681 | 157285 | 156498 | 17402 | 131396 | 145000 |

Ces estimations constituent *des ordres de grandeur* de la population et des emplois potentiellement impactés par une inondation du Rhône, la Durance, l'Ardèche, le Lez, la Cèze et l'Eze confondus.

NB : les calculs ayant été réalisés sur la base de l'emprise des crues fréquentes, moyennes et extrême (celles figurant dans la carte de synthèse), les éventuelles incohérences entre les estimations (crue moyenne et crue extrême, pour la population) peuvent s'expliquer par des incohérences existantes entre les emprises de chacun de ces deux événements (cf. paragraphe ci-dessous)

Remarques sur la carte de synthèse des débordements de cours d'eau

La modélisation d'un cours d'eau pour les trois types d'événements n'a pas toujours été la même. Par conséquent, pour certains cours d'eau, les cartes de synthèse peuvent faire apparaître des incohérences entre deux types d'événements (exemple : entre l'emprise de l'événement fréquent et celle de l'événement moyen). Elles sont donc à considérer **avec précaution**.

Le principe d'utilisation des données diverses existantes a abouti à la superposition sur une même carte de résultats d'études qui ont été menées à partir de modèles et/ou de données topographiques différentes, voire même à partir de méthodologies différentes pour un même type d'événement (hydrogéomorphologie et/ou modélisation mathématique).

Les cartes de synthèse constituent néanmoins un élément de connaissance, qui pourra être approfondi par la suite. En effet, lors de la mise en œuvre de la stratégie locale de gestion des risques inondation, l'axe relatif à l'amélioration de la connaissance, sera l'occasion d'analyser ces incohérences pour éventuellement ensuite délimiter plus précisément certains secteurs à enjeux.

I. Introduction

Une cartographie s'inscrivant dans le cadre de la mise en œuvre par la France de la Directive Inondation

La Directive 2007/60/CE du Parlement Européen et du Conseil du 23 octobre 2007 relative à l'évaluation et la gestion des risques d'inondations, dite « Directive Inondation », a pour principal objectif d'établir un cadre pour l'évaluation et la gestion globale des risques d'inondations qui vise à réduire les conséquences négatives pour la santé humaine, l'environnement, le patrimoine culturel et l'activité économique associées aux différents types d'inondations dans la Communauté.

La Directive Inondation a été transposée en droit français par les 2 textes suivants :

1. [L'article 221 de la Loi d'Engagement National pour l'Environnement dite « LENE » du 12 juillet 2010.](#)
2. [Le décret n° 2011-227 du 2 mars 2011 relatif à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation.](#)

Cette transposition française prévoit une mise en œuvre à trois niveaux : 1-National / 2-District hydrographique (ici le bassin Rhône-Méditerranée) / 3-Territoire à Risques d'Inondations importants (TRI)

Au niveau national, le Ministre en charge de l'Ecologie définit une Stratégie Nationale de Gestion des Risques d'Inondations (SNGRI) qui doit qualifier les critères de caractérisation de l'importance du risque d'inondation sur les base des évaluations préliminaires élaborées dans chaque district hydrographique français.

Au niveau de chaque district hydrographique, le Préfet Coordonnateur de Bassin :

- élabore une Évaluation Préliminaire des Risques d'Inondations (EPRI) sur le district pour le 22 décembre 2011,
- sélectionne des Territoires à Risques Importants d'inondations (TRI) sur la base de l'EPRI et des critères nationaux définis dans le cadre de la SNGRI,
- élabore des cartes des surfaces inondables et des risques d'inondations pour le 22 décembre 2013,
- définit la liste des stratégies locales à élaborer pour les Territoires à Risques d'Inondations importants (TRI) au plus tard deux ans après avoir sélectionné les TRI,
- élabore un Plan de Gestion des Risques d'Inondations (PGRI) sur le district pour le 22 décembre 2015. Il présente les objectifs de gestion fixés et les moyens d'y parvenir.

L'ensemble de ces étapes sont révisées tous les 6 ans suivant un calendrier commun à celui de [la Directive Cadre sur l'Eau \(DCE\)](#).

L'Évaluation préliminaire des risques d'inondation (EPRI), arrêtée le 21 décembre 2011, a posé un diagnostic global à l'échelle du Bassin Rhône-Méditerranée. Sur cette base, le Plan de gestion des risques d'inondation (PGRI) à la même échelle définira un cadre réglementaire de définition des objectifs et des moyens pour la réduction des conséquences dommageables des inondations. Le PGRI devra être arrêté avant le 22 décembre 2015 par M. le préfet coordonnateur de bassin Rhône-Méditerranée.

Le PGRI constitue un document de planification pour la gestion des risques d'inondation sur le bassin Rhône-Méditerranée. À ce titre, au-delà de dispositions communes à l'ensemble du bassin, celui-ci doit porter les efforts en priorité sur les territoires à risque important d'inondation (TRI).

Sur la base du diagnostic de l'EPRI et d'une concertation avec les parties prenantes du bassin, 31 TRI en Rhône-Méditerranée ont été sélectionnés par arrêté du préfet coordonnateur de bassin du 12 décembre 2012. Le choix de ces territoires et de leur périmètre s'est appuyé sur la définition d'un bassin de vie exposé aux inondations (de manière directe ou indirecte) au regard de leur impact potentiel sur la santé humaine et l'activité économique, mais aussi d'autres critères tels que la nature et l'intensité des

phénomènes ou encore la pression démographique et saisonnière.

Le TRI d'Avignon – Plaine du Tricastin – Basse Vallée de la Durance a été retenu en raison des débordements de cours d'eau considérés comme prépondérants sur le territoire. La qualification de ce territoire en TRI implique l'élaboration d'une ou plusieurs stratégies locales de gestion des risques d'inondation qui déclinent les objectifs de réduction des conséquences négatives des inondations du PGRI à l'échelle d'un bassin de risque cohérent et engageant l'ensemble des pouvoirs publics concernés sur le territoire.

Pour la définition de cette stratégie, le TRI constitue le périmètre de mesure des effets et éclaire les choix à faire et à partager sur les priorités. A cette fin, la cartographie des surfaces inondables et des risques apporte un approfondissement de la connaissance pour 3 scénarios :

- les événements fréquents (d'une période de retour entre 10 et 30 ans) ;
- les événements d'occurrence moyenne (généralement d'une période de retour comprise entre 100 et 300 ans) ;
- les événements exceptionnels (d'une période de retour de l'ordre de la millénale).

Objectifs de la cartographie des surfaces inondables et des risques d'inondation

En dehors de l'objectif principal, décrit plus haut, de quantification des enjeux situés dans les TRI pour différents scénarios d'inondation, ces cartes des surfaces inondables et des risques d'inondation visent à enrichir le porter à connaissance de l'État dans le domaine des inondations et à contribuer à la sensibilisation du public.

À l'instar des atlas de zones inondables (AZI), les cartes contribueront à la prise en compte du risque dans les documents d'urbanisme et l'application du droit des sols par l'État et les collectivités territoriales, selon des modalités à adapter à la précision des cartes et au contexte local, ceci surtout en l'absence de PPRi ou d'autres documents de référence à portée juridique plus forte.

Par ailleurs, le scénario « extrême » apporte des éléments de connaissance ayant principalement vocation à être utilisés pour préparer la gestion de crise.

Les cartes « directive inondation » n'ont pas vocation à se substituer aux cartes d'aléa des PPRI, lorsqu'elles existent sur le TRI, qui restent le document réglementaire de référence pour la maîtrise de l'urbanisation.

Contenu de la cartographie des surfaces inondables et des risques d'inondation

La cartographie des surfaces inondables et des risques d'inondation du TRI est constitué d'un jeu de plusieurs types de cartes :

- Des cartes des surfaces inondables de chaque scénario (fréquent, moyen, extrême) pour les débordements de cours d'eau et pour les phénomènes de submersions marines.
Elles représentent l'extension des inondations et les classes de hauteurs d'eau.
- Des cartes de synthèse des surfaces inondables des différents scénarios pour les débordements de cours d'eau et pour les submersions marines.
Elles représentent uniquement l'extension des inondations synthétisant sur une même carte les débordements des différents cours d'eau selon les 3 scénarios
- Des cartes des risques d'inondation
Elles représentent la superposition des cartes de synthèse avec les enjeux présents dans les surfaces inondables (bâti ; activités économiques ; installations polluantes ; établissements, infrastructures ou installations sensibles dont l'inondation peut aggraver ou compliquer la gestion de crise).
- Des tableaux d'estimation des populations et des emplois par commune et par scénario.

Le présent rapport a pour objectif de rappeler les principaux éléments de caractérisation du TRI d'Avignon – Plaine du Tricastin – Basse Vallée de la Durance (II), d'explicitier les méthodes utilisées pour cartographier les surfaces inondables (III) et la carte des risques d'inondation (IV). Ce rapport est accompagné d'un atlas cartographique qui présente le jeu des différents types de carte au 1/25 000^e.

II. Présentation générale du TRI

2.1 - Caractérisation du TRI d'Avignon – Plaine du Tricastin – Basse Vallée de la Durance

Le Territoire à Risques Important d'Inondation d'Avignon – Plaine du Tricastin – Basse Vallée de la Durance comporte 90 communes :

Aramon, Bagnols-sur-Cèze, Carsan, Chusclan, Codolet, Laudun-l'Ardoise, Les Angles, Montfaucon, Orsan, Pont-Saint-Esprit, Pujaut, Rochefort-du-Gard, Roquemaure, Saint-Alexandre, Saint-Genies-de-Comolas, Saint-Julien-de-Peyrolas, Saint-Paulet-de-Caisson, Sauveterre, Saze, Tresques, Villeneuve-les-Avignon, Barbentane, Cabannes, Charleval, Chateaufort, Mallemort, Noves, Plan-d'Orgon, Rognonas, Senas, Althen-des-Paluds, Aubignan, Avignon, Bedarrides, Bollene, Cadenet, Caderousse, Camaret-sur-Aigues, Carpentras, Caumont-sur-Durance, Cavaillon, Chateauneuf-de-Gadagne, Chateauneuf-du-Pape, Cheval-Blanc, Courthézon, Entraigues-sur-la-Sorgue, Jonquerettes, Jonquieres, L'Isle-sur-la-Sorgue, Lamotte-du-Rhône, Lapalud, Lauris, Le Pontet, Le Thor, Loriol-du-Comtat, Maubec, Mazan, Merindol, Mondragon, Monteux, Morieres-les-Avignon, Mornas, Orange, Pernes-les-Fontaines, Pertuis, Piolenc, Puget, Puyvert, Roaix, Robion, Sablet, Saint-Didier, Saint-Saturnin-les-Avignon, Sarrians, Seguret, Serignan-du-Comtat, Sorgues, Taillades, Vaison-la-Romaine, Vedene, Velleron, Villelaure, Violes, Bourg-Saint-Andeol, Saint-Just, Saint-Marcel-d'Ardeche, Saint-Martin-d'Ardeche, Saint-Montan, Donzère, Pierrelatte..

Il concerne 3 régions (Provence Alpes Côte d'Azur, Languedoc-Roussillon et Rhône-Alpes), et 5 départements (Bouches du Rhône, Vaucluse, Gard, Ardèche et Drôme).

Ce territoire se structure autour de 2 grands axes : le Rhône et la Durance, autour desquels se situe un chevelu de nombreux bassins versants (Eze, Calavon, Sorgues, Nesque, Sud-Ouest Mont Ventoux, Lez, Ouvèze, Aygues, Ardèche, Cèze, Gard Rhodanien).

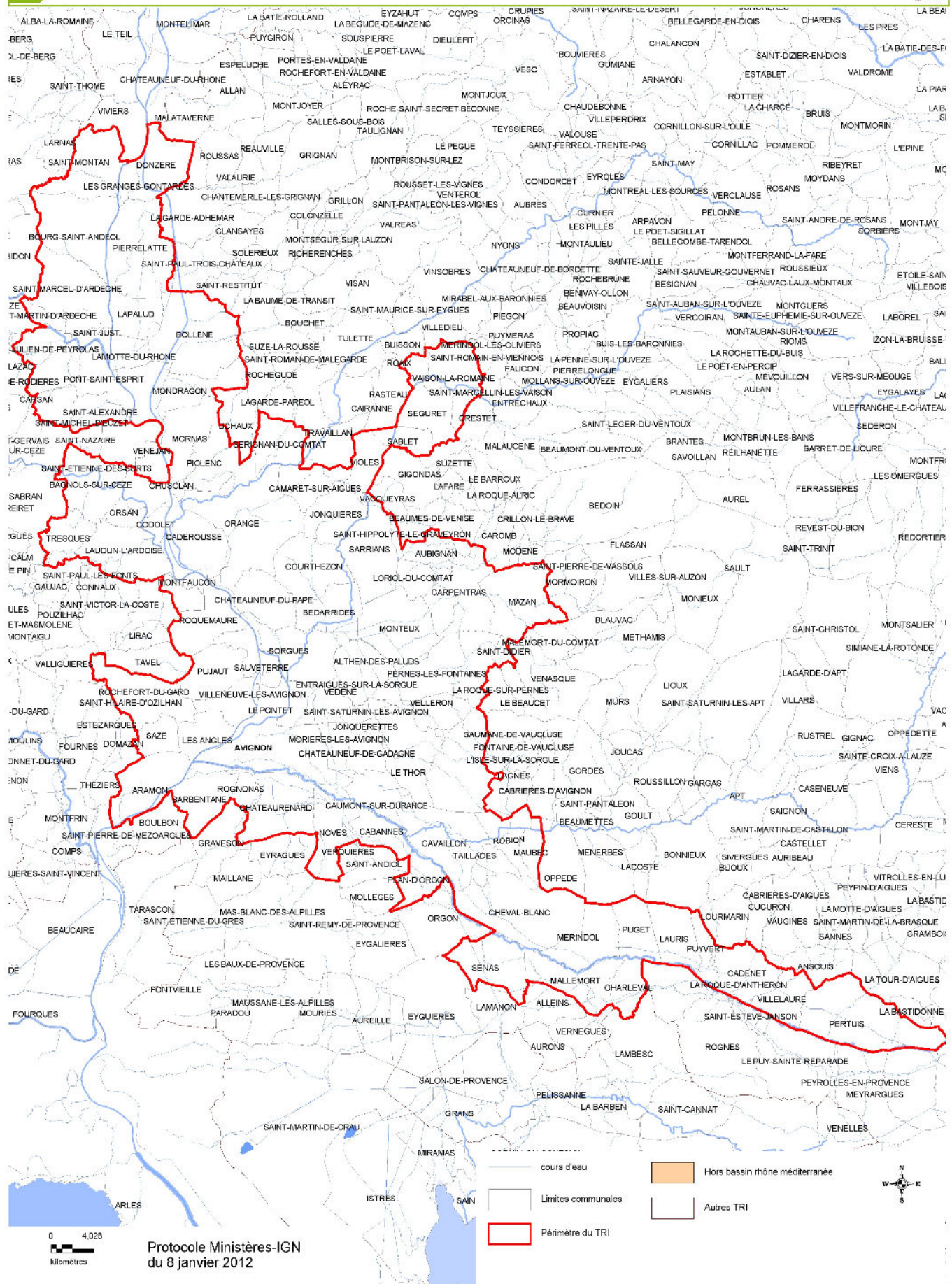
Les principales inondations recensées sont les suivantes :

- Crues récentes : octobre 1993 (Rhône-Lez), janvier et novembre 1994 (Rhône, Durance, Calavon-Coulon, Ouvèze), décembre 1997, novembre 2000, mai 2008 (Durance), décembre 2003 (Rhône, Calavon-Coulon), décembre 2008 (Calavon – Coulon), septembre 1992 (Ouvèze et bassin Sud Ouest du Mont Ventoux), septembre 2002 et 2003 (Aygues, Rieu Foyro) ; septembre 1958, septembre 1992 (Ardèche), septembre 1993 (Eze).
- Crues significatives passées : novembre 1840, mai 1856 (Rhône), octobre 1882, octobre 1886 (Durance), septembre 1890 (Ardèche).

En terme d'enjeux, l'Evaluation Préliminaire du Risque d'Inondation sur le TRI d'Avignon estime :

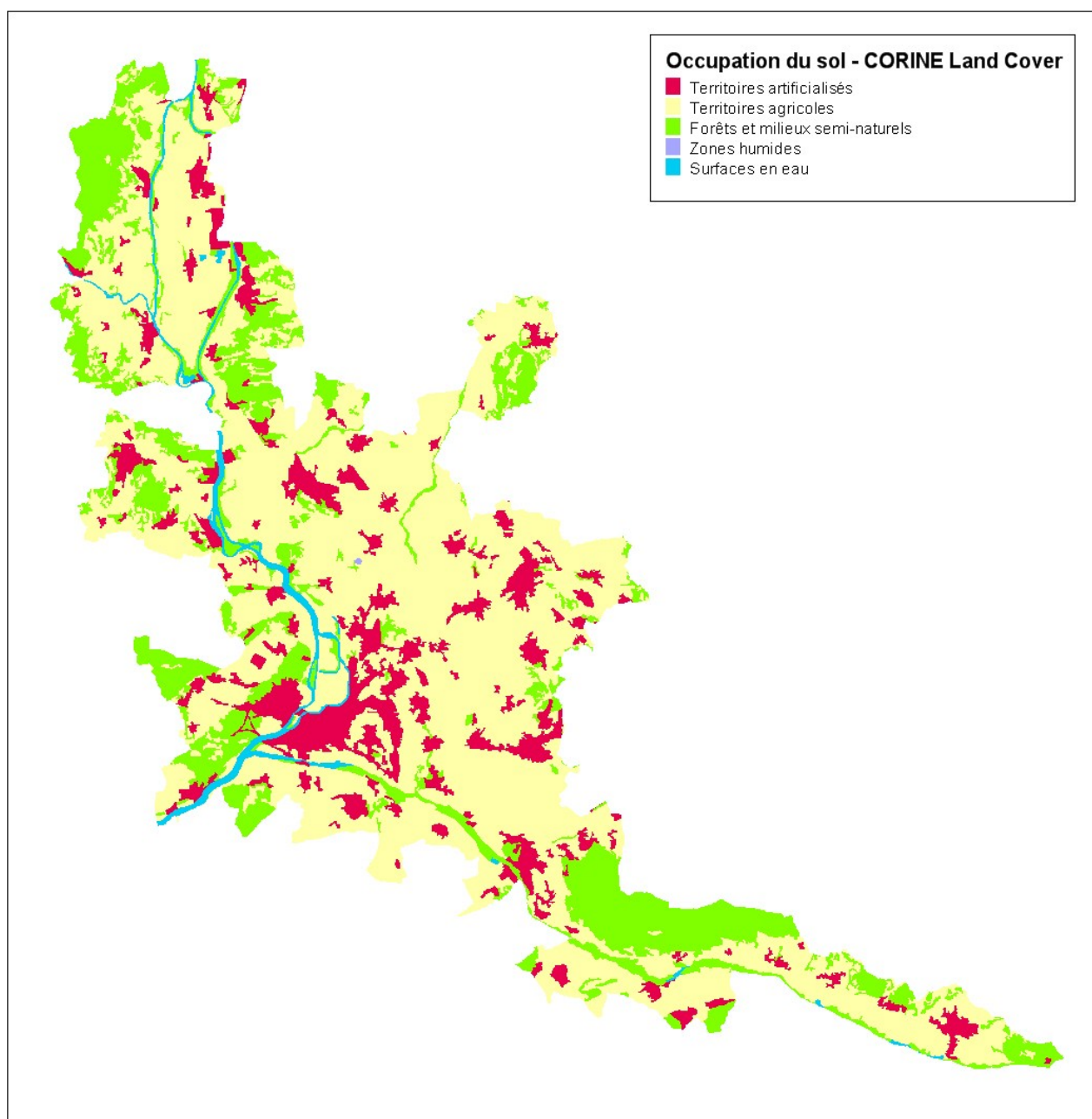
- à environ 400 000 personnes la population permanente en zones inondables (dans l'enveloppe approchée des inondations potentielles) – soit 67 % de la population totale estimée du TRI,
- et à environ 185 000 le nombre d'emplois en zones inondables – soit 76,2 % du nombre d'emplois total recensé au sein du TRI.

