



**PRÉFET
DU VAR**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

**Direction départementale
des territoires et de la mer du Var**

Service planifications et prospective
Bureau Prévention Risques Inondation et Technologique
Thomas Vercher
Téléphone : 04 94 46 80 38
Courriel : thomas.vercher@var.gouv.fr

Toulon, le **28 AOUT 2026**

Le préfet du Var

à

Madame le maire de Toulon

Objet : Porter-à-connaissance (PAC) de la cartographie des aléas inondation pour la crue de référence centennale concernant le phénomène de débordement lié à la présence du Las sur la commune de Toulon (application de l'article L.132-2 du Code de l'urbanisme)

Pièces jointes : Carte des aléas inondation – Annexe au « Porter à connaissance ».

Copie à :

- DDTM du Var / SUAJ
- DDTM du Var / SEBIO
- Métropole Toulon Provence Méditerranée
- SCoT PM

Le Las est un des principaux cours d'eau de Toulon. Ce fleuve côtier, dont le bassin-versant est marqué par un relief escarpé (notamment les contreforts du Mont Faron et du Baou de Quatre Aures), présente un caractère méditerranéen typique. Il peut passer d'un simple filet d'eau à une crue torrentielle en seulement quelques heures lors d'épisodes méditerranéens intenses.

Malgré les profondes transformations qu'il a connues, ce cours d'eau est toujours capable de connaître des crues majeures conduisant à l'inondation des quartiers environnants, comme ce fut le cas en janvier 1978, janvier 1994 et en novembre 2019.

Face aux conséquences et à la récurrence des inondations sur ce bassin versant, la Métropole Toulon Provence Méditerranée (MTPM), avec le soutien de l'État, a fait réaliser une étude hydraulique par le bureau d'études EGIS. Cette étude, conclue en 2021, a permis de caractériser l'aléa inondation pour l'événement de référence d'occurrence centennale.

À l'invitation de vos services, accompagnés par la MTPM, une première réunion a été organisée avec la DDTM du Var en juillet 2025, permettant de dessiner les contours d'un projet de « Porter à Connaissance » (PAC). Par la suite, deux autres réunions ont été organisées.

Le projet de PAC a été présenté à la ville le 25 novembre 2025. Une réunion organisée le 14 avril 2026 a permis d'apporter des réponses aux demandes de précisions exprimées par votre commune, concernant la mise en pratique de l'application des recommandations du PAC. Ces échanges ont permis de clarifier les principes énoncés dans l'annexe d'accompagnement.

Vous trouverez en accompagnement de ce courrier, le PAC composé d'une cartographie de l'aléa inondation pour la crue de référence centennale concernant le débordement du Las et son annexe de recommandations, qui précisent les conditions de prise en compte de l'aléa inondation pour la maîtrise de l'urbanisation.

L'article R.111-2 du Code de l'urbanisme constitue une base légale vous permettant de refuser une demande d'autorisation de construire ou de ne l'accepter que sous réserve de l'observation de prescriptions spéciales si elle est de nature à porter atteinte à la salubrité ou à la sécurité publique.

L'article L.101-2 du Code de l'urbanisme fixe les objectifs auxquels doivent répondre les documents d'urbanisme. Ils doivent notamment déterminer les conditions permettant d'assurer la prévention des risques. Ainsi, même en l'absence de PPRI opposable, le document d'urbanisme de la commune doit prendre en compte les risques.

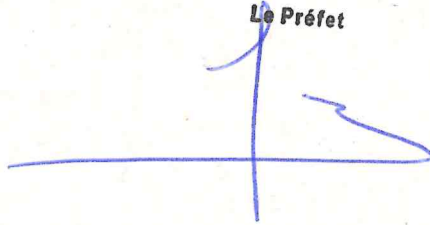
La présente transmission vaut donc « Porter à connaissance » au titre de l'article L.132-2 du Code de l'urbanisme. Elle constitue à la date du présent courrier la connaissance actualisée de l'aléa de référence.

L'État prendra en compte ces éléments, pour ce qui le concerne, et appliquera toutes les dispositions réglementaires associées dans le cadre de ses missions, notamment dans les avis sur les projets et documents d'urbanisme, ainsi que le contrôle de légalité des documents et actes d'urbanisme.

Conformément à l'article L.132-3 du Code de l'urbanisme, les informations portées à connaissance sont tenues à la disposition du public par la commune ou la communauté de communes.

Les services de la DDTM restent à votre entière disposition pour accompagner la commune sur ce sujet.

Le Préfet



Simon BABRE

Service planifications et prospective
Pôle risques

ANNEXE

**au porter à connaissance du Préfet
en date du 28 août 2026**

Commune de Toulon

* * *

Aléa inondation par débordement du Las

Préambule

La prévention des risques est une composante essentielle dans l'expression du projet urbain, d'aménagement et de développement durable d'un territoire.

La commune de Toulon est soumise à des risques naturels et notamment au risque inondation lié à la présence du fleuve Le Las.

Le présent document précise les conditions de prise en compte de l'**aléa inondation** pour la maîtrise de l'urbanisation ou dans le cadre de l'instruction des autorisations d'urbanisme.

Sommaire

1. Caractéristiques de l'étude hydraulique définissant l'aléa inondation.....	3
2. Contenu du Porter à Connaissance.....	4
2.1. Périmètre étudié.....	4
2.2. Caractérisation de l'aléa.....	4
2.3. Contenu de la carte portée à connaissance.....	5
3. Les principes de prévention.....	6
4. Recommandations face aux autorisations d'urbanisme.....	7
4.1. Marge de recul par rapport aux cours d'eau.....	7
4.2. Dans l'ensemble de la zone inondable pour l'aléa de référence.....	8
4.3. Dans les secteurs caractérisés par l'aléa de référence :.....	14
ANNEXE 1 : LEXIQUE - GLOSSAIRE.....	16
ANNEXE 2 : NOTE SUR LES PARKINGS EN ZONE INONDABLE.....	20
ANNEXE 3 : NOTE TECHNIQUE.....	21

1. Caractéristiques de l'étude hydraulique définissant l'aléa inondation

L'étude hydraulique servant de base au présent « Porter à connaissance » (PAC) a été réalisée en 2021 par le bureau d'études EGIS sous maîtrise d'ouvrage de la Métropole Toulon Provence Méditerranée (MTPM), avec le soutien de l'État.

La mission de modélisation de l'aléa inondation a été déployée sur le bassin versant du Las, à l'aval de la retenue de Dardennes.

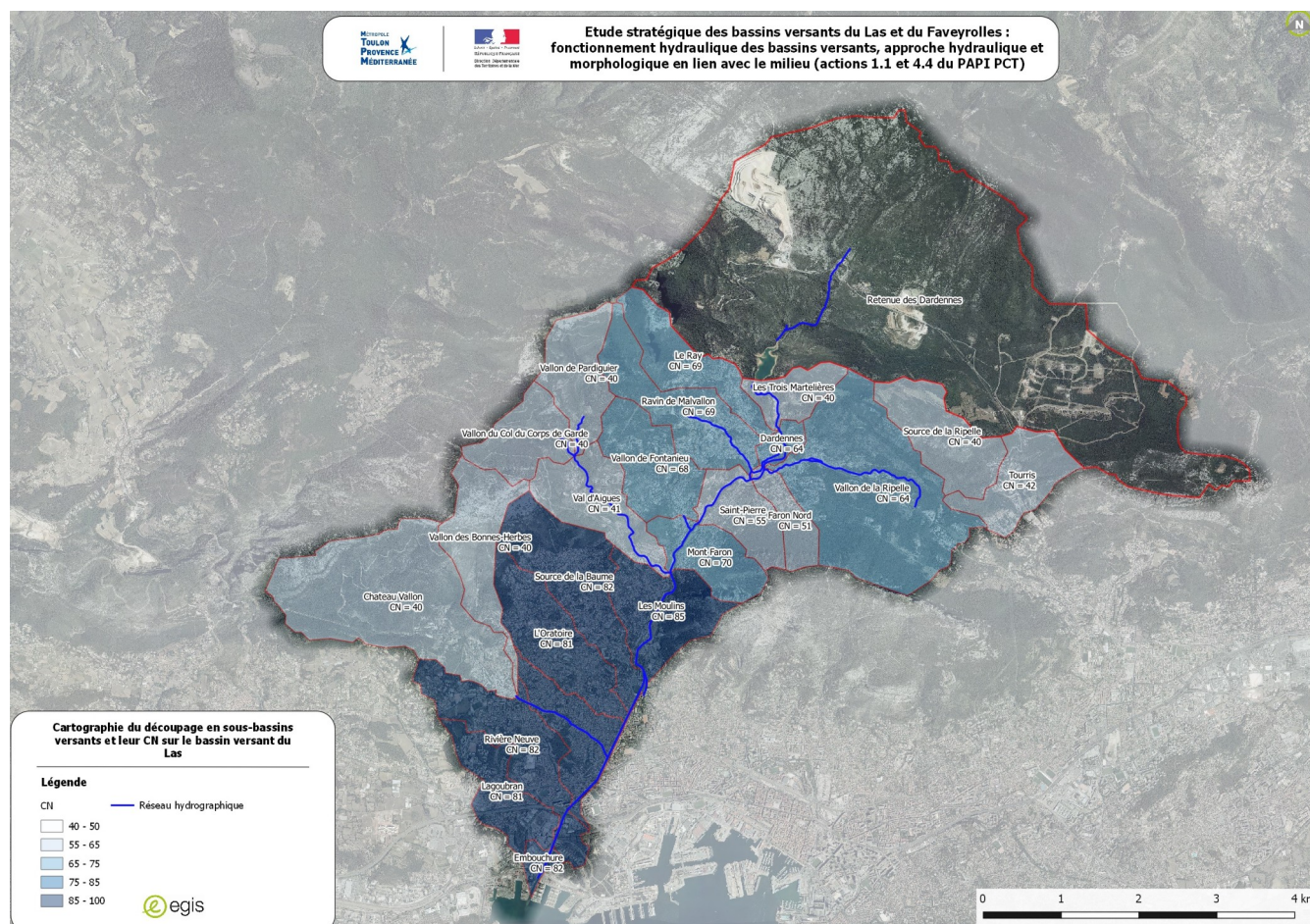


Illustration 1 : Localisation du bassin-versant du Las et de ses sous-bassins au sein de la zone d'étude

L'approche menée dans le cadre de la qualification de l'aléa est communiquée dans la note technique fournie en annexe 3.

2. Contenu du Porter à Connaissance

2.1. Périmètre étudié

La zone d'étude concerne le territoire de la commune de Toulon drainé par le Las.

2.2. Caractérisation de l'aléa

L'aléa inondation caractérisé par l'approche hydraulique est issu d'une modélisation calée sur la « crue de référence¹ » qui est **généralement la crue centennale ou la plus forte crue connue si elle lui est supérieure.**

L'analyse hydrologique combine l'influence du barrage de Dardennes, qui contribue fortement au débit de pointe mais surtout, génère d'importants volumes dans le temps, avec l'apport des affluents dans un contexte urbain. Cette analyse conduit à retenir un débit de 202 m³/s pour la crue de référence d'occurrence centennale.

Le croisement des paramètres hauteurs d'eau (H) et vitesses d'écoulement (V) permet de caractériser le niveau d'aléa, qui représente l'intensité de l'occurrence donnée.

La cartographie constituant le PAC est basée sur la grille d'aléas issue d'une application du décret du 5 juillet 2019. Dans le département du Var, au regard des événements connus, la grille d'aléas appliquée correspond à une dynamique de montée rapide des eaux lors des inondations. Ainsi, on distingue trois niveaux d'aléas en fonction de la hauteur et de la vitesse de l'eau : modéré, fort et très fort.

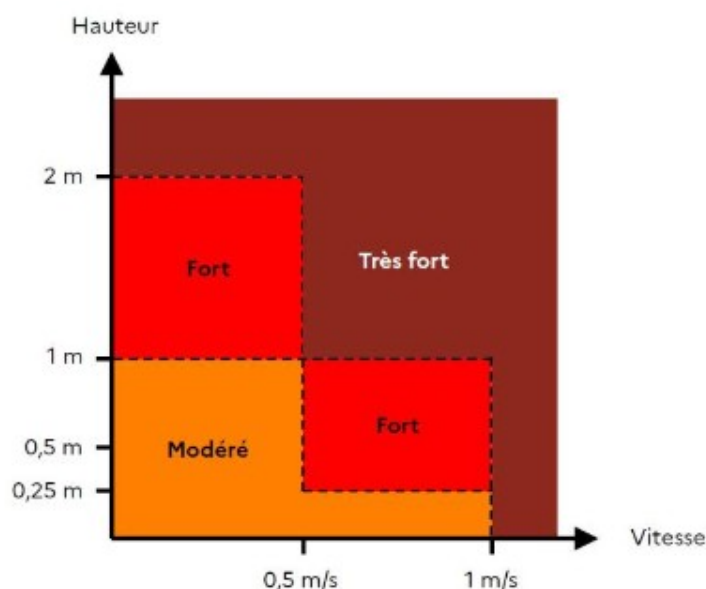


Illustration 2 : Grille d'aléas issue d'une application du décret du 5 juillet 2019 (source : DDTM du Var)

1 Voir la définition dans le lexique en ANNEXE 1 : LEXIQUE - GLOSSAIRE

Cette approche trouve son origine dans l'analyse conduite par la sécurité civile sur les conditions d'écoulement susceptibles de mettre en danger les vies humaines (Illustration 3).

