

**Montpellier
Méditerranée
Métropole**



Ouvrage écrêteur de crue de « l'Arbre Blanc » à Grabels (34)

Etude de danger – Aménagement hydraulique



Rapport n°A109417/version C– Octobre 2021

Projet suivi par Claire ARRIGHI – 06 23 84 04 45 – claire.arrighi@anteagroup.com

Fiche signalétique

Barrage écrêteur de crue Lieu-dit de l'Arbre Blanc

Etude de danger

CLIENT	SITE
Montpellier Méditerranée Métropole	Grabels
50, place Zeus CS 39556 34961 MONTPELLIER Cedex 2	
Vivien NGUYEN VAN Chargé de mission GEMAPI Tél 04.67.13.97.11 / 06.12.75.37.79 Mail v.nguyenvan@montpellier3m.fr	

RAPPORT D'ANTEA GROUP

Responsable du projet	Lise MOUCHE
Interlocuteur commercial	Lise MOUCHE / Nicolas DU BOISBERRANGER
	Implantation d'Aubagne
Implantation chargée du suivi du projet	04.42.08.70.70 secretariat.marseille-fr@anteagroup.com
Rapport n°	A109417
Version n°	version C
Votre commande et date	Référence / date : 28 09 2018
Projet n°	LROP180077

	Nom	Fonction	Date
Rédaction	ARRIGHI Claire	Ingénieur de projets	Octobre 2021
Approbation	MOUCHE Lise	Supérieur / Sachant	octobre 2021

Suivi des modifications

Indice Version	Date de révision	Nombre de pages	Nombre d'annexes	Objet des modifications
B	20/05/2021			Prise en compte de l'avis de la DDTM34 du 29/04/2021
C	Octobre 2021			Prise en compte des remarques de la DDTM34 du 21 juillet 2021

Sommaire

Résumé non technique	7
1. Renseignement administratif	11
1.1. Identification du gestionnaire	11
1.2. Commune bénéficiant de l'aménagement hydraulique	11
1.3. Identification des rédacteurs de l'étude	11
1.4. Autorisations existantes	11
1.5. Date de remise de l'étude de dangers	12
2. Objet de l'étude	13
2.1. Le descriptif du cadre de la demande	13
2.2. Localisation en plan et description sommaire des ouvrages concernés	13
2.2.1. Ouvrage existant	13
2.2.2. Ouvrage projeté	15
2.3. Phase chantier – Construction de l'aménagement hydraulique	16
2.3.1. Planning	16
2.3.2. Protection du chantier contre les risques de crue	16
2.3.3. Risque inondation pendant le chantier	17
3. Description précise de l'aménagement hydraulique et de ses fonctions de protection contre les inondations	18
3.1. Description des conditions naturelles pouvant conduire à des crues, des submersions ou des ruissellements dangereux	18
3.1.1. Hydrographie	18
3.1.2. Hydrologie	18
3.1.3. Occupation du sol	19
3.2. Description de l'aménagement hydraulique	21
3.2.1. Inclusion de l'ouvrage dans un programme d'aménagement global de réduction du risque inondation sur la commune de Grabels	21
3.2.2. Caractéristiques de l'ouvrage	21
3.2.3. Caractéristiques de stockage de l'aménagement	27
3.3. Organisation du gestionnaire de l'aménagement hydraulique	28
3.3.1. Obligations réglementaires du gestionnaire	28
3.3.2. Surveillance des risques de crue	29
3.3.3. Gestion du stockage en cas d'évènement de crue ou pluvieux	31
3.3.4. Surveillance et entretien	31
3.3.5. Système d'alerte en cas de crise	32
3.3.6. Moyens disponibles	37
3.4. Performances de l'aménagement hydraulique	39

3.4.1. Fonctionnement de l'aménagement.....	39
3.4.2. Modélisation des écoulements	45
3.4.3. Zone inondable en aval du barrage en fonctionnement normal	46
3.4.4. Etude des scénarios	49
4. Cartographie.....	54

Table des figures

Figure 1 : Localisation de l'aménagement hydraulique de l'Arbre Blanc sur fond cartographique SCAN25	7
Figure 2 : Hauteurs d'eau maximales– Scénario 1	9
Figure 3 : Hauteurs d'eau maximales – Scénario 2	10
Figure 4 : Localisation du barrage de l'Arbre Blanc sur fond cartographique SCAN25	14
Figure 5 : Visualisation du barrage en état actuel.....	14
Figure 8 : Visualisation du barrage et de la retenue en état projet	16
Figure 7 : Dispositifs de gestion de la phase chantier	17
Figure 9 : Réseaux hydrographiques et bassins versants.....	18
Figure 10 : Occupation du sol du bassin versant du barrage de l'Arbre Blanc – CORINE Land Cover 2018.....	20
Figure 11 : Embâcles sur la grille en amont du barrage lors de la crue de 2014	20
Figure 12 : Vue en plan du barrage (sans échelle)	22
Figure 13 : Profil type de l'ouvrage envisagé hors déversoir	24
Figure 14 : Ponceau existant en amont du barrage dans la retenue (rétablissement agricole).....	25
Figure 15 : Coupe du dalot de fuite (sans échelle).....	25
Figure 15 : A gauche, débouché de la buse de fuite actuelle et enrochements liaisonnés / A droite : enrochements libres dans le lit du cours d'eau en aval	26
Figure 16 : Coupe type du déversoir, du coursier en gradins et du bassin de dissipation.....	26
Figure 17 : Localisation de la station de mesure et de l'échelle limnimétrique	30
Figure 18 : Secteurs d'habitations pour l'évacuation en cas de crue.....	36
Figure 16 : Fonctionnement du bassin en état projet pour une crue type déc. 2003	41
Figure 17 : Fonctionnement du bassin en état projet pour une crue de période de retour 100 ans ...	41
Figure 18 : Fonctionnement du bassin en état projet pour une crue millénale (Q1000)	42
Figure 19 : Fonctionnement du bassin en état projet pour une crue déca millénale (Q10 000).....	45
Figure 19 : Hauteurs d'eau maximales en aval de l'ouvrage- Q Déc. 2003 - Etat aménagé	47
Figure 20 : Hauteurs d'eau maximales en aval de l'ouvrage – Q100 – Etat aménagé.....	48
Figure 21 : Hydrogramme sortie barrage – Scénario 1 - Q100 avec retenue pleine.....	50
Figure 23 : hauteurs d'eau maximales pour le scénario 1	51
Figure 23 : Fonctionnement du bassin pour le scénario 2 – Crue déca millénale	52
Figure 24 : Hauteurs d'eau maximales pour le scénario 2	53
Figure 25 : Commune bénéficiant de l'aménagement.....	54

Table des tableaux

Tableau 1 : Cadre de la demande d'autorisation de l'aménagement hydraulique	13
Tableau 2 : Caractéristiques du barrage existant et de sa retenue (source : AP du 4/09/2009).....	15
Tableau 3 : Estimation des débits au niveau de l'aménagement hydraulique	19
Tableau 4 : Caractéristiques géométriques du barrage projeté	22
Tableau 5 : Caractéristiques de l'aménagement hydraulique	23
Tableau 6 : Instructions de surveillance de l'ouvrage en toutes circonstances.....	32
Tableau 7 : Caractéristique de fonctionnement de l'aménagement hydraulique	40

Table des annexes

Annexe I :	Bibliographie
Annexe II :	Etude des risques inondation du Rieumassel sur la commune de Grabels, EGIS EAU pour Montpellier Méditerranée Métropole, septembre 2015, version 1
Annexe III :	Document d'organisation du barrage de Grabels, Montpellier Méditerranée Métropole, Avril 2021, Version 1

Résumé non technique

La commune de Grabels (34) est exposée au risque d'inondation par débordement du Rieumassel et du Redonnel, ainsi que par les ruissellements pluviaux de la commune.

Suite aux importantes inondations connues en octobre 2014 sur ce territoire (dont l'occurrence est estimée supérieure à 100 ans), Montpellier Méditerranée Métropole a lancé un programme d'aménagement visant à atteindre un niveau de protection correspondant à une crue de période de retour 30 à 100 ans selon les secteurs dont l'étude de faisabilité a été réalisée en 2015 par EGIS. Ce programme d'aménagement correspond à l'action 7.4 du PAPI du Lez. Il prévoit :

- l'augmentation de la retenue du barrage de l'Arbre Blanc, dont le présent rapport constitue l'étude de danger,
- le recalibrage du Rieumassel en aval du barrage sur un linéaire d'environ 1 km.

En termes de phasage des travaux, le recalibrage du Rieumassel est prévu en 2022 et la reconstruction du barrage en 2023.

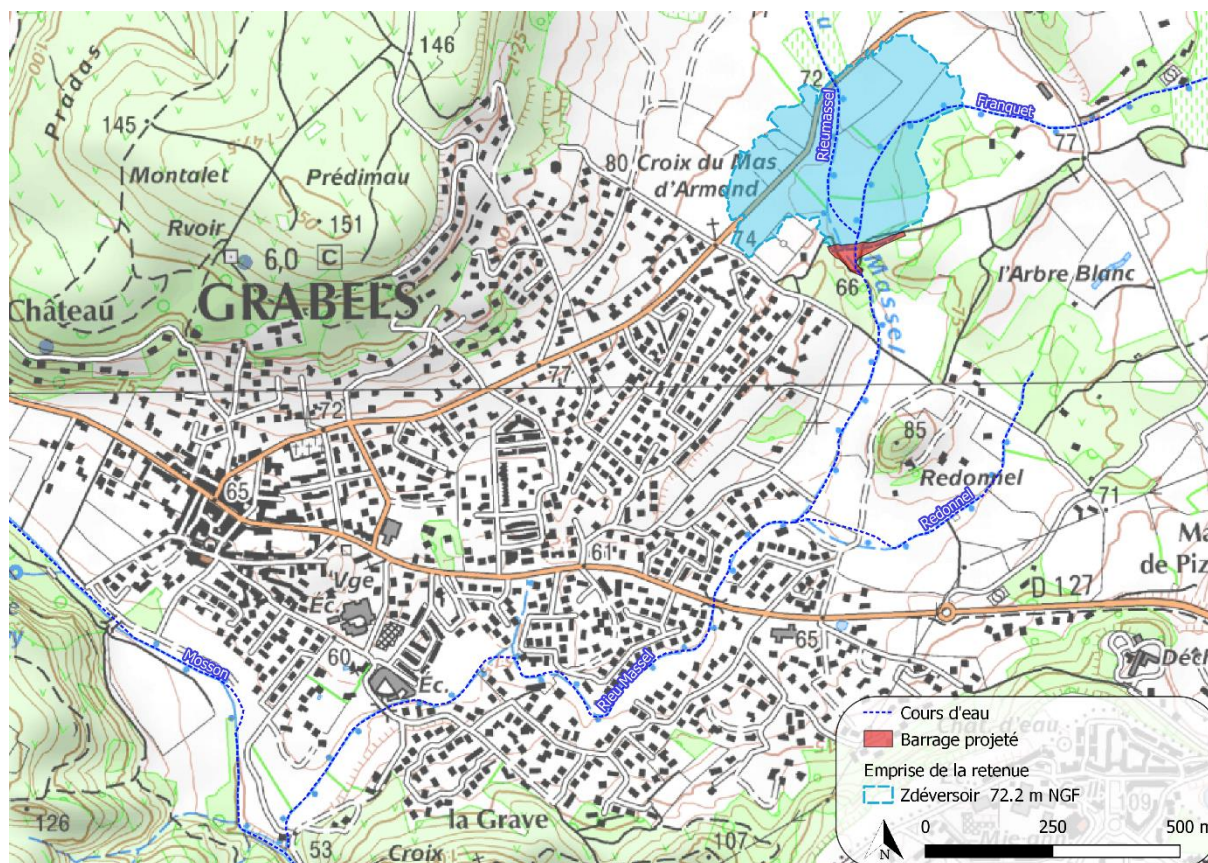


Figure 1 : Localisation de l'aménagement hydraulique de l'Arbre Blanc sur fond cartographique SCAN25

La commune de Grabels bénéficiera des effets de l'aménagement hydraulique. La métropole de Montpellier assure la compétence GEMAPI sur ce territoire et conduit à ce titre les aménagements en matière de prévention des inondations.

L'ouvrage a été dimensionné pour répondre aux objectifs suivants :

- Dimensionnement pour une crue de projet de période de retour 100 ans, avec un débit « de fuite » en aval du barrage de 20 m³/s en pointe. Le barrage permettra donc d'écrêter le débit

centennal de 45 à 20 m³/s (soit -54% pour Q100). Il permet également une diminution des débits pour des crues plus fréquentes (-24% pour Q10),

- Niveau de sûreté dimensionné pour une crue exceptionnelle de débit Q1000, soit 73 m³/s en pointe,
- Niveau de danger dimensionné pour une crue décennale, soit 101 m³/s en pointe,
- Volume de stockage de 160 000 m³ avant mise en service du déversoir du barrage.

L'aménagement hydraulique qui sera réalisé aura pour unique fonction l'écrêtement des crues du Rieumassel. Il permet de réduire fortement les débits restitués en aval de ce dernier jusqu'à ce que le niveau dans la retenue atteigne la cote du déversoir. Au-delà, l'eau surverse par le déversoir prévu à cet effet. L'ouvrage permet néanmoins de diminuer les débits de crue en aval de l'aménagement hydraulique à minima jusqu'à une crue déca millénale.

NOTA : Des habitations restent cependant inondées pour la crue de protection (crue centennale, dont le niveau dans la retenue est inférieur à la cote du déversoir).

Le fonctionnement hydraulique de l'aménagement est le suivant :

- Pour des pluies fréquences de période de retour inférieures à 10 ans, les débits sont restitués en aval du barrage sans écrêtement via l'ouvrage de fuite,
- Pour un débit entrant de 17 m³/s, (associé à une période de retour de 10 ans), les écoulements sont en partie stockés dans la retenue. Le dalot de fuite restitue en aval du barrage un débit écrêté par rapport au débit entrant (abattement de 24 %),
- Pour un débit entrant de 45 m³/s (associé à une période de retour de 100 ans), le niveau dans la retenue atteint la cote 71,95 m NGF. Le déversoir n'est pas encore atteint. Un débit de 20 m³/s au maximum est restitué en aval du barrage (abattement de 54 %).
- Le déversoir, situé à la cote 72,2 m NGF, est atteint pour un débit entrant de 51 m³/s (période de retour d'environ 170 ans). Un débit de 21 m³/s au maximum est restitué en aval du barrage (abattement de 59 %).
- Pour un débit entrant de 73 m³/s, correspondant au niveau NPHE du barrage (associé à une période de retour de 1000 ans), le niveau dans la retenue atteint la cote 72,64 m NGF. Le débit sortant de l'aménagement est de 45 m³/s (abattement de 38 %),
- Pour un débit entrant de 101 m³/s, correspondant au niveau de danger du barrage (associé à une période de retour de 10 000 ans), le niveau dans la retenue atteint la cote 72,95 m NGF. Le débit sortant de l'aménagement est de 72 m³/s (abattement de 29 %).