TRI d'Avignon - Plaine du Tricastin - Basse Vallée de la Durance : Carte de situation des communes concernées



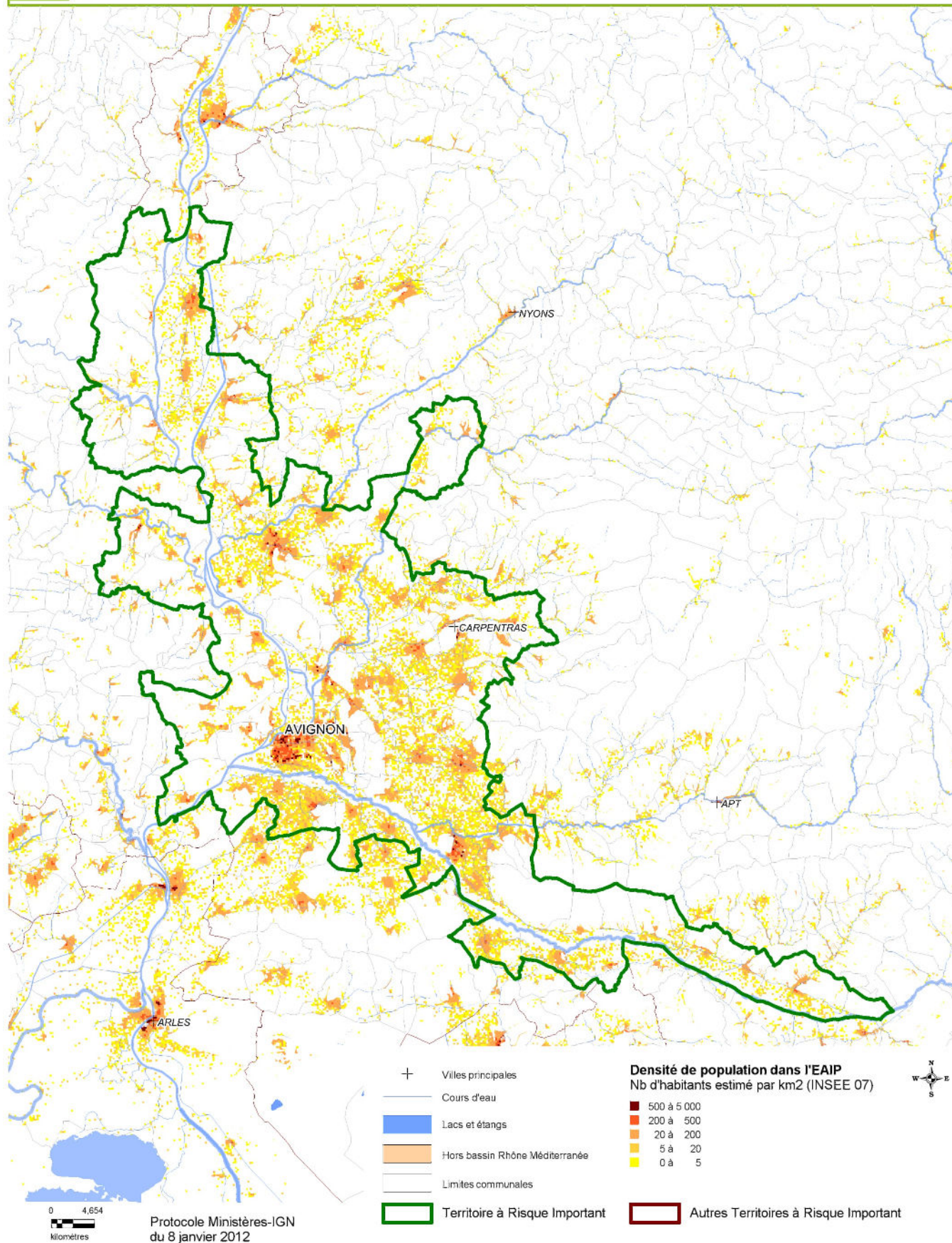
Protocole Ministères-IGN
du 8 janvier 2012

La carte suivante montre l'occupation du sol à l'intérieur du TRI d'Avignon :



(Source : données Corine Land Cover 2006 – Production : DREAL PACA)

TRI d'Avignon - Plaine du Tricastin - Basse vallée de la Durance
 Densité de population dans l'EAIP débordement de cours d'eau



Enfin, en terme de maîtrise de l'urbanisation, le TRI d'Avignon est concerné par de nombreux PPRI, couvrant la majorité des bassins versant, à savoir :

- **le Rhône**, PPRI approuvé le 20 janvier 2000 dans le département de Vaucluse, sa révision est prescrite ; PPRI de St Montan et Bourg Saint Andéol prescrits le 16 juillet 2010 en cours d'élaboration, PPRI de Saint Just d'Ardèche et St Marcel d'Ardèche en cours de prescription
- **la Durance** : PPRI prescrit le 20 janvier 2002, re-prescrit en décembre 2011, en cours d'élaboration (enquêtes publiques déjà programmées dans 18 communes)
- **le Lez** : PPRI approuvé le 13 décembre 2006
- **l'Ouvèze** : PPRI approuvé le 30 avril 2009
- **l'Aygues, la Meyne et du Rieu** : PPRI prescrit le 12 novembre 2001, en cours d'élaboration
- **Sud Ouest Mont Ventoux** : PPRI approuvé le 30 juillet 2007
- **l'Eze** : PPRI approuvé le 23 mai 2001, sur 3 communes
- **le Calavon – Coulon** : prescrit le 26 juillet 2002, en cours d'élaboration
- **la Cèze** : PPRI approuvé le 10 mars 2000, révisé le 26 novembre 2013 pour sur Bagnols, révision à venir sur les autres communes
- **l'Ardèche** : PPRI de Saint Martin d'Ardèche approuvé le 25 avril 2001

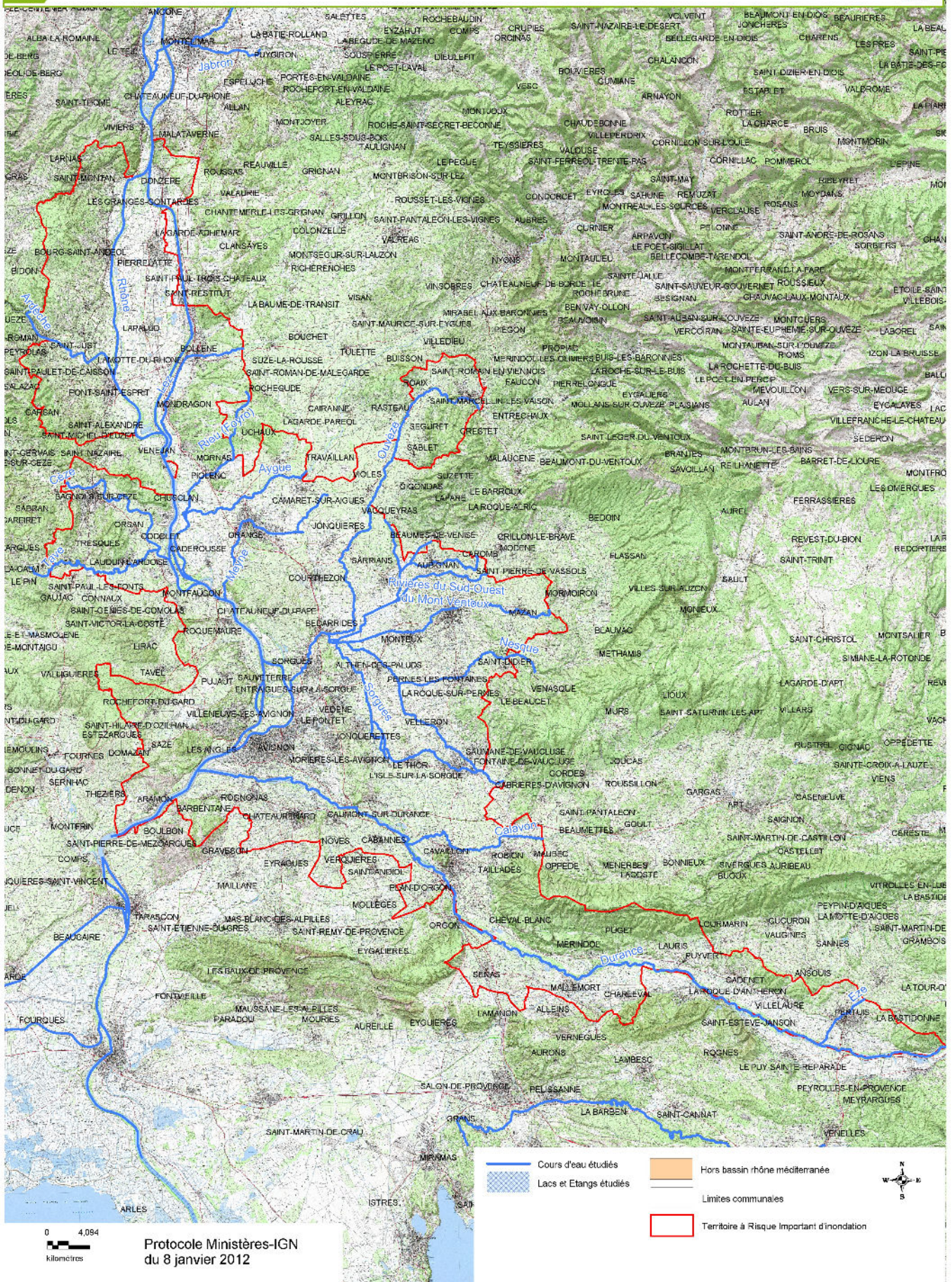
2.2 - *Phénomènes pris en compte pour la cartographie*

Les phénomènes considérés comme prépondérants sur le TRI d'Avignon – Plaine du Tricastin – Basse Vallée de la Durance sont les débordements des cours d'eau suivants :

- le Rhône
- la Durance
- le Calavon-Coulon
- l'Ardèche
- la Cèze et la Tave
- le Lez
- l'Aygues, la Meyne et le Rieu
- l'Ouvèze
- le Sud Ouest Mont Ventoux
- les Sorgues
- la Nesque
- l'Eze,

Sur ces cours d'eau, des crues importantes ont eu lieu récemment : octobre 1993 (Rhône-Lez), janvier et novembre 1994 (Rhône, Durance, Calavon, Ouvèze), décembre 1997, novembre 2000, mai 2008 (Durance), décembre 2003 (Rhône, Calavon), décembre 2008 (Calavon – Coulon), septembre 1992 (Ouvèze), septembre 2002 et 2003 (Aygues, Rieu Foyro) ; septembre 1992 (Ardèche), septembre 1993 (Eze).

TRI d'Avignon - Plaine du Tricastin - Basse Vallée de la Durance
Cours d'eau étudiés pour la cartographie



Protocole Ministères-IGN
du 8 janvier 2012

A noter que les **phénomènes de ruissellement** existants sur le TRI d'Avignon – Plaine du Tricastin – Basse Vallée de la Durance n'ont pas fait l'objet de cartographie dans le cadre de ce premier cycle de mise en œuvre de la Directive inondation (même si des études ponctuelles existent déjà), compte-tenu de l'état des connaissances de ces phénomènes (incomplète) et des délais très contraints de réalisation des cartographies.

L'amélioration de la connaissance de ces phénomènes sera un axe des futures stratégies locales de gestion du risque d'inondation..

Néanmoins, l'amélioration de la connaissance du ruissellement pourra faire l'objet d'un axe spécifique de réflexion dans le cadre de la définition de la future stratégie locale de gestion du risque d'inondation.

2.3 - Association technique des parties prenantes

Dans la continuité de la démarche mise en œuvre en 2012 pour la définition des Territoires à Risque important d'Inondation, (TRI), la DREAL PACA a associé les différentes parties prenantes concernées (syndicats de rivière, EPCI, Conseil Général...) pour l'élaboration des cartographies.

Cette association technique a pris forme à différents moments :

- lors de la collecte des données et études existantes par la DREAL PACA fin 2012 – début 2013 auprès des différents acteurs principaux (DDT 84, DDTM13, DDTM 30, Syndicat du Lez...);
- lors de la réunion technique du 6 décembre 2012 à la DDT 84, organisée par la DREAL PACA qui avait pour objectif de présenter aux parties prenantes (syndicats de rivière, CG84, CR PACA, SPC Med Est, EPCI) la délimitation du TRI d'Avignon ainsi que la méthodologie d'élaboration des cartographies. Cette réunion a également permis de dresser un état des lieux des connaissances sur chacun des cours d'eau considérés et de partager les méthodes de travail à venir.
- par des contacts individuels ponctuels sur certains cours d'eau avec les syndicats de rivière ou autre structure propriétaires de données
- une fois les premières cartes établies par la DREAL PACA, avec certains acteurs pour recueillir leurs premières remarques.

L'ensemble des cartographies ont été produites par la DREAL PACA en collaboration étroite et en accord avec les Directions Départementales des Territoires et de la Mer des Bouches du Rhône et du Gard, ainsi que les Directions Départementales des Territoires de Vaucluse, de la Drôme et de l'Ardèche, toutes en charge de la mise en œuvre au niveau départemental de la politique de prévention du risque inondation, pour s'assurer notamment de la cohérence des démarches.

III. Cartographie des surfaces inondables du TRI

3.1 Débordement de cours d'eau

Les cours d'eau cartographiés :

Le TRI d'Avignon – Plaine du Tricastin – Basse Vallée de la Durance a été retenu au regard des débordements : du Rhône, de la Durance, du Calavon-Coulon, de l'Ardèche, de la Cèze, de la Tave, du Lez, de l'Aygue, de la Meyne, du Rieu, de l'Ouvèze, des rivières du Sud Ouest Mont Ventoux, des Sorgues, de la Nesque et de l'Eze.

L'ensemble de ces cours d'eau ont été étudiés, avec à minima un recueil et une analyse des données existantes et exploitables pour réaliser les cartographies des surfaces inondables pour chaque type d'événement (fréquent, moyen, extrême)³.

Compte-tenu des délais imposés par le calendrier de mise en œuvre de la Directive Inondation, l'élaboration de la cartographie des surfaces inondables et des risques des principaux cours d'eau du TRI d'Avignon a reposé sur un principe⁴ : **la mobilisation et l'utilisation des données et cartographies déjà existantes.**

Ainsi la DREAL PACA s'est appuyée sur les diverses études existantes, à sa connaissance, déjà validées et utilisées par ailleurs, notamment dans le cadre de l'élaboration des PPRI. Le recours à un outil de modélisation simplifié, appelé CARTINO⁵, n'a eu lieu que dans les cas où aucune donnée n'avait pu être recensée ou exploitée. La détermination des données à utiliser pour élaborer les différentes cartographies a été réalisée en collaboration et en accord avec les DDT(M)s concernées (07, 13, 26, 30 et 84).

Ainsi, compte-tenu des données disponibles et des délais contraints de réalisation des cartographies, seuls les **6 cours d'eau suivants ont été cartographiés en totalité**, pour chaque type d'événement : **le Rhône, la Durance, l'Ardèche, la Cèze, le Lez et l'Eze.**

Les autres cours d'eau n'ont pas pu être cartographiés en totalité dans ce premier cycle de mise en œuvre de la Directive Inondation soit par manque d'études disponibles et de données, en particulier topographiques, soit du fait de l'impossibilité d'utiliser un outil de modélisation simplifié sur tout ou partie du bassin versant étudié (Sorgues, Sud-Ouest Mont Ventoux, Ouvèze...).

Ainsi les **débordements des Sorgues, de la Nesque, de la Tave et du Coulon-Calavon ne font l'objet d'aucune cartographie** dans ce premier cycle de mise en œuvre.

Par contre, **l'Ouvèze, les rivières du Bassin Sud Ouest Mont Ventoux et l'Aygue, la Meyne et le Rieu ont été cartographiés partiellement.** Seuls les débordements dus à un événement moyen ont été cartographiés, à partir des cartes de l'aléa de référence du PPRI approuvés sur ces bassins. A noter que les cartographies de ces cours d'eau ne feront pas l'objet d'un rapportage à Bruxelles car elles sont partielles (cartes de l'événement moyen uniquement disponibles, pas d'informations disponibles sur les débordements d'un événement fréquent et extrême).

L'amélioration de la connaissance des phénomènes de débordement des cours d'eau non cartographiés en totalité dans ce premier cycle de mise en œuvre de la Directive Inondation sera un axe des futures stratégies locales de gestion du risque d'inondation.

Les principes d'élaboration des cartographies :

➔ Les cartographies des surfaces inondables des **la Durance, de l'Ardèche, de la Cèze, du Lez et de l'Eze** ont été élaborées de la manière suivante :

3 Définition de chaque événement au paragraphe 3.1.1

4 Rappelé dans le circulaire du 16 juillet 2012 relative à la mise en œuvre de la phase « cartographie » de la directive européenne relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation

5 cf. Annexe Méthodologique, paragraphe III

- pour l'événement fréquent : exploitation des études existantes (Etat, Syndicats de rivière) et à défaut modélisation simplifiée 1D confrontée au retour d'expérience et à la connaissance des acteurs locaux sur les crues de premiers débordements ;
- pour l'événement moyen : reprise dans la majorité des cas- excepté pour le Rhône- des résultats des études menées dans le cadre des PPR inondations déjà existants ou en cours d'élaboration. L'événement moyen correspond à l'aléa de référence pris en compte dans le PPRI,.
- pour l'événement extrême : résultats des études menées dans le cadre des PPR inondation ou modélisation simplifiée 1D, confrontée à l'atlas des zones inondables réalisée par une approche hydrogéomorphologique.

Les cartes ainsi produites sont cohérentes avec les données et cartes déjà connues sur le risque inondation (étude ponctuelle, PPRI, Atlas de Zones Inondables),.

Un tableau de synthèse précise en fin de ce chapitre les données utilisées par cours d'eau et par type d'événement (fréquent , moyen extrême).

➔ Les cartographies des surfaces inondables du **Rhône** ont été réalisées suivant une méthodologie propre par les services de la DREAL de Bassin – Mission Rhône. Cette méthodologie est détaillée dans le paragraphe 3.1.2.

A noter enfin que l'échelle de validité des cartes produites dans le cadre de la mise en œuvre de la Directive Inondation est le 1/25 000ème.

Les paragraphes ci-après détaillent la manière dont chaque cours d'eau a été cartographié.

3.1.1 Préambule : définition des événements « fréquent », « moyen » et « extrême »

La Directive Inondation impose la réalisation de cartographies des surfaces inondables pour trois types de scénarios : un événement fréquent (forte probabilité), un événement moyen et un événement extrême (faible probabilité).

La circulaire du 16 Juillet 2012 relative à la mise en œuvre de la phase « cartographie » de la directive européenne relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation a précisé ces gammes d'événements :

- *l'aléa de forte probabilité est un événement provoquant les premiers dommages conséquents, commençant à un temps de retour de 10 ans et dans la limite d'une période de retour de l'ordre de 30 ans.* On appellera cet événement l'**événement fréquent**
- *l'aléa de probabilité moyenne est un événement ayant une période de retour comprise entre 100 et 300 ans qui correspond dans la plupart des cas à l'aléa de référence des PPRI s'il existe ».On appellera cet événement l'**événement moyen***
- *l'aléa de faible probabilité est un phénomène d'inondation exceptionnel inondant toute la surface alluviale fonctionnelle(...). A titre indicatif, une période de retour de l'ordre de 1000 ans sera recherchée. On appellera cet événement l'**événement extrême**.*

3.1.2 Le Rhône

Principales caractéristiques des phénomènes

A la variété des scénarios climatiques et hydrologiques régissant la formation des crues du Rhône correspondent des conditions de propagation également variées. De plus les affluents sont nombreux et importants. Au total, la dynamique des crues sur le bassin du Rhône ne relève pas d'un simple et unique schéma. En revenant à un découpage par grands tronçons, on peut en présenter les traits principaux.

Sur le Rhône supérieur, en aval du Léman, la propagation de la crue est considérée comme semi-rapide. Les affluents alpins réagissent rapidement aux précipitations et l'augmentation des débits se répercute en quelques heures dans le Rhône. La crue se forme en une demi-journée après les épisodes de pluie sur le secteur le plus en amont. On notera cependant que la plaine de Chautagne et le lac du Bourget écrètent jusqu'à 500 m³/s sur un débit de 3000 m³/s du Rhône supérieur. Au niveau de la confluence de l'Ain, la crue arrive dans les 24 heures et continue à progresser durant une demi-journée, après avoir été à nouveau écrétée, pour des débits supérieurs à 1500m³/s, dans la plaine de Brangues-Le Bouchage. La crue combinée du Rhône et de l'Ain arrive ensuite à Lyon en moins de 12 heures. Cette relative rapidité de la propagation des crues limite la durée de la phase la plus critique qui ne se prolonge en général pas au-delà de 2 jours à Lyon.

A l'aval de Lyon la crue semi-rapide du Rhône et la crue très lente et prolongée de la Saône se rassemblent pour se propager avec une double dynamique, souvent plus rapide dans un premier temps, puis plus lente dans un deuxième temps. Avant d'arriver à Valence, l'Isère et les affluents venant du Massif Central apportent chacun une nouvelle composante à la crue du Rhône en fonction des précipitations qu'ils ont reçues. Le débit de base met environ 12 heures à se propager entre Lyon et Valence, mais il peut être augmenté en quelques heures par celui des affluents de la rive droite et en une demi-journée par celui de l'Isère.

En descendant la vallée, la dynamique de la crue, tributaire des réactions des affluents méridionaux, se complexifie. On peut distinguer trois principales configurations.

- la première voit les crues formées entre Lyon et Valence s'atténuer vers l'aval quand les bassins des affluents ont été faiblement arrosés.
- la configuration qui produit des crues généralisées correspond à des apports répartis le long du cours. C'est la crue d'Octobre 1993 et celle de Mai 1856, avec toutefois un phénomène plus complexe comprenant plusieurs ondes de crue.
- la dernière configuration correspond à une production prépondérante des affluents du cours aval. Elle peut s'observer à partir de débits faibles du Rhône à Lyon, la crue se formant essentiellement dans le cours aval (scénario des crues de 2002 et 2003). Les crues des affluents sont souvent décalées dans le temps mais elles contribuent à augmenter les débits propagés.

Sur le cours du Rhône aval, en dehors des crues qui se propagent sans renforcement depuis Lyon-Valence en pratiquement 2 jours, les réactions se manifestent dans le Rhône en une douzaine d'heures après les épisodes de pluie.

Principaux secteurs hydrographiques du Rhône

| Secteur | Affluents et zones impactant fortement le régime du Rhône | Affluents et zones d'expansion | Noeuds hydrographiques |
|--|---|--------------------------------|------------------------|
| Rhône-amont du Léman au Fier | L'Arve | | Confluence Fier |
| Rhône-amont du Fier au Guiers | Le Fier – Plaine de Chautagne | | Confluence Guiers |
| Rhône-amont du Guiers à l'Ain | Le Guiers – Plaine de Brangues-Le Bouchage | | Confluence Ain |
| Rhône-amont de l'Ain à la Saône (Lyon) | L'Ain – Plaine de Miribel-Jonage | | Confluence Saône |

| | | |
|--------------------------------------|---|--------------------|
| Rhône-moyen de la Saône à l'Isère | La Saône, affluents du Pillat | Confluence Isère |
| Rhône-moyen de l'Isère à l'Ardèche | L'Isère, le Doux, L'Eyrieux, la Drôme - Plaine de Donzère-Mondragon | Confluence Ardèche |
| Rhône-aval de l'Ardèche à la Durance | L'Ardèche, la Cèze, l'Ouvèze – Plaine de Caderousse, Ile de la Barthelasse | Confluence Durance |
| Rhône-aval de la Durance au Gard | Le Gard | Confluence Gard |
| Rhône-aval, secteur du Delta | Plaines de Vallabrègues-Boulbon, de Beaucaire-Fourques, de Tarascon-Arles, Camargue | Mer Méditerranée |

La chronologie des crues historiques du Rhône fait apparaître plusieurs phases de répétition des crues fortes et elle fait ressortir plusieurs événements très intenses qui ont été décrits par Maurice Champion notamment :

| Crues historiques décrites | Régime hydroclimatique | Inondations |
|----------------------------|--|---|
| Novembre 1840 | Crue généralisée provoquée par deux vagues de pluies océaniques et méditerranéennes extensives, avec très forte contribution de la Saône | Débordements généralisés sur l'ensemble du Rhône en aval de Lyon |
| Mai-juin 1856 | Crue généralisée provoquée par une conjonction de pluies océaniques et méditerranéennes extensives | Débordements généralisés, notamment à Lyon, Avignon et en Camargue suite à des ruptures de digues |
| Novembre 1935 | Crue à forte composante méditerranéenne extensive impactant surtout le Rhône aval | Débordements plus importants en allant vers l'aval, notamment à Avignon |
| Février 1990 | Crue océanique sur le Rhône-amont avec composante nivale | Débordements généralisés jusqu'à la confluence de l'Ain, puis débordements importants en amont de Lyon |
| Octobre 1993 | Crue océanique résultant de l'accumulation des crues modérées des affluents | Débordements dans les principales zones d'expansion du Rhône en aval de Lyon et par ruptures de digues du Petit-Rhône |
| Janvier 1994 | Crue océanique modérée renforcée en aval suite aux pluies localement fortes sur la Drôme ou la Durance | Débordements dans les principales zones d'expansion du Rhône en aval de Lyon et par ruptures de digues du Petit-Rhône |
| Décembre 2003 | Crue méditerranéenne extensive formée uniquement par les apports des affluents de Lyon à la mer | Débordements dans les principales zones d'expansion du Rhône en aval de Montelimar et par ruptures de digues sur le Rhône-aval (inondation d'Arles et de la rive gardoise en aval de Beaucaire) |

Pour plus de détails sur les événements historiques, on pourra se reporter à l'Evaluation Préliminaire des Risques d'Inondation (unité de présentation Rhône).