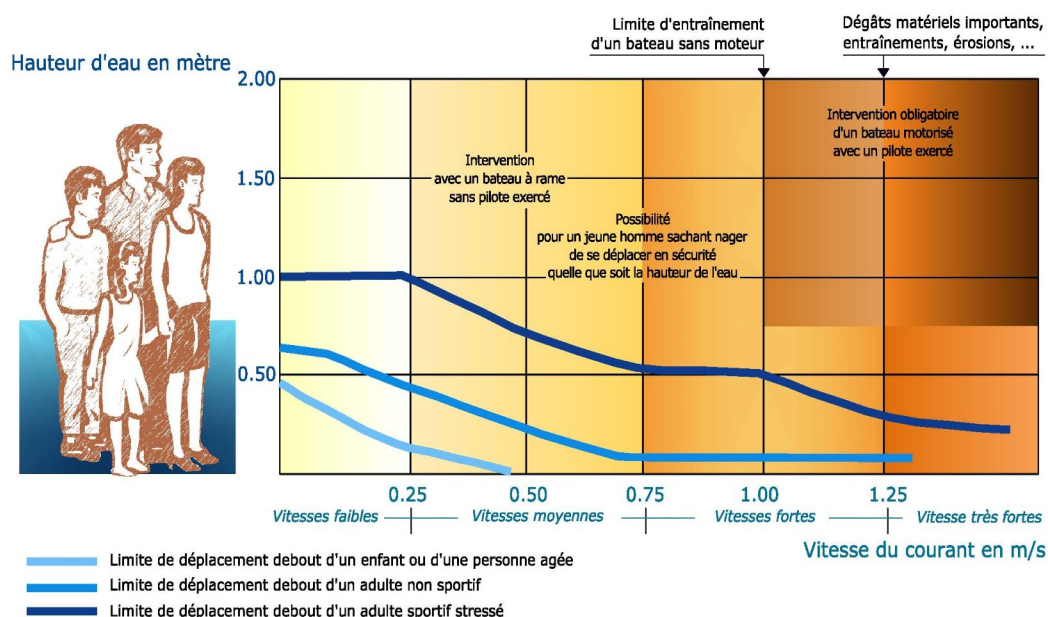


Illustration 3 : Déplacement d'une personne dans l'eau

2.3. Contenu de la carte portée à connaissance

L'étude hydraulique a permis l'élaboration de la cartographie détaillée des zones inondables pour la crue de référence sur la base des paramètres « hauteur » et « vitesse » qui définissent l'« aléa ».

Cette connaissance détaillée est nécessaire à la bonne compréhension des phénomènes d'inondation et doit être prise en compte tant dans les projets d'aménagement que dans les réflexions relatives à la gestion de crise.

Afin de faciliter l'utilisation de cette nouvelle connaissance, **la carte constituant le présent PAC ne contient que les informations dont la prise en compte dans les décisions d'urbanisme est indispensable :**

- l'aléa inondation,
- le report des isocotes en mNGF

3. Les principes de prévention

L'article **L.101-2 du code de l'urbanisme** fixe les objectifs auxquels doivent répondre les documents d'urbanisme. Ils doivent notamment déterminer les conditions permettant d'assurer la prévention des risques. Ainsi, même en l'absence de PPRI opposable, le document d'urbanisme de la commune doit prendre en compte les risques.

Afin de répondre aux obligations définies par l'article **L.101-2 du Code de l'urbanisme**, les risques doivent être identifiés dans l'état initial de l'environnement figurant dans le rapport de présentation du PLU. À ce titre, la carte d'aléa du PAC inondation doit servir à l'élaboration du règlement graphique et cartographique du PLU.

Leurs effets doivent être intégrés dans les choix d'aménagement qui seront retenus par la commune. Le rapport de présentation doit justifier les types de mesures édictées dans le règlement et destinées à réduire ou à supprimer les conséquences de ces risques.

En outre, le PLU peut instaurer des limitations à l'utilisation de certains terrains pouvant aller jusqu'à l'interdiction totale de construire; il peut délimiter des secteurs :

- « où l'existence de risques naturels(...) justifient que soient interdites ou soumises à des conditions spéciales les constructions et installations de toute nature, permanentes ou non, les plantations, dépôts, affouillements, forages et exhaussements des sols» (**article R.151-31² du Code de l'urbanisme**).

- « où (...) l'existence de risques naturels, de risques miniers ou de risques technologiques justifient que soient **soumises à des conditions spéciales** les constructions et installations de toute nature, permanentes ou non, les plantations, dépôts, affouillements, forages et exhaussements des sols » (**article R.151-34 du Code de l'urbanisme**).

En l'absence de PPR, l'article R.111-2 du code de l'urbanisme permet d'interdire un projet ou l'assortir de prescriptions dès lors qu'il peut y avoir atteinte à la sécurité publique, c'est notamment le cas dans des zones à risques avérés surtout lorsque l'aléa est connu.

² nouvelles références d'articles du Code de l'urbanisme

4. Recommandations face aux autorisations d'urbanisme

Il convient de prendre en compte les grands principes de prévention du risque inondation listés ci-après dans les décisions d'urbanisme, notamment pour l'élaboration des documents d'urbanisme et la délivrance des autorisations d'urbanisme.

La prévention des inondations a pour objectif de définir les dispositions visant à prémunir les personnes et les biens pour une crue choisie désignée comme « crue de référence ».

Le principe fondamental de prévention consiste :

« A minima, à la non-aggravation ou à la réduction de la vulnérabilité des personnes et des biens face à la survenue d'une crue. »

4.1. Marge de recul par rapport aux cours d'eau

L'objectif est de laisser un espace de mobilité, de respiration ou « espace de bon fonctionnement » aux cours d'eau. D'une manière générale les cours d'eau doivent être maintenus ouverts et en bon état de fonctionnement.

Cet espace est nécessaire pour l'entretien. Il permet l'accès aux berges et au lit et le passage d'engins, notamment lors de travaux d'aménagement hydraulique.

Cet objectif consiste en la mise en place d'une marge de recul sans constructions ni mouvements de terre significatifs (déblais, remblais) de part et d'autre de tout axe hydraulique qui recueille les eaux d'un bassin versant et qui peut de ce fait recevoir un débit de crue suite à un épisode pluvieux.

Cette marge peut également permettre de se prémunir des conséquences d'érosions de berges et / ou des problèmes de stabilité géotechnique dans le temps, ou de remblais nuisibles à proximité du cours d'eau. Plus précisément ce risque rejoint là le risque mouvement de terrain ou risque géotechnique.

Ces marges de recul seront de 30 m comptées de part et d'autre du haut de berge, **pour le Las**

À défaut de haut de berge identifié, les marges seront comptées à partir de l'axe d'écoulement du cours d'eau, vallon sec ou talweg sur le profil considéré.

Ces marges pourront être ramenées à 10 m pour les exceptions citées ci-après :

- Pour l'édification de clôtures, dans la mesure où celles-ci garantissent la transparence hydraulique ;

- **Sous réserve d'une stabilité de berge suffisante fondée sur la production d'une étude géotechnique :**
 - Les projets nouveaux, dans la mesure où ceux-ci respectent les dispositions des autres règles applicables dans les différentes zones inondables du présent PAC.
 - Le cas particulier où ces marges dépassent les emprises du lit majeur (secteurs par définition en dehors de la zone inondable du cours d'eau considéré, par exemple dans le cas des cours d'eau fortement encaissés...).

Il pourra ne pas être tenu compte de ces marges, sous réserve d'une stabilité de berge suffisante fondée sur la production d'une étude géotechnique, dans les cas suivants :

- Les projets et travaux admis dans l'ensemble de la zone inondable aux alinéas 1, 2, 3, 4 à l'exception des parkings, 6 à l'exception des surélévations de bâtiments.

4.2. Dans l'ensemble de la zone inondable pour l'aléa de référence

Dans l'ensemble de la zone inondable de la crue de référence, sont à proscrire :

- La création d'ERP de 1^{re} et 2^e catégorie et toutes catégories confondues de type U et J ;
- La création de crèches, d'écoles maternelles et/ou d'écoles primaires pour les ERP de type R ;
- La construction de bâtiments utiles à la sécurité civile ou à la gestion de crise, telle que précisé dans la circulaire du 24 janvier 2004 ;
- Toutes constructions à très forte vulnérabilité, notamment sur les personnes, telles que crèches, écoles maternelles et primaires, maisons de retraite, hôpitaux et centre de soins, foyers d'habitation, habitats touristiques collectifs, centres de vacances, campings, habitations légères ou résidences mobiles de loisirs, parc résidentiels de loisirs, stationnements collectifs de caravanage ou de bateaux, aires d'accueil des gens du voyage, etc ;
- L'extension des campings existants ;
- La création de bâtiments avec sous-sols ;
- Les remblaiements, exhaussement de sol (sauf nivellements, c'est-à-dire sans apport de terre extérieure, et ceux strictement nécessaires à des opérations autorisées, et dans le respect du *Code de l'environnement*) et affouillements (sauf piscine balisée) ;

- Le changement de destination³ lorsqu'il s'accompagne d'une augmentation de la vulnérabilité⁴ des personnes et des biens.

Dans l'ensemble de la zone inondable, sont néanmoins admis :

1. Les travaux d'entretien et de gestion normaux des biens ou des activités existants notamment les aménagements internes, les traitements de façade et de réfection des toitures, les travaux pour mise aux normes réglementaires, sauf s'ils augmentent les risques ou en créent de nouveaux, ou conduisent à une augmentation de la population exposée (article [R. 562-5](#) du Code de l'environnement) ;
2. Les travaux prévus en application de l'article [L. 562-1 II 4°](#) du Code de l'environnement ;
3. Les travaux, aménagements, installations directement liés à l'entretien des cours d'eau ou ceux destinés à l'amélioration des conditions d'écoulement de la crue ou de nature à réduire les risques, ainsi que ceux réalisés dans le cadre d'un projet collectif de protection contre les inondations ;
4. Les travaux de création et de réalisation d'infrastructures et de réseaux, d'utilité publique (eau, énergie, télécommunication, voirie y compris pont, passerelle, parking public ou lié à une opération d'intérêt public, etc.), ainsi que leurs équipements, sont admis aux conditions :
 - De ne pas aggraver les risques sur les biens et les personnes, et ne pas faire obstacle à l'écoulement de la crue ;
 - De prendre toutes les dispositions constructives permettant de supporter sans dommage structurel la crue de référence, et si possible de maintenir un fonctionnement normal lors de celle-ci ;
 - Pour les parkings, de ne pas être situé dans une zone d'aléa très fort. Le plancher aménageable devra être situé au minimum à + 0,50 m au-dessus de la cote de crue de référence⁵ (CCR) ou à défaut à + 0,50 m au-dessus de la classe de hauteur d'eau correspondante afin de garantir la mise hors d'eau des véhicules et des personnes. Le soubassement devra permettre une transparence et garantir une neutralité hydraulique par un dispositif approprié, validé par un bureau d'études afin de ne pas aggraver les impacts sur les cotes de crue directement à l'amont ou à l'aval du projet. La sécurité des personnes devra être assurée, si possible par un accès à une zone hors de l'emprise inondable, et / ou garantissant leur sécurité.
 - Dans le cas des installations liées à une production d'énergie solaire, de ne pas être situé dans une zone d'aléa très fort. Les matériels et les installations sensibles devront être situés au minimum à + 0,50 m au-dessus de la cote de crue de référence (CCR) ou à défaut à + 0,50 m au-dessus de la classe de hauteur d'eau

3 Voir la définition dans le lexique en ANNEXE 1 : LEXIQUE - GLOSSAIRE

4 Voir la définition dans le lexique en ANNEXE 1 : LEXIQUE - GLOSSAIRE

5 Voir la définition dans le lexique en ANNEXE 1 : LEXIQUE - GLOSSAIRE

correspondante afin de garantir leur mise en sécurité. Le soubassement devra permettre une transparence et garantir une neutralité hydraulique par un dispositif approprié, validé par un bureau d'études afin d'éviter le risque d'embâcles et de ne pas aggraver les impacts sur les cotes de crue directement à l'amont ou à l'aval du projet.

5. La création de parkings souterrains peut être autorisée (hormis en aléa fort et très fort) à condition de respecter les conditions émises dans la note sur les parkings en zone inondable en annexe 2. De plus, ces parkings seront admis sous réserve que :

- La commune soit abonnée à un système de prévision de la météo et dispose d'un Plan Communal de Sauvegarde (PCS) en cohérence avec le Plan de Mise en Sécurité de l'équipement s'il existe ;
- La sécurité des personnes soit assurée (par exemple par fermeture des accès ou l'évacuation des personnes en cas d'alerte météo, etc.).

6. Les travaux et installations sur les constructions existantes destinés à réduire les conséquences du risque inondation y compris avec changement de destination⁶ dès lors qu'ils s'accompagnent d'une réduction de la vulnérabilité (telle une réduction de la capacité d'accueil, la mise hors d'eau de certains planchers, etc.).

Dans le cas particulier de surélévation de bâtiment, celle-ci sera possible sous les réserves et conditions suivantes :

- Le plancher créé devra être situé au moins à 0,40 m au-dessus de la CCR ou à défaut à + 0,40 m au-dessus de la valeur la plus haute de la classe de hauteur d'eau correspondante par rapport au TN ;
- Les pièces habitables ou les locaux d'activité existants situés sous la CCR devront être délocalisés dans le niveau ainsi créé. Leur nouvelle destination devra être réservée à des locaux annexes, garages, celliers, stockage, etc, de manière à ce que les biens qui y seront entreposés présentent une vulnérabilité réduite face à la crue (stockage au-dessus de la cote de crue, déplacement facilité des biens en cas de crue, arrimage, matériaux et matériels insensibles à l'eau, etc.) ;
- Être proportionnée à la capacité d'accueil ou de personnel existante afin de servir de zone refuge⁷ en cas de crue ;
- Ne pas augmenter le nombre de logements, ni induire à un accroissement de la population dans la zone exposée au risque.

