



MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET SOLIDAIRE

Impact des pluies méditerranéennes sur les infrastructures de transport

Retour d'expérience sur le cas de Villeneuve-les-Béziers et conséquences généralisables

Rapport n° 013123-01

établi par
Geoffroy CAUDE et Thierry GALIBERT

Mai 2020



Les auteurs attestent qu'aucun des éléments de leurs activités passées ou présentes n'a affecté leur impartialité dans la rédaction de ce rapport

Statut de communication	
☐	Préparatoire à une décision administrative
☐	Non communicable
☐	Communicable (données confidentielles occultées)
☐	Communicable

Sommaire

Résumé.....	4
Liste des recommandations.....	7
Introduction.....	9
A - Description de l'événement et de ses conséquences.....	11
1. Caractéristiques de l'épisode pluvieux méditerranéen des 23 et 24 octobre 2019 en termes hydrologiques et météorologiques sur la zone biterroise (cf. annexe 2).....	11
2. Situation des infrastructures de la zone de Béziers et inventaire des désordres enregistrés sur la zone de Villeneuve-les Béziers lors de l'épisode pluvieux intense.....	13
2.1. SNCF - Portion du réseau ferroviaire affectée, désordres et hypothèse sur leur genèse.....	14
2.2. VNF, les venues d'eau sur le canal du Midi et les débordements sur la commune de Villeneuve-les-Béziers.....	16
2.3. Autoroute A9.....	18
2.4. RD 612 b.....	19
2.5. DIR MC/DS.....	19
3. Description des mesures prises par les services en charge des inondations et des rétablissements des circulations et évaluation de leur efficacité.....	21
3.1. Méthodes de surveillance des gestionnaires d'infrastructures : SNCF, VNF, ASF.....	21
3.2. Information à la presse.....	22
3.3. Travaux d'urgence.....	22
4. Compréhension fine des écoulements hydrauliques au niveau des infrastructures de transport majeures qui traversent la commune de Villeneuve-Lès-Béziers.....	23
4.1. Considérations hydrologiques et hydrauliques sur l'épisode de crue des ruisseaux du Rec d'Arièges et de Saint-Victor.....	23
4.2. Capacité des bassins de rétention de La Capiscole et de l'autoroute A9.....	24
4.3. Analyse des causes de rupture du remblai de la voie ferrée et de surverse du Canal du Midi.....	25
4.4. Transparence hydraulique des infrastructures concernées.....	27

5. Propositions de mesures susceptibles de limiter les dommages ou les incidences d'événements analogues sur la zone de Béziers :.....	29
5.1. L'intérêt d'élaborer un nouveau PAPI.....	29
5.2. La nécessaire révision du PPRI de Villeneuve-lès-Béziers.....	31
5.3. Les obligations en matière d'entretien des cours d'eau.....	33
B - Problématiques soulevées par la mission à partir de cet événement.....	35
1. Recensement des situations similaires sur l'arc méditerranéen.....	35
1.1. Inventaire sommaire des infrastructures jouant un rôle défavorable en crue.....	35
1.2. Premières conclusions de la mission.....	39
2. Recueil de données ou d'études relatives à une éventuelle aggravation des épisodes méditerranéens en intensité et/ou en fréquence.....	41
2.1. Analyse rétrospective des pluviométries intenses sur l'arc méditerranéen.....	41
2.2. Analyse rétrospective des débits de crues au niveau européen.....	41
2.3. Analyse rétrospective des crues sur la zone méditerranéenne.....	42
3. Causes du ruissellement et lien avec le dérèglement climatique : faut-il en tirer des conséquences pour la résilience ou pour l'adaptation des infrastructures ?..	43
3.1. Recommandations en matière d'urbanisation du retour d'expérience des crues de l'Aude en 2018.....	43
3.2. Préconisations et retour d'expérience des gestionnaires d'infrastructures routières	44
3.3. Recommandations issues du travail CGEDD avec l'appui du Cerema sur les eaux pluviales.....	45
4. Transparence hydraulique des infrastructures linéaires de transport anciennes, qu'elles soient ferroviaires, routières ou fluviales : quelles actions envisagent les maîtres d'ouvrage ?.....	47
4.1. Réseau ferroviaire.....	47
4.1.1. Maintenance préventive et curative et transparence hydraulique.....	47
4.1.2. Points d'amélioration à viser.....	48
4.1.3. Changement climatique et résilience :	48
4.2. Canal du Midi.....	49
4.2.1. Retour d'expérience de VNF DT/SO sur les questions de transparence hydraulique.....	49
4.2.2. Transparence hydraulique et changement climatique.....	51
4.3. Réseau autoroutier et transparence hydraulique.....	51

4.4. Expérience du bureau enquête-accidents des transports terrestres (BEA-TT).....	52
4.5. Conclusions de la mission.....	53
5. Deux aspects réglementaires à améliorer au vu du cas étudié.....	55
5.1. Le réexamen du traitement des infrastructures de transport dans les plans de prévention des risques.....	55
5.2. Exercice de la police des eaux relative aux implantations d'infrastructures ou à l'imperméabilisation.....	55
5.2.1. Police de l'eau et nouvelles infrastructures.....	55
5.2.2. Police de l'eau et infrastructures préexistantes.....	56
5.2.3. Pistes d'amélioration.....	56
Conclusion.....	59
Annexes.....	60
1. Lettre de mission.....	61
2. Caractéristiques de l'épisode pluvieux méditerranéen des 23 et 24 octobre 2019 en termes hydrologiques et méthodologiques sur la zone biterroise.....	63
2.1. Description de l'événement hydrologique.....	64
3. Recueil de données ou d'études relatives à une éventuelle aggravation des épisodes méditerranéens en intensité et/ou en fréquence.....	67
3.1. Analyse rétrospective des pluviométries intenses sur l'arc méditerranéen.....	67
4. Analyse rétrospective des débits de crue en Europe et sur la zone méditerranéenne.....	71
4.1. Travail rétrospectif au niveau européen.....	71
4.2. Travail rétrospectif au niveau des crues sur la zone méditerranéenne.....	72
5. Liste des personnes rencontrées.....	75
6. Glossaire des sigles et acronymes.....	77

Résumé

Les intempéries des 22 et 23 octobre 2019 ont occasionné un certain nombre de dommages sur les départements de l'Aude, de l'Hérault et des Pyrénées-Orientales, les plus importants étant l'inondation de plusieurs quartiers de Villeneuve-lès-Béziers et la rupture d'un remblai ferroviaire de la voie située entre Narbonne et Béziers. L'interruption de la circulation ferroviaire consécutive a concerné une grande partie du sud-ouest de la France ainsi que les relations ferroviaires avec l'Espagne vers Barcelone.

Ces circonstances ont conduit la ministre de la transition écologique et solidaire à demander une mission de retour d'expérience au Conseil général de l'environnement et du développement durable (CGEDD) s'intéressant notamment aux relations entre infrastructures de transport linéaires et inondations.

La mission a procédé en deux temps. Elle a rendu une note d'étape le 9 décembre 2019, après une première série d'entretiens avec les acteurs locaux et nationaux, puis le présent rapport, après avoir poursuivi ses investigations sur la base des points identifiés en première phase.

La mission a focalisé son attention sur le secteur de Villeneuve-lès-Béziers qui, d'une part, présente une configuration marquée par l'existence de plusieurs infrastructures de transport linéaires (voie ferrée, Autoroute A9, RD 612b et Canal du Midi) quasi parallèles et, d'autre part, a été le plus impacté par les inondations.

Elle a caractérisé l'événement tant sur ses aspects hydrologiques que sur les désordres causés aux infrastructures en s'appuyant sur les informations fournies par les services et opérateurs de l'État et les gestionnaires des infrastructures. Elle propose que le périmètre du programme d'action de prévention des inondations (PAPI) en cours d'achèvement soit étendu aux cours d'eau ayant causé les dommages (ruisseaux de Saint-Victor et du Rec d'Arièges), qui n'avaient pas été suffisamment bien pris en compte dans les travaux précédents, ceux-ci s'étant surtout intéressés à l'Orb et au Libron en délaissant le secteur intermédiaire. Plus généralement la mission a noté que la question des infrastructures linéaires étaient oubliées dans les PAPI et que, même dans l'excellent travail de modèle de cartographie des territoires réalisé par la mission interministérielle des inondations sur l'Arc méditerranéen (MIIAM), la question de ces ouvrages était relativement peu traitée.

Dans le cas étudié, la rupture du remblai de la voie ferrée et les conséquences qui en ont résulté est à mettre en relation avec les limites d'insuffisance de la capacité du bassin de rétention situé en amont (celui de la ZAC¹ de la Capiscole) et l'insuffisance des ouvrages de transparence hydraulique situés en aval, ces insuffisances étant aggravées par le manque d'entretien des ruisseaux et du bassin lui-même ayant occasionné la présence d'embâcles au niveau des ouvrages de transparence hydraulique tant de la voie ferrée que du Canal du Midi limitant encore les possibilités d'évacuation du flux d'eau par les exutoires dédiés. Elle recommande qu'une attention particulière soit apportée à cet entretien, la prise de compétence eaux pluviales par la communauté d'agglomération devant permettre d'améliorer la situation. Par ailleurs, la mission souligne la réalisation en cours d'achèvement d'une étude hydraulique de tout le bassin versant réalisée par le Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (Cerema) qui devrait permettre d'améliorer la connaissance, de proposer des pistes d'amélioration et de participer à la réflexion du futur PAPI. La conception de celui-ci devrait s'attacher à associer l'ensemble des parties prenantes et notamment des gestionnaires des infrastructures pour rechercher des solutions communes. Par ailleurs, la mission a noté ce qui lui semble être une erreur dans le zonage du plan de prévention des risques d'inondation (PPRI) pour lequel le remblai de la voie ferrée a été considéré comme ne pouvant pas rompre. Ce zonage doit être revu en conséquence.

¹ ZAC : zone d'activités concertées.

D'un point de vue plus général, la mission a constaté que la conception et la construction de nouvelles infrastructures linéaires, postérieures à la loi sur l'eau, prenaient correctement en compte la thématique inondation, notamment par le dimensionnement d'ouvrages de transparence, sans toutefois s'interroger de façon claire, d'une part, sur les incertitudes de dimensionnement, d'autre part sur la prise en compte des fréquences et de l'importance des événements intenses.

En revanche, pour les ouvrages préexistants, parfois anciens (Canal du Midi et voie ferrée dans le cas présent), ils sont laissés en l'état (en conformité avec la réglementation et la logique de l'antériorité), y compris lorsque des réhabilitations étaient entreprises ou lorsque les conditions hydrauliques du secteur étaient modifiées par des opérations d'aménagements du territoire. La mission recommande à cet effet que la direction des infrastructures de transport (DIT) sensibilise les opérateurs à l'importance de vérifier les conditions de transparence hydraulique à l'occasion de réhabilitation de tronçons importants. Par ailleurs, l'information entre les différents acteurs circule relativement mal. Une consultation ou, au moins, une information des gestionnaires d'infrastructures devrait être opérée lorsqu'une opération d'aménagement du territoire pouvant avoir une influence sur les flux d'eau les concernant est programmée.

Compte tenu de la montée en puissance des autorités gemapiennes, la mission recommande, pour leur permettre de jouer pleinement leur rôle dans le domaine de la prévention des inondations qu'elles soient consultées pour tout nouveau projet d'infrastructure ou d'aménagement de territoire concernant le bassin versant pour lequel elles ont compétence.

Par ailleurs, un sondage rapide réalisé par la mission interrégionale pour la coordination de la prévention des risques d'inondation sur l'arc méditerranéen (MIAM) sur sollicitation de la mission a montré que sur l'arc méditerranéen, plusieurs infrastructures linéaires posaient des difficultés similaires sans que le problème ait été envisagé de façon globale. La mission a recommandé à cet effet que la MIAM prévoie dans son programme de travail un recensement des cas connus et que soit proposée une priorisation des situations à résoudre, selon des critères à déterminer.

Enfin, la mission relève le peu d'échanges de pratiques existants entre les gestionnaires d'infrastructures linéaires au sujet notamment de la thématique des ouvrages de transparence hydraulique ou plus généralement des études hydrauliques. La constitution d'un lieu national de connaissance, de prospective et d'échanges de méthodologie et de bonnes pratiques apparaît de nature à pallier ce manque. Il pourrait être animé par la Société hydrotechnique de France (SHF) avec l'appui du Cerema .

Liste des recommandations

Recommandation 1. Mettre en œuvre un PAPI3 prenant en compte les ruisseaux du Saint-Victor et du Rec d'Arièges, construit en étroite collaboration avec l'ensemble des acteurs du territoire et notamment les gestionnaires des infrastructures de transport..... 30

Recommandation 2. DDTM : Demander à la CABM et à SNCF-Réseau de vérifier le rôle précis joué par la piste du centre d'agrément des véhicules compte tenu de son niveau altimétrique par rapport à une surverse de la voie ferrée.....33

Recommandation 3. DDTM et DREAL-ICPE : Organiser un contrôle conjoint police de l'eau ICPE sur le respect des conditions d'entretien des cours d'eau du secteur et du bassin de la Capiscole et de leur zone d'expansion de crues.....33

Recommandation 4. DGPR : Favoriser la réalisation de cartographie des risques des territoires sur le modèle mis en œuvre par la MIIAM, à compléter notamment par des données chiffrées de sinistralité dans le cadre des diagnostics des PAPI. 40

Recommandation 5. MIAAM : Intégrer dans le plan de travail de la MIAAM la rédaction d'un cahier des charges pour la détermination des infrastructures linéaires ayant une influence sur les inondations et réaliser un recensement de ces ouvrages sur l'arc méditerranéen.....40

Recommandation 6. DTT / communes : Consulter systématiquement les gestionnaires d'infrastructures lors de modifications significatives de l'aménagement du territoire (ZAC, par exemple) ou de la délivrance des permis de construire pouvant avoir une influence sur l'écoulement des eaux les concernant..... 48

Recommandation 7. La mission recommande à la DIT de sensibiliser les gestionnaires d'infrastructure de transport à la question du réexamen des questions de transparence hydraulique à la faveur de la restauration ou de la réhabilitation de tronçons d'infrastructure particulièrement exposés aux crues intenses..... 54

Recommandation 8. La mission recommande que la SHF soit sollicitée par le Cerema pour organiser une journée d'échange d'expérience des gestionnaires d'infrastructure sur ce sujet de la transparence hydraulique des infrastructures de transport en y associant maîtres d'ouvrage et ingénieristes, (DGPR et DGITM). 54

Recommandation 9. DGPR : Rappeler aux services instructeurs des PPRI que la prise en compte des infrastructures linéaires dans les PPRI doit intégrer pour la

définition de la carte d'aléa un scénario de rupture de ces ouvrages, sauf démonstration à apporter au cas par cas de leur résistance.....55

Recommandation 10. DHUP et DGPR : Imposer la consultation des autorités gemapiennes lors de l'élaboration ou de la révision des documents d'urbanisme concernant tout ou partie du bassin versant hydrauliques de leur compétence. 57

Recommandation 11. (MTES) : Imposer la consultation sur les ouvrages hydrauliques de transparence, des autorités gemapiennes lors de la conception de nouvelles infrastructures linéaires ou de projets d'urbanisme concernant tout ou partie du bassin versant hydraulique de leur compétence.....57

Introduction

Par courrier du 31 octobre 2019, la ministre de la transition écologique et solidaire a demandé à la vice-présidente du Conseil général de l'environnement et du développement durable (CGEDD) de réaliser une mission de retour d'expérience relative aux inondations survenues les 22 et 23 octobre 2019 dans les départements de l'Aude, de l'Hérault et des Pyrénées-Orientales, en s'intéressant essentiellement aux dommages subis par les infrastructures de transport et au rôle que celles-ci ont pu jouer dans le déroulement des événements. La lettre de commande précisait qu'une note d'étape était attendue portant essentiellement sur la gestion de crise et les mesures prises pour le retour à la normale.

La mission désignée pour effectuer ce retour d'expérience a organisé son travail en deux temps.

Une première étape exploratoire a été effectuée courant novembre. Elle a permis de recueillir les principaux éléments utiles à la rédaction de la note d'étape, tant auprès des administrations centrales concernées (direction générale des infrastructures de transport et de la mer (DGITM), direction générale de la prévention des risques (DGPR)), d'une part que des administrations du ministère de la transition écologique et solidaire (MTES) en région (direction régionale de l'aménagement, de l'environnement et du logement (DREAL) Occitanie) et des gestionnaires locaux d'infrastructures (Voies navigables de France (VNF), Autoroute du sud de la France (ASF), direction interrégionale des routes (DIR) Massif Central, Société nationale des chemins de fer (SNCF) d'autre part. La note d'étape a été transmise le 18 décembre 2019. Elle a décrit le phénomène et les principales dispositions prévues notamment pour rétablir la circulation ferroviaire, effective au 24 novembre 2019. Elle a également permis de montrer que les conséquences de l'événement avaient essentiellement touché le secteur de Villeneuve-lès-Béziers, notamment par le débordement des ruisseaux du Rec d'Arièges et du Saint-Victor, à l'origine de la rupture du remblai SNCF et précisé les investigations complémentaires à conduire début 2020 pour répondre entièrement à la commande.

Un nouveau déplacement sur site a ainsi été programmé en janvier 2020 en s'appuyant sur le préfet et les services départementaux de l'Hérault, territoire le plus concerné par l'événement, mais également les représentants des collectivités territoriales ainsi que de nouveaux contacts avec les opérateurs locaux et nationaux (Météo-France et IFSTTAR²). L'objectif de cette seconde phase et du rapport final est de tirer des enseignements plus complets de l'événement au bénéfice des acteurs locaux mais également d'essayer de dégager des pistes d'amélioration pouvant être étendues à l'arc méditerranéen voire au territoire national.

Le présent rapport adopte une présentation permettant de préciser ces deux points.

Le rapport décrit dans une première partie la situation locale. Cette partie récapitule les caractéristiques de l'événement hydrologique, en s'appuyant sur une étude hydraulique complète des bassins versants concernés par le Cerema, les désordres constatés sur les infrastructures du territoire et leurs interactions. Puis, la mission en déduit, plusieurs pistes locales d'amélioration sur des sujets divers (mise en œuvre d'un nouveau PAPI, révision du PPRI de Villeneuve-lès-Béziers et amélioration de la gestion de l'entretien des cours d'eau).

Dans une seconde partie sont présentées des conclusions plus générales pouvant être déduites de ce retour d'expérience. Est présentée, dans un chapitre dédié, complété par une annexe, une synthèse des informations existantes sur l'aggravation potentielle des inondations suite au changement climatique, la mission constatant que les éléments recueillis ne permettent pas vraiment de conclure de façon précise sur le sujet et donc d'en tirer des conséquences claires sur les meilleures modalités de prévention à mettre en place. Toutefois, la suite de la seconde partie du rapport propose, quelle que soit l'influence du changement climatique, plusieurs pistes d'amélioration qui portent

² IFSTTAR : Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux.

essentiellement sur la qualité (notamment en termes de connaissance de la fragilité du territoire vis-à-vis du risque inondation) une meilleure fluidité des échanges entre les différents acteurs qu'ils soient gestionnaires d'infrastructures, responsables de l'aménagement du territoire, autorités gemapiennes et services de l'État. Ces propositions découlent du constat fait par la mission du manque de communication entre ces différents acteurs sur le sujet, ainsi que de l'absence ou de l'insuffisance du partage d'informations ou de bonnes pratiques entre les différents opérateurs, notamment techniques.

A - Description de l'événement et de ses conséquences

1. Caractéristiques de l'épisode pluvieux méditerranéen des 23 et 24 octobre 2019 en termes hydrologiques et météorologiques sur la zone biterroise (cf. annexe 2)

Selon Météo-France³, un premier corps pluvio-orageux a traversé l'Hérault, dans l'après-midi du 22 octobre 2019, s'accompagnant de fortes intensités de pluie, en fin d'après-midi et début de soirée (35,2 mm sont relevés à la station pluviométrique de Béziers-Courtade entre 19 h et 20 h). Les cumuls de pluie observés sur les deux jours sur l'Ouest de l'Hérault sont compris entre 150 et 300 mm avec un maximum de 250 à 300 mm sur le secteur de Béziers. Le retour d'expérience conclut sur le fait qu'il s'agit d'un événement de pluviométrie exceptionnel avec des conséquences, pour la région de Béziers, principalement liées au phénomène de ruissellement, un peu comme l'a été la pluie du 29 septembre 2014 à Montpellier.

La mission observe que l'événement a été relativement ponctuel et n'a touché que le département de l'Hérault, dans sa partie la plus littorale. Le Cerema a réalisé une analyse de l'événement en associant à l'étude sa direction territoriale Méditerranée et sa direction technique Eau, mer et fleuves. Leurs premières conclusions ont été communiquées à la mission et portent notamment sur l'analyse hydrologique de l'événement et des lames d'eau qui se sont écoulées sur les bassins versants du Saint-Victor et du Rec d'Arièges, ainsi que sur le bassin versant du Rec d'Arièges après confluence avec le Saint-Victor, en aval de la voie ferrée et de l'autoroute. La comparaison avec des événements connus est effectuée dans le même rapport et aboutit à un récapitulatif permettant de les comparer avec l'événement d'octobre 2019 en termes de cumul pluviométrique uniquement.

Si l'événement d'octobre 2019 a été qualifié d'exceptionnel en termes de pluviométrie sur les bassins versants du Saint-Victor et du Rec d'Arièges, on constate toutefois que des événements similaires, voire plus importants sont intervenus au cours des quarante dernières années, celui d'octobre 1996 ayant même dépassé en quantité de pluie celui d'octobre 2019 avec les mêmes conséquences en termes notamment de submersion de la voie ferrée.

³ « Bilan à chaud - Événement météorologique du 22 au 23 octobre 2019.

2.1. SNCF - Portion du réseau ferroviaire affectée, désordres et hypothèse sur leur genèse

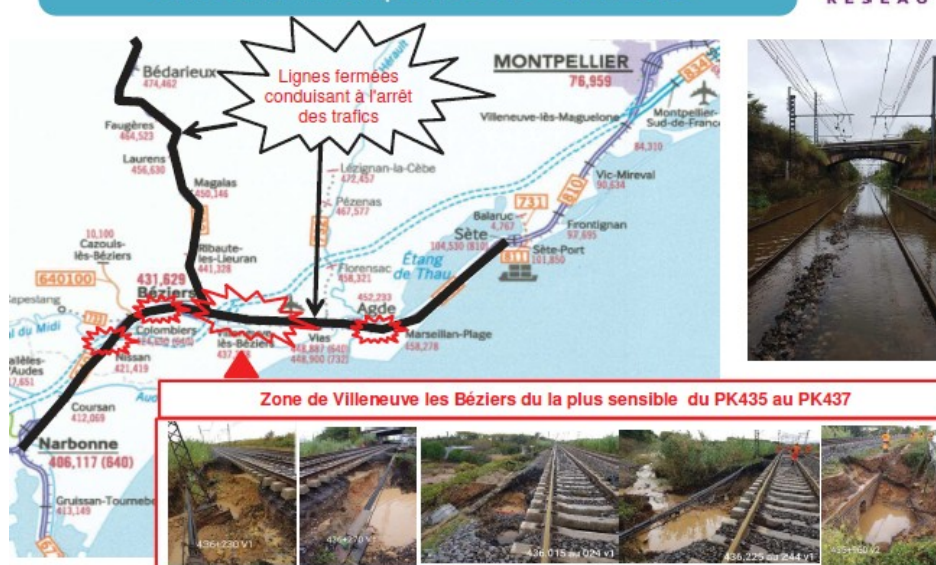
La ligne ferroviaire concernée est celle du réseau ferré structurant de l'axe qui va de Montpellier à Narbonne en passant par Sète, Agde et Béziers le long du littoral méditerranéen et qui donne ensuite accès soit au sud vers Perpignan et Barcelone en Espagne, soit vers Carcassonne puis Toulouse en remontant au Nord-Ouest. De ce fait, la rupture constatée revêtait une importance de portée nationale et européenne qui explique le déplacement de la ministre sur place très rapidement après l'événement.



Une interruption totale des circulations a été décidée sur le secteur de Béziers ce qui a conduit à interrompre les circulations vers Millau au nord, vers Narbonne à l'ouest et vers Sète à l'Est.

Un état plus précis de la situation a été produit par la direction de la zone de production sud-est de SNCF Réseau au lendemain de l'épisode.