Études et méthodes mobilisées

Le Rhône bénéficie d'une somme de connaissances importantes sur son fonctionnement. On citera en premier les travaux de Maurice Pardé (Le régime du Rhône, Lyon, 1925) qui représente une référence scientifique incontournable sur le fonctionnement hydrologique du Rhône et sur les paramètres des crues historiques du XIXème siècle et du début du XXème. Ensuite, le Rhône a fait l'objet d'études

hydrauliques détaillées dans le cadre de la réalisation des aménagements hydroélectriques de la CNR entre les années 1940 et 1960. Plus récemment, suite aux crues importantes des années 1990, l'Etude globale sur le Rhône (1999-2002) avait pour objet d'élaborer une stratégie de gestion du Rhône. Elle comprend les volets hydrologique, hydraulique, transport solide et enjeux qui ont chacun produit des données et des analyses consolidées sur l'ensemble du Rhône français.

Le travail de cartographie de l'aléa attendu sur les TRI de Lyon, Vienne, Valence, Montélimar et Avignon repose sur une méthode commune et homogène sur le Rhône qui comporte trois étapes (seul le TRI d'Arles fait l'objet d'une méthode spécifique du fait de la configuration deltaïque particulière).

1. Traitements statistiques des données historiques pour déterminer les scénarios hydrologiques des crues faible, moyenne et extrême

Les séries de cotes des crues du Rhône sont connues à Ternay (point kilométrique 17 du Rhône), Valence (point kilométrique : 109.7 du Rhône), Viviers (point kilométrique 169,6 du Rhône), Avignon (point kilométrique 246,2 du Rhône) et Beaucaire-Tarascon (point kilométrique 267,4 du Rhône).

| PLUS FORTES CRUES ANNUELLES DU RHONE AMONT | | | | | | | | | | |
|---|------------------|-----------|------------------|-----------|-------------------|--------|-----------|-----------------------|--------|-----------|
| RANG | POUGNY 1925-2002 | | BOGNES 1853-2002 | | LAGNIEU 1891-2002 | | | LYON MORAND 1900-2001 | | |
| | Date | Q en m3/s | Date | Q en m3/s | Date | H en m | Q en m3/s | Date | H en m | Q en m3/s |
| 1 | 01/01/1944 | 1520 | 20/01/1905 | 2000 | 16/02/1990 | 6.02 | 2445 | 24/11/1944 | 6.02 | 4250 |
| 2 | 15/11/2002 | 1410 | 20/01/1910 | 2000 | 11/11/1944 | | 2400 | 16/02/1928 | 6.10 | 4150 |
| 3 | 14/05/1999 | 1300 | 23/12/1918 | 1920 | 25/12/1918 | | 2100 | 25/12/1918 | 5.90 | 3900 |
| 4 | 22/09/1968 | 1280 | 03/10/1888 | 1900 | 22/01/1910 | | 2090 | 26/02/1957 | 5.22 | 3700 |
| 5 | 08/07/1980 | 1250 | 30/05/1856 | 1800 | 16/02/1928 | | 2025 | 21/01/1910 | | 3550 |
| 6 | 01/01/1954 | 1230 | 25/09/1863 | 1800 | 16/01/1899 | | 1995 | 12/02/1945 | 5.00 | 3420 |
| 7 | 01/01/1951 | 1220 | 06/08/1914 | 1700 | 18/01/1955 | | 1950 | 28/12/1925 | 5.00 | 3250 |
| 8 | 15/10/1981 | 1200 | 15/02/1990 | 1685 | 26/02/1957 | | 1820 | 16/02/1990 | 3.70 | 3230 |
| 9 | 01/01/1952 | 1170 | 19/10/1855 | 1640 | 23/11/1992 | 4.83 | 1797 | 30/12/1923 | 4.95 | 3210 |
| 10 | 01/01/1950 | 1150 | 24/05/1878 | 1625 | 27/09/1927 | | 1785 | 19/01/1955 | 4.56 | 3150 |
| 11 | 01/01/1955 | 1150 | 15/01/1899 | 1550 | 13/10/1988 | | 1784 | 01/03/1914 | 4.98 | 3120 |
| 12 | 14/02/1990 | 1145 | 26/09/1896 | 1540 | 17/11/2002 | 4.60 | 1775 | 14/11/1950 | 4.53 | 3060 |
| 13 | 01/01/1927 | 1140 | 24/11/1944 | 1525 | 09/10/1993 | 4.77 | 1750 | 20/11/1939 | 4.45 | 2920 |
| 14 | 29/06/1974 | 1130 | 25/09/1927 | 1520 | 27/09/1896 | | 1720 | 09/10/1993 | 3.43 | 2825 |
| 15 | 01/01/1960 | 1120 | 15/11/2002 | 1500 | 30/12/1923 | | 1645 | 01/12/1913 | 4.58 | 2810 |
| 16 | 29/06/1970 | 1110 | 04/11/1859 | 1500 | 22/12/1991 | | 1644 | 17/11/2002 | 3.29 | 2800 |
| 17 | 01/01/1930 | 1100 | 15/06/1889 | 1500 | 23/03/2001 | 4.38 | 1626 | 05/01/1936 | 4.30 | 2800 |
| 18 | 01/01/1936 | 1090 | 22/09/1968 | 1500 | 19/11/1939 | | 1585 | 27/09/1927 | 4.32 | 2760 |
| 19 | 16/05/1983 | 1090 | 06/01/1982 | 1490 | 27/12/1916 | | 1585 | 04/09/1956 | 4.05 | 2760 |
| 20 | 08/07/1996 | 1085 | 06/08/1875 | 1470 | 08/08/1914 | | 1585 | 01/02/1916 | 4.45 | 2750 |
| 21 | 08/06/1987 | 1075 | 14/07/1879 | 1470 | 12/02/1977 | | 1580 | 23/11/1992 | 3.30 | 2745 |
| 22 | 10/10/1988 | 1075 | 16/05/1983 | 1450 | 08/05/1933 | | 1580 | 23/12/1991 | 3.08 | 2683 |
| 23 | 22/03/2001 | 1074 | 27/12/1882 | 1440 | 08/05/1932 | | 1580 | 06/10/1935 | 4.12 | 2670 |
| 24 | 01/01/1982 | 1070 | 09/02/1955 | 1430 | 04/02/1897 | | 1575 | 16/11/1940 | 4.08 | 2670 |
| 25 | 01/01/1946 | 1060 | 18/05/1877 | 1420 | 01/01/1952 | | 1575 | 10/04/1922 | 4.25 | 2660 |
| 26 | 10/02/1977 | 1050 | 26/12/1916 | 1400 | 22/06/1987 | | 1564 | 06/03/1931 | 4.15 | 2660 |
| 27 | 06/10/1993 | 1046 | 07/09/1946 | 1390 | 27/02/1995 | | 1564 | 17/05/1983 | 3.48 | 2645 |
| 28 | 01/01/1931 | 1037 | 24/04/1880 | 1380 | 17/05/1983 | | 1562 | 31/03/1902 | | 2620 |
| 29 | 17/07/1973 | 1020 | 15/10/1981 | 1380 | 28/12/1925 | | 1560 | 13/12/1961 | 3.85 | 2620 |
| 30 | 01/01/1943 | 1000 | 25/02/1957 | 1370 | 31/03/1902 | | 1555 | 14/03/2001 | 3.02 | 2550 |

ATTENTION Toutes les dates commençant par 01/01 sont incertaines en ce qui concerne le jour et le mois

| PLUS FORTES CRUES ANNUELLES DU RHONE AVAL | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------------------|--------|------------------------|-------------------|--------|------------------------|-------------------|--------|------------------------|---------------------|--------|------------------------|---------------------|--------|------------------------|
| RANG | TERNAY 1895-2001 | | | VALENCE 1855-2003 | | | VIVIERS 1910-2003 | | | AVIGNON (1845-1994) | | | BEAUCAIRE 1856-2003 | | |
| | Date | H en m | Q en m ³ /s | Date | H en m | Q en m ³ /s | Date | H en m | Q en m ³ /s | Date | H en m | Q en m ³ /s | Date | H en m | Q en m ³ /s |
| 1 | 26/02/1957 | | 5320 | 31/05/1856 | 7.00 | 8300 | 09/10/1993 | 4.85 | 7715 | 03/12/2003 | 7.66 | | 04/12/2003 | | 11500 |
| 2 | 16/02/1928 | | 5120 | 01/11/1896 | 6.11 | 7400 | 02/12/2003 | 4.92 | 7700 | 31/05/1856 | 7.83 | 10400 | 31/05/1856 | 7.95 | 11640 |
| 3 | 01/01/1955 | | 5075 | 08/10/1993 | 5.30 | 6700 | 07/01/1994 | | 7588 | 08/01/1994 | 7.20 | 9000 | 08/01/1994 | | 11006 |
| 4 | 26/11/1944 | | 4850 | 11/11/1886 | 5.77 | 6620 | 17/11/2002 | 4.71 | 7500 | 14/11/1935 | 7.32 | 8710 | 12/11/1886 | 7.55 | 10200 |
| 5 | 02/11/1896 | | 4830 | 26/11/1944 | 5.75 | 6620 | 21/11/1951 | | 6660 | 30/09/1900 | 6.94 | 8650 | 10/10/1993 | | 9800 |
| 6 | 25/12/1918 | | 4830 | 16/11/2002 | 5.22 | 6600 | 14/06/1941 | | 6470 | 22/11/1951 | 7.27 | 8270 | 14/11/1935 | 7.68 | 9600 |
| 7 | 23/03/2001 | 5.84 | 4780 | 17/02/1928 | 5.66 | 6480 | 20/01/1955 | | 6320 | 10/10/1907 | 6.83 | 8270 | 22/11/1951 | 7.64 | 9170 |
| 8 | 27/05/1983 | | 4756 | 19/01/1955 | 5.70 | 6300 | 27/11/1944 | | 6180 | 09/10/1993 | 6.39 | 8200 | 21/10/1872 | 6.87 | 9080 |
| 9 | 05/01/1936 | | 4700 | 26/12/1918 | 5.54 | 6100 | 23/03/2001 | 3.96 | 6162 | 12/11/1886 | 6.55 | 8125 | 02/11/1886 | 7.00 | 9060 |
| 10 | 12/02/1945 | | 4690 | 03/01/1883 | | 6040 | 13/11/1935 | | 6000 | 02/11/1896 | 6.64 | 8115 | 13/11/1936 | | 8981 |
| 11 | 17/11/2002 | 5.67 | 4613 | 23/03/2001 | 4.88 | 6022 | 18/02/1928 | | 5975 | 07/12/1910 | 6.43 | 7925 | 30/09/1900 | 7.08 | 8940 |
| 12 | 30/12/1923 | | 4570 | 06/01/1936 | 5.40 | 5830 | 28/02/1957 | 4.00 | 5900 | 21/10/1872 | 6.26 | 7820 | 01/01/1889 | 6.83 | 8780 |
| 13 | 10/10/1993 | 5.73 | 4417 | 18/05/1983 | 4.65 | 5690 | 11/12/1954 | | 5860 | 06/01/1919 | 6.68 | 7725 | 11/11/1976 | | 8690 |
| 14 | 21/01/1910 | | 4380 | 27/02/1957 | 5.40 | 5680 | 19/05/1983 | 3.77 | 5850 | 19/10/1846 | 5.80 | 7440 | 08/12/1910 | 7.02 | 8660 |
| 15 | 17/02/1990 | 5.65 | 4354 | 31/12/1923 | 5.30 | 5630 | 07/01/1936 | | 5800 | 29/10/1882 | 6.07 | 7265 | 10/11/1907 | 6.83 | 8500 |
| 16 | 23/11/1992 | 5.64 | 4309 | 02/12/2003 | 4.60 | 5600 | 13/11/1996 | | 5795 | 22/12/1958 | 6.70 | 7110 | 29/10/1882 | 6.60 | 8390 |
| 17 | 16/01/1899 | | 4230 | 13/11/1935 | 5.23 | 5470 | 05/01/1919 | | 5770 | 11/11/1976 | 6.00 | 7080 | 06/01/1919 | 6.80 | 8280 |
| 18 | 19/12/1981 | | 4186 | 05/01/1919 | 5.19 | 5450 | 26/12/1918 | | 5725 | 15/04/1847 | 5.37 | 7040 | 24/10/1977 | | 8125 |
| 19 | 01/01/1919 | | 4160 | 28/10/1882 | 5.18 | 5440 | 01/12/1910 | | 5720 | 09/11/1982 | 5.70 | 7010 | 28/10/1864 | | 8100 |
| 20 | 12/02/1977 | | 4105 | 07/01/1994 | 4.48 | 5380 | 10/10/1988 | | 5655 | 08/10/1960 | | 6950 | 09/11/1982 | | 8025 |
| 21 | 14/11/1935 | | 4100 | 18/12/1981 | 4.20 | 5376 | 04/05/1977 | | 5480 | 28/10/1864 | 5.70 | 6920 | 19/12/1997 | | 8020 |
| 22 | 06/11/1939 | | 4090 | 23/11/1992 | | 5328 | 23/11/1992 | | 5464 | 29/11/1944 | 6.40 | 6750 | 08/10/1960 | 6.98 | 7960 |
| 23 | 08/10/1982 | | 4045 | 18/01/1899 | 5.10 | 5300 | 20/11/1950 | | 5460 | 22/01/1955 | 6.49 | 6710 | 22/12/1958 | | 7920 |
| 24 | 23/02/1999 | 5.22 | 4040 | 11/04/1922 | 5.07 | 5280 | 23/03/1937 | | 5400 | 03/01/1936 | 6.39 | 6570 | 21/05/1917 | 6.56 | 7850 |
| 25 | 28/12/1925 | | 4030 | 02/06/1877 | | 5235 | 06/10/1960 | | 5390 | 12/10/1988 | | 6450 | 03/01/1936 | 6.82 | 7820 |
| 26 | 05/09/1956 | | 3960 | 20/12/1910 | 5.06 | 5220 | 18/11/1940 | | 5390 | 22/04/1848 | 5.25 | 6445 | 23/10/1891 | | 7800 |
| 27 | 12/04/1922 | | 3940 | 01/01/1924 | | 5220 | 15/02/1945 | | 5375 | 22/10/1891 | 5.55 | 6400 | 27/02/1978 | | 7800 |
| 28 | 26/02/1995 | 5.05 | 3883 | 15/03/1876 | 5.02 | 5200 | 08/05/1932 | | 5375 | 09/12/1977 | 5.67 | 6360 | 06/10/1924 | | 7600 |
| 29 | 09/03/1914 | | 3870 | 17/02/1990 | | 5189 | 31/12/1923 | | 5375 | 07/11/1963 | 6.36 | 6320 | 21/10/1855 | | 7550 |
| 30 | 27/11/1950 | | 3840 | 03/11/1859 | | 5180 | 17/02/1990 | | 5345 | 30/10/1853 | 5.18 | 6290 | 04/11/1914 | | 7480 |
| 31 | | | | 01/04/1902 | | 5120 | 14/03/1931 | | 5340 | | | | | | |

ATTENTION Toutes les dates commençant par 01/01 sont incertaines en ce qui concerne le jour et le mois

L'importance relative de ces événements s'évalue en les comparant aux données statistiques qui sont régulièrement exploitées. Sur le Rhône, les stations limnimétriques permettent de connaître les hauteurs d'eau depuis plus de cent ans et les débits sur des périodes variables. Les calculs statistiques effectués sur ces données permettent d'évaluer les probabilités d'occurrence des crues et d'établir les débits des crues caractéristiques.

On qualifie de crue décennale et de crue centennale les crues qui ont respectivement une chance sur 10 et une chance sur 100 d'être atteintes ou dépassées chaque année. Ces crues théoriques sont essentielles pour estimer la rareté de crues historiques constatées.

| Station | Pouigny | Bognes | Seyssel | Brens | Lagnieu | Perrache | Ternay | Valence | Viviers | Beaucaire -Tarascon |
|--|---------|--------|---------|-------|---------|----------|--------|---------|---------|---------------------|
| Débit de la crue caractéristique décennale (Q10) | 1180 | 1450 | 1430 | 1720 | 1810 | 3120 | 4450 | 5620 | 6100 | 8400 |
| Débit de la crue caractéristique centennale (Q100) | 1470 | 1920 | 1940 | 2150 | 2400 | 4230 | 6000 | 7510 | 8120 | 11300 |
| Débit de la crue caractéristique | 1800 | 2375 | 2450 | 2570 | 2970 | 5310 | 7310 | 9370 | 10100 | 14160 |

| | | | | | | | | | | |
|----------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| exceptionnelle | | | | | | | | | | |
|----------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

Débits caractéristiques issus du volet Hydrologie de l'Etude globale Rhône (EGR)

L'actualisation de l'hydrologie EGR (datant de 2000) est réévaluée sur les stations du Rhône-aval de Viviers et Beaucaire pour intégrer la série des années 2000 à 2012 comprenant plusieurs crues, dont celle de 2003. Compte tenu de l'importance de la série disponible en 2000, il n'est toutefois pas attendu une évolution notable des débits caractéristiques mentionnés plus haut.

En application de la circulaire du 16 juillet 2012 relative à la mise en œuvre de la phase « cartographie » de la directive européenne relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation, trois scénarios hydrologiques sont définis sur le Rhône :

- **crue faible** : scénario hydrologique Q 30 homogène sur chaque TRI ;
- **crue moyenne** : scénario hydrologique d'une crue généralisée type 1856 (scénario lissé pour qu'il soit homogène sur chaque TRI) qui correspond à une période de retour entre 100 et 200 ans selon les secteurs. La crue moyenne correspond à la crue de référence des Plans de prévention des risques d'inondation (PPRi) ;
- **crue extrême** : scénario hydrologique d'une crue millénaire.

Exemple de détermination du scénario hydrologique de la crue moyenne :

La première étape a consisté à affiner le scénario hydrologique de la crue de 1856. En effet, les données de référence pour cette crue sont établies uniquement aux principales stations historiques de Givors, Valence, Viviers et Beaucaire, ainsi que sur les principaux affluents : Arve, Ain, Saône, Isère, Eyrieux, Drôme, Ardèche, Durance. Le scénario de crue correspondant (« Pardé-brut ») a la particularité de comprendre des crues de l'Isère et de la Drôme particulièrement fortes, comparativement à celle d'affluents comme l'Eyrieux, l'Ardèche et la Durance. Par ailleurs, ce scénario ne permet pas de répartir les apports d'autres affluents importants comme le Doux, la Cèze, le Roubion ou même le Gard.

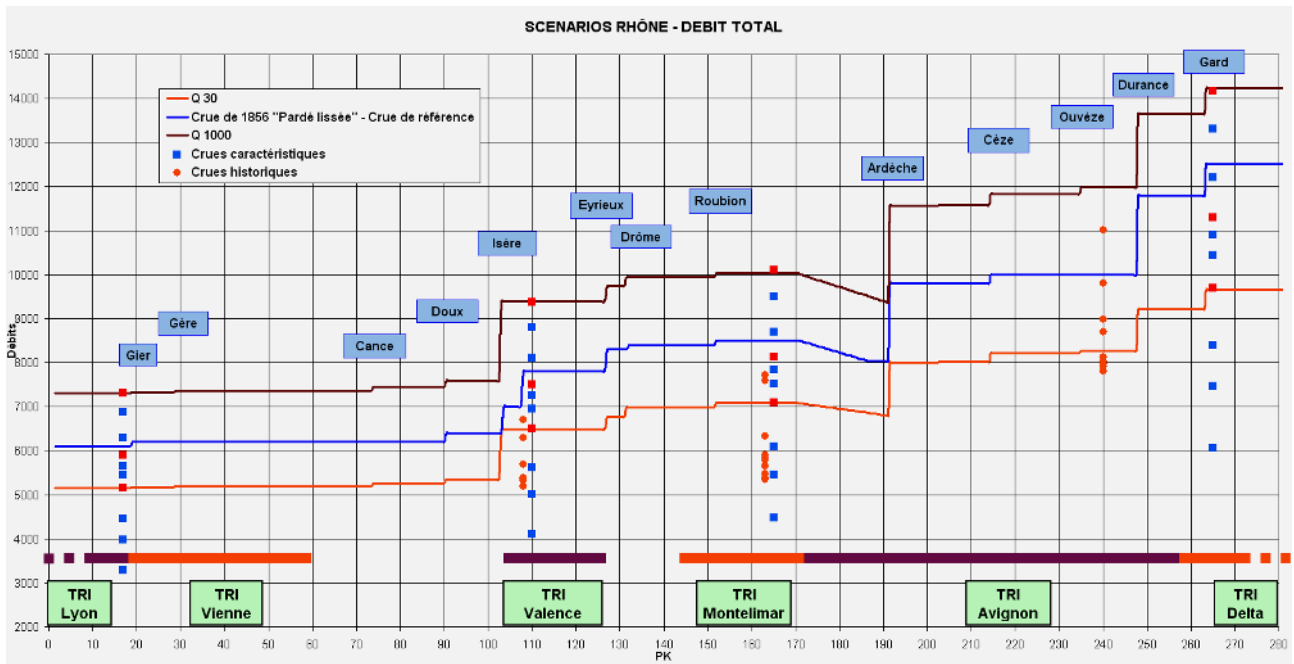
Pour pouvoir calculer la ligne d'eau de cette crue en situation actuelle, un scénario de crue plus complet a donc été reconstitué. Il s'agit d'un scénario de crue équivalent en importance (dit «1856 Pardé-lissé » par la suite), construit en partant du débit historique de 6100m3/s à la confluence Rhône-Saône pour obtenir le débit historique de 12500m3/s à Beaucaire :

- en intégrant des débits davantage proportionnels aux débits caractéristiques pour chacun des affluents principaux,
- en proposant une répartition des apports plus équilibrée hydrologiquement que dans le scénario « Pardé-brut ».