7. La reconstruction après démolition sauf si une crue en est la cause, sans augmentation de l'emprise au sol et sous réserve d'une réduction de la vulnérabilité notamment par la réalisation d'un 1^{er} plancher bas aménageable dont la face supérieure soit au

6 Voir la définition dans le lexique en ANNEXE 1 : LEXIQUE - GLOSSAIRE

7 Voir la définition dans le lexique en ANNEXE 1 : LEXIQUE - GLOSSAIRE

minimum à 0,40 mètre au-dessus de la CCR ou à défaut à + 0,40 m au-dessus de la valeur la plus haute de la classe de hauteur d'eau correspondante par rapport au TN ;

Pour les reconstructions à très forte vulnérabilité existantes, notamment sur les personnes, telles que crèches, écoles maternelles et primaires, maisons de retraite, hôpitaux et centre de soins, il pourra être admis une reconstruction après démolition (sauf si une crue en est la cause) à condition :

- de démontrer par une étude technico-économique qu'il n'existe pas d'autres solutions par rapport à une implantation sur un terrain non exposé au risque inondation ;
 - que le projet intègre toutes les mesures constructives de réduction de la vulnérabilité comme décrit dans le 7) ci-avant et de manière générale dans le §4.2 ;
8. La restauration des bâtiments à valeur patrimoniale en raison du caractère historique ou architectural à condition qu'ils ne comportent pas de locaux de sommeil et que la commune soit abonnée à un système de prévision des crues et dispose d'un Plan Communal de Sauvegarde (PCS) explicitant les mesures à prendre pour l'établissement en question ;
9. Les aires de jeux, les parcours de santé et les espaces de loisirs ne comprenant que des équipements légers, sous réserves que :
- La commune soit abonnée à un système de prévision de la météo et dispose d'un Plan Communal de Sauvegarde (PCS) en cohérence avec le Plan de Mise en Sécurité de l'équipement s'il existe ;
 - La sécurité des personnes soit assurée (par exemple par fermeture des accès ou l'évacuation des personnes en cas d'alerte météo, etc.).
10. Les clôtures si elles assurent une transparence hydraulique.

Lorsque le projet représente un enjeu en termes de salubrité ou de sécurité publique, des dispositions différentes pourront être retenues ;

11. Les piscines enterrées à condition d'être suffisamment fondées afin d'éviter un risque de soulèvement et d'embâcle et de la mise en place d'un balisage permanent du bassin à + 0,40 m minimum au-dessus de la cote de crue de référence ou à défaut à + 0,20 m au-dessus de la valeur la plus haute de la classe de hauteur d'eau⁸ correspondante par rapport au TN.

12. Dans les secteurs d'aléa modéré localisés en zone peu ou pas urbanisée, la création ou l'extension de hangars ouverts sur deux côtés au moins et locaux fonctionnels, destinés aux matériels et produits les plus sensibles, d'une superficie maximum hors d'eau

8 Voir la définition dans le lexique en ANNEXE 1 : LEXIQUE - GLOSSAIRE

de 400 m² par unité foncière (existant y compris extension) strictement liés et nécessaires aux besoins fonctionnels des exploitations sous réserve que :

- les travaux se fassent dans le cadre d'une réduction de la vulnérabilité de l'exploitation, d'une extension de la capacité ou d'une augmentation de capacité d'une exploitation existante en cours d'activité ou de transmission ;
- le plancher éventuellement créé soit situé à + 0,40 m au-dessus de la CCR ou au-dessus de la valeur la plus haute de la classe de hauteur d'eau;
- il n'y ait pas de terrains à avantage équivalent moins exposés au risque inondation sur l'ensemble de l'exploitation agricole ;
- le stockage de produits ou matériels sensibles ou polluants et présentant une grande vulnérabilité face à la crue soit réalisé au minimum à 0,40 m au-dessus de la CCR ou au-dessus de la valeur la plus haute de la classe de hauteur d'eau.

Les constructions autorisées (§ 4.3) devront tenir compte des dispositions suivantes :

- La construction devra être bâtie sur vide sanitaire ajouré (le soubassement des constructions doit permettre une libre circulation des eaux tout en présentant des caractéristiques techniques permettant de résister aux affouillements engendrés par la crue. Il pourra être réalisé par construction sur pilotis ou par vide sanitaire ouvert, sans ouverture dans l'axe du courant afin de limiter les risques d'affouillement des ouvrages de soutien) ;
- La face supérieure du premier plancher habitable et / ou aménageable devra être située au minimum à 0,40 m au-dessus de la CCR ou à défaut à + 0,40 m au-dessus de la valeur la plus haute de la classe de hauteur d'eau correspondante par rapport au TN ;
Des adaptations seront admises pour les planchers aménageables de locaux annexes d'habitations ou d'activités (stockages, garages, abris de jardin...) à l'exclusion des locaux de sommeil, pour des raisons de cohérence ou de continuité avec le bâti existant. Il conviendra de mettre en place les dispositions suivantes (mise en œuvre des stratégies « résister » et « céder⁹ ») :
 - Situer les éléments entreposés vulnérables ou sensibles au-dessus de la CCR ou à défaut à + 0,40 m au-dessus de la valeur la plus haute de la classe de hauteur d'eau correspondante par rapport au TN ;
 - Disposer de batardeaux et être en mesure d'obturer toutes les venues d'eau par les soupiraux, ouvrants ;
 - Disposer de clapet anti-retour ou tout autre système sur les réseaux d'évacuation des eaux ;

9 Voir la définition dans le lexique en ANNEXE 1 : LEXIQUE - GLOSSAIRE

- Situer les aérations au minimum à 0,40 m au-dessus de la CCR ou à défaut à + 0,40 m au-dessus de la valeur la plus haute de la classe de hauteur d'eau correspondante par rapport au TN ;
- Utiliser des matériaux insensibles à l'eau ;
- Disposer l'armoire électrique, les prises de courant, les équipements électriques, et matériels sensibles à l'eau au minimum à 0,40 m au-dessus de la CCR ou à défaut à + 0,40 m au-dessus de la valeur la plus haute de la classe de hauteur d'eau correspondante par rapport au TN ;
- Installer un tableau divisionnaire de sécurité spécifique à la partie inondable et les gaines électriques suivront un chemin descendant ;
- De disposer de locaux « refuge » situés au moins à 0,40 m au-dessus de la CCR ou à défaut à + 0,40 m au-dessus de la valeur la plus haute de la classe de hauteur d'eau correspondante par rapport au TN (stratégie « céder »).
- Les installations et matériels nécessaires aux stockages de carburants ou de tout autre produit polluant devront être scellés et lestés afin de pouvoir résister à la crue de référence sans dommage ni risque d'embâcle. Leurs ouvertures (évent, remplissage, etc.) devront être situées au minimum à 0,50 m au-dessus de la CCR ou à défaut à + 0,50 m au-dessus de la valeur la plus haute de la classe de hauteur d'eau correspondante par rapport au TN ;

4.3. Dans les secteurs caractérisés par l'aléa de référence :

En complément des principes applicables dans l'ensemble de la zone inondable au §4.2, les précautions suivantes sont recommandées :

Secteur	Aléa de référence modélisé		
	Très fort	Fort	Modéré
Centre urbain (caractérisé en fonction de quatre critères qui sont « une histoire des lieux », « une occupation du sol de fait importante », « une continuité bâtie » et « une mixité des usages entre logements, commerces et services ».)	interdiction de constructions nouvelles en zone d'aléa très fort → <u>sauf cas particuliers</u> : - lors d'une reconstruction après démolition (sauf si une crue en est la cause) et sous réserves des dispositions du §4.2 - possibilités de constructions (sous réserves des dispositions du §4.2) réalisées dans le cadre d'une opération de renouvellement urbain qui réduit la vulnérabilité, (c'est-à-dire si le risque est pris en compte en phase amont du projet)	interdiction de constructions nouvelles en aléa fort → <u>sauf cas particuliers</u> : - lors d'une reconstruction après démolition (sauf si une crue en est la cause) et sous réserves des dispositions du §4.2 - possibilités de constructions (sous réserves des dispositions du §4.2) dans les dents creuses ou de constructions réalisées dans le cadre d'une opération de renouvellement urbain qui réduit la vulnérabilité (c'est-à-dire si le risque est pris en compte en phase amont du projet)	constructions neuves (hors constructions à très forte vulnérabilité identifiées au §4.2) sont autorisées à condition d'intégrer toutes les mesures constructives permettant de limiter les impacts d'une crue selon les dispositions du §4.2
	le changement de destination des constructions existantes peut être autorisé à condition que ces aménagements soient accompagnés d'une réduction de la vulnérabilité face au risque d'inondation		

Secteur	Aléa de référence modélisé		
	Très fort	Fort	Modéré
Autres zones urbanisées (caractérisés par des zones pavillonnaires ou de grands ensembles d'habitation, par des zones d'activités commerciales, artisanales, voire des complexes sportifs ou des zones de mixité urbaine)	- interdiction de constructions nouvelles → <u>sauf cas particuliers</u> : - lors d'une reconstruction après démolition (sauf si une crue en est la cause) et sous réserves des dispositions du §4.2 - possibilité d'extension des bâtiments existants d'habitation ou d'activités limitée à 10 m² d'emprise au sol dans les zones d'aléa fort et très fort (sous réserves des dispositions du §4.2)		constructions neuves (hors constructions à très forte vulnérabilité) sont autorisées à condition d'intégrer toutes les mesures constructives permettant de limiter les impacts d'une crue selon les dispositions du §4.2
Zones peu ou pas urbanisées (zones naturelles, agricoles, d'espaces verts, voire d'habitats diffus, etc)	interdiction de constructions nouvelles → <u>sauf cas particuliers</u> : - lors d'une reconstruction après démolition (sauf si une crue en est la cause) et sous réserves des dispositions du §4.2		- interdiction de constructions nouvelles - seules les constructions nécessaires à l'activité agricole, les extensions et surélévation limitées des constructions existantes peuvent être autorisées
	possibilité d'extension des bâtiments existants d'habitation ou d'activités limitée à 10 m² d'emprise au sol (sous réserves des dispositions du §4.2)		

ANNEXE 1 : LEXIQUE - GLOSSAIRE

Aggravation de vulnérabilité :

La notion d'aggravation de la vulnérabilité s'apprécie en fonction de la zone d'enjeux concernée. Ainsi, une construction qui aurait pour conséquence d'accroître la fréquentation ou l'installation de la population dans une zone déjà fréquentée ou habitée sans en changer les caractéristiques, n'est pas considérée comme un facteur d'aggravation de la vulnérabilité.

Par exemple dans une « autre zone urbanisée », un changement de destination qui conduirait à accroître la fréquentation ou la population (par exemple un logement en ERP lui-même autorisé dans les présentes recommandations) ne peut pas être considéré comme une aggravation de la vulnérabilité dans la mesure où ce changement n'entraîne pas une majoration du classement de la zone d'enjeux concernée.

À l'inverse un changement de destination qui aurait par exemple pour objet de transformer un garage, un local technique, ou des locaux à usage de bureau, situés sous la cote de crue en une ou des pièces de vie ou de sommeil doit être considéré comme une aggravation de la vulnérabilité.

Aléa (inondation) :

L'aléa (inondation) est la manifestation d'un phénomène naturel d'occurrence et d'intensité données.

Changement de destination :

Transformation d'une surface pour en changer l'usage.

L'article R. 151-27 du Code de l'Urbanisme distingue cinq classes de constructions. Chacune de ces classes est divisée en sous-destinations.

Ces classes de sous-destination ont été regroupées ici en fonction de leur vulnérabilité (b, c, d). A été intercalée une catégorie de vulnérabilité spécifique (a) pour les établissements stratégiques ou recevant des populations vulnérables.

a/ établissements recevant des populations vulnérables et établissements stratégiques.

b/ locaux d'hébergement, qui regroupent les locaux « à sommeil » : logement, hébergement, hébergement hôtelier et touristique, sauf hôpitaux, maisons de retraite... visés au a/.

Cette notion correspond à tout l'établissement ou à toute la construction, et non aux seules pièces à sommeil.

Gîtes et chambres d'hôtes (définies par le code du tourisme) font partie des locaux d'hébergement. Pour les hôtels, gîtes et chambres d'hôtes, la création d'une chambre ou d'un gîte supplémentaire est considérée comme la création d'un nouvel hébergement.

c/ locaux d'activités : artisanat et commerce de détail, restauration, commerce de gros, activités de services où s'effectue l'accueil d'une clientèle, cinéma, industrie, bureau, centre de congrès et d'exposition hors hébergement.

d/ locaux de stockage : entrepôt, exploitation agricole ou forestière hors hébergement.

Tout bâtiment relève donc de l'une de ces quatre catégories. Les constructions et installations nécessaires aux services publics ou d'intérêt collectif (gymnase, piscine publique, école, mairie, services techniques, caserne, etc.) sont rattachées aux catégories de locaux correspondants (par exemple, les crèches et bâtiments scolaires sont des établissements sensibles (catégorie a) car recevant des populations vulnérables, les casernes et services techniques relèvent des établissements stratégiques (catégorie a), les gymnases et piscines publiques appartiennent aux locaux d'activité (catégorie c)).

Dans les présentes recommandations, il est parfois indiqué que des travaux sont admis sous réserve de ne pas aggraver la vulnérabilité. Sera considéré comme changement de destination aggravant la vulnérabilité une transformation qui accroît le nombre de personnes dans la structure ou qui augmente le risque, par exemple la transformation d'une remise en logement.

Par rapport aux 4 catégories citées précédemment, la hiérarchie suivante, par ordre décroissant de vulnérabilité, a été proposée : $a > b > c > d$

Par exemple, la transformation d'un garage, un local technique, ou des locaux à usage de bureau, situés sous la cote de crue en habitation vont dans le sens de l'aggravation de la vulnérabilité, tandis que la transformation d'un logement en commerce réduit cette vulnérabilité.

À noter :

- au regard de la vulnérabilité, un hôtel, qui prévoit un hébergement, est comparable à l'habitation, tandis qu'un restaurant relève de l'activité type commerce.
- Bien que ne changeant pas de catégorie de vulnérabilité (b), la transformation d'un logement en plusieurs logements aggrave la vulnérabilité.

Cote de crue référence (CCR) :

La cote de crue référence est la cote de crue telle qu'elle figure dans les études d'aléa réalisées (profils, lignes ou cotes iso-hauteur de l'eau en crue centennale...). Elle pourra être calculée par interpolation des profils topographiques, lignes ou cotes iso-hauteur (iso-cotes) qui figurent sur les cartes d'aléa du PAC.

En cas de difficultés à déterminer la CCR, on pourra également utiliser les classes de hauteurs d'eau en se référant aux éléments de principe du zonage, grille d'aléas, enjeux et grille du zonage réglementaire.

Crue de référence :

La crue de référence prise en compte est la plus forte crue historique connue et documentée, ou la crue centennale modélisée, c'est-à-dire la crue dont le débit a une « chance » sur 100 d'être atteint ou dépassé chaque année, si la plus forte crue historique connue est inférieure.

Emprise au sol :

L'emprise au sol d'une construction correspond à la projection au sol du volume bâti (hors balcon, saillies, loggias, préaux à usage collectif).