Etat de la situation au 24 octobre (8h)
suite aux intempéries de BEZIERS



Le point de situation réalisé le 24 octobre 2019 énonce les constatations suivantes :

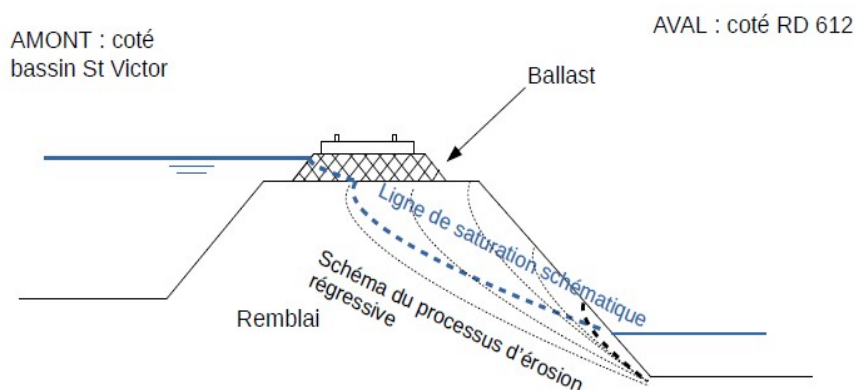
« À ce stade, **les premiers constats pour la zone Béziers / Sète** :

- 20 brèches (à savoir : la voie ferrée est « suspendue », et le support ballast / sous-couche / couche de forme a été emporté par les eaux) ont été identifiées sur les voies V1 et V2, précisément entre Béziers et Vias, sur une longueur enveloppe de 2 km environ ;
- les supports caténaires sont également endommagés ;
- les fondations d'ouvrages d'art, ainsi que la stabilité des remblais/déblais, doivent faire l'objet d'un complément de diagnostic. »

Les six photographies situées sur la vue de situation proposée par SNCF Réseau pour visualiser la zone la plus sensible au niveau de Villeneuve-lès-Béziers entre les points kilométriques (PK) 435 et 437 montrent que l'essentiel des désordres se situe au sud du remblai de la voie ferrée, ce qui conforte l'idée d'une large surverse de la voie sur une partie du tronçon de cette voie qui est de l'ordre de 2 kilomètres.

Le principe d'érosion régressive proposé par SNCF Réseau pour expliquer le mécanisme des dégradations du remblai est le suivant :

Schéma de principe de la genèse des dégradations du remblai SNCF



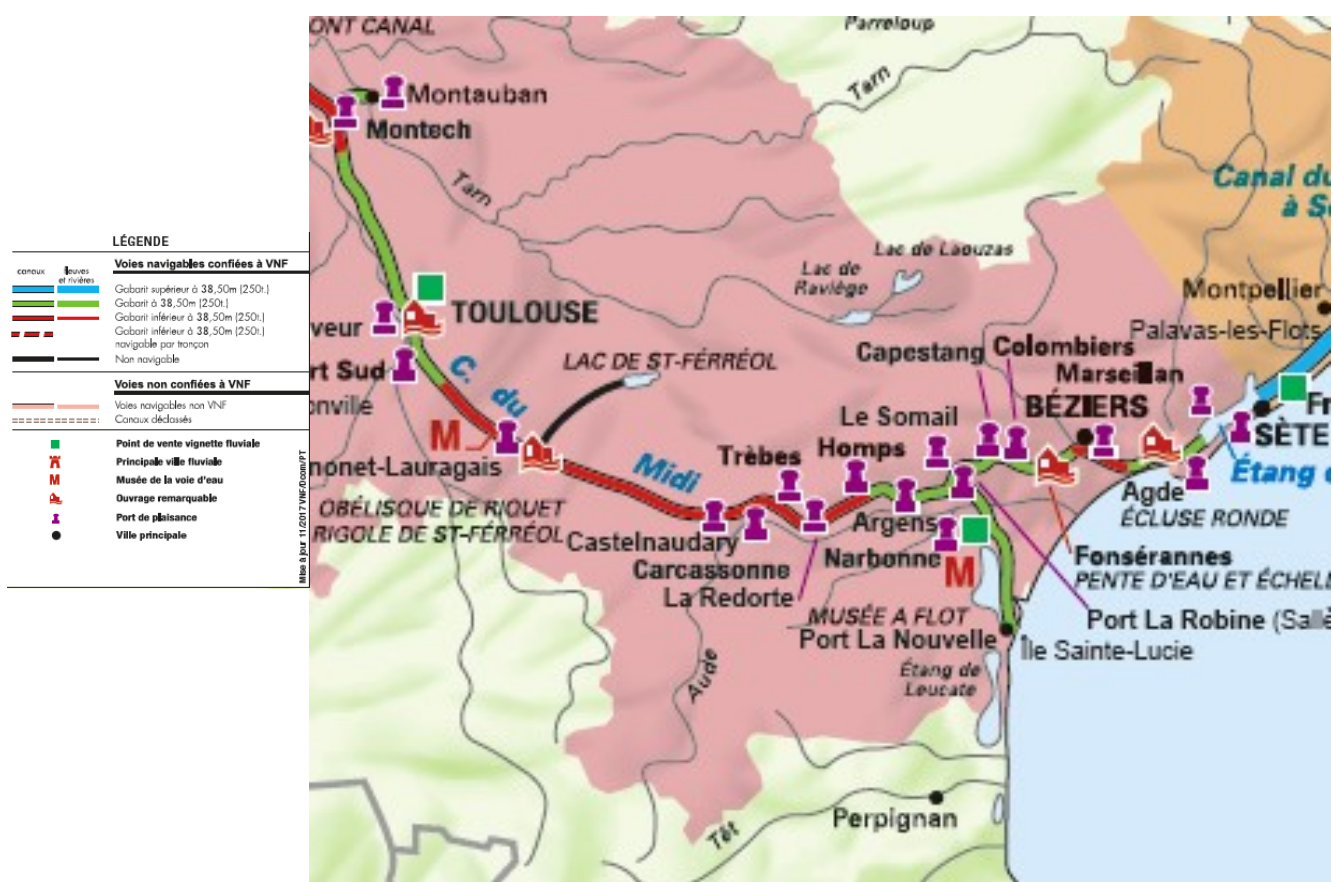
Le schéma est réaliste : il devrait expliquer la majorité des brèches, certains ayant suggéré un autre mécanisme de type renard lié à la mise en charge du remblai dans sa partie amont.

Le schéma présente toutefois un défaut de représentation : en effet, sur un linéaire assez important à l'amont du côté du bassin de Saint-Victor, le talus du remblai ne fait qu'un avec celui de la route permettant au centre de contrôle des poids lourds de faire évoluer ses véhicules ; de fait, la chaussée de cette route se situe exactement dans le prolongement horizontal de la partie supérieure du ballast de la voie ferrée ce que ne mentionne pas ce schéma de principe. La mission s'est d'ailleurs interrogée pour comprendre comment la route avait pu être réalisée sans séparation par rapport au talus du remblai ferroviaire et si la construction de cette route avait été autorisée mais sans obtenir

de réponse à ce sujet. Il semble que la contiguïté de la route et du remblai de la voie ferrée conforte la voie dans sa partie amont comme on le verra au chapitre 4.

2.2. VNF, les venues d'eau sur le canal du Midi et les débordements sur la commune de Villeneuve-les-Béziers

La zone concernée est la partie du canal du Midi qui part de Sète en direction de Carcassonne et de Toulouse et qui se situe à l'est de la pente d'eau et des écluses de Fonserannes comme l'illustre la carte de VNF de 2019 ci-dessous. Cette section est une section de canal de gabarit inférieur au gabarit Freycinet puisque la construction lui est bien antérieure (Riquet, puis Vauban au XVII^e siècle). De ce fait, comme cela sera développé au chapitre 3, la capacité de stockage hydraulique préventif liée à un abaissement du plan d'eau est très faible au regard des écoulements hydrauliques observés et ne peut à l'évidence empêcher les débordements du canal en période de pluie intense.



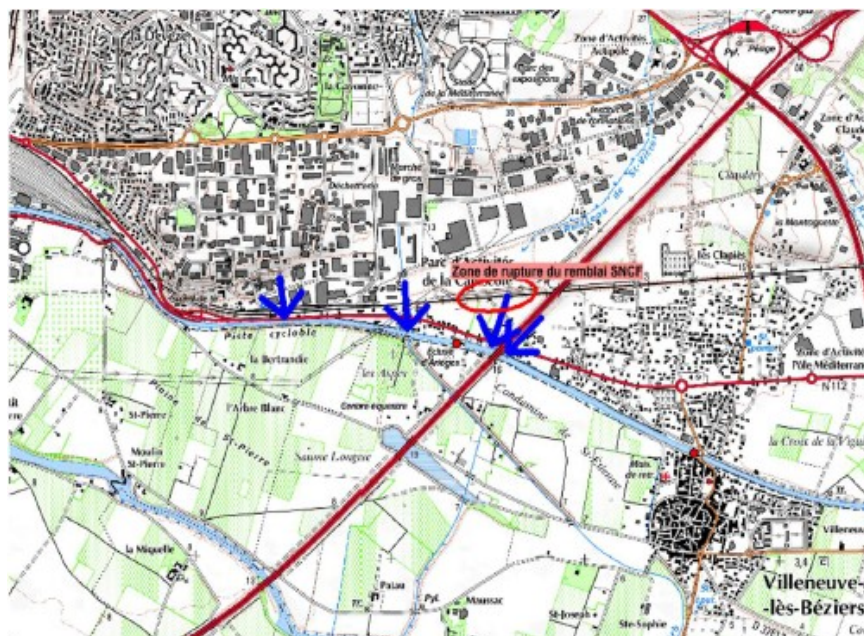
Source : Extraits de la carte « Bienvenue sur le réseau de VNF 2019 ».

Dans la zone concernée par les précipitations les plus intenses, le canal du Midi se situe juste au sud de la voie ferrée qui a été coupée lors de l'épisode pluvieux extrême. Des déversements hydrauliques se sont produits depuis la rive nord du canal qui ont engendré à leur tour des débordements sur la commune de Villeneuve-lès-Béziers. C'est ce qu'explique en détail la direction territoriale Sud-Ouest de VNF dans une note réalisée à l'attention de la mission à laquelle nous vous renvoyons en annexe.

Les mesures préventives d'abaissement de plan d'eau ont été adoptées au fur et à mesure de l'épisode et elles ont été complétées par la fermeture des portes de garde des ouvrages situés au contact des fleuves Aude et Hérault.

Elles ont conduit aussi, le 23 octobre 2019 entre 6 h 00 et 8 h 30, à ouvrir progressivement les vannes des écluses d'Arièges, de Villeneuve et de Fonserannes, si bien que les ouvrages étaient dans une configuration de transfert et d'évacuation maximale des volumes d'eau sur sa section à l'aval de Béziers.

À partir de 10 h 30 le 23 octobre 2019, suite à la rupture du remblai de la voie ferrée, des volumes d'eau très importants se sont déversés dans le canal (carte ci-dessous) générant une forte montée du niveau et le débordement à Villeneuve-lès-Béziers. Les débordements auraient duré environ deux heures selon VNF, jusqu'à 12 h 30.



*Schéma « arrivées d'eau dans le canal du Midi »
Source : (note du 27 novembre VNF/DT SO à la mission).*

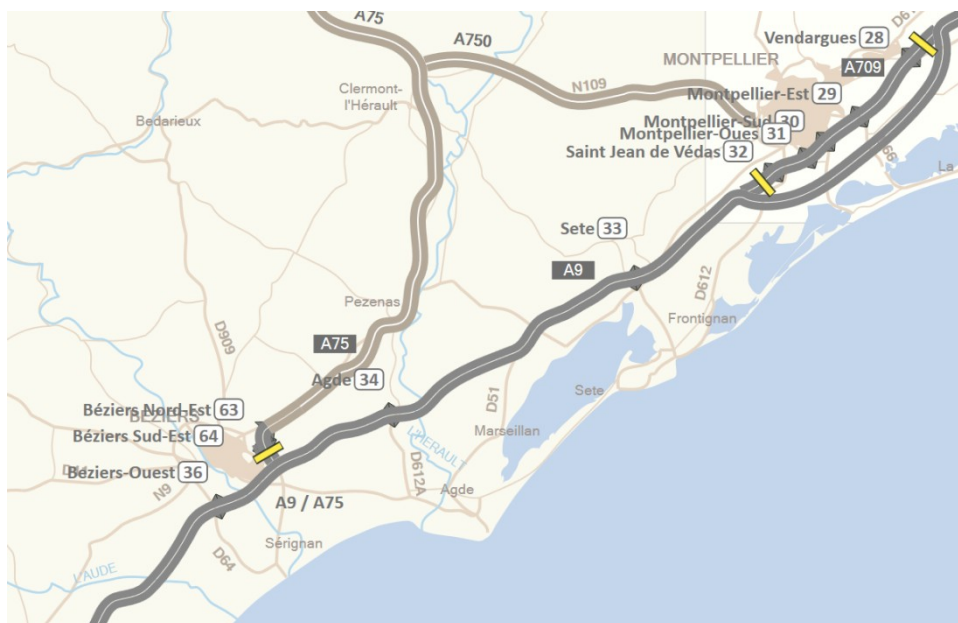
Lors de la visite de terrain effectuée au mois de janvier, la mission s'est rendue compte que le siphon situé sous le canal du Midi sur la commune de Villeneuve-les-Beziers qui avait été doublé d'une évacuation d'eaux pluviales réalisée à la demande de la commune. Ceux-ci étaient obstrués par de très nombreux débris comme on le voit sur la photo ci-dessous (réalisée par la DDTM 34-SATO-VCT-relevé de terrain réalisé par F. Savary).



Enfin la mission se doit de signaler qu'un épisode d'une intensité équivalente s'était déjà produit environ un an avant du 14 au 17 octobre 2018 dans le département de l'Aude et avait donné lieu à un « retour d'expérience » par une mission conjointe CGEDD/IGA⁴. Cette mission a notamment donné lieu à un travail collectif entre la DREAL, la DDTM⁵ de l'Aude et le SMMAR⁶. Comme il ressort de la contribution au retour d'expérience de la mission CGEDD/IGA déjà mentionné, VNF considère⁷ que, même si le canal du Midi n'a pas été conçu pour participer aux dispositifs de prévention des inondations, « *L'établissement est ouvert à participer à la gouvernance et au contenu des études hydrauliques à mener sur différents bassins versants de l'Aude, ainsi qu'à des adaptations, comme de nouveaux déversoirs, par exemple* ».

2.3. Autoroute A9

La zone concernée est limitrophe de la jonction autoroutière A 75 - A 9 et les interlocuteurs de la mission lui ont indiqué que le bassin de rétention autoroutier situé au nord-est de la zone d'activité de la Capiscole avait été conçu lors de l'aménagement du péage autoroutier à l'occasion du passage à deux fois trois voies de l'autoroute A 9 située à proximité de cette jonction.



« Situation des infrastructures autoroutières » Source :Vinci Autoroutes.

La mission a pu constater que les autoroutes avaient été assez peu impactées par l'épisode. Seule une coulée de boue s'est produite le long d'un remblai autoroutier qui a conduit à neutraliser temporairement deux voies de circulation et a engendré un bouchon de 2,5 km pendant l'épisode le 21 octobre 2019.

⁴ Rapport CGEDD n° 012561-P, IGA n° 18105-RP établi par Hugues AYPHASSORHO et Gilles PIPIEN (CGEDD) Isabelle GUION de MERITENS et Dominique LACROIX (IGA)-Mai 2019- « Retour d'expérience des inondations du 14 au 17 octobre 2018 dans l'Aude.

IGA : inspection générale de l'administration.

⁵ DDTM : direction départementale des territoires et de la mer.

⁶ SMMAR :Syndicat mixte des milieux aquatiques et des rivières.

⁷ Crues dans l'Aude-Retour d'expérience-VNF DT SO – 31 mars 2019.



« Axe A9 détaillé ». Source : Synoptique Vinci

2.4. RD 612 b

Les services du conseil départemental de l'Hérault en charge du réseau routier ont indiqué que cet épisode avait été assez marginal au niveau de la RD 612 b qui en revanche pose plus de question quant aux écoulements dans la basse vallée de l'Orb lorsque s'y produisent des crues importantes de cette rivière ce qui n'a pas été le cas lors de cet épisode.

2.5. DIR MC/DS

La direction interrégionale des Routes Massif Central-District sud a produit une note de synthèse intitulée « Retex inondations du 20 au 24 octobre 2019 ». Ces éléments sont assez détaillés mais ne donnent pas d'indication si ce n'est de fortes pluies sur l'A 75 le 23 octobre au niveau de Béziers-Servian : « pluies violentes à Servian/Béziers = A75 inondée au PR 327 (10 cm sur la chaussée) ainsi que d'autres restrictions de circulations plus au nord sur l'A 75 au Bosc au PR 281.

3. Description des mesures prises par les services en charge des inondations et des rétablissements des circulations et évaluation de leur efficacité

3.1. Méthodes de surveillance des gestionnaires d'infrastructures : SNCF, VNF, ASF

Pour ASF, une information sur la prévision de pluies importantes a été diffusée dès le 21 octobre 2019 à 16 h 00, à partir des éléments fournis par Météo-France. L'information est fournie par les panneaux à messages variables (PMV) qui indiquent aux automobilistes qu'il convient d'écouter la fréquence dédiée (107.7), avec une actualisation des messages au fur et à mesure de la connaissance (via un abonnement du gestionnaire) des éléments fournis par Météo-France. Le dispositif a été maintenu durant la totalité de l'épisode pluvieux.

VNF, a effectué préventivement des abaissements du niveau d'eau des biefs, de façon à pouvoir absorber éventuellement des arrivées d'eau extérieures. Cet abaissement qui ne saurait pas dépasser une quinzaine de centimètres par bief ne représente toutefois, au maximum, qu'un volume compris entre 6 000 et 10 000 m³ sans commune mesure avec le volume issu des pluies constatées sur la partie du bassin versant de l'Orb située en amont du canal (à titre indicatif la DREAL nous a indiqué que plus en amont le barrage des Monts d'Orb, qui appartient au conseil régional, a stocké environ 5 millions de m³ lors de cet épisode pluvieux).

L'arrêt de la navigation des bateaux a été effectif dès le 23 octobre à 9 h 00 sur l'ensemble du parcours Aude-Hérault.

Pour SNCF, la rupture du remblai a entraîné l'interruption totale de tous les trafics sur les deux voies, qu'il s'agisse de fret ou de voyageurs. La ligne concernée est utilisée par des TER⁸ Occitanie, mais également par les TGV⁹ (Paris-Perpignan) et les Intercités qui relient Bordeaux à Marseille.

- **Pour les Intercités**, la liaison a, en outre, été totalement interrompue pendant toute la durée des travaux sur le secteur est (liaison Marseille-Montpellier, compte tenu de l'impossibilité de disposer d'ateliers de maintenance curative adaptés sur cette section). Les liaisons entre Bordeaux et Narbonne ont été réduites en fréquence (trois aller-retours Bordeaux-Narbonne par jour et trois aller-retours Bordeaux-Toulouse contre huit aller-retours Bordeaux-Marseille habituellement. La substitution globale par bus n'a pas été mise en place, l'information fournie aux voyageurs étant de reporter leurs voyages. L'information relative à l'existence partielle de bus de substitution n'était pas donnée par les sites SNCF de façon à ne pas engorger le dispositif.
- **Pour les TER**, l'information sur les bus existants était fournie aux abonnés pour permettre essentiellement les déplacements pendulaires. Le trafic normal est de trente aller-retours Narbonne-Montpellier par jour pour environ 15 000 usagers. La substitution par autocar prévoyait au début huit autocars en rotation entre Narbonne et Montpellier, des navettes ferroviaires étant organisées de part et d'autre de la coupure.
- **Pour les TGV**, la circulation a été annoncée comme interrompue au-delà de Montpellier et les réservations fermées jusqu'au 2 décembre 2019. Un dispositif de substitution a été mis en place pour les TGV Paris-Perpignan et Paris-Figueras. Ont été ainsi prévus un TGV spécial Paris Montparnasse à Figueras pour la clientèle internationale et à destination de Perpignan via l'Atlantique (jusqu'au 4 novembre 2019), puis (du 5 au 24 novembre 2019) la mise en

⁸ TER : train express régional.

⁹ TGV : train à grande vitesse.

marche d'un TGV spécial Paris-gare de Lyon- Barcelone (un aller-retour quotidien) avec un transfert par autocar de Béziers à Montpellier sud ainsi qu'une substitution par bus sur les parcours origines entre Perpignan et Montpellier ou terminus entre Montpellier et Perpignan sur deux aller-retours quotidiens (jusqu'au 24 novembre inclus).

- **Pour le fret**, la circulation vers le sud a été totalement interrompue, la seule substitution possible étant via la façade Atlantique. Le dispositif SONAR a été activé pour faciliter la concrétisation des propositions de détournement sur la façade Atlantique (via Bordeaux et Toulouse) faites aux entreprises de fret ferroviaire.

3.2. Information à la presse

La direction régionale Occitanie de SNCF a organisé une première conférence de presse le 23 octobre 2019, diffusé un communiqué de presse le 24 octobre et organisé une nouvelle conférence de presse le 30 octobre. Au cours de cette dernière a été présenté un planning de reprise des circulations. Par ailleurs, une rencontre sur site avec les élus du territoire a été organisée le 15 novembre 2019, hors presse, pour présenter la situation et décrire les travaux envisagés.

3.3. Travaux d'urgence

Pour le rétablissement de la circulation, le choix a été fait par SNCF-Réseau d'une reconstruction à l'identique, sans modifier la transparence (ou non) hydraulique préexistante. Toute modification par rapport à l'existant aurait demandé des autorisations administratives et des études complémentaires dont la réalisation n'était pas compatible avec la nécessité de rétablir rapidement la circulation sur la ligne. Ces travaux n'ont pas fait l'objet d'un arrêté préfectoral de travaux d'urgence. Toutefois, les travaux auraient été réalisés pour pouvoir permettre une modification ultérieure si celle-ci était rendue nécessaire, une fois que les études hydrauliques demandées par la DDTM sur l'ensemble du bassin versant (13 à 15 km²) auront été réalisées.

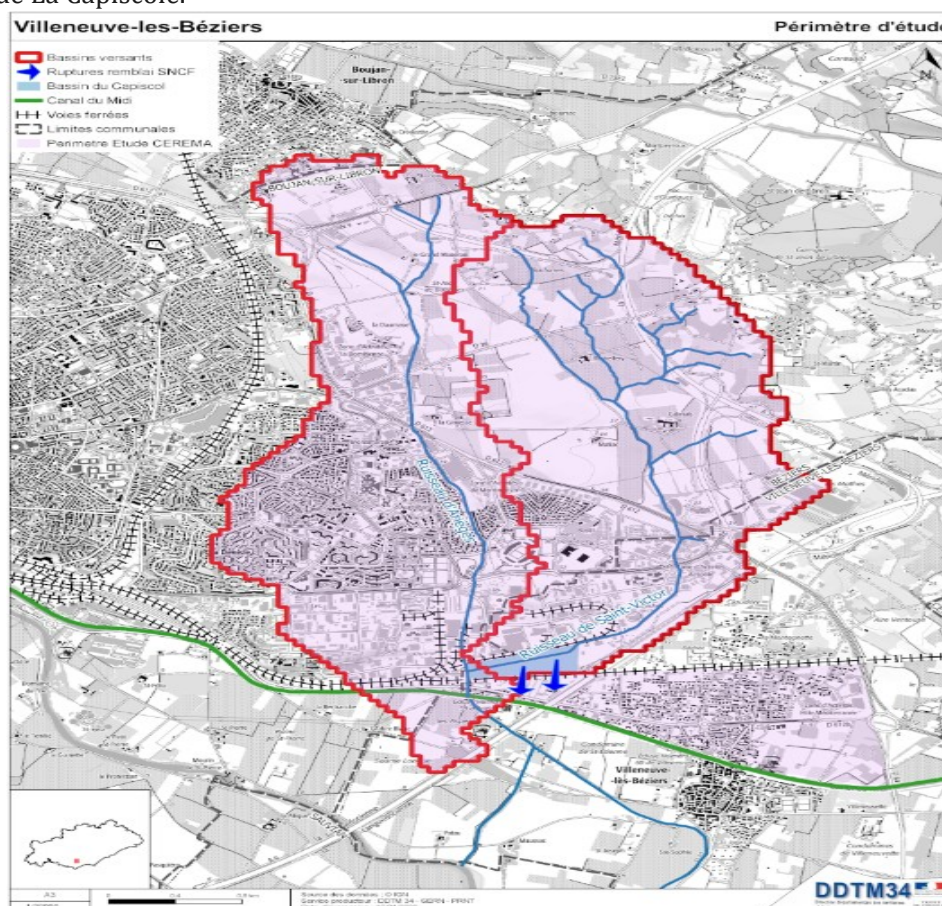
Les travaux ont demandé la dépose des voies et des caténaires, le transfert de différents réseaux (téléphonie, etc.) circulant le long de la voie et la nécessité de démonter et de reconstituer le remblai, puis la réalisation des essais de résistance. Les travaux ont été réalisés en 3 x 8. Initialement, la reprise des circulations était prévue sur une voie à 40 km/h le 25 novembre 2019 et sur l'autre voie une semaine plus tard, avant de pouvoir reprendre dans un troisième temps la circulation à 100 km/h. En fait, le résultat des essais a permis la reprise de la circulation sur les deux voies à 100 km/h dès le 25 novembre pour l'ensemble des circulations signant le retour à la normale pour le transport ferroviaire.