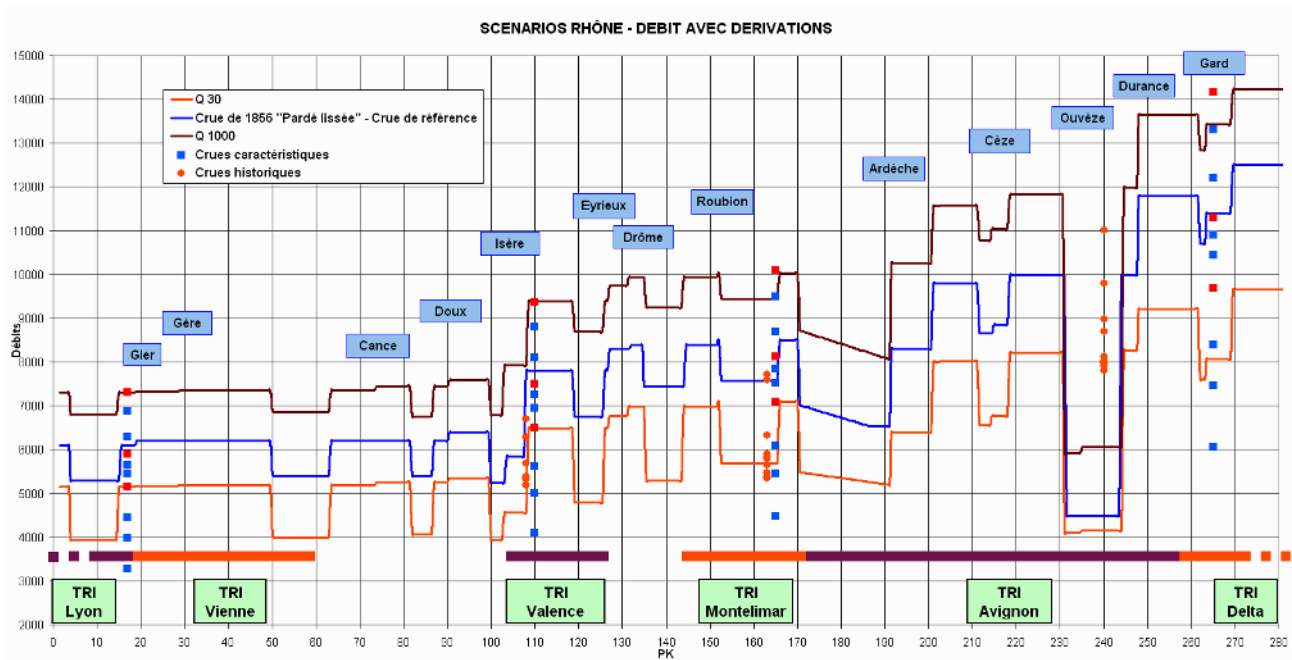
Le tableau et le graphique suivant montrent comment évoluent, d'amont en aval, les débits des trois scénarios de crue à chaque confluence importante avec l'indication de l'apport de ces affluents principaux.

| Station Débit (m³/s) | Lyon Perrache Lyon Pont-Morand | Ternay | Valence | Viviers | Beaucaire-Tarascon |
|--|-----------------------------------|--------------|-------------|-------------|--------------------|
| Débit de la crue faible | 3650 / Q30 | 5150 / Q30 | 6500 / Q30 | 7100 / Q30 | 9650 / Q30 |
| Débit de la crue moyenne - 1856 | 4230 / Q30 | 6100 / Q130 | 7800 / Q150 | 8500 / Q160 | 12500 / Q230 |
| Débit de la crue extrême | 5300 / Q1000 | 7300 / Q1000 | 9400 / | 10000 / | 14150 / |

| | | | | | |
|--|--|--|-------|-------|-------|
| | | | Q1000 | Q1000 | Q1000 |
|--|--|--|-------|-------|-------|



Les aménagements hydroélectriques CNR sont caractérisés par leur débit d'équipement ou débit total turbinable. En crue, il est possible de faire transiter la quasi totalité de ce débit dans le canal usinier (sauf cas particuliers comme dans l'aménagement de Donzère ou l'aménagement de Vallabrègues). Cependant il est nécessaire de considérer des hypothèses de fonctionnement dégradé, comme cela a été fait pour définir l'aléa de référence. Les hypothèses prises consistent à limiter les débits dérivés dans les canaux usiniers proportionnellement au débit de la crue : 70 % pour la crue faible, 50 % pour la crue moyenne et 30 % pour la crue exceptionnelle.



2. Le recours à un modèle hydraulique 1D à casiers pour calculer la ligne d'eau en lit mineur

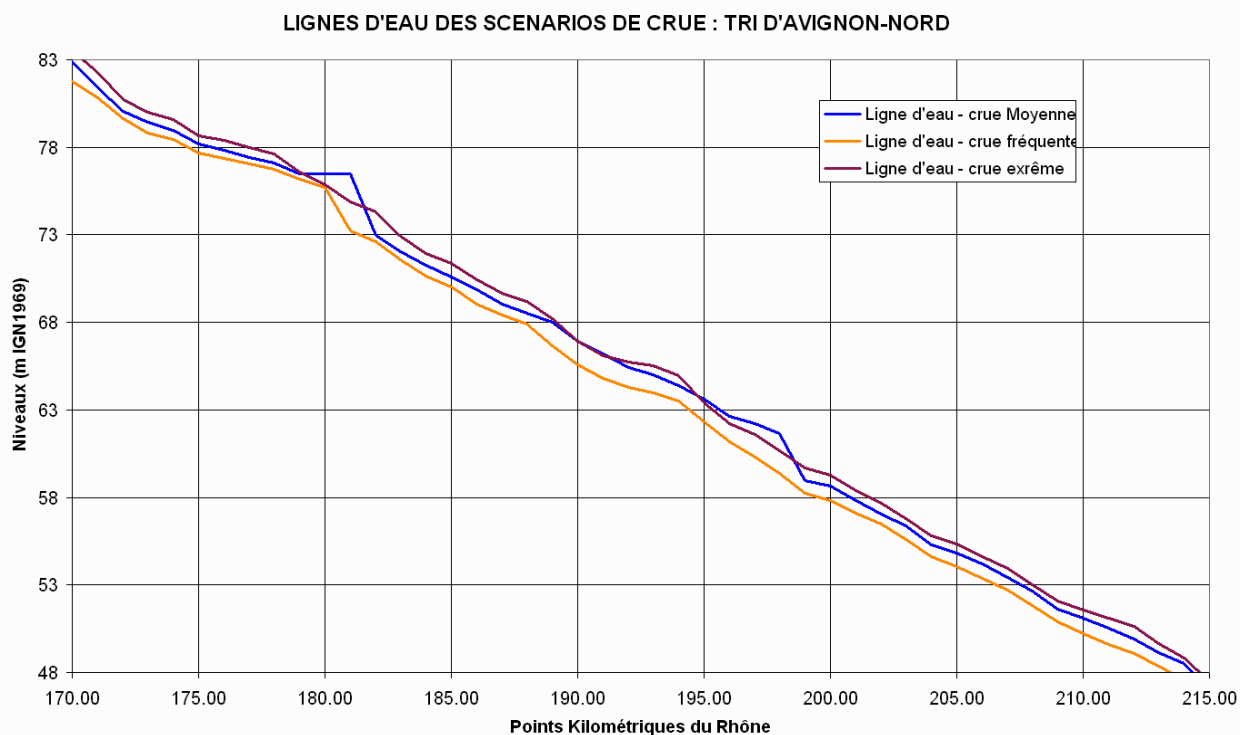
Pour chaque scénario hydrologique qui renseigne la progression des débits de l'amont à l'aval, les niveaux d'eau en lit mineur sont calculés à partir d'un modèle hydraulique produisant les trois lignes d'eau des crues faible, moyenne et extrême selon des profils du Rhône espacés de 100m environ. Le calcul des lignes d'eau en lit mineur a été effectué en utilisant le modèle calé pour l'Étude Globale sur le Rhône, avec des hypothèses de fonctionnement dégradé des aménagements hydroélectriques en période de crue (précisées pour chaque scénario précédemment).

Ce modèle hydraulique disponible permettant de calculer les lignes d'eau de crue est celui qui est mis en œuvre et actualisé par la CNR depuis l'entrée du Rhône en France jusqu'au barrage de Vallabrègues. Dans le cadre de la convention d'utilisation partagée de ce modèle entre la CNR et l'Etat, les services de l'Etat (DREAL Rhône-Alpes) procèdent aux modélisations nécessaires pour définir les lignes d'eau des trois scénarios de crue Q 30, Q1856 et Q1000.

De Beaucaire à la mer, le modèle disponible est celui qui a été mis en œuvre pour le volet hydraulique de l'Étude globale sur le Rhône par le bureau d'étude Egis-Eau.

Ces deux modèles ont été actualisés après la crue de décembre 2003 sur le secteur en aval de Viviers.

Considérations sur les modèles hydrauliques : ces modèles sont construits à partir des données topographiques et bathymétriques disponibles. Les modèles sont calés, après construction, sur les relevés effectués pendant une crue. Ainsi, un nouveau modèle serait calé sur les mêmes observations que celles qui ont été utilisées pour les modèles existant et les résultats de calcul seraient très voisins. Par ailleurs, la construction et le calage d'un nouveau modèles représente une opération longue, également tributaire de la disponibilité des données. Ceci a justifié que les résultats des modèles existant soient retenus comme suffisamment représentatifs des conditions actuelles d'écoulement. Par ailleurs, les résultats de ces calculs, qui correspondent à chaque scénario hydrologique et à des hypothèses de calcul bien précis, doivent être utilisés de manière raisonnée. Les cartographies de l'aléa sont en effet élaborés dans un objectif de prévention et n'ont pas pour objet la prédiction exacte des phénomènes de crues.

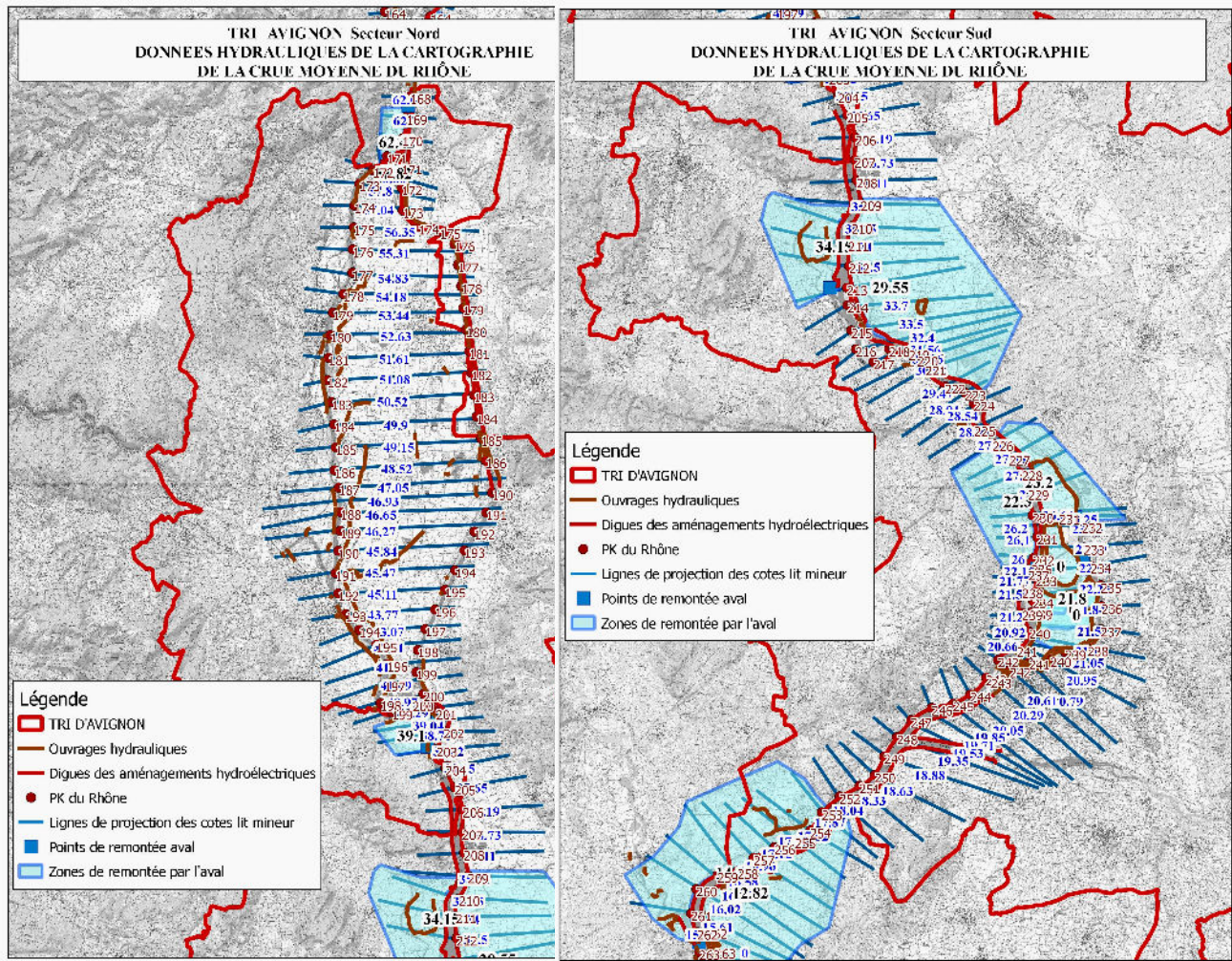


3. Par croisement avec la topographie, détermination de l'enveloppe inondable dans le lit majeur et les hauteurs d'eau

Le modèle hydraulique existant sur le Rhône est d'abord construit pour la gestion du lit mineur; il calcule une ligne d'eau en de nombreux profils du lit mineur, et uniquement des niveaux moyens dans les casiers d'inondation. Ces casiers d'inondation sont construits pour représenter correctement les volumes dans le lit majeur, ils ne permettent pas de tracer directement l'enveloppe de la zone inondable.

L'aléa des crues faible, moyenne et extrême est obtenu par projection horizontale de la ligne d'eau en lit mineur sur le lit majeur pour délimiter la zone inondable en utilisant les données topographiques disponibles. Cette projection est réalisée en prenant en compte le fonctionnement hydraulique (intrados ou extrados, largeur de la zone d'expansion), ainsi que les zones partiellement protégées par des ouvrages où l'inondation se produit par remontée depuis un point de débordement situé en aval.

D'aval en amont du TRI, les cartes ci-dessous présentent la ligne d'eau en lit mineur pour chaque scénario dont l'altitude est renseignée à chaque point kilomètre, ainsi que les droites de projections de base (voir adaptations aux configurations spécifiques détaillées par la suite) qui permettent de déterminer l'enveloppe inondable de référence à partir du croisement entre ces niveaux d'eau et la topographie.



Le croisement entre les droites de projection de la ligne d'eau en lit mineur et la topographie fournie par la base de données topographiques du Rhône de l'IGN de 2010 (précision du MNT : 1 point tous les 2m et précision à 20cm sur la cote z) permet de déterminer avec une grande précision les hauteurs d'eau en tout point de l'enveloppe inondable. Pour le Rhône, les crues sont lentes si bien que l'on ne recherche pas à prendre en compte la vitesse d'écoulement des eaux comme un facteur aggravant. L'aléa est représenté selon 4 classes de hauteur :

- 0-0,5m ;
- 0,5-1m ;
- 1-2m ;
- supérieur à 2m.

Ouvrages pris en compte

Conformément à la doctrine Rhône et à la circulaire de juillet 2012, les secteurs endigués restent exposés au risque d'inondation pour les crues moyennes et extrêmes du fait des possibles surverses voire des ruptures des ouvrages de protection.

Pour la crue faible, en l'absence d'une expertise sur l'ouvrage, le même principe est appliqué.

L'aléa est d'abord qualifié et affiché hors ouvrage de protection, comme si la digue n'existait pas (projection horizontale de la ligne d'eau lit mineur dans le lit majeur).

Le sur-aléa lié au risque de défaillance de l'ouvrage en cas de rupture est ensuite pris en compte sous la forme d'une bande de sécurité en arrière immédiat de la digue où l'aléa est considéré comme fort. La largeur de cette bande dépend de la différence de hauteur entre la cote de référence dans le lit mineur et le terrain naturel :

- 100 mètres de large si cette différence est inférieure à 1.50 mètres ;
- 150 mètres de large si cette différence est comprise entre 1.50 et 2.50 mètres ;
- 250 mètres de large si cette différence est comprise entre 2.50 et 4 mètres ;
- 400 mètres si cette différence est supérieure à 4 mètres.

Cas particulier des aménagements hydroélectriques de retenue

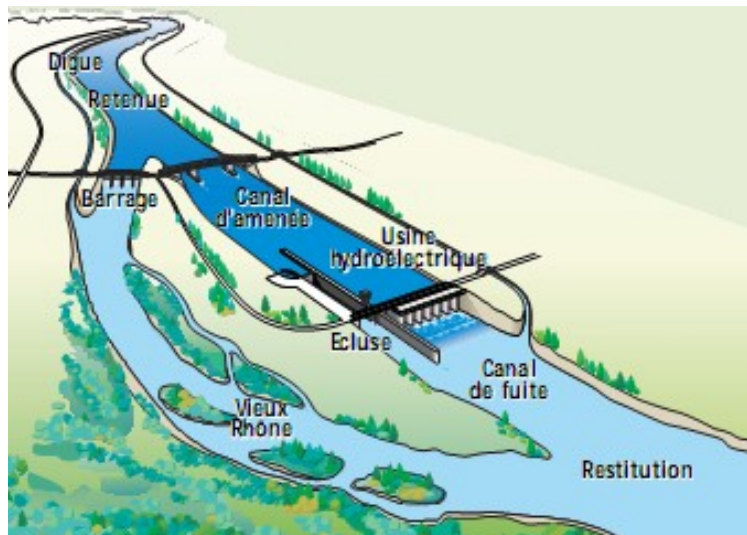
La morphologie du fleuve Rhône a beaucoup évolué du fait des aménagements multiples qui se sont succédés au cours du temps, on rappellera : les ouvrages de protection des villes (alignement de quais) réalisés après la crue de 1856, les épis Girardon chargés, à partir des années 1880, d'améliorer la navigation fluviale ou encore les aménagements hydroélectriques de la Compagnie nationale du Rhône après la Seconde Guerre mondiale. Le linéaire rhodanien est aujourd'hui en grande partie artificialisé, à l'image des 19 aménagements hydroélectriques exploités par la Compagnie Nationale du Rhône (CNR) qui jalonnent le fleuve depuis Génissiat après la frontière Suisse jusqu'à Vallabrègues, à l'amont du delta de Camargue. Le barrage de Génissiat, le plus en amont du Rhône français, est un barrage réservoir de 70 mètres de hauteur et d'une capacité totale de 53 millions de m³ (capacité utile de 12 millions de m³) qui barre totalement le lit du fleuve. Les autres ouvrages fonctionnent au fil de l'eau avec des dérivations vers les usines hydroélectriques pour tous les aménagements sauf celui de Vaugris qui ne comporte pas de dérivation. Par conséquent, si les crues historiques antérieures aux aménagements de la CNR nous enseignent certaines leçons de l'histoire longue des crues du Rhône, elles ne peuvent pas être utilisées comme des événements de référence qui pourraient se reproduire à l'identique aujourd'hui.

Il faut ajouter à ces équipements les aménagements hydroélectriques importants réalisés sur des affluents. Aucun de ces aménagement n'a de fonction de rétention des crues. Ainsi, les consignes de gestion en période de crue sont basées sur le maintien de la sécurité de ces aménagements. Selon le niveau de

remplissage de la retenue avant un épisode de crue, cette gestion peut permettre de stocker une partie des débits entrant jusqu'au niveau maximal d'exploitation. Ensuite, les aménagements ont la capacité d'évacuer vers l'aval l'intégralité du débit entrant dans l'aménagement. Les principaux aménagements hydroélectriques des affluents du bassin du Rhône (Vouglans sur l'Ain, Tignes et Monteynard sur le bassin de l'Isère, Serre-Ponçon et Sainte-Croix sur la Durance) interceptent moins de 10% du bassin versant du Rhône ; ils peuvent avoir une influence sur les crues faibles du Rhône mais ils n'ont qu'une influence limitée sur les crues importantes du Rhône.

L'impact des **19 aménagements hydroélectriques sur le Rhône** (18 aménagements de la Compagnie Nationale du Rhône et 1 aménagement EDF) sur le déroulement des crues n'est pas significatif, les consignes de conduite des aménagements étant basées sur les paramètres de la propagation naturelle avec un débit maximum admissible dans le canal usinier (débit d'équipement de l'usine hydroélectrique et débit des déchargeurs selon les aménagements) et un abaissement progressif du barrage dès les faibles crues pour faire passer le débit complémentaire.

La configuration du Rhône aménagé, conduit à distinguer le régime hydraulique des branches en retenue et des canaux usiniers de celui des branches non artificialisées : Vieux-Rhône (ou Rhône court-circuité) et Rhône naturel (entre deux aménagements). Les branches en retenue et les canaux usiniers répondent aux caractéristiques des barrages.



Les branches en retenue garantissent un haut degré de sécurité : protection « millénaire » avec revanche de 0.5 ou 1 mètre), fonctionnement particulier (toujours en eau), encadrement réglementaire propre aux barrages, et procédures précises de surveillance et de contrôle. Conformément à la circulaire du 16 juillet 2012, les espaces situés à l'arrière de ces ouvrages sont considérés comme des espaces soustraits à l'inondation pour les trois scénarios de crue. Les espaces soustraits sont déterminés par la projection horizontale de la ligne d'eau en lit mineur de la crue extrême sur le lit majeur. Une bande de sécurité de 100m est également représenté à l'aval des ouvrages conformément aux pratiques PPRi préconisés par la doctrine Rhône.

Les canaux usiniers ne sont pas considérés comme ayant pour effet de soustraire des espaces à l'inondation étant donné que les débits sont contrôlés dans le canal (le sur-débit de crue passant dans le Vieux Rhône). Par conséquent, les canaux usiniers ne sont pas pris en compte dans la cartographie de l'aléa pour les trois scénarios de crue.