ERP :

Établissement Recevant du Public. Lieux publics ou privés accueillant des clients ou des utilisateurs autres que les employés (Art. R.123-2 du code de la construction et de l'habitation).

Haut de Berge :

C'est la limite haute du **lit mineur**.

Le lit mineur (ou lit ordinaire) d'un cours d'eau désigne tout l'espace linéaire où l'écoulement s'effectue la majeure partie du temps (c'est la zone dite de « respiration » normale du cours d'eau).

La plupart du temps il est délimité par des berges qui peuvent elles-mêmes être végétalisées par une ripisylve.

Hydrologie :

L'hydrologie est la science de la terre qui s'intéresse au cycle de l'eau, c'est-à-dire aux échanges entre l'atmosphère, la surface terrestre et son sous-sol.

Porter à connaissance (PAC) :

Conformément aux dispositions des articles L. 132-1 à L. 132-3 et R. 132-1 du code de l'urbanisme, le préfet porte à la connaissance des communes ou de leurs groupements compétents, le cadre législatif et réglementaire à respecter, les projets des collectivités territoriales et de l'État en cours d'élaboration ou existants ainsi que les études techniques relatives aux questions d'urbanisme dont il dispose.

Plancher habitable ou aménageable :

Cette notion permet de différencier les pièces de vie directement liées à l'habitation avec les autres pièces intérieures d'une construction (locaux techniques, garage, buanderie, aire de stockage, etc.) ou des autres constructions liées à un usage autre que l'habitation des différents domaines d'activités économiques.

PLU :

Plan local d'urbanisme

Transparence hydraulique :

Cette notion de transparence hydraulique signifie qu'un ouvrage ou une construction doit permettre le libre écoulement de l'eau lors de la crue pour ne pas avoir d'impact hydraulique sur les fonds voisins (principe de neutralité hydraulique). Cela afin de ne pas aggraver le risque à l'amont ou à l'aval.

Cette transparence doit également permettre l'écoulement de l'eau lors de la décrue. Cela afin de ne pas altérer celle-ci et de faciliter un retour rapide à la normale.

Zone refuge :

L'objectif de la zone refuge est de permettre aux occupants du bâtiment de se mettre à l'abri en attendant l'évacuation ou la décrue. Cela se traduit par l'aménagement ou la création d'un espace situé au-dessus de la cote de crue de référence ou a minima d'un accès direct vers un niveau hors d'eau (comble, pièce à l'étage, terrasse, etc.). Toute zone refuge doit disposer d'une trappe d'accès en toiture, balcon ou terrasse permettant ainsi l'évacuation des personnes résidentes.

La zone de refuge sera dimensionnée pour accueillir la population ou l'occupation potentielle du bâtiment. La création de la zone refuge ne peut avoir pour effet d'augmenter la population exposée.

Pour les ERP, l'effectif autorisé constitue le nombre d'occupant potentiel. Une base minimale de 1 m² par personne est requise.

Pour les espaces d'activités hors ERP, il appartient au propriétaire de fixer le nombre d'occupants maximal de son établissement.

ANNEXE 2 : NOTE SUR LES PARKINGS EN ZONE INONDABLE

- ***Vulnérabilité des parkings souterrains :***

Les sous-sols peuvent se remplir avec des niveaux d'inondation faibles en surface. Les vitesses des flots peuvent suffire à franchir des seuils. Les parkings souterrains en zone inondable, ou sujette à une intrusion d'eau via le sous-sol, constituent des infrastructures vulnérables, potentiellement dangereuses pour les vies humaines. Dès une submersion d'un mètre d'eau, le risque est considéré comme létal. Selon les modèles et la garde au sol, les véhicules peuvent devenir rapidement incontrôlables à partir d'une lame d'eau de 20-30 cm et flotter à partir de 30/40cm, et ce risque va croissant avec l'augmentation de la vitesse de l'eau.

Comme précisé par un rapport du CGEDD de décembre 2016, la moitié des victimes d'inondation est liée à l'usage de véhicules en zone submergée, dont les parkings souterrains.

- ***Dispositions pour réduire la vulnérabilité***

De façon générale, on évitera le parking souterrain en zone inondable. Toutefois dans les centres urbains en zone d'aléa modéré avec des vitesses d'écoulement inférieures 0,5 m/s et des hauteurs d'eau inférieures à 0,5 m, on pourra de façon exceptionnelle imaginer la création de parking souterrain sous réserve de minimiser au maximum leur vulnérabilité et d'assurer la sécurité des personnes.

Ainsi, dès la conception, les mesures minimales de réduction de la vulnérabilité consistent à :

- proscrire les accès face au sens du courant des eaux de surface ;
- empêcher physiquement le remplissage potentiel du parking souterrain (ne retenir que des dispositions passive, ne pas considérer les batardeaux amovibles comme des solutions pérennes) notamment en disposant toutes les émergences (voiries d'accès, ventilation, réseaux...) au-dessus des côtes des plus hautes eaux (ou de la cote de crue de référence) avec une revanche de sécurité d'au moins 0,5 m ;
- éviter les intrusions par le sol adjacent (risque de remontée de nappe à évaluer) et rendre étanche jusqu'à + 50 cm au-delà de la côte de référence les parties souterraines afin de prévenir les dommages liés à la pénétration de l'eau à l'intérieur des ouvrages;
- disposer des échappatoires à l'air libre pour les piétons ou vers des zones refuge hors d'eau et praticables pour les personnes les plus vulnérables (maintien des portes en position ouverte, ouverture dans le sens de poussée des eaux, éclairage de sécurité,...)

Ceci dresse une liste non-exhaustive des dispositifs passifs de construction (à intégrer en phase de conception) qu'il convient de compléter avec une signalétique pérenne et un plan opérationnel d'évacuation et de mise en sécurité. Pour les interventions en cas de crise, les services de secours de la commune devront veiller à connaître et intégrer ce type d'infrastructures.

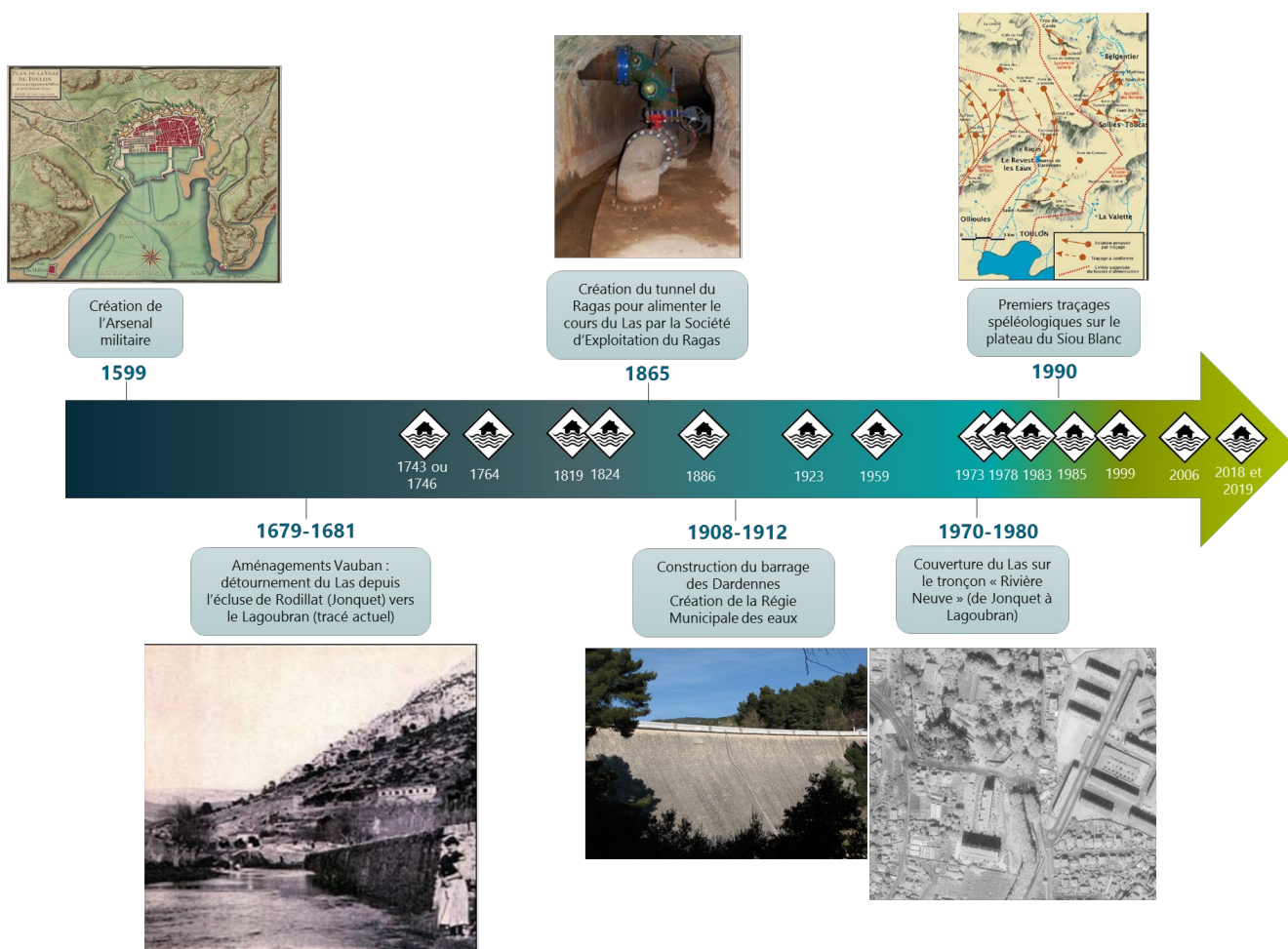
ANNEXE 3 : NOTE TECHNIQUE

1. Les inondations du Las

1.1 Présentation générale du bassin versant et de son fonctionnement

1.1.1 Un peu d'histoire

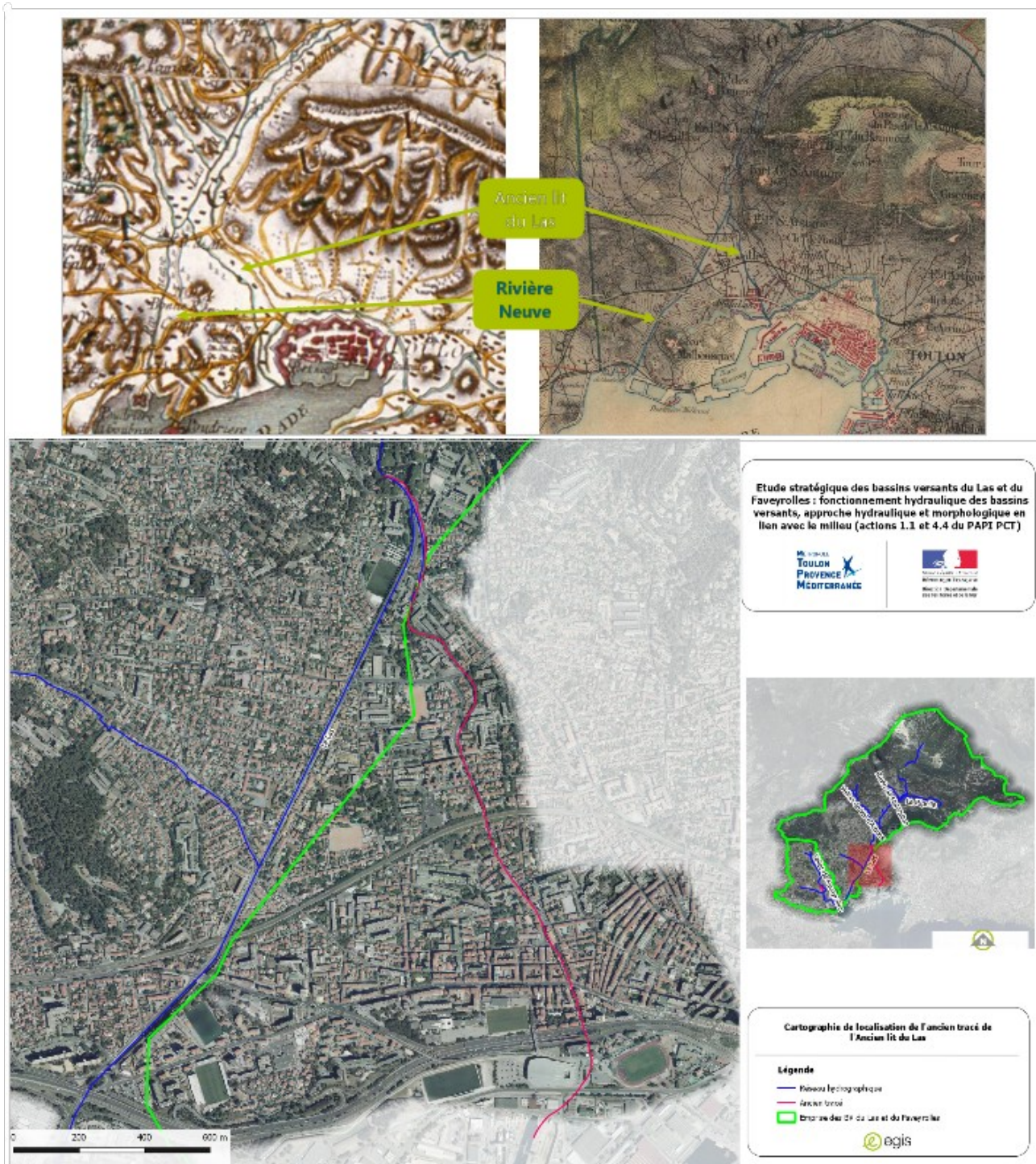
Le Las est depuis tous temps au centre de différents enjeux stratégiques de la ville de Toulon. Il est important tant par la ressource en eau potable qu'il constitue que par le danger qu'il représente, notamment au regard de l'importante urbanisation de la partie aval du bassin et des infrastructures militaires de l'arsenal ayant nécessité sa déviation par l'ingénieur Vauban. Ce paragraphe a pour objectif de synthétiser les **grandes évolutions survenues sur le bassin-versant du Las**.



