

Annexes

Sommaire

| | |
|--|----------|
| ANNEXES..... | 1 |
| Annexe 1 : liste des inondations significatives du passé..... | 617 |
| 1 -Précisions sur les crues historiques répertoriées..... | 617 |
| 2 -Crues historiques répertoriées par unité de présentation..... | 618 |
| Annexe 2 : Références bibliographiques..... | 660 |
| 1 -Références législatives et réglementaires..... | 660 |
| 2 -Références bibliographiques générales..... | 660 |
| 3 -Références bibliographiques pour les crues historiques de niveau bassin..... | 661 |
| 4 -Références bibliographiques pour les crues historiques de l'unité de présentation Saône..... | 662 |
| 5 -Références bibliographiques pour les crues historiques de l'unité de présentation Doubs..... | 663 |
| 6 -Références bibliographiques pour les crues historiques de l'unité de présentation Haut-Rhône..... | 664 |
| 7 -Références bibliographiques pour les crues historiques de l'unité de présentation Rhône-Moyen..... | 665 |
| 8 -Références bibliographiques pour les crues historiques de l'unité de présentation Isère-Drôme..... | 665 |
| 9 -Références bibliographiques pour les crues historiques de l'unité de présentation Ardèche-Gard..... | 666 |
| 10 -Références bibliographiques pour les crues historiques de l'unité de présentation Durance..... | 667 |
| 11 -Références bibliographiques pour les crues historiques de l'unité de présentation Côtiers-Ouest..... | 668 |
| 12 -Références bibliographiques pour les crues historiques de l'unité de présentation Littoral PACA..... | 669 |
| 13 -Références bibliographiques pour les crues historiques de l'unité de présentation Plan Rhône..... | 670 |
| Annexe 3 : Association des parties prenantes à la mise en œuvre de l'EPRI..... | 671 |
| 1 -Organisation des services de l'Etat pour la réalisation de l'EPRI..... | 671 |
| 2 -L'association des parties prenantes..... | 672 |
| 3 -Tableau de synthèse des contributions dans le cadre de la concertation menée sur le projet d'EPRI..... | 674 |
| 4 -Les démarches d'échange d'information dans les districts internationaux..... | 683 |
| 5 -L'information du public..... | 683 |
| Annexe 4 : Compléments techniques : hypothèses, données et méthodes mobilisées pour l'EPRI..... | 684 |
| 1 -Analyse des inondations du passé..... | 684 |
| 1.a - Contexte dans lequel s'inscrit la démarche : la constitution d'une base de données historiques sur les inondations (BDHI) | 684 |
| 1.b - Sources mobilisées pour l'analyse des événements du passé dans l'EPRI 2011..... | 684 |
| 2 -Le cas particulier des départements de montagne couverts par les « RTM »..... | 686 |
| 2.a - La base RTM-Événements..... | 686 |
| 2.b - Mobilisation de la base et de l'expertise des services départementaux pour l'EPRI 2011..... | 686 |
| 2.c - Méthodologie retenue pour l'identification des communes les plus concernées par le risque d'inondation et de crue torrentielle en montagne | 687 |
| 3 -Enseignements de la bibliographie existante pour la prise en compte des impacts potentiels du changement climatique..... | 688 |
| 3.a - Synthèse des conclusions de l'analyse bibliographique pour l'EPRI 2011..... | 688 |
| 3.b - Analyse bibliographique..... | 689 |
| 1 Evolution des précipitations..... | 689 |
| 2 Débordements de cours d'eau..... | 691 |
| 3 Inondations par remontées de nappes..... | 694 |
| 4 Inondations côtières..... | 694 |

| | |
|--|-----|
| 3.c - Incertitudes..... | 695 |
| 3.d - Bibliographie examinée pour cette analyse..... | 697 |
| 4 -Réalisation de l'EAIP « cours d'eau » et de l'EAIP « submersions marines » | 699 |
| 4.a - Utilisation de l'information sur la géologie..... | 699 |
| 4.b - Détermination des zones basses littorales | 700 |
| 4.c - Détermination des zones basses hydrographiques (Exzeco) | 700 |
| 5 -Calcul des indicateurs d'impacts potentiels des inondations futures..... | 702 |
| 6 -Principaux partenaires ayant contribué à l'élaboration de l'EPRI et de ses méthodologies..... | 707 |
| Mise à disposition des bases de données issues de l'EPRI..... | 708 |
| Sigles et abréviations..... | 709 |
| Lexique..... | 711 |

Annexe 1 : liste des inondations significatives du passé

1 - Précisions sur les crues historiques répertoriées

La présente annexe établit un inventaire des événements marquant recensés par les services de l'Etat au moment de la rédaction de l'EPRI avec l'appui du CEMAGREF et complété lorsque cela a été possible par les contributions des parties prenantes à cet inventaire lors de la phase de consultation.

A cet effet, un tableau des crues historiques est présenté par unité de présentation en complément monographies décrites dans les parties précédentes sur des événements caractéristiques de chaque territoire. Il initie la création d'une base nationale de données historiques des crues à venir qui aura vocation à perdurer et être complétée.

2 - Crues historiques répertoriées par unité de présentation

Annexe 2 : Références bibliographiques

1 - Références législatives et réglementaires

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 »

Loi n° 82-600 du 13 juillet 1982 relative à l'indemnisation des victimes de catastrophes naturelles

Loi n° 95-101 du 2 février 1995 relative au renforcement de la protection de l'environnement (dite loi Barnier)

Loi n° 2003-699 du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages (dite loi risques)

Loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement (dite loi Grenelle 2 ou « LENE ») et plus particulièrement son article 221 créant les articles L.566-1 et suivants du code de l'environnement

Décret n° 2011-227 du 2 mars 2011 relatif à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation

2 - Références bibliographiques générales

Agence de l'eau Rhône-Méditerranée & Corse, DIREN Rhône-Alpes – 1995 – « Atlas du Bassin Rhône-Méditerranée-Corse »

Agence de l'eau Rhône-Méditerranée & Corse, DIREN Rhône-Alpes – 1996 – « Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux 1996-2009, Bassin Rhône-Méditerranée-Corse »

Agence de l'eau Rhône-Méditerranée & Corse, DIREN Rhône-Alpes -2005- « Etat des lieux, Bassin du Rhône et des cours d'eau côtiers méditerranéens, Caractérisation du district et registre des zones protégées, Directive Cadre européenne sur l'eau... vers le bon état des milieux aquatiques »

Agence de l'eau Rhône-Méditerranée & Corse, DREAL Rhône-Alpes, ONEMA -2009- « Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux 2010-2015, Bassin Rhône-Méditerranée, Vers le bon état des milieux aquatiques, Directive cadre européenne sur l'eau »

Agence de l'eau Rhône-Méditerranée & Corse, DREAL Rhône-Alpes, ONEMA -2009- « Programme de mesures 2010-2015 : Bassin Rhône-Méditerranée »

BRAVARD J.P. et al. –2008- « Le Rhône en 100 questions », GRAIE

BRGM -2011- « Évaluation préliminaire du risque d'inondations par remontées de nappes »

CETMEF – 2009 – « Vulnérabilité du territoire national aux risques littoraux – France métropolitaine »

DIREN Franche-Comté, ADEME – 2010 - « Profil environnemental régional »

DREAL Rhône-Alpes –2009- « Schéma de gestion des inondations du Rhône aval 2007-2013: Pour une stratégie de gestion des crues du Rhône à l'aval de Viviers »

DIREN Rhône-Alpes – 2006- « Les plans de prévention des risques d'inondation du fleuve Rhône et de ses affluents à crue lente, Doctrine commune pour l'élaboration du PPRI du Rhône »

DIREN Languedoc-Roussillon – 2003 - « Guide d'élaboration des plans de prévention des risques inondation en Languedoc-Roussillon »

DIREN Languedoc-Roussillon – 2008 - « Guide d'élaboration des plans de prévention des risques submersion marine en Languedoc-Roussillon »

DIREN Languedoc-Roussillon – 2006 - « Profil environnemental régional »

DREAL Provence-Alpes-Côte d'Azur et DGUHC -2007- « L'approche hydrogéomorphologique en milieux méditerranéens : Une méthode de détermination des zones inondables »

MEDD, Hydrosociences Montpellier – 2003 - « analyse de l'épisode pluvieux du 08 et 09 septembre 2002 »

- MEDDTL – 2011 – « Programmes d'action de prévention des inondations (PAPI) : De la stratégie aux programmes d'action. Cahier des charges »
- MEDDTL – 2011 – « guide Construire en montagne, La prise en compte du risque torrentiel »
- Météo France – 1999 – « Estimation des hauteurs de précipitations d'occurrence rare pour des durées de cumul de 1 à 10 jours sur 3000 postes français »
- Météo France – 2001 – « Pluies extrêmes sur le sud de la France »
- Mougin Paul – 1914 – « Les Torrents de la Savoie »
- Pardé M. –1925 – Le régime du Rhône, Lyon, Etudes Rhodaniennes (réédition Lyon, Géocarrefour, 2004).
- Préfecture des Alpes-Maritimes – 2003 – « Directive Territoriale d'Aménagement des Alpes-Maritimes »
- Préfecture des Bouches-du-Rhône – 2007 – « Directive Territoriale d'Aménagement des Bouches-du-Rhône »
- Préfecture de région Bourgogne – 2007 – « Profil environnemental régional »
- Préfecture de région Rhône-Alpes – 2006 – « Directive Territoriale d'Aménagement de l'aire métropolitaine lyonnaise »
- Préfecture de région Rhône-Alpes – 2005 – « Livre blanc des Alpes du Nord »
- Préfecture de région Rhône-Alpes, Région Rhône-Alpes – 2005 – « Profil environnemental régional »
- Préfecture de région PACA, Région PACA – 2006 – « Profil environnemental régional »
- Territoire Rhône, HYDRATECH-SOGREAH-SAFEGE-CNR – 2000 – « Étude Globale Rhône (EGR) »

3 - Références bibliographiques pour les crues historiques de niveau bassin

Sources

- Artigue G., Dumas D., Mertz C., Wesolek E. (2010) - Episode pluvio-orageux du 15 juin 2010 sur le Var : retour d'expériences sur la prévision météorologique et hydrologique d'un épisode diluvien exceptionnel, Observatoire français des tornades et des orages violents.
- Blanchard R., Coeur D., Parigny J-Ph. (2006) - Etude historique préalable à une cartographie informative des phénomènes naturels à risques, RTM06.
- Blanchet G. (2009) - La catastrophe du Grand Bornand du 14 juillet 1987, SMF, lettre d'information n°13.
- CEREVE (2003) - Analyse hydrologique des 8 et 9 septembre 2002 dans le Gard.
- CETE Méditerranée (2007) - Elaboration d'un PPR Submersion Marine en Camargue : état des lieux des données existantes.
- CETE Méditerranée (2008) - Poster : utilisation des données anciennes pour la connaissance des risques de submersion marine sur le Golfe du Lion.
- CETE Méditerranée (2010) - Analyse historique des séries marégraphiques du Golfe du Lion : tempêtes, crues, raz-de-marée, tsunamis et remontées du niveau marins.
- CNR (2004) - La crue du Rhône de décembre 2003 : synthèse hydrologique.
- Coeur. D. (2006) - Les inondations de mai-juin 1856 en France : dommages et conséquences, SHF.
- CSME Salins de Giraud et Aigue-Mortes (1982) - Tempête des 6, 7 et 8 novembre 1982.
- DDAF/ONF de Hte-Savoie (février 1995) - Rapport PER. Commune du Grand-Bornand.
- DDAF/ONF de Hte-Savoie (octobre 1996) - Rapport PPR. Commune d'Entremont.
- DGPR/SRT/BARPI (2009) - Rupture d'un barrage le 2 décembre 1959, Malpasset, France.
- DIREN, EPTB Saône et Doubs, Ville de Besançon (2010) – 1910, la Crue du siècle à Besançon, Dossier de presse.
- DREAL-LR (2011) - La prise en compte des risques dans les stratégies d'aménagements : la submersion

marine.

EPTB Saône et Doubs (2007) - L'inondation de novembre 1840, Fiche d'Informations du Programme d'Actions de Prévention des Inondations du Val de Saône.

GINGER (2009) - La crue du Rhône de décembre 2003, DIREN Rhône-Alpes.

Lagadec P. (1982) - Tempête des 6, 7 et 8 novembre 1982 (Sud de la France), Rapport de mission, Commissariat à l'étude et à la prévention des risques naturels majeurs.

Lefort P., Koulinisky V. (2011) - Crue du 15-16 juin 2010, Expertise post-crue, Tome 1, rapport provisoire.

Ministère de l'Équipement et du Logement, BCEOM – 1996 - « Inventaire des zones inondables – VI – Rhône-Méditerranée-Corse »

Météofrance (1990) - Inventaire des épisodes de fortes pluies en Ardèche, Tome I.

Météofrance (3 octobre 1988) - Nîmes : « la catastrophe ».

Neppel L. (juin 2003) - Analyse de l'épisode pluvieux des 8 et 9 septembre 2002, Hydrosociétés Montpellier, DRM/DPPR.

Ponton A., Deniel J., Estienne J., Villevieille A., Bosc R. (Avril 1989) - Mission technique chargée de tirer les enseignements de la catastrophe de Nîmes du 3 octobre 1988 – Rapport, Secrétariat d'état chargé de la prévention des risques technologiques et naturels majeurs, DEPPR/DRM.

Rouzeau M., Martin X., Pauc J-C. (2010) - Retour d'expériences des inondations survenues dans le département du Var les 15 et 16 juin 2010. Rapport IGE.

SIEE, CETE Méditerranée (2004) - Inondation du Rhône et de ses principaux affluents de décembre 2003 en aval de Viviers dans les départements de la Drôme, de l'Ardèche, du Gard, du Vaucluse et des Bouches-du-Rhône. DIREN-LR.

SMAC (2008) - Plaquette de présentation : Crues et inondations, vivre avec la mémoire du risque.

Publications

Champion M. (1858-1864) - Les inondations en France du VI^e siècle à nos jours..., Paris, V. Dalmont, 6 vol.

Durand P. et Heurtefeux H. (2006) - Impact de l'élévation du niveau marin sur l'évolution future d'un cordon littoral lagunaire : une méthode d'évaluation, Zeitschrift für Geomorphologie, 221-244.

Martin C. (2010) - Les inondations du 15 juin 2010 dans le centre Var : réflexion sur un épisode exceptionnel, Etudes de Géographie Physique, XXXVII, 41-76.

Pardé M. (1925) - Le régime du Rhône, Lyon, Etudes Rhodaniennes (réédition Lyon, Géocarrefour, 2004).

Internet

<http://numelyo.bm-lyon.fr/>

<http://pluiesextremes.meteo.fr/>

<http://www.nimes.fr/> : Nîmes le 3 octobre 1988 : une crue d'ampleur historique

4 - Références bibliographiques pour les crues historiques de l'unité de présentation Saône

Sources

DDE Côte d'Or (2005) - Plan de Prévention des Risques Inondation de la commune de Savigny-lès-Beaune.

DDE Saône-et-Loire (2003) - Plan de Prévention des Risques Inondation à Chalon-sur-Saône

DREAL Bourgogne (1986) - Description des principales crues de 1981 à 1985.

DDT Saône-et-Loire (2009) - Plan de Prévention des Risques Naturels Prévisibles – Risque Inondation de la Saône.

DIREN Franche-Comté (2002) - Etat des lieux des enjeux inondation – Linéaire de l'Ognon.

DIREN Rhône-Alpes (2006) - RIC – SPC Rhône amont Saône.

DIREN Rhône-Alpes (2008) - Rivière Ouche – Eléments sur les crues historiques et sur les enjeux.

EGIS EAU (2009) –Réalisation d’Atlas des Zones Inondables de la Seille et affluents – Etude hydro géomorphologique, DIREN Bourgogne.

Gouaille M. (1973) - Les inondations en Haute-Saône, DDPC, 65e Congrès départemental des Sapeurs-Pompiers de la Haute-Saône – Gray.

HTV (2011) - Etude hydraulique de définition de l'aléa inondation de la Reyssouze. Hydrologie et Hydraulique. Rapport d'étude D272-09-09, DDT Ain.

Mission Déléguée de Bassin RMC (1984) - Rapport TORRION sur les crues de la Saône.

Service régional de l'aménagement des eaux de Bourgogne (1983) - Premiers éléments relatifs aux crues exceptionnelles de mai 1983 sur la Grosne.

SILENE (1996) - Rapport sur la basse Seille.

Presse

Bien Public, n° spécial, 30/09/2005.

Le Courrier de Saône-et-Loire, 01/1955.

Les Dépêches, 05/1983.

L'Indépendant du louhannais et du jura, 10/1935.

Journal de la Haute-Saône, 11/1840.

La République, 15/01/1955.

La Sentinelle du Jura, 30/10/1840.

Publications

Champion M. (1858-1864) - Les inondations en France du VIe siècle à nos jours..., Paris, V. Dalmont.

Pardé M. (1925) - Le régime du Rhône, Lyon, Etudes Rhodaniennes (réédition Lyon, Géocarrefour, 2004).

Pardé M. (1925) - Le calcul des débits du Rhône et de ses affluents, Lyon, 1925, (réédition Lyon, Géocarrefour, 2004).

Pardé M. (1936) - L'orage du 3 au 4 octobre 1935 dans le bassin du Rhône. Revue de géographie alpine. 1936, 24-1. 217-233.

Internet

<http://www.inondations-doubs.fr/>

<http://www.observatoire-saone.fr/>

5 - Références bibliographiques pour les crues historiques de l'unité de présentation Doubs

Sources

Pardé M. (1925, 2004) - Le régime du Rhône, Tome 3, réédition Géocarrefour, Lyon.

Tavernier H. (1901) - Étude hydrologique sur le bassin de la Saône, Annales de Géographie, t. 10, 49, 46-67.

Publications

Edelblutte C. (2010) - Etudes des risques inondations du bassin de la Savoureuse XIXe et XX siècles, Master d'histoire, Université de Haute Alsace.

Edelblutte C. (2010) - Evènements hydrologiques extrêmes crue et sécheresse sur le Loue. Rapport de stage, DREAL-FC.