Cas particuliers sur le TRI d'Avignon

Sud de la Plaine de Donzère-Mondragon

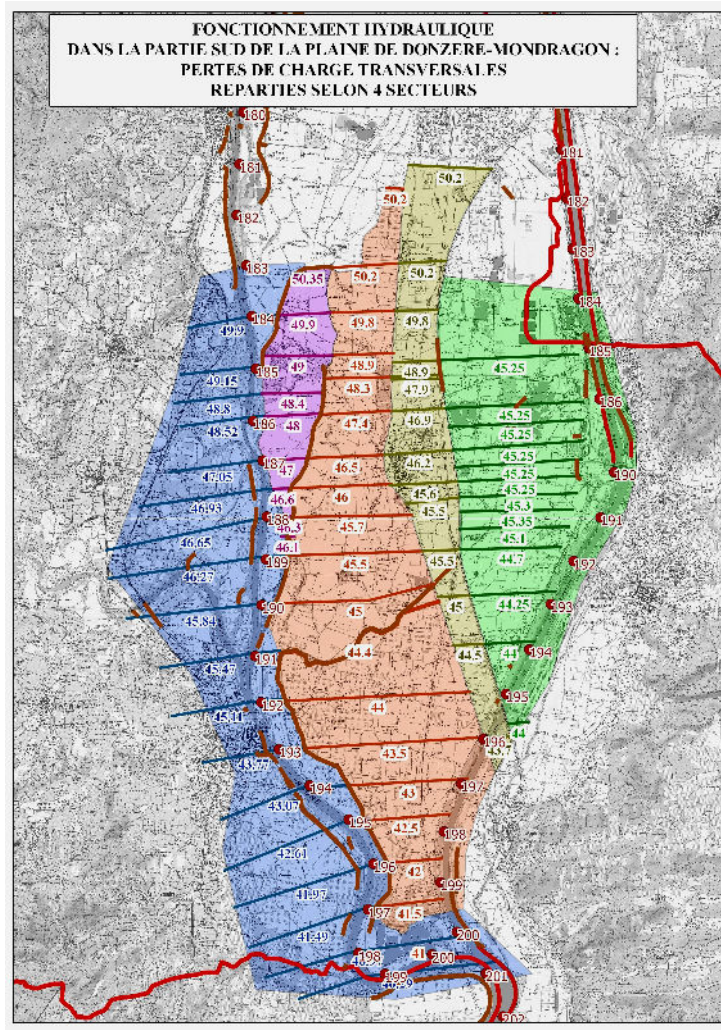
Dans la configuration particulière d'un lit majeur large avec des écoulements parallèles à ceux du lit mineur, comme c'est le cas au sud de la plaine de Donzère-Mondragon (Lapalud, Lamotte-du-Rhône), la projection à l'horizontale de la ligne d'eau lit mineur ne peut être appliquée. En effet, l'étalement de la crue suivant un plan horizontal dans le sens transversal équivaldrait à une hypothèse très majorante (crue de durée considérable), hypothèse qui ne prendrait pas non plus suffisamment en compte les écoulements importants nord-sud qui se mettent en place dans le lit majeur de la partie sud de la plaine.

Le principe de détermination des niveaux d'eau en lit majeur s'appuie alors sur l'introduction d'une pente du plan d'eau, transversale à l'axe d'écoulement. Plus précisément, le lit majeur est structuré par des ouvrages et infrastructures qui délimitent d'ouest en est différents secteurs inondables :

- le lit majeur-actif (en bleu)
- une zone délimitée par la digue du Crochet, au nord-ouest de la zone (en violet)
- une première zone d'écoulement centrale et parallèle à l'axe du Rhône (en orange)
- une deuxième zone d'écoulement parallèle entre la RN7 et le remblai TGV (en bistre)
- une zone de propagation avec faibles écoulements à l'est du remblai (en vert).

La pente transversale du plan d'eau dans le lit majeur repose sur des pertes de charges hydrauliques ponctuelles positionnées au passage de chaque ouvrage ou infrastructure qui délimitent ces différents secteurs. Elles sont évaluées à partir des résultats du modèle hydraulique 1D et vérifiées sur la base des enveloppes de crues historiques observées (2003 principalement sur le secteur mais aussi 1856 même si le lit majeur a considérablement changé).

Au sein de chaque zone d'écoulement homogène déterminé dans le lit majeur, les lignes d'eau restituent la pente amont-aval du plan d'eau. La carte ci-dessous explicite le découpage des différents secteurs (en bleu) et renseignent les cotes retenues (une même couleur pour chaque secteur homogène bleu, rouge et vert).

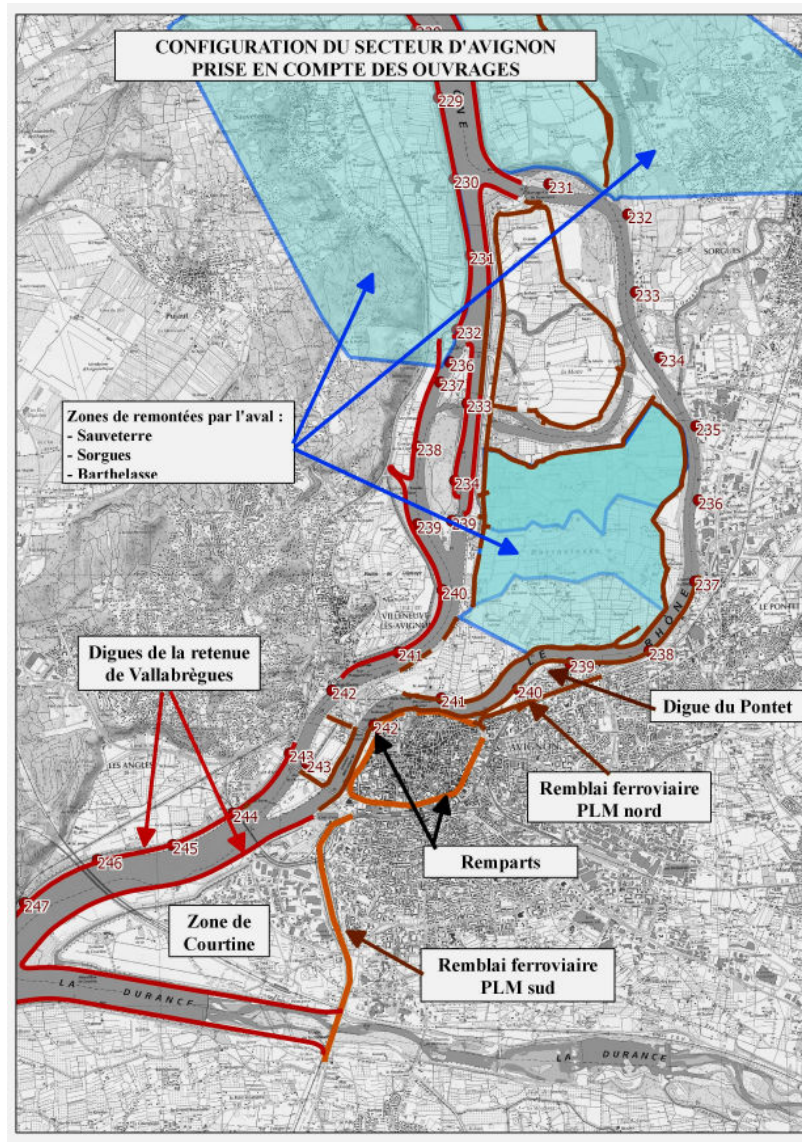


Avignon

La méthode générale mise en œuvre sur le Rhône qui consiste à projeter à l'horizontale la ligne d'eau en lit mineur sur le lit majeur conduirait dans le cas présent à une maximisation de l'aléa importante.

Tout d'abord, plusieurs zones comme le secteur de Sorgues et de l'île de la Barthelasse sont inondés par des remontées par l'aval. Comme dans les cas similaires sur le Rhône, les niveaux appliqués dans ces zones de remontée aval correspondent aux niveaux calculés en lit mineur au point de remontée.

En outre, en rive gauche dans le secteur urbain d'Avignon, la présence du système complexe d'ouvrages figurant sur la carte ci-dessous rend peu représentatif une projection horizontale de la ligne d'eau en lit mineur. Dès lors, les hypothèses à retenir doivent conduire à des niveaux d'eau dans le lit majeur inférieurs à ceux du lit mineur. En effet, la digue du Pontet et les remparts, puis la digue de la retenue de Vallabregues en continuité des remparts, constituent les ouvrages de premiers rang en aval desquels se trouvent d'autres ouvrages ayant une fonction hydraulique : le remblai ferroviaire de la ligne PLM parallèle à la digue du Pontet puis sa partie sud délimitant le secteur de Courtine et les remparts est de la vieille ville. La présence des ouvrages de second rang, dont des ouvrages très massifs en maçonnerie tels que les remparts, rend le système de protection tout à fait spécifique.



Les hypothèses de fonctionnement retenues sont basées sur le principe de transparence des ouvrages pour les scénarios de crue moyenne et extrême. Toutefois, la configuration spécifique des ouvrages décrite supra conduit à considérer une transparence partielle des ouvrages plus proches des conditions réelles d'écoulement des eaux débordées : transparence dans la digue du Pontet puis franchissement du remblai ferroviaire en aval de la digue du Pontet par les seuls ouvrages hydrauliques existants, entrées d'eau à travers les remparts limitées aux portes considérées sans batardeaux. Enfin, les écoulements jusqu'au secteur de Courtine sont limités à la capacité des ouvrages hydrauliques sous la voie ferrée PLM sud car il s'agit d'un ouvrage très large assimilable à une plate-forme situé en troisième rang.

Des pertes de charges hydrauliques ont été appliquées à chaque franchissement d'infrastructure (remparts et digue du Pontet d'abord, voie PLM ensuite). Elles ont été déterminées sur la base d'une expertise hydraulique générale et des éléments apportés par le modèle hydraulique 1D du Rhône. Les résultats sont cohérents avec l'enveloppe historique de 1856.

Cette représentation de l'enveloppe inondable des débordements du Rhône intégrant la transparence des ouvrages de protection reste une modélisation simplifiée de la réalité. Elle est différente de celle du PPRi d'Avignon approuvé en 2000. Jusqu'à cette date la doctrine nationale et la doctrine Rhône qui imposent la non-prise en compte des ouvrages de protection n'étaient en effet pas établies. La cartographie proposée

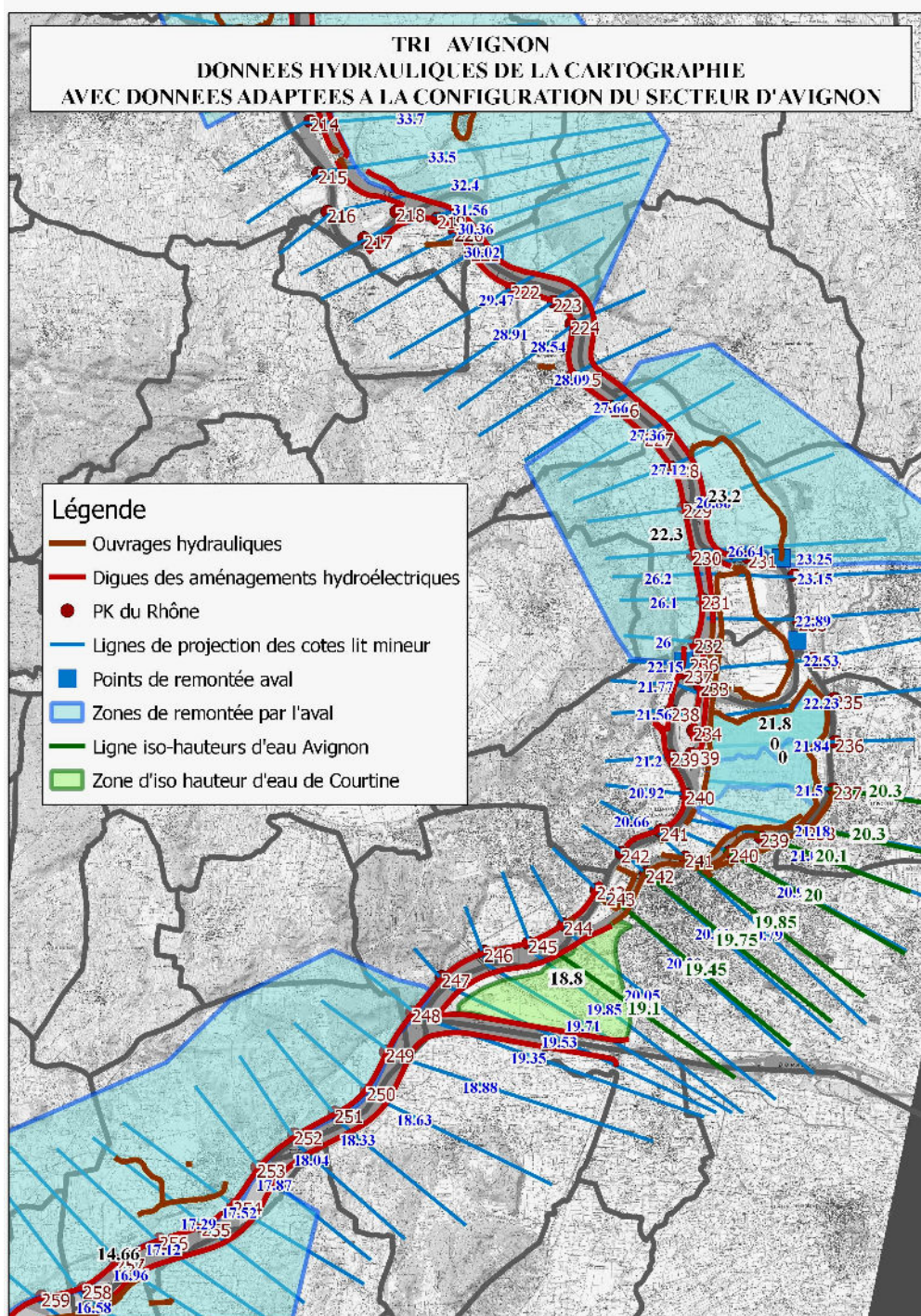
correspond techniquement aux attentes de la directive européenne notamment pour un rendu au 1/25 000 et résulte de l'exploitation de l'expertise disponible dans les délais contraints dédiés au travail cartographique.

Il convient de noter que le modèle hydraulique 1D du Rhône est le résultat d'une construction théorique sur le secteur urbanisé d'Avignon. En effet, ce modèle construit après la mise en service des aménagements CNR n'a pu être calé sur aucun événement avec débordements sur le secteur. Les paramètres de modélisation sont théoriques et ils ne prennent pas réellement en compte la configuration densément urbanisée du secteur. Ils permettent néanmoins de procéder à une première estimation des enjeux à recenser dans le cadre de la Directive Inondation.

Des modélisations hydrauliques complémentaires pourront donc être engagées dans l'objectif d'une caractérisation de l'aléa à une échelle plus fine (au 1 /5 000 notamment) et d'une meilleure précision sur les critères de transparences hydrauliques de chaque ouvrage et de leurs défaillances les plus probables. Ces éléments, incomplets à l'heure actuelle, pourront également être intégrés dans une démarche de qualification d'ouvrages résistants à l'aléa de référence au sens de la doctrine Rhône. Ces études auraient vocation à faire partie de la stratégie locale du TRI d'Avignon, au titre de l'amélioration de la connaissance.

La carte ci-dessous explicite le principe suivi pour la cartographie des débordements du Rhône à Avignon en rive gauche :

- en bleu, figurent les cotes hydrauliques en lit mineur pour la crue moyenne ;
- en vert, figurent les cotes hydrauliques en lit majeur (inférieures aux précédentes du fait de l'application d'une décharge hydraulique) ;
- sur le secteur de Courtine, le remblai de la voie ferrée PLM nord-sud conditionne les entrées d'eau sur ce secteur par le biais des passages inférieurs (canal de Champfleury au nord, canal du Puy au sud). La cote du plan d'eau horizontale formé par les débits entrants contrôlés par le remblai PLM a été déterminé sur la base d'un calcul simplifié en terme de volume (de manière similaire à la liaison du modèle hydraulique 1D).



Pour la crue extrême, les mêmes hypothèses ont été reprises pour l'hydrogramme de la crue millénaire et les précautions d'interprétation de cette données sont bien évidemment à proportionner à l'importance du scénario représenté.

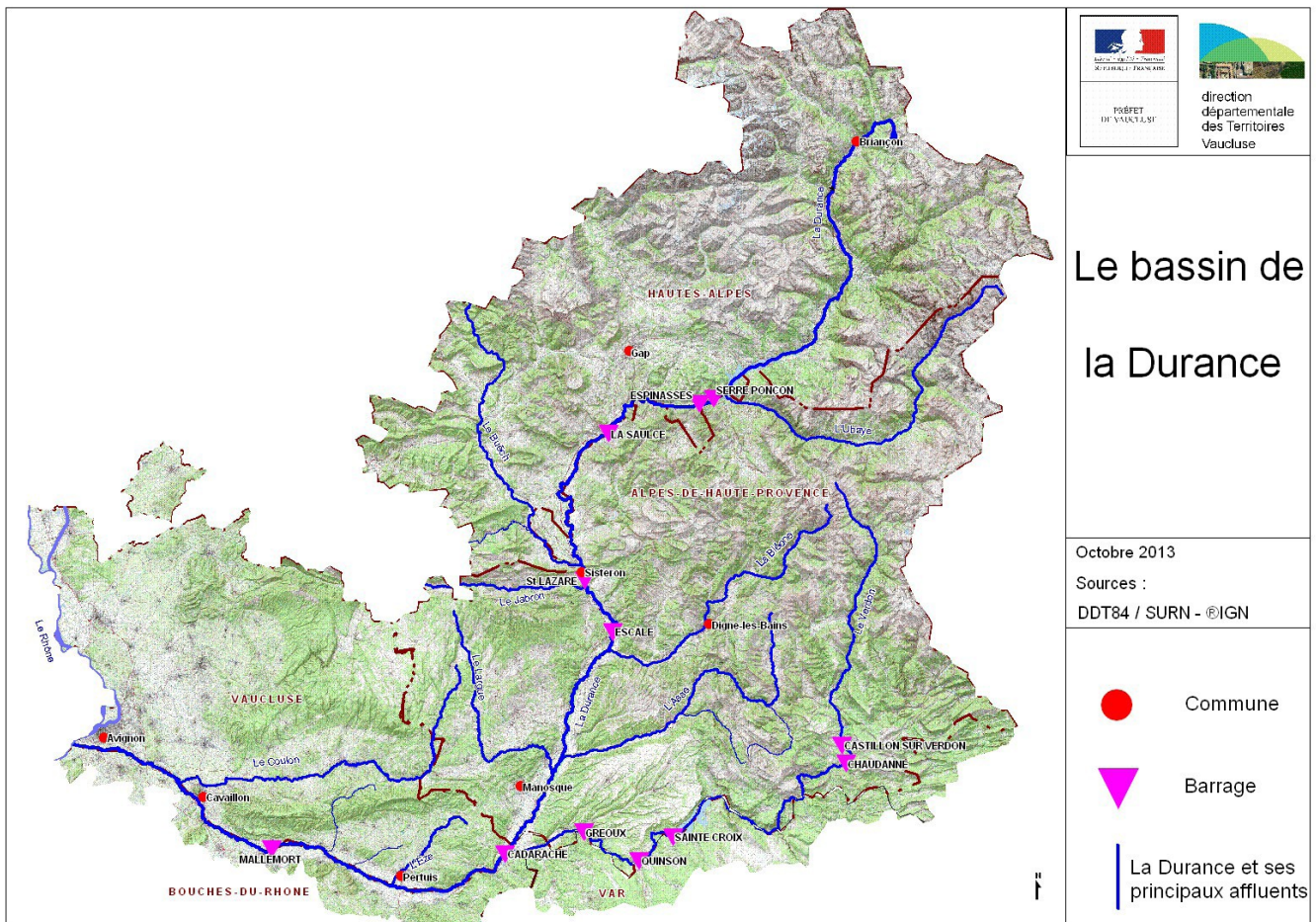
3.1.3 La Durance

Principales caractéristiques des phénomènes (source : rapport de présentation PPRI Basse Vallée de la Durance)

Principale rivière des Alpes du Sud et de la Haute-Provence, la Durance naît près du col du Montgenèvre, vers 1800m d'altitude. Elle dispose d'un bassin-versant de 14.800 km² environ et s'écoule sur 350 km (et même 380 si l'on considère la Clarée comme branche-mère). Ce faisant, elle traverse ou longe 5 départements : Hautes-Alpes, Alpes de Haute-Provence, Var, Bouches-du-Rhône, Vaucluse. Celui de la Drôme n'est que très partiellement concerné par le bassin-versant d'un affluent, le Buëch.

En termes de débit moyen, la Durance constitue le deuxième affluent du Rhône après la Saône. Jusqu'à la confluence de l'Ubaye au niveau du Lac de Serre-Ponçon, la Durance est un cours d'eau montagnard au débit torrentiel et à pente forte (3,5 ‰ environ jusqu'à Sisteron), avec de surcroît un lit encaissé. A l'aval du barrage de Serre-Ponçon, la Durance reçoit ses affluents principaux dans son cours médian : elle reçoit sur sa rive droite le Buëch, qui conflue à Sisteron, le Jabron de Noyers. Sur la rive gauche, elle est alimentée par la Bléone, rivière de Digne-les-Bains, l'Asse et surtout le Verdon, descendu du col d'Allos.

Après sa confluence avec le Verdon, au pied du massif du Luberon, la Durance reçoit en rive droite l'Eze (confluence à Pertuis), le Marderic (Villelaure) et l'Aigue Brun (Puget), et surtout le Coulon/Calavon, qui traverse Apt et conflue à Cavaillon. Son cours prend alors une orientation est-ouest, puis s'infléchit vers le nord-ouest : la Durance rejoint alors la vallée du Rhône en limite sud d'Avignon.



La dernière grande crue observée sur la Basse vallée de la Durance date de 1994. Son débit a été estimé à 2.850 m³/s au droit de Mirabeau, ce qui correspond à un phénomène de période de retour d'environ 30

ans. Elle a eu des conséquences significatives sur les secteurs de Pertuis (rupture de digue), Saint-Paul-les-Durance (inondation à l'arrière de l'autoroute A51), La Roque d'Anthéron (rupture de digue).

Étude et méthode mobilisée pour l'événement fréquent

L'événement fréquent a été cartographié à partir des résultats d'une étude menée par le Syndicat Mixte d'Aménagement de la Vallée de la Durance en 1998 appelée « Schéma d'aménagement et de gestion de la moyen et basse Durance » réalisée par SOGREAH, pour son volet hydraulique. Cette étude portait sur un secteur compris entre le Barrage de l'Escale et la confluence avec le Rhône.

Scénario hydrologique retenu

Le débit modélisé dans cette étude est de 3 000 m³/s à Cadarache, correspondant à un événement d'une période de retour entre 25 et 30ans. Il s'agit d'un événement similaire à la crue de 1994.

Ce débit est considéré comme le débit l'événement fréquent.

$$Q_{\text{fréquent}} = 3\,000 \text{ m}^3/\text{s}$$

Modélisation hydraulique utilisée et ouvrages pris en compte

Le modèle utilisé est un modèle 1D à casier (logiciel CARIMA , développé par le bureau d'études SOGREAH).

Mode de représentation retenus pour la cartographie

La cartographie des surfaces inondables par un événement fréquent de la Durance fait apparaître des classes de hauteurs d'eau : 0 à 1 m, 1 à 2m et plus de 2 m.