1.1.1.1 Le détournement du Las

La première cartographie complète de la France remonte au XVIII^{ème} siècle. Il s'agit de la famille Cassini qui dresse donc la première carte à l'échelle 1/86 400. Néanmoins, certains éléments d'histoire permettent de retracer l'évolution du cours d'eau à travers les âges, et ce depuis le début du XVII^{ème} siècle. C'est en cette période que les eaux provenant des sources du Las sont acheminées vers la cité, notamment avec le canal du Béal. C'est également en cette période que Vauban, ingénieur et architecte sous Louis XIV, détourne le Las vers son lit actuel, afin de remédier aux problèmes d'inondations (entre 1679 et 1681) de l'arsenal militaire de Toulon créé en 1599.

Sur la cartographie de Cassini se distingue clairement la Rivière Neuve, qui constitue l'actuel lit du Las, ainsi que l'ancien lit du Las. Toutefois, le tracé du lit mineur diffère encore du tracé actuel. Il faut attendre le règne de Napoléon afin de voir apparaître la Carte de l'Etat-Major, où le tracé du Las est le même que de nos jours.



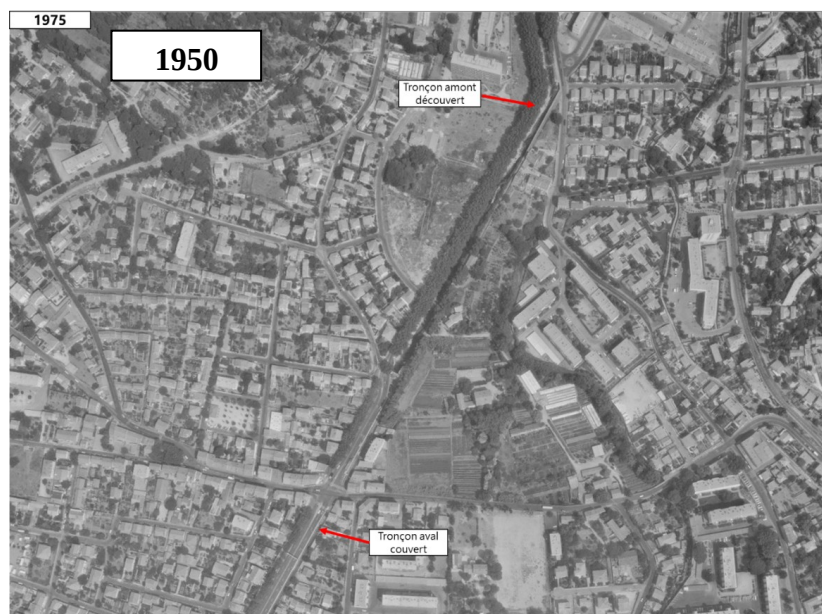
1.1.1.2 La construction du barrage de Dardennes

C'est avec la construction du barrage de Dardennes, inauguré en 1912, que les crues dans la commune du Revest-les-Eaux ont perdu en ampleur. La construction du barrage est envisagée dès 1857 par la Compagnie Générale des Eaux, afin de palier à une augmentation et un accroissement progressif de la consommation d'eau et de la population Toulonnaise. Cette retenue permet ainsi de contrôler les débits très variables du Las en emmagasinant les excédents d'eau des sources du Ragas. Conjointement, la retenue permet de diminuer l'impact des crues sur la commune du Revest des Eaux, et plus généralement sur l'ensemble du cours d'eau.



1.1.1.3 La couverture de la Rivière Neuve

En observant les premières photographies aériennes d'ensemble datant des années 1950, on remarque que l'urbanisation aux abords du cours d'eau du Las est modérée. Elle va progressivement s'intensifier avec la couverture du tronçon de la Rivière Neuve qui débutera dans les années 70, tel que le montre la photographie aérienne de 1975. À cette date, il est en effet possible d'observer que la partie située en aval de l'intersection avec l'avenue des Routes est complètement couverte et fonctionnelle tandis que l'amont est complètement découvert.



La photographie de 1982 montre quant à elle que les travaux de couverture et de mise en place du dégrilleur du Jardin du Las ne sont intervenus que plus tardivement et n'étaient pas totalement achevés au moment de la prise de vue.

La couverture de la Rivière Neuve a été réalisée pour fluidifier le trafic au sein de l'agglomération, cet axe desservant tout l'intérieur du pays Toulonnais (le Revest, la Valette-du-Var, le Faron).



1.1.2 Un peu d'histoire

***Rappel:** le karst est un ensemble de formations superficiel et souterrain résultat de la dissolution de roches carbonatées (calcaires) caractérisé par de nombreuses cavités saturées en eau (aquifères) ou non saturées, dépressions, réseaux d'écoulement souterrain, etc.*

Le fonctionnement karstique du bassin-versant du Las est très spécifique et a donné lieu de nombreux travaux scientifiques dont le plus récent est le projet Karsteau.

Le site KarstEAU (<http://www.karsteau.fr>) regroupe l'ensemble des travaux scientifiques menés afin d'améliorer la connaissance des ressources en eau souterraine dans les formations géologiques karstiques des massifs provençaux.

Cette ressource est portée par l'université d'Aix-Marseille par l'intermédiaire du directeur de recherche Bruno ARFIB.

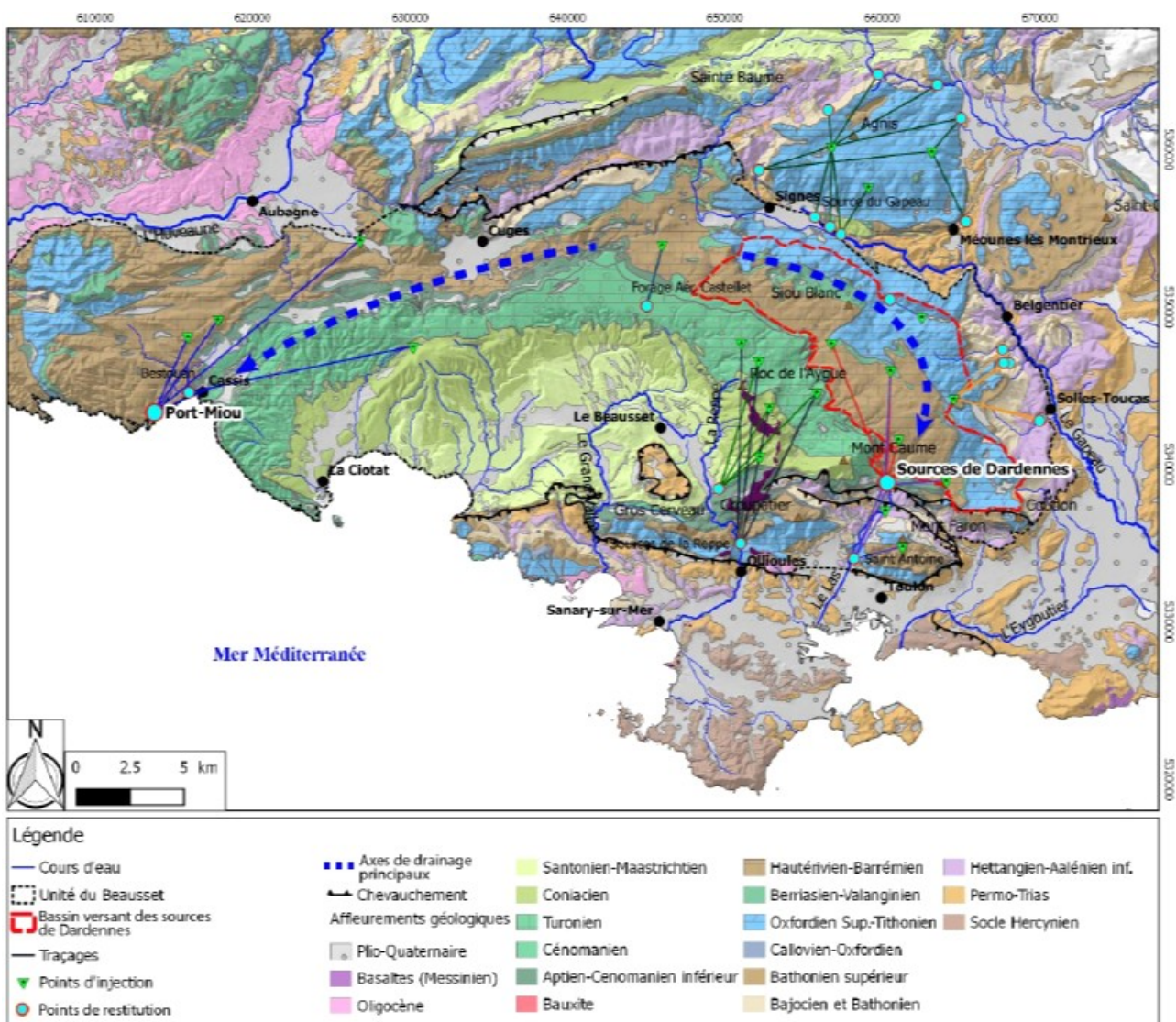
Sur la période 2013-2018, le projet DARDENNES (<http://www.karsteau.fr/karst/dardennes.html>) a permis d'analyser le fonctionnement

hydraulique du karst des sources alimentant en eau potable une partie de la métropole de Toulon par le biais de deux thèses et un article scientifique :

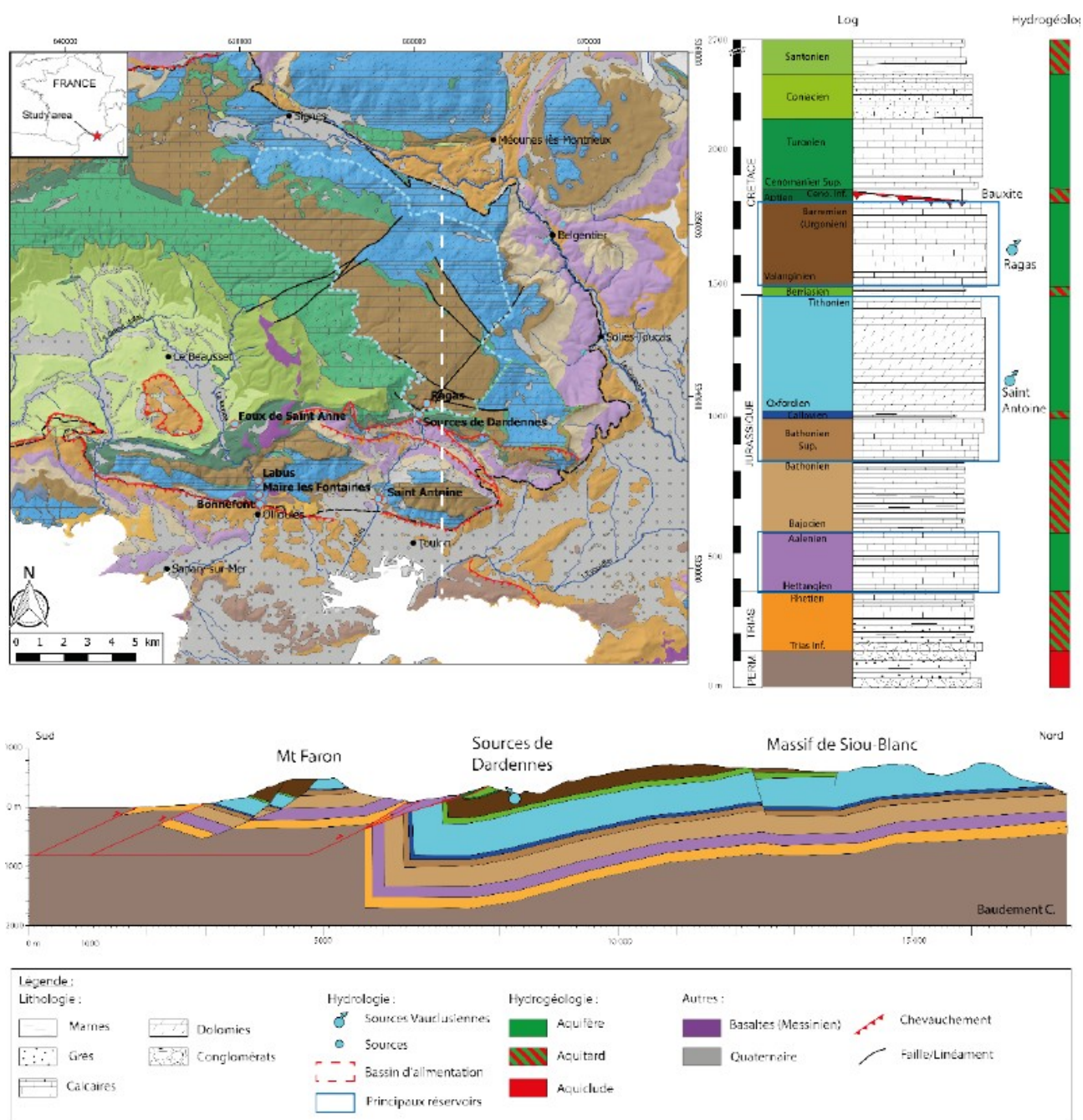
- « Origine, caractérisation et distribution prédictive des structures karstiques – De la karstologie aux modèles numériques 3D » par Johan JOUVES (2014-2018)
- « Evaluation des capacités d'écoulement et de stockage d'un aquifère karstique dynamique par caractérisation géologique et modélisation pluie-débit. Source de Dardennes, Toulon, France. » par Cécile BAUDEMONT (2014-2018).
- « Karst and urban flood-induced solid discharges in Mediterranean coastal rivers: The case study of Las River (SE France) » par Christiane DUFRESNE et Bruno ARFIB notamment.

La région Toulonnaise est située sur le socle de la Provence calcaire au sein de l'unité géologique du Beausset s'étendant depuis le massif des Calanques de Cassis à l'Ouest jusqu'à la vallée du Gapeau à l'Est.

Il est constitué d'un vaste ensemble d'aquifères karstiques au fonctionnement complexe en raison d'une géologie particulièrement tourmentée et fracturée (nombreux monts, nombreuses failles et réseaux souterrains). Deux exurgences vaclusiennes principales drainent cette unité géologique : la source de Port-Miou (Cassis) et les sources de Dardennes (plateau du Siou Blanc).