Internet

<http://publitheque.meteo.fr>

<http://www.hydro.eaufrance.fr/> - Banque de données HYDRO, données Service Prévention des Risques/DREAL Franche-Comté.

<http://www.inondations-doubs.fr/> - Observatoires des inondations de la vallée du Doubs, DREAL Franche-Comté/ETPB Saône et Doubs.

6 - Références bibliographiques pour les crues historiques de l'unité de présentation Haut-Rhône

Sources

Archives Départementales d'Annecy – Dossiers de Paul Guichonnet.

Base de données RTM 73.

DDAF Haute-Savoie (2002) – RTM, Plan de Prévention des Risques d'Inondation de l'Arve, commune d'Annemasse.

DDE Haute-Savoie (2007) - Plan de Prévention des Risques d'Inondation, commune de Thonon-les-Bains, décembre.

DIREN Rhône-Alpes (2006) – RIC, SPC Rhône amont Saône.

MEEDDM (2008) - Les événements naturels dommageables en France et dans le monde en 2007.

RTM 74 (2005) - Rapport du RTM du 25/08/05 suite à la lave torrentielle du Nant d'Armanette du 22/08/2005.

Presse

Le Progrès (commune de Pont d'Ain), 26 février 1957.

Publications

Blanchet G. (2009) – La catastrophe du Grand-Bornand du 14 juillet 1987, SMF info, n°13, juillet, p3.

Gex F (1920) - Les intempéries de l'année écoulée (novembre 1918 à novembre 1919) et leurs conséquences sur les cultures et l'économie pastorale en Savoie, Revue de géographie alpine, 18-1, 147-176.

Méjean P. (1928) - Le bassin de Bonneville (Haute-Savoie), Revue de géographie alpine, 16-1, 5- 168.

Meunier M. (1990) - La catastrophe du Grand Bornand : crue torrentielle du Borne le 14 juillet 1987, Revue de Géographie alpine, 78-1-3, 103-113.

Ministère de l'Ecologie (2008). Les événements naturels dommageables en France et dans le monde en 2007. DGPR, déc., 44p.

Mougin P. (1914) - Les torrents de la Savoie, Grenoble.

Onde H. (1944) - Le lac d'Annecy et Le Thiou (étude hydrologique), Revue de géographie alpine, 32-1,1-58.

Pardé M. (1931) - L'Ain, étude hydrologique.

Pardé M. (1919) - Les crues de décembre 1918 et janvier 1919 dans le bassin du Rhône, Recueil des travaux de l'institut de géographie alpine, 7-1, 227-239.

Internet

<http://pluiesextremes.meteo.fr>

<http://mairie-lescontamines.com/>

7 - Références bibliographiques pour les crues historiques de l'unité de présentation Rhône-Moyen

Sources

ALP'GEORISQUES (2008) - DDAF Isère, Plan de Prévention des Risques Naturels d'inondation de la Bourbre moyenne.

BCEOM (2009) – Service Navigation Rhône Saône, Plan de Prévention des Risques Naturels pour les inondations du Rhône et de la Saône sur le territoire du Grand Lyon.

Contrat de Rivière Azergues (2008) - Inondations dans la vallée d'Azergues ; l'Azergues en colère.

DDE Rhône (2008) - Plan de Prévention des Risques Inondation de la vallée de l'Azergues.

DDE Rhône (2010) - Plan de Prévention des Risques Naturels d'Inondation de la Brévenne et de la Turdine, 2010 (Dossier soumis à consultation et enquête publique).

DDE Rhône (2007) - Plan de Prévention des Risques Naturels Prévisibles d'Inondation du Garon.

DIREN Rhône-Alpes (2006) - RIC – SPC Rhône amont Saône.

IPSEAU (1998) – DDE Rhône, Plan de Prévention des Risques d'Inondation – Bassin de L'Yzeron.

SAFEGE CETIIS (2000) - Etude Globale des Crues du Rhône – Annexes 6 : Analyse des crues historiques.

SERDD/MR (2008) – DDE Rhône, Plan de Prévention des Risques Naturels Prévisibles d'Inondation de la vallée de l'Ozon.

SOGREAH (2009) – DDE Loire, Etude hydraulique de la rivière Gier et de ses affluents – étude hydrologique.

Publications

Champion M. (1858-1864) - Les inondations en France du VI^e siècle à nos jours..., Paris, V. Dalmont.

Internet

<http://amis.arbresle.free.fr/>

<http://fr.wikipedia.org/wiki/Gier>

<http://pluiesextremes.meteo.fr>

<http://www.huffingtonpost.fr/>

<http://www.observatoire-saone.fr/>

<http://www.rhone.gouv.fr/>

8 - Références bibliographiques pour les crues historiques de l'unité de présentation Isère-Drôme

Sources

Almanach du Vieux Savoyard (1958) - La catastrophe de Maurienne.

Association Rivière Rhône Alpes (2008) - Valorisation et mutualisation d'expériences de prévention et de gestion des inondations en Rhône-Alpes, Cahier n°3.

BCEOM (2005) - Gestion des crues débordantes de l'Arc.

BRGM (1998) - Cartographie des aléas naturels du bassin de risques du Diois (Drôme), Rapport intermédiaire.

Coeur D., Lang M., Soulingeas Y. (2000) - Historique-Isère, Utilisation de l'information historique pour une meilleure définition du risque inondation, Pôle Grenoblois d'Etude et de Recherche pour la Prévention des Risques Naturels.

DDE Savoie (1995) - PPRI de l'Isère en Combe de Savoie.

IRMa (2006) - On n'a jamais vu ça, ou l'incorrigible nature. Plaquette.

Syndicat du Pays de Maurienne (2010) - Mémoire explicatif du Programme d'Action de Prévention des Inondations.

Publications

Auffray A., Clavel A., Jourdain S., Ben Daoud A., Sauquet E., Lang M., Obled C., Panthou G., Gautheron A., Gottardi F., Garçon R. (2011) - Reconstitution hydrométéorologique de la crue de l'Isère de 1859. La Houille Blanche, vol. 1, 2011, p. 44-50

Bouchayer A. (1925) - Le Bassin du Drac, Revue de Géographie Alpine, T.13, n°3, 549-621.

Coeur D. (2008) – La plaine de Grenoble face aux inondations. Genèse d'une politique publique du XVIIe au XXe siècle, Paris, QUAE.

Daisy G. (1995) - Qui se souvient, à Goncelin, du désastre du 14 juin 1827 ? Les affiches de Grenoble et du Dauphiné, 14 avril.

Pardé M. (1925) - Le régime du Rhône, Lyon, Etudes Rhodaniennes (réédition Lyon, Géocarrefour, 2004).

Pardé M. (1941) - La crue de septembre 1940 dans les Alpes du Nord, Revue de Géographie alpine, 29-1, 107-132.

Poggi A. (1959) - La fusion de la neige et les crues de juin 1957 dans les Alpes françaises orientales, Revue de Géographie alpine, 47-3, 363-374.

Internet

<http://base-in-fr.lyon.cemagref.fr/isere1859/presentation.htm>

<http://pluiesextremes.meteo.fr/>

<http://www.irma-grenoble.com/>

<http://www.isere.pref.gouv.fr/>: Dossier Départemental sur les Risques Majeurs Isère

<http://www.isere-drac-romanche.fr/>

<http://www.ledauphine.com/>

<http://www.railsavoie.fr/>

<http://www.riviere-drome.fr/> ; syndicat mixte de la rivière Drôme et de ses affluents

<http://www.riviererhonealpes.org/>

<http://www.symbhi.fr/>

9 - Références bibliographiques pour les crues historiques de l'unité de présentation Ardèche-Gard

Sources

BCEOM (2003) - Rapport de présentation de l'Inventaire cartographique des inondations des 8 et 9 septembre 2002, Bassin versant de la Cèze, DIREN Languedoc-Roussillon.

BCEOM (2003) - Inventaire cartographique des inondations des 8 et 9 septembre 2002, Bassin versant des Gardons, DIREN Languedoc-Roussillon.

BRL Ingénierie (2010) - Plan de prévention des risques inondation de la Cèze, rapport de présentation, DDTM du Gard.

DDE Ardèche (2001) - Plan de prévention des risques inondation, rapport de présentation commune de Vallon-Pont-d'Arc.

Météo France (1990) - Inventaire des épisodes de fortes pluies en Ardèche, Conseil Général de l'Ardèche, Comité Météorologique Départemental.

Naulet R. (2002) - Utilisation de l'information des crues historiques pour une meilleure prédétermination du risque d'inondation. Application au bassin de l'Ardèche à Vallon-Pont-d'Arc et Saint-Martin-d'Ardèche. Thèse

UJF Grenoble, INRS Québec, Cemagref Lyon.

SOGREAH consultants (2004) - Plan de prévention des risques inondation, rapport de présentation commune de Dunière-sur-Eyrieux, DDE de l'Ardèche.

SPC-Grand Delta (2010) - Règlement d'information sur les crues Grand Delta.

Publications

Antoine J.M., Desailly B., Gazelle F. (2001) - Les crues meurtrières, du Roussillon aux Cévennes, Annales de Géographie, n° 622, nov.-déc.

Champion M. (1858-1864) - Les inondations en France du VI^e siècle à nos jours..., Paris, V. Dalmont, 6 vol.

Fontaine P. & C. Fortela (1959) - Causes météorologiques des grandes crues cévenoles du début de l'automne 1958. La Météorologie, Note d'informations techniques n°53, Août.

Marchegay M. (1861) - Rapport sur les inondations qui ont eu lieu en 1857 dans les vallées des principaux torrents du département de l'Ardèche, et en particulier sur les inondations du 13 septembre 1857, Annales des ponts et chaussées, 1^{er} semestre.

Pardé M. (1925) - Le régime du Rhône, Lyon, Etudes Rhodaniennes (réédition Lyon, Géocarrefour, 2004).

Pardé M. (1934) - Intempéries méditerranéennes récentes en France, Revue de Géographie Alpine, XII, 3, 675-703.

Internet

<http://pluiesextremes.meteo.fr> (1890, 1958, 2002)

10 - Références bibliographiques pour les crues historiques de l'unité de présentation Durance

Sources

Blanchard R., Coeur D., Ravanat F (2007) - Etude historique préalable à une cartographie informative des phénomènes naturels à risques. Alpes de Haute-Provence, RTM 04 et région PACA, Novembre.

CEMAGREF (1993) - La crue de l'Ouvèze du 22 septembre 1992 : difficultés d'estimation des débits observés, Article Sécheresse, n°2, septembre.

CERIC Horizon (1992) - Etude hydraulique des zones inondées par la crue du 22 septembre 1992, bassin de l'Ouvèze, Rapport 5299/92225, Décembre.

CERTU (2004) - Centre-ville en zone inondable. Prise en compte du risque, 64p.

DDE des Alpes de Hautes-Provence (1984) - Schéma d'aménagement de la vallée de l'Ubaye, Novembre.

Saint Seine J. de (1999) - Bilan du risque inondation en Vaucluse, DIREN PACA-SEMA, avril.

DIREN PACA (1995) - Les crues 1993-1994 en Provence Alpes-Côte d'azur : mieux connaître pour mieux prévenir.

Gibelin J.-M. (1990) - L'Histoire des endiguements de la Durance dans le département des Basses-Alpes, Digne-les-Bains, DDE des Alpes-de-Haute-Provence.

Publications

Antoine J.M., Desailly B. (2001) - Gazelle F., Les crues meurtrières, du Roussillon aux Cévennes, Annales de Géographie, n° 622, nov.-déc.

Bertin A. (1960) - Le barrage de Serre-Ponçon, pièce maîtresse de l'aménagement de la Durance, Revue de géographie alpine, Volume 48, 48-4, 625-687.

CGGREF (1995) - Un DDAF aux prises avec la catastrophe de l'Ouvèze, Bulletin du Conseil général du GREF, n°42, Août.

Gilard, O., Mesnil, J.J. (1994) - Le risque d'inondation : analyse de la crue de Vaison La Romaine, quelques

réflexions sur le risque d'inondation. Bulletin de l'AIGREF, n° 24, 12p.

Nicod J. (1997) - Dynamique torrentielle du 22 septembre 1992 dans la combe diapirique de Suzette (Vaucluse), Géomorphologie : relief, processus, environnement, 2, 121-132.

Pardé M. (1925) - Le régime du Rhône, Lyon, Etudes Rhodaniennes (réédition Lyon, Géocarrefour, 2004).

Pardé M. (1960) - Sur la crue de juin 1957 dans le Queyras et sur l'hydrologie en général, Revue de géographie alpine, 48-3, 511-524.

Tissandier G., Parville H. de (1886) - La Nature, Quatorzième année, deuxième semestre, n°679 à 704.

Tricart J. (1958) - La crue de la mi-juin 1957 sur le Guil, l'Ubaye et la Cerveyrette, Revue de géographie alpine, 1958, 46-4, 565-627.

Internet

<http://cnum.cnam.fr/>

<http://pluiesextremes.meteo.fr/>

<http://www.aquadoc.fr/>

<http://www.art-et-histoire.com/> (Base d'ouvrages en service ou construits au XIX^e siècle en France)

<http://www.lesmees.org/>

<http://www.persee.fr/>

<http://www.pertuisien.fr/>

http://www.smf.asso.fr/Ressources/SMFINFO_mai2009.pdf crue de 1957

11 - Références bibliographiques pour les crues historiques de l'unité de présentation Côtiers-Ouest

Sources

EGIS Eau (2010) – AZI du bassin versant de l'Aude. Rapport, février.

GINGER (2008) – AZI du bassin versant de la Têt. Rapport, mars.

GINGER (2008) – AZI du bassin versant du Réart. Rapport, mars.

IARE (1998) - Premier bilan sur l'effet des tempêtes des 16, 17 et 18 décembre 1997, compte rendu de l'expertise, janvier.

Lefrou C. et al (2000) - Les crues des 12, 13 et 14 novembre 1999 dans les départements de l'Aude, de l'Hérault, des Pyrénées orientales et du Tarn. Rapport Conseil Général des Ponts et Chaussées, IGE, octobre.

Megnint P. (2008) - De la perception à la culture du risque inondation : les clés d'une gestion efficace et adaptée, Université de Montpellier, juin.

Préfecture de l'Hérault (2008) - Dossier communal d'informations de Saint-Chinian, Risque inondation, 13 août.

Ponton A., Deniel J., Estienne J., Villeveille A., Bosc R. (1989) - Mission technique chargée de tirer les enseignements de la catastrophe de Nîmes du 3 octobre 1988 – Rapport, Secrétariat d'état chargé de la prévention des risques technologiques et naturels majeurs, DEPPR/DRM, Avril.

Goasguen G. (1998) - Estimation de la période de retour de la tempête du 16 décembre 1997.

Rapport, Service Technique de la Navigation Maritime et des Transmissions de l'Équipement.

SIEE (2006) - AZI du bassin versant du Tech. Rapport, avril.

SMNLR (1997) - Tempête du 16 au 18 décembre 1997, Rapport de présentation des phénomènes météorologiques, 31 décembre.

Publications

Antoine J.M., Desailly B., Gazelle F. (2001) - Les crues meurtrières, du Roussillon aux Cévennes, Annales de

Géographie, n° 622, nov.-déc.

Ducrocq V. et al (2003) - Les précipitations intenses et les inondations des 12 et 13 novembre 1999 sur le sud de la France, La Météorologie, n°42, août.

Pardé M. (1940) - Averses et crues fantastiques dans le Roussillon en 1940, La Météorologie, Janvier-Juin.

Vinet F. (2003) - Crues et inondations dans la France méditerranéenne. Les crues torrentielles des 12 et 13 novembre 1999 'Aude, Tarn, Pyrénées-Orientales, Hérault', Nantes, Editions du Temps, 2003.

Internet

<http://cpa34.midiblogs.com/saint-chinian/>

<http://www.meteopassion.com/>

<http://www.midilibre.fr/>: Midi-Libre, article du 29 septembre 1992.

<http://www.nimes.fr/>: Nîmes le 3 octobre 1988 : une crue d'ampleur historique.

<http://www.saleilles.fr/>

12 - Références bibliographiques pour les crues historiques de l'unité de présentation Littoral PACA

Sources

Artigue G., Dumas D., Mertz C., Wesolek E. (2010) - Episode pluvio-orageux du 15 juin 2010 sur la Var. Retour d'expériences sur la prévision météorologique et hydrologique d'un épisode diluvien exceptionnel ; Observatoire français des tornades et des orages violents, 20 p.

Blanchard R., Coeur D., Parigny J-P. (2006) - Etude historique préalable à une cartographie informative des phénomènes naturels à risques, RTM 04, Région PACA.

CETE Méditerranée (2007) - Elaboration d'un PPR Submersion Marine en Camargue : Etat des lieux des données existantes.

CETE Méditerranée (2008) - Utilisation des données anciennes pour la connaissance des risques de submersion marine sur le Golfe du Lion, Poster.

CETE Méditerranée (2010) - Analyse historique des séries marégraphiques du Golfe du Lion, tempêtes, crues, raz-de-marée, tsunamis et remontées du niveau marins.

Conseil de développement du Pays d'Aubagne et de l'Etoile (2011) - Aménagement et gestion du bassin versant de l'Huveaune. Rapport de Conseil, 3 février.

Archives Départementales des Alpes maritimes (2011) - Les Alpes maritimes à l'épreuve des risques naturels, Catalogue de l'exposition itinérante.

CSME Salins de Giraud et Aigue-Mortes (1982) - Tempête des 6,7 et 8 novembre 1982.

DDTM 06 (2011) - PPRI Basse Vallée du Var. Rapport de présentation.

DGPR/SRT/BARPI (2009) - Rupture d'un barrage le 2 décembre 1959, Malpasset, France.

Lagadec P. (1982) - Tempête des 6, 7 et 8 novembre 1982 (Sud de la France), Rapport de mission, Commissariat à l'étude et à la prévention des risques naturels majeurs, novembre.

Lefort P., Koulinsky V. (2011) - Crue du 15-16 juin 2010, Expertise post-crue, Tome1, rapport provisoire.