Le rapport « Conformité du barrage de l'arbre blanc à l'arrêté technique barrages du 6 août 2018 » n°110808, réalisé par Antea Group, en octobre 2021 et annexé au rapport d'AVP¹ justifie le dimensionnement du barrage de classe C pour les niveaux de protection retenus. Il démontre la conformité du barrage aux prescriptions techniques relatives à la sécurité des barrages de l'arrêté du 6 août 2018. En particulier il justifie :

- les niveaux caractéristiques, intégrant notamment le calcul de la revanche au vent,
- la stabilité du barrage pour les différentes situations requises :
 - stabilité au glissement des talus ;
 - stabilité hydraulique à partir de la valeur du gradient hydraulique critique en pied aval du barrage ;

¹Le rapport d'Avant-Projet est fourni dans le dossier de demande d'autorisation environnementale – PJ n°22.

- stabilité au soulèvement du noyau argileux ;
- stabilité au glissement de la fondation,
- résistance à l'érosion externe (justification du dimensionnement du déversoir et du bassin de dissipation).

La présence d'embâcle avéré en entrée de l'ouvrage de fuite (dalot) malgré la présence d'une grille conduirait à diminuer la débitance du dalot et entrainerait un fonctionnement prématuré du déversoir.

Dans le cadre de l'étude de danger, deux scénarios simulant les limites de fonctionnement de l'aménagement ont été modélisés. Le phénomène de ruissellement urbain n'a pas été modélisé. Les apports pluviaux ont été intégrés directement dans le Rieumassel.

- **Scénario 1** : Crue de période de retour 100 ans et retenue non disponible (pleine) à l'arrivée de la crue. Cela revient à supprimer l'effet du barrage.

Il conduit théoriquement à des inondations :

- sur l'amont de la route de Montpellier. Les hauteurs d'eau maximales sont supérieures à 1,5 m en bordure du cours d'eau,
- au niveau du quartier du Rio : hauteurs d'eau inférieures à 1 m.

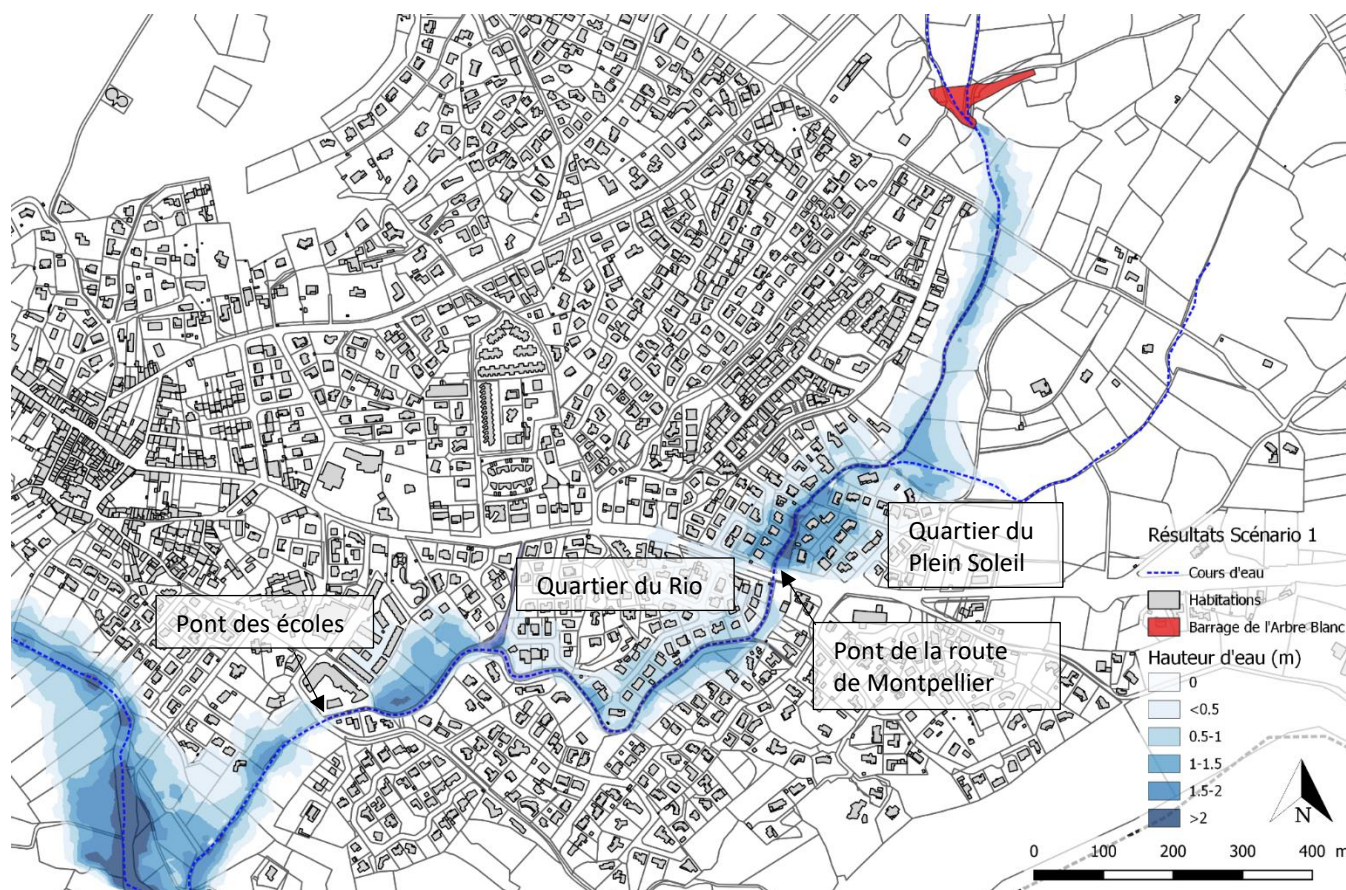


Figure 2 : Hauteurs d'eau maximales– Scénario 1

- **Scénario 2** : Crue décennale (niveau 72,94 m NGF dans la retenue et débit de 101 m³/s en entrée d'ouvrage).

Il conduit théoriquement à des inondations :

- Sur le quartier du plein soleil, en amont du pont de la route de Montpellier, la hauteur d'eau au niveau des habitations en bordure du cours d'eau est supérieure à 2 m. L'inondation atteint la rue des Genêts en rive gauche.
- Au niveau du quartier du Rio, l'inondation s'étend jusqu'à atteindre la D127. Localement, la hauteur d'eau est supérieure à 1 m voire 1,5 m en bordure du cours d'eau. Elle diminue en s'éloignant du Rieumassel,
- En amont du pont des écoles, en rive droite, l'inondation s'étend au-delà du parc aux oiseaux (pour lequel les hauteurs d'eau sont supérieures à 2 m) et atteint le lotissement des Bugadières (hauteur d'eau supérieure à 1 m).

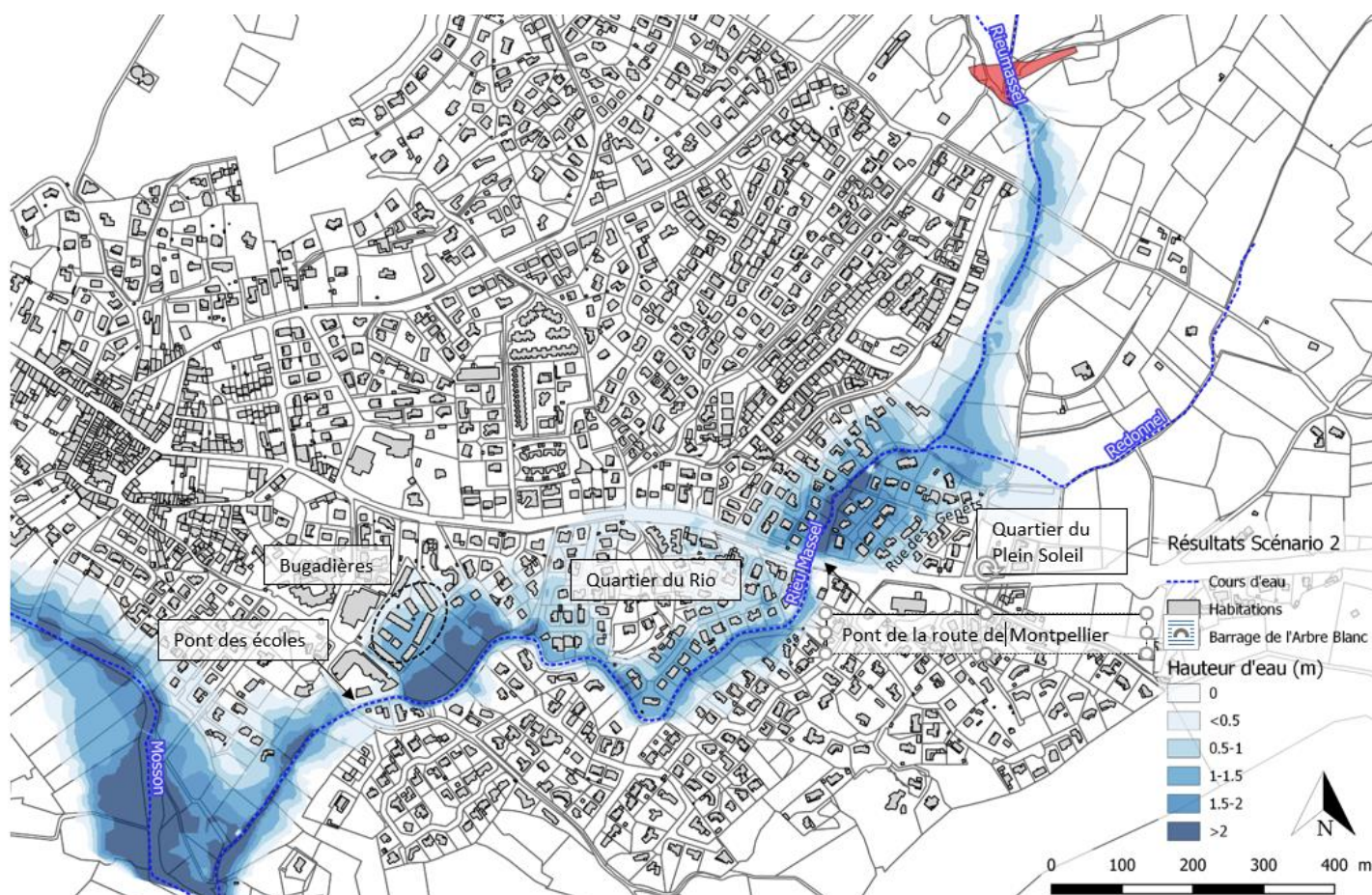


Figure 3 : Hauteurs d'eau maximales – Scénario 2

1. Renseignement administratif

1.1. Identification du gestionnaire

Le gestionnaire de l'aménagement hydraulique est Montpellier Méditerranée Métropole.

Montpellier Méditerranée Métropole

50, place Zeus

CS 39556

34961 MONTPELLIER Cedex 2

Tél. : 04 67 13 60 00

Fax : 04 67 13 61 01

Interlocuteur : Vivien NGUYEN VAN, Chargé de Mission GEMAPI, Service Risques Pluvial et Inondations, Direction de l'Eau et de l'Assainissement

1.2. Commune bénéficiant de l'aménagement hydraulique

La commune de Grabels bénéficiera des effets de l'aménagement hydraulique. La métropole de Montpellier assure la compétence GEMAPI sur ce territoire et conduit à ce titre les aménagements en matière de prévention des inondations.

1.3. Identification des rédacteurs de l'étude

Le présent document qui constitue l'étude de dangers de l'aménagement hydraulique du lieu-dit de l'Arbre Blanc a été rédigé par la société Antea Group dont les coordonnées sont les suivantes :

Antea Group

Direction Régionale Sud

Pôle Eau

Parc Napollon – Bât. C - 400 avenue du Passe-Temps

13 676 AUBAGNE cedex

Tél : 04.42.08.70.70

Fax : 04.42.08.70.71



Antea Group est agréée au titre du décret du 11 décembre 2007 pour la rubrique « Dignes et barrages – études et diagnostics » sous le numéro 59-a, par l'arrêté du 21 décembre 2016 portant agrément d'organismes intervenant pour la sécurité des ouvrages hydrauliques.

1.4. Autorisations existantes

L'aménagement hydraulique de l'Arbre Blanc s'appuie sur un ouvrage existant.

Le barrage existant a été construit en 2009. Il était initialement autorisé par l'arrêté préfectoral n°2005-I-075 du 13 janvier 2005 au titre des articles L.214-1 à 6 et L.211-7 du Code de l'Environnement. Il a ensuite fait l'objet de modifications, régularisées par l'arrêté préfectoral du 4 septembre 2009 au titre de l'article R214-18 du Code de l'Environnement.

Enfin, l'arrêté n°2011-06-00816 du 20/06/2011 classe l'ouvrage existant en barrage en catégorie D au titre de la sécurité des ouvrages hydrauliques (décret n°2007-1735 du 11 décembre 2007).

Les autorisations existantes ne seront plus valables une fois le barrage reconstruit.

Le nouvel ouvrage sera un barrage de classe C. La métropole de Montpellier sera gestionnaire de cet ouvrage.

1.5. Date de remise de l'étude de dangers

L'étude de danger est jointe au dossier de demande d'autorisation environnementale. Il constitue la pièce n° 23 du dossier.

2. Objet de l'étude

2.1. Le descriptif du cadre de la demande

Le projet prévoit la reconstruction et la réhausse du barrage de l'Arbre Blanc, également appelé « bassin G ». Cet ouvrage n'étant pas classé comme aménagement hydraulique actuellement, ce projet entre dans le cadre d'une autorisation initiale de l'aménagement hydraulique, avec travaux. (cas n° 2 selon le tableau ci-dessous, issu de l'arrêté du 30 septembre 2019).