Carte géologique de l'unité géologique du Beausset à laquelle appartient la retenue de Dardennes (source : J. JOUVES, 2019)

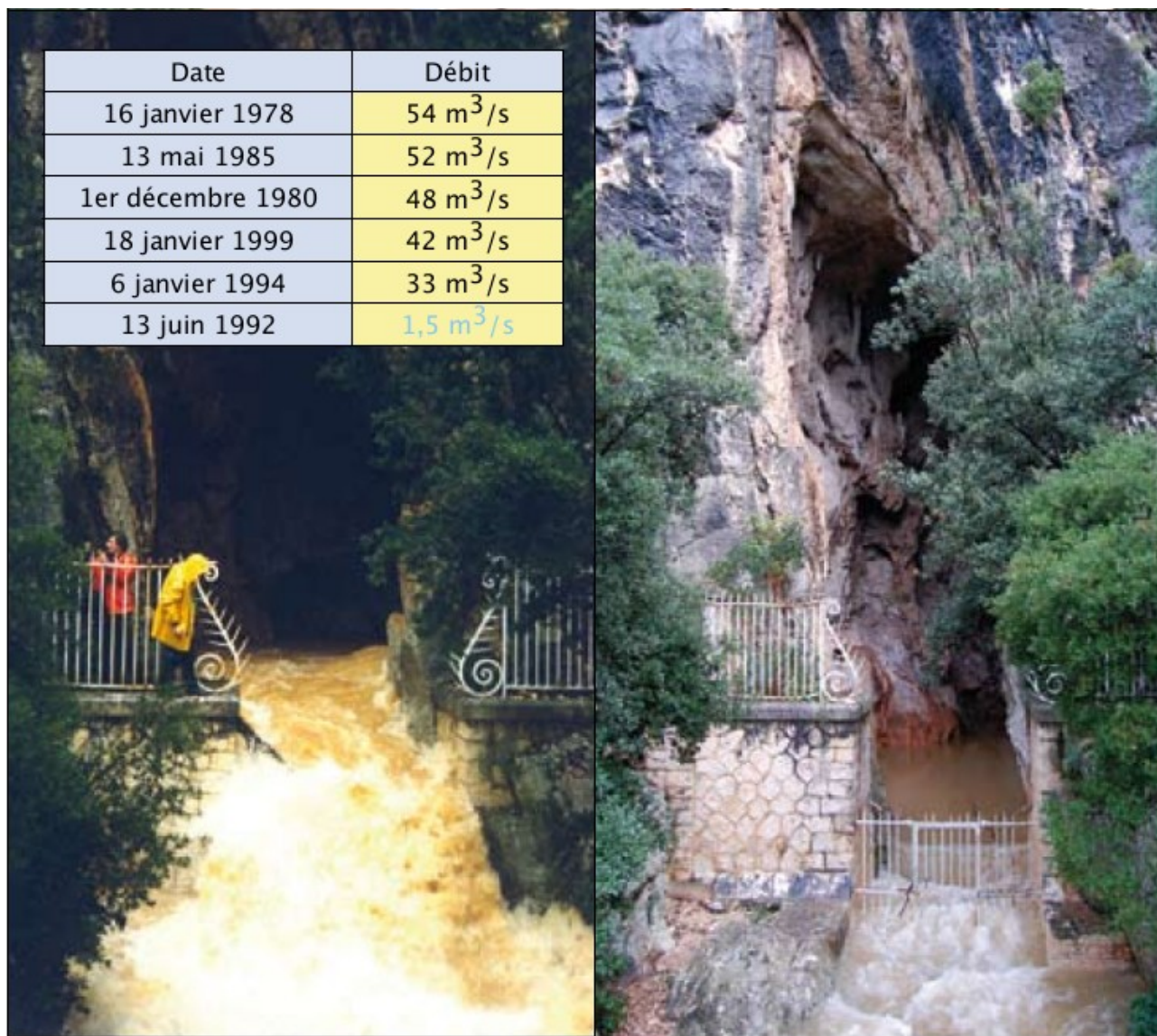


Coupe géologique de Dardennes (source : J. JOUVES, 2019)

Le gouffre du **Ragas de Dardennes** constitue un déversoir de trop-plein de l'aquifère karstique. Il se situe 17 m au-dessus du niveau de hautes-eaux du barrage et se développe sur une profondeur de plus de 100 m. Il alimente le barrage de Dardennes. Ce gouffre se met en charge au cours des épisodes pluvieux.

Toujours selon ces études, il a pu être mis en évidence les différents niveaux de précipitation influençant le régime d'écoulement du karst :

- Un épisode pluvieux apportant des cumuls <40 mm favorisera la recharge de l'aquifère à dynamique lente
- Un épisode pluvieux apportant des cumuls supérieurs à 40 mm favorisera la recharge de l'aquifère à dynamique lente et entraînera l'alimentation du réservoir à dynamique rapide provoquant une mise en charge du Ragas pouvant aller jusqu'à la résurgence du gouffre (plus de 30 m³/s observés fréquemment à la résurgence du Ragas)



Crues du Ragas (source : Val d'As)

Plus en aval, on note également la présence de la source **Sainte Antoine et de la Baume**. Elles contribuent de façon bien moindre aux crues du Las.

L'aquifère de Dardennes figure parmi les réseaux karstiques les plus dynamiques de France caractérisé par des **écoulements souterrains rapides**.

1.1.3 Bilan des superficies drainées par le bassin versant du Las

Les eaux de crues sont composées en partie :

- Des eaux provenant du **bassin-versant purement souterrain** (hydrogéologique) en majorité en amont du barrage de Dardennes (**environ 70 km²**),
- **Des eaux de ruissellement issues du bassin-versant topographique classique en hydrologie** (environ 50 km²).

1.2 Les débits de référence

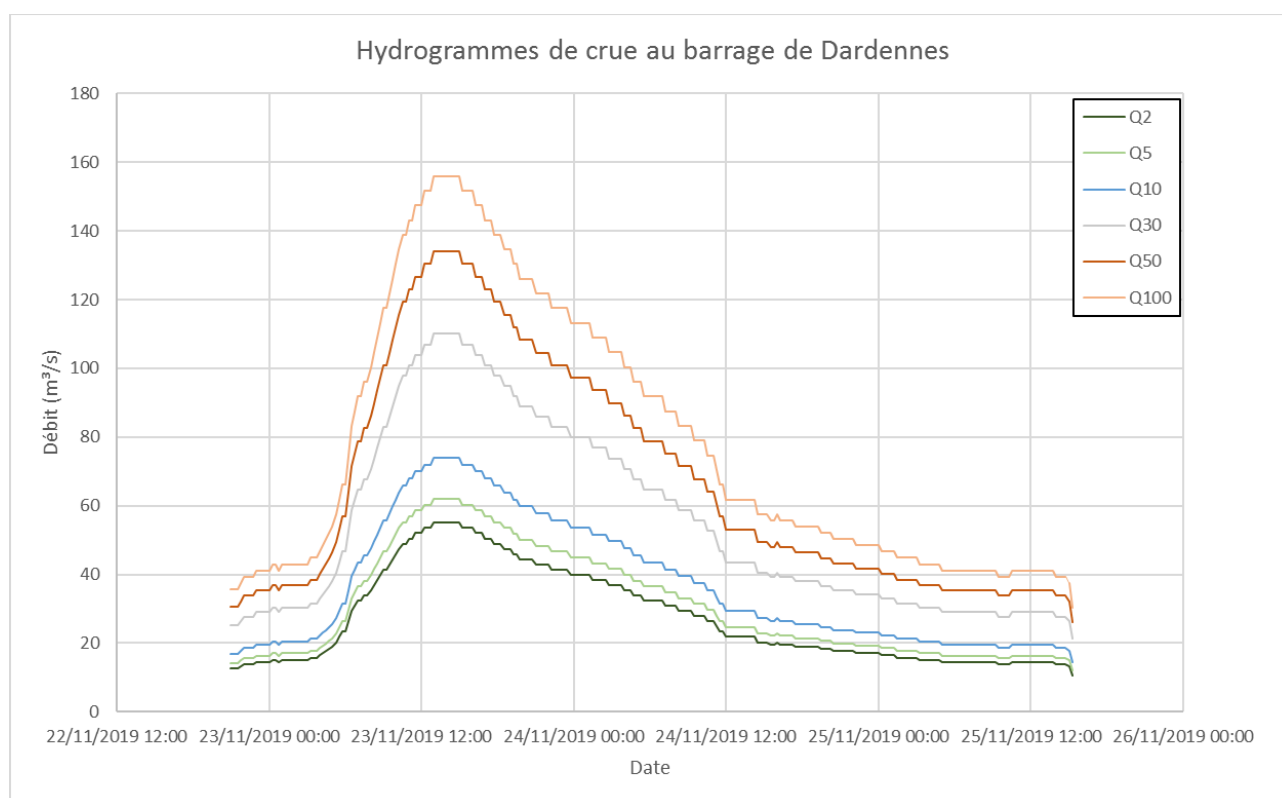
La crue karstique du barrage de Dardennes

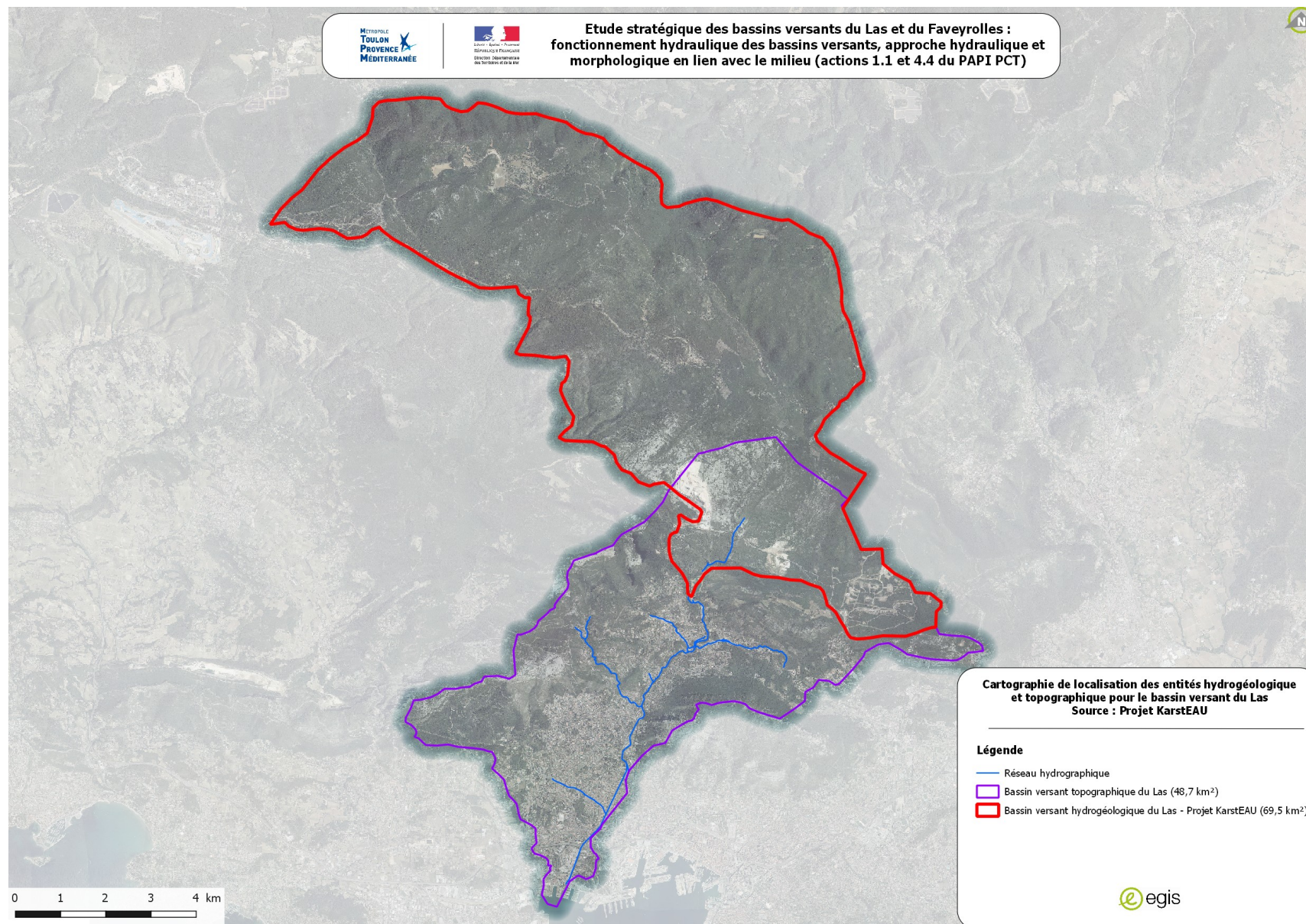
Les débits de surverse du barrage de Dardennes sont en revanche suivis depuis 1912. À partir de ces données et du rajustement de la superficie du bassin-versant hydrogéologique, nous avons obtenu les valeurs suivantes.

BV	Q ₂ (m ³ /s)	Q ₅ (m ³ /s)	Q ₁₀ (m ³ /s)	Q ₃₀ (m ³ /s)	Q ₅₀ (m ³ /s)	Q ₁₀₀ (m ³ /s)	Crue exceptionnelle (m ³ /s)
Retenue de Dardennes	55	62	74	110	134	156	240*

* crue exceptionnelle au barrage selon Etude de Danger et dossier d'autorisation, source : SCE

La forme de la crue du 23 novembre 2019 a permis de reconstituer les hydrogrammes pour différentes périodes de retour au sortir du barrage de Dardennes.