Rouzeau M., Martin X., Pauc J-C. (2010) - Retour d'expérience des inondations survenues dans le département du Var les 15 et 16 juin 2010, Rapport CGEDD, IGA, 87 p.

SOGREAH, SETRA (1968) – Etude de l'empiètement et des ouvrages de l'autoroute A8 sur l'Argens et ses affluents.

SOGREAH, Hunziker, Zrn & Partner, Jaeji M. (2003) - Etude du fonctionnement physique du lit du Fleuve Var, Rapport d'étude, SMEBVV, 104-12 p.

Presse

Le Provençal, 18 janvier 1978.

Publications

Bénévent E., Maury E. (1927) - Les grandes pluies de l'automne 1926 et la catastrophe de Roquebillère, Revue de Géographie Alpine, 15-1, 151-157.

Douguédroit A. (2004) - A propos de l'averse du 19 septembre à Marseille, Méditerranée, t.102.

Douguédroit A. (2008) - Précipitations extrêmes et « crues urbaines » à Marseille (France) de 1861 à 2007, Bulletin de la Société géographique de Liège, 51, 2008, 105-114.

Martin C. - Les inondations du 15 juin 2010 dans le centre Var : réflexion sur un épisode exceptionnel, Etudes de Géographie physique, XXXVII, 41-76.

Perriaux L. (1927) - Les mouvements de terrain dans les Alpes niçaises en novembre 1926, Annales de Géographie, t.36, n°200, 115-124.

Internet

<http://pluiesextremes.meteo.fr/>

13 - Références bibliographiques pour les crues historiques de l'unité de présentation Plan Rhône

Sources

Coeur D. (2006) - Les inondations de mai-juin 1856 en France : dommages et conséquences, Rapport MEDD / DIREN-RA, Septembre

Coeur D., Djerboua A. (2006) - La crue de mai-juin 1856 : reconstitution d'un événement hydrologique de référence – Bassin Rhône, Rapport MEDD / DIREN-RA, SHF.

HYDRATECH-SOGREAH-SAFEGER-CNR (2000) - Étude Globale Rhône (EGR), Territoire Rhône.

GINGER (2009) - Monographie de la crue du Rhône de décembre 2003. Déroulement des inondations, DIREN Rhône-Alpes.

Publications

Champion M. (1858-1864) - Les inondations en France du VI^e siècle à nos jours..., Paris, V. Dalmont (reprint Cemagref, 2000).

Pardé M. (1925) - Le régime du Rhône, Lyon, Etudes Rhodaniennes (réédition Lyon, Géocarrefour, 2004).

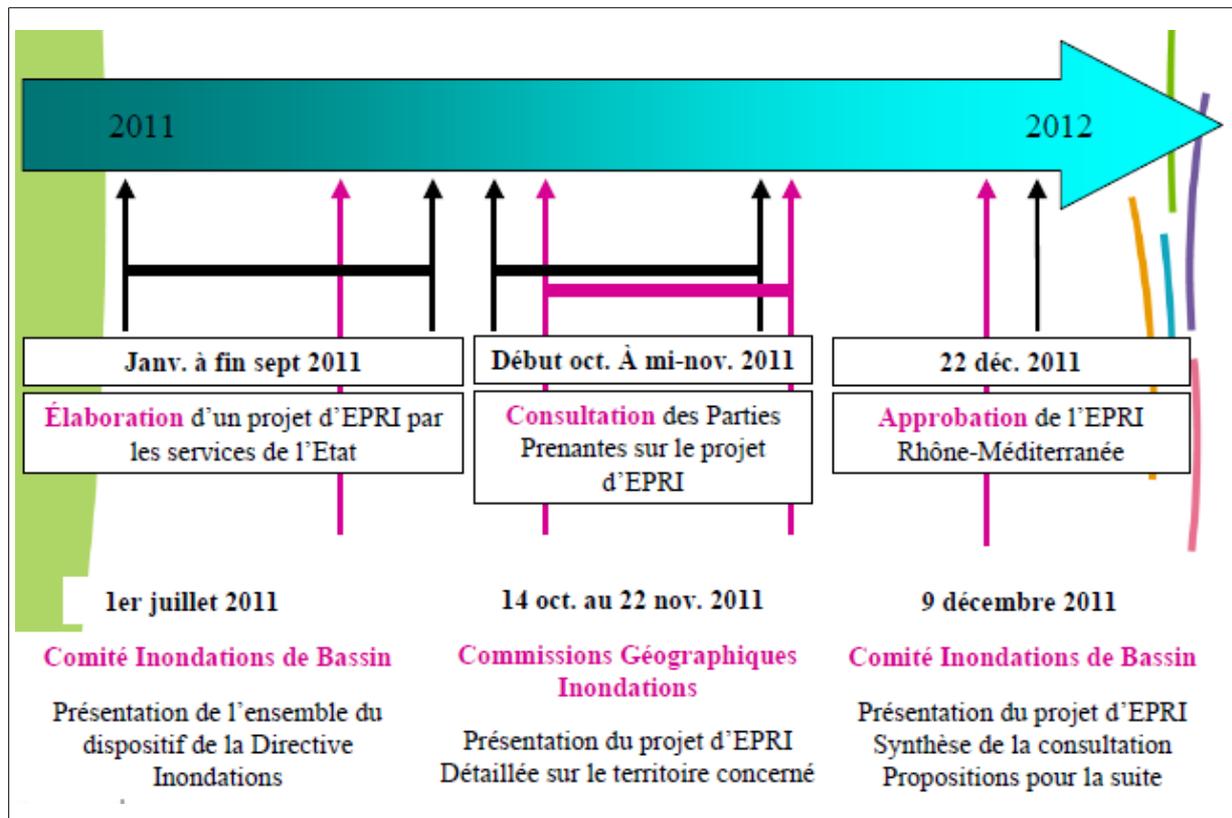
Picon B. (2008) - L'Espace et le temps en Camargue, Actes Sud, Arles.

Internet

<http://numelyo.bm-lyon.fr/>

Annexe 3 : Association des parties prenantes à la mise en œuvre de l'Évaluation préliminaire des risques d'inondation

Le schéma ci-dessous présente de manière synthétique le déroulé de l'élaboration de l'EPRI et de l'association des parties prenantes qui a été menée sur l'année 2011.



1 - Organisation des services de l'Etat pour la réalisation de l'EPRI

La DREAL de bassin Rhône-Méditerranée (DREAL Rhône-Alpes) a mis en place un comité technique (COTECH) pour piloter la réalisation de l'EPRI qui s'est réuni de manière régulière tout au long de l'année 2011. Ce comité a réuni les services de l'Etat et établissements publics suivants : DREAL de bassin Rhône-Méditerranée ; DREAL Franche-Comté ; DREAL Bourgogne ; DREAL Rhône-Alpes ; Mission Rhône (DREAL Rhône-Alpes) ; DREAL PACA ; DREAL Languedoc-Roussillon ; CETE Méditerranée ; CETE de Lyon ; CEMAGREF ; Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse ; EPTB Saône-Doubs ; RTM.

En parallèle, des réunions de suivi moins régulières se sont tenues à l'échelle de chacune des régions entre les DREAL et les DDT-M concernées et en la présence le cas échéant de la DREAL de bassin.

Dans un premier temps, les DREAL ont récupéré les différentes données (AZI, PPRI, ZIC, étude DHI, etc) au sein de leur propre structure ainsi qu'auprès des DDT-M afin de constituer les EAIP par débordement de cours d'eau et par submersion marine avec l'aide du CETE Méditerranée.

Puis, pour la rédaction de l'EPRI, sous la coordination de la DREAL de bassin, la répartition des tâches a été effectuée de la manière suivante :

- L'introduction, les paragraphes sur les différents principes de constitution des différentes EAIP et sur les objectifs, principes généraux et limites des différents enjeux ont été rédigés par la DGPR ;
- La partie « synthèse bassin » a été rédigé par la DREAL de bassin Rhône-Méditerranée ;
- D'une manière générale, les informations portant sur les différentes inondations du passé et les principaux événements marquants ont été co-rédigées par le CEMAGREF et les DREAL concernées par l'unité de présentation avec l'appui des données appartenant aux DREAL et DDT(M). Toutefois,

compte-tenu de l'état des connaissances de certains services, certaines unités de présentation ont fait l'objet d'une organisation différente (DREAL Franche-Comté et EPTB Saône-Doubs pour l'unité de présentation « Doubs », contribution de l'EPTB Saône-Doubs à l'unité de présentation « Saône », Mission Rhône pour l'unité de présentation « Plan Rhône ») ;

- Les commentaires sur les zones de sensibilité aux remontées de nappes et aux karsts par le BRGM (service mandaté par la DGPR) ;
- Les commentaires sur les indicateurs ont été répartis par unité de présentation et rédigés par les services d'Etat. Pour ce faire, le bassin Rhône-Méditerranée a donc été découpé en 10 unités de présentation (correspondant aux périmètres des commissions géographiques du Comité de Bassin), c'est-à-dire :
 - unité de présentation « Saône » : DREAL Bourgogne et EPTB Saône-Doubs ;
 - unité de présentation « Doubs » : DREAL Franche-Comté et EPTB Saône-Doubs ;
 - unité de présentation « Haut-Rhône » : DREAL Rhône-Alpes et DREAL Franche-Comté ;
 - unité de présentation « Rhône-Moyen » : DREAL Rhône-Alpes ;
 - unité de présentation « Isère-Drôme » : DREAL Rhône-Alpes ;
 - unité de présentation « Ardèche-Gard » : DREAL Rhône-Alpes et DREAL Languedoc-Roussillon ;
 - unité de présentation « Durance » : DREAL PACA ;
 - unité de présentation « Cotiers-Ouest » : DREAL Languedoc-Roussillon ;
 - unité de présentation « Littoral PACA » : DREAL PACA ;
 - unité de présentation « Plan Rhône » : Mission Rhône (DREAL Rhône-Alpes).
- La commission administrative du bassin (CAB) Rhône-Méditerranée a examiné les premiers rendus de l'EPRI pour ce bassin et a validé la proposition de constitution d'un comité inondation de bassin (CIB).

2 - L'association des parties prenantes

En application des articles L.566-11 et R. 566-2 du code de l'environnement :

- *« Les évaluations préliminaires des risques d'inondation [...] sont élaborés et mis à jour avec les parties prenantes identifiées par [le préfet coordonnateur de bassin], au premier rang desquelles les collectivités territoriales et leurs groupements compétents en matière d'urbanisme et d'aménagement de l'espace, ainsi que le comité de bassin et les établissements publics territoriaux de bassin [...] »*
- *« Il arrête l'évaluation préliminaire des risques d'inondation après avis des préfets de région et des préfets de département concernés et de la commission administrative de bassin prévue à l'article R. 213-15 et la met à disposition du public dans les lieux qu'il désigne, pour une durée qu'il détermine et qui ne peut être inférieure à un mois. »*

L'association des parties prenantes identifiée en application de ces articles s'est faite :

- Au niveau du bassin par : La constitution du Comité Inondation de Bassin Rhône-Méditerranée réunissant le Comité de Bassin élargi à des représentants des acteurs de l'eau (EPTB, Contrats de Rivière, SAGE, PAPI), des acteurs de l'aménagement du territoire (SCOT), des acteurs de la gestion de crise (SDIS, SIDPC), des services de l'Etat (Préfet, DDT-M), des notaires et des assureurs.
- Au niveau territorial par : La constitution de 9 Commissions Géographiques Inondations réunissant sur le territoire les membres Commissions Territoriales de Bassin du Comité de Bassin ainsi que l'intégralité des acteurs de l'eau (EPTB, Contrats de Rivière, SAGE, PAPI), des acteurs de l'aménagement du territoire (SCOT), des acteurs de la gestion de crise (SDIS, SIDPC), des services de l'Etat (Préfet, DDT-M, DREAL), ainsi que des représentants des notaires, des assureurs et des acteurs socio-économiques du territoire (Chambres d'Agriculture, Chambres de Commerce et de l'Industrie, etc.).

Une carte de présentation du périmètre de ces Commissions Géographiques Inondations est présentée en partie I de l'EPRI dans le chapitre présentation du district. Les unités de présentation ont été découpées en cohérence avec le périmètre de ces Commissions Géographiques Inondations à laquelle a été ajoutée une 10 unités de présentation en cohérence avec la gouvernance du Plan Rhône. A cet effet, une association des acteurs du Plan

Rhône a également été menée soit via le COPIL Plan Rhône, soit en associant ces acteurs dans les Commissions Géographiques Inondations concernées.

En complément, une consultation écrite de ces acteurs a été menée du 5 octobre au 10 novembre 2011.

Les avis reçus au nombre de 97, sont favorables au projet d'EPRI avec pour certaines des propositions de compléments du document et des propositions/interrogations pour la suite de la démarche. Les compléments demandés ont généralement été intégrés au document sauf lorsqu'elles n'ont pas été jugées pertinentes par les services en charge de la rédaction du document. Les propositions/interrogations pour la suite ont été notées comme étant à prendre en compte dans la suite de la démarche de la Directive Inondation.

De même, l'ensemble des préfets du bassin Rhône-Méditerranée ont été saisi sur le projet d'EPRI le 5 octobre 2011 en leur demandant un avis pour le 10 novembre 2011.

S'agissant de la saisine des préfets de région et département, 10 avis ont été adressés avec un positionnement similaire en termes de contenu d'avis.

Le projet a également été soumis à l'avis de la Commission Administrative de Bassin du 12 décembre 2011 qui a émis un avis favorable sur ce document.

Le détail de ces avis et des réponses qui peuvent être données figure dans le tableau ci-dessous.

3 - *Tableau de synthèse des contributions dans le cadre de la concertation menée sur le projet d'EPRI*

4 - Les démarches d'échange d'information dans les districts internationaux

Le bassin Rhône-Méditerranée est principalement concerné par 5 secteurs transfrontaliers : la vallée de la Roya (Italie), la vallée du Segre (Espagne), le bassin de l'Allaine (Suisse), la zone transfrontalière du Doubs franco-suisse, l'amont du bassin-versant du Rhône en Suisse Lac Léman et confluence Arve-Rhône).

Dans la mesure où l'articulation ne présentait d'enjeux majeur en termes de coopération transfrontalières pour l'élaboration de ce document avec l'Espagne et l'Italie, il été choisi de faire une information simple à ces deux États-membres au même titre que les autres parties prenantes (consultations des régions concernées).

S'agissant de la Confédération suisse, n'étant pas un État-membre de l'Union européenne, celle-ci n'a aucune obligation spécifique en termes de transposition de la Directive inondation. Des lieux d'échanges entre la France et les cantons concernés sur la problématique inondation : Allaine, Doubs franco-suisse, aval du bassin-versant de l'Arve. Cependant, au stade de l'EPRI, une information simple a été adressé à chacun des cantons concernés dans le cadre de la consultation des parties prenantes. Ces même cantons ont été également invités aux Commissions Géographiques Inondations concernées (Doubs, Haut-Rhône).

5 - L'information du public

Le code de l'environnement ne prévoit pas de consultation publique pour l'EPRI. Le présent document est cependant téléchargeable sur le site Internet de la DREAL de bassin Rhône-Méditerranée (DREAL Rhône-Alpes) sous le lien suivant : <http://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr/gestion/inondations>

Les remarques et observations pouvaient être effectuées jusqu'au 10 novembre à l'adresse email suivante :

directive.inondation.rhomed@developpement-durable.gouv.fr ou par voie postale à l'adresse suivante :

DREAL Rhône-Alpes – Service Prévention des Risques – 208, rue Garibaldi – 69509 LYON Cedex 03

Annexe 4 : Compléments techniques : hypothèses, données et méthodes mobilisées pour la réalisation de l'EPRI

Ces éléments ont vocation à compléter la présentation des principes méthodologiques qui figure dans l'EPRI, en précisant l'origine des données utilisées, les principes des méthodes mobilisées particulièrement pour l'exercice EPRI (les méthodes relatives à la cartographie des zones inondables, plus classiques, ne sont pas rappelées ici), et les hypothèses considérées.

1 - Analyse des inondations du passé

1.a - Contexte dans lequel s'inscrit la démarche : la constitution d'une base de données historiques sur les inondations (BDHI)

En introduisant la nécessité de se référer désormais explicitement au passé dans l'évaluation des risques d'inondation, la directive inondation engage à prendre en compte les données sur les événements passés, que ceux-ci soient très anciens (plusieurs siècles) ou très récents (quelques mois, quelques années). Dans ce contexte la France a décidé de mettre en œuvre une politique d'encadrement de ces données ce qui implique que les informations sur les événements à venir soient intégrées aussi au processus global de conservation, de validation et de valorisation des informations du passé.

La constitution d'une Base de Données Historiques sur les Inondations (BDHI) a donc été initiée par le MEDDTL / DGPR à l'occasion de la mise en œuvre du premier cycle de la Directive inondation. La BDHI a vocation à devenir l'outil de référence en matière de connaissance des inondations survenues sur le territoire national.

La BDHI vise à capitaliser et mettre à disposition des services concernés, ainsi que du grand public, les informations sur les inondations passées de tout type et leurs conséquences. Elle couvre l'ensemble du territoire de la France (métropole et DOM) et embrasse toutes les périodes historiques, des plus anciennes aux plus récentes. Ses contenus sont donc amenés à être complétés et enrichis au fil du temps par un travail itératif de capitalisation de l'information.

Il s'agira d'une base documentaire, recensant, localisant et permettant d'avoir accès aux principales informations issues des différents documents traitant des inondations passées et de leurs conséquences. La base intégrera un outil de recherche de l'information sur des critères spatiaux et temporels, et permettra ainsi de faciliter l'élaboration de synthèses sur les principaux événements d'inondation.

La constitution de la BDHI demande d'une part la définition et la programmation du schéma de la base, et d'autre part la recherche, le recueil et la synthèse des données historiques. Ces deux phases ont été engagées en parallèle, la seconde ayant permis d'alimenter directement l'EPRI 2011.