	Cocher la case, en rappelant, pour les cas 3, 4 et 5, la référence et la date de l'étude de dangers précédente. Dans le cas 4, préciser en outre la nature de la modification à l'origine de la mise à jour de l'étude de dangers.
<input type="checkbox"/> Cas 1	Autorisation initiale de l'aménagement hydraulique, sans travaux. Le contenu de l'étude de dangers, qui fait partie du dossier de demande d'autorisation, est conforme aux dispositions de l'article 2 du présent arrêté.
<input checked="" type="checkbox"/> Cas 2	Autorisation initiale de l'aménagement hydraulique, avec travaux. Le contenu de l'étude de dangers, qui fait partie du dossier de demande d'autorisation, est conforme aux dispositions de l'article 3 du présent arrêté.
<input type="checkbox"/> Cas 3	Modification substantielle d'un aménagement hydraulique déjà autorisé. Le contenu de l'étude de dangers, qui fait partie du dossier de demande d'autorisation, est conforme aux dispositions de l'article 4 du présent arrêté.
<input type="checkbox"/> Cas 4	Mise à jour de l'étude de dangers de l'aménagement hydraulique exigée par arrêté préfectoral de prescription complémentaire en application des articles R. 181-45 et R. 214-117-III en raison d'une modification non substantielle de l'aménagement hydraulique. La mise à jour de l'étude de dangers est conforme aux dispositions de l'article 5 du présent arrêté.
<input type="checkbox"/> Cas 5	Actualisation d'une étude de dangers en application du II de l'article R. 214-117. Cette actualisation est réalisée conformément aux dispositions de l'article 6 du présent arrêté.

Tableau 1 : Cadre de la demande d'autorisation de l'aménagement hydraulique

Nota : l'ouvrage qui sera reconstruit fera également l'objet d'une demande d'autorisation en tant que barrage au titre de l'article R-214-1 du Code de l'Environnement. Toutefois, ses caractéristiques le classent en barrage de catégorie C, ne conduisant pas à la rédaction d'une étude de dangers pour la catégorie barrage.

2.2. Localisation en plan et description sommaire des ouvrages concernés

2.2.1. Ouvrage existant

Le barrage se situe sur la commune de Grabels, au niveau du lieu-dit de l'Arbre Blanc. La figure ci-dessous localise l'ouvrage sur un fond de plan SCAN 25.

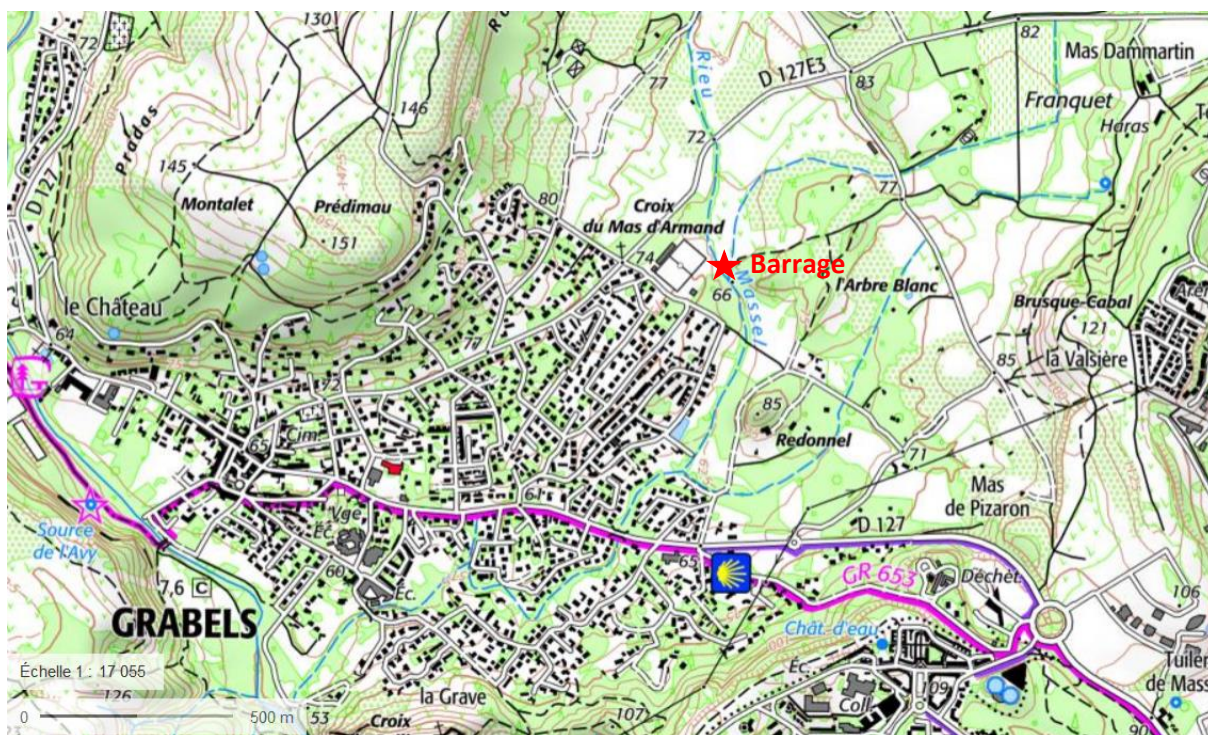


Figure 4 : Localisation du barrage de l'Arbre Blanc sur fond cartographique SCAN25

La photo suivante présente l'ouvrage en état actuel.



Figure 5 : Visualisation du barrage en état actuel

Ses caractéristiques sont les suivantes :

Cote du fond du bassin en pied du barrage	67,5 m NGF
Cote du déversoir (Zdéver)	70,0 m NGF
Cote du barrage (crête) Zbarrage	71,0 m NGF
Z100	70,25 m NGF
Z1000	70,88 m NGF
Volume stocké pour Zdéversoir	27 500 m ³
Volume stocké pour Z100	33 100 m ³
Volume stocké pour Zcrête	61 700 m ³
Surface maximale de la retenue (Zcrête)	4,8 ha
Hauteur barrage (crête) / fond du bassin	3,5 m
Hauteur barrage (crête) / TN aval	3,5 m

Tableau 2 : Caractéristiques du barrage existant et de sa retenue (source : AP du 4/09/2009)

Le bassin était initialement conçu pour participer à l'écrêtement des crues du Rieumassel jusqu'à un événement centennal (source : Réalisation d'un bassin écreteur de crue au lieu-dit L'Arbre Blanc (bassin G) - Dossier de modification d'autorisation au titre du code de l'environnement, Ingerop, Mai 2009). Toutefois, les débits de référence ont été notablement revus à la hausse par l'étude Egis de 2015 en comparaison aux débits retenus lors de la construction du barrage ; l'ouvrage actuel ne permet donc pas quasiment aucun écrêtement de la pluie centennale.

2.2.2. Ouvrage projeté

Le barrage existant va être démoli et entièrement reconstruit dans le cadre de l'opération 7.4 du PAPI du Lez dans l'objectif d'en augmenter sa capacité.

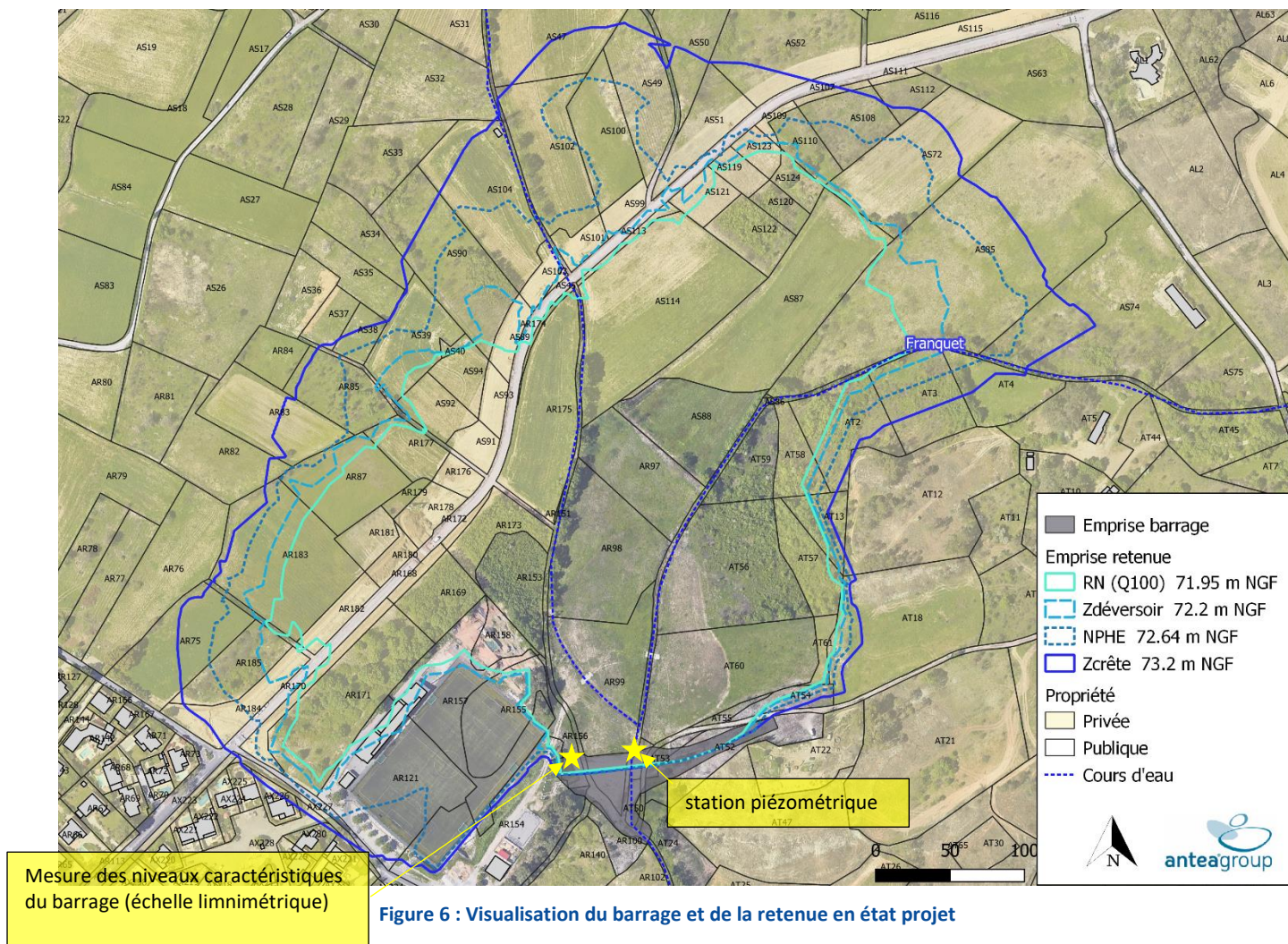
L'aménagement hydraulique qui sera créé présentera les caractéristiques suivantes :

- Hauteur du barrage : 5,7 m
- Volume stocké :

	Niveau mNGF	Volume stocké
Fond de bassin :	67,5 m NGF	-
Q100 :	71,95 m NGF	128 300 m ³
RN - Déversoir :	72,2 m NGF	160 000 m ³
NPHE (Q1000) :	72,64 m NGF	213 350 m ³
Crête :	73,20 m NGF	306 400 m ³

L'aménagement hydraulique qui sera réalisé aura pour unique fonction l'écrêtement des crues du Rieumassel.

Les niveaux de protection du barrage seront mesurés à l'ouest du barrage, sur une échelle limnimétrique prévue sur le parement amont de l'ouvrage. Une station piézométrique sera également présente à cet endroit. Elle permettra de suivre en temps réel les niveaux d'eau dans la retenue.



2.3. Phase chantier – Construction de l'aménagement hydraulique

2.3.1. Planning

La durée globale des travaux est estimée à 8 mois :

- Les travaux préparatoires (installations de chantier, merlon amont, busages du cours d'eau, ...) sont prévus de mi-décembre à mi-janvier (1 mois),
- Les travaux du barrage sont prévus de mi-janvier à mi-août (en dehors des périodes de précipitations) :
 - Déconstruction du barrage : 2 semaines,
 - Purge des matériaux sous l'ouvrage : 2 mois,
 - Construction du barrage (y compris l'ouvrage de surverse) : 4 mois,
 - Repli de chantier : 2 semaines.

2.3.2. Protection du chantier contre les risques de crue

Afin de protéger le chantier du barrage contre les risques de venue d'eau en cas d'épisode pluvieux important, les dispositions suivantes seront mises en œuvre :

- Construction d'un batardeau en terre en amont du barrage, d'environ 1,5 m de haut (forme trapézoïdale – 3 m en crête, talus à 2H / 1V). Il présentera une longueur d'environ 105 ml.

- Mise en place de 3 buses PVC Ø1000 entre l'amont du batardeau et l'aval de la zone de chantier pour capter les débits amont (pente 1,2 %).

Ce dispositif permet théoriquement d'assurer une mise hors d'eau du chantier jusqu'à un épisode de période de retour 10 ans environ.