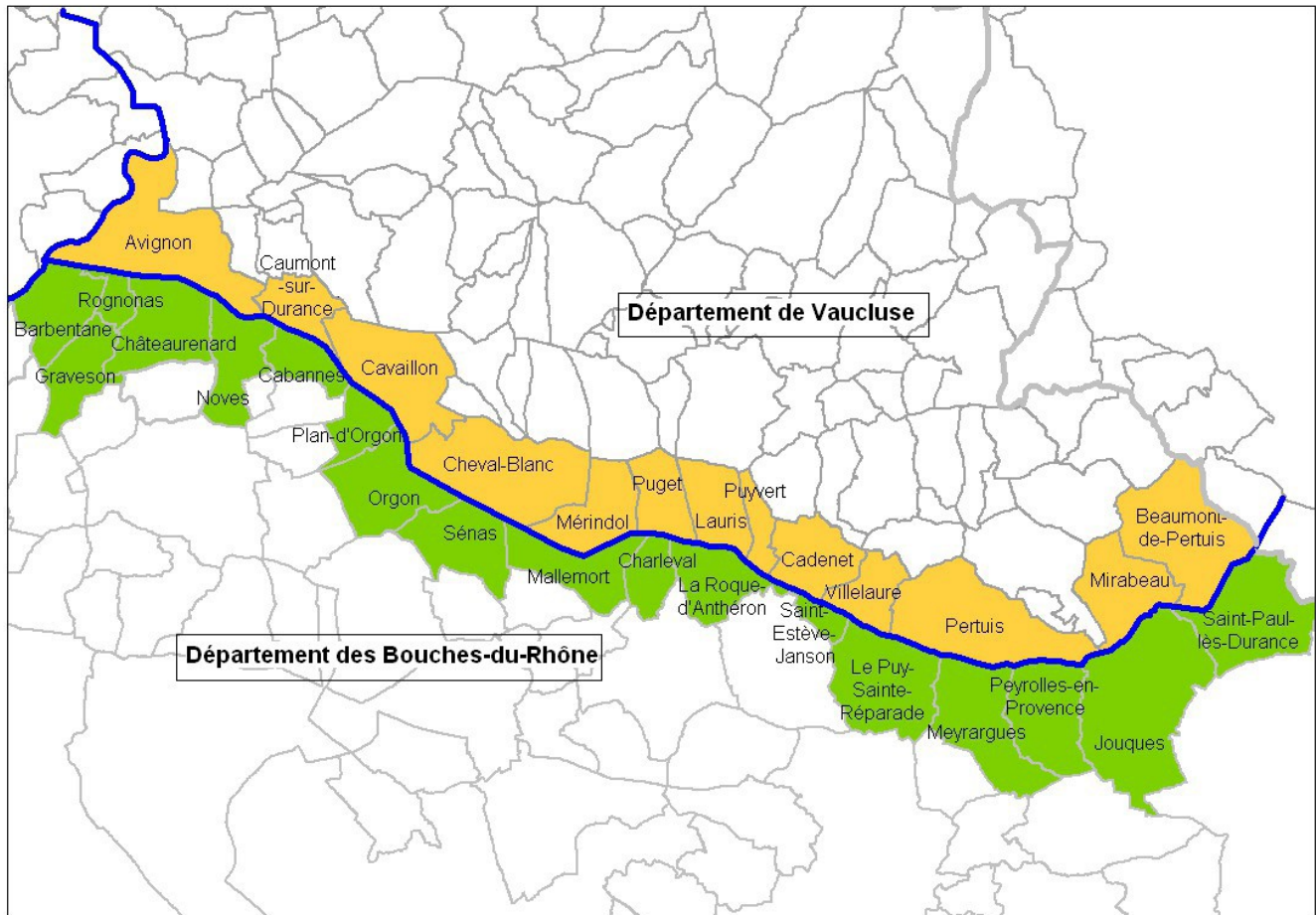
Les autres objets représentés sont le lit mineur (et surfaces en eau permanentes), les limites communales, les limites du TRI et les ouvrages de protection (digues ou remblai).

Les ouvrages de protections représentés sont ceux recensés dans le cadre des études préalables au PPRI, par la DIREN PACA et les DDT(M) 84 et 13..

Études et méthodes mobilisées pour l'événement moyen

La cartographie des surfaces inondables par un événement moyen de la Durance correspond à la carte de l'aléa de référence pris en compte dans le projet de Plan de Prévention des Risques d'Inondation de la Basse Vallée de la Durance.

Le PPRI de la Durance a été prescrit pour les 32 communes de la basse vallée de Durance riveraines du cours d'eau par arrêté inter-préfectoral du Préfet des Bouches-du-Rhône et du Préfet de Vaucluse en date du 21 janvier 2002. Il a été re-prescrit par les Préfets des deux départements, chacun pour ce qui le concerne, en décembre 2011.



Communes concernées par l'élaboration du PPRI de la basse vallée de la Durance

Dans le département de Vaucluse, l'enquête publique relative au projet de PPRI de la Basse Vallée de la Durance se tiendra, pour les 9 communes suivantes du 20 janvier au 20 février 2014 : Beaumont-de-Pertuis, Mirabeau, Villelaure, Cadenet, Puyvert, Lauris, Puget, Mérindol et Caumont-sur-Durance

Les 3 communes de Pertuis, Cheval-Blanc et Cavaillon feront l'objet d'une application anticipée du PPRI, dans l'attente de l'achèvement des travaux de sécurisation de leurs digues (qualification des digues comme résistantes à l'aléa de référence "RAR"). L'enquête publique puis l'approbation finale du PPRI interviendront après ces qualifications RAR

Enfin pour Avignon, les travaux sur la digue visant à la rendre RAR sont en cours de finalisation : l'enquête publique puis l'approbation finale du PPRI interviendront après ces qualifications RAR

Durant l'enquête publique, les dossiers des 9 PPRI seront consultables sous : <http://www.vaucluse.gouv.fr> – rubrique Avis d'Ouverture d'Enquêtes Publiques.

Dans le département des Bouches -du-Rhône les enquêtes publiques relatives aux projets de PPRI de la Basse Vallée de la Durance se tiendront, pour les 9 communes suivantes du 6 février 2014 au 10 mars 2014 : Saint Paul les Durance, Jouques, Peyrolles en Provence, Meyrargues, le Puy Ste Réparate, Saint Estève Janson, La Roque d'Anthéron, Charleval et Sénas. Des informations relatives à l'enquête seront disponibles sur le site de la Préfecture des Bouches du Rhône à l'adresse : <http://www.bouches-du-rhone.pref.gouv.fr>.

Les dossiers des PPRI seront consultables à l'adresse <http://www.bouches-du-rhone.gouv.fr>, sous la rubrique : Politiques publiques / Sécurité / Sécurité civile / La Prévention.

Scénario hydrologique retenu

La crue de référence du PPRI de la Durance correspond à une crue de débit 5000m³/s à Cadarache.

Ce débit est celui des plus fortes crues de la Durance documentées, également assimilables à la crue d'occurrence centennale de la Durance.

Ainsi **Qmoyen = 5000m³/s à Cadarache.**

Modélisations hydrauliques utilisées

La détermination des aléas résulte des approches complémentaires suivantes :

- l'étude hydrogéomorphologique du bassin versant de la Durance (bureau d'études Géosphair, 2002) conduite sur la base des données de terrains et des données historiques sur les crues passées ;
- des études hydrauliques de la Durance : amont, de Cadarache à Mallemort (bureau d'études SCP, 2007) ; et aval, de Mallemort au Rhône (bureau d'études Hydratec, 2011) afin de préciser le fonctionnement du cours d'eau et les aléas (issus des données hauteurs d'eau et vitesses d'écoulement).

Prise en compte des ouvrages

Ces études intègrent des hypothèses de dysfonctionnements des digues et des remblais linéaires qui font obstacle à l'écoulement de la crue

Le détail des scénarios considérés est disponible dans le rapport de présentation du PPRI, téléchargeable aux adresses suivantes

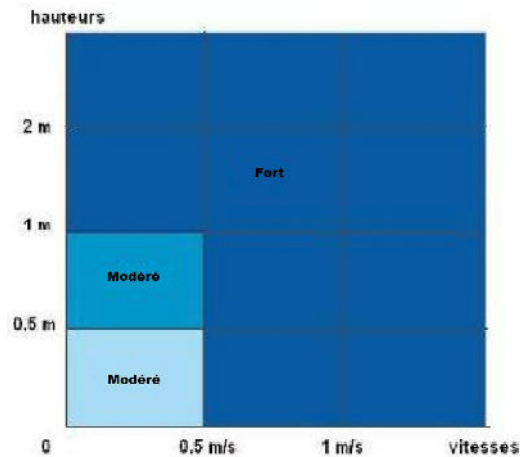
: <http://www.vaucluse.gouv.fr> – rubrique Avis d'Ouverture d'Enquêtes Publiques.

<http://www.bouches-du-rhone.gouv.fr>. - rubrique Politiques publiques / Sécurité / Sécurité civile / La Prévention.

Mode de représentation retenu pour la cartographie

La carte des surfaces inondables par un événement moyen sur la Durance correspond à la carte d'aléa de référence du PPRI, remise en forme avec la sémiologie nationale définie pour les cartes « DI ».

Il a été choisi de représenter les classes d'aléa, combinant les hauteurs d'eau et les vitesses suivant la grille suivante :



Les autres objets représentés sont le lit mineur (et surfaces en eau permanentes), les limites communales, les limites du TRI et les ouvrages de protection (digues ou remblai) lorsqu'ils ont été recensés dans le cadre des études préalables à l'élaboration du PPRI.

Études et méthodes mobilisées pour l'événement extrême

La carte des surfaces inondables par un événement extrême de la Durance a été réalisée à partir :

- de Pertuis à Mallemort : des résultats de l'étude menée en 2007 pour le compte de la DIREN PACA intitulée « PPRI – Cartographie des zones inondables et des zones de risques entre Cadarache et Mallemort » réalisée par la SCP
- de Mallemort à Avignon : des résultats de l'étude hydrogéomorphologique de la Durance, menée par le Bureau d'études GEOSPHAIR pour le compte de la DIREN PACA en 2002.

Ainsi l'événement extrême cartographié est le suivant :

- de Pertuis à Mallemort : une crue de 6500 m³/s modélisée, avec comme résultat une emprise de l'événement et des classes de hauteurs d'eau,
- de Mallemort à la confluence avec le Rhône : l'emprise du lit majeur, correspondant à l'aléa exceptionnel déjà cartographié dans le projet de PPRI de la Basse Vallée de la Durance. En effet, sur ce linéaire de la Durance, les informations sur les classes de hauteur d'eau n'étant pas disponibles et exploitables, il a été choisi à minima de représenter l'emprise d'une crue exceptionnelle.

Modélisations hydrauliques utilisées

Dans l'étude « PPRI – Cartographie des zones inondables et des zones de risques entre Cadarache et Mallemort » réalisée par la SCP le modèle mathématique a été construit à l'aide du logiciel de modélisation des écoulements bidimensionnels TELEMAC-2D. Les données topographiques utilisées lors de la phase de calage comprennent la restitution photogrammétrique de l'ensemble de la zone d'étude et les profils en travers du lit mineur levés en 1994/95. Le modèle a ensuite été modifié grâce à des profils en travers levés en 2002 et des levés complémentaires d'ouvrages de protection (digues, épis). Le calage du modèle a été effectué essentiellement sur la base des observations relevées suite à la crue de janvier 1994, en faisant varier les paramètres suivant : la topologie du modèle, les conditions de rupture des ouvrages, les coefficients de rugosité. La moyenne des écarts entre les laisses de crues observées et les calculs est de 12 cm.

Prise en compte des ouvrages

Le scénario considéré pour la cartographie de l'événement extrême est celui qui considère l'ensemble des digues transparentes.

Mode de représentation retenu pour la cartographie

De Pertuis à Mallemort, la cartographie des surfaces inondables par un événement extrême de la Durance fait apparaître 2 classes d'aléas : 0 – 1m et > 1m d'eau.

De Mallemort à la confluence, la cartographie des surfaces inondables par un événement extrême de la Durance fait simplement apparaître l'emprise du lit majeur hydrogéomorphologique.

Les autres objets représentés sont le lit mineur (et surfaces en eau permanentes), les limites communales, les limites du TRI et les ouvrages de protection (digues ou remblai) lorsqu'ils ont été recensés dans le cadre des études préalables à l'élaboration du PPRI.

3.1.4 L'Ardèche

Principales caractéristiques des phénomènes

(source : PAPI Ardèche et rapport de présentation PPRI Ardèche)

L'Ardèche prend sa source au plateau de la Chavade à 1470 m d'altitude et son bassin versant couvre une superficie de 2 430 km². Ce vaste bassin concerne 158 communes réparties sur deux régions – Rhône Alpes et Languedoc Roussillon et trois départements : Ardèche (81%) , Lozère (14%) et Gard (5%).

Le bassin de l'Ardèche s'affirme comme un bassin de transition entre le nord et le sud méditerranéenne, entre les montagnes du massif central et les plaines de la vallée du Rhône. Il s'appuie pour sa bordure occidentale sur l'escarpement cévenol qui domine parfois de plus de 1000 mètres le bassin sédimentaire aval.

Le bassin versant de l'Ardèche, affluent rive droite du Rhône est riche en réseau hydrographique très dense (densité de drainage proche de 1,4 km/km²). L'Ardèche et ses principaux affluents : Chassezac, Beaume, ligne, Ibie, Volane représentent près de 600 km de linéaire.

De sa source jusqu'à Aubenas, l'Ardèche coule dans une vallée très étroite creusée dans des rochers granitiques. De faible largeur (30 à 40 m , elle reçoit plusieurs affluents torrentiels : la Fontaulière, le Lignon et la Volane.

D'Aubenas à Vogué la rivière dispose d'une largeur de 100 à 200 mètres et reçoit le Luol et la Luvre.

De Vogué à Vallon Pont d'Arc, , le bassin correspond à une zone de confluence avec l'Auzon, la Ligne, la Beaume, le Chassezac et l'Ibie dans laquelle alternent des portions de cours encaissés (défilé de Ruons) et de zones plus larges (plaine de Vallon pont d'Arc).

Les principaux affluents de l'Ardèche sont :

- le Chassezac (bassin versant de 755 km²) alimenté par la Borne et l'Altier prend sa source dans le Département de la Lozère. On y recense des équipements hydro-électriques importants : (barrages

de Villefort, Puylaurent, Rachas, Sainte Marguerite, Malarce sur Thines, et Roujanel) .

- la Beaume (S= 244 km²) qui traverse Joyeuse,
- le Ligne : (S : 124 km²) qui passe à Largentière,
- l'Auzon , grossi par la Claduègne.

De Vallon à Saint Martin d'Ardèche, la rivière est encaissée dans un plateau calcaire élevé dans lequel elle coule à une profondeur de 100 à 200 mètres. La réserve naturelle des gorges de l'Ardèche a été créée en 1980.

Entre Saint Martin d'Ardèche et la confluence avec le Rhône, la zone alluviale de l'Ardèche s'étend sur une largeur d'environ 2 km.

Études et méthodes mobilisées pour l'événement fréquent, moyen et extrême

La commune de Saint Martin d'Ardèche est dotée d'un PPRi Ardèche approuvé le 25 avril 2001 basé sur l'étude SOGREAH 1994.

Depuis, dans le cadre des objectifs du SAGE de l'Ardèche, la DDT07 a lancé une étude sur l'Ardèche et ses principaux affluents en vue d'améliorer la connaissance du risque sur le bassin versant. Cette étude réalisée par ARTELIA Eau & Environnement en cours de finalisation poursuit 4 objectifs :

- obtenir des données hydrologiques fiables et cohérentes sur l'ensemble du bassin versant,
- connaître le fonctionnement hydraulique des principaux affluents,
- Aboutir à la caractérisation des aléas préalable, à la révision des PPRi
- connaissance des enjeux soumis au phénomène inondation et évaluation des coûts pour la crue de référence.

Les trois événements (fréquent moyen et extrême) ont été cartographiés de cette étude intitulée « Étude hydrologique et hydraulique sur le bassin versant de l'Ardèche et de ses principaux affluents » / ARTELIA / DDT 07 / Juin 2013 y compris sur la commune de Saint Martin d'Ardèche.

Scénarios hydrologiques retenus

Événement fréquent :

Le débit modélisé dans cette étude est de 4700 m³/s à Sauze - St martin d'Ardèche , correspondant à un événement d'une période de retour de 30 ans. Il s'agit d'un événement similaire à la crue de 23 octobre 1977.

Ce débit est considéré comme le débit l'événement fréquent.

Qfréquent = 4 740 m³/s

Événement moyen :

Le débit modélisé dans cette étude est de 8 480 m³/s à St Martin d'Ardèche , correspondant à la crue historique du 22 septembre 1890. Il s'agit d'un événement d'une période de retour de l'ordre de 300 ans.

Ce débit est considéré comme le débit l'événement moyen.

Qmoyen = 8 480 m³/s

Événement extrême :

Le débit modélisé dans cette étude est de 10 180 m³/s à St Martin d'Ardèche. Il s'agit d'un événement d'une période de retour de 1000 ans.

Ce débit est considéré comme le débit l'événement extrême.

Qextrême = 10 180m³/s

Modélisation hydraulique utilisée et ouvrages pris en compte

Le modèle utilisé est un modèle 1D logiciel gratuit HECRAS développé par le corps des ingénieurs de l'armée américaine

Aucun ouvrage de protection n'est recensé le long de l'Ardèche (pour le linéaire inclus dans le périmètre du TRI)

Mode de représentation retenu pour la cartographie

Les cartographies des surfaces inondables par un événement fréquent, moyen et extrême issues des résultats de l'étude menée par la DDT 07 en vue de l'élaboration du PPRI de font apparaître des classes de hauteur d'eau :

- pour l'événement fréquent et extrême les classes de hauteurs d'eau sont : 0 à 1 m / et plus de 1m

- pour l'événement moyen, les classes de hauteurs d'eau sont : 0 à 0,5 m / 0,5 – 1m / et et plus de 1m

Les autres objets représentés sont le lit mineur (et surfaces en eau permanentes), les limites communales, les limites du TRI et les ouvrages de protection (digues ou remblai) lorsqu'ils ont été recensés au niveau local.

3.1.5 Le Lez

Principales caractéristiques des phénomènes

Le Lez, long de 75km, pour une surface de bassin versant de 450 km² prend sa source dans le département de la Drôme. Après le canal de dérivation à hauteur de Bollène, le Lez traverse Mondragon, se jette dans le contre-canal en limite de Mornas, ce dernier finissant lui dans l'Aygues au nord de Caderousse.

Sur ce cours d'eau à régime pluvial méditerranéen, une centaine de crues ont été répertoriées depuis l'an 1200. La plus forte crue connue a eu lieu en 1993, avec une occurrence estimée inférieure à la centennale.

Études et méthodes mobilisées pour l'événement fréquent

La cartographie des surfaces inondables du Lez par un événement fréquent a été réalisée à partir des résultats d'une étude menée en juin 2013 pour le compte du Syndicat Mixte du Bassin Versant du Lez, par le bureau d'études Hydretudes, appelée « Marché Public de Maîtrise d'Oeuvre de travaux de protection de la ville de BOLLENE contre les crues centennale » .

Cette étude porte sur le linéaire du Lez entre l'amont de la confluence avec l'Herin (Saint Turquois) jusqu'en aval de Bollène au niveau du franchissement autoroutier soit une longueur totale de 14km.

Les éléments décrits ci-après sont issus de deux rapports relatifs à l'étude hydrologique et à l'étude hydraulique – état initial

Scénarios hydrologiques retenus

Les débits de crue ont été déterminés par modélisation hydrologique du bassin versant du Lez, calée à partir d'événements historiques

La valeur du débit de pointe retenue pour le Lez en amont de la zone d'études pour une crue trentennale est de 441 m³/s.

Ainsi l'événement fréquent considéré correspond à la crue trentennale avec

$$Q_{\text{fréquent}} = 441 \text{ m}^3/\text{s}$$

Modélisation hydraulique utilisée

Les champs d'inondation des crues étudiées ont été évalués au moyen d'un modèle mathématique des écoulements réalisé au moyen du logiciel Infoworks RS de Wallingford Software Ltd. Le secteur modélisé s'étend sur la zone de confluence Lez/Hérin jusqu'au passage sous l'autoroute A7.

Le modèle de calcul couple :

- une schématisation filaire du lit mineur, représentés par des profils en travers ;
- une schématisation bidimensionnelle résolvant les équations de Barré de St Venant 2D par la méthode des volumes finis dans le lit majeur

Les données topographiques utilisées sont les suivantes : des profils en travers et semis de points levés en 2011, et des relevés LIDAR réalisé en 2012.

Mode de représentation retenu pour la cartographie

Les classes de hauteurs d'eau représentées sont : 0 à 1 m / 1 à 2 m / Plus de 2 m.

Les autres objets représentés sont le lit mineur (et surfaces en eau permanentes), les limites communales, les limites du TRI et les ouvrages de protection (digues ou remblai) lorsqu'ils ont été recensés au niveau local par la DDT84.

A noter que la cartographie des surfaces inondables par un événement fréquent du Lez est partielle et s'arrête juste en aval de Bollène.

Études et méthodes mobilisées pour l'événement moyen

La cartographie des surfaces inondables du Lez par un événement moyen a été réalisée à partir de la carte de l'aléa de référence considéré dans le PPRI du Lez.

Ce PPRI a été approuvé le 13 décembre 2006 sur 5 communes : Bollène, Mondragon, Mornas, Valréas, et Visan. A noter, le PPRI a été annulé sur les communes de Grillon et Richerenches par la CAA de Marseille

Les éléments décrits ci-après sont issus de la note de présentation du PPRI sur ces communes.

Scénario hydrologique retenu

Le rapport de présentation du PPRI précise les débits caractéristiques du Lez, et en particulier :

Qmoyen = Q100 = 700 m³/s à Bollène (source SPERA (CNR - Juin 1999))

Modélisation hydraulique utilisée

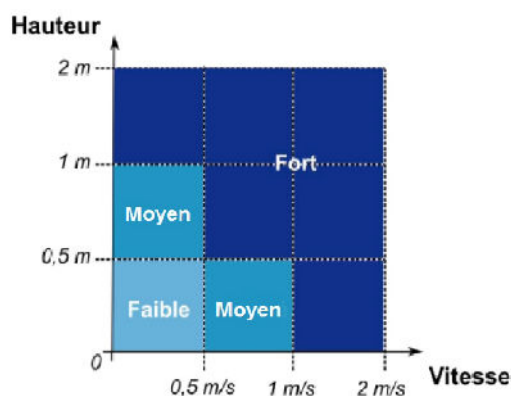
La cartographie des aléas du PPRI du Lez a été réalisée sur la base :

- de la cartographie réalisée par la CNR en 1995 par modélisation hydraulique,
- de la cartographie réalisée par Sud Aménagement en 1995 par modélisation hydraulique (commune de Valréas),
- de la cartographie des zones inondées par la crue de 1993, réalisée par la DDE de la Drôme, par report sur le fond IGN au 1/25 000° des observations et photographies faites lors d'un survol en hélicoptère,
- de l'analyse des données hydrologiques des études antérieures,
- de l'analyse des cartes géologiques au 1/50 000°.
- d'enquêtes réalisées sur le terrain, et de recueil de données auprès des riverains (surtout les anciens) et des communes (Maires et leurs adjoints).
- d'analyses hydrogéomorphologiques,
- de levés topographiques sur les secteurs à enjeux (zones urbanisées) où les enquêtes de terrain ne suffisaient pas à tracer l'aléa avec suffisamment de précision,
- du modèle à casier mis en œuvre par la CNR sur le territoire des communes de Mondragon et Mornas, dans le cadre du présent PPRI.