Cartographie de la superficie drainée par le bassin versant du Las

Les débits de ruissellement du bassin versant en aval du barrage de Dardennes

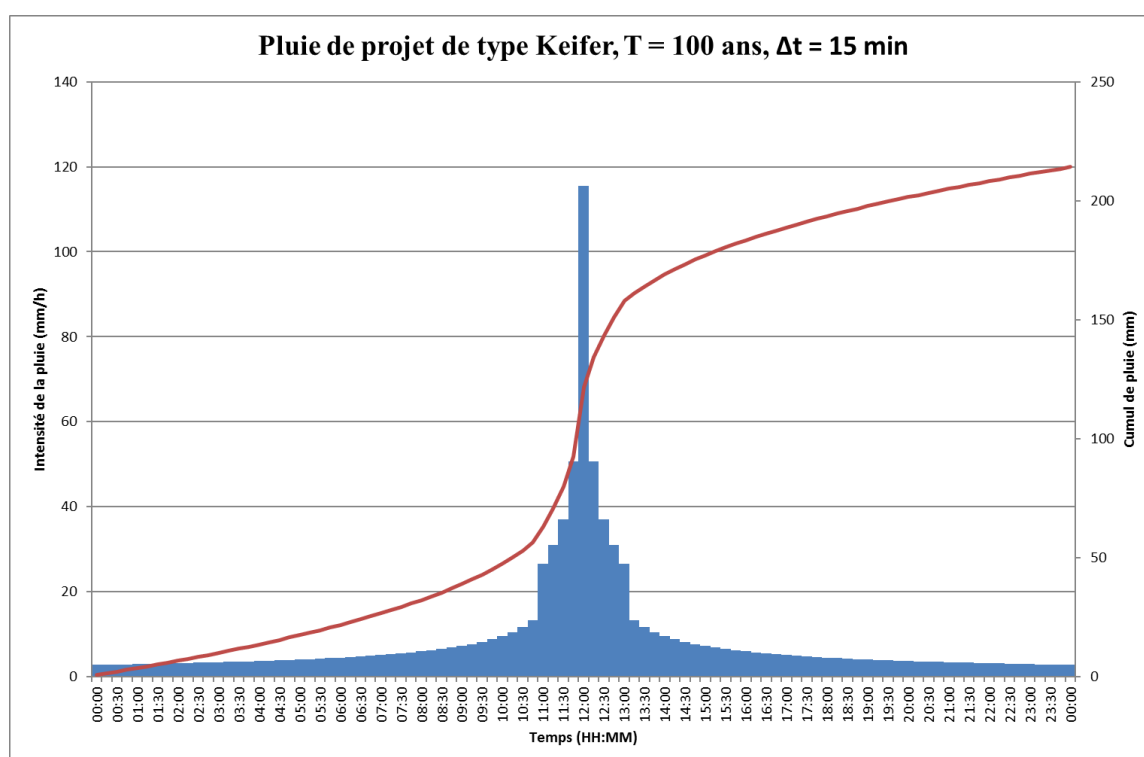
Le bassin-versant en aval du barrage est essentiellement constitué de sous-bassins à dominante urbaine.

Un modèle hydrologique de simulation des pluies et des débits a été développé (logiciel INFOWORKS ICM2D).

La **pluie de référence** (obtenue à partir des données Météo France de la station de Toulon) retenue pour cette étude est une pluie de **type Keifer** permet d'obtenir des volumes importants et un débit de pointe marqué.

La durée de la pluie intense est adaptée aux temps de concentration de chacun des sous-bassins versants. Ceux-ci en moyenne de l'ordre de 15 minutes, cette durée intense a été retenue.

Dans un cadre sécuritaire, la durée totale de la pluie est fixée à 24 heures. La discrétisation des pas de temps, dépendant du temps de concentration, a également été fixée à 15 minutes.



La méthode Soil Conservation Service (SCS) a été appliquée. Le coefficient Curve Number (équivalent d'un coefficient de ruissellement) est différencié selon les sous bassins versants (cf figure suivante). Le modèle a été calé sur la crue du 23 novembre 2019 pour laquelle les données enregistrées au Jonquet par la Métropole (station Ténévia) ont pu être valorisées.

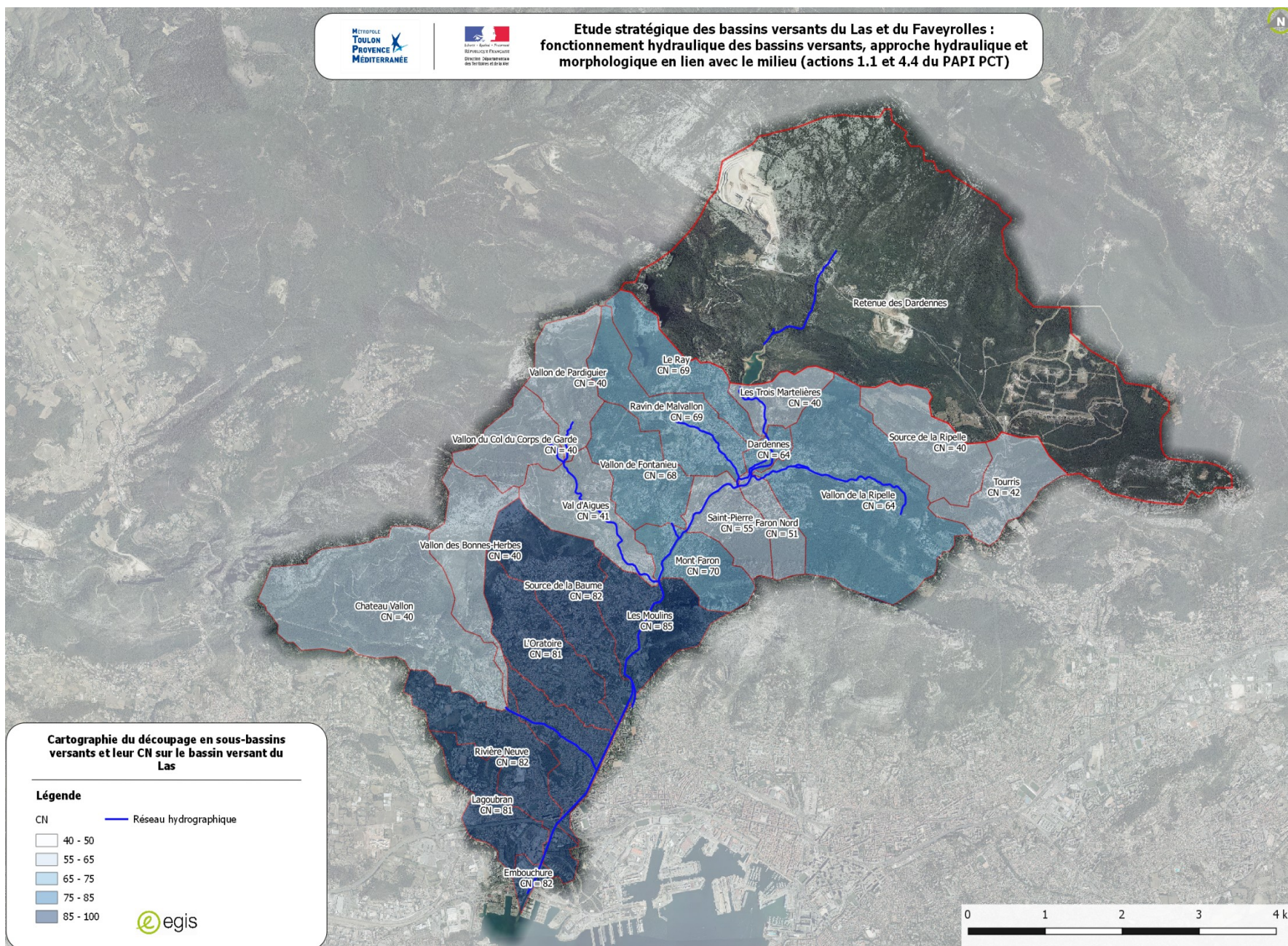
Les scénarios de concomitance entre crue karstique et orage pluie intense sur la partie aval du barrage de Dardennes

Un travail itératif sur le choix de la concomitance a été réalisé en collaboration avec la DDTM et les services de Métropole, le but étant de se fixer des débits de référence plausibles.

Nous avons testé 5 scénarios de concomitance :

- $Q_a = Q$ 2 ans en sortie du barrage + pluie 2 ans sur la partie urbaine en aval du barrage
- $Q_b = Q$ 5 ans en sortie du barrage + pluie 5 ans sur la partie urbaine en aval du barrage
- $Q_c = Q$ 10 ans en sortie du barrage + pluie 10 ans sur la partie urbaine en aval du barrage
- $Q_d = Q$ 30 ans en sortie du barrage + pluie 30 ans sur la partie urbaine en aval du barrage
- $Q_e = Q$ 50 ans en sortie du barrage + pluie 50 ans sur la partie urbaine en aval du barrage
- $Q_f = Q$ 100 ans en sortie du barrage + pluie 100 ans sur la partie urbaine en aval du barrage.

Etude stratégique des bassins versants du Las et du Faveyrolles :
fonctionnement hydraulique des bassins versants, approche hydraulique et
morphologique en lien avec le milieu (actions 1.1 et 4.4 du PAPI PCT)



Les résultats de ces simulations sont les suivants :

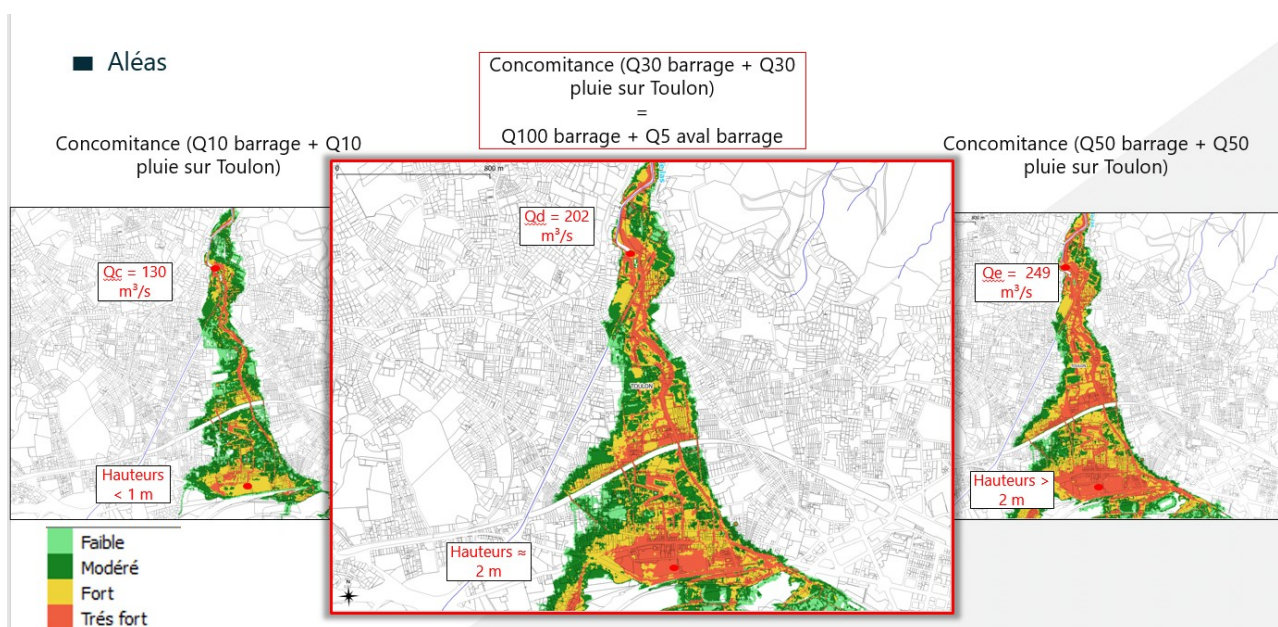
BV	Q _a (m ³ /s)	Q _b (m ³ /s)	Q _c (m ³ /s)	Q _d (m ³ /s)	Q _e (m ³ /s)	Q _f (m ³ /s)
Jardin du Las	72	102	130	202	249	270
Embouchure	116	155	206	300	361	382

Le scénario de référence du PAC

En raison des nombreuses possibilités de combinaisons de scénarios hydrologiques pouvant être réalisées quant à la chronologie de réaction du barrage et des bassins-versants situés à son aval, une démarche originale a été menée, le scénario à partir duquel l'aléa inondation modélisé n'évoluait plus de façon conséquente.

On parle alors d'aléa « seuil », c'est-à-dire qu'à partir d'un certain débit, les propriétés hydrauliques et la dynamique des crues sont similaires et n'engendrent pas une aggravation majeure du risque pour les populations.

Cette analyse a permis de mettre en évidence qu'un débit de 202 m³/s permettait d'atteindre l'aléa seuil.



Le choix a été fait de recréer ce débit par la combinaison d'une crue centennale du barrage engendrée par un antécédent pluvieux d'ampleur et d'une crue quinquennale en aval du barrage induite par la survenue d'une pluie lors de la surverse de ce dernier.

$$QPPR = Q_{100 \text{ barrage}} + Q_{5 \text{ aval barrage}} = 156 + 42 = 202 \text{ m}^3/\text{s}$$

1.3 Les crues historiques

1.3.1 Les inondations au XIX^{ème} siècle

D'importantes crues du Las sont survenues au XIX^{ème}, notamment en 1819, 1834 et 1886 causant des dégâts dont les dommages, hauteurs d'eau ou débits ne sont pas connus.

Les archives relatent toutefois de la création d'une brèche dans la digue de déviation du Las créée par Vauban entre 1819 et 1834 causant l'inondation des propriétés aval devant alors assumer à elles seules la réparation de la brèche.

En 1885, un épisode fortement pluvieux est à l'origine d'une crue subite du Ragas avec un débit de pointe estimé à 40 m³/s avec des débordements dommageables au quartier du Jonquet. Aucune autre information n'a pu être extraite des documents analysés.

1.3.2 Les inondations au XX^{ème} siècle

1 Évènement d'avril 1913

Quelques mois après la mise en service du barrage, une crue de grande ampleur se produit entre les 2 et 3 avril 1913 avec un remplissage rapide de la retenue. Le débit est estimé entre 80 et 100 m³/s en raison de nombreuses incertitudes sur la cote de l'épisode et la formule de calcul du débit au déversoir alors utilisé.

2 Évènement du 16 janvier 1978

■ Contexte pluviométrique

L'épisode pluvieux se démarque par les grandes quantités de pluies tombées sur une aire géographique relativement étendue depuis l'Ouest du Var à l'Est des Bouches-du-Rhône pour une durée totale remarquable de 7 jours (du 11 au 17 janvier).

Le 16 janvier, le plus gros des précipitations s'abat sur les massifs de la Sainte-Baume et le toulonnais. Météo-France relève :

Cumuls pluviométriques (mm)	24h	7 jours
Toulon	156	249
Cap Cépet	140	237
Castellet	112	231
Hyères Pépinières	138	289
Plan D'aups	131	308
La Seyne-sur-Mer	135	225

■ Conséquences

Cet épisode pluvieux engendre une importante réaction du fleuve du Las sur la ville de Toulon.