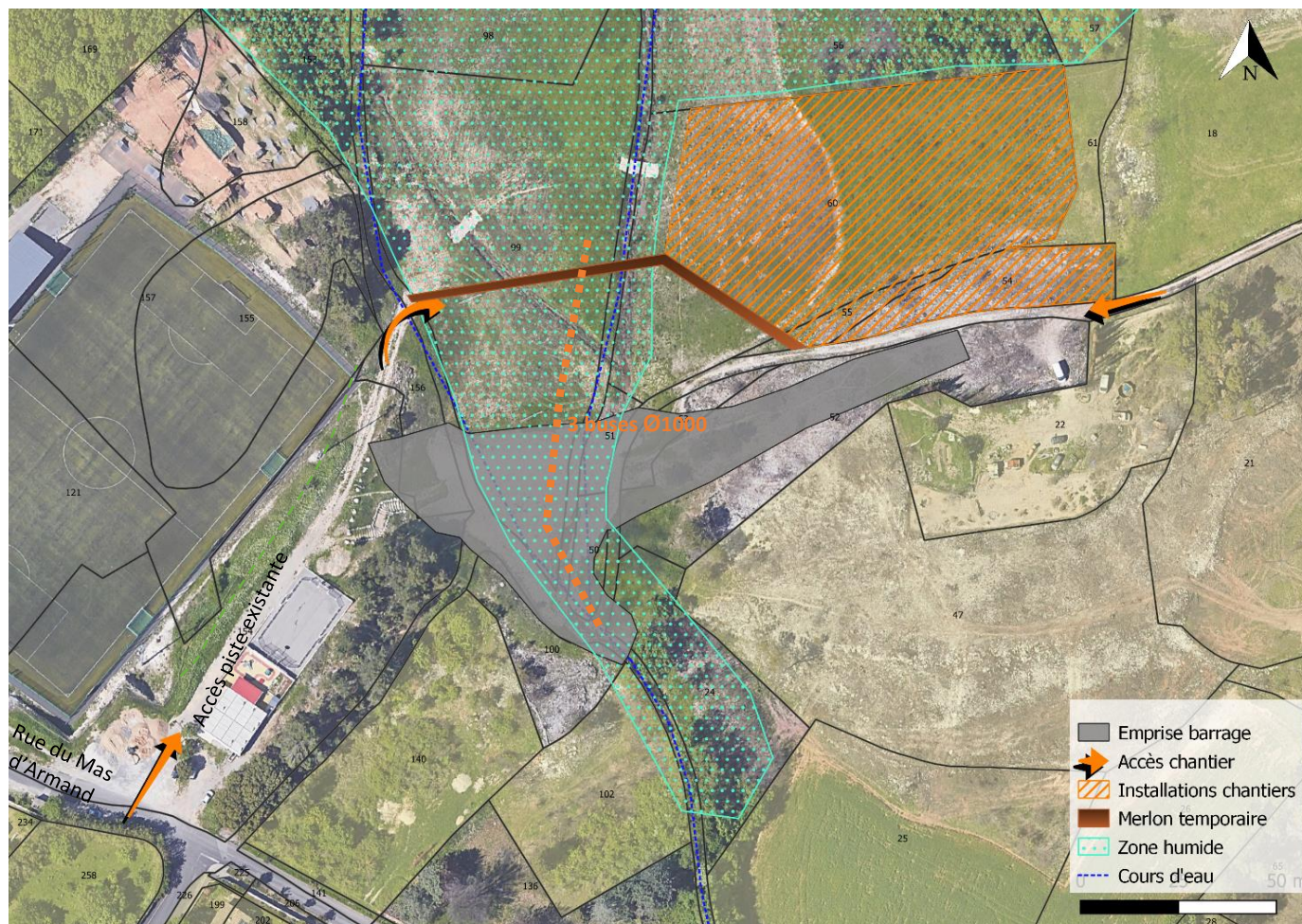


Figure 7 : Dispositifs de gestion de la phase chantier

2.3.3. Risque inondation pendant le chantier

Le phasage du projet prévoit la réalisation du recalibrage du Rieumassel avant la réalisation du barrage. Les élargissements prévus permettront d'augmenter notablement la capacité du Rieumassel avant débordement. Ce phasage permettra de compenser la perte de capacité de stockage pendant la réalisation des travaux sur le barrage.

3. Description précise de l'aménagement hydraulique et de ses fonctions de protection contre les inondations

3.1. Description des conditions naturelles pouvant conduire à des crues, des submersions ou des ruissellements dangereux

3.1.1. Hydrographie

Le barrage de l'Arbre Blanc intercepte le ruisseau du Rieumassel en amont de sa traversée urbaine dans la commune de Grabels (Figure 4).

3.1.2. Hydrologie

Le Rieumassel est un affluent rive gauche de la Mosson. Il présente un bassin versant d'une superficie totale de 5,3 km² (au droit de la confluence avec la Mosson). Son affluent le Redonnel draine un bassin versant de 0,8 km² et rejoint le Rieumassel en amont du pont de la route de Montpellier (en aval du barrage de l'Arbre Blanc). Le Rieumassel est un cours d'eau non pérenne soumis au régime méditerranéen. Le bassin versant est essentiellement marno-argileux donc peu perméable.

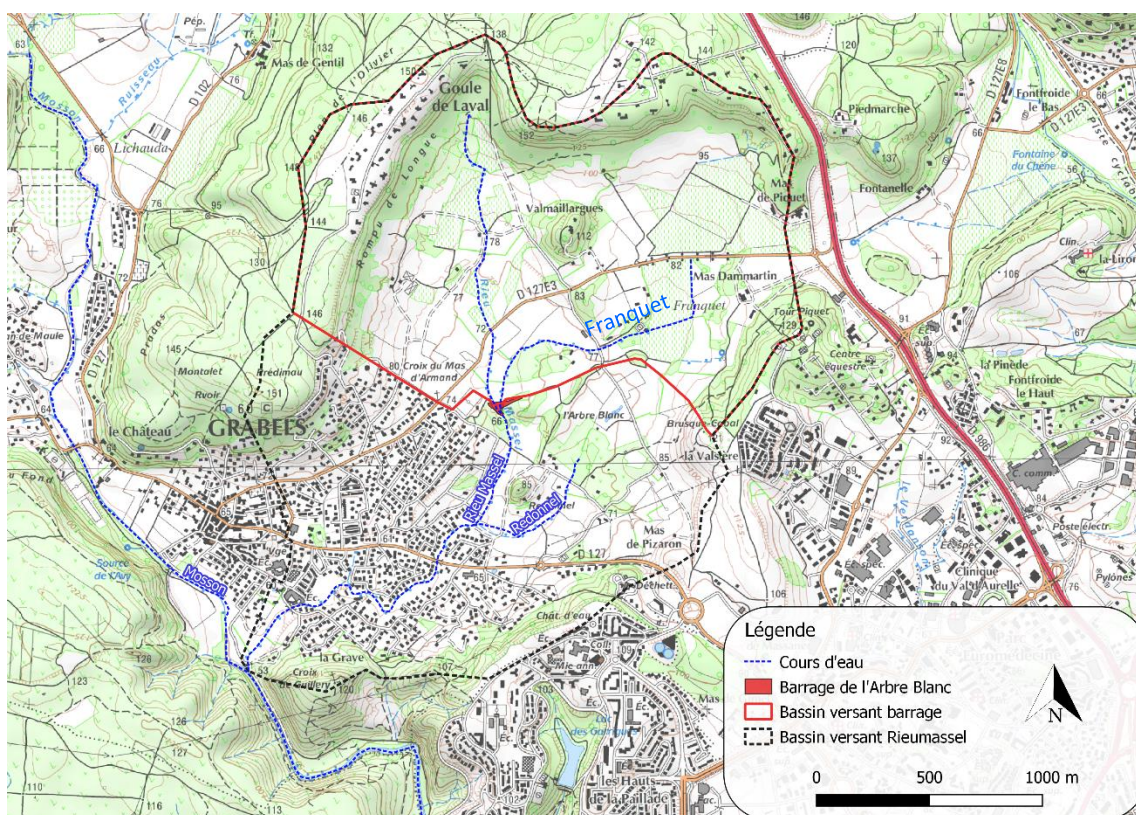


Figure 8 : Réseaux hydrographiques et bassins versants

Le barrage de l'Arbre Blanc draine un bassin versant de 2,8 km², soit environ 50 % du bassin versant global du Rieumassel.

Egis Eau a réalisé en 2015² une modélisation hydrologique en vue d'estimer les débits et hydrogrammes du Rieumassel pour les crues de projet. Le modèle a été calé sur les événements de septembre, octobre et novembre 2014.

Une hypothèse de saturation variable du sous-sol est retenue selon les épisodes. Le CEREMA estime à 100 mm la capacité d'infiltration maximale du sol lors de l'évènement d'octobre 2014, soit une capacité faible d'infiltration due aux événements antérieurs qui ont saturé le sol en eau.

Les débits de référence au droit de l'aménagement hydraulique sont présentés dans le tableau ci-dessous. Les débits en aval du barrage en état actuel sont issus de l'étude hydrologique² réalisée en 2015. Les débits en entrée de barrage intègrent la totalité des apports du bassin versant drainé par l'aménagement hydraulique, dessiné sur la Figure 8 ci-avant, et notamment l'affluent rive gauche du Rieumassel, le Franquet).

	Débits de pointe (m ³ /s)	
	Entrée barrage	Aval bassin G = barrage actuel
	Evènements historiques	
Octobre 2014		47
Décembre 2003	21,5	19
	Pluies de projet	
100 ans	45	42
50 ans	36	34
20 ans	23	20
10 ans	17	12

Tableau 3 : Estimation des débits au niveau de l'aménagement hydraulique

L'évènement de décembre 2003 peut être associé à une période de retour de 20 ans, celui d'octobre 2014 à une période de retour supérieure à 100 ans.

Pour un évènement centennal, le bassin actuel n'a quasiment aucun impact sur les débits de pointe. Pour des événements de période de retour plus faibles, l'impact est plus important, avec par exemple un abattement des débits de pointe estimé à 28 % pour une pluie de période de retour 10 ans.

3.1.3. Occupation du sol

Le bassin versant intercepté par le barrage de l'Arbre Blanc est très peu urbanisé. Il est situé en amont du centre-ville de Grabels. Il est occupé (cf. Figure 9 en page suivante) :

- sur sa partie amont par des forêts et un tissu urbain discontinu,
- sur sa partie intermédiaire et aval par des terres agricoles.

²Etudes des risques inondation du Rieumassel sur la commune de Grabels – EGIS Eau pour Montpellier Méditerranée Métropole – septembre 2015 – consultable en Annexe II

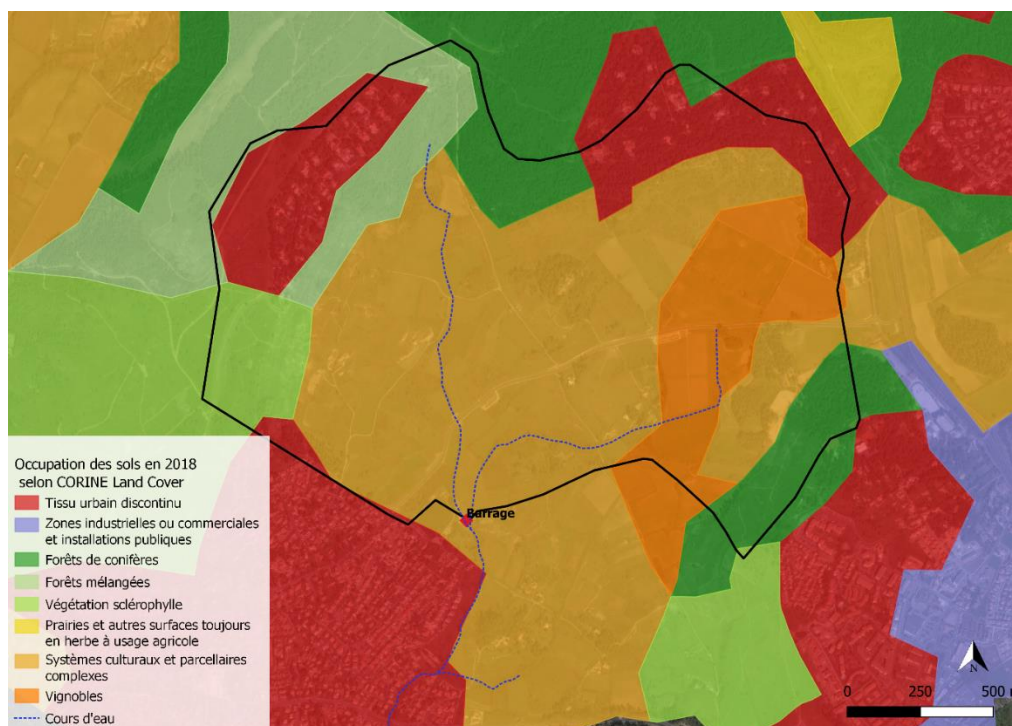


Figure 9 : Occupation du sol du bassin versant du barrage de l'Arbre Blanc – CORINE Land Cover 2018

Le transport d'éléments grossiers (arbres entiers, troncs, ...) par les écoulements en amont du barrage est peu probable étant donné :

- la taille modérée du bassin versant intercepté par l'ouvrage (2 km²), limitant de fait les sources,
- la nature diffuse des écoulements jusqu'au barrage : ruissellement en nappe puis écoulement sur quelques centaines de mètres en fond de vallon dans un lit de faibles dimensions s'apparentant à un fossé,

Le transport de débris végétaux constitue par contre un potentiel risque d'embâcles par accumulation, notamment sur des grilles.



Figure 10 : Embâcles sur la grille en amont du barrage lors de la crue de 2014

Lors d'épisodes pluvieux, le ruissellement sur le bassin versant et notamment sur les terres agricoles peut générer du transport solide. Le risque reste modéré en raison de la faible pente du bassin versant dans sa partie aval ($\approx 3\%$) et de la faible surface du bassin versant : le volume de sédiments produit est limité.

En conclusion, la présence d'embâcle, et notamment de débris végétaux, est possible et pourrait réduire la capacité d'écrêtement du barrage si l'ouvrage de fuite venait à être obstrué. En conséquence, le projet prévoit des dispositions particulières ainsi que des modalités de surveillance spécifiques (cf. paragraphes 3.2.2 et 3.3).

3.2. Description de l'aménagement hydraulique

3.2.1. Inclusion de l'ouvrage dans un programme d'aménagement global de réduction du risque inondation sur la commune de Grabels

La commune de Grabels (34) est exposée au risque d'inondation par débordement du Rieumassel et du Redonnel, ainsi que par les ruissellements pluviaux de la commune.

Suite aux importantes inondations connues en octobre 2014 sur ce territoire (dont l'occurrence est estimée supérieure à 100 ans), Montpellier Méditerranée Métropole a lancé un programme d'aménagement visant à atteindre un niveau de protection correspondant à une crue de période de retour 30 à 100 ans selon les secteurs dont l'étude de faisabilité a été réalisée en 2015 par EGIS. Ce programme d'aménagement correspond à l'action 7.4 du PAPI du Lez.

Il prévoit en plus de l'augmentation de la retenue du barrage de l'Arbre Blanc, dont le présent rapport constitue l'étude de danger, le recalibrage du Rieumassel en aval du barrage sur un linéaire d'environ 1 km.

En termes de phasage des travaux, le recalibrage du Rieumassel est prévu en 2022 et la reconstruction du barrage en 2023.

Aussi, dans l'étude de danger, il est supposé un état initial en 2022 comprenant les aménagements sur le Rieumassel, de sorte d'étudier le fonctionnement de l'aménagement en situation réelle future.