Mode de représentation retenu pour la cartographie

La cartes des surfaces inondables par un événement moyen correspond à la carte de l'aléa de référence pris en compte pour le PPRI. du Lez , mise en forme avec la sémiologie définie au niveau national pour les cartes « DI ».

La seule information sur les hauteurs d'eau n'étant pas disponibles, il a été choisi de représenter les classes d'aléa, combinant les hauteurs d'eau et les vitesses suivant la grille suivante :



Les cartes font ainsi apparaître 3 classes d'aléa : faible, moyen et fort.

Les autres objets représentés sont le lit mineur (et surfaces en eau permanentes), les limites communales, les limites du TRI et les ouvrages de protection (digues ou remblai) lorsqu'ils ont été recensés au niveau local par la DDT84.

A noter que les zones de ruissellement et d'accumulation d'eau qui sont représentées en vert sur les cartes d'aléa du PPRI du Lez n'ont pas été reprises dans la présente cartographie des débordements du Lez par un événement moyen.

Études et méthodes mobilisées pour l'événement extrême

A défaut de données disponibles ou exploitables, les cartographies des surfaces inondables du Lez pour un événement extrême a été réalisée à partir des résultats de l'outil de modélisation simplifié CARTINO⁶, mis en œuvre par le CETE Méditerranée⁷ pour le compte de la DREAL PACA.

Scénarios hydrologiques retenus

Sur la base des données de débits issues de SHYREG⁸, des données disponibles sur la Banque HYDRO, des études réalisées pour le PPRI du Lez et après analyse du CETE Méditerranée, le débit du Lez retenu à Bollène est de :

$$Q_{\text{extrême}} = 1\ 680\ \text{m}^3/\text{s}$$

Modélisation hydraulique utilisée et ouvrages pris en compte

Le modèle 1D construit à l'aide de CARTINO est caractérisé par 49 profils en travers, sur un linéaire de 13 km. Le coefficient de Strickler utilisé est de 20, sans distinction entre le lit mineur et le lit majeur.

Le MNT utilisé est un LIDAR au pas de 1m, rééchantillonné au pas de 5m, provenant de la base RGEALTI de l'IGN (juin 2013).

Les résultats de la modélisation ont fait l'objet d'un lissage des petites surfaces (100m²) et d'une simplification de géométrie pour un rendu et une utilisation au **1/25000ème**.

Les incertitudes liées à l'outil CARTINO sont décrites dans l'annexe méthodologique (paragraphe III) jointe au présent rapport

Aucun ouvrage hydraulique de type buse, pile, pont, tunnel n'a été pris en compte dans le calcul CARTINO. Seules les ouvertures dans les remblais présentes dans le MNT ont été modélisées. En particulier, les digues sont considérées comme effacées

Dans l'ensemble, la modélisation de l'événement extrême est proche de l'enveloppe du lit majeur défini dans l'atlas des zones inondables par hydrogéomorphologie (<http://carmen.developpement-durable.gouv.fr/25/environnement.map&group=Atlas%20des%20zones%20inondables>).

A noter enfin que la digue formée par l'autoroute A7 à partir de Bollène étant considérée comme transparente, on suppose que les niveaux d'eau sont les mêmes de part et d'autre de l'ouvrage. Enfin, les éventuelles échanges avec le canal de Donzère ou le Rhône n'ont pas été pris en compte.

Mode de représentation retenu pour la cartographie

Les cartographies des surfaces inondables du Lez par un événement extrême issues des résultats de l'outil CARTINO font apparaître des classes de hauteur de charge considérées comme des hauteurs d'eau.

6 Description de l'outil disponible dans l'annexe méthodologique, paragraphe III

7 <http://www.cete-mediterranee.fr>

8 Base de données décrite dans l'annexe méthodologique, paragraphe II

Pour l'événement fréquent et extrême, les classes de hauteurs d'eau sont : 0 à 1 m / 1 à 2 m / Plus de 2 m.

Les autres objets représentés sont le lit mineur (et surfaces en eau permanentes), les limites communales, les limites du TRI et les ouvrages de protection (digues ou remblai) lorsqu'ils ont été recensés au niveau local par la DDT84.

3.1.6 La Cèze

Principales caractéristiques des phénomènes

Affluent rive droite du Rhône, la Cèze s'étire sur près de 70 km depuis le Mont Lozère jusqu'à sa confluence avec le Rhône sur la commune de Laudun l'Ardoise. La superficie drainée est de 1360 km².

Ses principaux affluents sont le Luech, l'Auzon, la Claysse et l'Aiguillon et le linéaire total de l'ensemble des affluents (qu'ils soient principaux ou secondaires) se porte à près de 700 km. En amont, le bassin versant est granitique puis la rivière traverse les schistes sur sa partie médiane et des terrains calcaires sur le bas du bassin. De par cette composition, la réponse hydrologique du bassin versant peut être très rapide et très violente car le haut du bassin ne peut ralentir ou infiltrer les eaux de pluies (à cause respectivement des pentes et du substratum granitique). Le bassin versant est peu urbanisé et la commune la plus importante est Bagnols-sur-Cèze située sur l'aval du bassin. 23 % de la population du bassin versant habite Bagnols-sur-Cèze. A l'entrée de Bagnols, le bassin versant de la Cèze draine 1120 km².

(Source : Etude de réduction du risque d'inondation sur la commune de Bagnols sur Cèze – Céreg - 2012)

Études et méthodes mobilisées pour l'événement fréquent et extrême

A défaut de données disponibles ou exploitables, les cartographies des surfaces inondables de la Cèze pour un événement fréquent et extrême ont été réalisées à partir des résultats de l'outil de modélisation simplifié CARTINO⁹, mis en œuvre par le CETE Méditerranée¹⁰ pour le compte de la DREAL PACA.

Scénario hydrologique retenu

Sur la base des données de débits issues de SHYREG¹¹, du débit du PPRI, et après analyse du CETE Méditerranée, les débits retenus en aval de la confluence avec la Tave est pour la cartographie de la Cèze sont de :

$$Q \text{ fréquent} = 1773 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\text{extrême}} = 8391 \text{ m}^3/\text{s}$$

Modélisation hydraulique utilisée

Le modèle 1D construit à l'aide de CARTINO est caractérisé par 57 profils en travers, sur un linéaire de 15 km. Le coefficient de Strickler utilisé est de 15, sans distinction entre le lit mineur et le lit majeur.

Le MNT utilisé est un LIDAR au pas de 5m provenant du Conseil Général du Gard

Les incertitudes liées à l'outil CARTINO sont décrites dans l'annexe méthodologique (paragraphe III) jointe au présent rapport.

⁹ Description de l'outil disponible dans l'annexe méthodologique, paragraphe III

¹⁰ <http://www.cete-mediterranee.fr>

¹¹ Base de données décrite dans l'annexe méthodologique, paragraphe II

Les résultats de la modélisation ont fait l'objet d'un lissage des petites surfaces (100m²) et d'une simplification de géométrie pour un rendu et une utilisation au **1/25000^{ème}**.

Pour l'événement fréquent, l'emprise de la zone inondable par Q30 disponible dans l'étude de CEREG sur Bagnols sur Cèze (cf. paragraphe ci-dessous / événement moyen) a été utilisée comme élément de calage. A noter que sur certains secteurs de Bagnols sur Cèze, il peut y avoir une sous évaluation de l'emprise inondable (par rapport aux crues historiques) du fait de la non prise en compte de la petite Cèze.

Pour l'événement extrême, dans l'ensemble, la modélisation est proche de l'enveloppe du lit majeur défini dans l'atlas des zones inondables par hydrogéomorphologie (<http://www.languedoc-roussillon.developpement-durable.gouv.fr/cartographie-interactive-r1085.html>).

Prise en compte des ouvrages

Les ouvrages de protection n'ont pas été pris en compte.

Mode de représentation retenu pour la cartographie

Les cartographies des surfaces inondables de la Cèze par un événement fréquent et extrême issues des résultats de l'outil CARTINO font apparaître des classes de hauteur de charge considérées comme des hauteurs d'eau.

Les classes de hauteurs d'eau sont : 0 à 1 m / 1 à 2 m / Plus de 2 m.

Les autres objets représentés sont le lit mineur (et surfaces en eau permanentes), les limites communales, les limites du TRI et les ouvrages de protection (digues ou remblai) lorsqu'ils ont été recensés au niveau local par la DDTM 30.

Études et méthodes mobilisées pour l'événement moyen

La cartographie des surfaces inondables par un événement moyen sur la Cèze a été réalisée en exploitant les résultats de :

- sur Bagnols sur Cèze : de l'étude de réduction du risque inondation sur la commune de Bagnols sur Cèze, menée par CEREG Ingénierie pour le compte du syndicat Mixte d'Aménagement du Bassin Versant de la Cèze en 2012 ;
- sur Codolet : de l'étude relative à la réalisation d'une digue destinée à améliorer la protection de Codolet contre les crues du Rhône et de la Cèze, menée par SAFEGE pour le compte de la Mairie de Codolet en 2008 ;
- l'outil de modélisation simplifié CARTINO¹², mis en œuvre par le CETE Méditerranée¹³ pour le compte de la DREAL PACA., sur le linéaire de la Cèze entre Bagnols et Codolet.

La cartographie des surfaces inondables par un événement moyen sur la Cèze est donc scindée en trois linéaires, chacun reprenant les résultats des démarches pré-citées. L'événement moyen considéré correspond globalement à la crue de septembre 2002 (en terme de débit modélisé).

¹² Description de l'outil disponible dans l'annexe méthodologique, paragraphe III

¹³ <http://www.cete-mediterranee.fr>

Scénarios hydrologiques retenus

- Pour ce qui concerne l'étude menée sur Bagnols sur Cèze, le débit de référence considéré est celui de la crue de septembre 2002, de l'ordre de la crue centennale, à savoir un débit de pointe estimé à **Q 100 = 3300 m³/s**. On retient donc la crue de 2002 comme l'événement moyen.
- De même sur Codolet, l'étude SAFEGE donne un débit de pointe de la crue de la Cèze lors de la crue de septembre 2002 estimé à **3 300 m³/s** à Bagnols.
- Sur le secteur entre Bagnols et Codolet, sur la base des données de débits issues de SHYREG¹⁴, du débit du PPRI, et après analyse du CETE Méditerranée, le débit retenu en aval de la confluence avec la Tave pour la cartographie de la Cèze est de : **Qmoyen = 3689 m³/s**

Ainsi au final le débit modélisé et cartographié sur le linéaire de la Cèze inclus dans le périmètre du TRI est cohérent.

Modélisations hydrauliques utilisées

- Pour ce qui concerne l'étude menée sur Bagnols sur Cèze (CEREG – 2012) : un modèle global a été construit à partir des levés topographiques réalisés de 2010 et 2002. Le modèle concerne les trois cours d'eau suivants : la Cèze, la Mayre de Derbèze et la Mayre de Berret. Le code de calcul utilisé est HEC-RAS en régime permanent. Les ouvrages de franchissement ont été intégrés au modèle.
- Pour ce qui est de l'étude sur Codolet (SAFEGE – 2008), la modélisation des écoulements a été réalisée avec le code MIKE FLOOD. qui est un outil de couplage 1D/2D (MIKE 11/MIKE 21) de simulation des processus hydrodynamiques, sédimentaires et de qualité des eaux. Les données topographiques utilisées datent de 2003, 2004 et 2005.
- Pour ce qui concerne CARTINO, le modèle 1D construit est celui décrit dans le paragraphe précédent, (événement fréquent et extrême).

Mode de représentation retenu pour la cartographie

- Sur Bagnols sur Cèze, la carte des surfaces inondables par un événement moyen fait apparaître deux classes de hauteur d'eau : de 0 à 0,5 m et > à 0,5m
- Sur Codolet : la carte des surfaces inondables par un événement moyen fait apparaître quatre classes de hauteur d'eau : de 0 à 0,5 m / 0,5m – 1m/ 1m – 2m/ et >2m
- sur le linéaire entre Bagnols et Codolet : la cartographie des surfaces inondables de la Cèze par un événement moyen issue des résultats de l'outil CARTINO fait apparaître des classes de hauteur de charge considérées comme des hauteurs d'eau. Les classes de hauteurs d'eau sont : 0 à 1 m / 1 à 2 m / Plus de 2 m.

Les autres objets représentés sont le lit mineur (et surfaces en eau permanentes), les limites communales, les limites du TRI et les ouvrages de protection (digues ou remblai) lorsqu'ils ont été recensés au niveau local par la DDTM 30.

¹⁴ Base de données décrite dans l'annexe méthodologique, paragraphe II

3.1.7 L'Eze

Principales caractéristiques des phénomènes

L'Eze est un affluent rive droite de la Durance qui au draine au niveau de Pertuis un bassin versant de l'ordre de 157 km² sur un linéaire d'environ 21 km. Ses affluents rive droite prennent naissance dans le Grand Luberon, aux alentours de 1000 m d'altitude.

L'analyse historique des crues de l'Eze fait ressortir deux types de crues :

- Crues d'orage qui peuvent se produire de fin juillet à septembre. Elles sont soudaines et en général très pointues (elles ne durent que quelques heures),
- Crues liées à des pluies longues et abondantes d'automne et d'hiver en concomitance avec les crues de la Durance qui inondent toute la basse vallée de l'Eze et l'empêche de s'écouler librement. Ces crues sont préjudiciables essentiellement à la commune de Pertuis.

(Source : Schéma de restauration, d'aménagement et de gestion du Bassin de l'Eze, Carex Environnement, CETE Méditerranée, 01/1996)

Les dernières grandes crues de l'Eze datent d'avril 1986, avril 1988 et septembre 1993. Ces crues catastrophiques ont rappelé aux riverains de l'Eze la brutalité et la violence de ce torrent et ont eu des conséquences importantes sur la commune de Pertuis notamment.

Études et méthodes mobilisées pour l'événement fréquent

La cartographie des surfaces inondables de l'Eze pour un événement fréquent a été réalisée à partir des résultats d'une étude produite par le Syndicat Intercommunal d'Aménagement et d'Entretien de l'Eze, intitulée « Adaptation de l'étude hydraulique initiale pour la traversée de Pertuis selon une approche coût-bénéfice ». Cette étude a été réalisée par le bureau d'études Ingérop en juin 2012.

Scénario hydrologique retenu :

L'événement fréquent retenu est celui de période de retour 10 ans, étudié et modélisé dans le cadre de l'étude pré-citée.

Le débit de pointe modélisé correspondant à l'amont de Pertuis (m³/s) est :

$$Q_{\text{fréquent}} = Q_{10} = 162 \text{ m}^3/\text{s}$$

Modélisation hydraulique utilisée et hypothèses de prise en compte des ouvrages

Une modélisation bidimensionnelle des écoulements a été réalisée. Le logiciel utilisé pour cela a été MIKE FLOOD distribué par la société DHI (Danish Hydraulic Institute). Cet outil permet le couplage d'un modèle 1D (lit mineur) et d'un modèle 2D (champ d'expansion de crue, lit majeur) sous les interfaces respectives MIKE 11 et MIKE 21.

Le modèle bidimensionnel se compose d'un découpage fin du secteur d'étude permettant de connaître à chaque instant de simulation les hauteurs d'eau et vitesses d'écoulement en chaque maille du modèle, donnant localement les caractéristiques principales d'écoulement. Le modèle mis en oeuvre permet donc d'obtenir une description précise du champ des vitesses et des axes d'écoulement.

Les phénomènes d'embâcles n'ont pas été pris en compte dans la modélisation. De plus, le réseau pluvial communal n'a pas été modélisé.

Enfin, l'hypothèse d'absence de rupture des ouvrages (digues, murs, remblais...) lors des crues a été

retenue.

Mode de représentation retenu pour la cartographie

Les données numériques relatives aux résultats de la modalisation n'étant pas disponibles, la carte correspondante a été digitalisée puis vectorisée pour un rendu et une utilisation au 1/25 000ème

La carte des surfaces inondables par un événement fréquent fait apparaître 3 classes de hauteur d'eau. :

0 à 1m ; 1 à 2m, et plus de 2m

Les autres objets représentés sont le lit mineur (et surfaces en eau permanentes), les limites communales, les limites du TRI et les ouvrages de protection (digues ou remblai) lorsqu'ils ont été recensés au niveau local par la DDT84.

Études et méthodes mobilisées pour l'événement moyen

La cartographie des surfaces inondables de l'Eze par un événement moyen correspond à l'aléa de référence pris en compte pour le PPRI de l'Eze.

Il a été approuvé le 23 mai 2001 sur 3 communes (Pertuis, la Tour d'Aigues et Grambois).

Les éléments décrits ci-après sont issus de la note de présentation du PPRI.

Scénario hydrologique retenu

La crue de référence retenue sur l'Eze pour l'élaboration du Plan de Prévention des Risques Inondation est la crue de Septembre 1993 (occurrence approximativement centennale).

A noter que le débit centennal avait été estimé à 350 m³/s.

Ainsi :

Q_{moyen} = Q_{crue 1993} = de l'ordre de 350 m³/s à Pertuis

Méthodes utilisées pour la définition de l'aléa de référence

La cartographie de l'aléa de référence résulte de la combinaison de deux approches :

- *une approche hydraulique*, dans les zones urbanisées des communes de Grambois, la Tour d'Aigues et Pertuis les plus touchées par les inondations de l'Eze et de l'Ourgouse, en prenant en compte les résultats de la modélisation mathématique, conduite en 1996 pour l'élaboration du "Schéma de Gestion et d'Aménagement du Bassin de l'Eze". Cette étude a permis de reconstituer la crue de septembre 1993 et de caractériser les écoulements observés,
- *une approche géomorphologique*.

Prise en compte des ouvrages de protection

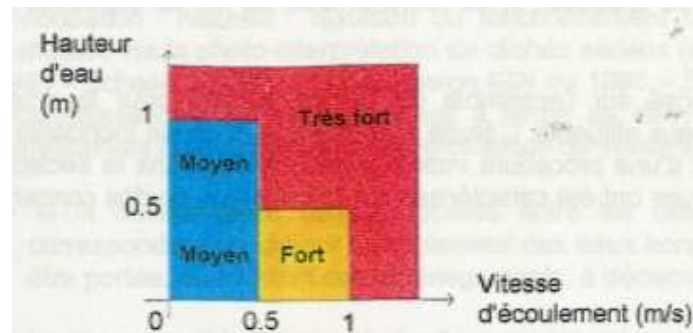
A noter que la modélisation des crues de l'Eze n'a pas tenu compte de la présence des digues en raison : de leur discontinuité, des potentiels risques de rupture, et de leur dimensionnement, généralement insuffisant pour contenir la crue centennale.

Mode de représentation retenu pour la cartographie

La carte des surfaces inondables par un événement moyen correspond à la carte de l'aléa de référence pris en compte pour le PPRI de l'Eze, mise en forme avec la sémiologie définie au niveau national

pour les cartes « DI ».

La seule information sur les hauteurs d'eau n'étant pas disponibles, il a été choisi de représenter les classes d'aléa (très fort, fort et moyen), combinant les hauteurs d'eau et les vitesses suivant la grille suivante :



Les autres objets représentés sont le lit mineur (et surfaces en eau permanentes), les limites communales, les limites du TRI et les ouvrages de protection (digues ou remblai) lorsqu'ils ont été recensés au niveau local par la DDT84 .

Études et méthodes mobilisées pour l'événement extrême

A défaut de données disponibles ou exploitables, les cartographies des surfaces inondables de l'Eze pour un événement extrême ont été réalisées à partir des résultats de l'outil de modélisation simplifié CARTINO¹⁵, mis en œuvre par le CETE Méditerranée¹⁶ pour le compte de la DREAL PACA.

Scénario hydrologique retenu

Sur la base des données de débits issues de SHYREG¹⁷, du débit du PPRI, et après analyse du CETE Méditerranée, le débit retenu à l'exutoire pour la cartographie de l'Eze est de :

$$Q_{\text{extrême}} = 825 \text{ m}^3/\text{s}$$

Modélisation hydraulique utilisée et ouvrages pris en compte

La modélisation 1D de l'événement extrême n'a pu être réalisée que jusqu'à la voie ferrée. Au delà les écoulements de l'Eze entrent dans le lit majeur de la Durance et la modélisation 1D n'est plus possible.

Les incertitudes liées à l'outil CARTINO sont décrites dans l'annexe méthodologique (paragraphe III) jointe au présent rapport.

Le MNT utilisé provient de levés photogrammétriques du CRIGE PACA reconvertis au pas de 5m.

Le modèle 1D construit à l'aide de CARTINO est caractérisé par 37 profils en travers, sur un linéaire de 6 km. Le coefficient de Strickler utilisé est de 15, sans distinction entre le lit mineur et le lit majeur.

Les résultats de la modélisation ont fait l'objet d'un lissage des petites surfaces (100m²) et d'une simplification de géométrie pour un rendu et une utilisation au **1/25000ème**.

Dans l'ensemble, la modélisation de l'événement extrême est proche de l'enveloppe du lit majeur défini dans l'atlas des zones inondables par hydrogéomorphologie (<http://carmen.developpement-durable.gouv.fr/25/environnement.map&group=Atlas%20des%20zones%20inondables>)

Mode de représentation retenu pour la cartographie

¹⁵ Description de l'outil disponible dans l'annexe méthodologique, paragraphe III

¹⁶ <http://www.cete-mediterranee.fr>

¹⁷ Base de données décrite dans l'annexe méthodologique, paragraphe II

La cartographie des surfaces inondables par un événement extrême issue des résultats de l'outil CARTINO, fait apparaître des classes de hauteur de charge considérées comme des hauteurs d'eau .

Pour l'événement extrême, les classes de hauteurs d'eau sont : 0 à 1 m / 1 à 2 m / Plus de 2 m..

A noter que la cartographie de l'Eze s'arrête au droit de la voie ferrée. Au delà les champs d'inondation de l'Eze et de la Durance se confondent et l'outil de modélisation simplifié utilisé n'a pas permis de définir précisément le champs d'inondation propre à l'Eze.

Les autres objets représentés sont le lit mineur (et surfaces en eau permanentes), les limites communales, les limites du TRI et les ouvrages de protection (digues ou remblai) lorsqu'ils ont été recensés au niveau local par la DDT84 .