4. Compréhension fine des écoulements hydrauliques au niveau des infrastructures de transport majeures qui traversent la commune de Villeneuve-Lès-Béziers

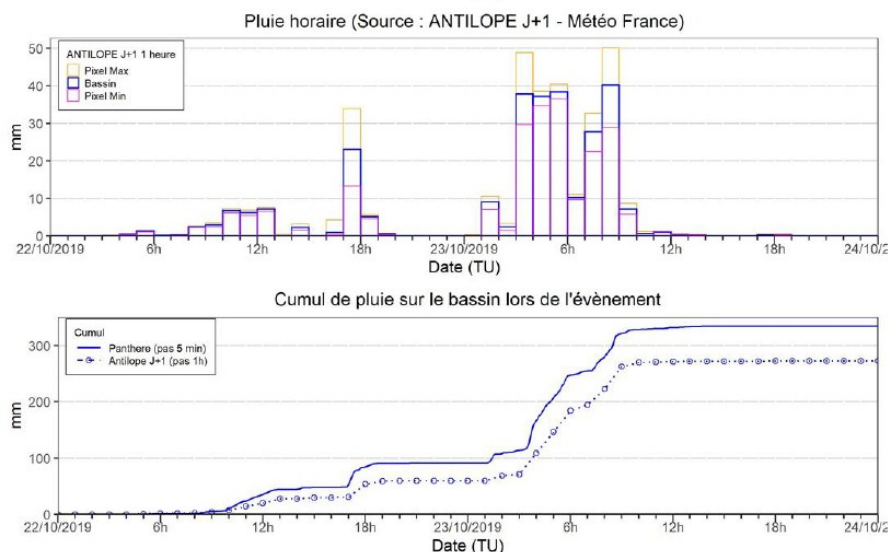
La Dreal Occitanie a demandé au Cerema de mener une étude complète de l'épisode pluvieux destinée à mieux comprendre le fonctionnement hydraulique de la zone concernée. La mission a pu avoir accès à des rapports intermédiaires de cette mission qui éclairent un certain nombre de questions relatives aux écoulements hydrauliques lors de cet épisode. Nous nous proposons de les évoquer autour des sujets suivants : l'hydrologie des ruisseaux du Rec d'Arièges et de Saint-Victor (4-1), la question de la capacité des bassins de rétention de La Capiscole et de l'autoroute (4-2), l'explication relative aux causes de rupture du remblai de la voie ferrée et de surverse du Canal du Midi (4-3) et la question des ouvrages assurant la transparence hydraulique des infrastructures concernées (4-4).

4.1. Considérations hydrologiques et hydrauliques sur l'épisode de crue des ruisseaux du Rec d'Arièges et de Saint-Victor

Les bassins versants des deux ruisseaux sont figurés dans la carte ci-dessous établie par la DDTM 34 : elle montre que les deux bassins versants sont du même ordre de grandeur : 5,5 km² pour le Rec d'Arièges jusqu'à la confluence avec le ruisseau de Saint-Victor qui fait 6 km². En revanche la pente moyenne du Rec d'Arièges est une peu plus forte (1,5 %) que celle du ruisseau de Saint-Victor (1,21 %) avec une pente équivalente dans la partie amont du bassin 1,5 % et plus faible dans la partie aval 0,62 % ce qu'illustre assez bien la courbure qui longe l'autoroute et traverse le bassin de rétention de La Capiscole.



L'événement pluvieux considéré peut être analysé en trois phases successives qui représentent un cumul de pluies de 270 mm en 36 heures, comme l'illustre le cumul de pluie sur le bassin ci-dessous.



Par ailleurs, les volumes d'eau correspondants sont estimés à 1 600 000 m³ pour chacun des deux bassins versants jusqu'à la confluence des deux ruisseaux et à 3 400 000 m³ à l'aval de l'autoroute après la confluence.

4.2. Capacité des bassins de rétention de La Capiscole et de l'autoroute A9

La capacité de stockage du bassin de rétention de La Capiscole réalisé en 1981 se situe selon le Cerema autour de 300 000 m³ à 350 000 m³, ce qui correspond en gros à 4 mètres d'eau sur 8 330 m² (identifiés dans le plan local d'urbanisme -PLU-). Ce volume est généralement considéré comme permettant au mieux de stocker une crue trentennale des deux cours d'eau.

Une étude de 2013 a été réalisée pour le compte de la commune de Villeneuve-lès-Béziers sur le fonctionnement du bassin de rétention à la confluence des deux ruisseaux, qui était destinée à évaluer l'impact de la réalisation de panneaux solaires sur pieux dans le bassin.

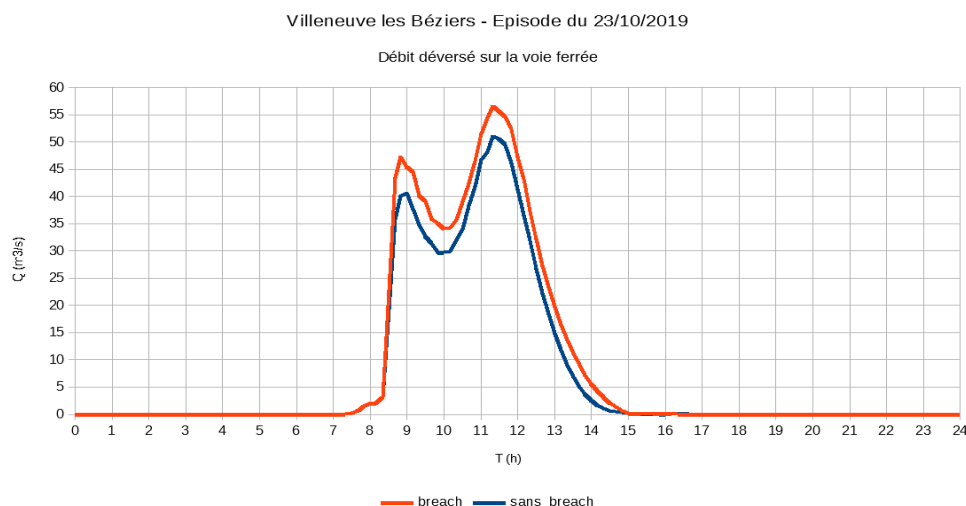
La mission retient quelques éléments qu'en a extraits le Cerema :

- le fonctionnement hydraulique du bassin pour les crues courantes assure l'écoulement parallèle au bassin du Rec d'Arièges et le stockage des volumes du Saint-Victor dans le bassin doté d'un clapet antiretour au niveau de la confluence ;
- en crue centennale du ruisseau de Saint-Victor, la voie ferrée est le principal exutoire des débits puisque la capacité de rétention est insuffisante : en effet comme les deux extrémités ouest vers le siphon du canal du Midi et est vers l'A9 sont insuffisantes et que la cote du terrain au sud de la voie ferrée est plus basse d'un mètre qu'en amont, **c'est bien la voie ferrée qui est le « point de contrôle » hydraulique principal dans ce secteur.**

Cette situation est connue de longue date : en effet l'étude réalisée par le Laboratoire hydrologique de la Méditerranée (LHM) en 1990 suite aux inondations dans le secteur d'octobre 1986 montre, d'une part, que le bassin de La Capiscole a permis d'écarter la crue de l'ordre de 10 % et, d'autre part, **qu'il s'est déjà produit à cette date une submersion de la voie ferrée engendrant de sérieuses questions de sécurité.** La réduction de ce type de risque passe en

premier lieu par un entretien très régulier des ruisseaux au niveau des franchissements des infrastructures puis, à l'aval, par le maintien en permanence du niveau supérieur des sédiments stockés dans la retenue sous la cote 7,20 NGF¹⁰, pour ne pas obérer la capacité de stockage par les inévitables arrivées de sédiments avec ces crues. Quant à l'option d'augmenter de façon significative la capacité de rétention, elle ne peut être aisément obtenue, car il faudrait plus que doubler la capacité du bassin de rétention en passant à 700 000m³.

Le débit de surverse modélisé par le Cerema figure ci-dessous avec ou sans intégration des brèches :



Pour l'autoroute A9, le bassin de rétention BD 88 réalisé lors de la réalisation du péage autoroutier a donné lieu à un compte rendu de visite adressé par Vinci à la DDTM 34.

« **Les constats sont :**

- **bon état général du bassin BD 88 collectant l'impluvium autoroutier qui a subi pour sa partie aval un débordement sans impact sur sa géométrie, l'orifice du siphon ayant été obstrué, suite à l'éboulement du remblai de la voie ferrée ;**
- **état normal de la buse en siphon sous la voie ferrée constatée par passage caméra diligenté par la SNCF. »**

Le sujet de préoccupation est celui de l'obstruction du siphon dont la cause mentionnée serait la conséquence de la rupture du remblai. Le Cerema ne l'a pas modélisé, dans la mesure où il ne disposait pas de ses caractéristiques physiques et qu'il estimait son rôle comme étant du second ordre par rapport aux écoulements hydrauliques principaux.

4.3. Analyse des causes de rupture du remblai de la voie ferrée et de surverse du Canal du Midi

Les éléments précédents nous permettent d'esquisser assez raisonnablement le scénario de rupture du remblai et de débordement par surverse dans le canal du Midi.

L'intensité des précipitations dans la matinée du 23 octobre 2019 a été très exceptionnelle, notamment entre six heures du matin et midi. Il est possible que le bassin de La Capiscol se soit déjà

¹⁰ NGF : nivellement général de la France.

rempli en grande partie lors de la première phase de la crue le jour et la nuit précédents. Après, sa capacité de rétention est insuffisante pour une pluie rare.

L'exutoire situé à l'ouest du tronçon considéré au niveau de l'écoulement du Rec d'Arièges, au lieu d'évacuer 30 m³/s, n'a évacué que quelques m³/s. Celui situé à l'est, au niveau du siphon de l'exutoire du bassin de rétention BD 88, était inopérant car obstrué. La surverse au-dessus de la voie ferrée est devenue inévitable.

La conclusion de l'étude hydraulique du Cerema sur la surverse sur la voie ferrée est la suivante : « On constate aussi qu'il y a bien déversement sur la voie ferrée avec un débit de l'ordre de 50 m³/s en pointe pour une brèche d'une longueur d'environ 100 m. » La modélisation confirme que ce déversement s'est produit principalement entre 10 heures et 13 heures.

Les brèches qui se sont produites à la suite de la surverse ne s'étaient, semble-t-il, pas produites en 1986 malgré la surverse sur la voie ferrée, sans doute en raison de pluies intenses moins concentrées. L'explication du mécanisme de rupture par érosion régressive proposé par SNCF-Réseau semble le plus probable sans qu'on puisse totalement exclure des phénomènes de renard.

Contrairement à l'appréciation qu'a pu en avoir dans un premier temps la mission, la route servant de piste d'essai au centre de contrôle routier des poids lourds a dû contribuer à consolider le remblai de la voie ferrée dans sa partie amont, mais le risque de surverse étant déjà connu, il est étonnant que des dispositions de protection du remblai dans la partie aval au sud n'aient pas été mises en œuvre après les crues de 1986.

Par ailleurs, le Cerema a complété l'analyse des déversements au sud de la voie ferrée :

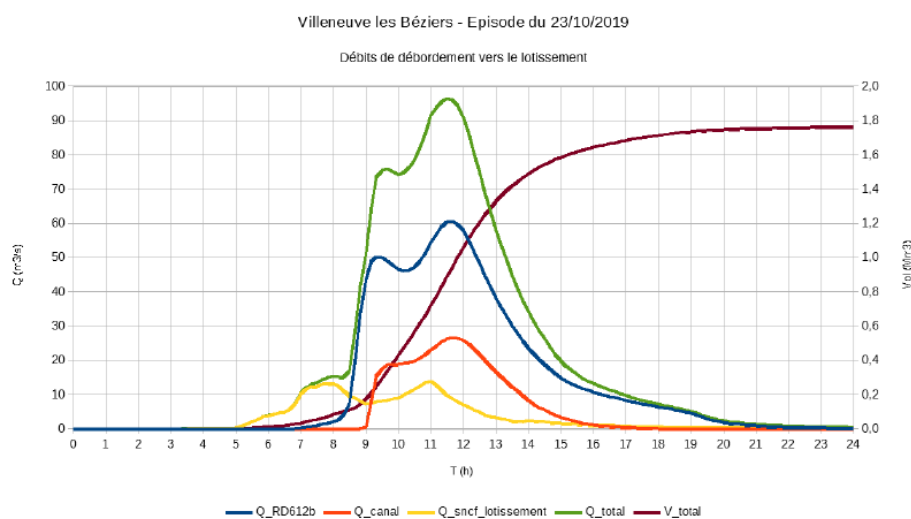


Figure 7 – Débits de débordement

Il constate ainsi que la RD 612 b a vu passer un débit de pointe de l'ordre de 60 m³/s qui s'est dirigé vers le lotissement de la Croix de Viguiérie sans doute en déversant en partie dans le canal du Midi et que le débit de débordement dans le canal à l'amont de l'écluse de Villeneuve a pu atteindre 25 m³/s.

Les manœuvres de VNF sur le canal du Midi ont été, elles aussi, modélisées avec un débit maximal de transit de l'ordre de 8 m³/s avec les vannes de dérivation et les vantaux des écluses, ce qui est compatible avec les indications de VNF, d'une capacité de transit comprise entre 30 000 et 40 000 m³/jour, soit environ 8,3 à 11 m³/s, très en deçà des débits de pointe calculés.

4.4. Transparence hydraulique des infrastructures concernées

La question sous-jacente du maintien d'un niveau satisfaisant de transparence hydraulique des infrastructures est implicitement posée par l'évolution des bassins versants traversés.

Elle soulève en fait trois sujets :

- celui de l'entretien des ouvrages de type siphon ou section assurant cette transparence,
- celui de l'évolution des conditions d'écoulement aux abords immédiats des ouvrages,
- celui de l'imperméabilisation des bassins versants.

Dans le cas d'espèce de Villeneuve-Lès-Béziers, force est de constater qu'indépendamment de cette question de transparence hydraulique, la capacité de rétention du bassin de La Capiscole étant limitée à une crue au maximum trentennale, on aurait eu de toute façon une surverse sur la voie ferrée.

La mission constate un sujet crucial d'entretien des abords du siphon encombré par des détritiques qui ont limité sa débitance. Dans la partie aval, selon le Cerema, la topographie au niveau du siphon du canal du Midi mérite d'être affinée, car la débitance du siphon serait très inférieure à celle prise en compte par le LHM en 1990. Le LHM avait d'ailleurs donné un ordre de grandeur en estimant qu'un bon entretien double la débitance par rapport à un entretien insuffisant.

L'imperméabilisation des bassins versants doit jouer sur le temps de concentration mais sans doute de façon assez marginale pour des pluies aussi intenses que celles observées.

Nous reviendrons plus complètement sur ce sujet au chapitre 9.

5. Propositions de mesures susceptibles de limiter les dommages ou les incidences d'événements analogues sur la zone de Béziers :

5.1. L'intérêt d'élaborer un nouveau PAPI

Le syndicat mixte des vallées de l'Orb et du Libron (SMVOL), labellisé EPTB¹¹ en 2009, a porté deux PAPI (PAPI 1 de 2004 à 2011 et PAPI 2 à partir de 2012) sur le bassin versant de ces deux cours d'eaux côtiers, le PAPI 2 ayant élargi son périmètre d'action au Libron et au littoral, le premier s'étant essentiellement intéressé à l'Orb.

Les priorités du PAPI 2, au-delà de la protection des zones densément bâties du delta de l'Orb et la réduction de la vulnérabilité des enjeux existants, portaient notamment sur la prise en compte des risques d'inondation dans l'aménagement du territoire. L'avis de la commission mixte inondation sur le projet de PAPI 2 recommandait notamment au porteur de projet de renforcer les liens entre les instances portant les deux grands projets d'aménagement du territoire (SCoT¹² du Biterrois et Pays Haut-Languedoc et vignobles).

Le PAPI 2 a traité en priorité les impacts de l'Orb, avec notamment des travaux d'amélioration de l'hydraulicité. Un projet de protection rapprochée de Villeneuve-lès-Béziers contre les crues de l'Orb a été étudié dans ce cadre mais non mis en œuvre.

Les services locaux de l'État ont indiqué à la mission que les deux PAPI successifs étaient considérés comme achevés et que leur conduite par l'EPTB avait été très pertinente. Ils ont toutefois noté que ces programmes s'étaient essentiellement intéressés aux secteurs immédiatement impactés par des débordements des deux cours d'eau principaux sans réellement prendre en compte la zone intermédiaire qui vient d'être touchée par les inondations d'octobre 2019.

L'EPTB Orb-Libron a déjà affiché son intention d'engager une démarche de PAPI 3 en 2020. La question de la répartition des actions se pose.

La Communauté d'agglomération Béziers Méditerranée possédant la compétence « *gestion des eaux pluviales urbaines* » et « *GEMAPI*¹³ » est, de fait, légitime pour coordonner une réflexion associant tous les gestionnaires d'infrastructures pour identifier des pistes d'amélioration. La prise de compétence « *eaux pluviales* » est très récente (1^{er} janvier 2020). Une définition des travaux à faire sur Béziers et Villeneuve-lès-Béziers est prévue en 2020 et 2021. Par ailleurs un programme pluriannuel d'entretien des fleuves Orb et Libron sur le territoire de la CABM vient de faire l'objet d'une déclaration d'intérêt général. La CABM a notamment identifié le besoin d'un entretien renforcé sur les ruisseaux de Saint-Victor et du Rec d'Arièges et a adressé un courrier en ce sens aux services de l'État à l'issue de l'enquête publique de la déclaration d'intérêt général (DIG)¹⁴.

L'étude hydraulique en cours par le Cerema devra servir de base à la réflexion sur les choix d'un PAPI 3, pour ce qui concerne ces deux ruisseaux non pris en compte à ce jour. Des premières observations faites, il ressort que la capacité du bassin de rétention de la ZAC de la Capiscole ne permet pas de gérer les crues importantes des deux ruisseaux (qui sont concomitantes vu la proximité des deux bassins versants), dès lors que les conditions de transparence hydraulique sous

¹¹ ETPB : établissement public territorial de bassin.

¹² SCoT : schéma de cohérence territoriale.

¹³ GEMAPI : gestion des milieux aquatiques et prévention des inondations.

¹⁴ La procédure de DIG permet, après enquête publique et autorisation préfectorale aux collectivités compétentes de prendre en charge l'entretien des cours d'eau en lieu et place des riverains.

la voie ferrée (après confluence des deux ruisseaux), puis au niveau du Canal du Midi ne permettent pas l'évacuation de la totalité des eaux.

L'observation de la carte de Cassini ad hoc montre que le cours initial du Saint-Victor rejoignait déjà le Rec d'Arièges en amont de la voie ferrée. La confluence des deux ruisseaux s'écoule ensuite sous la voie ferrée par le pont-cadre actuel et rejoint ensuite l'Orb.

L'obstruction des deux ouvrages successifs de transparence hydraulique de la voie ferrée et du Canal du Midi conjuguée au remplissage du bassin de rétention et à sa capacité limitée (trentennale) ont conduit au débordement. Cela a donné lieu à une surverse au-dessus de la voie ferrée (constatée en 1986 et 2019). L'insuffisance de transparence est aggravée par des phénomènes d'embâcles au niveau du pont-cadre du Rec d'Arièges sous la voie ferrée, le Rec venant dans ces conditions déborder dans le bassin de la ZAC sur sa rive gauche. Les solutions à étudier supposeront, de toutes façons, une amélioration de l'entretien du Rec (qui semble actée compte tenu de la DIG prévue), mais également la vérification régulière du non encombrement du bassin de rétention par les stockages des activités voisines dont l'état d'entretien n'est pas satisfaisant (ICPE¹⁵ diverses, etc.).

Dans la situation physique actuelle, la capacité du bassin de rétention ne permet pas de gérer une crue des deux ruisseaux au-delà de la crue trentennale et une augmentation de cette capacité ne semble pas techniquement réalisable.

Les scénarios du PAPI 3 sur ce secteur devront donc choisir entre le maintien de cette situation, en s'orientant essentiellement vers une gestion des territoires inondés limitant les dégâts ou une tentative d'améliorer la résilience à des crues de fréquence plus rare. Dans la seconde hypothèse, en sus du respect des conditions d'entretien, il conviendra de réfléchir, éventuellement en les combinant, à un travail de rétention des eaux, notamment du Saint-Victor en amont de la ZAC de La Capiscole, et à une amélioration de la transparence hydraulique sous la voie ferrée. Pour cette seconde hypothèse, il n'a toutefois de sens que si l'étude hydraulique démontre que les secteurs en aval sont en capacité d'évacuer l'eau supplémentaire y arrivant, posant ainsi la capacité hydraulique du siphon sous le canal du Midi. Par ailleurs, le PAPI devra également traiter le scénario de rupture totale du remblai et identifier¹⁶ des secteurs équivalents à celui de l'expertise où les mêmes causes (pluie localisée, imperméabilisation amont, ruissellement) pourraient produire les mêmes effets cumulés à l'aval. Il ne faudra pas éluder dans ces études l'hypothèse, qui devrait toutefois être exceptionnelle, les temps de concentration étant différents, le Rec d'Arièges finissant dans l'Orb, d'une crue simultanée de l'Orb et des deux ruisseaux, sans doute en affinant ce que représente en termes de période de retour une crue simultanée de l'Orb et des deux ruisseaux.

Concernant la gouvernance, il semblerait logique qu'un PAPI3 soit porté par l'EPTB compte tenu d'une part de sa couverture totale du bassin versant (y compris le secteur concerné par le présent rapport), d'autre part de l'expérience satisfaisante des PAPI précédents. L'EPTB Orb-Libron devra animer le dialogue entre le GEMAPIEN (CABM), les gestionnaires d'infrastructures, l'État et d'autres acteurs éventuellement.

Le GEMAPIEN, la CABM en l'espèce, sera maître d'ouvrage des travaux qui visent spécifiquement le secteur de l'expertise et éventuellement d'autres secteurs identifiés dans le PAPI.

Recommandation 1. Mettre en œuvre un PAPI3 prenant en compte les ruisseaux du Saint-Victor et du Rec d'Arièges, construit en étroite collaboration avec l'ensemble des acteurs du territoire et notamment les gestionnaires des infrastructures de transport.

¹⁵ ICPE : installation classée pour la protection de l'environnement.

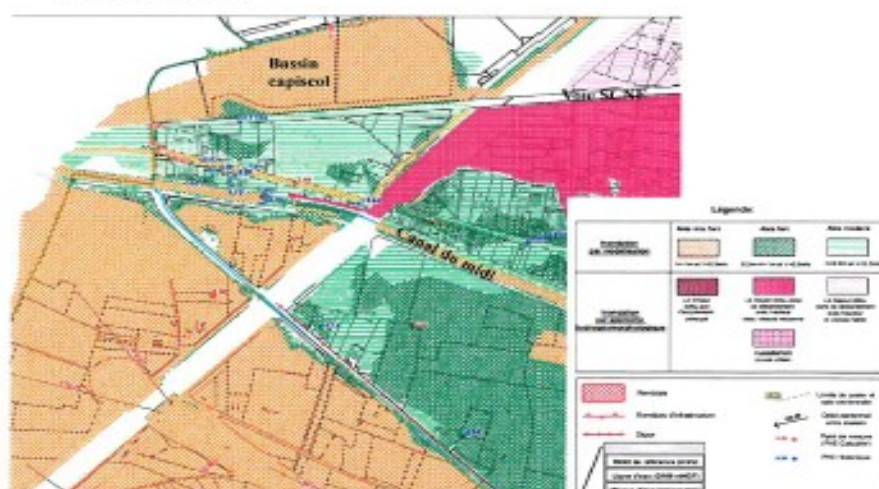
¹⁶ Certains ont pu être identifiés grâce aux études menées pour le schéma directeur d'assainissement pluvial de la CABM.