3.2.2. Caractéristiques de l'ouvrage

3.2.2.1. Plan d'ensemble

Le barrage de l'Arbre Blanc sera un barrage en remblai, muni d'un dalot de fuite et d'un déversoir de sécurité en gradins.

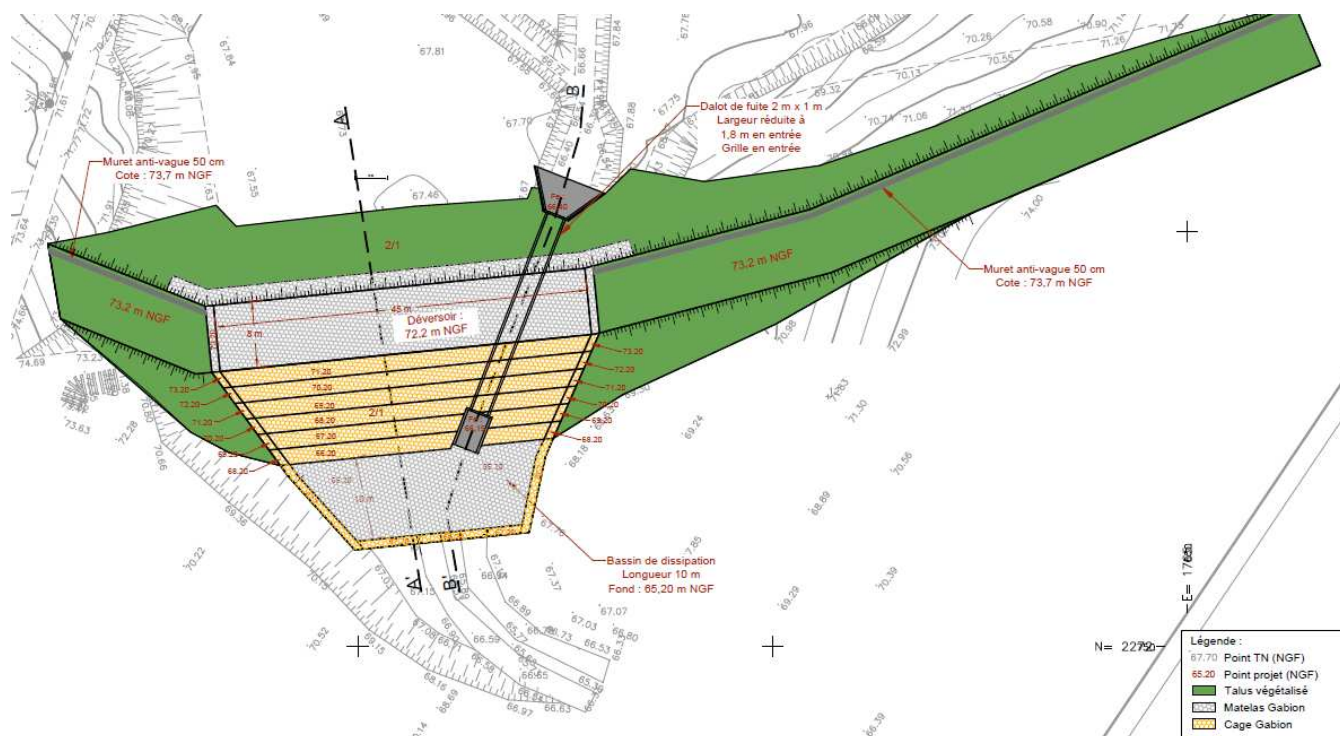


Figure 11 : Vue en plan du barrage (sans échelle)

3.2.2.2. Caractéristiques du barrage et de l'aménagement hydraulique

Le projet prévoit la construction d'un barrage en remblai en lieu et place de l'ouvrage actuel, présentant une largeur en crête de 8 m et une hauteur de 5,7 m par rapport au terrain naturel au droit du barrage. Il est muni d'un ouvrage de fuite de type dalot et d'un déversoir en gradin sur sa partie centrale. Tous les organes liés au barrage ont un fonctionnement passif.

Les tableaux ci-dessous présentent les caractéristiques détaillées du barrage qui sera réalisé dans le cadre du projet.

Géométrie	Barrage futur	
	Cote du fond du bassin en pied de barrage	67,5 m NGF
	Cote du déversoir (Zdéversoir)	72,2 m NGF
	Cote du barrage en crête (Zbarrage)	73,20 m NGF
	Cote du muret anti-vague	73,70 m NGF
	Hauteur barrage (crête) / fond du bassin	5,7 m
	Hauteur barrage (crête) / TN aval	7 m
	Pente des talus	2H/1V talus amont et aval
	Largeur (épaisseur) en crête	8 m

Tableau 4 : Caractéristiques géométriques du barrage projeté

					Niveau de projet/ Niveau du déversoir ³	NPHE	Niveau de danger	Crête
Période de retour	10 ans	20 ans	50 ans	100 ans	170 ans	1000 ans	10 000 ans	
Cote (m NGF)	69,55	70,29	71,50	71,94	72,20	72,64	72,94	73,2
Volume (m ³)	18 400	35 600	85 900	126 800	160 000	213 350	259 600	306 400
Surface de la retenue (ha)	1,6	2,9	6,7	10,6	11,9	16,0	18,3	19,7
Temps de remplissage (h) ⁴	3,1	4,2	4,7	5	5,1	4,5	4,4	4,2

Tableau 5 : Caractéristiques de l'aménagement hydraulique

3.2.2.3. Profil type du barrage

Le barrage sera en remblai zoné, composé des éléments suivants :

- Noyau argileux étanche en zone centrale avec une clé d'étanchéité encastrée dans le substratum calcaire, pour assurer la fonction d'étanchéité de l'ouvrage ;
- Recharges à l'amont et à l'aval en matériaux plus grossiers ;
- Couches respectant les conditions de filtre entre le noyau argileux et les recharges, et entre le remblai d'apport et le terrain naturel ;
- Drain filtre mis en place à l'aval pour l'évacuation des eaux ;
- Protection du parement amont vis-à-vis de l'érosion externe (effet de vagues notamment), par un matelas Réno.

La figure ci-dessous montre un profil type transversal du barrage hors déversoir. L'épaisseur de terrains compressibles indiquée est indicative, cette épaisseur étant variable sur le profil longitudinal.

³ L'ouvrage a été conçu pour permettre un volume de stockage de 160 000 m³ avant mise en service du déversoir du barrage conformément aux objectifs fixés dans le PAPI. L'occurrence de cet événement est d'environ 170 ans (période de retour calculée par interpolation selon une loi de Gumbel).

⁴ Les temps de remplissages sont évalués entre le début de la crue et le temps correspondant à l'atteinte du niveau d'eau maximum dans la retenue. Les temps de remplissage sont plus faibles pour les crues conduisant à la mise en fonctionnement du déversoir.

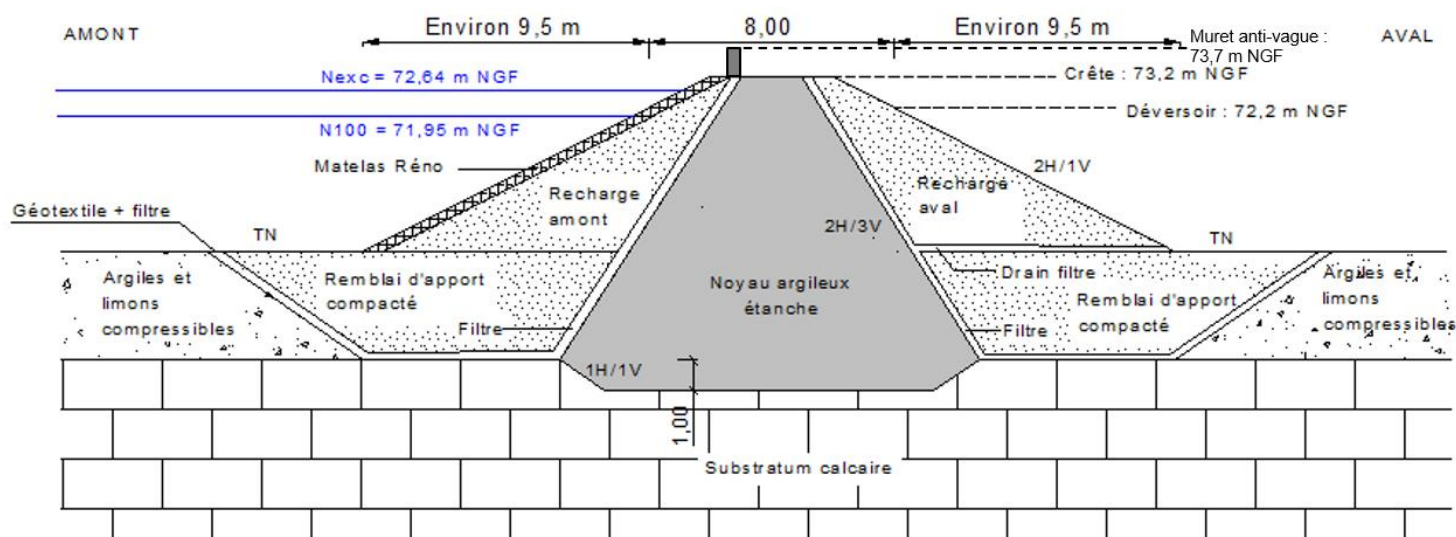


Figure 12 : Profil type de l'ouvrage envisagé hors déversoir

3.2.2.4. Ouvrage de fuite

L'ouvrage de fuite sera constitué d'un dalot unique afin de minimiser le risque d'embâcle.

Le dimensionnement hydraulique a conduit à fixer les dimensions de l'exutoire à $L=1,8$ m x $H=1$ m. Toutefois, afin de permettre la mise en place d'un ouvrage préfabriqué, un dalot de 2 m x 1 m sera positionné auquel on viendra fixer une plaque métallique boulonnée à la tête de pont permettant de réduire la largeur utile à 1,8 m.

L'altimétrie du dalot sera la même que celle de l'ouvrage de fuite actuel.

Afin de gérer le risque d'embâcle, une grille sera mise en place en amont de l'ouvrage de fuite, positionnée en oblique (avec un angle de l'ordre de 30°) pour permettre l'évacuation des embâcles et déchets vers le haut du barrage. Le barreaudage sera suffisamment espacé (50 cm environ) pour éviter tout risque d'obstruction.

En complément, des grilles seront mises en œuvre sur les deux ponceaux existants en amont du barrage dans la retenue afin de fiabiliser le fonctionnement de l'ouvrage de fuite.

En cas d'embâcle avéré malgré la présence de la grille, la débitance du dalot serait diminuée, entraînant un fonctionnement prématuré du déversoir.



Figure 13 : Ponceau existant en amont du barrage dans la retenue (rétablissement agricole)

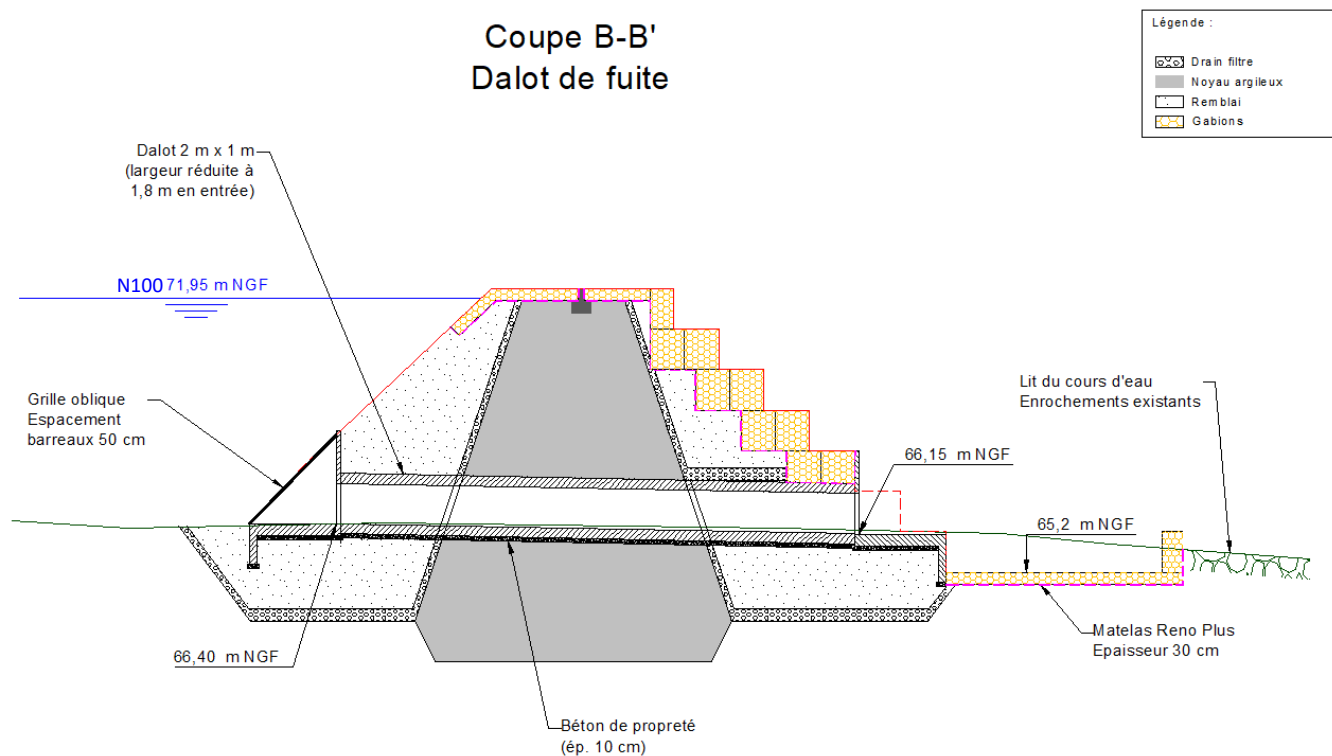


Figure 14 : Coupe du dalot de fuite (sans échelle)

3.2.2.5. Déversoir

Le barrage sera muni d'un déversoir de sécurité de 45 m de long sur sa partie centrale.

Le niveau de surverse sera assuré par la mise en place d'une longrine béton en crête de barrage. Le déversoir se prolongera par un coursier en gradins sur le talus aval, protégé par des cages gabions. Un bassin de dissipation de 10 m de long sera positionné en pied de barrage et sera également conforté en matelas Réno et gabions sur les pourtours.