La BDHI accueillera ainsi dès son implémentation en 2012 les premières données disponibles sur les informations historiques, recueillies pour l'EPRI 2011. Elle sera complétée ensuite grâce à la réalisation d'enquêtes historiques spécifiques et par la mise en place d'un dispositif permettant l'intégration des données sur toute nouvelle inondation. Des partenariats spécifiques seront développés à cette occasion avec les universités, les centres de recherche, le monde des archives et le milieu associatif.

1.b - Sources mobilisées pour l'analyse des événements du passé dans l'EPRI 2011

Pour l'EPRI 2011, les sources mobilisées sont très majoritairement les documents conservés dans les services de l'État. Le travail d'inventaire des documents et de collecte de l'information a été réalisé en même temps à partir d'une reproduction photométrique des documents concernés. Les informations ont été recueillies de manière à pouvoir être implémentées directement dans la BDHI une fois l'outil disponible.

L'analyse des inondations du passé pour l'EPRI 2011 a été produite à partir de documents identifiés selon les critères de recherche suivants :

Les sources documentaires écrites

L'analyse s'est appuyée exclusivement pour la première échéance sur des sources documentaires écrites (papier ou autres). Elle n'a pas pris en compte les témoignages oraux de ceux qui ont vécu directement une inondation sauf si cette information est déjà disponible dans un document écrit, de même pour les données de terrain (laisses, repères ou marques de crue, etc.). D'une manière générale, les documents recensés sont des principaux types suivants :

- des données brutes d'observation sous forme de graphes, tableaux, registres, photos, bases de données (relevés hydrométriques, PHEC, inventaire de repères de crues, etc.) ;
- des notes ou rapports de synthèse post-événement (descriptions des phénomènes et de leurs impacts) ou thématiques, rassemblés ou non en dossiers chronologiques ;
- des études hydrauliques pouvant intégrer des données historiques ;
- des courriers et notes divers ;
- des extraits de publications scientifiques, de journaux.

Les documents conservés dans les services de l'État, ainsi que les principaux documents de référence

L'information recueillie lors de cette phase a été tirée en premier lieu des documents conservés dans les services de l'État (services risques, services navigation, police de l'eau, SPC, etc.). La documentation plus fournie, gardée éventuellement dans des salles d'archives ou locaux divers des services, et qui aurait demandé un investissement en temps plus conséquent, sera intégrée dans une phase ultérieure.

Dans le but de compléter ce premier corpus de données, un travail particulier de recherche a été mené par un groupe d'experts en 2011 dans le fonds « Inondations » des Archives Nationales sur la période XIXe-XXe s. (série F14). De même, un certain nombre d'études et documents de référence a été pris en compte, qu'il s'agisse d'ouvrages de référence au niveau national (comme l'ouvrage Maurice Champion, 1858 « Les inondations en France du VI^{ème} siècle à nos jours »), ou des publications références bien connues par bassin et cours d'eau majeurs.

Les sources extérieures aux services de l'État n'ont pas été mobilisées, en particulier celles détenues par les archives publiques, les bibliothèques, les fonds documentaires spécialisés, les bases de données extérieures, etc.. Tout ce qui est déjà disponible en provenance de ces fonds sous forme d'études ou bases de données diverses intégrera la BDHI à partir de 2012.

Les documents et données produits depuis 50 ans

Les études, dossiers et données relatifs aux inondations produits au cours des cinq dernières décennies ont été retenus en priorité : études hydrauliques spécifiques, PSS, études pour les PPRI, les AZI, dossiers CAT NAT, relevés hydrométéorologiques, enquêtes sur les repères de crues, etc. Les informations recueillies peuvent concerner des périodes bien antérieures. Pour les cours d'eau principaux et/ou les sites à enjeux, ces documents permettent le plus souvent de disposer d'informations sur les grandes crues du dernier siècle, voire bien au-delà.

Informations recueillies sur les événements

Les événements sont décrits à partir des informations recueillies dans les documents consultés. Outre les informations sur la localisation, la datation, le type de l'inondation (par exemple : débordement de cours d'eau, ruissellement, crue de torrent de montagne, remontées de nappes, rupture d'ouvrage, submersion marine, ...) et ses aspects météorologiques et hydrogéomorphologiques, la description d'un événement intègre ses impacts (conséquences négatives) sur les différentes catégories d'enjeux : la santé humaine, l'environnement, le patrimoine culturel et l'activité économique.

Sélection des événements significatifs et remarquables

L'ensemble des événements identifiés a fait l'objet d'une analyse pour en extraire les événements significatifs. Ainsi, les inondations de faible ampleur et qui n'ont pas occasionné de dommages notables ont été écartées et ne sont pas reprises dans l'EPRI 2011.

L'ensemble des événements significatifs identifiés à l'échelle du district figure dans les présentes annexes. Parmi ces événements significatifs, certains événements remarquables ont été sélectionnés pour illustrer les impacts des inondations du passé à l'échelle du district, et des unités de présentation :

- dans la partie concernant le district, il s'agit d'événements connus, remarquables en intensité et dommages, et qui illustrent la typologie des inondations sur le district ;
- pour chaque unité territoriale, il s'agit des 5 à 10 événements connus parmi les plus marquants et caractéristiques de l'unité de présentation. Les critères de sélection sont :
 - Hydrométéorologiques : intensité-période de retour (cotes et/ou débits maximaux), extension spatiale (inondations étendues à plusieurs bassins ou relatives à des phénomènes météorologiques de grande ampleur), typologie particulière, ... ;
 - Socio-économiques : impact (classement sur les pertes humaines ou dommages matériels), crues de références (PPR, AZI), dernière crue majeure survenue encore en mémoire.

2 - Le cas particulier des départements de montagne couverts par les « RTM »

2.a - La base RTM-Événements

Les districts Adour-Garonne et Rhône-Méditerranée ont une spécificité : la présence du service RTM (Restauration des Terrains en Montagne), couvrant les 11 départements des Alpes (74, 73, 38, 05, 04, 06) et des Pyrénées (66, 09, 31, 65, 64).

L'activité de veille et de prise en compte globale des risques spécifiques à la montagne de ce service l'a amené à capitaliser l'information recueillie sur les phénomènes de montagne (avalanches, inondations, crues torrentielles, ravinement, chutes de blocs, glissements de terrain,...). A partir de leurs observations sur le terrain, les services départementaux du RTM ont ainsi collationné les événements jugés « marquants » (phénomènes de grande ampleur, impact sur des enjeux, ...) dans des fiches descriptives. Les caractéristiques de l'événement (cause, nature, durée, emprise...) sont décrites textuellement, y compris les impacts et victimes connus. Dans certains départements, notamment dans les Pyrénées, les données observées ont été complétées par une analyse des archives historiques.

Ces fiches événements, liés à un type de phénomène, ont été regroupées dans une base de données départementale : la BD-RTM Événements. Ces bases départementales ont vocation à intégrer progressivement une base nationale RTM en cours de constitution. Les informations concernant les inondations et les crues torrentielles seront intégrées également dans la future base nationale BDHI.

A côté des événements, chaque base contient des informations sur les ouvrages et dispositifs de protection existant. Les événements sont rattachés à un ou plusieurs « site », qui permet leur localisation. Un site concerne une ou plusieurs communes, ce qui est souvent le cas pour les phénomènes d'inondation ou de crues torrentielles. Mais les impacts d'un événement sont décrits, le cas échéant, pour chaque commune du ou des sites de rattachement de l'événement.

2.b - Mobilisation de la base et de l'expertise des services départementaux pour l'EPRI 2011

La richesse de l'information contenue dans la BD-RTM Événements a été exploitée pour l'analyse des informations sur les inondations du passé pour l'EPRI 2011. Cette base permet en effet d'apporter un éclairage particulier sur les phénomènes d'inondation et de crues torrentielles dans les zones de montagne, phénomènes dont l'emprise géographique peut être limitée mais aux conséquences dommageables potentiellement désastreuses.

Toutefois, les données consignées dans les bases départementales reflètent de façon variable la sensibilité actuelle des communes à des phénomènes naturels, soit parce que des informations importantes peuvent encore manquer sur des événements passés importants, soit parce que la vulnérabilité des communes a pu évoluer par

rapport à celle du temps des événements anciens connus et décrits (évolution des enjeux, évolution de l'aléa lié à la mise en place de protections,...etc.). Les données brutes et informations de base ont donc été interprétées et complétées par un travail d'expertise. Ce travail d'expertise a été limité pour l'EPRI à l'apport de la connaissance globale du département et du territoire, sans autre investigation, étude complémentaires ou recherche approfondie locale. Enfin, la variabilité interdépartementale de la richesse des bases (certains services départementaux RTM ayant mené des recherches historiques approfondies) interdit toute comparaison des informations quantitatives (nombre d'événements d'inondation par exemple) entre les départements.

Prenant en compte ces limites, les informations des bases ont été exploitées pour l'EPRI 2011. Les deux types de phénomènes examinés dans les bases RTM sont les inondations et les crues torrentielles, pour lesquelles les définitions suivantes sont retenues dans les bases RTM :

- inondations : crues affectant des secteurs à faibles pentes avec débordement de cours d'eau (inondation) à l'aval de bassins versants d'une superficie de l'ordre de plus de 100 km² dont les temps de concentration sont, par convention, supérieurs à 12 heures. Les inondations par remontée de nappe sont rattachées à cette classe.
- crues torrentielles : crues rapides, où les transports solides jouent souvent un rôle important (laves, écoulements chargés, ...). Cette catégorie comprend les torrents au sens strict, les petits bassins versants ruraux, les phénomènes de ruissellements urbains, les tronçons amont des rivières torrentielles (pentes supérieures à quelques pour cent). Les affouillements, les engravements, les érosions de berges sont des phénomènes associés à cette catégorie.

Les principaux événements inventoriés dans les bases RTM ont ainsi été intégrés dans l'identification des événements passés significatifs présentés dans ces Annexes, les plus remarquables faisant l'objet d'une synthèse écrite dans le corps du texte.

En complément de l'identification de ces événements passés significatifs, un travail d'analyse a été mené à l'échelle départementale pour identifier les communes les plus sensibles aux inondations et aux crues torrentielles de chaque département, au regard de l'exploitation de la BD-RTM et de la connaissance locale des services RTM.

2.c - Méthodologie retenue pour l'identification des communes les plus concernées par le risque d'inondation et de crue torrentielle en montagne

L'analyse a été menée à l'échelle de la commune, ce qui a conduit à éclater par commune des événements rattachés à des sites généralement pluri-communaux.

Les bases ont dans un premier temps fait l'objet d'un traitement centralisé consistant, pour chacun des départements concernés, à classer de manière automatique et provisoire les communes en fonction du nombre d'événements, et selon différents critères d'approche : la nature de l'événement telle que codifiée dans la base (inondation ou crue torrentielle), la période (événements antérieurs à 1950 ou plus récents), et l'effectivité des impacts de ces événements (victimes, dégâts et perturbations). Les événements ayant entraîné des victimes ont été mis en évidence.

Ces classements ont ensuite été mis à disposition des services départementaux pour une analyse et expertise, qui les a conduits à proposer un autre classement des communes les plus impactées. Selon les départements et la richesse de la base départementale, les communes ont été analysées pour les phénomènes d'inondation et de crues torrentielles séparément, ensemble, ou pour les phénomènes de crues torrentielles uniquement.

Les analyses des services départementaux RTM ont fait ressortir le caractère incomplet et hétérogène des bases et donc de l'importance de l'analyse experte pour proposer un classement définitif pour l'EPRI 2011. Cette analyse experte a permis d'intégrer, en complément des informations de la base, les connaissances des services sur les enjeux actuels, l'évolution des aménagements de protection dans le temps et leurs dépassements potentiels, les caractéristiques spécifiques des phénomènes (rapidité de développement, énergie, durée...).

Le classement obtenu à l'échelle de chaque département présente une certaine subjectivité, mais permet pour le premier cycle de l'EPRI d'identifier les communes qui pourraient être le plus fortement impactées par ces phénomènes.

Les 10 premières communes classées pour le phénomène crue torrentielle (ou crue torrentielle et inondation) de chaque département ont ensuite été localisées et mises en valeur dans l'EPRI à l'échelle du district. Cette représentation, bien qu'intéressante, peut avoir tendance à masquer l'hétérogénéité de l'analyse entre départements. Aucune analyse comparative à l'échelle du district n'a pu être menée entre ces classements départementaux dans le calendrier d'élaboration de l'EPRI 2011.

3 - Enseignements de la bibliographie existante pour la prise en compte des impacts potentiels du changement climatique

Au vu des connaissances actuelles, le changement climatique n'est pas pris en compte dans l'EPRI 2011 pour les inondations par débordement de cours d'eau, ruissellement, remontée de nappes. Il est pris en compte pour les risques d'inondation côtière en retenant l'hypothèse d'une remontée moyenne du niveau de la mer de 1 mètre.

Ces propositions ont été établies à la suite d'une analyse bibliographique sur les impacts potentiels du changement climatique en métropole et dans les DOM, qui a été effectuée par un groupe d'experts de janvier à juin 2010. Cette analyse a été menée sur les précipitations, les débordements de cours d'eau, les remontées de nappes et les inondations côtières. Les informations extraites de cette étude bibliographique sont reportées intégralement dans les présentes annexes, à la suite de la synthèse de ses conclusions.

3.a - Synthèse des conclusions de l'analyse bibliographique pour l'EPRI 2011

Débordement de cours d'eau

Pour l'EPRI 2011, il a été proposé de ne pas tenir compte des impacts du changement climatique sur les inondations par débordement de cours d'eau.

En matière d'observations des effets du changement climatique sur les crues par débordement, au vu des études disponibles, peu de changements significatifs apparaissent à ce stade. Il est particulièrement difficile de séparer l'impact du changement climatique des modifications anthropiques survenues sur les bassins.

Les projections disponibles (2050, 2100) aujourd'hui, à l'échelle de la France et à l'échelle de divers bassins, ne justifient pas de prendre en compte dès à présent les impacts du changement climatique sur les inondations, notamment par manque d'homogénéité des résultats disponibles, manque de clarté et fortes incertitudes des signaux pour ce qui concerne l'évolution attendue des crues.

Perspectives : il conviendra, dans les prochains cycles de la DI et selon l'évolution des connaissances disponibles, de porter une attention particulière aux bassins versants à caractère nival et au Sud Est de la France (crues rapides).

Ruissellement

Pour l'EPRI 2011, il a été proposé de ne pas tenir compte des impacts du changement climatique sur les inondations par ruissellement.

En matière d'observations, il n'apparaît pas aujourd'hui de changement significatif.

Le manque de robustesse des projections disponibles concernant les événements fortement précipitants conduit à proposer, pour ce cycle, d'attendre le renforcement et/ou le développement de la connaissance sur ce sujet (impacts du changement climatique sur le ruissellement) avant de le prendre en compte dans la mise en œuvre de la Directive inondation.

Perspectives

Cependant, même si de nombreuses incertitudes persistent concernant la robustesse des résultats et leur significativité statistique, tous les résultats semblent indiquer dans le contexte du changement climatique une légère augmentation de la fréquence des événements fortement précipitants sur le sud-est de la France, avec des phénomènes plus intenses. En conséquence, en vue du prochain cycle, une attention particulière sera portée aux zones urbaines et aux petits bassins versants, et aux régions où les précipitations moyennes augmenteront, ainsi qu'aux régions du Sud-Est de la France.

Remontée de nappes

Pour l'EPRI 2011, il a été proposé de ne pas tenir compte des impacts du changement climatique sur les inondations par remontée de nappes. Les résultats disponibles (projections) ne sont pas assez généralisés, homogènes ou robustes pour être pris en compte dans ce cycle.

A ce jour, on anticipe une baisse du niveau piézométrique sur la majeure partie de la France et donc du risque de remontées de nappes. Cependant, le risque pourrait augmenter sur certaines zones (Rhin, Rhône), et d'autres zones sont mal connues (massif central, Picardie, Meuse).

Perspectives : dans les prochains cycles, il conviendra de prêter une attention particulière aux bassins versants du Rhône et du Rhin sur lesquels on s'attend à une augmentation du risque.

Submersion marine

Dans le cadre des travaux du groupe de travail interministériel « risques naturels, assurance et changement climatique » (RNACC 2008-2009, rapport interministériel), les hypothèses suivantes d'évolution des forçages côtiers en conséquence du changement climatique avaient été retenues :

- le niveau de la mer s'élève de 1 mètre,
- le régime des tempêtes, les climats de vagues, le régime des précipitations sont inchangés en 2100 ;
- le régime des surcotes (élévation temporaire du niveau de la mer lors des tempêtes) est principalement affecté par l'élévation du niveau marin en 2100, les effets du changement climatique sur les régimes de temps sont négligés.

La note ONERC propose les hypothèses suivantes en matière de remontée du niveau de la mer, selon les échéances :

| Hypothèse | 2030 | 2050 | 2100 |
|----------------|------|------|------|
| 1 - Optimiste | 10 | 17 | 40 |
| 2 - Pessimiste | 14 | 25 | 60 |
| 3 - Extrême | 22 | 41 | 100 |

Il a donc été proposé de retenir une augmentation du niveau moyen de la mer de 1 mètre sur l'ensemble des côtes, Outre-Mer et Méditerranée inclus pour l'EPRI 2011. Les modifications éventuelles des vents, tempêtes et précipitations ne sont pas prises en compte dans l'EPRI.

Perspectives : Des hypothèses spécifiques pourront être identifiées pour la mer Méditerranée. Les choix devront être précisés au vu de l'amélioration des connaissances (projections concernant la remontée du niveau de la mer).

3.b - Analyse bibliographique

1 Evolution des précipitations

Observations

Le travail d'homogénéisation des séries de précipitations sur le 20^{ème} siècle est en cours de réactualisation. Des résultats sur un peu plus d'une vingtaine de départements (Moisselin et. al., 2002) montrent une faible augmentation des précipitations et un changement de leur répartition saisonnière : moins de précipitations en été et davantage en hiver. Des contrastes nord-sud apparaissent également : on trouve quelques cumuls de précipitations en baisse sur le sud du territoire métropolitain, même si ces baisses ne sont pas statistiquement significatives.