5.2. La nécessaire révision du PPRI de Villeneuve-lès-Béziers

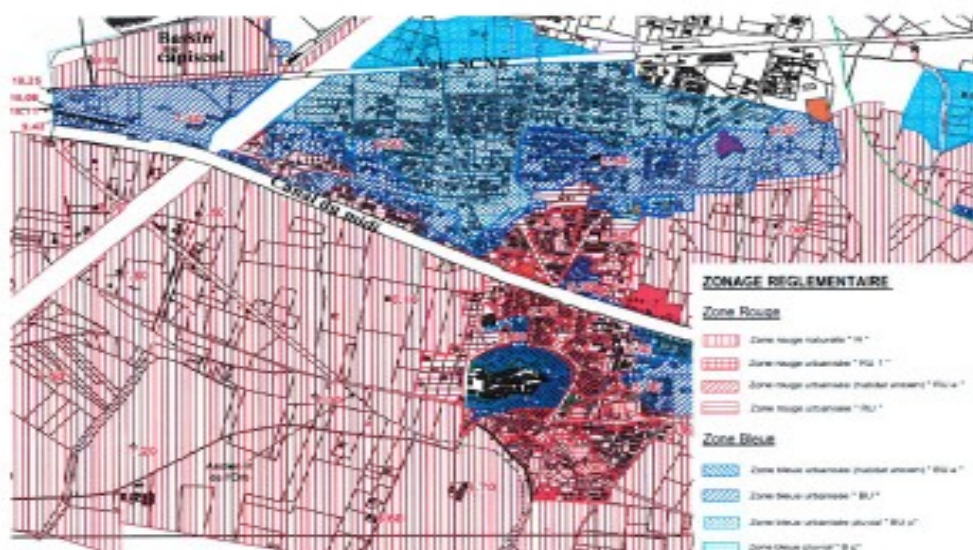
La commune de Villeneuve-lès-Béziers bénéficie d'un PPR¹⁷ qui traite à la fois des risques de mouvement de terrain et des risques d'inondation par les principaux cours d'eau de la commune, à savoir l'Orb et ses principaux affluents, dont les deux ruisseaux en question. La mission souhaite développer la réflexion sur la prise en compte des infrastructures de transport dans la modélisation des PPRI plus que sur la révision de celui-ci du fait d'un événement plus important que celui servant antérieurement de référence.

Le PPRI cartographie les écoulements à l'aval de la voie ferrée et du canal du Midi, tant dans la carte d'aléa que dans le zonage réglementaire. La zone située en aval immédiat de la voie ferrée est en aléa modéré, la zone située en aval du canal du Midi est en zone d'aléa fort.

Extrait carte aléa PPRI



Extrait carte zonage PPRI



¹⁷ PPR : plan de prévention des risques.

Le PPRI a été établi en considérant les ouvrages de franchissement et le bassin de La Capiscole comme sous-dimensionnés et en prenant en compte les déversements sur la voie ferrée, sans rupture. Le rapport de présentation du PPRI indique ces éléments :

« l'ouvrage SNCF qui se situe à l'aval immédiat du bassin de rétention (après la confluence historique du Saint-Victor et du Rec d'Arièges) est insuffisant pour les crues importantes. La capacité de cet ouvrage est estimée à 34 m³/s selon l'étude hydrologique réalisée par LHM pour la ville de Béziers en 1990. Au niveau de cet ouvrage, le débit est porté à 49 m³/s, car il prend en compte le débit qui transite au-dessus de l'ouvrage. Le débit qui ne peut transiter par l'ouvrage déverse donc par-dessus la voie SNCF qui se trouve à des cotes comprises entre 11,27 m NGF et 11,32 m NGF. La cote de déversement est de 11,58 m NGF ce qui représente une lame d'eau d'environ 25 cm au-dessus de la voie SNCF ». Le même rapport précise que « le bassin de rétention situé à l'aval du Saint-Victor est largement insuffisant face à une crue centennale... Son dysfonctionnement est observé dès l'occurrence 40 ans. Le dispositif de contrôle du bassin (clapet de 2,10 m sur 2,20 m) est noyé tout comme une partie du mur qui sépare le ruisseau d'Arièges du bassin de rétention. ».

La DDTM a indiqué à la mission que le PPR a été réalisé (en 2007) en suivant les indications du guide méthodologique national qui « ne traite que sommairement du cas des ouvrages de protection et des infrastructures linéaires » et du guide d'élaboration des PPRI en Languedoc-Roussillon de 2003 qui traite des ouvrages de protection sans aborder la question des infrastructures qui font obstacle aux écoulements. La circulaire du 30 avril 2002 précise toutefois la position de l'État en matière d'urbanisation dans les zones endiguées soumises à un risque d'inondation rappelait qu'il « convient d'afficher clairement l'aléa et le risque lié soit au dépassement de l'inondation pour laquelle la digue a été conçue soit au dysfonctionnement de l'ouvrage » et notait qu'il « convient de cesser de considérer comme des digues de protection des remblais des ouvrages conçus et réalisés pour d'autres objectifs (infrastructures de transport, chemins piétonniers), hormis lorsqu'ils ont été conçus spécifiquement à cet effet ».

Dans le cas du PPRI de Villeneuve-lès-Béziers, la rupture du remblai SNCF n'a pas été intégrée dans les scénarios, l'argument utilisé étant que « la configuration topographique des lieux ne permettait pas de présupposer cette rupture suite à un déversement sur celui-ci ». Le PPRI a pris une option considérant la voie ferrée comme un ouvrage linéaire résistant à la surverse du scénario dans le PPRI. De ce fait, le terrain situé en contrebas de la voie, à son aval hydraulique a été classé en aléa modéré en considérant qu'il ne recevait que les eaux liées à la surverse.

Le PPR sera revu en intégrant cette possibilité de rupture, dès lors qu'il n'a pas résisté à une surverse intervenant pour des événements inférieurs à la crue centennale. Logiquement, la même méthode devrait être retenue pour la digue du bassin de La Capiscole, le scénario devant intégrer, selon des modalités à préciser, l'éventualité de la rupture de la digue de ce bassin et de celle du remblai SNCF. Selon les éléments fournis par le Cerema et par la DDTM, la présence de l'infrastructure routière située entre la digue du bassin et le remblai SNCF ne joue pas de rôle aggravant et peut même être considérée comme renforçant la capacité du remblai SNCF à résister à la crue. Pour la mission, le réhaussement de cette piste, réalisé a priori (le gestionnaire actuel de la piste n'ayant pas donné suite à notre sollicitation d'information) à une date où elle était propriété de l'État a pour effet d'amener les eaux après surverse de la digue du bassin immédiatement au niveau altimétrique du ballast, ce qui ne semble pas particulièrement pertinent pour la capacité de celui-ci à résister à la crue (même sans rupture du remblai). La mission n'a pas pu obtenir d'information sur les modalités de réalisation de ce réhaussement de la part de la DREAL ou de la DDT, ni des résultats d'une éventuelle consultation de SNCF-Réseau au moment de cette réalisation.

Recommandation 2. DDTM : Demander à la CABM et à SNCF-Réseau de vérifier le rôle précis joué par la piste du centre d'agrément des véhicules compte tenu de son niveau altimétrique par rapport à une surverse de la voie ferrée.

5.3. Les obligations en matière d'entretien des cours d'eau

Dans le cadre de la mission, nous avons pu nous rendre compte que de nombreuses zones d'expansion possible des ruisseaux du Rec d'Arièges et de Saint Victor en cas de pluie extrême sont encombrées et que l'entretien du bassin de rétention des eaux pluviales de la Capiscole mérite d'être amélioré. Même si l'imperméabilisation n'a que peu d'effets sur les crues extrêmes, seules les premières pluies pouvant s'infiltrer, la mission ne peut que constater les facteurs aggravants que représentent des imperméabilisations non compensées, des défauts d'entretien des cours d'eau concernés ou de leurs champs d'expansion, ainsi que des obstacles à l'écoulement, situés sur ces champs d'expansion.

L'entretien des cours d'eaux reste de la responsabilité des riverains, sauf mise en œuvre d'un DIG, ce qui est en cours de mise en place par la CABM et devrait, à terme, améliorer la situation notamment sur le Rec d'Arièges. Pour le Saint-Victor, il semble persister une confusion sur la responsabilité de l'entretien du bassin de la Capiscole, dans la mesure où le ruisseau termine actuellement sa course dans le bassin.

L'utilisation à venir du bassin de rétention pour l'installation d'une centrale photovoltaïque pose clairement la question du partage de la responsabilité de cet entretien, entre le porteur de projet et la CABM, qui devra être éclairci dans le cadre de l'autorisation accordée à la société gestionnaire de ce parc. La conception du parc devra intégrer l'obligation de ne pas faire obstacle à l'écoulement du Saint-Victor d'une part et de ne pas diminuer le volume contenu dans le bassin, d'autre part.

Par ailleurs, la police de l'eau devra vérifier, en relation notamment avec le service chargé de l'inspection des installations classées pour la protection de l'environnement que les arrêtés d'autorisation de celles-ci prévoient le respect de la zone d'expansion de crues que constitue le bassin (absence de dépôts de matériaux, etc.) et qu'ils sont appliqués correctement par les industriels concernés.

Recommandation 3. DDTM et DREAL-ICPE : Organiser un contrôle conjoint police de l'eau ICPE sur le respect des conditions d'entretien des cours d'eau du secteur et du bassin de la Capiscole et de leur zone d'expansion de crues.

B - Problématiques soulevées par la mission à partir de cet événement

1. Recensement des situations similaires sur l'arc méditerranéen

La mission s'est interrogée sur le caractère spécifique ou non de la situation rencontrée sur les secteurs de Villeneuve-lès-Béziers, notamment sur le rôle joué par les infrastructures linéaires dans la propagation et l'accentuation des événements pluvieux intenses tels que celui observé en octobre 2019. A priori, il n'existe pas d'études préalables ayant identifié cette problématique tout particulièrement en zone méditerranéenne. La mission interrégionale inondations arc méditerranéen (MIIAM), créée en juin 2017 pour effectuer un travail interministériel et multipartenarial pour renforcer la performance des dispositifs de prévention des inondations n'a, pour le moment pas inscrit cette problématique dans son plan d'action, déjà très fourni.

1.1. Inventaire sommaire des infrastructures jouant un rôle défavorable en crue

Néanmoins, à la demande de la mission, la MIIAM a effectué un recensement rapide auprès des directions départementales des territoires (DDT) de sa zone de compétence (la MIIAM travaille sur la prévention des inondations de l'arc méditerranéen, sous l'autorité du préfet de la zone de défense de Marseille).

Cinq directions ont fourni des informations ce qui ne regroupe pas l'ensemble des situations mais démontre que le cas décrit à Villeneuve-lès-Béziers n'est pas un cas isolé et qu'une réflexion plus générale mérite d'être conduite.

Ont notamment été décrits dans le cadre de ce recensement les cas suivants :

Pour les Alpes-maritimes

Sur la Côte d'Azur, entre Mandelieu et Menton, l'autoroute A 8 suit très globalement une direction parallèle à la côte. Cet axe forme un obstacle linéaire perpendiculaire à la ligne de plus grande pente générale du relief. De ce fait, l'autoroute franchit un très grand nombre de vallons et de cours d'eau, allant du simple fossé à des cours d'eau beaucoup plus importants comme la Siagne, la Brague, le Loup, le Var, les Paillons, etc.

Dans la majorité des cas, l'A 8 franchit les axes d'écoulement par un pont. Le cas de la Brague présente une singularité car l'ouvrage de franchissement hydraulique est constitué de buses sous remblai du fait de contraintes géotechniques importantes qui ont rendu la réalisation d'un pont fort complexe au moment de la création de l'autoroute. Il faut noter que ces buses permettent le passage de la Brague, mais aussi du vallon des Horts, affluent rive gauche de la Brague. Elles constituent un verrou hydraulique, leur dimensionnement étant limité à la crue centennale (cf. étude Merlin réalisée pour le compte de la communauté d'agglomération Sophia Antipolis (CASA)), aggravé par leur comportement de pièges à embâcles, mis en évidence lors des crues de 2015 en arrêtant tous les déchets flottants et en formant un très grand barrage à l'amont de l'A8, aggravant localement les hauteurs d'eau, notamment dans le lotissement de la Romaine à Biot. Les récentes inondations des 23 novembre et 1^{er} décembre 2019 ont à nouveau montré les limites de ces ouvrages pour des périodes de retour très courantes (20 ans environ) avec pour conséquence une fermeture de l'A 8.

Les élus locaux sont intervenus avec force à plusieurs reprises à différents niveaux¹⁸ pour stigmatiser ces ouvrages. Les sollicitations consistent à demander un remplacement de ces ouvrages par un pont ou un redimensionnement radical des buses. Devant la complexité des travaux et les contraintes d'exploitation, des solutions plus économiques sont recherchées¹⁹.

Pour l'Aude

Les deux cas évoqués par la DDT concernent des canaux.

Le canal du Gailhousty à Cuxac d'Aude traverse perpendiculairement la plaine inondable en rive gauche de l'Aude. Il est bordé de digues qui provoquent une augmentation de la ligne d'eau sur le quartier des Estagnols de la commune (environ 80 habitations) à l'amont du canal.

Les crues de novembre 1999 ont provoqué la rupture de ces digues sur une longueur de près de 700 m ce qui a permis de diminuer la ligne d'eau à l'amont. Ces digues ont été reconstruites à l'identique.

La même situation s'est reproduite en octobre 2018, provoquant un débordement au-dessus des digues de protection du quartier des Estagnols, inaugurées en 2013.

La rupture des digues, sur une longueur de 200 m cette fois, a réduit la ligne d'eau. Elles n'ont pas été reconstruites et des études sont en cours (avant 2018 d'ailleurs) pour déterminer la longueur qui doit être déconstruite pour réduire les risques sur ce quartier.

Le canal du Midi surplombe et traverse la rivière l'Orbiel et longe l'Aude en rive gauche dans la traverse de la ville de Trèbes. Il est entouré de talus dans cette traverse, sauf à l'endroit du port de Trèbes où il est à fleur des espaces environnants.

Les crues de l'Orbiel, en octobre 2018, estimées à plus de 400 m³/s ont largement dépassé les capacités de l'ouvrage sous le canal et sont passées par-dessus le pont, se déversant dans le canal. Une partie des eaux s'est alors propagée dans le canal, vers le port, où elles ont versé vers la maison de retraite de Trèbes et provoqué plus d'un mètre d'inondation.

À sa création, le canal du Midi a dévié le cours d'eau du Trapel, au droit du domaine de la Mijeane, sur la commune de Villemoustaussou. À cet endroit, le canal est bordé de digues de protection avec un ouvrage sous le canal de très faible capacité. Les crues d'octobre 2018 (plus de 400 m³/s) ont largement dépassé les capacités des digues et de l'ouvrage. Le Trapel a donc regagné son lit d'origine vers le Fresquel, faisant des dégâts sur les vignes à l'aval suite aux ruptures des digues. Ces digues ont été reconstruites à l'identique immédiatement après les crues.

Ces derniers éléments ont été reportés dans le retour d'expérience (RETEX) IGA-CGEDD des crues d'octobre 2018²⁰ dans l'Aude et des études sont programmées pour l'impact du canal du Midi sur les inondations. En effet, cet ouvrage coupe bon nombre de cours d'eau provenant de la Montagne noire et sujets à des épisodes cévenols. La mission recommandait au préfet de l'Aude et au préfet de la région Occitanie en lien avec VNF « *d'engager une étude globale de l'interaction du canal du Midi avec*

¹⁸ Question écrite de la sénatrice Estrosi-Sassone à la ministre du MTES et courriers de M. Leonetti et Mme Debras à la ministre.

¹⁹ Le préfet des Alpes-Maritimes a saisi la DIT, autorité de tutelle d'Escota, pour diligenter une étude de faisabilité d'optimisation de ces ouvrages. La DIT a invité le préfet à créer un comité de pilotage chargé de lancer ces réflexions et a également demandé à ESCOTA de prendre part au plan de financement d'un piège à embâcles. Escota a répondu favorablement et va participer au financement d'un piège situé sur la Brague à l'amont immédiat de l'A8 et réalisé sous maîtrise d'ouvrage SMIAGE (EPTB du territoire). Le piège à embâcles, sans résoudre le caractère limitant des ouvrages, va permettre de bénéficier au maximum de la capacité actuelle des buses dans un rapport coût/bénéfice très avantageux et avec une faisabilité à court terme.

²⁰ Rapport CGEDD n° 012561-01 et IGA n° 18105-R de mai 2019 intitulé « Retour d'expérience des inondations du 14 au 17 octobre 2018 dans l'Aude ».

les inondations générées par des événements du type méditerranéen, et de définir une stratégie de sécurisation des biens et des personnes dans le cadre d'un programme général ».

La première conclusion de la DDTM de l'Aude est de considérer qu'il ne faut pas pratiquer une reconstruction immédiate à l'identique sans un avis technique et formel des services chargés de la prévention des inondations et qu'il ne faut pas se contenter, après catastrophe, de la simple information prévue pour les travaux d'urgence. Selon la mission, cette observation ne peut être une règle absolue, dès lors que des travaux dont l'urgence effective est patente sont nécessaires, à la réserve exprès qu'ils ne compromettent pas la mise en œuvre de solutions ultérieures plus pérennes.

Pour les Bouches-du-Rhône

Le remblai ferroviaire Tarascon-Arles suit un axe Nord Sud sur 7 km, le long du Rhône entre ces deux communes. Sans avoir été conçu comme une digue, il constitue de fait un ouvrage se mettant en charge lors des crues du Rhône et faisant obstacle aux débordements du Rhône en rive gauche dans le lit majeur.

En 2003, le Rhône a connu une crue centennale sur ce secteur. Les petites digues (cavaliers) qui protègent les trémies sous le remblai ferroviaire ont rompu et la crue du Rhône a inondé la plaine agricole entre Tarascon et Arles ainsi que l'ensemble des quartiers Nord d'Arles.

Les expertises effectuées sur l'ouvrage après la crue concluent au fait que la crue de décembre 2003 a dépassé le niveau de danger du remblai ferroviaire. Le traitement de ce problème est ainsi devenu une priorité pour le Plan Rhône qui se met en place entre 2005 et 2007.

Plusieurs options sont étudiées, notamment :

- le confortement du remblai ferroviaire qui conduirait à un ouvrage avec deux fonctions : voie ferrée et protection contre les crues. Les contraintes chantier liées à la superposition des deux usages, notamment le principe de coupures limitées sur la ligne Paris-Lyon-Marseille (PLM) conduit à rapidement écarter cette solution ;
- la mise en transparence du remblai ferroviaire et l'édification d'une nouvelle digue déversante à l'amont du remblai pour organiser les débordements du Rhône à débit contrôlé et par conséquent sans brèche ou rupture des ouvrages.

C'est cette option qui a été retenue avec une double maîtrise d'ouvrage sur les travaux :

- SNCF réseau sur la mise en transparence du remblai - financement BOP 181 ;
- SYMADREM²¹ Gemapien sur la construction de la nouvelle digue déversante à l'amont - financement FPRNM 40 %.

Pour le Gard

Compte-tenu de l'historique des crues très impactantes (1988, 2002, 2005, 2014...) sur le département, plusieurs exemples peuvent être cités :

- Ouvrage du pont SNCF à Remoulins qui enjambe le Gardon : plusieurs inventaires et une étude de 2005 réalisée par BRL pour le compte du syndicat de bassin versant ont mis en évidence l'impact de l'infrastructure (mise en charge de l'ouvrage et remous identifié jusqu'à la RN86) et de son confortement (une pile de pont avait été durement endommagée et consolidée en urgence suite à la crue pour permettre la continuité de service). Les études confirment que le confortement s'est traduit par une réduction de la section d'écoulement pour les crues les plus importantes simulées avec une réduction de 6 % conduisant à un

²¹ SYMADREM : Syndicat mixte interrégional d'aménagement des digues du delta du Rhône et de la mer.

impact très limité (centimétrique) sur les niveaux d'eau (le remous de l'ouvrage impactant, lui, la ligne d'eau de l'ordre 1,4 m localement).

Des études pour l'ouverture des remblais SNCF en plusieurs endroits sont en cours, mais, si hydrauliquement elle pourrait être intéressante (quoique limitée) les coûts sont – à l'heure actuelle des connaissances- probablement disproportionnés au regard du bénéfice.

- Canal BRL à Codognan qui enjambe le Rhony : les communes de Vergèze et Codognan sont inondées par le Rhony. Dans le cadre d'un projet de sécurisation de digues existantes, la communauté de communes porte des études hydrauliques pour réaliser la protection des communes dans le cadre du PAPI. Elles ont montré l'impact du canal BRL sur les crues cinquantennales et centennales, négatif au niveau des deux communes mais positif sur les communes situées en aval (Aimargues et le Cailar). L'étude a montré que la configuration du canal conduit à effectuer des transferts d'eau vers des secteurs qui ne seraient théoriquement pas inondés : en effet, à partir de la crue T=50 ans, le canal est submergé par le cours d'eau engendrant des venues d'eau qui « propagent » dans le canal et sortent au niveau des points bas de cette structure (dans le village de Vergèze par exemple), dans des secteurs qui ne seraient théoriquement pas inondés par le cours d'eau en crue.
- Les ouvrages souterrains sur Nîmes et notamment sous les infrastructures ferroviaires qui franchissent les cadereaux de la ville : les ouvrages de franchissement des cadereaux n'étaient bien évidemment pas les seuls ouvrages impactant le transit des eaux lors des inondations. Cependant, ils étaient sous-dimensionnés par rapport aux événements qu'a connus la ville. Pour permettre la protection de la ville contre un événement de type 2005 centré – période de retour 40 ans- (NB : il s'agit d'un événement < crue de 1988, avec environ la multiplication par 10 de la débitance des ouvrages notamment sur le cadereau d'Uzes), les franchissements nécessitent d'être élargis sur les cadereaux, induisant des contraintes fortes en termes de coûts (études et travaux) mais également en termes de programmation des travaux (interruption du trafic ferroviaire à programmer plusieurs années à l'avance).

Beaucoup d'autres exemples peuvent être cités, puisqu'à chaque crue, les impacts sur les infrastructures de moindre importance que celles citées ci-avant (routes nationales, départementales ou communales, ponts...) sont nombreux et contribuent la plupart du temps à aggraver le niveau d'eau, notamment par des embâcles (Saint-Maximin par exemple). La présence de ponts est très généralement source d'aggravation de l'aléa inondation (ouvrage sous-dimensionné et/ou effet d'embâcles qui réduisent la capacité de transit des eaux).

Enfin, en complément des éléments ci-dessus, la DDTM 30 a porté à la connaissance de la mission l'exemple « récent » du projet de ligne à grande vitesse (LGV) de prise en compte de l'inondation et du ruissellement intégrée dans la réflexion et imposée dans le dimensionnement du projet.

Pour le Var

Les digues du Reyran sur 8 km (sur les 25 km du cours d'eau), réalisées après la catastrophe du barrage de Malpasset, répondent à un objectif de protection notamment sur le territoire de la ville de Fréjus. Elles suppriment la moitié du champ d'expansion des crues au niveau de l'embouchure de l'Argens. C'est donc une infrastructure importante qui a une influence sur les inondations de la basse vallée de l'Argens. Le PAPI en cours prévoit des mesures de confortement des digues existantes pour résister à l'aléa centennal mais également la création de zones d'expansion des crues sur divers affluents du bassin versant de l'Argens.

Le dernier épisode de novembre 2019 a encore mis en évidence la sensibilité de la confluence Argens/Nartuby avec les inondations au niveau du giratoire à l'est de la commune. C'est un secteur très sensible qui est submergé dès la crue décennale de la confluence Argens Nartuby, notamment

par un phénomène de bouchon hydraulique. Ce point noir imposera à terme une réflexion sur la gestion des réseaux routiers en temps de crise compte tenu de la vulnérabilité de l'A 8 et de la RN 7.

La route du bord de mer à Hyères (entre l'aéroport et Port Pothuau), empêche les écoulements et stocke les eaux en amont de ses remblais.

La DN7 à Flassans-sur-Issole est directement responsable de la très forte sur-inondation du centre village (dont l'école). Le remblai de la route fait barrage à l'Issole en crue.

Une autre difficulté est signalée pour un ouvrage SNCF sur le bassin versant du Gapeau. Dans le cadre du PAPI complet labellisé en février 2020. Ce cas a fait l'objet de recommandations de la commission mixte inondation -CMI- (voir avis en PJ) pour poursuivre le travail avec la SNCF afin de réduire la sur-inondation d'un quartier par la création d'un ouvrage de délestage dans le remblai SNCF. Sur le Gapeau, le quartier des Sénès est le plus impacté en cas de crue modérée. Il avait notamment été fortement inondé lors de la crue de janvier 1999. Dans la traversée de la ville, le fleuve est très contraint (ouvrages de protection des berges, seuils, ponts). L'ouvrage de la SNCF est particulièrement impactant pour des crues supérieures à 50 ans. En parallèle aux travaux d'entretien portés par le syndicat mixte du bassin versant du Gapeau (SMBVG), le syndicat a pris contact avec Réseau SNCF²² afin que de futurs travaux puissent être réalisés sur l'ouvrage SNCF. L'objectif étant de le rendre plus transparent hydrauliquement, notamment lors des crues majeures du Gapeau, et de pérenniser ainsi la réduction de l'aléa inondation sur les quartiers à l'amont immédiat de l'ouvrage. Ce projet d'aménagement pourrait être intégré en cours du PAPI existant ou dans un prochain programme.