Les différentes études hydrologiques réalisées sur le bassin s'accordent à qualifier l'évènement de « crue centennale ».



La crue du Ragas au barrage de Dardennes se produit avec un débit de pointe estimé à 52 m³/s.

3 Évènement de 1985

L'épisode pluvieux survenu sur le bassin-versant entraîne la plus forte réaction du Ragas connue à ce jour avec un débit de pointe estimé à 68 m³/s. Cependant, peu de données permettent de déterminer l'impact de cette crue sur l'aval de la retenue.

4 Évènements du 18 janvier 1999

■ Contexte pluviométrique

Dans la nuit du 17 au 18 janvier 1999, un orage intense éclate sur l'ensemble du bassin-versant du Gapeau et le plateau du Siou Blanc.

Les communes de Méounes, Cuers et la Roquebrussane enregistrent des cumuls pluviométriques importants sur 24h :

- 200 mm à La Roquebrussane

■ 199 mm à Méounes

■ 169 mm à Cuers

Moins exposée que les massifs de l'arrière-pays, la ville de Toulon enregistre toutefois un cumul supérieur à 100 mm sur 24h.

■ Conséquences

La saturation des sols suite à des épisodes pluvieux successifs n'a pas permis l'infiltration des nouvelles précipitations et a entraînée une réaction rapide du massif karstique. Le débit de crue maximal au barrage de Dardennes a été estimé à 42 m³/s selon la courbe de Coyne et Bellier.

La propagation de cette crue vers l'aval et les différents apports intermédiaires engendrent des débordements dommageables en zone urbaine à l'amont du Jardin du Las.

■ En effet, l'école primaire Jean-Yves Cousteau doit être évacuée en raison de la mise en charge du Pont de la Baume alors insuffisant pour permettre l'évacuation des eaux. La cité voisine de la Baume se retrouve quant à elle complètement sous les eaux en raison des débordements du Las et de la surverse de la source Saint-Antoine.



■ Le dégrilleur du Pont du Las, vraisemblablement encombré de nombreux débris végétaux, est entré en charge engendrant la mise en fonction du déversoir latéral de sécurité.



■ Les débordements auraient ensuite rejoint l'ancien lit du Las plus à l'aval :



1.3.3 Les inondations au XX^{ème} siècle

5 Évènement du 23 novembre 2019

■ Contexte pluviométrique

L'épisode est peu remarquable en soit puisque la période de retour de la pluie n'excède pas 10 ans sur le bassin-versant du Las. Il est toutefois remarquable par la régularité des précipitations intervenant sur un sol fortement saturé par une succession d'épisodes pluvieux intenses durant l'automne.

Sur 48h, seulement 58 mm ont été relevés à Toulon lors de l'épisode quand 229 mm ont été relevés sur les hauteurs de la Sainte-Baume.

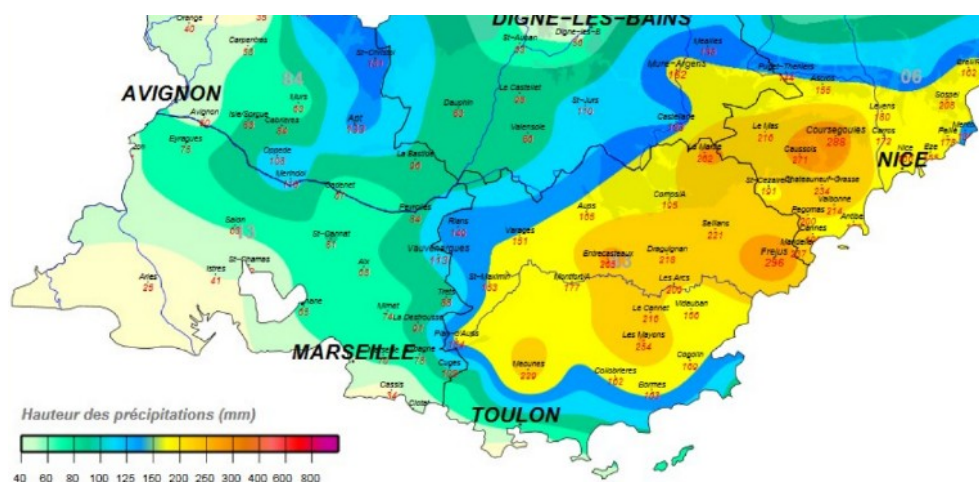


Illustration 3: Cumul de précipitations sur PACA du 22 novembre 2019 à 06 UTC au 25 novembre 2019 à 06 UTC

■ Conséquences

Si cet épisode a engendré une crue vingtennale sur le bassin-versant amont du Gapeau, il semble avoir été moindre sur le bassin versant du Las engendrant tout de même de premiers débordements, notamment au niveau de la cité de la Baume à Toulon et dans les premières propriétés du lieu-dit des Dardennes au Revest-les-Eaux.

1.4 Les études hydrauliques

L'étude hydraulique du Las et de ses affluents a été réalisée par le groupement EGIS / SEPIA / GEORIVES. Il s'agit d'un travail réalisé principalement entre juin 2020 et février 2023 intitulé « **Etudes stratégiques des bassins-versants du Las et du Faveyrolles : fonctionnement hydraulique des bassins-versants, approche hydraulique et morphologique en lien avec le milieu (actions 1.1 et 4.4 du PAPI PCT)** ».

La maîtrise d'ouvrage de ce travail a été assurée conjointement par la DDTM du Var et de la Métropole Toulon Provence Méditerranée. Un comité de pilotage technique a suivi cette étude tout au long de sa réalisation.

1.4.1 La reconnaissance de terrain : un préalable indispensable

La totalité du **lit mineur et des lits majeurs associés** au Las et à ses affluents a été parcourue **à pied, y compris la partie couverte de la rivière Neuve**.

À cette occasion, les chargés d'études ont relevé l'état des ouvrages de franchissement, l'état général du lit mineur et les obstacles à l'écoulement. Une visite spécifique de l'exutoire a pu être organisée avec les **services de l'Armée**.

1.4.2 La recherche de témoignages et le calage du modèle

L'ouvrage « Le Las une rivière dans la ville » de Philippe Maurel nous a permis de visualiser d'anciennes photos de crue.

Nous avons pu interroger de nombreux témoins sur le déroulement de la crue du 23 novembre 2019, ce qui a permis de calibrer le modèle mathématique de simulation des écoulements. Le visionnage des vidéos réalisées au niveau de la station de surveillance des hauteurs d'eau Ténévia a permis d'affiner la modélisation au niveau du dégrilleur du Jonquet à l'entrée de la rivière Neuve.

1.4.3 Les supports topographiques

La topographie des **lits mineurs** et de l'ensemble des ouvrages d'art est décrite par des levés réalisés par le **cabinet de géomètre STI** entre Juillet et Septembre 2020 (lever de 66 profils en travers).

La topographie des lits majeurs est issue des données du LIDAR RGE Alti élaboré par IGN.

1.4.4 La simulation des écoulements

Le logiciel INFOWORKS ICM2D est utilisé pour la modélisation hydrologique et hydraulique sur les bassins versants du Las et du Faveyrolles.

Ce logiciel associe la modélisation pluie-débit et hydraulique en 1D et/ou 2D.

Il permet :

- De prendre en compte les différents apports naturels provenant des sous bassins versants ruraux et urbains,
- De réaliser les calculs hydrauliques précis au sein du lit mineur, en prenant en compte les forces tractrices et les vitesses d'écoulement notamment,
- D'intégrer des singularités hydrauliques tels que des ponts ou des seuils dans la structure du modèle.

1.5 Analyse de la dynamique de crue du Las

1.5.1 La mise en charge de la Rivière Couverte au Jardin du Las

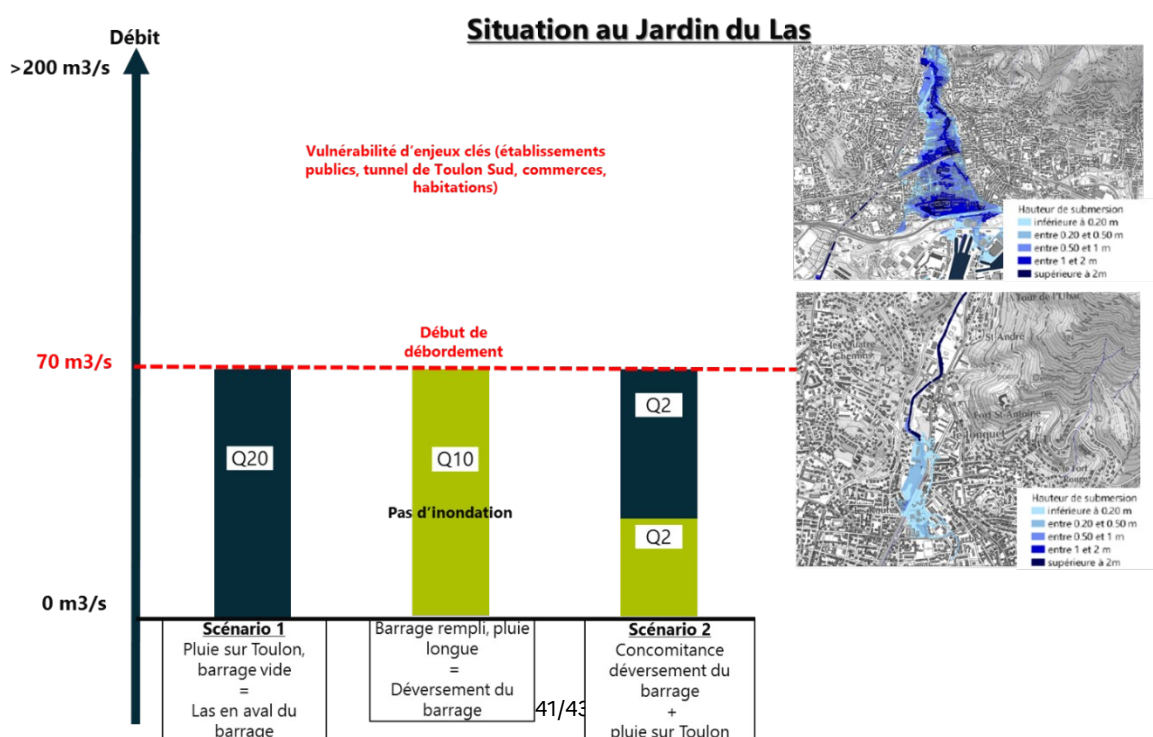
La capacité de la Rivière Couverte est estimée à environ 70 m³/s. Un dégrilleur dont le rôle est de retenir les objets ou branchages flottants est disposé à l'entonnement de l'ouvrage.



La figure ci-dessous permet de résumer l'atteinte du niveau de criticité (débit de 70 m³/s au dégrilleur du Jardin du Las) en fonction de 3 grands scénarios d'inondation possibles sur le territoire :

- Survenue d'une crue vicennale associée à un phénomène de type purement urbain (pluvial), barrage à vide (scénario 1)
- Survenue d'une pluie longue sur le massif du Siou Blanc, barrage rempli, engendrant un déversement décennal du barrage
- Concomitance d'une pluie biennale avec une surverse biennale du barrage de Dardennes (scénario 2)

Au-delà de ce débit, l'ensemble des enjeux situés dans l'ancien du Las est fortement vulnérable aux débordements du cours d'eau.



1.5.2 Le déroulement de la crue du Las

Les débordements du Las restent très localisés en aval du barrage au droit du chemin du Château sur la commune du Revest des Eaux.

Le Mal Vallon et la Ripelle sont les principales causes de débordements sur la commune du Revest des Eaux.

Les principaux débordements se concentrent sur la commune de Toulon.

Les débordements en lit majeur du Las débutent au niveau du quartier Saint André en touchant le domaine de Verrilli.

Les débordements sont plus importants au niveau de la cité de la Baume en rive droite du Las, mais également sur le chemin du Jonquet en rive gauche.

La totalité du site départemental du Jardin du Las est inondée. Environ 70 m³/s passent sous la rivière couverte qui est capacitaire jusqu'à la Pyrotechnie. Le reste du débit reprend l'ancien cours du Las en direction de la voie SNCF en remblai qui bloque les écoulements et entraîne des **hauteurs d'eau comprises entre 1 et 2 mètres** au niveau du quartier de Rodeilhac.

Les écoulements traversent ensuite la zone très urbanisée du Pont du Las et sont contrôlés par les murs antibruit de l'autoroute et des infrastructures urbaines impliquant des niveaux d'eau parfois **supérieures à 2 mètres localement**.

Le Tunnel de Toulon est partiellement touché par les inondations.

Les écoulements se propagent ensuite de façon diffuse sur la zone militaire pour rejoindre les eaux de la petite rade.

2. La vulnérabilité des secteurs exposés

Sur la vallée du Las, les secteurs exposés concernent principalement la commune de Toulon :

- La cité de la Baume entre 50 cm et 1 m d'eau
- L'école Jean Yves Cousteau au niveau du chemin du Jonquet entre 50 cm et 1 m d'eau
- Le musée départemental du Var au jardin du Las,
- La crèche le Petit Prince en rive droite du las au niveau du dégrilleur entre 50cm et 1 m d'eau
- Le terrain d'accueil municipal « Lei Pichoun » sous 20 cm d'eau
- Le groupement territorial des Sapeurs Pompiers par environ 20 cm d'eau
- L'école maternelle Rodeilhac par 20 à 50 cm d'eau,
- La crèche municipale « Les oiseaux » au niveau de Rodeilhac entre 1 et 2 m d'eau,
- L'école relai du Pont du Las et l'école maternelle du Pont du Las entre 50 cm et 1 m d'eau,
- L'école élémentaire du Pont du Las située légèrement plus haut ne devrait pas être touchée,
- La mairie de quartier du Pont du Las,
- Les écoles élémentaires Charles Sandro et Malbousquet sous 50 cm à 1 m d'eau,
- Des intrusions d'eau dans le Tunnel,
- Et une inondation diffuse de la zone militaire en aval sous 20 cm à 1 m d'eau selon les secteurs.

La zone urbaine très dense touchée par les inondations représente environ 1 km². L'estimation de la population exposée est de 5 à 10 000 personnes.