Pour les extrêmes, les évolutions ne sont pas très significatives et leur cohérence spatiale est faible (Dubuisson

et Moisselin, 2006). Ainsi, le nombre de jours avec des cumuls de précipitations supérieurs à 10 mm est en augmentation, entre 1951 et 2000 sur les deux tiers nord du pays. Mais le signal d'une dérive s'estompe lorsque le seuil est fixé à 20 mm. En revanche, un signal fort d'accroissement de la durée moyenne des périodes sèches et de réduction des cumuls de précipitation est identifié en été.

Ces résultats devront être revus lorsque les séries homogénéisées de précipitations seront disponibles sur toute la France.

Projections

Selon Boé (2007), qui a étudié les scénarios climatiques du 4^{ème} rapport du GIEC, à la fin du XXI^{ème} siècle, les précipitations diminueraient sur les régions du sud de l'Europe (diminution inférieure à -25% en été) et augmenteraient au nord de l'Europe (augmentation supérieure à +25% en hiver). La limite entre augmentation et diminution varie largement selon la saison : elle serait située plus au sud en hiver qu'en été. La France se situerait d'ailleurs pour la plupart des saisons dans la zone de transition (incertitude sur le signe des changements prévus ou changements faibles). On constate cependant un bon accord des modèles de climat sur un futur assèchement estival, mais une disparité importante sur son amplitude (de valeur moyenne 30%).

Pour examiner les évolutions à une échelle spatiale plus fine et cohérente avec les outils/processus hydrologiques, l'emploi d'une méthode de désagrégation est nécessaire, afin de passer de l'échelle du modèle de circulation générale (50 à 300 km) à celle du modèle hydrologique (10 km). Cette opération est encore du domaine de la recherche, et les projets récents ont bénéficié, pour certains, de méthodes de désagrégation évoluées, basées sur l'évolution des régimes de temps ou sur des corrections de quantiles (Déqué et al., 2007).

L'impact des changements climatiques sur les *précipitations extrêmes* est plus délicat à évaluer à partir de simulations de modèles climatiques. Si l'on se base sur le dernier rapport du GIEC et sur l'expérience acquise par des projets français antérieurs, comme le projet GICC (APR 2002) nommé IMFREX¹, il est attendu une augmentation de la variabilité des précipitations. Ainsi, les extrêmes devraient augmenter dans les zones où les précipitations moyennes augmentent, et pas simplement du fait de l'augmentation de la moyenne². Dans les zones où celles-ci devraient diminuer, il est clair que les périodes sans précipitation vont augmenter, mais cela n'exclut pas une stabilité, voire une augmentation des jours avec fortes précipitations.

Cyclogénèse et précipitations intenses en région méditerranéenne (CYPRIM)

L'un des thèmes abordés dans le cadre du projet CYPRIM visait à caractériser, dans le contexte du changement climatique, l'évolution des phénomènes de pluie intense en région méditerranéenne. À cette fin, une simulation climatique de 1960 à 2099 a été réalisée à l'aide d'un modèle régional couplé océan atmosphère³ sous le scénario d'émissions SRES A2 du GIEC. Différentes méthodes de descente d'échelle, statistiques ou statistico-dynamiques (jusqu'à une échelle très fine de 2 km) et de détection d'environnements synoptiques favorables aux précipitations intenses ont ensuite été proposées pour estimer l'impact du changement climatique sur les précipitations et l'hydrologie du sud-est de la France, tant du point de vue saisonnier que lors des épisodes de pluies intenses.

L'exploitation directe des simulations climatiques montre une légère augmentation de la fréquence des extrêmes de pluie avec des cumuls plus importants, augmentation cohérente avec les résultats obtenus en passant par une méthode de désagrégation.

En effet, quelle que soit la méthode de désagrégation utilisée, les précipitations extrêmes (celles dépassées uniquement 1% ou 5% du temps) pourraient augmenter de plus de 20% dès l'horizon 2050 (Quintana-Segui et al., 2010, en préparation). Ces augmentations seraient moins étendues avec la méthode simple des anomalies qu'avec les deux méthodes plus physiques.

¹ « Impacts des changements anthropiques sur la fréquence des phénomènes extrêmes de vent, de température et de précipitations » (Déqué, 2007)

² Dans la moitié nord de la France, le nombre de jours d'hiver avec des précipitations supérieures à 10 mm augmente en moyenne de 24% ; si on modifie simplement la distribution actuelle des précipitations en ajoutant l'augmentation moyenne des précipitations à chaque point de grille, le nombre de jours d'hiver avec plus de 10 mm augmente seulement de 12%. Cela montre que l'augmentation des jours de fortes précipitations est un changement dans les extrêmes (c'est à dire de la variabilité et de la queue de la distribution), et pas simplement un changement de la moyenne (Planton et al, 2008).

³ Modèle « Sea Atmosphere Mediterranean Model » (SAMM), Somot et al., 2008

En conclusion, même si de nombreuses incertitudes persistent concernant la robustesse des résultats et leur significativité statistique, toutes les méthodes utilisées dans Cyprim semblent indiquer dans le contexte du changement climatique une légère augmentation de la fréquence des événements fortement précipitants sur le sud-est de la France, avec des phénomènes plus intenses (maxima de précipitations), avec en même temps une baisse significative des précipitations moyennes sur la région pour la période automnale (Ricard et al, 2009).

Sur le bassin de la Seine, à Paris

L'examen des pluies projetées, en milieu et fin de 21^{ème} siècle, sur le bassin de la Seine à Paris, ne montre pas d'aggravation significative des extrêmes (Ducharme et alli., 2009 ; 2010). Les analyses statistiques font apparaître :

- une reconstitution acceptable du régime actuel des pluies (comparaison des sorties des différents modèles climatiques désagrégés à celles obtenues avec la réanalyse SAFRAN décrivant les observations), ce qui autorise une certaine confiance dans les projections proposées par les modèles ;
- l'absence de changement notable sur le régime des pluies : la loi exponentielle ajustée sur les échantillons sup-seuil élaborés sur les observations est toujours valide pour décrire les extrêmes, et les ordres de grandeur ne sont pas modifiés ;
- une incertitude croissante avec l'horizon sur les pluies journalières extrêmes et ce quelle que soit la période de retour ;
- des scénarios projettent des augmentations des quantiles de pluie journalière de 20% mais d'autres proposent des réductions du même ordre de grandeur en fin de siècle.

Sur le bassin de la Loire

Des analyses plus poussées sont en cours dans le cadre du projet Hydroqual sur un secteur plus contrasté (le bassin de la Loire).

Outre-Mer

D'ici la fin du siècle, le GIEC projette une diminution du volume des précipitations dans la plupart des régions émergées subtropicales. Aux Caraïbes, une diminution moyenne annuelle des précipitations de 12 % [- 19 à - 3] est projetée. En revanche, une légère augmentation des précipitations est annoncée dans l'océan Indien et dans le Pacifique Sud, avec une moyenne annuelle respective de + 4 % [+ 3 à + 5] et + 3 % [+ 3 à + 6].

En se fondant sur un ensemble de modèles avancés, le GIEC projette une intensification des cyclones dans l'ensemble des régions tropicales, avec des vents maximum plus forts. En revanche, il n'est encore pas possible de cerner l'évolution de la fréquence des cyclones.

2 Débordements de cours d'eau

Observations

De nombreuses études ont recherché des éventuelles tendances dans les mesures de débits au 20^{ème} siècle. Ces études se sont en particulier heurtées à la difficulté de séparer les impacts des évolutions des forçages climatiques (températures, précipitations) des modifications anthropiques sur les bassins versants. Ainsi, Sauquet et Haond (2003) ont examiné la stationnarité de plusieurs variables descriptives des hautes, moyennes et basses eaux, au moyen de trois tests appliqués à un jeu de données du fleuve Rhône et à deux bassins témoins réputés naturels. Des ruptures apparaissent de manière isolée. Pour les plus anciennes, elles sont imputables aux actions humaines. Les autres, plus tardives et plus nombreuses, se concentrent autour de 1940 et de 1970. La période 1940-1970 serait une phase de relative accalmie en termes de crues.

Les travaux d'analyse des débits observés en France sur une période de 40 ans (période de référence 1960-2002) par le Cemagref (Renard, 2006) montrent que peu de changements apparaissent sur l'ensemble des stations étudiées⁴, à trois exceptions près :

1. en région alpine, les étiages d'hiver sont moins sévères du fait d'une fusion nivale plus précoce. Les écoulements d'origine glaciaire sont en hausse dans les Alpes du Nord. Ces évolutions sont principalement liées à l'augmentation des températures sur le secteur ;

4 Il est important de souligner que l'ensemble des stations influencées ont été écartées de l'étude.

2. pour les cours d'eau pyrénéens à dominante pluviale, les débits d'étiage, les volumes annuels écoulés (dans une moindre mesure) et les pics de crue ont tendance à diminuer ;
3. dans le Nord-Est de la France apparaît une tendance à une légère aggravation des crues.

Le rapport de 2008 de l'Agence européenne de l'environnement (EEA) et du *Joint Research Center (JRC)* de la Commission européenne, intitulé « Impacts of Europe's changing climate - 2008 indicator-based assessment », indique de potentielles tendances observées au XX^{ème} siècle sur les débits annuels et leur répartition saisonnière, sur le nord et le sud de l'Europe, liées à des changements observés pour les précipitations et les températures. Ce rapport reprend pour partie les résultats de Renard (2006) pour la France.

Projections pour le XXI^{ème} siècle

Impacts sur le débit des rivières

Les évolutions du régime hydrologique dépendent de la nature des précipitations (pluie ou neige), et de l'évapotranspiration et de l'aménagement du territoire (occupation du sol, infrastructures hydrauliques). La plupart des études existantes ont été réalisées à l'échelle de bassins versants, par application de scénarios climatiques, élaborés à partir de simulations de modèles de circulation générale désagrégés, alimentant un ou plusieurs modèles hydrologiques.

| |
|--|
| Rhône (programme GICC, 2005, coordinateur E. Leblois, CEMAGREF) : http://www.gip-ecofor.org/gicc (rubrique : APR 1999&2000) |
| Garonne (CNRM – Agence de l'eau Adour-Garonne, 2003, Y. Caballero, J. Noilhan, CNRM) : http://www.eau-adour-garonne.fr/page.asp?page=1756 |
| Seine (programme GICC1, 2005, coordinatrice Agnès Ducharne, UMR SISYPHE) : http://www.gip-ecofor.org/gicc (rubrique : APR 2001) |
| France (thèse de Julien Boé, CERFACS, directeur de thèse L. Terray) http://www.cerfacs.fr/globc/publication/thesis/2007/these_boe.pdf |
| Méditerranée et précipitations extrêmes (Projet CYPRIM, coordinatrice V. Ducrocq) : http://www.cnrmeteo.fr/cyprim/ ; Thèse de Pere Quintana Seguí, Directeurs de thèse E. Martin, CNRM-GAME, F. Habets UMR SYSIPHE-ENSMP, 2008) : http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00367576/fr/ |
| Régionalisation et extrêmes hydrologiques sur la Seine et la Somme (RExHySS, programme GICC2, coordinatrice A. Ducharne, UMR SISYPHE) www.sisyphe.upmc.fr/~agnes/rexhyss/ |
| Vulnérabilité des hydrosystèmes soumis au changement global en zone Méditerranéenne, projet ANR en cours, coordinateur Y. Caballero, BRGM http://agire.brgm.fr/VULCAIN.htm |
| Garonne (Imagine2030, programme RDT 2006, coordinateur E. Sauquet, Cemagref) : http://www.cemagref.fr/ |
| Projet ANR VULNAR Vulnérabilité de la Nappe Alluviale du Rhin http://www.geosciences.mines-paristech.fr/equipes/systemes-hydrologiques-et-reservoirs/vulnar |
| Projet européen « Adaptation of the Meuse to the Impacts of Climate Evolutions » (AMICE), piloté par l'EPAMA (site : www.epama.fr) |

Tableau 1: Sites internet de quelques études d'impacts climatiques en hydrologie

On décrit ci-après les principales conclusions des projets listés dans le tableau 1.

Une étude globale à l'échelle de la **France** (Boé, 2007) basée sur plusieurs scénarios climatiques du GIEC, une seule méthode de désagrégation par régime de temps et le modèle hydrométéorologique Safran-Isba-Modcou (SIM) a permis d'aboutir aux conclusions suivantes :

- *Changements dans les débits moyens* : diminution de la moyenne annuelle des débits avec plus précisément une faible diminution des débits en hiver excepté sur le sud-est, et une diminution importante en été et en automne, plus marquée sur le sud du pays. Les changements sont significatifs dès le milieu du 21^{ème} siècle ;
- *Changements dans les débits extrêmes⁵ (de crues)* : ces changements sont moins clairs. Les débits intenses diminuent bien plus faiblement que la moyenne et peuvent même augmenter pour certaines (voire l'ensemble des) projections. Les changements dans la distribution journalière des débits ne se traduiront pas forcément par un simple décalage de la distribution vers des débits plus faibles mais peut-être par une variabilité accrue.

⁵en utilisant comme indicateur la valeur du 99^{ème} quantile (Boé, 2007)

Une étude sur la zone méditerranéenne française (Quintana-Seguí, 2008) basée sur un seul scénario et plusieurs méthodes de désagrégation (avec le modèle Safran-Isba-Modcou) a confirmé le fait que, même dans un climat plus sec, les précipitations et les débits extrêmes pouvaient augmenter en automne sur la zone méditerranéenne, sans qu'il soit possible de localiser précisément les zones concernées. Ainsi, quelle que soit la méthode de désagrégation utilisée, le débit atteint par les crues décennales pourrait doubler dès l'horizon 2050. Cependant, il n'y a pas d'accord sur la localisation des bassins où les crues décennales augmentent fortement, même s'ils sont principalement situés dans les Cévennes (Quintana-Segui et al., 2010, en préparation).

Le projet (appel à projets GICC de 2005) de modélisation des impacts du changement climatique sur les ressources en eau et les extrêmes hydrologiques dans les bassins de la Seine et de la Somme (RexHySS) était ciblé sur les bassins versants de la Seine et de la Somme, au nord de la France, soumis à un climat océanique et dont les débits sont significativement influencés par les nappes souterraines. Un objectif majeur de ce projet était d'appréhender les incertitudes associées aux impacts hydrologiques du changement climatique et de caractériser les modifications dues au changement climatique de la distribution des extrêmes hydrologiques, en termes de crues, d'étiages et de sécheresse. Il se basait aussi sur les scénarios du dernier rapport du GIEC.

Les résultats relatifs à l'hydrologie et obtenus dans le cadre du projet montrent un assèchement prononcé des deux bassins au cours du 21^{ème} siècle, qui s'exprime sur les débits *et* les niveaux piézométriques, notamment en période d'étiage (diminution d'environ 30%). Ces résultats suggèrent sur les grands affluents une réduction des crues débordantes et des débits moyens hivernaux comparables aux débits actuels. Ceci constitue un changement important par rapport aux précédents résultats obtenus sur le bassin de la Seine à partir de simulations du changement climatique réalisées dans le cadre du 3^{ème} rapport du GIEC (Ducharne et al, 2007). L'analyse des différences entre les résultats du GICC-Seine et de REXHYSS ont montré que ces différences sont dues aux nouveaux scénarios climatiques pour lesquels la limite d'augmentation des précipitations se situe plus au Nord. L'impact des méthodes de désagrégation est négligeable (Habets et al., 2010).

L'impact sur les rivières à caractère nival a été discuté dans les projets GICC « Rhône », CYPRIM et Imagine 2030 :

1. Le pic de débit dû à la fonte de la neige est avancé d'un mois environ, le volume total étant constant ou en légère baisse. Il n'y a pas de raison de penser que le risque de crue nivale augmentera dans l'avenir (mais la période préférentielle des crues sera avancée). Par contre, pour des rivières de moyenne montagne, le caractère nival peut disparaître complètement dans le futur. Quintana Seguí et al. 2010 (en préparation) prévoient une faible variation des crues décennales sur les rivières Alpines, de l'ordre de + ou - 20% selon le lieu et la méthode de désagrégation.
2. En automne, la transformation de neige en pluie, conjuguée à la réduction du volume d'eau stockée sous forme de neige, peut entraîner une augmentation des risques de crue à cette époque (crues liées à des précipitations intenses méditerranéennes par exemple).
3. Pour des petits bassins versants englacés, il est possible d'avoir une forte augmentation des débits moyens et de crue en été liées à la fonte accélérée des glaciers. Ces effets sont temporaires (liés à l'existence du glacier), et peuvent varier en fonction de la configuration locale.
4. A contrario, on peut s'attendre à une baisse des débits d'étiage estivaux (en raison de la fonte avancée de la neige) et une hausse des débits d'étiage hivernaux (diminution de la couverture neige, hausse de la part des précipitations pluvieuses). Ainsi, le QMNA5⁶ montre une tendance à la hausse de l'ordre de 20 à 40% pour la plupart des rivières alpines selon Quintana Seguí et al., 2010 (en préparation).

L'évolution du manteau neigeux dépendra largement de l'évolution des températures, même si l'évolution des précipitations aura aussi un impact.

D'autres études, menées à l'échelle européenne, se sont intéressées au devenir des grands bassins versants français. Il convient d'examiner avec prudence les résultats obtenus, compte tenu des données et outils employés qui ne répondent pas aux exigences et bonnes pratiques actuelles visant à intégrer les incertitudes. Ces études, parfois contradictoires, sont mentionnées ici à titre indicatif, et sont à ignorer ou à nuancer.

Ainsi, le scénario publié dans le dernier rapport EEA&JRC sur l'Europe indique pour sa part une augmentation

6 Débit d'étiage mensuel quinquennal

assez nette des débits moyens en hiver et au printemps sur une grande partie de la France. Cette étude repose sur les résultats de (Dankers et Feyen, 2009) et est en contradiction sur le risque d'inondation dans le bassin de la Seine. Ces travaux reposent sur un unique scénario climatique régional, sans étape de débiaisage, ce qui limite considérablement la portée des résultats en regard des incertitudes révélées par les autres études.