Le dossier fait apparaître également plusieurs sujets relatifs à l'A 57.

1.2. Premières conclusions de la mission

Cette compilation des difficultés posées par les infrastructures de transport, qu'elles soient constituées de canaux, de voies ferrées, de routes et de leurs remblais respectifs fait apparaître le rôle qu'elles ont joué dans nombre d'inondations récentes, ce rôle pouvant être liés soit à des insuffisances de transparence hydraulique lors de leur conception ou à des problèmes d'entretien du bassin versant, les deux phénomènes pouvant se conjuguer (présence d'embâcles liés à un défaut d'entretien du bassin versant limitant encore la transparence hydraulique. S'y ajoute à Villeneuve-lès-Béziers la rupture d'un remblai d'une infrastructure aggravant encore ce type de phénomène. Le constat fait par la mission est que ces difficultés apparaissent ou sont prises en compte, avec recherche de solutions, par les différents décideurs après constat, lors d'un événement, de dysfonctionnements importants²³. En revanche, il ne semble pas y avoir de politique générale d'identification des difficultés potentielles et de plan de prévention structuré, y compris dans le cadre des PAPI en cours sur les différents territoires.

La MIIAM expérimente un dispositif de cartographie des territoires, déjà conduit sur la Corse du sud et en cours de réalisation sur l'Orb, l'objectif étant de fournir aux acteurs territoriaux l'ensemble des informations utiles pour la prévention des inondations. Ce dispositif identifie notamment les infrastructures existant dans le territoire et leur situation par rapport aux zonages des PPRI, mais sans avoir une approche plus précise sur leur rôle dans les inondations. À la lecture du document fourni, il apparaît intéressant de compléter les données fournies pour les infrastructures routières par celles concernant les autres infrastructures linéaires, ferroviaires mais également canaux. Par ailleurs, les données concernant la sinistralité sont actuellement uniquement fondées sur le nombre

²² Mener une démarche de concertation avec Réseau SNCF pour la reprise du pont de la SNCF et l'aménagement d'un ouvrage de délestage dans l'ouvrage.

²³ Même si le cas de Villeneuve-lès-Béziers est illustratif du fait qu'un seul événement ne suffit pas toujours.

d'arrêtés « cat nat »²⁴ par communes. La présentation de données chiffrées sur le montant des dégâts constatés, d'une part, au titre du dispositif « cat nat » des assurances pour les dégâts causés aux biens des particuliers, d'autre part, des dégâts causés aux biens des collectivités territoriales, tels qu'ils sont pris en compte dans le cadre du programme 122 du ministère de l'intérieur- semble indispensable pour éclairer les décisions à prendre en matière de prévention des inondations par les acteurs du territoire. La systématisation de ce type de cartographie du territoire, selon une méthodologie s'appuyant sur les travaux de la MIIAM, qu'il pourra être utile de faire valider par la DGPR, est à préconiser pour la réalisation des diagnostics des PAPI.

Recommandation 4. DGPR : Favoriser la réalisation de cartographie des risques des territoires sur le modèle mis en œuvre par la MIIAM, à compléter notamment par des données chiffrées de sinistralité dans le cadre des diagnostics des PAPI.

Par ailleurs, La MIIAM a dans son plan de travail annuel des actions d'études sur divers équipements (campings, centres commerciaux, par exemple). Il semble utile de pouvoir intégrer dans le plan d'actions 2021 un travail sur les infrastructures linéaires présentes dans des secteurs soumis à des crues rapides et sur les conditions de leur adéquation à celles-ci, que ce soit en termes de transparence hydraulique intrinsèque ou de modalités de gestion du bassin versant pour limiter le rôle des embâcles, par exemple dans les zones sans habitations situées à l'amont. Une première composante de ce travail consisterait en un recensement des ouvrages et infrastructures concernées sur le territoire d'action de la MIIAM en s'appuyant sur les éléments connus des DDTM mais aussi des gestionnaires gemapiens et des différents gestionnaires d'infrastructures. Un cahier des charges des équipements à recenser pourrait être rédigé d'ici la fin 2020 (Cerema, Ifsttar²⁵) pour permettre la réalisation effective du recensement en 2021 et la définition de priorités d'actions en fonction des enjeux mais aussi des capacités à faire.

Recommandation 5. MIAAM : Intégrer dans le plan de travail de la MIAAM la rédaction d'un cahier des charges pour la détermination des infrastructures linéaires ayant une influence sur les inondations et réaliser un recensement de ces ouvrages sur l'arc méditerranéen.

Un travail analogue pourrait être conduit sur la situation des mises en souterrain en zone urbaine, pour lesquelles la saturation conduit à des phénomènes urbains de nature équivalente. On peut citer, en première approche les cadereaux de Nîmes, ou l'hôpital de Montpellier (CHU Lapeyronie).

²⁴ « cat nat » : catastrophe naturelle.

²⁵ Ifsttar : Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux.

2. Recueil de données ou d'études relatives à une éventuelle aggravation des épisodes méditerranéens en intensité et/ou en fréquence

Comme la mission l'avait prévu dans la note d'étape, elle s'est intéressée à l'aggravation éventuelle des épisodes de crues méditerranéennes en intensité ou en fréquence. Divers travaux ont été conduits sur le sujet dont le rapport propose une synthèse en annexe.

2.1. Analyse rétrospective des pluviométries intenses sur l'arc méditerranéen

L'article d'Aurélien Ribes et al.²⁶ examine les évolutions sur la période 1961-2015. Le principal résultat de ce travail montre que la période de 1961 à 1990 ne donne quasiment pas de tendance d'évolution, alors que la période suivante donne un accroissement de 20 % en intensité de la précipitation maximale journalière annuelle. Les auteurs établissent ainsi que l'accroissement serait de 22 % dans une fourchette de 7,5 % à 39 % avec un intervalle de confiance de 90 %. L'amplitude de cette variation et son importance restent inchangées depuis 15 ans ce qui leur semble représenter un signal robuste.

Une analyse est également donnée en fréquence en comparant la fréquence 2015 à celle de la fréquence 1961 pour des seuils de précipitation maximale annuelle sur 24 heures. Les résultats montrent que pour des intensités journalières supérieures à 200 ou à 250 mm, cet accroissement de fréquence est élevé, puisque pour un dépassement de l'intensité journalière maximale annuelle de 200 mm, il atteint 2,7 avec une fourchette comprise entre 1,4 et 5,4 pour un intervalle de confiance à 90 %, toujours pour la période de temps comprise entre 1961 et 2015.

Enfin, pour l'extension géographique et le volume total écoulé, en reprenant le seuil de pluie journalière de 200 mm, les extensions sont de l'ordre de 1 300 km² et les volumes de 300 Mm³. L'extension de ces épisodes a été multiplié par 3,6 entre 1958 et 2014 (dans une fourchette comprise entre 1,5 et 9,1 pour un intervalle de confiance à 90 % tandis que le volume précipité est multiplié par un facteur 4,1 (dans une fourchette comprise entre 1,6 et 11 pour le même intervalle de confiance à 90 %).

2.2. Analyse rétrospective des débits de crues au niveau européen

Un travail rétrospectif a également été mené à une échelle beaucoup plus large au niveau européen par Günther Blöschl et al.²⁷ Il s'intéresse au niveau des débits de crue, et montre des tendances infracontinentales allant soit vers des augmentations, soit vers des réductions de ces débits. Ces résultats suggèrent que des précipitations automnales et hivernales donnent des crues plus marquées dans le nord-ouest de l'Europe alors qu'à l'opposé des précipitations moindres et une

²⁶ Aurélien Ribes, Soulivanh Thao, Robert Vautard, Brigitte Dubuisson, Samuel Somot, Jeanne Colin, Serge Planton, Jean Michel Soubeyroux : « Observed increase in extreme daily rainfall in the French Mediterranean. » - Climate Dynamics <https://doi.org/10.1007/s00382-018-4179-2> - accepté le 19 mars 2018.

²⁷ « Changing climate both increases and decreases European river floods »- <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1495-6>- Günter Blöschl, Julia Hall, Alberto Viglione, Rui A. P. Perdigão, Juraj Parajka, Bruno Merz, David Lun, Berit Arheimer, Giuseppe T. Aronica, Ardian Bilibashi, Miloň Boháč, Ognjen Bonacci, Marco Borga, Ivan Čančević, Attilio Castellarin, Giovanni B. Chirico, Pierluigi Claps, Natalia Frolova, Daniele Ganora, Liudmyla Gorbachova, Ali Gül, Jamie Hannaford, Shaun Harrigan, Maria Kireeva, Andrea Kiss, Thomas R. Kjeldsen, Slvia Kohnová, Jarkko J. Koskela, Ondrej Ledvinka, Neil Macdonald, Maria Mavrova-Guirguinova, Luis Mediero, Ralf Merz, Peter Molnar, Alberto Montanari, Conor Murphy, Marzena Osuch, Valeryia Ovcharuk, Ivan Radevski, José L. Salinas, Eric Sauquet, Mojca Šraj, Jan Szolgay, Elena Volpi, Donna Wilson, Klodian Zaimi et Nenad Živković

évaporation croissante tendent à réduire les crues sur les bassins les plus importants et ceux de moyenne superficie en Europe du Sud. La plage de variation globale va de +11 % à -23 % par décennie, selon la région considérée.

Toutefois, l'article, montre que la zone méditerranéenne française rattachée à la zone sud-européenne se trouve par contraste en croissance au moins pour sa partie centrale. Comme de surcroît les observations portent sur de grands bassins versants, elles ne nous paraissent pas vraiment contredire les observations menées à l'échelle plus fine au niveau des précipitations intenses.

2.3. Analyse rétrospective des crues sur la zone méditerranéenne

Un travail récent a été réalisé par Yves Tramblay et al.²⁸, intitulé « Détection et attribution des tendances de crue dans les bassins méditerranéens ». Il porte sur la fréquence des épisodes de crue de la région méditerranéenne en France et concerne 171 bassins versants du sud de la France pour lesquels on dispose de chronique de débits journaliers de 45 ans. Il analyse les tendances dans l'évolution des débits de crue.

Les résultats de ce travail montrent que, malgré un accroissement des précipitations extrêmes relevées dans des études précédentes, les crues extrêmes ne montrent pas de tendance croissante. Seul un petit nombre de bassins versants voit l'intensité des crues accrue de façon significative. Au contraire, la majorité des bassins considérés connaît des crues annuelles moins fréquentes aux seuils de 95 ou de 99 %.

La diminution de l'humidité des sols semble jouer un rôle important dans cette tendance dans la mesure où, pour la plupart de ces bassins, une température plus élevée et l'augmentation de l'évapotranspiration associée conduit à une réduction de l'humidité des sols. Ces résultats impliquent de considérer que la vulnérabilité croissante observée lors des épisodes de crue dans les décennies récentes est sans doute davantage liée directement à des facteurs humains tels que l'augmentation de l'urbanisation et la croissance démographique plus qu'à des facteurs climatiques.

Par ailleurs, un article récent d'O. Petrucci et al. « MEFF : The database of MEditerranean Flood Fatalities (1980 to 2015) »²⁹ montre que l'aggravation du nombre de victimes lors des épisodes de crues méditerranéennes intenses pour la France est particulièrement marquée.

Au vu de l'ensemble de ces éléments rétrospectifs et compte tenu des larges incertitudes que montrent ces différents travaux, la mission en conclut que l'épisode observé à Villeneuve-les-Béziers n'est pas un cas rare et qu'il pourrait s'accroître dans le futur sur de petits bassins versants analogues, tant en intensité qu'en fréquence d'apparition.

Comme les conséquences des crues s'aggravent en France dans les zones méditerranéennes, il est logique que l'attention se porte en priorité sur les grands bassins versants, mais l'impact des épisodes pluvieux intenses relatifs à des bassins versants de superficies plus faibles, comme peuvent l'être les ruisseaux du Rec d'Arièges et de Saint-Victor sur des infrastructures de transport essentielles, mérite une attention particulière vis-à-vis d'épisodes pluvieux intenses, car les conséquences économiques pour les exploitants d'infrastructure et pour l'économie des territoires peuvent être conséquentes.

²⁸ Hydrol. Earth Syst. Sci., 23, 4419–4431, 2019 <https://doi.org/10.5194/hess-23-4419-2019>- "Detection and attribution of flood trends in Mediterranean basins"- Yves Tramblay, Louise Mimeau, Luc Neppel, Freddy Vinet et Eric Sauque.

²⁹ Flood Risk Management. 2019; 12:e12461. [wileyonlinelibrary.com/journal/jfr3](https://doi.org/10.1111/jfr3.12461) pp 1 à 17- <https://doi.org/10.1111/jfr3.12461> MEFF: The database of MEditerranean Flood Fatalities (1980 to 2015) par O. Petrucci, K. Papagiannaki, L. Aceto, L. Boissier, V. Kotroni, M. Grimalt, M.C. Llasat, M. Llasat-Botija, J. Rosselló, A.A. Pasqua, F. Vinet

3. Causes du ruissellement et lien avec le dérèglement climatique : faut-il en tirer des conséquences pour la résilience ou pour l'adaptation des infrastructures ?

L'analyse réalisée par le Cerema montre clairement que le dimensionnement du bassin de rétention de La Capiscole est insuffisant pour faire face à ce type d'événements, mais ceci avait déjà été identifié il y a une trentaine d'années comme on l'a vu au chapitre 4. Le ruissellement consécutif à une imperméabilisation croissante des surfaces du bassin versant a sûrement pu jouer un certain rôle d'aggravation de l'événement puisque le temps de réponse du bassin versant à la crue en a été réduit. Mais cet effet est d'autant plus faible que les intensités de pluie ont été fortes et concentrées. Si bien qu'il n'est pas sûr que l'on puisse dégager des conclusions générales sur la nécessité de revisiter les dimensionnements initiaux de ces ouvrages de capacité hydraulique au vu des évolutions de l'urbanisation croissante de ces zones, pour autant que ces dimensionnements initiaux aient été suffisants, ce qui dans le cas des infrastructures anciennes est loin d'être évident.

Néanmoins, la mission a souhaité étudier comment ce sujet avait pu être abordé dans des travaux antérieurs. Nous évoquerons successivement le rapport publié par le CGEDD et l'IGA sur le retour d'expérience issu des inondations de l'Aude en 2018 (8-1), les travaux de dimensionnement habituels proposés par les gestionnaires d'infrastructures routiers (8-2) et les recommandations issues du travail CGEDD avec l'appui du Cerema sur les eaux pluviales (8-3).

3.1. Recommandations en matière d'urbanisation du retour d'expérience des crues de l'Aude en 2018³⁰

Ce retour d'expérience est intéressant à plusieurs titres : d'une part, l'événement est également un épisode méditerranéen intense (cumul de pluies de l'ordre de 300 mm au niveau de Carcassonne et sur une zone beaucoup plus étendue couvrant les bassins versants de l'Orbiel, du Traspel, etc.), un peu antérieur à celui objet de notre mission, d'autre part il a contribué à sensibiliser VNF comme gestionnaire d'infrastructures sur les interactions respectives entre épisode intense et canal du Midi.

Bien que l'objet principal de cette mission ait porté sur l'organisation de la gestion de crise, compte tenu du nombre élevé des victimes et des dégâts considérables observés, nous avons relevé la recommandation 14 adressée à la DGPR et à la DGALN³¹ « *s'appuyant sur les expériences récentes dans l'arc méditerranéen, et le travail en cours dans l'Aude, aboutir à un guide de l'urbanisation en zones inondables méditerranéennes.* »

Ce sujet est développé à partir des considérations suivantes : de nombreuses initiatives ou réflexions ont été menées tant en zone méditerranéenne comme celle de l'atelier « territoires en mutation exposés aux risques d'inondation » sur la basse vallée de l'Argens en 2013-2014 dans le Var, ou comme les efforts déployés dans l'Aude (autour des diverses études de restructuration urbaine à Villegailhenc, Trèbes ou Couffoulens). Elles rejoignent l'orientation donnée par la secrétaire d'État à l'Écologie, Madame Emmanuelle Wargon, de faire de l'Aude un « *laboratoire de la construction en zone inondable méditerranéenne* ». Il en découle la suggestion de prolonger et d'amplifier ces initiatives sur l'ensemble de l'arc méditerranéen avec l'aide de la MIIAM. L'objectif est de trouver un juste équilibre entre niveau de risque acceptable et implantation urbaine dans des zones de l'arrière-pays souvent défavorisées.

³⁰ Rapport CGEDD n° 012561-P, IGA n° 18105-RP établie par MM. Hugues Ayphassorho et Gilles Pipien (CGEDD à ainsi que par Isabelle Guion de Méritens et Dominique Lacroix (IGA)- « *Retour d'expérience des inondations du 14 au 17 octobre 2018 dans l'Aude* » - Mai 2019.

³¹ DGALN : direction générale d'aménagement du logement et de la nature

Notre mission conclut que cette recommandation demeure au vu du nouvel épisode pluvieux biterrois observé en octobre 2019.

3.2. Préconisations et retour d'expérience des gestionnaires d'infrastructures routières

La mission n'a pas eu accès directement au calcul de dimensionnement initial opéré pour les bassins de rétention, pas plus sur celui de La Capiscole que sur celui de l'autoroute A 9. En effet, la question des évolutions des bassins versants, notamment pour celui de La Capiscole mérite d'être approfondie.

Le service d'études sur les transports, les routes et leurs aménagements (Setra), intégré aujourd'hui au Cerema avait d'ailleurs proposé, dès 1997, l'ensemble des principes de dimensionnement et d'entretien des bassins d'orage des zones d'activité et des infrastructures linéaires »³².

Au niveau du dimensionnement initial, la référence générale est celle de la pluie décennale³³ avec les incertitudes qui se rattachent à la détermination de ce type d'événement sur lesquels nous reviendrons au chapitre 9. Le Cerema pourrait s'interroger maintenant pour voir si cette référence générale ne doit pas être renforcée sur la zone méditerranéenne compte tenu du gradex des pluies dans cette zone

Il est aussi intéressant de signaler que le Setra demande aux gestionnaires de porter une attention particulière aux dégrilleurs : *« Le dégrilleur en entrée de bassin ou en amont du dispositif de régulation hydraulique sera vérifié au-moins quatre fois par an. Dans les régions méditerranéennes, il est fortement conseillé de vérifier la propreté des dégrilleurs avant l'arrivée de cellules orageuses et après leur passage. »* C'est ce que prévoit la ville de Nîmes en faisant procéder à l'enlèvement en cours de crue des embâcles présents sur les peignes d'entrée des caderaux dans le cadre d'un marché ad hoc

Par ailleurs, la mission a pu relever qu'aussi bien la DDTM 34³⁴ en 2012 que la DDTM des Pyrénées-Orientales³⁵ en 2014 préconisent respectivement une compensation des surfaces imperméabilisées par un stockage de 120 l/ m² et de 100 l/m² imperméabilisé.

On peut aussi relever que, sur cette question complexe des ruissellements intenses en zone méditerranéenne, des travaux d'approche ont été menés par le Cerema³⁶ avec les Dreal PACA et Occitanie, qui ont porté sur des petits bassins versants à titre de retour d'expérience et préconisent à la fois l'identification des zones exposées, celle des acteurs concernés et la mise en place en synergie avec ces derniers des plans d'action aptes à réduire la vulnérabilité des zones identifiées.

³² SETRA-DT 736 L'eau et la route – dispositions de traitement des eaux pluviales-volume 7.

³³ Chapitre 6 page 71 opus DT 736 déjà cité.

³⁴ Note DDTM 34 de 2012 sur le calcul de la compensation des surfaces imperméabilisées dans le cadre d'une procédure d'autorisation ou de déclaration au titre des articles L. 214-1 à L. 214-6 du code de l'environnement.

³⁵ Guide démarche de progrès bassins de rétention du Conseil général des Pyrénées-Orientales de 2014.

³⁶ Cerema-DterMed/Dreal Paca et Occitanie Etude globale sur le ruissellement dans l'arc méditerranéen - décembre 2018.

3.3. Recommandations issues du travail CGEDD avec l'appui du Cerema sur les eaux pluviales ³⁷

Dans le rapport établi par le CGEDD avec l'aide du Cerema sur la gestion des eaux pluviales, le constat est fait que la connaissance de la pluviométrie à l'échelle des petits bassins versants a beaucoup progressé. « *La connaissance de ces événements pluvieux à des mailles de l'ordre du km² et des pas de temps de quelques minutes et la capacité de les prévoir à des échéances de quelques heures progressent très rapidement. Ces échelles de temps et d'espace sont parfaitement pertinentes pour ces événements et cela ouvre de nombreux espoirs d'amélioration opérationnelle.* »³⁸

En revanche, il est remarqué que l'hydrométrie des petits bassins versants et la connaissance des écoulements rapides par des pluies intenses n'a pas progressé au même rythme.

Les débits spécifiques de ces écoulements rapides varient en effet de quelques centaines de litres par seconde à quelques m³/seconde et par km², typiquement ce que l'on a observé sur les bassins versants des ruisseaux du Rec d'Arièges et de Saint-Victor. La figure 5 issue du rapport EPRI « *ruissellements et crues soudaines* » de 2011 citée en référence infrapaginale 19 illustre bien que la zone biterroise est sujette à des débits de pointe centennaux de l'ordre de 10 m³/s/km².

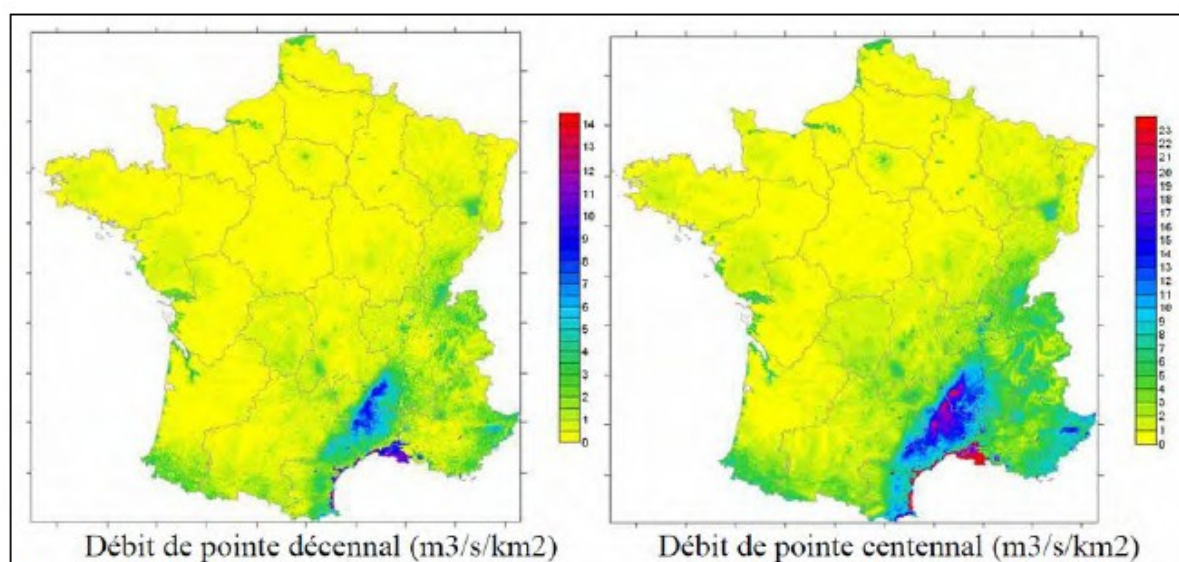


Figure 5: Débits décennaux et centennaux pour une maille de 1km². Estimation SHYREG.
Source : rapport EPRI "ruissellement et crues soudaines", 2011

La mission conclut à ce stade que l'urbanisation croissante liée à la pression démographique dans les zones méditerranéennes et notamment vers les zones littorales a sans doute un effet d'accroissement des risques plus rapide que celui qui résulte du changement climatique en cours et que les travaux de recherche relatifs aux petits bassins versants méritent attention notamment dans les zones les plus vulnérables.

³⁷ Rapport CGEDD n° 010159-01 établi par Yvan Aujollet, Jean-Louis Hélary, Pierre-Alain Roche (CGEDD) et Rémi Velluet avec la collaboration de Nathalie Lenouveau du Cerema : « *Gestion des eaux pluviales : dix ans pour relever le défi* » -Tome 1 synthèse du diagnostic et propositions-et Tome 2 – Diagnostic détaillé (Avril 2017).

³⁸ Op déjà cité page 14/338.