Les enrochements liaisonnés existants seront démolis lors de la déconstruction du barrage. A l'issue du bassin de dissipation, les écoulements rejoindront le lit du cours d'eau, actuellement protégé par des enrochements libres qui seront maintenus et assureront une protection complémentaire avant écoulement dans le lit naturel.



Figure 15 : A gauche, débouché de la buse de fuite actuelle et enrochements liaisonnés / A droite : enrochements libres dans le lit du cours d'eau en aval

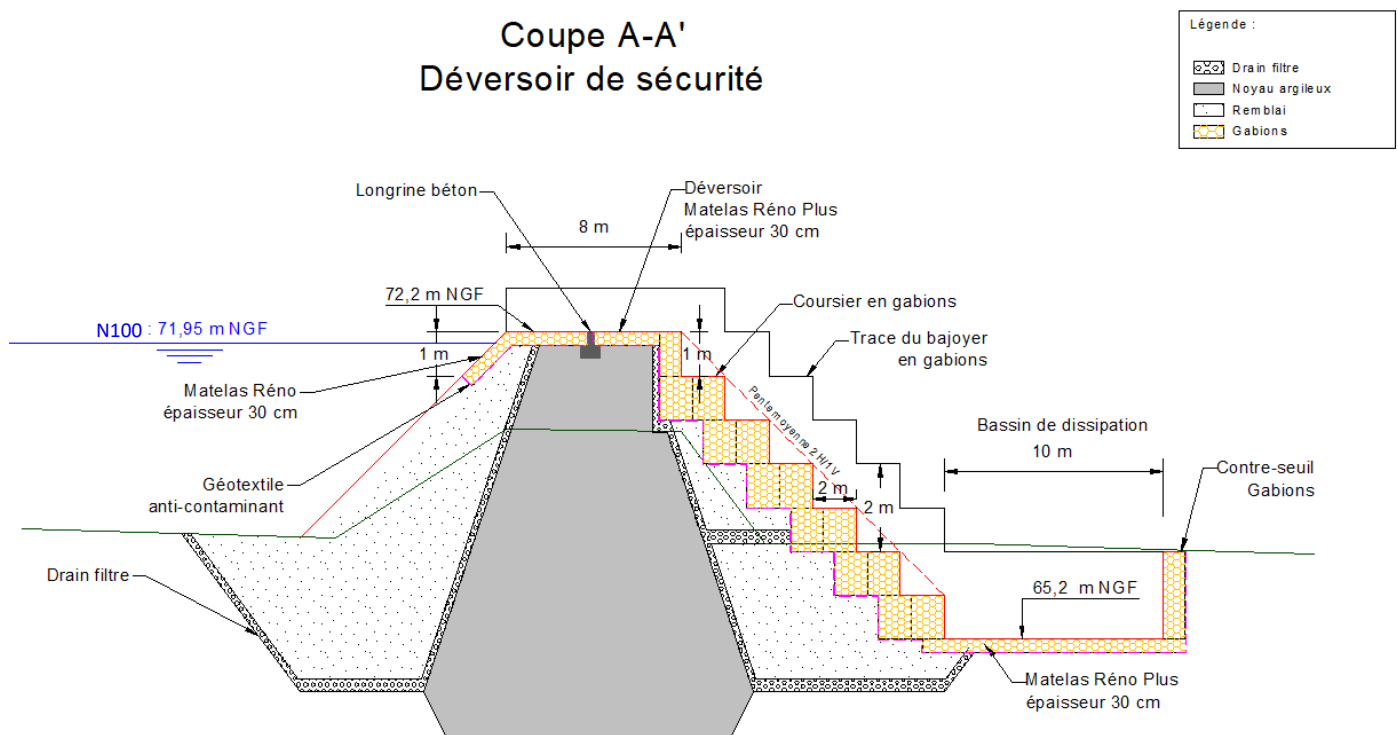


Figure 16 : Coupe type du déversoir, du coursier en gradins et du bassin de dissipation

3.2.2.6. Autres usages

Aucun autre usage n'est lié à l'ouvrage de l'Arbre Blanc (irrigation, soutien d'étiage, alimentation en eau potable, etc.).

3.2.2.7. Stabilité de l'ouvrage

Le rapport « Conformité du barrage de l'arbre blanc à l'arrêté technique barrages du 6 août 2018 » n°110808, réalisé par Antea Group, en Octobre 2021 et annexé au rapport d'AVP⁵ complète et justifie le dimensionnement du barrage de classe C. Il démontre la conformité du barrage aux prescriptions techniques relatives à la sécurité des barrages de l'arrêté du 6 août 2018. En particulier il justifie :

- les niveaux caractéristiques, intégrant notamment le calcul de la revanche au vent,
- la stabilité du barrage pour les différentes situations requises :
 - tassement sous le barrage en situation d'exploitation
 - stabilité au glissement des talus ;
 - stabilité hydraulique à partir de la valeur du gradient hydraulique critique en pied aval du barrage ;
 - stabilité au soulèvement du noyau argileux ;
 - stabilité au glissement de la fondation,
 - résistance à l'érosion externe (justification du dimensionnement du déversoir et du bassin de dissipation).

Les conditions de stabilité sont réputées suffisantes dans les cas de crue étudiées : cas rare de crue (NPHE (Q1000) : 72,64 NGF) et cas extrême de crue (cote de danger (Q10 000): 72,94 NGF), en phase de crue et en phase de décrue, sur la base des hypothèses retenues. Un suivi d'exécution devra permettre de valider ces hypothèses et de s'assurer que les éventuelles hétérogénéités locales sont traitées.

3.2.3. Caractéristiques de stockage de l'aménagement

3.2.3.1. Objectif de dimensionnement

Le barrage a été dimensionné pour répondre aux objectifs d'écêtement fixés dans le PAPI du Lez :

- Dimensionnement pour une crue de projet de période de retour 100 ans, avec un débit « de fuite » en aval du barrage de 20 m³/s en pointe. Le barrage permettra donc d'écêter le débit centennal de 45 à 20 m³/s,
- Niveau NPHE dimensionné pour une crue millénale, soit 73 m³/s en pointe,
- Niveau de danger dimensionné pour une crue décamillénale, soit 101 m³/s en pointe,
- Volume de stockage de 160 000 m³ avant mise en service du déversoir du barrage.

3.2.3.2. Fonctionnement hydraulique

L'ouvrage permet de réduire fortement les débits restitués en aval de ce dernier jusqu'à ce que le niveau dans la retenue atteigne la cote du déversoir. Au-delà, l'eau surverse par le déversoir prévu à cet effet. L'ouvrage permet néanmoins de diminuer les débits de crue en aval de l'aménagement hydraulique a minima jusqu'à une crue déca millénale.

NOTA : Des habitations restent cependant inondées pour la crue de protection (crue centennale dont le niveau dans la retenue est inférieur à la cote du déversoir).

Le fonctionnement hydraulique de l'aménagement est le suivant :

⁵Le rapport d'Avant-Projet est fourni dans le dossier de demande d'autorisation environnementale – PJ n°22.

- Pour des pluies fréquences de période de retour inférieures à 10 ans (cote de 69,55 m NGF), les débits sont restitués en aval du barrage sans écrêtement via l'ouvrage de fuite,
- Pour un débit entrant de 17 m³/s, (associé à une période de retour de 10 ans), les écoulements sont en partie stockés dans la retenue. Le dalot de fuite restitue en aval du barrage un débit écrêté par rapport au débit entrant (abattement de 24 %),
- Pour un débit entrant de 45 m³/s (associé à une période de retour de 100 ans), le niveau dans la retenue atteint la cote 71,95 m NGF. Le déversoir n'est pas encore atteint. Un débit de 20 m³/s au maximum est restitué en aval du barrage (abattement de 54 %).
- Le déversoir, situé à la cote 72,2 m NGF, est atteint pour un débit entrant de 51 m³/s (période de retour d'environ 170 ans). Un débit de 21 m³/s au maximum est restitué en aval du barrage (abattement de 59 %).
- Pour un débit entrant de 73 m³/s, correspondant au niveau NPHE du barrage (associé à une période de retour de 1000 ans), le niveau dans la retenue atteint la cote 72,64 m NGF. Le débit sortant de l'aménagement est de 45 m³/s (abattement de 38 %),
- Pour un débit entrant de 101 m³/s, correspondant au niveau de danger du barrage (associé à une période de retour de 10 000 ans), le niveau dans la retenue atteint la cote 72,95 m NGF. Le débit sortant de l'aménagement est de 72 m³/s (abattement de 29 %).

Le phénomène de ruissellement urbain n'a pas été modélisé. Les apports pluviaux ont été intégrés directement dans le Rieumassel.

3.3. Organisation du gestionnaire de l'aménagement hydraulique

Ce chapitre résume l'organisation du gestionnaire de l'aménagement hydraulique et statue sur l'adéquation de cette organisation pour entretenir, surveiller et alerter l'ouvrage. Il se base sur le document d'organisation commun pour l'aménagement hydraulique et le barrage fourni par la métropole⁶ et annexé au présent rapport.

Nota : Des échanges sont actuellement en cours entre Antea Group et la métropole sur la première version de ce document d'organisation établie par la métropole.

3.3.1. Obligations réglementaires du gestionnaire

En tant qu'aménagement hydraulique :

Le classement de l'ouvrage en tant qu'aménagement hydraulique impose au gestionnaire de réaliser les documents réglementaires suivants : des études de dangers tous les 20 ans (Article R214-117 du Code de l'Environnement).

En tant que barrage de classe C (cf. article R214-122 modifié par Décret n°2019-895 du 28 août 2019 - art. 9)

I.-Le propriétaire ou l'exploitant de tout barrage ou le gestionnaire de digues organisées en système d'endiguement au sens de l'article R. 562-13 établit ou fait établir :

1° Un dossier technique regroupant tous les documents relatifs aux ouvrages permettant d'avoir une connaissance la plus complète possible de leur configuration exacte, de leur

⁶ Document d'organisation du barrage de Grabels, Montpellier Méditerranée Métropole, Avril 2021, Version 1

fondation, de leurs ouvrages annexes, de leur environnement hydrologique, géomorphologique et géologique ainsi que de leur exploitation depuis sa mise en service ;

2° Un document décrivant l'organisation mise en place pour assurer l'exploitation du barrage ou la gestion du système d'endiguement, son entretien et sa surveillance en toutes circonstances, notamment les vérifications et visites techniques approfondies, le dispositif d'auscultation, les moyens d'information et d'alerte de la survenance de crues et de tempêtes conformes aux prescriptions fixées par l'arrêté préfectoral autorisant l'ouvrage et, le cas échéant, les arrêtés complémentaires ;

3° Un registre sur lequel sont inscrits les principaux renseignements relatifs aux travaux, à l'exploitation, à la surveillance, à l'entretien de l'ouvrage et de son dispositif d'auscultation, aux conditions météorologiques et hydrologiques exceptionnelles et à l'environnement de l'ouvrage ;

4° Un rapport de surveillance périodique comprenant la synthèse des renseignements figurant dans le registre prévu au 3° et celle des constatations effectuées lors des vérifications et visites techniques approfondies.

5° Si l'ouvrage est un barrage doté d'un dispositif d'auscultation, le rapport correspondant établi périodiquement par un organisme agréé conformément aux dispositions des articles R. 214-129 à R. 214-132.

Le contenu de ces éléments est précisé par l'arrêté du ministre chargé de l'environnement prévu par l'article R. 214-128.

II.-Le propriétaire ou l'exploitant ou le gestionnaire tient à jour les dossier, document et registre prévus par les 1°, 2° et 3° du I et les conserve de façon à ce qu'ils soient accessibles et utilisables en toutes circonstances et tenus à la disposition du service de l'Etat chargé du contrôle.

3.3.2. Surveillance des risques de crue

Prévisions météorologiques :

Le gestionnaire dispose d'un service d'astreinte dédié au risque inondation - appelé astreinte Hydro-Météo - joignable 7/7 et 24h/24.

Cette astreinte est assurée par les cadres de la DEA. Sa mission est d'assurer l'anticipation du risque inondation sur le territoire de la Métropole. L'agent d'astreinte fait l'interface entre les sociétés de prévisions météorologiques et les services techniques de la Métropole afin de délivrer à ces derniers une analyse pertinente du risque d'inondations sur le territoire. Il prend part au Poste de Commandement de Crise lorsque son ouverture est enclenchée par les autorités de la Métropole.

Au travers de marchés de prestations de service, l'agent d'astreinte dispose d'outils informatiques adaptés à la gestion du risque inondation :

- le site extranet « Météo France Pro » et les outils de « Predict Services » : prévisions locales à J+3, images radar, alertes par SMS personnalisées, prévisionnistes joignable 24h/24.;
- la supervision externalisée « E-Vigilance » : accès en temps réels aux données des stations de mesures installées sur les bassins versants du Lez et de la Mosson (hauteurs, vitesses, débits, pluviométrie) ;
- l'outil de surveillance et de gestion du risque hydrologique « Ville en alerte » : acquisition de données en temps réel, prévisions des aléas, identification du scénario de risque inondation, partage d'informations en temps réel.

Le Rieumassel n'étant pas équipé d'une station hydrométrique et étant donné sa faible surface et son temps de réaction très rapide, les moyens mis en œuvre par le gestionnaire de l'ouvrage sont adaptés et suffisants pour permettre d'anticiper les événements de pluies intenses et les risques de crue sur le bassin versant du Rieumassel (surveillance des risques de crue essentiellement basée sur le suivi de la pluviométrie).

La Métropole de Montpellier devra reconduire les différents abonnements (Météo France Pro, E-Vigilance, Ville en alerte) auxquels elle a souscrit.

3.3.3. Gestion du stockage en cas d'évènement de crue ou pluvieux

L'aménagement hydraulique de l'Arbre Blanc fonctionne de façon passive. Aucune action n'est nécessaire pour assurer son remplissage ou sa vidange.

La métropole de Montpellier prévoit dans son document d'organisation une visite pour vérifier l'état d'encombrement de la grille du dalot de fuite du barrage et l'absence de déchets dans le fond de retenue en cas d'alerte météorologique orange sur l'Hérault. Cette visite sera réalisée par les agents de la police municipale de la commune.

Conclusion Antea Group :

Sous réserve que le gestionnaire justifie de la disponibilité des agents de la police municipale de la commune pour effectuer cette visite dans des délais courts, l'organisation prévue par la Métropole de Montpellier est adaptée et permet d'assurer le stockage des écoulements en crue (jusqu'au niveau de protection).