3 Inondations par remontées de nappes

Le changement climatique devrait affecter l'occurrence du risque inondation par remontée de nappe selon qu'il implique une tendance à la hausse ou à la baisse du niveau piézométrique. A ce jour, on anticipe une baisse de la recharge des nappes, et donc du niveau piézométrique sur la majeure partie de la France. Cependant, le risque pourrait augmenter sur certaines zones, et d'autres zones sont mal connues.

Ainsi, les zones sur lesquelles les risques sont mal identifiés sont :

- **le Massif central**, pour lequel les simulations traitées par Julien Boé (4^{ème} rapport du GIEC) donnent de fortes incertitudes sur le signe du changement de précipitation ;
- **les bassins picards** (à l'exception de la Somme) pour lesquels on ne dispose pas d'études récentes ;
- Il y a des incertitudes également sur la **Meuse**. Boé et al. (2009) obtiennent une diminution des débits de la Meuse, et donc a priori, du risque de débordement de nappe. D'autres études sur la Meuse ont montré que les extrêmes de crues pourraient augmenter fortement en fonction du scénario climatique (Leander et al, 2007). Mais, ces résultats sont produit uniquement à l'exutoire de la Meuse, et l'impact attendu sur la partie française n'est pas précisé. Le projet AMICE, actuellement en cours, devrait permettre d'affiner les connaissances disponibles sur ce bassin (<http://www.amice-project.eu/fr/index.php>).

Les zones sur lesquelles on s'attend à une augmentation du risque d'inondation par remontée de nappes sont :

- le bassin du **Rhône** (au vu des résultats du GICC Rhone, de Boé et al. 2009 et de Cyprim), et en particulier la Camargue mais aussi toutes les zones alluviales (Saone, Rhone, Isère, ...) ;
- le bassin du **Rhin** : même si les précipitations dans les Vosges ne montrent pas de changement significatif, le débit du Rhin devrait augmenter dans sa partie Alpine (Bormann, 2009, Lenderink et al., 2007). Or l'aquifère alluvial du Rhin est caractérisé par une forte recharge de la nappe par les rivières (LUBW, 2006, Thierion et al., 2010). Ainsi, l'augmentation des débits du Rhin en amont de la nappe alluviale pourrait suffire à augmenter le niveau de celle-ci et donc, les risques d'inondation par remontée de nappe.

Ces perspectives ne peuvent pas être directement appliquées au risque d'inondation par débordement de cours d'eau. En effet, les nappes sont moins marquées par l'évolution des pluies extrêmes que les crues. Les nappes sont plus sensibles aux modifications de l'alimentation par les cumuls de précipitations à long terme. Donc, se limiter à ces zones-là pour les eaux de surface pourrait conduire à sous estimer le risque.

4 Inondations côtières

Les forçages climatiques ayant un impact sur les systèmes côtiers et susceptibles d'évoluer avec le changement climatique sont le niveau moyen de la mer, le régime des vents et des tempêtes et les précipitations.

De manière synthétique :

- Le niveau moyen de la mer : son élévation est susceptible d'aggraver des aléas tels que l'érosion, les intrusions salines dans les aquifères (biseau salé), les submersions temporaires, mais aussi de créer un nouvel aléa de submersion permanente de zones basses.
- Le régime des tempêtes : sa modification peut provoquer des modifications de la morphologie du littoral et du régime des surcotes (élévations temporaires du plan d'eau lors d'évènements de tempêtes).
- Le régime des vents : sa modification peut modifier le climat des vagues (forçage morphogène important des systèmes côtiers).
- Le régime des précipitations : sa modification est susceptible de causer des modifications des aléas érosion et submersion marine, par augmentation de l'apport de sédiments à la côte, ou par phénomène d'accrétion, mais aussi par fragilisation des falaises littorales de roches meubles.

Observations

D'après le 4^{ème} rapport du GIEC, le niveau moyen de la mer dans le monde s'est élevé de 0,18m environ entre 1870 et 2000, avec des disparités importantes selon les régions du monde.

Des mesures satellitaires montrent que le niveau global de la mer monte de 3,4 mm/an depuis le début des enregistrements (1993). Ceci est plus rapide que prévu (Cazenave et al, 2008).

Projections

Le 4^{ème} rapport du GIEC annonce pour la décennie 2090-2099 une élévation du niveau moyen de la mer dans le monde située entre 0,18 et 0,59 m au-dessus du niveau moyen observé sur la période 1980-1999. Le GIEC fait remarquer que les valeurs supérieures ne doivent pas être considérées comme des limites maximales pour le niveau moyen des océans. En effet, ces estimations ne tiennent pas compte des incertitudes liées à la dynamique de la fonte des calottes polaires continentales. De nouvelles publications plus récentes, et étayées par des observations préoccupantes de l'accélération de la fonte des glaces continentales au Groenland et en Antarctique, indiquent que le niveau moyen des océans pourrait augmenter de 80 à 150 cm, estimation qui se situe donc au-delà du consensus de 2007.

Le 4^{ème} rapport du GIEC indique que l'on pourrait assister à un déplacement vers le nord des trajectoires des dépressions mais sans donner d'indication sur l'augmentation des intensités des vents associés (résultats ni convergents ni significatifs). Les travaux menés en France métropolitaine, dans le cadre du projet IMFREX (Déqué, 2003), sont assez concordants avec les résultats précédents, et montrent une augmentation faible du risque de tempête sur la partie Nord de la France et aucune modification décelable sur la partie Sud

Variabilité régionale

L'augmentation du niveau de la mer n'est et ne sera pas homogène.

Concernant la mer Méditerranée, différents facteurs vont jouer (dans un sens ou dans l'autre) sur l'évolution du niveau de la mer dans les années à venir (augmentation de la température, de la salinité, changements de pression atmosphérique et du bilan hydrique, changements de la circulation océanique locale, changement global transmis par le détroit de Gibraltar). À ce stade des connaissances, aucune estimation robuste ne peut être donnée. Les résultats disponibles actuellement pencheraient plutôt vers une élévation plutôt moindre en Méditerranée qu'en Atlantique.

La note ONERC recommande de ne pas tenir compte de la variabilité régionale de la remontée du niveau moyen de la mer, et de retenir pour l'ensemble des côtes françaises, Méditerranée et OM compris, les mêmes valeurs que pour l'élévation moyenne du niveau de la mer.

3.c - Incertitudes

Les incertitudes pour ce qui concerne les études d'impact du changement climatique apparaissent à tous les niveaux :

- au niveau de l'évolution de la composition de l'atmosphère, cette dernière étant principalement conditionnée par le développement démographique, politico-sociétal, économique et par l'application de technologies « propres ». Le champ des possibles étant vaste et pour faciliter les comparaisons, quatre familles de scénarios d'émission des gaz dans l'atmosphère dits « scénarios SRES », ont été créées en lien avec les différents modèles sociaux-économiques de développement. A ce jour, il n'est pas possible de privilégier objectivement une famille parmi les quatre et donc de connaître précisément l'évolution des émissions des gaz à effet de serre et de la composition de l'atmosphère. Il faut noter que les scénarios SRES utilisés par le GIEC lors des 2 précédents exercices (TAR et AR4) ne seront plus utilisés. Dans l'AR5, de nouveaux scénarios plus interactifs nommés RCP (Representative Concentration Pathways) seront utilisés (Moss et al., 2010).
- au niveau des outils de modélisation (qu'ils soient climatiques ou hydrologiques) : ils connaissent des incertitudes dans la structure représentant les processus (un modèle n'est qu'une approximation de la réalité), dans les valeurs numériques affectées aux paramètres internes, dans la procédure de calage...
- au niveau des connaissances en temps présent : certaines valeurs descriptives des extrêmes connaissent

des incertitudes fortes (en particulier les quantiles de crue de période de retour élevée). Il s'agit de relativiser les évolutions au regard des intervalles de confiance.

La quasi totalité des études d'impact s'appuient sur les données mises à disposition par le GIEC, les projections téléchargeables sont des résultats de modèles qui répondent à un certain nombre de critères : dans le cadre de la préparation du 4^e rapport du GIEC, le groupe de travail sur les modèles couplés (WGCM) du programme mondial de recherche sur le climat (WCRP) a lancé en 2004 une action d'envergure pour encourager les équipes de modélisation à réaliser des simulations d'évolution du climat selon un protocole précis. Les résultats de ces simulations doivent être écrits selon un format standard et mis à disposition de l'ensemble de la communauté scientifique afin d'encourager les analyses croisées entre plusieurs modèles. Il convient malgré tout d'en vérifier le réalisme en temps présent avant de les exploiter (cf. plus loin le commentaire sur le modèle chinois FGOALS).

Il faut enfin signaler une source d'incertitude rarement prise en compte et liée à la nature chaotique du climat. Elle est en partie appréhendée en effectuant plusieurs « runs » du même modèle climatique (en modifiant quelque peu les conditions actuelles/initiales, on examine en quelle proportion les visions du futur d'un même modèle divergent).

Il n'est pas possible de chiffrer a priori les incertitudes et leur propagation dans la chaîne de modélisation indépendamment des modèles et du secteur examiné. Une manière pratique d'intégrer les sources d'incertitudes consiste à multiplier les modèles à tous les niveaux de modélisations. Si l'objectif est de connaître le futur régime hydrologique, la situation idéale consiste à prendre plusieurs scénarios SRES déclinés par plusieurs GCMs désagrégés par plusieurs méthodes de descente d'échelle, alimentant plusieurs modèles hydrologiques. La dispersion des résultats donne une mesure des incertitudes.

La connaissance des incertitudes de reconstitution en temps présent ne permet de quantifier qu'une part des incertitudes sous changement climatique. Tous les modèles fonctionneront vraisemblablement dans des conditions climatiques inédites, non explorées dans le passé.

Dans le cadre du projet Imagine2030 (Sauquet et al. 2010), il a été convenu de multiplier le nombre des modèles climatiques, suivant les conseils de Boé et al. (2009), plutôt que de décliner la même sortie d'un modèle climatique selon différentes procédures de descente d'échelle. Deux modèles hydrologiques ont été appliqués. Enfin, une analyse de sensibilité au mode de calage d'un modèle hydrologique a été réalisée pour quantifier une part des incertitudes sur l'hydrologie.

Quintana Segui et al. (2010) ont quantifié sur le bassin Méditerranéen les incertitudes associées aux méthodes de désagrégation : les impacts sur les débits sont importants en termes d'intensité et de variabilités spatiales .

Le projet RExHyss (Ducharne et al., 2009) a été un des rares projets français à prendre en compte tous les niveaux d'incertitude. Sur la base des réponses de six modèles hydrologiques différents, selon douze scénarios climatiques désagrégés, il a montré qu'il était possible de réduire les dispersions qui peuvent être apportées par l'expertise d'un grand nombre de modèles. Ainsi, l'analyse des résultats a soit conduit à une convergence dans l'estimation des impacts, soit justifié l'exclusion de modèle pour des raisons physiques.

L'analyse des incertitudes sur les écoulements moyens (Habets et al., 2009, Ducharne et al., 2009) a permis de quantifier les principales sources sur les termes descriptifs de la ressource : les modèles climatiques sont sans surprise la première source d'incertitudes, puis les méthodes de désagrégation et les modèles hydrologiques, et enfin les scénarios d'émission (car ils restent relativement proches jusqu'en 2050). Il convient de préciser que cette hiérarchie est à nuancer sur les extrêmes pour lesquels les contributions de chaque modèle n'ont pu être quantifiées. Sur la base de la dispersion des sorties, il apparaît que la réponse en hautes eaux est très incertaine, au point que même le signe de la tendance n'est pas acquis, à la différence des débits de basses eaux qui vont plus certainement diminuer.

3.d - Bibliographie examinée pour cette analyse

Publications du GIEC (IPCC)

Climate change 2007 : the Physical Science Basis. Contribution of the WG I to the IPCC Fourth Assessment Report of the IPCC

Climate change 2007 : Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of the WG II to the Fourth Assessment Report of the IPCC

Climate change and water – IPCC Technical paper VI (juin 2008)

The Copenhagen Diagnosis, 2009 : Updating the World on the Latest Climate Science. [list of authors]. The University of New South Wales Climate change Research Centre (CCRC), Sydney, Australia, 60pp.

Publications du Joint Research Center (JRC)

EEA & JRC Report, Impacts of Europe's changing climate – 2008 indicator-based assesment

JRC & Insitute of Environment and Sustainability, Projection of economic impacts of climate change in sectors of Europe based on bottom-up analysis (PESETA), Luc Feyen et al (2006), Flood risk in Europe in a changing climate.

JRC Scientific and Technical Reports Climate change impacts in Europe, Final report of the PESETA research project, Juan-Carlos Ciscar (editor), 2009.

Autres publications

Boé J. Changement global et cycle hydrologique : une étude de régionalisation sur la France. Thèse soutenue le 27 novembre 2007.

Boé, J., Terray, L., Martin E., Habets, F. (2009). Projected changes in components of the hydrological cycle in French river basins during the 21st century. *Water Resources Research*, 45, doi:10.1029/2008WR007437.

Bormann H., Analysis of possible impacts of climate change on the hydrological regimes of different regions in Germany, *Adv. Geosci.*, 21, 3–11, 2009

Dankers, R., L. Feyen, 2009. Flood hazard in Europe in an ensemble of regional climate scenarios, *J. Geophys. Res.*, 114, D16108, doi:10.1029/2008JD011523.

Déqué, M., 2007: Frequency of precipitation and temperature extremes over France in an anthropogenic scenario: model results and statistical correction according to observed values. *Global and Planetary Change*, 57, 16-26.

Dubuisson, B. and Moisselin, J.M., 2006. Evolution des extrêmes climatiques en France à partir des séries observées. *La Houille Blanche*, 6, 42-47

Ducharne A., Baubion C., Beaudoin N., Benoit M., Billen G., Brisson N., Garnier J., Kieken H., Lebonvallet S., Ledoux E., Mary B., Mignolet C., Poux X., Sauboua E., Schott C., Théry S. and Viennot P. (2007). Long term prospective of the Seine river system: Confronting climatic and direct anthropogenic changes. *Science of the Total Environment*, 375, 292-311, doi:10.1016/j.scitotenv.2006.12.011

Ducharne, A., Habets, F., Déqué, M., Evaux, L., Hachour, A., Lepaillier, A., Lepelletier, T., Martin, E., Oudin, L., Pagé, C., Ribstein, P., Sauquet, E., Thiéry, D., Terray, L., Viennot, P., Boé, J., Bourqui, M., Crespi, O., Gascoïn, S., Rieu, J. (2009). Projet REXHySS : Impact du changement climatique sur les Ressources en eau et les Extrêmes Hydrologiques dans les bassins de la Seine et la Somme. Rapport de fin de contrat, programme GICC, septembre 2009, 62 pages.

Ducharne et al., 2010. Evolution potentielle du regime des crues de la seine sous changement climatique. Actes du colloque SHF«Risques inondation en Ile de France», Paris, 24-25 mars 2010, 8 pages.

Etchevers P., Golaz C., Habets F. and Noilhan J., 2002, Impact of a climate change on the Rhone river catchment hydrology, *Journal of Geophysical Research*, Res., 107 (D16), 10.1029/2001JD000490.

Habets F., J. Boé, M. Déqué, A. Ducharne, S. Gascoïn, L. Oudin, E. Ledoux, E. Martin, C. Pagé, L. Terray, D. Thiéry, P. Viennot, 2009, rapport REXhyss, annexe volet 2, Impacts du changement climatiques sur la ressource en eau, 29p, <http://www.sisyphe.jussieu.fr/~agnes/rexhyss/DOCS/annexes/aV2b.ressource.pdf>

Habets F., M. Déqué, C. Pagé, P. Viennot, 2010 Comparaison des simulations REXHYSS et GICC-SEINE, rapport complémentaire du projet REXHYSS, 9p.

- IPCC, Climate Change 2007: Synthesis Report, Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007, available at http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_fourth_assessment_report_synthesis_report.htm
- Lang, M. et al (2006), A national study on trends and variations of French floods and droughts, Climate variability and change- Hydrological impacts (Proceedings of the Fifth FRIEND World conference), IAHS Publ. 308.
- Leander R, T. Adri Buishand , Bart J.J.M. van den Hurk , Marcel J.M. de Wit, Estimated changes in flood quantiles of the river Meuse from resampling of regional climate model Output, *Journal of Hydrology* (2008) 351, 331– 343
- Lenderink G, Buishand A, van Deursen W [Estimates of future discharges of the river Rhine using two scenario methodologies: direct versus delta approach](#) hydrology and earth system sciences Volume: 11 Issue: 3 Pages: 1143-1159 2007
- LUBW, *Modélisation hydrodynamique et transport des nitrates*, Final report of the INTERREG III « Modélisation de la pollution des eaux souterraines par les nitrates dans la vallée du Rhin Supérieur (MONIT) » project (2006)
- Moisselin J.M., M. Schneider, Canellas C. et O. Mestre : Les changements climatiques en France au XXe siècle. *La Météorologie*, 38, 45-56
- Moss Richard H., Jae A. Edmonds, Kathy A. Hibbard, Martin R. Manning, Steven K. Rose, Detlef P. van Vuuren, Timothy R. Carter, Seita Emori, Mikiko Kainuma, Tom Kram, Gerald A. Meehl, John F. B. Mitchell, Nebojsa Nakicenovic, Keywan Riahi, Steven J. Smith, Ronald J. Stouffer, Allison M. Thomson, John P. Weyant & Thomas J. Wilbanks [The next generation of scenarios for climate change research and assessment](#) *Nature* 463, 747-756(11 February 2010)
- Planton S, M. Déqué, F. Chauvin et L. Terray, 2008 : Expected impacts of climate change on extreme climate events, *C. R. Geoscience* 340 (2008) 564–574.
- Quintana-Segui P. Simulation hydrologique en région méditerranéenne avec Safran-ISBA-MODCOU. Amélioration de la physique et évaluation des risques dans le cadre du changement climatique. Thèse soutenue le 10 décembre 2008.
- [Quintana Seguí, P., Ribes, A., Martin, E., Habets, F., Boé, J.](#), Comparison of three downscaling methods in simulating the impact of climate change on the hydrology of Mediterranean basins, *Journal of Hydrology* Volume 383, Issue 1-2, 15 March 2010, Pages 111-124
- [Quintana Seguí, P., Ribes, A., Martin, E., Habets, F., Boé, J.](#), Impact of climate change on precipitation and river flows extremes in the Mediterranean : sensitivity to the downscaling method. 2010, In preparation for a special issue of *Natural Hazards and Earth System Sciences* devoted to "Understanding dynamics and current developments of climate extremes in the Mediterranean region".
- Renard, B., et al. (2008), Regional methods for trend detection: Assessing field significance and regional consistency, *Water Resour. Res.*, 44, W08419, doi:10.1029/2007WR006268.
- Ricard D, A.-L. Beaulant, J. Boé, M. Déqué, V. Ducrocq, A. Joly, B. Joly, E. Martin, O. Nuissier, P. Quintana Segui, A. Ribes, F. Sevault et S. Somot, 2009 : Cyprim, partie II. Impact du changement climatique sur les évènements de pluie intense du bassin méditerranéen. *La Météorologie*, 8^e série, 67, 19-30.
- Sauquet E. & Haond M., 2003. Examen de la stationnarité des écoulements du Rhône en lien avec la variabilité climatique et les actions humaines. Actes du colloque « Barrage et développement durable », 18 novembre 2003, Ministère de l'Écologie et du Développement Durable, Paris, France, Cemagref Ed., 261-270.
- Sauquet et al., 2010. Projet Imagine2030 : Climat et aménagements de la Garonne : quelles incertitudes sur la ressource en eau en 2030 ? Rapport de fin de contrat, janvier 2010, 128 pages.
- Somot S, F. Sevault, M. Déqué and M. Crépon, 1st century climate change scenario for the Mediterranean using a coupled atmosphere–ocean regional climate model, *Global and Planetary Change* Volume 63, Issues 2-3, September 2008, Pages 112-126
- Thierion C., F. Habets, E. Ledoux, P. Viennot, E. Martin, S. Queguiner, P. Ackerer, S. Mjidalani, E. Leblois, S. Lecluse, Modeling the coupled surface water and groundwater system of the upper Rhine Graben, colloque CMWR (XVIII International Conference on Water Resources), Barcelone, June 2010

4 - Réalisation de l'EAIP « cours d'eau » et de l'EAIP « submersions marines »

Pour mémoire, les principes généraux de la constitution des EAIP « cours d'eau » et « submersions marines » sont présentés dans le corps du texte de l'EPRI.