4. Transparence hydraulique des infrastructures linéaires de transport anciennes, qu'elles soient ferroviaires, routières ou fluviales : quelles actions envisagent les maîtres d'ouvrage ?

Ce chapitre aborde la question posée par l'identification des zones sensibles du point de vue hydrauliques ainsi que celle du maintien dans le temps de la transparence hydraulique des ouvrages telle que la mission a pu l'appréhender au-delà des entretiens qu'elle a pu avoir avec les maîtres d'ouvrages concernés par l'épisode pluvieux intense biterrois.

4.1. Réseau ferroviaire

4.1.1. Maintenance préventive et curative et transparence hydraulique

La mission a examiné avec SNCF-Réseau les aspects relatifs à la maintenance préventive ou curative des voies ferroviaires, notamment par rapport à leur transparence hydraulique. N'ayant pas réussi à obtenir de réponse aux questions qu'elle se posait au niveau régional malgré plusieurs relances, elle s'est tournée vers le niveau national pour essayer d'éclaircir ce sujet.

Sur l'identification de situations analogues à l'incident observé, les interlocuteurs de la direction des opérations ont fait référence à la crue de l'Aude de 1999 sur la ligne Bordeaux-Sète où un remblai ferroviaire avait été affecté sur un linéaire de 400 mètres environ dans des conditions plus sévères que celles observées en 2019 à Villeneuve-Lès-Béziers. Les surverses sont possibles sur d'autres sections du réseau mais souvent avec des hauteurs d'eau moindres et sachant qu'en règle générale les remblais ferroviaires ne sont pas conçus pour jouer le rôle de digues.

Sur la question de la transparence hydraulique des voies anciennes, les interlocuteurs de la direction de l'ingénierie ont tenu à rappeler que leur priorité était accordée à la gestion des circulations et que pour les ouvrages situés en zone inondable, la sécurité des circulations était la première préoccupation. Cela étant, SNCF-Réseau a mis en place une base de données concernant l'incidentologie des voies qui recense aujourd'hui près de 7 000 cas sur une période temps variable pouvant aller jusqu'à 40 ans selon les tronçons de ligne considérés. Les ouvrages sont classés selon le risque d'incident possible et leur maintenance tient compte à la fois de ce classement et du contexte environnemental de proximité. Cette démarche, initiée il y a plusieurs années déjà, n'est pas encore complètement achevée, car elle représente un effort de longue haleine porté par chaque région.

Par ailleurs, les gestionnaires des infrastructures ne sont pas systématiquement informés des modifications intervenant sur le territoire pouvant influencer sur leurs ouvrages. C'est notamment le cas selon ce que nous a indiqué ses responsables pour SNCF-Réseau. Les DT-SNCF ne sont pas forcément consultées et n'ont pas forcément connaissance lors de nouveaux PPRI ou lors de permis de construire dont elles découvrent les chantiers au cours des tournées de leurs équipes. Elles font part de leur besoin de la nécessité d'être plus considérées comme des partenaires de ces projets ainsi que lors de l'élaboration des PPRI pouvant concerner leurs infrastructures. Elles citent notamment le cas de ZAC en crête de déblai pouvant accroître l'artificialisation. Le fait de devoir partir à la « pêche d'information » n'est pas satisfaisant, une démarche d'information systématique par les porteurs de projets serait une piste de progrès.

À titre d'exemple, SNCF-Réseau n'a pas retrouvé de traces d'une éventuelle consultation lors du rehaussement de la piste du centre d'agrément des véhicules immédiatement contiguë à la voie ferrée, alors que, selon eux, cette piste a pu limiter le volume stocké en amont lors de la crue. Le lien entre les services déconcentrés de l'État en charge de la police des eaux et des directions territoriales

de SNCF-Réseau compétentes reste donc à parfaire car nos interlocuteurs ont fait valoir que dans plusieurs cas, par exemple lors de la modification de PPRI, ces directions territoriales n'étaient pas consultées de même que lors des modifications de permis de construire par les maires concernés.

Recommandation 6. DTT / communes : Consulter systématiquement les gestionnaires d'infrastructures lors de modifications significatives de l'aménagement du territoire (ZAC, par exemple) ou de la délivrance des permis de construire pouvant avoir une influence sur l'écoulement des eaux les concernant.

4.1.2. Points d'amélioration à viser

Les démarches actuelles de management des risques sont très étroitement dépendantes de la qualité du processus d'identification des risques ; les travaux actuels qu'il s'agisse d'incidentologie, de PPRI ou autre, ne sont pas conçus pour caractériser la vulnérabilité de l'ouvrage, si bien qu'en cas de modification de l'environnement les réactions sont souvent tardives.

La protection des parties aval des remblais de voie ferroviaire (sorte de blindage) en traversée de zones inondables sont utiles, comme cela a pu se faire lors de la reconstruction du tronçon endommagé de la voie.

Pour le cas de travaux, la réactualisation du dimensionnement intervient ; en revanche sur les ouvrages existants, il n'est pas procédé à un redimensionnement sauf si le risque a été identifié.

Les méthodes d'investigation des remblais des voies anciennes passent par l'identification et qualification des points sensibles.

4.1.3. Changement climatique et résilience :

Sur ce sujet complexe un plan d'actions assez élaboré est en cours de réalisation ; il ne concerne pas que les épisodes pluvieux intenses méditerranéens mais se développe selon les axes suivants :

- pour la pluie le travail porte surtout sur deux aspects :

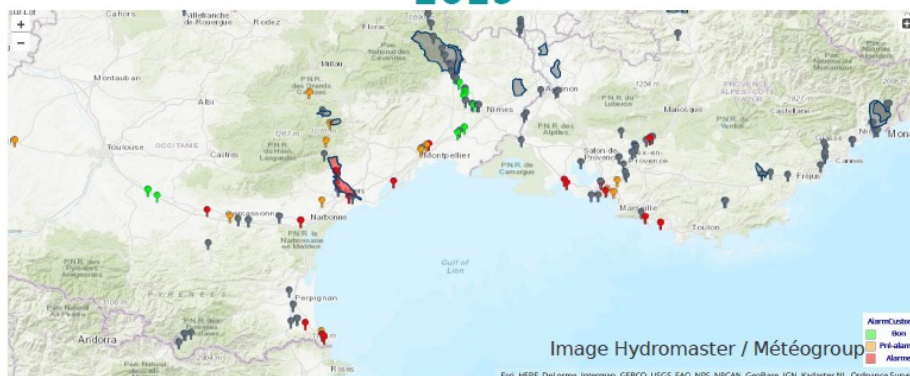
a) Celui des modifications de la nature des occupations des sols : la détection par imagerie satellitaire pour le changement de nature de l'occupation des sols donne lieu à un travail conjoint avec l'European Space Agency (ESA) et avec le Centre national d'études spatiales (CNES).

b) Celui de la sécurité des circulations : un système d'alarme pour la sécurité des circulations destiné à faciliter l'envoi d'équipes sur site pour couper en temps utile les circulations donne lieu au projet TOUTATIS³⁹ (Tournées Ouvrages en Terre sur Alertes Intempéries). Celui-ci vise à améliorer le dispositif actuel qui déclenche les tournées lorsque des seuils de vigilance définis par Météo-France à l'échelle départementale sont dépassés pour les ouvrages classés selon un niveau de risque, ce qui engendre nombre de tournées surnuméraires. Le projet a établi un retour d'expérience sur l'épisode de Béziers.

³⁹ Ce projet a donné lieu à une présentation le 19 novembre 2019 par SNCF Réseau sous le titre « Système d'alerte précoce basé sur la pluie radar : application et perspectives pour la gestion des risques d'inondation et de coulée de boue sur Réseau Ferré National ».

https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&ved=2ahUKEwjW7O7tz_7oAhXGMMa-KHV9TCzMQFjADegQIAxAC&url=https%3A%2F%2Ffr-tma-2019.sciencesconf.org%2Fdata%2F2.3_20191119_RT-MA2019_toutatis_LSCHMIDT.pdf&usg=AOvVaw2AK8jeoSzQ50TJJYmLnTh

RETOUR SUR L'ÉPISODE DU 22-23 OCTOBRE 2019



En 24 h : 22 alertes, 37 pré-alertes

Sur les sites couverts : 4 incidents graves et 2 incidents peu graves

SNCF RÉSEAU – Direction Générale Industrielle et Ingénierie
DIFFUSION LIMITÉE – 18/11/2019



Ce retour d'expérience a permis de montrer que les incidents ont pu se produire sur des sites non couverts, ce qui pose un problème d'identification, et que le nombre de fausses alertes a décontenancé les opérateurs en cellule de crise, ce qui justifie des développements complémentaires tendant à favoriser une modélisation pluie/débit/incident.

En complément du projet TOUTATIS, SNCF Réseau est en train de se doter de capteurs du niveau d'eau dans les fossés pour améliorer la perception de la vulnérabilité de l'ouvrage ou du tronçon ainsi que de capteurs adaptés aux mouvements de terrain et aux chutes de blocs (seuil de chargement des écrans de protection).

c) Concertation : d'autres travaux visent à améliorer les échanges avec les riverains comme celle en cours avec les agriculteurs de la ligne Amiens-Rouen car les coulées de boue annuelles impactent beaucoup la régularité de la ligne souvent en lien avec des terres agricoles nues ou en début de végétation dans les zones adjacentes à la voie ferrée : la concertation en cours vise à utiliser des techniques douces pour mieux infiltrer l'eau en amont et est qualifiée de gestion du ruissellement intense en domaine rural en partenariat.

4.2. Canal du Midi

4.2.1. Retour d'expérience de VNF DT/SO sur les questions de transparence hydraulique

La direction territoriale Sud-Ouest de Voies navigables de France a été fortement sensibilisée aux questions de transparence hydraulique du canal suite aux deux épisodes qui se sont produits dans l'Aude et dans l'Hérault à un an d'intervalle.

Ces épisodes confirment que cette partie du canal est très fortement exposée à des risques de pluies intenses. En effet, si la toute première édification du canal a été faite à l'instigation de Pierre-Paul

de Riquet qui a cherché à réduire les coûts de construction en laissant le canal traversé en partie par des cours d'eau, celui-ci mourut en 1680 avant l'inauguration du canal en 1684. La question de la transparence hydraulique était posée dès l'origine comme en témoigne ce qu'en dit Joseph-Jérôme le français de Lalande dans un ouvrage paru en 1778⁴⁰ : « *On s'était contenté, lors de la construction du Canal, de barrer les lits des rivières, des ruisseaux et des ravins qu'il devait traverser par des digues, des chaussées, des cales et des épanchoirs à fleur-d'eau ou à fleur-de-vase, pour en recevoir les eaux ou les rejeter dans les contre-canaux. Le nombre des épanchoirs que M. de Riquet avait fait construire fut augmenté par la Province pendant les années 1683, 1684 et 1685, sur les observations des Ingénieurs et les plaintes de Riverains* ». Le Maréchal de Vauban décida alors en 1686 d'étendre à toutes les rivières, les ruisseaux et les ravins le principe de réaliser des aqueducs pour faire passer ces eaux sous le Canal. Il n'empêche que tout au long de la fin du XVII^e et du XVIII^e siècle, l'auteur relève des épisodes pluvieux intenses endommageant le Canal et ses riverains. Il cite par exemple une crue de l'Orb du 3 décembre 1772 : « *Il se fit beaucoup d'éboulements dans la retenue d'Ariège ; le canal fut comblé d'environ 4 pieds sur 50 toises de longueur entre les cales de Capiscot et celles de Signor-Donnat* ».

De fait, les choix empiriques de dimensionnement initiaux et les améliorations progressives effectuées ne peuvent à l'évidence être comparés aux dimensionnements effectués pour des canaux de navigation plus récents. VNF signale aussi que nombre d'ouvrages de transparence hydraulique ont été modifiés ou créés par les collectivités dans la deuxième partie du 20^e siècle, sans que leur gestion fasse l'objet de conventions spécifiques.

Le niveau de risque actuel lié à la transparence du canal ne peut donc véritablement être qualifiée d'une insuffisance du dimensionnement initial, car il n'y a pas eu de véritable dimensionnement mais l'aggravation de son niveau est due à l'évolution de l'environnement du canal avec un effet conjugué d'une augmentation en fréquence et en intensité des aléas climatiques, d'une imperméabilisation des sols et d'une urbanisation à proximité immédiate du canal⁴¹.

Conscient de cette question et bien que VNF n'ait pas pour vocation première de prévenir les inondations, l'établissement public a décidé, à partir du retour d'expérience à chaud mené le 12 novembre 2019, d'initier une analyse hydraulique qui porte à la fois sur les retours d'expérience des épisodes de crues dans l'Aude en octobre 2018 et de pluies exceptionnelles dans l'Hérault en octobre 2018.

Outre des objectifs de connaissance, les objectifs de cette étude viseront notamment :

- à identifier des « zones à risques » bordant le canal, en mettant en évidence leur évolution en matière d'urbanisation depuis la construction du canal, tout en vérifiant leur prise en compte dans les PPRI;
- et à proposer aux partenaires État et collectivités des études/travaux à mener pour améliorer la situation en matière de prévention contre les inondations, intégrant notamment des solutions pragmatiques comme la mise en place de nouveaux déversoirs permettant de maîtriser les débordements dans des secteurs choisis et assumés.

Par ailleurs, les travaux envisagés pour le plan de fiabilisation des digues au titre de la sécurité des ouvrages hydrauliques dont le moment est évalué à 40 M€ est réputé pouvoir s'achever avec le futur contrat de plan État-Région (CPER) de la période 2021-2027.

De plus, comme la mission avait été informée des questions de déversements d'eaux pluviales dans le canal, VNF a fait savoir à la mission que la politique actuelle est de ne pas accepter le rejet d'eaux

⁴⁰ Des canaux de navigation et spécialement du canal du Languedoc - APAMP Euromapping-1996.

⁴¹ Riquet a travaillé dans un souci d'économie et la traversée du canal par les cours d'eau s'accompagnait de dépôt de sédiments, donc d'un besoin de dragage pour rétablir le gabarit. C'est cet aspect que Vauban s'est efforcé de pallier. Mais en décidant de passer au-dessus des cours d'eau, il a fallu ajuster le tracé (ex. à Trèbes) ou déplacer le cours d'eau pour l'amener dans une topographie favorable et, en crue, la rivière reprend son cours historique. Il n'est pas non plus exclu que les crues aient été différentes en plein petit âge glaciaire.

pluviales dans le canal du Midi, même en prévoyant un paiement. Toutefois, il existe un poids de l'histoire avec une multitude de points de déversement historiques d'eaux pluviales non nécessairement connus et gérés par VNF les faisant transiter par l'ouvrage. Une démarche a été initiée sur l'ensemble de Canal du Midi, avec les DDTM et les agences de l'eau pour normaliser la situation des rejets et des prélèvements dans le canal. Elle est conduite en trois phases :

- phase 1 : le croisement des bases de données donne 800 ouvrages dont 600 sont autorisés complètement ou partiellement et 200 ne donnent pas lieu à autorisation ;
- phase 2 : arpentage terrain : il a démarré et les toutes premières zones arpentées laissent supposer qu'il existe autant d'ouvrages non recensés que d'ouvrages répertoriés dans les bases de données ;
- phase 3 : régularisation des ouvrages ;

et devrait être achevée sous trois ans. Les premiers constats de terrain font apparaître un gros écart entre les déclarations existantes et la réalité

4.2.2. Transparence hydraulique et changement climatique

Sur la question du changement et de la résilience du Canal aux évolutions observées ou attendues, elle concerne de façon plus large à la fois les épisodes pluvieux intenses, les étiages prolongés et l'alimentation en eau des canaux. À ce sujet une convention devrait être passée entre VNF et les agences de l'eau sur la question de l'adaptation au changement climatique.

La mission conclut de ces entretiens que VNF actualise les connaissances sur les questions de transparence hydraulique du Canal du Midi en vue d'en assurer une plus grande résilience ; procède à la régularisation de l'ensemble de ses ouvrages au titre de la réglementation relative aux ouvrages hydrauliques au-delà des barrages-réservoirs qui sont les ouvrages aux risques les plus élevés ; inventorie progressivement les déversements d'eaux pluviales dans le canal et travaille dans une perspective un peu plus éloignée sur l'adaptation au changement climatique.

4.3. Réseau autoroutier et transparence hydraulique

Lors des échanges de la mission avec Vinci-Autoroutes, il est apparu que la question de la transparence hydraulique était plus aisée à intégrer pour les ouvrages neufs qui permettent d'actualiser les données hydrologiques, avec toutefois la difficulté de projection à 50 ans des conséquences possibles du changement climatique. Ceci se fait lors de l'instruction de ces projets au titre de la loi sur l'eau et des précautions plus fortes peuvent être demandées dans des départements comme l'Aude, victime des épisodes de 1999. La conséquence en est une augmentation des volumes des bassins de rétention.

Pour les ouvrages anciens, la durée résiduelle de la concession peut être un obstacle à l'actualisation de cette transparence contrairement à d'autres phénomènes liés par exemple à l'élévation de températures qui peut se gérer au moment des renouvellements de chaussée pour les périodes d'ensoleillement avec températures plus élevées. À l'exception de séismes dont la révision des normes a imposé une actualisation globale, les gestionnaires préfèrent une approche incrémentale pour tenir compte des vulnérabilités évolutives liées aux crues éclaircies surtout dans les zones très urbanisées.

Maintenance des bassins de rétention : avec un patrimoine de quelque 3 000 ouvrages, est systématiquement mise en place une visite annuelle avec examen visuel annuel et une inspection détaillée tous les cinq ans. À cette occasion les comblements sont estimés et, au-delà d'un certain seuil de dépassement du volume mort, un curage est entrepris.

4.4. Expérience du bureau enquête-accidents des transports terrestres (BEA-TT)

La mission s'est intéressée à l'expérience du BEA-TT dans la mesure où ce bureau a rendu compte d'un événement analogue qui s'était produit sur le RER-B en région parisienne.⁴²

Dans le résumé de l'accident que fait le BEA on peut lire : « *La cause directe de l'accident est l'évidement du remblai soutenant la voie sur une longueur d'une quinzaine de mètres et sur une profondeur de quatre mètres environ. Cet évidement a été provoqué par un affouillement dû à un écoulement de surverse par-dessus le remblai de la ligne, suite aux fortes pluies survenues sur la région parisienne cette nuit-là.*

Trois facteurs ont contribué à cet accident :

- un épisode pluvieux exceptionnellement et localement abondant qui se produit sur des sols déjà saturés en eau ;
- **un réseau de transparence hydraulique du remblai ferroviaire sous-dimensionné et dont la maintenance en bon état de fonctionnement est perfectible ;**
- l'absence de mesures d'adaptation de l'exploitation courante suite aux messages de vigilance de Météo-France.



Vue 14 : la brèche de l'accident



Vue 2 : la rame sur la brèche

« Concernant l'infrastructure, 800 m³ environ de remblai ont été emportés, laissant les traverses et les rails des deux voies en suspension au-dessus du vide. Quatre poteaux caténaires et deux portiques sont tombés. Les travaux de remise en état du remblai, de la voie et de ses accessoires (caténaires, câbles de signalisation et de télécommunication) vont concerner 200 m de linéaire. »

⁴² Rapport d'enquête technique sur le déraillement d'une rame du RER B survenu le 12 juin 2018 à Saint-Rémy-lès-Chevreuse(78)-BEA-TT Janvier2020- affaire n° 2018-08.

La RATP, maître d'ouvrage, a procédé à la reconstruction en créant un ovoïde dans un granulat transparent à l'eau qui triple presque la capacité hydraulique d'écoulement des trois aqueducs existants, ce qui n'a pas posé de difficultés en raison de l'absence d'habitations concernées à l'aval de l'écoulement.



Vue 21 : l'ovoïde dans un granulat transparent à l'eau

L'entretien que la mission a pu avoir avec le directeur du BEA-TT a confirmé que ces cas de surverse en raison de pluies intenses et d'une capacité de transparence hydraulique ne sont pas fréquents mais le BEA enquête sur les seuls accidents⁴³ et n'a pas connaissance des incidents. Il souligne que dans le cas du RER B la question de la répartition des rôles entre gestionnaire de la voie ferrée et gestionnaire des eaux pluviales reste à améliorer.

4.5. Conclusions de la mission

La mission conclut de cet examen des questions de transparence hydraulique des infrastructures que l'aggravation des épisodes pluvieux intenses ne se fait pas seulement sentir dans les régions méditerranéennes mais qu'elle pose aux gestionnaires d'infrastructure des difficultés accrues pour assurer le maintien dans la durée de la transparence hydraulique.

Il convient donc que les gestionnaires d'infrastructure se rapprochent davantage des gestionnaires d'eaux pluviales, ce qui n'est pas une tâche aisée vu la multiplicité des intervenants le long d'infrastructures linéaires de grande ampleur.

Ces difficultés se posent d'abord pour les infrastructures anciennes. Les gestionnaires nationaux sont sensibilisés dans la mesure où :

- d'une part, ils actualisent les études hydrologiques et hydrauliques pour inventorier l'aggravation possible des phénomènes, dynamique qui mérite d'être appuyée par la DGPR et peut entraîner la révision en tant que de besoin des ouvrages de transparence qui sont devenus ou se sont avérés insuffisants ;
- d'autre part, ils complètent les travaux de couplage des vigilances météorologiques avec les modélisations adaptées à l'identification des tronçons les plus sensibles.

Toutefois, il apparaît que la réalisation d'études hydrauliques complètes de vérification de la transparence hydraulique n'est pas systématiquement prévue dans les cahiers des charges des bureaux d'études lors de la réhabilitation de tronçons. Il serait utile d'attirer l'attention de maîtres

⁴³ C'est-à-dire essentiellement des événements ayant entraîné un déraillement et causé des décès.

d'ouvrages sur ce point, notamment lorsque les tronçons concernés sont situés dans le périmètre d'un PPRI ou lorsque ces tronçons sont susceptibles d'être concernés par des épisodes de crues intenses.

Recommandation 7. La mission recommande à la DIT de sensibiliser les gestionnaires d'infrastructure de transport à la question du réexamen des questions de transparence hydraulique à la faveur de la restauration ou de la réhabilitation de tronçons d'infrastructure particulièrement exposés aux crues intenses.

- D'un entretien mené avec Eric Gaume de l'université Gustave Eiffel, la mission en a aussi retiré l'appréciation que le dimensionnement effectué par nombre de maîtres d'ouvrage souffrait d'une confiance excessive portée aux données servant à calibrer les périodes de retour de dimensionnement et qu'en raison des aléas propres aux échantillons retenus, la capacité retenue devrait sans doute être accrue pour tenir compte de ces aléas et des incertitudes qui s'y attachent.⁴⁴

Par ailleurs, la mission a constaté qu'il n'y a pas de lieux d'échanges techniques entre les différents gestionnaires d'infrastructures et les bureaux d'études spécialisés (à l'image de ce qui se pratique dans les conférences techniques interdépartementales des transports et de l'aménagement -COTITA- dans certaines régions) et que les sujets de transparence hydraulique n'y sont pas portés. Or, les problématiques rencontrées par ces différents opérateurs sont relativement constantes et mériterait un travail en commun. Fort de l'expérience acquise dans l'événement étudié, et dans un souci de partage des pratiques, le Cerema pourrait initier ce type d'échanges entre opérateurs et bureaux d'études, en y associant les experts des organismes travaillant sur le sujet et en associant la Société hydrotechnique de France (SHF). L'objectif, à terme, pourrait être de dégager des lignes directrices pour la prise en compte de la transparence hydraulique des infrastructures linéaires lors de leur réhabilitation.

Recommandation 8. La mission recommande que la SHF soit sollicitée par le Cerema pour organiser une journée d'échange d'expérience des gestionnaires d'infrastructure sur ce sujet de la transparence hydraulique des infrastructures de transport en y associant maîtres d'ouvrage et ingénieristes, (DGPR et DGITM).

⁴⁴ Eric Gaume - Flood frequency analysis : the Bayesian choice WIREs Water. 2018 ; e1290.
<https://doi.org/10.1002/wat2.1290>

5. Deux aspects réglementaires à améliorer au vu du cas étudié

5.1. Le réexamen du traitement des infrastructures de transport dans les plans de prévention des risques

De façon plus générale, la mission s'interroge sur la clarté de la doctrine de prise en compte, des ouvrages d'infrastructures linéaires (ou autres), mais surtout sur les conditions de son application dans les scénarios des PPRI. L'observation faite dans le cas de Villeneuve-les-Béziers est que le fait que ces ouvrages ne soient pas assimilés à des digues de prévention des inondations (ce qui est le cas en général sauf s'ils sont construits expressément pour ce faire) a induit une hypothèse de non-rupture de l'ouvrage, en l'assimilant en fait à un simple élément topographique naturel. Cette interprétation semble erronée à la mission et il paraît nécessaire qu'un rappel soit effectué par la DGPR sur ce sujet.