3.3.4. Surveillance et entretien

3.3.4.1. Hors période de crue

Les différentes visites et entretiens prévus par la métropole sont synthétisés dans le tableau ci-dessous :

	Personnel	Périodicité
Entretien de la végétation	Entreprise mandatée par 3M dans le cadre de l'accord cadre « Travaux d'entretien des cours d'eau »	2 fois/ an
Réparation courante	Entreprise mandatée par 3M dans le cadre de l'accord cadre « Travaux de terrassement et de génie civil pour la construction et la réparation d'ouvrages hydrauliques et de berges de cours d'eau »	Lorsque des dommages sont constatés sur l'ouvrage
Visite d'inspection trimestrielle	Techniciens de l'unité Etudes travaux et exploitation de 3M	Trimestrielle
Visite annuelle	Techniciens de l'unité Etudes travaux et exploitation de 3M	annuelle
Visite Technique Approfondie (VTA)	Bureau d'étude agréé dans le domaine de la sécurité des ouvrages hydrauliques conformément aux articles R 214-148 à 151 du code de l'environnement (marché accord-cadre 3M)	Annuelle + post crue après atteinte du niveau 2 (cf. 3.3.5)
Rapport de surveillance	Unité Etudes travaux et exploitation de 3M	5 ans
Visite post crue	Techniciens de l'unité Etudes travaux et exploitation de 3M	Après chaque crue dont le niveau d'alerte

		est inférieur au niveau 2 (cf. 3.3.5)
--	--	---------------------------------------

Tableau 6 : Instructions de surveillance de l'ouvrage en toutes circonstances

Le détail est disponible dans le document d'organisation disponible en annexe.

3.3.4.2. En période de crue

Les agents de la police municipale de la commune sont mobilisés pour surveiller le barrage, le pont de la route de Montpellier et le pont des écoles et informer le gestionnaire.

Conclusion Antea Group :

Le gestionnaire devra s'assurer que la police municipale de la commune dispose d'un effectif suffisant pour assurer la surveillance du barrage, du pont de la route de Montpellier et du pont des écoles en crue.

Selon l'article R214-122 modifié par Décret n°2019-895 du 28 août 2019 (cf. chapitre 3.3.1) le gestionnaire devra ajouter dans son document d'organisation :

- la réalisation d'un rapport d'auscultation (a minima tous les 5 ans conformément à la réglementation pour les barrages de classe C (article R214-126 du Code de l'Environnement)).
- la réalisation d'une étude de danger a minima tous les 20 ans (Article R214-117 du Code de l'Environnement).

Par ailleurs, la périodicité des visites de surveillance de l'ouvrage est suffisante pour permettre un suivi régulier de l'ouvrage. La périodicité d'entretien de l'ouvrage est également jugée satisfaisante.

3.3.5. Système d'alerte en cas de crise

Les niveaux de surveillance et de mobilisation définis dans le document d'organisation du gestionnaire sont repris ci-dessous :

Etat	Actions à engager par le gestionnaire	Actions à engager par la Ville de Grabels (cf. PCS)
Veille de temps ordinaire	Consultation régulière des bulletins météorologiques nationaux ou locaux et des prévisions	
<p>Déclenchement de la vigilance Hérault en vigilance jaune (Météo France) ou cumul de pluie annoncé > 100 mm/h</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Le service RPI communique à la DREAL le nom du ou des agents joignables hors heures ouvrables pour cet événement (par mail : dohc.drn.dreal-occitanie@developpement-durable.gouv.fr). • Se tenir informé de l'évolution météorologique auprès de Météo France et Prédict Services <ul style="list-style-type: none"> ○ AHM envoie des bulletins sur le risque local aux services de 3M et aux communes ○ AHM tient informé la préfecture de l'évolution météorologique • Surveillance des ouvrages : <ul style="list-style-type: none"> ○ Contacter la commune pour leur demander d'aller vérifier l'état d'encombrement de la grille et l'absence de déchet dans le fond de retenue ; ○ Procéder au nettoyage de la grille et l'évacuation des déchets le cas échéant. 	<ul style="list-style-type: none"> • VERIFIER l'état d'encombrement de la grille du barrage et l'absence de déchets dans le fond de retenue et en informer RPI (rôle Police Municipale) ; • Sur décision du Maire : ACTIVER le PCS.
<p>Niveau 1 : Engagement des actions Hérault en vigilance orange (Météo France)</p> <p>Niveau d'eau dans le barrage 67,5 m NGF (mise en charge de l'ouvrage de fuite)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • <u>SURVEILLANCE</u> accrue de l'évolution météorologique : <ul style="list-style-type: none"> • RPI prend contact avec PREDICT SERVICES pour connaître les prévisions détaillées dans le secteur ; • Consultation fréquente : <ul style="list-style-type: none"> ▪ de l'imagerie radar de Météo France ; ▪ des mesures de hauteurs d'eau dans le barrage. • <u>MAINTENIR</u> un contact permanent avec la commune : <ul style="list-style-type: none"> • Contacter régulièrement l'équipe de la Police Municipale mobilisée sur site ; • Mobiliser une équipe de RPI sur site si nécessaire. • <u>INFORMER</u> la ville de GRABELS : <ul style="list-style-type: none"> • de la situation météo ; • de la nécessité d'activer le PCS ; • de préparer l'envoi des alertes à la population. • <u>Inform</u>er la Préfecture et le service de contrôle de la DREAL de la situation (équipes mobilisés, constats, évolution météo...) 	<ul style="list-style-type: none"> • MOBILISER une équipe de la Police Municipale au poste d'observation du barrage ; • INFORMER le gestionnaire de la situation ; • Sur décision du Maire : ACTIVER le PCS.

<p>Niveau 2 : Renforcement du dispositif</p> <p>Niveau dans le barrage : 68,5 m NGF (2 m de hauteur d'eau dans la retenue au niveau de l'ouvrage de fuite)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • <u>INFORMER</u> la Ville de Grabels sur : <ul style="list-style-type: none"> ○ la nécessité d'alerter les habitants du quartier du Plein Soleil et du quartier du Rio (cf. secteur A et B de la Figure 18Erreur ! Source du renvoi introuvable.) et ceux situés à la confluence Rieumassel/Redonnel ; ○ de positionner un agent municipal au niveau de la route de Montpellier ○ de fermer la rue de la Croix de Guillery au niveau du pont des écoles. • <u>MAINTENIR</u> : <ul style="list-style-type: none"> ○ une surveillance accrue de l'évolution météorologique (cf. Niveau 1) ; ○ un contact permanent avec les équipes municipales mobilisées sur site ; <p><u>INFORMER</u> la Préfecture et le service de contrôle de la DREAL de la situation (RPI) ;</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ALERTER les habitants des quartiers du Plein Soleil et du Rio (cf. secteur A et B sur le plan ci-après) sur la possibilité d'évacuation des lieux ; • FERMER le « pont des écoles » à la circulation ; • MOBILISER un agent au pont de la route de Montpellier
<p>Niveau 3 : Evacuation des habitations</p> <p>Niveau d'eau dans le barrage 70 m NGF</p>	<ul style="list-style-type: none"> • <u>PREVENIR</u> la Ville de GRABELS de la nécessité de : <ul style="list-style-type: none"> • Faire évacuer les riverains des quartiers du Plein Soleil et du Rio (cf. secteurs A et B de la Figure 18) et ceux situés à la confluence Rieumassel/Redonnel ; • Alerter l'ensemble des personnes exposées aux inondations du Rieumassel (cf. secteur C de la Figure 18Erreur ! Source du renvoi introuvable.) ; • En fonction des prévisions météo (si aggravation avérée) : Faire évacuer secteur C. • <u>MAINTENIR</u> : <ul style="list-style-type: none"> ▪ une surveillance accrue de l'évolution météorologique (cf. Niveau 1) ; ▪ un contact permanent avec les équipes municipales mobilisées sur site ; <p><u>INFORMER</u> la commune et la Préfecture de la situation et des évolutions attendues.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • FAIRE EVACUER les populations exposées au risque de débordement du Rieumassel ; • COORDONNER les opérations de secours avec la Préfecture et le SDIS34 ; • DECLINER les mesures de mise en sécurité de la population (transports, hébergements, approvisionnement, etc.) ; • MAINTENIR la surveillance sur le terrain (barrage, route de MTP, pont des écoles).
<p>Mise en fonctionnement du déversoir</p> <p>Niveau d'eau dans le barrage 72,2 m NGF</p>	<ul style="list-style-type: none"> • <u>PREVENIR</u> les agents municipaux de cesser la surveillance sur le terrain et de se mettre en sécurité • <u>Les équipes RPI stoppent également la surveillance</u> • <u>MAINTENIR</u> une surveillance accrue de l'évolution météorologique (cf. Niveau 1) 	<ul style="list-style-type: none"> • COORDONNER les opérations de secours avec la Préfecture et le SDIS34 ; • GERER les centres d'accueil ;

	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Inform</u>er la Préfecture et la DREAL de la situation 	
<p>Fin de la crue Niveau d'eau dans le barrage <68,5 m NGF Vigilance départementale jaune ou verte</p>	<ul style="list-style-type: none"> • <u>MAINTENIR</u> la surveillance hydro-météo tel que décrit au niveau « déclenchement de la vigilance » • <u>REALISER</u> une visite post-crue si les conditions météo le permettent ; • <u>INFORMER</u> la Préfecture et la DREAL des premières constatations ; • <u>En cas d'atteinte du niveau 2, FAIRE REALISER une VTA par un bureau d'études agréé.</u> 	<ul style="list-style-type: none"> • INFORMER la population de la fin d'évènement et du dispositif d'aide et de soutien communal mis en place ; • PROCÉDER aux opérations de nettoyage • DRESSER le bilan des dégâts ; • ROUVRIR les routes si les prévisions météorologiques le permettent

La carte ci-dessous présente les différents secteurs d'habitations pour l'évacuation.

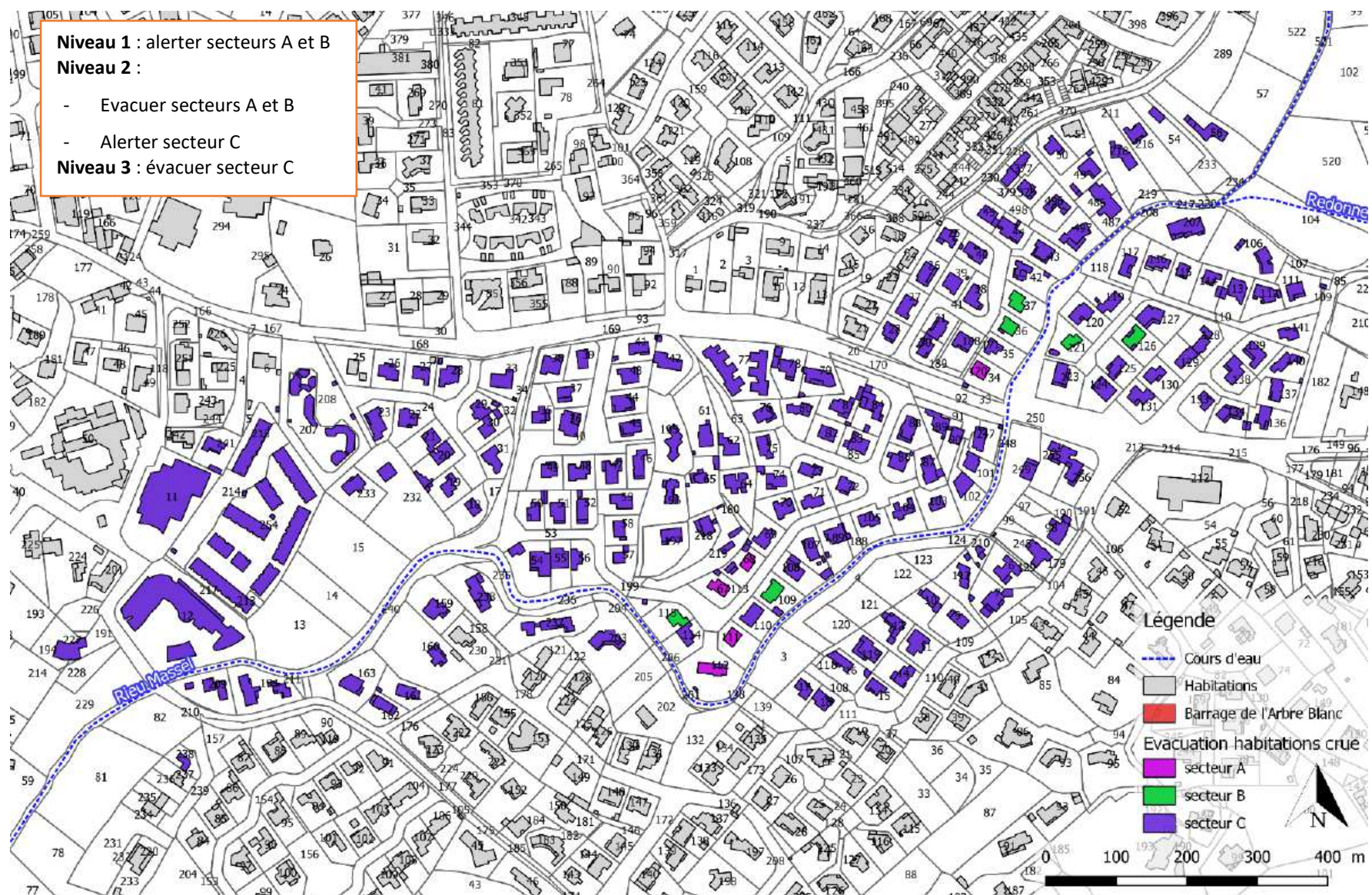


Figure 18 : Secteurs d'habitations pour l'évacuation hen cas de crue

Conclusion Antea Group :

Les niveaux de vigilance doivent être adaptés à la cinétique des crues du Rieumassel. Dans ce cas, les temps de remplissage du bassin sont très faibles entre les différents niveaux d'alerte.

La cinétique des crues sur le Rieumassel étant rapide, il nous semble plus adapté de faire évacuer les habitations des secteurs A et B au niveau 2.

La sectorisation des habitations à évacuer permet une gestion différenciée selon le risque et évite une évacuation prématurée sur certains secteurs. Cela semble adapté.

Le document d'organisation étant commun avec celui du barrage, le gestionnaire ajoutera un niveau de vigilance à l'atteinte de la cote de danger du barrage (diffusion d'un message d'alerte, ...).