Afin d'identifier les enveloppes approchées des inondations potentielles, les connaissances disponibles ont été complétées par plusieurs types d'informations qui sont détaillés dans la présente annexe :

- l'information sur la géologie, utilisée pour la constitution des EAIP « cours d'eau » et « submersions marines » ;
- les zones basses littorales, utilisées pour la constitution de l'EAIP « submersions marines » ;
- les zones basses hydrographiques, utilisées pour la constitution de l'EAIP « submersions marines ».

4.a - Utilisation de l'information sur la géologie

Base de données source

La base de données Charm-50 (BRGM) est la base de données géoréférencée des cartes géologiques au 1/50 000 vectorisée et harmonisée.

Cette base de données fournit les couches de données vecteurs sur les formations géologiques sédimentaires récentes indicées « z » (Fz, Jz, Mz, Lz, Dz ...), mais parfois indicées « y » ou « x », correspondant aux dépôts des inondations et submersions récentes au sens géologique (holocène soit depuis moins d'environ 8 000 ans). Cette base a été élaborée à partir des cartes géologiques existantes, qui sont issues de plus d'un demi-siècle de travaux de géologues, qui ont ensuite été harmonisées à l'échelle départementale et vectorisées.

Compte tenu de l'échelle des cartes géologiques au 1/50 000, elle fournit des données essentiellement sur les formations sédimentaires récentes des principaux cours d'eau disposant d'une largeur du lit majeur significative. Ces données ont donc permis, pour l'EAIP « cours d'eau », de compléter l'information disponible pour les cours d'eau importants.

Données analysées

Les données de cette base, analysées pour la constitution de l'EAIP « cours d'eau » et « submersion marine » sont les formations :

- F (fluvial) ;
- J (torrentiel) ;
- L (lacustre) ;
- P (palustre) ;
- M (maritime) ;
- D (dunaire) ;
- R (résiduelles) ;
- U (tufs et travertins) ;
- T (tourbeuses) ;
- C (colluvions).

Ces diverses formations, qui peuvent être combinées (FL), sont accompagnées d'indices chronologiques (z,y,...). L'interprétation des couches d'alluvions a nécessité une expertise locale pour choisir le niveau d'information à mobiliser.

Les couches L, M et D ont été analysées pour la production de l'EAIP « submersion marine ».

L'ensemble des couches a été examiné pour l'EAIP « cours d'eau ».

Ces couches ont été examinées localement par les services de l'État (DREAL avec l'assistance du réseau des CETE et du BRGM) et ont été sélectionnées selon leur pertinence au niveau local. Cette sélection s'est appuyée a minima sur une analyse des bassins versants pour lesquels la donnée existante sur les zones inondables était jugée suffisante, et par analogie.

4.b - Détermination des zones basses littorales

Les données utilisées pour l'EPRI sont extraites de l'étude VTNRL : Vulnérabilité du territoire national aux risques littoraux, France métropolitaine (2010)⁷.

L'étude s'appuie sur les trois bases de données suivantes :

- **le trait de côte Histolitt**, fruit de la collaboration du SHOM et de l'IGN, qui permet une cartographie et un repérage du trait de côte. Il se définit comme la laisse des plus hautes mers astronomiques de coefficient 120, avec des conditions météorologiques normales. Par convention, dans le cadre de l'EPRI, il est donc pris en considération pour délimiter les espaces soumis à submersion.
- **la BD Topo® de l'IGN**. Son Modèle Numérique de Terrain (MNT) est un système d'information géographique représentant le relief sous la forme d'une grille régulière rectangulaire de pas 25 m x 25 m dont l'altitude des noeuds est, en règle générale, l'altitude du terrain au point considéré. Dans les départements littoraux métropolitains, l'incertitude de l'altimétrie est de l'ordre de 2 mètres sauf en Corse où elle peut être supérieure.
- **les résultats de l'étude « Statistiques des niveaux marins extrêmes de pleine mer Manche et Atlantique »** (SHOM-CETMEF, 2008). Un découpage géographique sur les façades Manche-Atlantique-Mer du Nord a été réalisé pour fournir des zones d'iso-valeurs de niveaux centennaux tous les mètres. Pour cela, une agrégation a été faite des données initiales au pas de 10 cm, à mettre en relation avec la qualité du MNT BD TOPO® de l'IGN. Concernant la **Méditerranée**, on ne dispose pas de niveau de référence sur l'ensemble de la côte. En s'appuyant sur les études existantes, certaines constatations, les connaissances locales, et les disponibilités offertes par le MNT BD Topo, la cote de référence à 1,5 m NGF a été retenue.

Cette étude a permis de cartographier :

- les zones situées sous le niveau « centennal » ;
- les zones situées sous le niveau marin « centennal » moins 1 mètre ;
- les zones situées sous le niveau marin « centennal » plus 1 mètre.

L'évaluation des « zones basses » avec les niveaux marins centennaux +1m et les niveaux marins centennaux -1m permet d'estimer d'une part l'impact de la marge d'incertitude du MNT BD TOPO® (± 1 m) sur l'enveloppe déterminée et d'autre part les effets du changement climatique en cas d'augmentation locale des niveaux marins extrêmes.

Pour l'EPRI, les « zones basses littorales » considérées sont celles correspondant aux zones topographiques situées en dessous du niveau marin centennal + 1mètre. Ce choix découle de la volonté de considérer les événements extrêmes pour l'EPRI et de la nécessité de prendre en compte les impacts potentiels du changement climatique sur les niveaux marins (voir paragraphe consacré aux impacts potentiels du changement climatique, dans les présents compléments techniques).

4.c - Détermination des zones basses hydrographiques (Exzeco)

La détermination des zones basses hydrographiques a été élaborée en 2010-2011 suite au développement du logiciel i-Exzeco. Le logiciel i-ExZEco est un code d'EXtraction des Zones d'ECOulement disponible avec de la documentation sur le site :

http://www.cetmef.developpement-durable.gouv.fr/applications_hebergees/exzeco/.

Il se base sur l'utilisation de méthodes classiques d'analyse topographique pour l'extraction du réseau hydrographique à partir de bruitage d'un Modèle Numérique de Terrain (MNT) initial. Cette méthode à grand rendement est équivalente au remplissage des fonds de thalwegs avec une certaine hauteur d'eau comme paramètre d'entrée. Les zones basses hydrographiques créées sont une approximation des zones potentiellement

⁷ « Perherin C., Roche A., Pons F., Roux I., Désiré G., Boura C. (CETMEF – CETE Méditerranée – CETE de l'Ouest), 2010, Vulnérabilité du territoire national aux risques littoraux, France métropolitaine 237 p., 116 illust., 30 tab. »

inondables dans les parties amont des bassins versants.

Le concept EXZECO, mis au point par le CETE Méditerranée sous le système ARCGIS, a été développé dans le cadre de l'opération de recherche 11R081 du LCPC et testé par le réseau des CETEs. Son industrialisation a été réalisée par le CETMEF depuis mi-juin 2010 pour obtenir des résultats sur la France entière.

Les résultats d'EXZECO sont ainsi utilisés comme un complément de l'information existante sur les zones inondables dans le cadre de l'EPRI 2011.

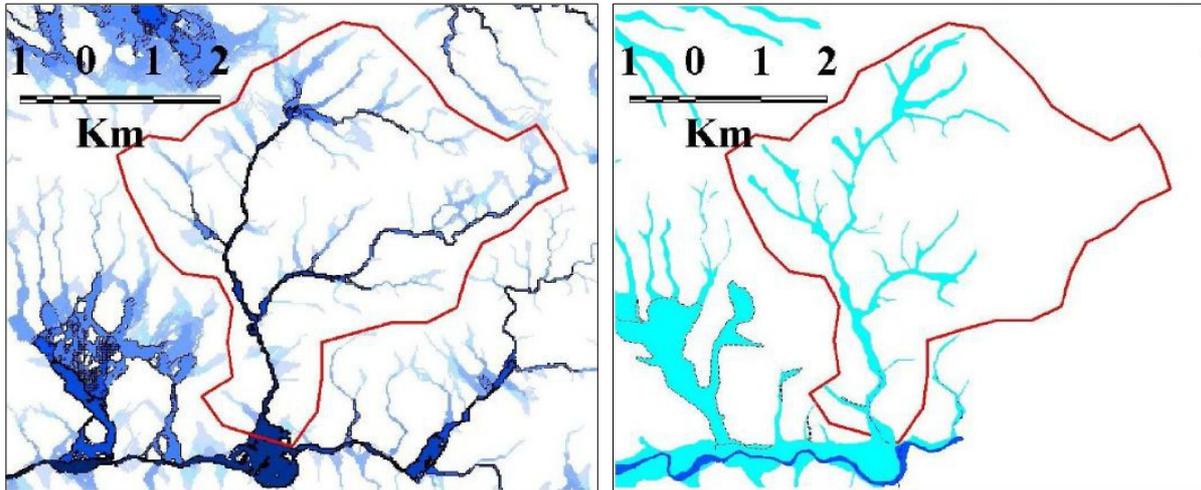
Les principes généraux de la méthode et ses limites

Cette méthode consiste en la délimitation des zones de concentration des écoulements à partir d'un modèle numérique de terrain et du tracé du réseau hydrographique correspondant. Les fonds de thalwegs sont remplis avec une hauteur de remplissage H donnée, par bruitage aléatoire du MNT. L'algorithme calcule également la superficie du bassin versant amont pour chaque pixel du MNT.

Les zones identifiées sont ainsi dépendantes de deux paramètres : la hauteur H retenue, ainsi que le seuil de surface drainée minimum considéré pour délimiter l'enveloppe.

De par sa construction, la méthode fait en réalité ressortir 2 types d'information :

- là où le lit est marqué : secteurs atteints en fonction d'un niveau de remplissage du lit donné ;
- là où le lit est peu marqué : zone où l'on peut trouver le cours d'eau. Ceci peut constituer un inconvénient dans la mesure où dans ces zones, l'emprise identifiée est généralement assez large.



Exemple de mise en œuvre d'Exzeco (à gauche) avec H=1m (les dégradés de bleu correspondent à des valeurs de surfaces drainées différentes), et contour de l'AZI (à droite) sur le bassin versant de la Torse (Aix-en-Provence)

Les emprises de zones basses hydrographiques qui sont fournies par cette méthode ne correspondent pas à des zones inondables. Elles ont été calculées automatiquement à partir du MNT de la BD TOPO® de l'IGN et ne tiennent pas compte de l'impact de l'aléa hydrologique et de la topographie locale sur les hauteurs de submersion.

Néanmoins, pour la réalisation de l'EPRI 2011, cette méthode était la seule capable d'évaluer automatiquement et à grande échelle les secteurs peu élevés, et donc les plus vulnérables, bordant l'ensemble du réseau hydrographique. Cette méthode présente donc un intérêt, en particulier là où l'on ne dispose pas d'atlas des zones inondables, pour le calcul d'indicateurs relatifs aux enjeux présents en secteurs vulnérables, à proximité immédiate des thalwegs.

Les seuils retenus pour la réalisation de l'EPRI 2011

Pour la réalisation de l'EPRI 2011, une valeur unique de H=1mètre et le seuil minimal de 1km² de bassin versant drainé ont été considérés sur l'ensemble du territoire national. Le travail d'ajustement au cas par cas de ces valeurs et seuils, pour prendre en compte la variabilité de l'aléa hydrologique local en particulier, ainsi que l'ajustement de H en fonction de la surface drainée, n'était pas réalisable sur l'ensemble du territoire national.

Ces valeurs ont été retenues afin d'éviter de surévaluer les surfaces considérées dans les secteurs amont (bassins

de moins de 100 km²), secteurs pour lesquels l'information produite par Exzeco est la plus utile. Pour les cours d'eau drainant une plus grande superficie (> 100 km²), le résultat d'Exzeco avec ces hauteurs de remplissage n'est dans la plupart des cas pas suffisant (le lit mineur peut ne même pas être rempli avec ces hauteurs). L'utilisation des autres sources de données (données existantes, information géologique) est alors privilégiée.

Les perspectives

L'approche Exzeco utilisée dans le cadre de l'EPRI 2011 fait actuellement l'objet de travaux visant à intégrer l'aléa hydrologique, ainsi que des notions d'hydraulique.

5 - Calcul des indicateurs d'impacts potentiels des inondations futures

Le socle national d'indicateurs mobilisé pour l'EPRI 2011

Le tableau ci-dessous rappelle l'ensemble des indicateurs exploités pour l'EPRI dont le calcul a été réalisé au niveau national (à l'exception de la présence d'INB, analysée au niveau local). Pour chacun de ces indicateurs, la principale catégorie d'enjeux ciblée par la directive européenne est identifiée (santé humaine, activité économique, environnement, patrimoine), et les principes du calcul et les données sources (en complément des EAIPce et EAIPsm) sont présentés.

Ces indicateurs ont tous été calculés sur l'ensemble du territoire, à l'exception des zones Natura 2000 pour les DOM. Mayotte a fait l'objet d'un traitement spécifique.

Le comptage de ces différents enjeux dans les EAIP « cours d'eau » et « submersion marine » a été agrégé à l'échelle de la commune. Il a été réalisé à une échelle plus fine, qui est celle de l'intersection des communes avec les zones hydrographiques de la BD CARTHAGE®. Ce calcul permet ainsi, en cas de besoin, de réaliser des agrégations à d'autres échelles administratives ou avec une logique de bassin versant.