Recommandation 9. DGPR : Rappeler aux services instructeurs des PPRI que la prise en compte des infrastructures linéaires dans les PPRI doit intégrer pour la définition de la carte d'aléa un scénario de rupture de ces ouvrages, sauf démonstration à apporter au cas par cas de leur résistance.

5.2. Exercice de la police des eaux relative aux implantations d'infrastructures ou à l'imperméabilisation

5.2.1. Police de l'eau et nouvelles infrastructures

Lorsque de nouvelles infrastructures ou de nouvelles urbanisations sont projetées, la loi sur l'eau s'applique dans sa globalité et prévoit les obligations de transparence hydraulique et les compensations des zones artificialisées.

Pour les passages sous les infrastructures, le principe retenu depuis 2002 est l'absence de rehaussement de la ligne d'eau en amont à hauteur de Q100. Cette obligation se traduit par la démonstration de non-rehaussement à l'aide d'ouvrages de transparence et/ou la création de bassin de compensation (selon la circulaire de 2007 relative au recensement des ouvrages faisant un obstacle aux écoulements). Contrairement à ce qui est prévu pour la submersion marine, la définition du Q100 ne prend pas en compte des modifications de celui-ci en fonction du changement climatique. Selon les éléments qui ont été apportés à la mission par l'Ifsttar, compte tenu des incertitudes sur les valeurs des crues observées ou modélisées, des marges devraient être prises pour la mise en œuvre, notamment de dimensionnement des ouvrages de transparence hydrauliques des infrastructures en partant du principe que pour répondre efficacement à une crue de Q100, il faudrait dimensionner en utilisant un coefficient de sécurité, de 1,2 à 1,5, à adapter éventuellement en différenciant selon les caractéristiques hydrologiques des territoires.

Par ailleurs, la capacité des bassins de rétention permettant de compenser l'imperméabilisation directement liée à l'infrastructure est le plus souvent calculée pour une crue décennale ou au mieux trentennale. Il sera utile dans les futurs calculs de s'interroger sur ce dimensionnement et, en tout état de cause de s'interroger sur la destination des eaux contenues dans ces bassins lorsque la crue

de projet est dépassée, en vérifiant notamment l'importance relative des quantités d'eaux concernées par rapport à la quantité issue de l'ensemble du bassin versant concerné.

Pour la création de nouvelles urbanisations, la doctrine utilisée dans l'Hérault depuis 2006, diffusée en 2012 prévoit une demande de compensation initiale de 120L/m² avec un débit de fuite compris entre Q2 et Q5. La mission a été informée que, d'une part, ce choix n'était pas nécessairement appliqué de façon identique sur l'ensemble des départements de l'arc méditerranéen, d'autre part, que tout ce qui est antérieur à la doctrine y échappe et encore plus ce qui a été fait avant la loi sur l'eau. Par exemple, le bassin de la Capiscole est un non-objet juridique au titre de la loi sur l'eau.

Pour les gros dossiers d'urbanisation, il est demandé de vérifier le non-débordement des bassins jusqu'au débit centennal pour toute urbanisation avec rejet dans eaux superficielles ou souterraines. La gestion du dispositif est assurée par la DDTM. Si l'aménagement prévoit le rejet dans le réseau communal busé et le rejet dans le réseau des eaux pluviales, la gestion est assurée par les maires. Ce dernier point pose la question des obligations à respecter pour la sortie du réseau dans le milieu naturel.

5.2.2. Police de l'eau et infrastructures préexistantes

Comme pour l'urbanisation, tout ouvrage antérieur à la loi sur l'eau bénéficie du principe d'antériorité et n'est pas remis en cause, notamment pour ce qui concerne le dimensionnement de ses ouvrages de transparence hydraulique. Par ailleurs, les modifications de l'aménagement du territoire intervenant en amont de ces ouvrages n'induisent pas non plus de modifications de ces dimensionnements, qui peuvent finir par être inadéquates à la réalité des crues.

Dans les faits, la définition des obligations en matière de police de l'eau est raisonnée projet par projet et non à l'échelle du territoire. Le dernier projet est lui conforme aux exigences réglementaires et techniques au moment où il est conçu, mais il n'y a pas de remise en cause, du fait des conséquences de cette nouvelle création des obligations antérieures relatives aux ouvrages et urbanisations préexistantes sur le territoire.

5.2.3. Pistes d'amélioration

La prise de compétence GEMAPI par les collectivités territoriales devraient participer à l'amélioration de la situation, compte tenu notamment de la volonté du législateur de permettre par cette compétence une meilleure articulation entre les politiques de l'aménagement du territoire et celle de la prévention des inondations. Le rapport⁴⁵ sur l'évaluation des conséquences de la mise en œuvre de la compétence GEMAPI notait que « *l'adéquation entre urbanisme et prévention des risques ne fait pas encore partie des priorités des collectivités territoriales et une meilleure intégration de la GEMAPI dans les documents d'urbanisme reste indispensable* ». Il proposait pour améliorer cette intégration de « *prévoir une consultation, avec avis conforme, des autorités gemapiennes dont le bassin versant est concerné par les documents d'urbanisme lors de leur réalisation ou de leur révision en rendant obligatoire la leur compatibilité avec les stratégies locales de gestion des risques d'inondation* ».

La mission reprend cette recommandation à son compte en proposant d'effectuer les modifications réglementaires ou législatives du droit de l'urbanisme permettant cette évolution.

⁴⁵ Rapport CGEDD n° 012245-01 et IGA n° 18033R de novembre 2018.

Recommandation 10. DHUP et DGPR : Imposer la consultation des autorités gemapiennes lors de l'élaboration ou de la révision des documents d'urbanisme concernant tout ou partie du bassin versant hydrauliques de leur compétence.

En complément de cette obligation et pour permettre aux autorités gemapiennes de pleinement jouer leur rôle en matière de prévention des inondations, la même obligation de consultation devrait être appliquée pour les projets d'infrastructure ou de projets d'urbanisme (ZAC notamment) concernant directement ou indirectement le territoire du bassin versant de leur compétence.

Recommandation 11. (MTES) : Imposer la consultation sur les ouvrages hydrauliques de transparence, des autorités gemapiennes lors de la conception de nouvelles infrastructures linéaires ou de projets d'urbanisme concernant tout ou partie du bassin versant hydraulique de leur compétence.

Pour les infrastructures existantes bénéficiant de l'antériorité au titre notamment de la loi sur l'eau, le premier travail à effectuer par les autorités gemapiennes est un recensement des infrastructures linéaires de leur territoire, dans le cadre, par exemple, des cartographies de territoire déjà citées dans le présent rapport et de conduire des études ad hoc pour vérifier leur rôle dans les inondations et en particulier le dimensionnement des ouvrages de transparence hydraulique et leur comportement en cas de dépassement de la crue de projet. Cette obligation devrait être intégrée lors de l'approbation de PAPI sur un territoire.

Conclusion

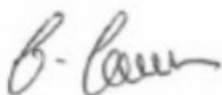
L'événement pluvieux intense de la zone biterroise des 22 et 23 octobre 2019 a essentiellement attiré l'attention à cause de l'interruption des circulations ferroviaires qui en a été sa conséquence directe, puisque toute circulation de train entre le sud-est et le sud-ouest de la France ainsi qu'entre le sud-ouest de la France et l'est de l'Espagne a été impossible pendant plus d'un mois.

Le rapport, tout en n'étant pas en capacité de conclure sur l'aggravation à venir des événements du même type sur la zone méditerranéenne faute de consensus dans les études scientifiques recueillies à ce sujet, met en évidence la nécessité de mettre à l'agenda la problématique d'interaction entre les infrastructures linéaires et les crues intenses, en pointant la difficulté de la réelle prise en compte des inondations par des infrastructures anciennes, conçues et dimensionnées (notamment pour leur transparence hydraulique) avec des méthodes et des données de leur temps.

Il suggère des échanges d'expérience plus fréquents entre maîtres d'ouvrages des infrastructures ferroviaires, fluviales et routières, maîtres d'œuvre et prescripteurs techniques sur la question spécifique de leur transparence hydraulique lors d'événements pluvieux intenses et sur la gestion opérationnelle destinée à mieux prévenir les conséquences de tels épisodes, dans la mesure où la durée de vie longue des infrastructures peut voir se produire des modifications sensibles des conditions d'écoulement dans les bassins versants traversés par ces infrastructures linéaires.

Il préconise notamment une meilleure implication des autorités gemapiennes, de création encore récente, dans toutes les opérations d'aménagement du territoire au sens large pour y porter efficacement la prévention des inondations.

Geoffroy Caude



Ingénieur général
des ponts, des eaux et des forêts

Thierry Galibert



Inspecteur général
de santé publique vétérinaire

Annexes

1. Lettre de mission



COURRIER ARRIVÉE
300-2019
31 OCT. 2019

MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET SOLIDAIRE

29 OCT. 2019

Paris, le

La ministre de la transition écologique et
solidaire

Le secrétaire d'Etat auprès de la ministre
de la transition écologique et solidaire,
chargé des Transports

à

Madame la vice-présidente du Conseil général
de l'environnement et du développement
durable.

→ Bureau du
G.E.D.D.
Mey

Objet : Retour d'expérience sur la gestion des inondations de l'Aude, des Pyrénées-Orientales et de l'Hérault d'octobre 2018

Un épisode cévenol significatif s'est déroulé du 22 au 24 octobre 2019 et a concerné une vaste zone allant de l'Espagne à l'Hérault et au Gard. Des dommages relativement importants ont été constatés sur des infrastructures de transports (routes et voies ferrées) et certaines d'entre elles ont été mises en cause dans leurs effets sur les inondations, notamment le canal du Midi.

Votre mission portera sur les enseignements à tirer de ces événements sur les points particuliers suivants :

- le ruissellement, qui semble avoir eu des effets plus importants que les débordements de rivières. Vous préciserez cette appréciation et mettrez en évidence, dans la mesure du possible, les stratégies de prévention les plus efficaces pratiquées par les collectivités, ainsi que les mesures de nature à préserver les ouvrages stratégiques ;
- les mesures prises par les gestionnaires d'infrastructures et les opérateurs de transport pour l'information des voyageurs et le retour à la normale ;
- l'efficacité des ouvrages de protection, qu'il s'agisse d'ouvrages de stockage ou de digues de protection, et tout particulièrement les ouvrages de rétention autoroutiers ;
- le fonctionnement des ouvrages transverses aux écoulements, ponts et remblais routiers et ferroviaires, leur entretien, voire leur dimensionnement, ainsi que la résilience de ces ouvrages aux événements cévenols forts ;

Hôtel de Roquelaure – 246, boulevard Saint-Germain – 75007 Paris – Tél : 33 (0)1 40 81 21 22
www.ecologique-solidaire.gouv.fr

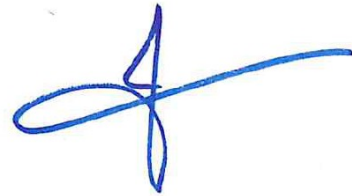
– l'exploitation du canal du Midi et le rôle de gestion hydraulique que doit jouer VNF dans le cas de ces orages cévenols qui se trouvent hors saison touristique.

Une note d'étape portant sur la gestion de crise et les mesures prises pour le retour à la normale nous sera remis dans un délai d'un mois et votre rapport devra nous être remis sous trois mois.



Elisabeth BORNE

Jean-Baptiste DJEBBARI



En revanche, la forte pluviométrie littorale a généré du ruissellement important sur l'Orb aval et le Lez. Pour illustration de la prédominance du phénomène de ruissellement sur celui de débordement, les dégâts sur le secteur de Villeneuve-lès-Béziers ont été observés dans la matinée du 23 octobre (à partir de 9 h 30) alors que le niveau de vigilance jaune sur l'Orb n'était pas encore atteint à Béziers.

Le rex conclut sur le fait qu'il s'agit d'un événement de pluviométrie exceptionnelle avec des conséquences pour la région de Béziers principalement liées au phénomène de ruissellement, un peu comme l'a été la pluie du 29 septembre 2014 à Montpellier.

La mission observe que l'événement a été relativement ponctuel et n'a touché que le département de l'Hérault, dans sa partie la plus littorale.

2.1. Description de l'événement hydrologique

Le Cerema a réalisé une analyse de l'événement en associant à l'étude le Cerema Méditerranée et le Cerema Eau, mer et fleuves. Leurs premières conclusions ont été communiquées à la mission et portent notamment sur l'analyse hydrologique de l'événement et des lames d'eau sur les bassins du Saint-Victor et du Rec d'Arièges, ainsi que sur le bassin du Rec d'Arièges après confluence avec le Saint-Victor, en aval de la voie ferrée et de l'autoroute.

La mission reprend ici les éléments fournis.

À partir des hyétoigrammes de pluie, on peut décrire la chronologie de l'événement sur les trois bassins :

- une première phase de pluies d'intensité modérée le 22 octobre en fin de matinée entre 8 h et 13 h TU⁴⁶ (soit entre 10 et 15 h heure locale) humidifiant les bassins (environ 30 mm précipités) ;
- suivie d'un pic de pluie plus intense entre 17 et 19 h TU (19 et 21 h hl) (environ 30 mm supplémentaires en deux heures) ;
- et enfin un épisode de pluie très intense en deux parties le 23 octobre entre 1 h et 7 h TU (3 h et 9 h hl) puis de 7 h à 10 h TU (9 h à 12 h hl). Environ 210 mm tombent en 9 h durant la matinée du 23 octobre sur les bassins. Plus de 110 mm tombent en trois heures entre 3 et 6 h TU (5 et 8 hl) et entre 60 et 70 mm en deux heures entre 7 h et 9 h TU (9 et 11 h hl).
- La lame d'eau précipitée sur la totalité de l'épisode sur les trois bassins est d'environ 270 mm, correspondant à un volume d'environ 1 600 000 m³ respectivement sur le bassin du ruisseau Saint-Victor et sur le bassin du ruisseau d'Arièges à la confluence avec St-Victor, et environ 3 400 000 m³ sur le bassin du ruisseau d'Arièges (en aval de l'autoroute et de la voie ferrée).
- En comparant les valeurs des pixels min. et max. et la valeur moyenne sur le bassin sur les hyétoigrammes des pluies horaires, on remarque que les pluies sont spatialement assez homogènes sur chaque bassin et sont aussi très similaires sur les trois bassins considérés.

Pour la qualification fréquentielle des pluies sur différentes durées, le rapport utilise la lame d'eau Antilope, réputée plus fiable. Étant donné la faible taille des bassins versants, l'utilisation d'un abattement spatial de la pluie est considérée comme sans conséquence sur la qualification du phénomène.

En comparaison avec les statistiques de pluie SHYREG⁴⁷, il apparaît que pour les trois bassins la période de retour de l'événement pluvieux est :

⁴⁶ TU : temps universel.

⁴⁷ SHYREG : version régionalisée de la méthode SHYPRE (Stimulation d'hydrogrammes pour la prédétermination).

- comprise entre 2 et 10 ans pour une durée de pluie d'une heure,
- comprise entre 20 et 50 ans pour une durée de 2 heures,
- $\geq$ à 100 ans pour des durées de 3, 4, 12, 24 heures,
- très supérieure à 100 ans pour des durées de 6 à 12 heures.

La comparaison avec des événements connus est effectuée dans le même rapport et aboutit à un récapitulatif permettant de les comparer avec l'événement d'octobre 2019 en termes de cumul pluviométrique uniquement.

Évènement	Remarques	Estimation du cumul de lame d'eau précipitée sur le bassin du Rec d'Arièges durée du cumul	
		LEP (mm)	Durées (jours)
6 au 9 décembre 1953	* Crue généralisée de l'Orb occurrence 80 ans selon PPRI	150-200	3
17 au 22 octobre 1969	* Inondation du quartier des Arcades (60 cm) liée au canal du Midi selon PPRI	300-400	5
12 au 16 octobre 1986	* Non mentionné dans le PPRI * Submersion de la voie ferrée et inondation à l'aval de la retenue selon étude LHM 1988	300-400	4
2 au 6 octobre 1987	* Non mentionné dans le PPRI (sauf une photo p43)	200-250	4
3 au 5 décembre 1987	* Période de retour estimée à 25-30 ans selon PPRI	20-40	3
27 oct au 7 nov 1993	* Non mentionné dans le PPRI	250-300	11
15 au 18 déc 1995	* Période de retour estimée à 30-50 ans selon PPRI	20-40	3
28 au 30 janvier 1996	* Période de retour estimée à 60 ans * Dégâts plus importants qu'en 69 ou 87 notamment le lotissement des Arcades selon PPRI	100	2
3 au 5 novembre 1997		80-100	2
11 au 15 nov 1999		250	4
12 au 16 mars 2011		125	4
24 au 30 nov 2014		150-200	6
12 au 14 octobre 2016		200-250	2
22 au 23 octobre 2019		270	2

Le cumul de 270 mm sur le bassin du Rec d'Arièges a été dépassé plusieurs fois au cours des soixante-cinq dernières années, mais sur des durées plus longues que deux jours : on ne dispose pas de données au pas de temps infra-journalier pour comparer les intensités sur des pas de temps plus fins.

Pour l'événement du 11 au 15 novembre 1999, les stations pluviométriques voisines du Rec d'Arièges (Portiragnes et Florensac) ont enregistré des pluies comparables ou supérieures à celles de l'événement des 22-23 octobre 2019 (respectivement 286 et 387 mm).

Si l'événement d'octobre 2019 a été qualifié d'exceptionnel en termes de pluviométrie sur les bassins versants du Saint-Victor et du Rec d'Arièges, on constate toutefois que des événements similaires, voire plus importants sont intervenus au cours des quarante dernières années, celui d'octobre 1996 ayant même dépassé en quantité de pluie celui d'octobre 2019 avec les mêmes conséquences en termes notamment de submersion de la voie ferrée.

3. Recueil de données ou d'études relatives à une éventuelle aggravation des épisodes méditerranéens en intensité et/ou en fréquence

La mission s'est posée deux questions au titre du retour d'expérience :

- le phénomène pluvieux observé est-il rare ou exceptionnel ?
- existe-t-il des indices laissant entendre que ce type de phénomène est ou non en train de s'aggraver ?

À la première question, la réponse a été apportée par les travaux du Cerema : en cumul de pluie sur une période de deux jours ou davantage, le volume observé n'est pas exceptionnel quoiqu'élevé. En revanche, si on considère le cumul sur une période supérieure à trois heures, l'événement est plus que centennal donc de fréquence exceptionnelle. L'attention principale dans l'élaboration du PPRI ayant été apportée aux crues de l'Orb, les deux ruisseaux du Rec d'Arièges et de Saint-Victor à l'origine des désordres constatés à Villeneuve-Lès-Béziers ont été laissés au second plan dans l'analyse des aléas du PPRI.

À la seconde question plus difficile, la réponse est complexe. La mission se propose de rappeler les différents travaux d'étude ou de recherche menés sur cette question controversée.

3.1. Analyse rétrospective des pluviométries intenses sur l'arc méditerranéen

Le premier article qui tend à accréditer l'idée d'une augmentation des intensités et des fréquences de ce type d'épisode est celui d'Aurélien Ribes et al.⁴⁸ Les auteurs ont examiné les évolutions sur la période 1961-2015.

Ils commencent par rappeler que les précipitations journalières maximales sont en gros deux à quatre fois supérieures dans la région méditerranéenne à celle du reste de la France et que des précipitations supérieures à 100 mm sur une journée y sont fréquentes. Ils précisent ensuite que ce type d'événement se produit principalement en automne selon des conditions de circulation atmosphérique particulières. Ils rappellent aussi que la zone méditerranéenne française est la mieux dotée en pluviomètres par rapport aux autres pays méditerranéens puisqu'ils recensent 700 stations pour n'en sélectionner que 96 dans une recherche d'homogénéité et de continuité des données sur la période 1961 à 2015. Ils indiquent aussi se limiter aux stations où la précipitation journalière maximale annuelle dépasse 60 mm d'eau.

⁴⁸ Aurélien Ribes, Soulivanh Thao, Robert Vautard, Brigitte Dubuisson, Samuel Somot, Jeanne Colin, Serge Planton, Jean-Michel Soubeyrou : « Observed increase in extreme daily rainfall in the French Mediterranean. » - Climate Dynamics <https://doi.org/10.1007/s00382-018-4179-2> - accepté le 19 mars 2018.

La figure 1 b, ci-dessous, représente sous forme de points bleus les 700 stations du réseau analysées et de points rouges celles du réseau dit homogène optimal :

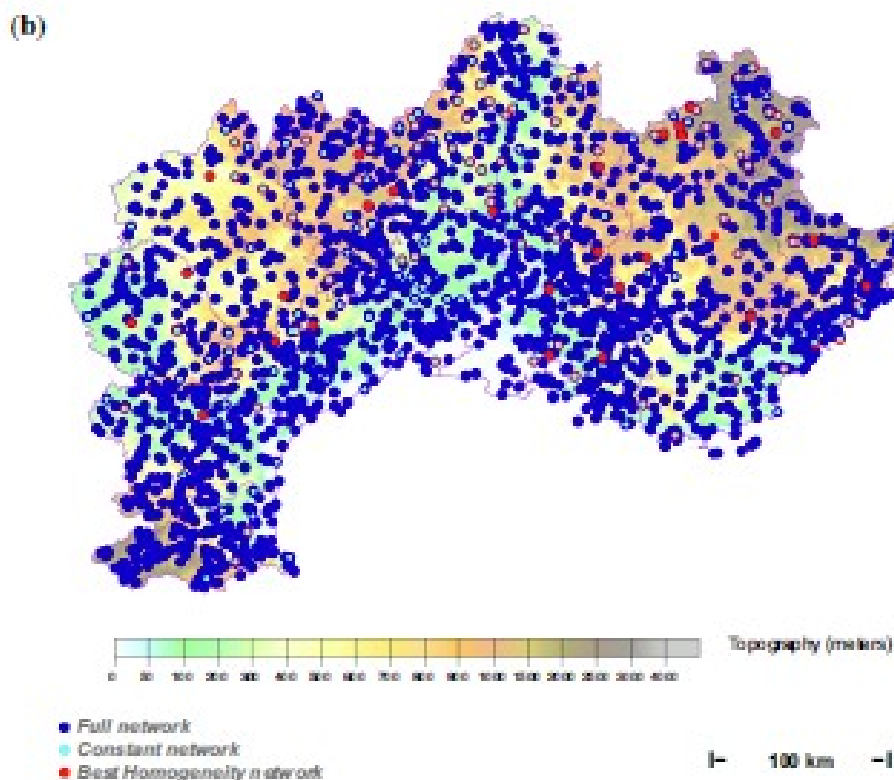


Fig. 1 Geographical situation and available datasets. a Situation map showing the investigated area with respect to Western Europe and the Mediterranean Sea. b Location of the weather stations belonging to

the three networks considered: Full, Constant and Best Homogeneity (see text). c Time-series of the number of stations operating in the Full network.

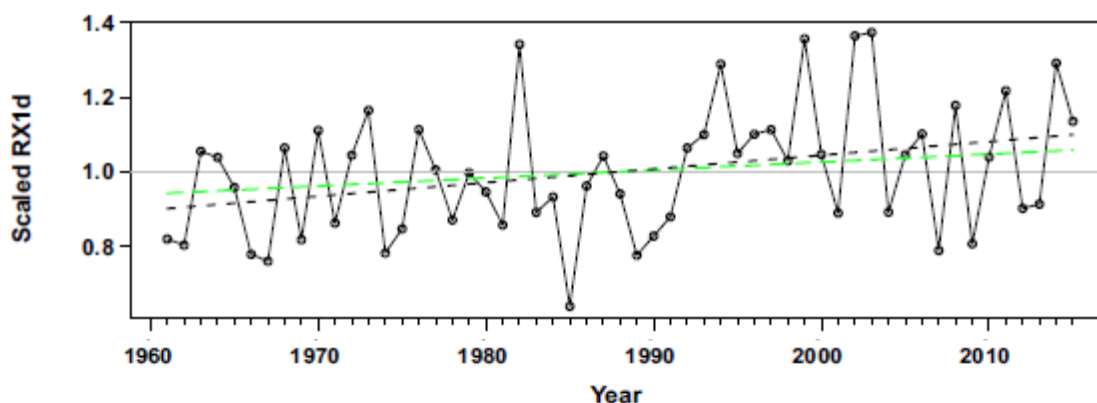
En faisant un inventaire de la littérature publiée sur le sujet, ils relèvent que le groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) dans son cinquième rapport établit de façon générale que « *les événements pluvieux extrêmes sont très vraisemblablement plus intenses et plus fréquents dans un monde avec une température plus élevée sur la plupart des terres émergées aux latitudes moyennes* ». Toutefois ils rappellent aussi les nombreuses critiques apportées à ces considérations générales sur la base de modèles climatiques globaux qui ne considèrent pas les systèmes convectifs à méso-échelle responsables de ces épisodes méditerranéens intenses⁴⁹. Après ces considérations, ils détaillent leur analyse qui se veut une réanalyse des précipitations journalières extrêmes de cette zone tant en intensité qu'en fréquence et en extension tout en discutant de la cohérence de cette réanalyse avec la relation dite de Clausius-Clapeyron (utilisée pour analyser les équilibres entre liquide et pression de vapeur saturante de ce liquide).