3.1.8 Le bassin Sud Ouest Mont Ventoux, l'Ouvèze et l'Aygue, la Meyne et le Rieu

Les débordements de ces cours d'eau ont été cartographiés uniquement pour un événement moyen, en reprenant les données relatives à l'aléa de référence considéré dans le PPRI des différents bassins versants. Les données relatives à l'aléa de référence de chacun des PPRI considérés ont uniquement été mises en forme suivant la sémiologie nationale définie pour les cartes « Directive Inondation ».

Même si, pour ces cours d'eau, les débordements pour un événement fréquent et extrême n'ont pu être cartographiés (manque de données, complexité du fonctionnement du bassin versant...), il a été choisi de reprendre à minima les informations disponibles dans les études PPRI pour faire un état des lieux de la connaissance sur ces cours d'eau pour les débordements dus à un événement moyen..

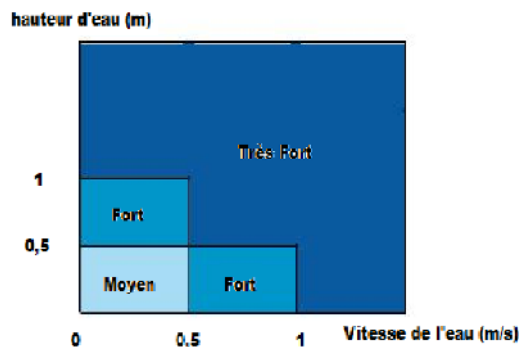
Ainsi,

➔ les cartographies des surfaces inondables du **Bassin Sud Ouest du Mont Ventoux** ont été réalisées à partir de la carte d'aléa du PPRI, approuvé le 30 juillet 2007.

Le rapport de présentation du PPRI décrit la manière dont cet aléa a été caractérisé.

Les cartes des surfaces inondables par un événement moyen font ainsi apparaître la zone inondable par la crue de référence et les différences classes d'aléas associées.

La grille d'aléa considérée est la suivante :



A noter que la zone d'aléa faible correspondant à la zone non inondée par la crue de référence mais située dans le lit majeur n'a pas été reprise dans la cartographie de l'événement moyen.

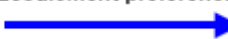

➔ les cartographies des surfaces inondables de l'**Ouvèze** ont été réalisées à partir de la carte d'aléa du PPRI, approuvé le 30 avril 2009.

Le rapport de présentation du PPRI décrit la manière dont cet aléa a été caractérisé.

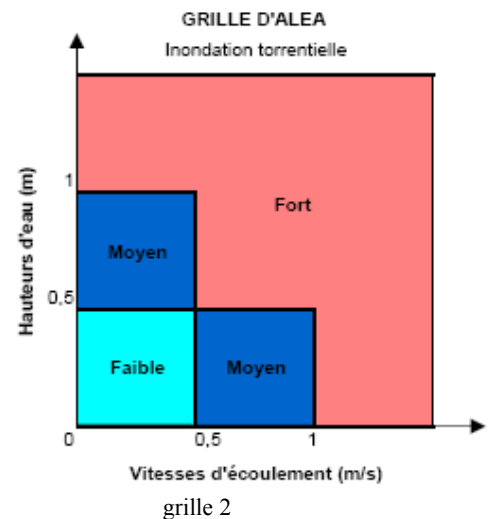
Les cartes des surfaces inondables par un événement moyen font ainsi apparaître la zone inondable par la crue de référence et les différences classes d'aléas associées.

Le rapport de présentation du PPRI fait mention de deux grilles d'aléa suivant que le linéaire considéré a été cartographié sur la base d'une approche hydrogéomorphologique (grille 1) ou à partir de résultat de modélisation (grille 2).

Les deux grilles d'aléa considérées sont les suivantes :

| | | |
|--|---|---|
| Aléa hydrogéomorphologique | → | Aléa PPR |
| Lit mineur et 25m au delà de part et d'autre | → | Aléa Fort |
| Lit moyen | → | Aléa Fort |
| Lit majeur | → | Aléa Moyen |
| Écoulement préférentiel  | → | Chenal de 50m en aléa fort  |

Grille 1



Se référer au rapport de présentation du PPRI de l'Ouvèze pour plus de précisions sur la cartographie de l'aléa de l'Ouvèze

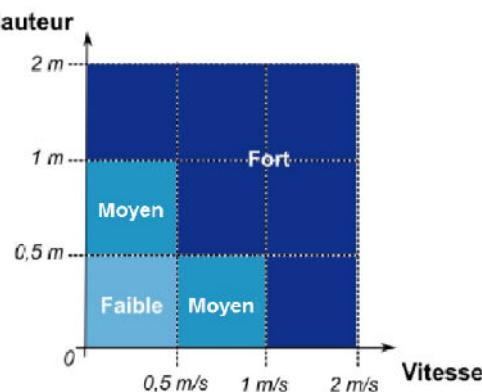
A noter que la zone d'aléa dite « résiduel » présente dans les cartes d'aléas du PPRI (en jaune pâle) n'a pas été reprise dans la cartographie de l'événement moyen, puisque cette zone correspond aux secteurs de lit majeur hydrogéomorphologique s'étendant au delà des emprises de la crue de référence déterminée par les modèles réalisés.

➔ les cartographies des surfaces inondables de l'Aygues, la Meyne et le Rieu ont été réalisées à partir de la carte d'aléa du projet de PPRI, en cours d'élaboration .

Le rapport de présentation du PPRI ,décrit la manière dont cet aléa a été caractérisé.

Les cartes des surfaces inondables par un événement moyen font ainsi apparaître la zone inondable par la crue de référence et les différences classes d'aléas associées. La grille d'aléa considérée est la suivante :

A noter que la zone d'aléa dite « résiduel » présente dans les cartes d'aléas du PPRI (en vert pâle) n'a pas



- - -

NB : les cartographies des surfaces inondables par un événement moyen du bassin Sud Ouest Mont Ventoux, l'Ouvèze et l'Aygue, la Meyne et le Rieu ont été réalisées « pour mémoire » par rapport aux PPRI approuvés sur ces bassins versants et à la connaissance existante associée.

Néanmoins, ces cours d'eau étant couverts partiellement par la cartographie demandée par la Directive Inondation (manque les cartographies des événements fréquent et extrême), ils ne feront pas l'objet de « rapportage » à l'Europe dans ce premier cycle de mise en œuvre. Ceci explique une description plus succincte de la manière dont les cartes de l'événement moyen ont été réalisées.

3.1.9 Récapitulatif des données utilisées

Le tableau suivant indique les données utilisées pour l'élaboration des cartographies des surfaces inondables des cours d'eau décrits précédemment du TRI d'Avignon – Plaine de Tricastin – Basse Vallée de la Durance selon un classement reprenant le nom du cours d'eau, la donnée utilisée par événement avec le nom de l'étude, le prestataire, le maître d'ouvrage, la date.

| Cours d'eau | événement | Source des données utilisées (nom étude/prestataire/ maître d'ouvrage/ année) |
|-------------|-----------|--|
| le Rhône | fréquent | BDT Rhône – IGN et données CNR (données hydrauliques) |
| | moyen | DREAL de Bassin - Mission Rhône /2013 |
| | extrême | |
| la Durance | fréquent | Schéma d'Aménagement et de Gestion – Moyenne et Basse Durance / SOGREAH / SMAVD / 1998 |
| | moyen | Cartographie de l'aléa inondation dans le cadre de l'élaboration du PPRI de la Basse Vallée de la Durance / SCP- Hydratec / DIREN PACA -DDT84 – DDTM13 / 2007 - 2011 |
| | extrême | « PPRI – Cartographie des zones inondables et des zones de risques entre Cadarache et Mallemort » / SCP/ DIREN PACA / 2006 Etude hydrogéomorphologique de la Durance / Bureau d'études GEOSPHAIR/ DIREN PACA / 2002 |
| l'Ardèche | fréquent | Étude hydrologique et hydraulique sur le bassin versant de l'Ardèche et de ses principaux affluents / ARTELIA Eau & Environnement / DDT 07 / Juin 2013 |
| | moyen | |
| | extrême | |
| le Lez | fréquent | Étude du Syndicat du Lez |
| | moyen | Aléa PPRI |
| | extrême | Résultats de l'outil de modélisation simplifié CARTINO / CETE Méditerranée / DREAL PACA/2013 |
| La Cèze | fréquent | Résultats de l'outil de modélisation simplifié CARTINO / CETE Méditerranée / DREAL PACA/2013 |
| | moyen | Étude de réduction du risque inondation sur la commune de Bagnols sur Cèze / CEREG Ingénierie / AB Cèze / 2012 Réalisation d'une digue destinée à améliorer la protection de Codolet contre les crues du Rhône et de la Cèze / SAFEGE / Mairie de Codolet/ 2008 Résultats de l'outil de modélisation simplifié CARTINO / CETE Méditerranée / DREAL PACA/2013 |

| | | |
|----------------------------------|----------|--|
| | extrême | Résultats de l'outil de modélisation simplifié CARTINO / CETE Méditerranée / DREAL PACA/2013 |
| L'Eze | fréquent | Adaptation de l'étude hydraulique initiale pour la traversée de Pertuis selon une approche coût – bénéfice / Ingérop / Syndicat Intercommunal d'Aménagement et d'entretien du bassin de l'Eze/ juin 2012 |
| | moyen | Aléa PPRI |
| | extrême | Résultats de l'outil de modélisation simplifié CARTINO / CETE Méditerranée / DREAL PACA/2013 |
| L'Ouvèze | fréquent | <i>Non cartographié</i> |
| | moyen | Aléa PPRI |
| | extrême | <i>Non cartographié</i> |
| Le Bassin Sud Ouest Mont Ventoux | fréquent | <i>Non cartographié</i> |
| | moyen | Aléa PPRI |
| | extrême | <i>Non cartographié</i> |
| L'Aygue, la Meyne et le Rieu | fréquent | <i>Non cartographié</i> |
| | moyen | Aléa PPRI |
| | extrême | <i>Non cartographié</i> |

3.2 Carte de synthèse des surfaces inondables

Pour chaque cours d'eau considéré, des cartes de synthèse des surfaces inondables ont été élaborées.

Elles reprennent seulement l'emprise des surfaces inondables de chacun des scénarios (fréquent, moyen, extrême) par type de phénomène. Les classes des hauteurs d'eau n'apparaissent plus, seules les enveloppes de chaque type d'événement sont représentées.

Dans les zones de confluence, l'enveloppe retenue correspond à l'extension du cours d'eau le plus étendu en un point donné pour le scénario considéré.

Son échelle de validité est le **1 / 25 000**.

Remarques :

La modélisation d'un cours d'eau pour les trois types d'événements n'a pas toujours été la même. Par conséquent, pour certains cours d'eau, les cartes de synthèse peuvent faire apparaître des incohérences entre deux types d'événements (exemple : entre l'emprise de l'événement fréquent et celle de l'événement moyen). Elles sont donc à considérer **avec précaution**.

Le principe d'utilisation des données diverses existantes a abouti à la superposition sur une même carte de résultats d'études qui ont été menées à partir de modèles et/ou de données topographiques différentes.

Ce principe a été clairement affiché dans la circulaire du 16 juillet 2012 relative à la mise en œuvre de la phase « cartographie » de la directive européenne relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation et justifié par le calendrier européen très contraint de mise en œuvre de la Directive Inondation..

Seule une même modélisation complète de chacun des cours d'eau pour les trois types d'événement aurait conduit à une parfaite cohérence entre les différentes emprises (c'est le cas pour les cours d'eau sur lesquels l'outil CARTINO a été utilisé pour les 3 types d'événements).

Les cartes de synthèse constituent néanmoins un élément de connaissance qui pourra être approfondi par la suite. En effet, lors de la mise en œuvre de la stratégie locale de gestion des risques inondation, l'axe relatif à l'amélioration de la connaissance sera l'occasion d'analyser ces incohérences pour éventuellement ensuite délimiter plus précisément certains secteurs à enjeux.

IV. Cartographie des risques d'inondation du TRI

La cartographie des risques d'inondation est construite à partir du croisement entre les cartes de synthèse des surfaces inondables et les enjeux présents au sein de ces enveloppes. Elles ont de fait été établies uniquement pour l'ensemble des débordements de cours d'eau et les phénomènes de submersions marines.

En outre, une estimation de la population permanente et des emplois a été comptabilisée par commune et par scénario. Celle-ci est complétée par une comparaison de ces résultats avec la population communale totale et la population saisonnière moyenne à l'échelle de la commune.

Son échelle de validité est le 1 / 25 000°.

4.1 Méthode de caractérisation des enjeux

L'élaboration des cartes de risque s'est appuyée sur un système d'information géographique (SIG) respectant le modèle de données établi par l'IGN et validé par la Commission de Validation des Données pour l'Information Spatialisée (COVADIS)¹⁸.

Certaines bases de données ont été produites au niveau national, d'autres données proviennent d'informations issues d'une base commune à l'échelle du bassin, issue des travaux de l'évaluation préliminaire des risques d'inondation (EPRI).

4.2 Type d'enjeux caractérisés pour la cartographie des risques

L'article R. 566-7 du Code de l'environnement demande de tenir compte a minima des enjeux suivants :

1. Le nombre indicatif d'habitants potentiellement touchés ;
2. Les types d'activités économiques dans la zone potentiellement touchée ;
3. Les installations ou activités visées à l'annexe I de la directive 2010/75/ UE du Parlement européen et du Conseil du 24 novembre 2010 relative aux émissions industrielles (prévention et réduction intégrées de la pollution), qui sont susceptibles de provoquer une pollution accidentelle en cas d'inondation, et les zones protégées potentiellement touchées visées à l'annexe IV, point 1 i, iii et v, de la directive 2000/60/ CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau ;
4. Les installations relevant de l'arrêté ministériel prévu au b du 4° du II de l'article R. 512-8 ;
5. Les établissements, les infrastructures ou installations sensibles dont l'inondation peut aggraver ou compliquer la gestion de crise, notamment les établissements recevant du public.

Conformément à cet article, il a été choisi de retenir les enjeux suivant pour la cartographie des risques du TRI :

1. Estimation de la population permanente dans la zone potentiellement touchée

Il s'agit d'une évaluation de la population permanente présente dans les différentes surfaces inondables, au sein de chaque commune du TRI. Celle-ci a été établie à partir d'un semi de points discrétisant l'estimation de la population légale INSEE 2010 à l'échelle de chaque parcelle. Les précisions sur la méthode sont explicitées dans l'annexe méthodologique .

L'estimation des populations est présentée dans un tableau figurant dans l'atlas cartographique.

¹⁸ La Commission de Validation des Données pour l'Information Spatialisée (COVADIS) est une commission interministérielle mise en place par le ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie et par le ministère de l'agriculture et de l'agroalimentaire pour standardiser leurs données géographiques les plus fréquemment utilisées dans leurs métiers. Cette standardisation prend la forme de *géostandards* que les services doivent appliquer dès qu'ils ont à échanger avec leurs partenaires ou à diffuser sur internet de l'information géographique. Ils sont également communiqués aux collectivités territoriales et autres partenaires des deux ministères. La COVADIS inscrit son action en cohérence avec la directive INSPIRE et avec les standards reconnus.

2. Estimation des emplois dans la zone potentiellement touchée

Il s'agit d'une évaluation du nombre d'emplois présents dans les différentes surfaces inondables, au sein de chaque commune du TRI. L'évaluation se présente sous forme de fourchette (minimum-maximum). Elle a été définie en partie sur la base de donnée SIRENE de l'INSEE présentant les caractéristiques économiques des entreprises du TRI. Les précisions sur la méthode sont explicitées dans l'annexe méthodologique.

L'estimation de la fourchette d'emploi est présentée dans un tableau figurant dans l'atlas cartographique des risques .

3. Estimation de la population saisonnière

Deux types d'indicateurs ont été définis afin de qualifier l'éventuelle affluence touristique du TRI : le surplus de population saisonnière théorique et le taux de variation saisonnière théorique.

Ces indicateurs ont été établis à partir des données publiques de l'INSEE à l'échelle communale. A défaut de disposer d'une précision infra-communale, ils n'apportent ainsi pas d'information sur la capacité touristique en zone inondable.

Le surplus de la population saisonnière théorique est estimé à partir d'une pondération de la capacité de différents types d'hébergements touristiques mesurables à partir de la base de l'INSEE : hôtels, campings, résidences secondaires et locations saisonnières. Certains types d'hébergements à l'image des chambres d'hôte ne sont pas comptabilisés en l'absence d'information exhaustive.

Le taux de variation saisonnière théorique est quant à lui défini comme le rapport entre le surplus de la population saisonnière théorique et la population communale permanente. Il apporte une information sur le poids de l'affluence saisonnière au regard de la démographie communale.

Ces indicateurs restent informatifs au regard de l'exposition potentielle de l'affluence saisonnière aux inondations faute de précision. Par ailleurs, elle doit être examinée en tenant compte de la concomitance entre la présence potentielle de la population saisonnière et la survenue éventuelle d'une inondation. Ainsi dans les territoires de montagne, les chiffres importants correspondent parfois à une variation hivernale (stations de ski par exemple), généralement en dehors des périodes à risque d'inondation.

Les précisions sur la méthode sont explicitées dans l'annexe méthodologique.

4. Bâtiments dans la zone potentiellement touchée

Seuls les bâtiments dans la zone potentiellement touchée sont représentés dans les cartes de risque. Cette représentation est issue de la BDTopo de l'IGN (pour plus de détails : <http://professionnels.ign.fr/bdtopo>). Ils tiennent compte de l'ensemble des bâtiments de plus de 20m² (habitations, bâtiments industriels, bâtis remarquables, ...).

5. Types d'activités économiques dans la zone potentiellement touchée

Il s'agit de surfaces décrivant un type d'activité économique inclus, au moins en partie, dans une des surfaces inondables. Cette information est issue de la BDTopo de l'IGN (pour plus de détails : <http://professionnels.ign.fr/bdtopo>). Elle tient compte des zones d'activités commerciales et industrielles, des zones de camping ainsi que des zones portuaires ou aéroportuaires.

6. Installations polluantes

Deux types d'installations polluantes sont prises en compte : les IPPC et les stations de traitement des eaux usées.

Les IPPC sont les ICPE (installations classées pour la protection de l'environnement) les plus polluantes, définies par la directive IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control), visées à l'annexe I de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil du 24 novembre 2010 relative aux émissions industrielles. Il s'agit d'une donnée établie par les DREAL collectée dans la base S3IC pour les installations situées dans une des surfaces inondables du TRI.

Les stations de traitement des eaux usées (STEU) prises en compte sont les installations de plus de 2000 équivalents-habitants présentes dans la surface inondable du TRI.

La localisation de ces stations est issue d'une base de donnée nationale « BDERU » complétée par la base de donnée de l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse. Les données sont visualisables sur <http://assainissement.developpement-durable.gouv.fr/>.

7. Zones protégées pouvant être impactées par des installations polluantes

Il s'agit des zones protégées pouvant être impactées par des installations polluantes IPPC ou par des stations de traitement des eaux usées. Ces zones, rapportées dans le cadre de la directive-cadre sur l'eau 2000/60/CE (DCE), sont les suivantes :

- « zones de captage » : zones désignées pour le captage d'eau destinée à la consommation humaine en application de l'article 7 de la directive 2000/60/CE (toutes les masses d'eau utilisées pour le captage d'eau destinée à la consommation humaine fournissant en moyenne plus de 10 m³ par jour ou desservant plus de cinquante personnes et les masses d'eau destinées, dans le futur, à un tel usage) ;
- « eaux de plaisance » : masses d'eau désignées en tant qu'eaux de plaisance, y compris les zones désignées en tant qu'eaux de baignade dans le cadre de la directive 76/160/CEE (« eaux de baignade » : eaux ou parties de celles-ci, douces, courantes ou stagnantes, ainsi que l'eau de mer, dans lesquelles la baignade est expressément autorisée par les autorités compétentes de chaque État membre ou n'est pas interdite et habituellement pratiquée par un nombre important de baigneurs) ; en France les « eaux de plaisance » se résument aux « eaux de baignade » ;
- « zones de protection des habitats et espèces » : zones désignées comme zone de protection des habitats et des espèces où le maintien ou l'amélioration de l'état des eaux constitue un facteur important de cette protection, notamment les sites Natura 2000 pertinents désignés dans le cadre de la directive 92/43/CEE et de la directive 79/409/CEE.

8. Établissements, infrastructures ou installations sensibles dont l'inondation peut aggraver ou compliquer la gestion de crise, notamment les établissements recevant du public

Il s'agit des enjeux dans la zone potentiellement touchée dont la représentation est issue de la BDTopo de l'IGN (pour plus de détails : <http://professionnels.ign.fr/bdtopo>).

Ils ont été divisés en plusieurs catégories :

- *les bâtiments utiles pour la gestion de crise* (centres de décisions, centres de sécurité et de secours) référencés « établissements utiles pour la gestion de crise », sont concernés les casernes, les gendarmeries, les mairies, les postes de police, les préfectures ;
- *les bâtiments et sites sensibles pouvant présenter des difficultés d'évacuation*, ils sont référencés dans : « établissements pénitentiaires », « établissements d'enseignement », « établissements hospitaliers », « campings » ;
- *les réseaux et installations utiles pour la gestion de crise*, ils sont référencés dans : « gares », « aéroports », « autoroutes, quasi-autoroute », « routes, liaisons principales », « voies ferrées principales » ;
- *les établissements ou installations susceptibles d'aggraver la gestion de crise*, ils sont référencés dans : « installations d'eau potable », « transformateurs électriques », « autre établissement sensible à la gestion de crise » (cette catégorie recense principalement les installations SEVESO et les installations nucléaires de base (INB)).

4.3 Précisions sur les enjeux cartographiés dans les cartes de risque

Compte tenu du calendrier d'élaboration des cartographies, les enjeux représentés n'ont pu faire l'objet de recollement terrain au niveau local ni de comparaison avec des bases de données plus locales (CG, SDIS...). C'est tout l'objet de la présente consultation.

V. Documents joints

➤ Atlas cartographiques

- Cartes des surfaces inondables de chaque scénario (fréquent, moyen, extrême) pour les débordements de cours d'eau
- Cartes de synthèse des surfaces inondables des différents scénarios pour les débordements de cours d'eau
- Cartes des risques d'inondation
- Tableaux d'estimation des populations et des emplois par commune et par scénario.

➤ Annexe méthodologique

- Description de la base de données SHYREG
- Description de l'outil de modélisation CARTINO
- Description de la méthode d'estimation de la population permanente dans la zone potentiellement touchée
- Description de la méthode d'estimation des emplois
- Description de la méthode d'estimation de la population saisonnière
- Métadonnées du SIG structurées selon le standard COVADIS Directive inondation



**Direction Régionale de l'Environnement
de l'Aménagement et du Logement
Provence Alpes Côte d'Azur**

16, rue Zattara
CS 70248
13331 - Marseille cedex 3
Tél. accueil : 04 91 28 40 40