Description du socle national d'indicateurs mobilisé pour l'EPRI 2011

| Indicateur : comptage des enjeux dans les EAIP | Cibles principales de la directive | Principes du calcul et bases de données mobilisées |
|---|---------------------------------------|---|
| Population résidente | Santé humaine | <p><u>Bases de données mobilisées :</u> RGP 2006 IRIS 2008 correspondant au RGP 2006 BD TOPO®</p> <p><u>Principes du calcul :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – identification des bâtiments (polygones) concernés dans la BD TOPO® (bâtiments de la classe BATI_INDIFFERENCIE dont sont exclus : les bâtiments de hauteur supérieure à 100m, de surface inférieure à 20 m², ou compris dans la classe SURFACE_ACTIVITE de la BD TOPO®) et calcul de leur surface développée – évaluation d'une densité de logement à l'IRIS à partir de la surface développée calculée à partir de la BD TOPO® – évaluation d'un nombre de logements dans l'EAIP à partir de cette densité – évaluation du nombre d'habitants à partir du nombre moyen d'habitants par logements à l'IRIS. |

| Indicateur : comptage des enjeux dans les EAIP | Cibles principales de la directive | Principes du calcul et bases de données mobilisées |
|--|------------------------------------|---|
| Proportion de population de la commune dans l'EAIP | Santé humaine, activité économique | <p><u>Bases de données mobilisées :</u> RGP 2006 IRIS 2008 correspondant au RGP 2006 BD TOPO®</p> <p><u>Principes du calcul :</u> Proportion calculée selon les mêmes principes que le calcul de la population résidente dans l'EAIP</p> |
| Densité de population | Santé humaine | <p><u>Bases de données mobilisées :</u> RGP 2006 - BD corroyée (hab/km²) IRIS 2008 correspondant au RGP 2006 BD TOPO®</p> <p><u>Principes du calcul :</u> Superposition densité de la population (hab/km²) avec le masque de l'EAIP.</p> |
| Emprise des habitations de plain-pied | Santé humaine, activité économique | <p><u>Bases de données mobilisées :</u> BD TOPO®</p> <p><u>Principes du calcul :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - identification des bâtiments (polygones) concernés dans la BD TOPO® (bâtiments de la classe BATI_INDIFFERENCIE dont sont exclus : les bâtiments de hauteur supérieure à 100m, de surface inférieure à 20 m², ou compris dans la classe SURFACE_ACTIVITE de la BD TOPO®), - parmi ces derniers, identification des bâtiments dont la hauteur est inférieure ou égale à 4 mètres, - calcul de la superficie de ces bâtiments dans l'EAIP. |
| Nombre d'établissements hospitaliers | Santé humaine | <p><u>Bases de données mobilisées :</u> BD TOPO®</p> <p><u>Principes du calcul :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - identification des objets de la BD TOPO® de la classe PAI_SANTE dont l'attribut NATURE est « Hôpital » ou « Établissement hospitalier » (les établissements thermaux ne sont pas pris en compte, ainsi que ceux pour lesquelles la nature est inconnue dans la base), - sélection des points contenus dans l'EAIP et comptage du nombre de points. <p>La définition de ces termes dans la BD TOPO® est la suivante :</p> <p><i>Établissements hospitaliers</i> : établissement public ou privé qui reçoit ou traite pendant un temps limité les malades, les blessés et les femmes en couche : hôpital, sanatorium, hospice, centre de soins, dispensaire, hôpital de jour, hôpital psychiatrique,...</p> <p>Tous les établissements assurant les soins et l'hébergement ou les soins seulement sont inclus.</p> <p>Les maisons de retraite ne possédant pas de centre de soins sont exclues.</p> <p><i>Hôpital</i> : établissement public ou privé, où sont effectués tous les soins médicaux et chirurgicaux lourds et/ou de longue durée, ainsi que les accouchements : hôpital, CHU, hôpital militaire, clinique.</p> |

| Indicateur : comptage des enjeux dans les EAIP | Cibles principales de la directive | Principes du calcul et bases de données mobilisées |
|---|------------------------------------|--|
| Captages d'eau potable | Santé humaine | <p><u>Bases de données mobilisées :</u> Base de données DCE (DREAL Bassin) complétée sur les départements 05 et 83 (DREAL PACA, DDT05, DDTM83) Cartographie des dans l'EAIPce (5 classes en fonction du débit prélevé)</p> <p><u>Principes du calcul :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - identification des captages d'eau potable contenus dans l'EAIP. - classification s'inspirant de l'arrêté du 11 janvier 2007 relatif au programme de prélèvements et d'analyses du contrôle sanitaire pour les eaux fournies par un réseau de distribution <p><i>Attention : base partielle sur les départements 05 et 83</i></p> |
| Emprise totale des bâtiments | Activité économique | <p><u>Bases de données mobilisées :</u> BD TOPO®</p> <p><u>Principes du calcul :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - identification des bâtiments (polygones) de classe BATI_INDIFFERENCIE et BATI_INDUSTRIEL - calcul de la superficie de ces polygones contenue dans l'EAIP. |
| Emprise des bâtiments d'activité | Activité économique | <p><u>Bases de données mobilisées :</u> BD TOPO®</p> <p><u>Principes du calcul :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - identification des objets de la classe BATI_INDUSTRIEL, et les objets de la classe BATI_INDIFFERENCIE compris dans la classe SURFACE_ACTIVITE, en retenant ceux dont la catégorie est « industriel ou commercial » - calcul de la superficie des polygones contenue dans l'EAIP. |
| Nombre d'emplois | Activité économique | <p><u>Bases de données mobilisées :</u> base de données de l'INSEE sur le nombre d'emplois au lieu de travail en 2007 base MAJIC (fichiers fonciers)</p> <p><u>Principes du calcul :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Répartition du nombre d'emplois à la commune (recensement INSEE 2007) sur les parcelles (fichiers fonciers) en fonction du nombre de "locaux commerciaux" sur la parcelle - Comptage des parcelles et du nombre d'emplois correspondant dans l'EAIP. |
| Nombre d'évènements « CAT-NAT » | Activité économique | <p><u>Bases de données mobilisées :</u> Base nationale GASPAS au 1er juillet 2011</p> <p><u>Principes du calcul :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - identification des catastrophes naturelles liées aux inondations de tous types - comptage pour chaque commune du nombre d'évènements (plusieurs arrêtés peuvent être pris pour le même évènement) |
| Linéaire de routes principales | Activité économique | <p><u>Bases de données mobilisées :</u> BD TOPO®</p> <p><u>Principes du calcul :</u> calcul du linéaire de routes classées « ROUTE_PRIMAIRE » dans l'EAIP</p> |

| Indicateur : comptage des enjeux dans les EAIP | Cibles principales de la directive | Principes du calcul et bases de données mobilisées |
|--|---|---|
| Linéaire de routes secondaires | Activité économique | <p><u>Bases de données mobilisées :</u> BD TOPO®</p> <p><u>Principes du calcul :</u> calcul du linéaire de routes classées « ROUTE_SECONDAIRE» dans l'EAIP</p> |
| Densité de population | Santé humaine | <p><u>Bases de données mobilisées :</u> CLC2006</p> <p><u>Principes du calcul :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Superposition CLC avec le masque de l'EAIP - Classification occupation du sol agricole à partir de CLC. |
| Linéaire de voies ferrées | Activité économique | <p><u>Bases de données mobilisées :</u> BD TOPO®</p> <p><u>Principes du calcul :</u> calcul du linéaire des voies ferrées classées « LGV» ou « PRINCIPALE » dans l'EAIP</p> |
| Présence d'installations nucléaires | Environnement | <p><u>Bases de données mobilisées :</u> base locale des INB (installations nucléaires de base) de l'ASN et /ou liste des INB géolocalisation DREAL en lien avec l'ASN</p> <p><u>Principes du calcul :</u> identification des INB concernées par l'EAIP.</p> |
| Nombre d'installations Seveso AS et nombre d'installations relevant de la directive IPPC | Environnement | <p><u>Bases de données mobilisées :</u> base des installations classées GIDIC, géoréférencée localement par les DREAL</p> <p><u>Principes du calcul :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - identification dans la base des installations SEVESO AS et relevant de la directive IPPC - sélection des installations contenues dans l'EAIP |
| Nombre d'équivalents habitants des stations d'épuration | Environnement | <p><u>Bases de données mobilisées :</u> Base de données nationale BDERU, complétée par les DREAL et BD AERMC</p> <p><u>Principes du calcul :</u> identification des stations d'épuration actives dans l'EAIP. L'information sur la capacité nominale en équivalents habitants est conservée.</p> |
| Surfaces de zones NATURA 2000 et de ZNIEFF | Environnement | <p><u>Bases de données mobilisées :</u> base de données nationale sur les zones NATURA 2000 (données de septembre 2010) base de données nationale sur les ZNIEFF (types 1 et 2, données de 2011)</p> <p><u>Principes du calcul :</u> identification des surfaces de ZNIEFF ou de zones NATURA 2000 comprises dans l'EAIP</p> |

| Indicateur : comptage des enjeux dans les EAIP | Cibles principales de la directive | Principes du calcul et bases de données mobilisées |
|---|------------------------------------|---|
| Emprise du bâti remarquable | Patrimoine culturel | <p><u>Bases de données mobilisées :</u> BD TOPO®</p> <p><u>Principes du calcul :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – identification des bâtiments concernés dans la BD TOPO® dans la classe « BATI_REMARQUABLE » : les objets d'attributs « bâtiment religieux divers », « Chapelle », « Château », ou « Église » sont sélectionnés – calcul de la superficie de ces bâtiments dans l'EAIP |
| Musées | Patrimoine culturel | <p><u>Bases de données mobilisées :</u> Museofile</p> <p><u>Principes du calcul :</u> identification des musées présents dans l'EAIP</p> |

Synthèse des sources et bases de données mobilisées pour le calcul des indicateurs

Les bases de données mobilisées pour l'exercice EPRI 201 sont les suivantes :

- BD CARTO® de l'IGN
- BD TOPO® de l'IGN
- BD CARTHAGE® : référentiel hydrographique couvrant l'ensemble du territoire métropolitain
- RP (recensement de la population) 2006 de l'INSEE
- Contours Iris 2008 correspondant au RP 2006
- Base nationale GASPARE (Gestion Assistée des Procédures Administratives relatives aux Risques naturels et technologiques) du MEDDTL à la date du 1er juillet 2011
- Base de données de l'INSEE sur le nombre d'emplois au lieu de travail en 2007
- Base MAJIC (Mise A Jour des Informations Cadastrales) – fichiers fonciers des services fiscaux (Direction Générale des Finances Publiques)
- Base de données nationale sur les zones NATURA 2000 (données de septembre 2010)
- Base de données nationale sur les ZNIEFF (type 1 et 2, données de 2011)
- Base des installations classées GIDIC (Gestion Informatique des Données des Installations Classées) de 2011
- BDERU : Base de données nationale sur les eaux résiduaires urbaines 2011
- BD AERMC sur les STEP (2009)
- BD DCE sur les captages d'eau potable (2009)
- Bases locales de l'ASN pour la localisation des Installations Nucléaires de Base (2011)
- Museofile (2010).

6 - Principaux partenaires ayant contribué à l'élaboration de l'EPRI et de ses méthodologies

En complément des services déconcentrés et des directions d'administration centrale (DGPR, dont SCHAPI et STEEGBH, DGALN, DGEC) du MEDDTL, les services suivants ont contribué à l'élaboration des méthodologies utilisées pour la réalisation de la présente EPRI ou à leur mise en œuvre :

- BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières),
- CEMAGREF (Centre National du Machinisme Agricole, de Génie Rural, des Eaux et des Forêts),
- CEPRI (Centre Européen de Prévention des Risques d'Inondation),
- CETMEF (Centre d'Etudes Techniques, Maritimes et Fluviales)
- CGDD (Commissariat Général au Développement Durable),
- CGEDD (Conseil Général de l'Environnement et du Développement Durable),
- CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique),
- IFSTTAR (Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux),
- Météo France,
- ONERC (Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique),
- Réseau des CETE (Centres d'Etudes Techniques de l'Equipement),
- Services du RTM (Restauration des Terrains en Montagne),
- SHOM (Service Hydrographique et Océanographique de la Marine).

Mise à disposition des bases de données issues de l'EPRI

Conformément aux obligations de la Directive INSPIRE, les bases de données issues de l'EPRI sont disponibles sur le site internet <http://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr/gestion/inondations/epri.php> à savoir :

- Les données disponibles comprennent les Enveloppes approchées des inondations potentielles (EAIP) du bassin Rhône-Méditerranée prenant en compte 2 phénomènes :
 - les inondations par débordements de cours d'eau (EAIPce) ;
 - les inondations par submersions marines (EAIPsm).
- Les indicateurs d'impact en EAIPce et EAIPsm agrégés pour chaque commune du bassin Rhône-Méditerranée.

Précision sur les données produites

Il convient de rappeler que la méthode utilisée de constitution de l'EAIP et ses résultats ont vocation à apporter un diagnostic macroscopique (1/100.000^e). Il ne peut de fait constituer un élément directement exploitable pour les gestionnaires locaux et les services de l'État départementaux.

Ces enveloppes ont été élaborées dans la perspective d'approcher les contours des événements extrêmes. En ce sens, l'effet des ouvrages hydrauliques (barrages et digues de protection) n'est pas considéré. Sauf cas particuliers, les digues de protection sont considérées comme transparentes.

L'EAIPce représente l'emprise potentielle des débordements de tous les cours d'eau, y compris les petits et les intermittents, des torrents, des fonds de talweg. Les digues n'étant pas prises en compte, l'emprise obtenue peut être considérée, en première approximation, comme intégrant l'effet de la défaillance des ouvrages de protection. Néanmoins, elle n'intègre ni les ruissellements en versant (coulées de boues et ruissellements localisés en dehors des talwegs), ni les phénomènes spécifiques liés à la saturation locale des réseaux d'assainissement en milieu urbain.

L'EAIPsm représente l'emprise potentielle des inondations par les submersions marines. Les ouvrages de protections maritimes et les protections naturelles (cordons dunaires par exemple) étant considérés comme transparents, l'emprise obtenue peut être considérée, en première approximation, comme intégrant l'effet de la défaillance de ces ouvrages. Néanmoins, elle ne prend en compte ni les tsunamis, ni l'érosion du trait de côte en particulier sur les côtes rocheuses, qui peut entraîner d'autres types de risques.

Les EAIP ont vocation à faire l'objet d'une analyse plus précise des phénomènes lors des étapes suivantes de la Directive Inondation pour les territoires concernés par un TRI ou une stratégie locale.

Qualité des données

La méthode employée pour construire les EAIP a conduit à fusionner des sources d'information d'échelle et de précision variables. Elle génère des incertitudes qui peuvent être ponctuellement importantes (surestimation des emprises ou, au contraire, sous estimation). Les EAIP ne constituent donc pas une cartographie des zones inondables et elles ne doivent pas être confondues avec :

- les plans de prévention des risques naturels prévisibles d'inondations ou littoraux ;
- les atlas des zones inondables ou submersibles ;
- la cartographie des surfaces submersibles et des risques d'inondation des Territoires à Risques Importants d'inondation (TRI).

Les EAIP ne peuvent pas être utilisées pour déterminer des zones inondables dans les procédures administratives ou réglementaires.

En outre, étant donné les échelles des données mobilisées, leur exploitation graphique n'a de sens que pour des échelles supérieures au 1/100 000^e.

Sigles et abréviations

- ASN : Autorité de Sûreté Nucléaire
- AZI : Atlas des Zones Inondables
- BDERU : Base de Données nationale sur les Eaux Résiduaires Urbaines
- BDHI : Base des Données Historiques sur les Inondations
- BRGM : Bureau de Recherches Géologiques et Minières
- BRL : compagnie nationale d'aménagement de la région du Bas-Rhône et du Languedoc
- CATNAT : Catastrophe Naturelle (arrêté)
- CB : Comité de Bassin
- CEMAGREF : Centre National du Machinisme Agricole, de Génie Rural, des Eaux et des Forêts
- CEPRI : Centre Européen de Prévention des Risques d'Inondation
- CETE : Centre d'Études Techniques de l'Équipement
- CETMEF : Centre d'Études Techniques, Maritimes et Fluviales
- CGDD : Commissariat Général au Développement Durable
- CGEDD : Conseil Général de l'Environnement et du Développement Durable
- CGI : Commission Géographique Inondation
- CIB : Comité Inondation de Bassin
- CLE : Commission Locale de l'Eau
- CNR : Compagnie Nationale du Rhône
- CNRS : Centre National de la Recherche Scientifique
- COGIC : Centre Opérationnel de Gestion Interministérielle des Crises
- CPER : Contrat de Projets Régional
- CPIER : Contrat de Projets InterRégional
- ComGeo : Commission Géographique
- EPA : Établissement Public d'Aménagement,
- DATAR : Délégation interministérielle à l'Aménagement du Territoire et à l'Attractivité Régionale
- DCE : Directive Cadre sur l'Eau
- DCS : Dossier Communal Synthétique
- DDRM : Dossier Départemental sur les Risques Majeurs
- DDT(M) : Direction Départementale des Territoires (et de la Mer)
- DGPR : Direction Générale de la Prévention des Risques
- DI : Directive Inondation
- DICRIM : Document d'Information Communal sur les Risques Majeurs
- DREAL : Direction Régionale de l'Environnement de l'Aménagement et du Logement
- DTA : Directive Territoriale d'Aménagement
- DTADD : Directive Territoriale d'Aménagement et de Développement Durable
- EAIP : Enveloppe Approchée des Inondations Potentielles

- EPCI : Établissement Public de Coopération Intercommunale
- EPRI : Évaluation Préliminaire des Risques d'Inondation
- EPTB : Établissement Public Territorial de Bassin
- FEDER : Fonds Européen de DEveloppement Régional
- GIDIC : Gestion Informatique des Données des Installations Classées
- GIEC : Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat
- IAL : Information des Acquéreurs et Locataires
- ICPE : Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
- IFSTTAR : Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux
- IGN : Institut Géographique National
- IPPC (ICPE) : Integrated Pollution Prevention and Control
- INB : Installation Nucléaire de Base
- LENE : Loi du 13 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement
- MEDDTL : Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement
- OIN : Opération d'Intérêt National
- ONERC : Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique
- ORSEC (plan) : Plan d'Organisation de la Réponse de la Sécurité Civile
- PAC : Porté À Connaissance
- PACA : Provence-Alpes-Côte-d'Azur
- PAPI : Programme d'Action de Prévention des Inondations
- PCS : Plan Communal de Sauvegarde
- PGRI : Plan de Gestion du Risque d'Inondation
- PHEC : Plus Hautes Eaux Connues
- PLU : Plan Local d'Urbanisme
- PPRI : Plan de Prévention des Risques d'Inondation
- PPRL : Plan de Prévention des Risques Littoral
- PSR : Plan national de Submersions Rapides
- PSS : Plan de Surfaces Submersibles
- RGP : Recensement Général de la Population
- R.T.M. : Restauration des Terrains en Montagne
- SAGE : Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux
- SAU : Superficie Agricole Utilisée
- SCHAPI : Service central d'Hydrométéorologie et d'Appui à la Prévision des Inondations
- SCOT : Schéma de COhérence Territoriale
- SCP : Société Canal de Provence
- SDAGE : Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux
- SDIS : Service Départemental d'Incendie et de Secours
- SHOM : Service Hydrographique et Océanographique de la Marine

- SPC : Service de Prévision des Crues
- TRI : Territoire à Risque d'inondation Important
- ZEC : Zones d'Expansion des Crues
- ZNIEFF : Zones Naturelles d'Intérêt Écologique Faunistique et Floristique
- INSEE : Institut National des Statistiques et des Études Économiques

Lexique

- EAIP « cours d'eau » : enveloppe approchée des inondations potentielles de cours d'eau ou ruissellements en talwegs
- EAIP « submersion rapide » : enveloppe approchée des inondations potentielles par submersion marine
- Parties prenantes : terminologie utilisée dans la législation française afin de désigner l'ensemble des partenaires associées à la démarche directive inondation
- Talweg : zone de concentration et d'écoulement des eaux à l'interface de deux versants
- District hydrographique : terme Européen, en France les districts correspondent aux grands bassins au sens de la directive cadre sur l'eau
- Bassin-versant : surface sur laquelle les écoulements conduisent vers le même exutoire



**Direction régionale de l'Environnement
de l'Aménagement et du Logement
RHÔNE-ALPES
délégation de bassin Rhône-Méditerranée**



www.developpement-durable.gouv.fr