Le principal résultat de ce travail montre que la période de 1961 à 1990 ne donne quasiment pas de tendance d'évolution, alors que la période suivante donne un accroissement de 20 % en intensité de précipitation maximale journalière annuelle. Ils établissent ainsi que **l'accroissement serait de 22 % dans une fourchette de 7,5 % à 39 % avec un intervalle de confiance de 90 %**.

⁴⁹ La Météorologie n° 66 -août 2009- Projet Cyprim I « Cyclogenèses et précipitations intenses en région méditerranéenne : origines et caractéristiques » par Brice Boudevillain, Sébastien Argence, Chantal Claud, Véronique Ducrocq, Bruno Joly, Alain Joly, Dominique Lambert, Olivier Nuissier, Matthieu Plu, Didier Ricard, Philippe Arbogast, Alexis Berne, Jean-Pierre Chaboureaux, Benoît Chapon, Fabien Crépin, Guy Delrieu, Erik Doerflinger, Beatriz M. Funatsu, Pierre-Emmanuel Kirstetter, Frédéric Masson, Karine Maynard, Evelyne Richard, Emilia Sanchez, Laurent Terray et Andrea Walpersdorf.

L'amplitude de cette variation et son importance restent inchangées depuis 15 ans ce qui leur semble représenter un signal robuste.

La figure 4, ci-dessous, donne ces éléments : la ligne pointillée noire donne la meilleure estimation de l'accroissement de l'intensité de la pluie journalière maximale et la ligne verte l'augmentation qui résulterait de l'application d'un taux de croissance linéaire pour la relation de Clausius-Clapeyron.

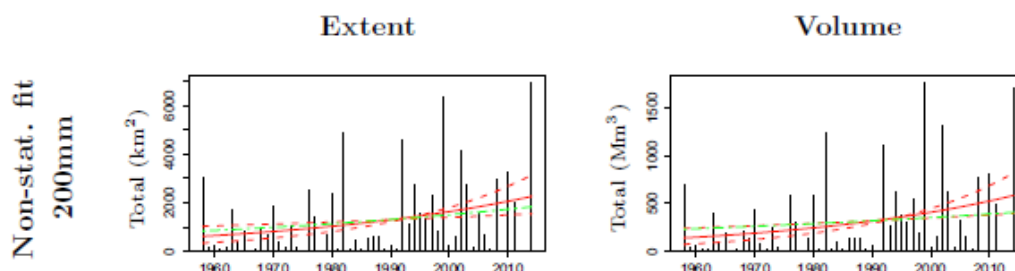


Une analyse est également donnée en fréquence en comparant la fréquence 2015 à celle de la fréquence 1961 pour des seuils de précipitation maximale annuelle sur 24 heures. Les résultats montrent que pour des intensités journalières supérieures à 200 ou à 250 mm, **cet accroissement de fréquence est élevé, puisque pour un dépassement de l'intensité journalière maximale annuelle de 200 mm, il atteint 2,7 avec une fourchette comprise entre 1,4 et 5,4 pour un intervalle de confiance à 90 %**, toujours pour la période de temps comprise entre 1961 et 2015. Ceci est moins vrai pour des intensités de précipitations inférieures à 180 mm.

Ces accroissements de fréquence sont plus importants que ceux qui résulteraient de l'application directe de la relation de Clausius-Clapeyron mais à peu près cohérents compte tenu de l'incertitude à caractériser la variation de température sur la zone méditerranéenne pendant cette période de temps.

Enfin une analyse est aussi réalisée sur l'extension géographique et sur le volume total écoulé compte tenu de la densité des stations de référence utilisées. Il en va de même que pour les accroissements observés sur les intensités et sur les fréquences, puisqu'en reprenant le seuil de pluie journalière de 200 mm, les extensions sont de l'ordre de 1 300 km² et les volumes de 300 Mm³. **L'extension de ces épisodes a été multiplié par 3,6 entre 1958 et 2014** (dans une fourchette comprise entre 1,5 et 9,1 pour un intervalle de confiance à 90 % tandis que le **volume précipité est multiplié par un facteur 4,1** (dans une fourchette comprise entre 1,6 et 11 pour le même intervalle de confiance à 90 %).

La figure 11 ci-dessous de l'article représente l'utilisation d'un groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climatant le seuil de 200 mm de précipitation en extension et en volume.



4. Analyse rétrospective des débits de crue en Europe et sur la zone méditerranéenne

4.1. Travail rétrospectif au niveau européen

La mission a également pris connaissance d'un travail mené à échelle beaucoup plus large au niveau européen par Günther Blöschl et al.⁵⁰

Il s'agit également d'un travail rétrospectif mené à l'échelle continentale mais cette-fois-ci au niveau des débits de crue, qui tend à montrer des tendances infracontinentales allant soit vers des augmentations soit vers des réductions de ces débits. Ces résultats suggèrent que des précipitations automnales et hivernales donnent des crues plus marquées dans le nord-ouest de l'Europe alors qu'à l'opposé des précipitations moindres et une évaporation croissante tendent à réduire les crues sur les bassins les plus importants et ceux de moyenne superficie en Europe du Sud, de même que la réduction du couvert neigeux et sa fonte plus rapide tendent elles aussi à voir les crues décroître en débit dans l'Est de l'Europe. La plage de variation globale va de +11 % à -23 % par décennie, selon la région considérée.

Nous nous contenterons de reproduire la vue suivante de l'article, mais dont nous voyons bien que la zone méditerranéenne française rattachée à la zone sud-européenne se trouve par contraste en croissance au moins pour sa partie centrale. Comme de surcroît les observations portent sur de grands bassins versants, elles ne nous paraissent pas vraiment contredire les observations menées à l'échelle plus fine au niveau des précipitations intenses.

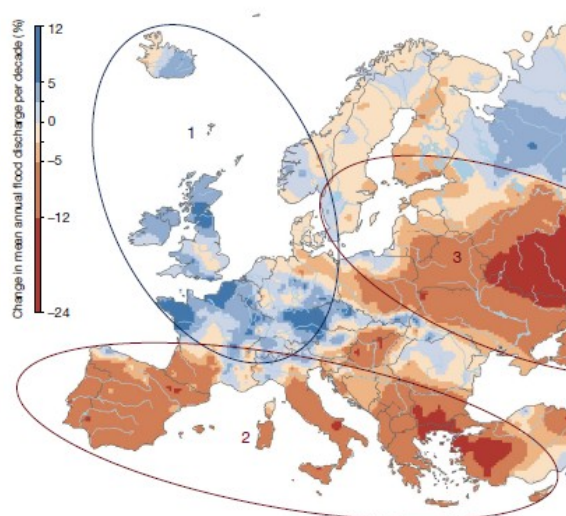


Fig. 1 | Observed regional trends of river flood discharges in Europe (1960–2010). Blue indicates increasing flood discharges and red denotes decreasing flood discharges (in per cent change of the mean annual flood discharge per decade). Numbers 1–3 indicate regions with distinct drivers. 1, Northwestern Europe: increasing rainfall and soil moisture. 2, Southern Europe: decreasing rainfall and increasing evaporation. 3, eastern Europe: decreasing and earlier snowmelt. The trends are based on data from $n = 2,370$ hydrometric stations. For uncertainties see Extended Data Fig. 2b.

⁵⁰ « Changing climate both increases and decreases European river floods »- <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1495-6> - Günther Blöschl, Julia Hall, Alberto Viglione, Rui A. P. Perdigão, Juraj Parajka, Bruno Merz, David Lun, Berit Arheimer, Giuseppe T. Aronica, Ardian Bilibashi, Miloň Boháč, Ognjen Bonacci, Marco Borga, Ivan Čanjevac, Attilio Castellarin, Giovanni B. Chirico, Pierluigi Claps, Natalia Frolova, Daniele Ganora, Liudmyla Gorbachova, Ali Gül, Jamie Hannaford, Shaun Harrigan, Maria Kireeva, Andrea Kiss, Thomas R. Kjeldsen, Slvia Kohnová, Jarkko J. Koskela, Ondrej Ledvinka, Neil Macdonald, Maria Mavrova-Guirguinova, Luis Mediero, Ralf Merz, Peter Molnar, Alberto Montanari, Conor Murphy, Marzena Osuch, Valeryia Ovcharuk, Ivan Radevski, José L. Salinas, Eric Sauquet, Mojca Šraj, Jan Szolgay, Elena Volpi, Donna Wilson, Klodian Zaimi et Nenad Živković.

4.2. Travail rétrospectif au niveau des crues sur la zone méditerranéenne

Un travail récent a également été porté à la connaissance de la mission, celui d'Yves Tramblay et al.⁵¹, intitulé « Détection et attribution des tendances de crue dans les bassins méditerranéens ».

Ce travail porte aussi sur la fréquence des épisodes de crue. Il est spécifique de la région Méditerranéenne en France et a porté sur 171 bassins versants du sud de la France pour lesquels on dispose de chronique de débits journaliers de 45 ans afin d'analyser les tendances dans l'évolution des débits de crue.

Les résultats de ce travail montrent que, malgré un accroissement des précipitations extrêmes relevées dans des études précédentes, les crues extrêmes ne montrent pas de tendance croissantes. Seul un petit nombre de bassins versants voit l'intensité des crues accrue de façon significative. Au contraire, la majorité des bassins considérés connaît des crues annuelles moins fréquentes aux seuils de 95 ou de 99 %.

La figure 6 montre toutefois au niveau des précipitations pendant les épisodes de crue des augmentations sur plusieurs bassins versants.

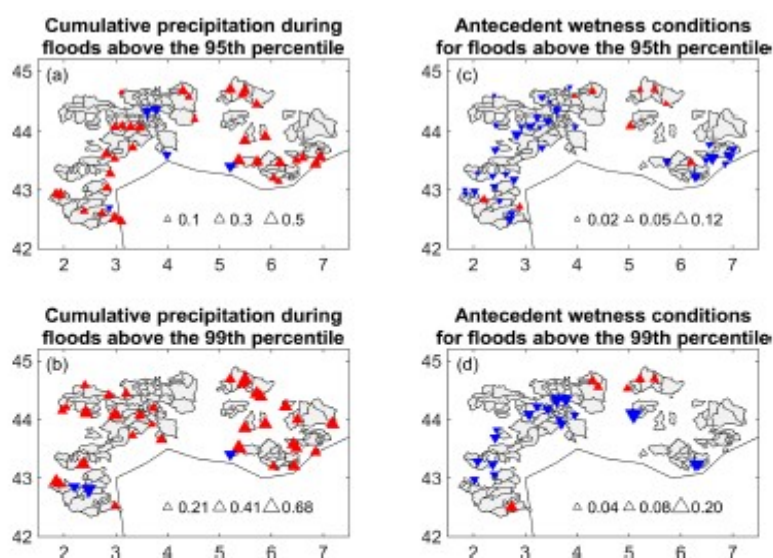


Figure 6. Significant trends at the 10 % level (Mann–Kendall test) in cumulative precipitation during flood events above the 95th and 99th percentile (a, b) and in the soil moisture initial conditions (c, d). Blue triangles indicate a decrease and red triangles an increase. The size of the triangles indicates the relative changes.

La diminution de l'humidité des sols semble jouer un rôle important dans cette tendance dans la mesure où, pour la plupart de ces bassins, une température plus élevée et l'augmentation de l'évapotranspiration associée conduit à une réduction de l'humidité des sols. Ces résultats impliquent de considérer que la vulnérabilité croissante observée lors des épisodes de crue dans les décennies récentes est sans doute davantage liée directement à des facteurs humains tels que l'augmentation de l'urbanisation et la croissance démographique plus qu'à des facteurs climatiques.

⁵¹ Hydrol. Earth Syst. Sci., 23, 4419–4431, 2019 <https://doi.org/10.5194/hess-23-4419-2019> “Detection and attribution of flood trends in Mediterranean basins”- Yves Tramblay, Louise Mimeau, Luc Neppel, Freddy Vinet et Eric Sauquet.

L'aggravation du nombre de victimes lors des épisodes de crues méditerranéennes intenses pour la France est particulièrement marquée comme le montre un autre article récent⁵² d'O. Petrucci et al. « MEFF : The database of MEditerranean Flood Fatalities (1980 to 2015) ». Les cas récents font apparaître une mortalité liée notamment à des imprudences comportementales (récupération de véhicules dans des parkings souterrains, traversée de gués inondés, etc.). Plusieurs actions conduites au niveau de la zone de défense (information du public dans le cadre des « saison cévenole »⁵³, travail sur les passages à gués) essaient d'améliorer la prise de conscience de la population et devraient conduire à réduire l'exception française en termes de mortalités au cours de crues rapides. En effet, cet article concerne précisément les zones géographiques du Nord de la Méditerranée comme le montre la figure 1 :

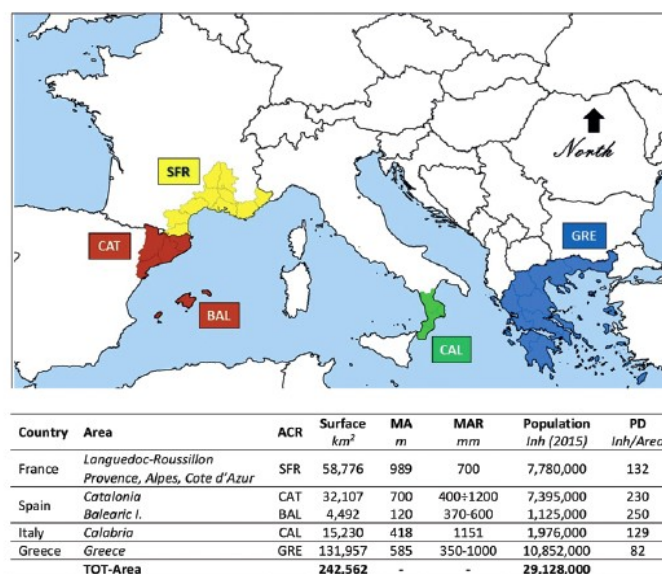


FIGURE 1 The study areas: Country, area, acronym (ACR), surface, mean altitude (MA), mean annual rainfall (MAR), population (European Union, 2017), and population density (PD)

La figure 2 montre par exemple que le nombre moyen de victimes par événement est nettement plus élevé dans la zone du Sud de la France que dans toutes les autres zones considérées :

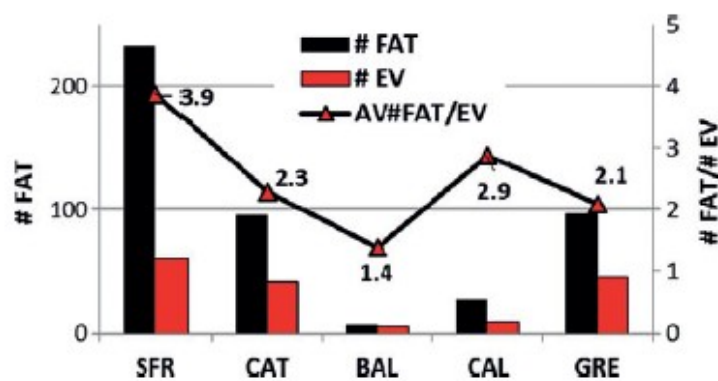


FIGURE 2 Number of fatalities (#FAT), number events (#EV) and average number of fatality per event (AV#FAT/EV)

⁵² J Flood Risk Management. 2019; 12:e12461. [wileyonlinelibrary.com/journal/jfr3](https://doi.org/10.1111/jfr3.12461) pp 1 à 17-
<https://doi.org/10.1111/jfr3.12461> MEFF: The database of MEditerranean Flood Fatalities (1980 to 2015) par
O. Petrucci, K. Papagiannaki, L. Aceto, L. Boissier, V. Kotroni, M. Grimalt, M.C. Llasat, M. Llasat-Botija, J. Rosselló,
A.A. Pasqua, F. Vinet

⁵³ En s'inspirant du travail fait dans les Outre-mers sur les saisons cycloniques.

Au vu de l'ensemble de ces éléments rétrospectifs et compte tenu des larges incertitudes que montrent ces différents travaux, la mission en conclut que l'épisode observé à Villeneuve-les-Béziers n'est pas un cas rare et qu'il pourrait s'accroître dans le futur sur de petits bassins versants analogues, tant en intensité qu'en fréquence d'apparition. Comme les conséquences des crues s'aggravent en France dans les zones méditerranéennes, il est logique que l'attention se porte en priorité sur les grands bassins versants mais l'impact sur des infrastructures de transport essentielles des épisodes pluvieux intenses relatifs à des bassins versants de superficies plus faibles comme ici peuvent l'être les ruisseaux du Rec d'Arièges et de Saint-Victor mérite une attention particulière vis-à-vis d'épisodes pluvieux intenses, car les conséquences économiques pour les exploitants d'infrastructure et pour l'économie des territoires peuvent être conséquentes. C'est ce que nous avons développé dans les chapitres 8 et 9.

5. Liste des personnes rencontrées

Nom	Prénom	Organisme	Fonction	Date de rencontre
Beltran	Christophe	VNF	Chef de la subdivision Languedoc Est	29/11/2019 et 20/02/2020
Berthet	Lionel	DGPR/SRNH/STEEGBH	Sous-directeur	20/11/2019 et 19/03/2020
Bouyssés	Henri	VNF	Directeur territorial sud-ouest	29/11/2019 et 20/02/2020
Buton	Jérémie	DGITM/DST/FCD/MAOT	Responsable financier de la mission trains d'équilibre du territoire (TET) et chef de zone Est	26/11/2019
Cassez	Géraldine	SNCF Réseau/ DT Occitanie	Directrice du Développement	29/11/2019
Chapelet	Philippe	DREAL Occitanie	Directeur des risques naturels	28/11/2019
Chassé	Patrick	CEREMA/DetecEMF	Directeur de projet	30/03/2020
Chettah	Salim	Systra		5/05/2020
Coste	Claude	Conseil départemental de l'Hérault	Directeur territorial Piémont-Biterrois	22/01/2020
Crapiz	Emmanuel	CABM	Direction aménagement espaces Service risques naturels et eaux pluviales	21/01/2020
Dalex	Alain	DGITM/DIT/RFV4	Chargé d'études dans le domaine des voies navigables	20/11/2019
Dicianni,	Bruno	DGITM/DIT/RFV	Sous-directeur	20/11/2019
Dollé	Claire	DREAL Occitanie/DRN/ DPRN		28/11/2019
Donnadieu	Philippe	CABM	Directeur transition énergétique et gestion des déchets	21/01/2020
Eudes	Xavier	DDTM 34	Directeur adjoint	20/01/2020
Galonnier	Richard	Mairie de Villeneuve-les-Béziers	Maire	21/01/2020
Garlenc	Maxime	CABM	Juriste	21/01/2020
Gaume	Éric	IFSTTAR	Directeur de recherche	9/04/2020
Gregory	Matthieu	DDTM 34	Directeur	20/01/2020
Jaumard	Dominique	Conseil départemental de l'Hérault	Directeur général adjoint	22/01/2020
Joindot	Thomas	SNCF-Réseau	Responsable Ingénierie	3/04/2020
Ledoux	Patrick	CEREMA/DeterMed	DREC/SRILH	30/03/2020
Levassort	Vanessa	DIR Massif Central	Responsable district sud	28/11/2019
Lunet	Joseph	DGITM/DIT/RFV3	Chef de bureau	20/11/2019

Nom	Prénom	Organisme	Fonction	Date de rencontre
Malaterre	Jérôme	Mairie de Villeneuve-les-Béziers	Directeur des services techniques	21/01/2020
Matabon	Julien	DGITM/DST/FCD	Sous-directeur	26/11/2019
Maurand	Jacques	CABM	DGST	21/01/2020
Mazurie	Roland	Météo-France	Chef de centre de Montpellier et Nîmes	22/01/2020
Mialhe	Frédérique	DREAL Occitanie/DT/DRMSTF	Chef adjoint du département mobilités	28/11/2019
Mis	Sébastien	SNCF	Chef de Groupe au Pôle Ingénierie de Montpellier.	29/11/2019
Mora	Stéphane	ASF-Vinci autoroutes	Secteur sécurité	29/11/2019
Mutin	Éric	DREAL Occitanie/DRN/DPCH/DPCHMO		28/11/2019
Olive	Jean-Pierre	SNCF Réseau	Deux Adjoint Infrapôle Languedoc Roussillon ;	29/11/2019
Ollier	Gérard	CABM	Chargé de mission	21/01/2020
Palfumière	Vincent	SNCF-Réseau	Voiries	3/04/2020
Panhaleux	Jean	BEA-TT	Chef du bureau	25/3/2020
Poncet	Patrice	DDTM 34	Chef de service SERN	20/01/2020
Pouget	Christian	Préfecture de l'Hérault	Sous-préfet de Béziers	22/01/2020
Renzoni	Julien	DDTM 34	Chef de service adjoint SERN	20/01/2020
Rousselot	Vincent	Systra		5/05/2020
Sablier	Pierre	SNCF-Réseau	Gestion des crises	3/04/2020
Serre	Richard	CABM	Service infrastructure et voirie	21/01/2020
Servet	Jean-Paul	DDTM 34	Chef du SATO	20/01/2020
Sol	Jean-Pierre	Mairie de Villeneuve-les-Béziers	Adjoint au maire	21/01/2020
Tourjansky	Laure	DGPR/SRNH	Cheffe de service	20/11/2019 et 19/03/2020
Tribiliac	Alain	CABM	Directeur du génie urbain	21/01/2020
Triquet	Michel	SNCF-Réseau national	Génie civil	3/04/2020
Turcan	Olivier	ASF_Vinci autoroutes_	directeur régional LR	29/11/2019
Verrhiest-Leblanc	Ghislaine	MIAM		27/03/2020
Vilbois-Cros	Florence	CABM	Directrice affaires juridiques et commande publique	21/01/2020
Vincendet	Christian	CABM	Directeur aménagement	21/01/2020
Witkowski	Jacques	Préfecture de l'Hérault	Préfet	22/01/20

6. Glossaire des sigles et acronymes

<i>Acronyme</i>	<i>Signification</i>
ASF	Autoroute sud de France
CABM	Communauté d'agglomération Béziers-Méditerranée
CASA	Communauté d'agglomération Sophia-Antipolis
Cerema	Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement
CGEDD	Conseil général de l'environnement et du développement durable
CNES	Centre national d'études spatiale
CPER	Contrat de plan État-Région
DGALN	Direction générale d'aménagement du logement et de la nature
DGITM	Direction générale des infrastructures de transport et de la mer
DHUP	Direction de l'habitat de l'urbanisme et des paysages
DGPR	Direction générale de la prévention des risques
DIR	Direction interrégionale des routes
DDT(M)	Direction départementale des territoires (et de la mer)
DREAL	Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement
DT	Direction territoriale
EPTB	Établissement public territorial de bassin
ESA	European Space Agency
GEMAPI	Gestion des milieux aquatiques et prévention des inondations
IFSTTAR	Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux
IGA	Inspection générale de l'administration
LHM	Laboratoire hydrologique de la méditerranée
MIAM	Mission interministérielle des inondations sur l'Arc méditerranéen
NGF	Nivellement général de la France
PAPI	Plan d'action de prévention des inondations
PK	Point kilométrique
PLU	Plan local d'urbanisme
PMV	Panneaux à messages variables
PPRI	Plan de prévention du risque inondation
RD	Route départementale

<i>Acronyme</i>	<i>Signification</i>
RETEX	Retour d'expérience
SCoT	Schéma de cohérence territoriale
SETRA	Service d'études sur les transports, les routes et leurs aménagements
SHF	Société hydrotechnique de France
SHYREG	Version régionalisée de la méthode SHYPRE (Stimulation d'hydrogrammes pour la prédétermination)
SMBVG	Syndicat mixte du bassin versant du Gapeau
SMMAR	Syndicat mixte des milieux aquatiques et des rivières
SMVOL	Syndicat mixte des vallées de l'Orb et du Libron
SNCF	Société nationale des chemins de fer français
SPC	Service de prévision des crues
SYMADREM	Syndicat mixte interrégional d'aménagement des digues du delta du Rhône et de la mer
TER	Train express régional
TGV	Train à grande vitesse
TOUTATIS	Tournée ouvrages en terre sur alertes intempéries
TU	Temps universel
VNF	Voies navigables de France
ZAC	Zone d'activités concertées

[Site internet du CGEDD : « Les derniers rapports »](#)