Le gestionnaire devra s'assurer que la commune dispose de moyens et personnels suffisants pour réaliser la surveillance des ouvrages.

3.3.6. Moyens disponibles

Les missions d'entretien et de surveillance du barrage de Grabels seront assurées :

- par le Service Risques Pluvial et Inondations (RPI) de la Direction de L'eau et de l'Assainissement (DEA) de 3M,
- par la commune de Grabels.

Une convention avec la commune de Grabels va être établie. Une réunion de travail sur ce sujet a eu lieu le 8 octobre 2021.

Le service Risques Pluvial et Inondations rassemble 14 agents. Son rôle est notamment d'assurer la compétence de Gestion des Milieux Aquatiques et du Risque Inondations dévolue à la Métropole.

Une équipe de 3 techniciens et 1 agent de maîtrise est dédiée à la gestion courante des ouvrages de protection contre les inondations ainsi que l'entretien des cours d'eau sur le territoire de la Métropole.

Au travers d'accord-cadre avec des entreprises spécialisées, les agents planifient et suivent les opérations d'entretien courant telles que :

- l'entretien de la végétation sur les ouvrages en remblais ;
- les réparations des désordres identifiés notamment lors des visites de surveillance périodique et les visites techniques approfondies ;
- l'entretien des cours d'eau présents sur le territoire de la Métropole ;
- l'entretien des seuils en rivière.

Le service RPI est organisé selon l'organigramme ci-dessous. Les missions d'exploitation et de surveillance des ouvrages de protection contre les inondations sont affectées à l'Unité « Etudes, travaux et exploitation ».

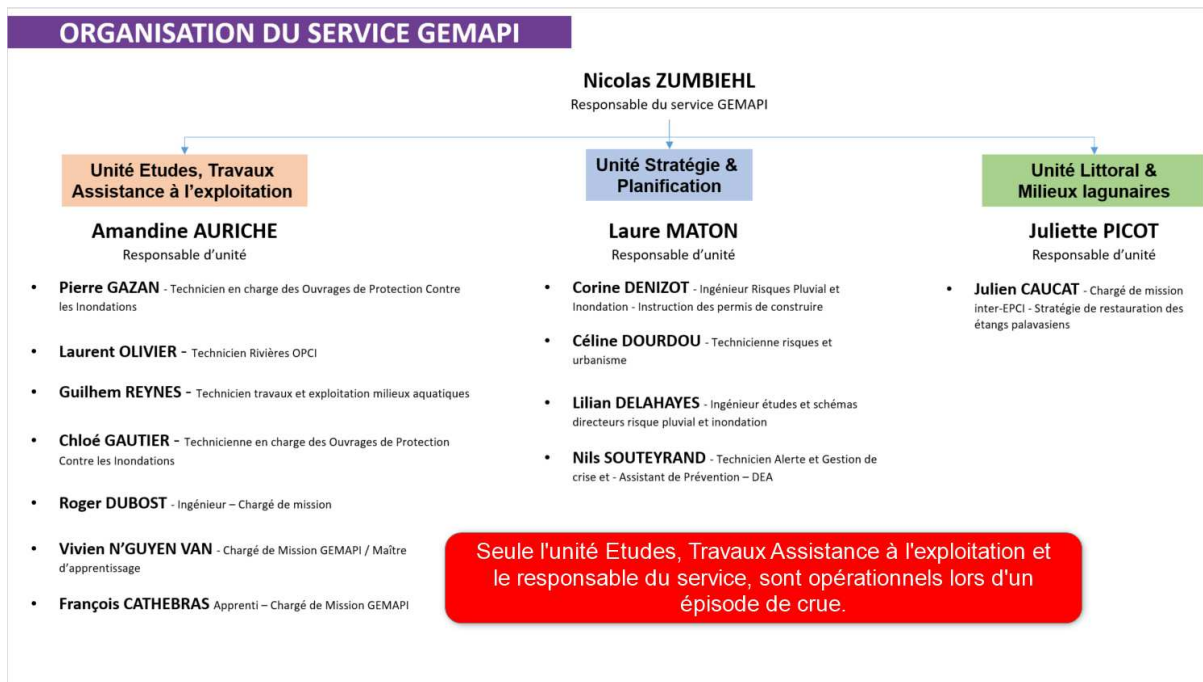


Figure 19 : Organigramme du service GEMAPI

Le parc d'ouvrage actuel de la métropole comprend 2 barrages, 3 ouvrages hydrauliques et 6 systèmes d'endiguement. Le linéaire total de digues est d'environ 24 km.

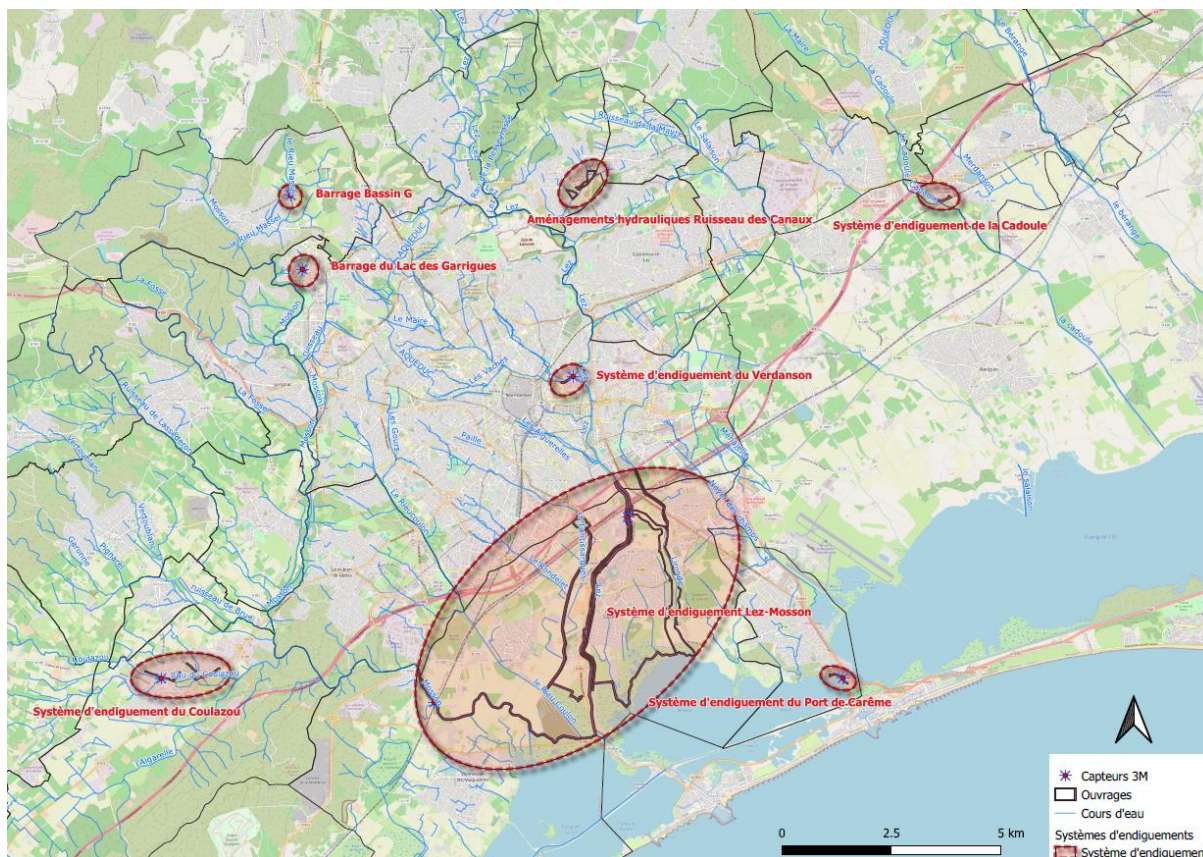


Figure 20 : Parc de la métropole de Montpellier

Conclusion Antea Group :

Les moyens humains de la métropole de Montpellier disponibles pour la surveillance et l'entretien de l'ouvrage sont suffisants au regard du parc de la métropole et de l'organisation prévu pour la gestion de cet ouvrage.

Lors de l'établissement de la convention avec la commune de Grabels, la métropole devra s'assurer que cette dernière dispose des moyens humains pour réaliser la surveillance de l'ouvrage en crue.

3.4. Performances de l'aménagement hydraulique

3.4.1. Fonctionnement de l'aménagement

Pour rappel, le barrage a été dimensionné pour répondre aux objectifs d'écrêtement fixés dans le PAPI du Lez :

- Dimensionnement pour une crue de projet de période de retour 100 ans, avec un débit « de fuite » en aval du barrage de 20 m³/s en pointe. Le barrage permettra donc d'écrêter le débit centennal de 45 à 20 m³/s,
- Niveau de sûreté dimensionné pour une crue exceptionnelle de débit Q1000, soit 73 m³/s en pointe,
- Niveau de danger dimensionné pour une crue décennale, soit 101 m³/s en pointe,
- Volume de stockage de 160 000 m³ avant mise en service du déversoir du barrage.

Le dimensionnement de l'ouvrage a été basé sur l'étude hydrologique d'Egis Eau de 2015⁷. Dans cette étude, une modélisation hydrologique a été réalisée en vue d'estimer les débits et hydrogrammes du Rieumassel pour les crues de projet. Le modèle a été calé sur les événements de septembre, octobre et novembre 2014.

Les pluies de projet ont été construites à partir des ajustements statistiques réalisés dans le cadre de l'étude du doublement de l'A9. Ce sont des pluies 24 h à pas de temps 15 min de type Kiefer, c'est-à-dire ayant la même période de retour pour toutes les durées.

⁷Etudes des risques inondation du Rieumassel sur la commune de Grabels – EGIS Eau pour Montpellier Méditerranée Métropole – septembre 2015 – consultable en Annexe II

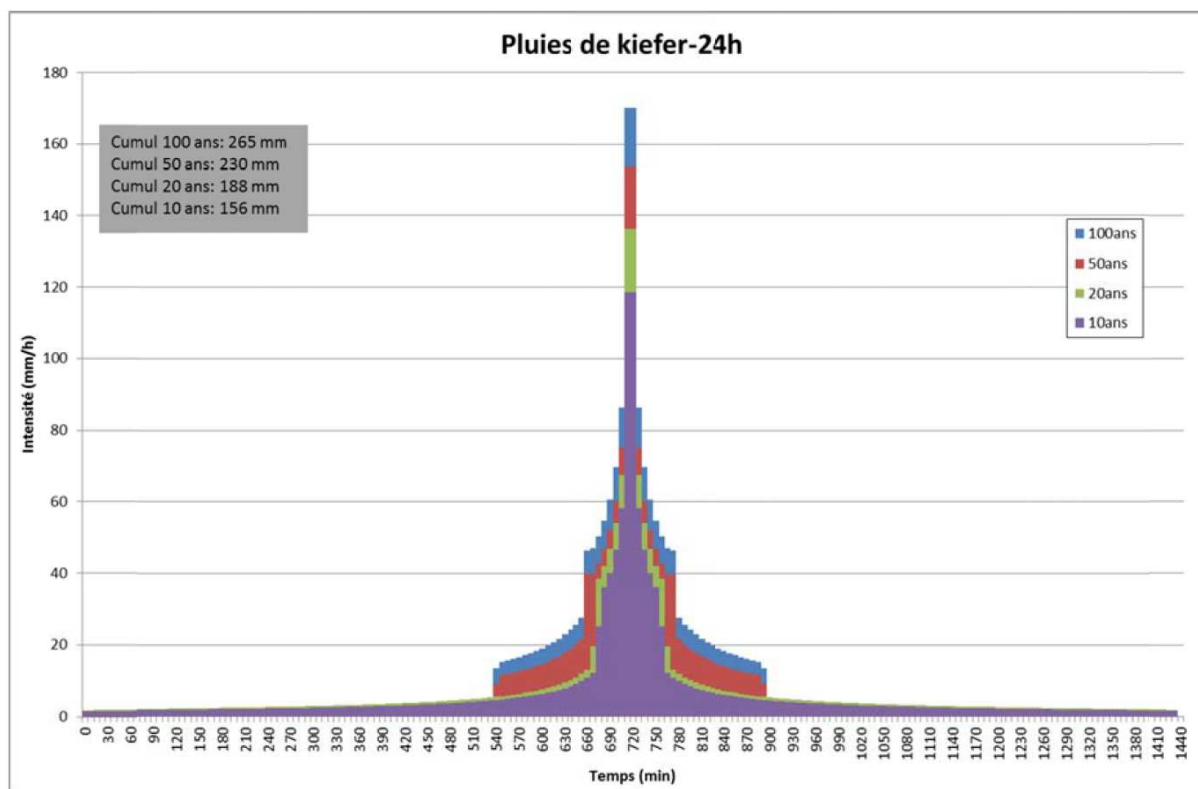


Figure 21 : Pluie de projet de type Kiefer – EGIS EAU – 2015

Les caractéristiques de fonctionnement de l'aménagement hydraulique sont les suivantes :

Occurrence	Cote dans la retenue ⁸	Volume stocké	Débit entrant	Débit sortant de l'ouvrage	Abattement
Q10	69,55 m NGF	18 400 m ³	17 m ³ /s	13 m ³ /s	24 %
Q20	70,29 m NGF	35 600 m ³	23 m ³ /s	15 m ³ /s	33 %
Q100	71,95 m NGF	126 800 m ³	45 m ³ /s	20 m ³ /s	54 %
Q170	RN - Déversoir : 72,2 m NGF	160 000 m ³	51 m ³ /s	21 m ³ /s	59 %
Q1000	PHE : 72,64 m NGF	213 350 m ³	73 m ³ /s	45 m ³ /s	38 %
Q10 000	Cote de danger : 72,94 m NGF	259 600 m ³	101 m ³ /s	72 m ³ /s	29 %
	Crête : 73,2 m NGF	306 400 m ³	130 m ³ /s	99 m ³ /s	24 %

Tableau 7 : Caractéristique de fonctionnement de l'aménagement hydraulique

Les figures ci-dessous présentent le fonctionnement détaillé du barrage pour les crues type décembre 2003 (proche d'une période de retour de 20 ans), de période de retour 100 ans, 1000 ans (niveau de sûreté) et 10 000 ans (niveau de danger).

⁸ Les niveaux de référence sont pris au niveau de l'échelle limnimétrique prévue sur le parement amont du barrage en rive droite (cf. Figure 6).

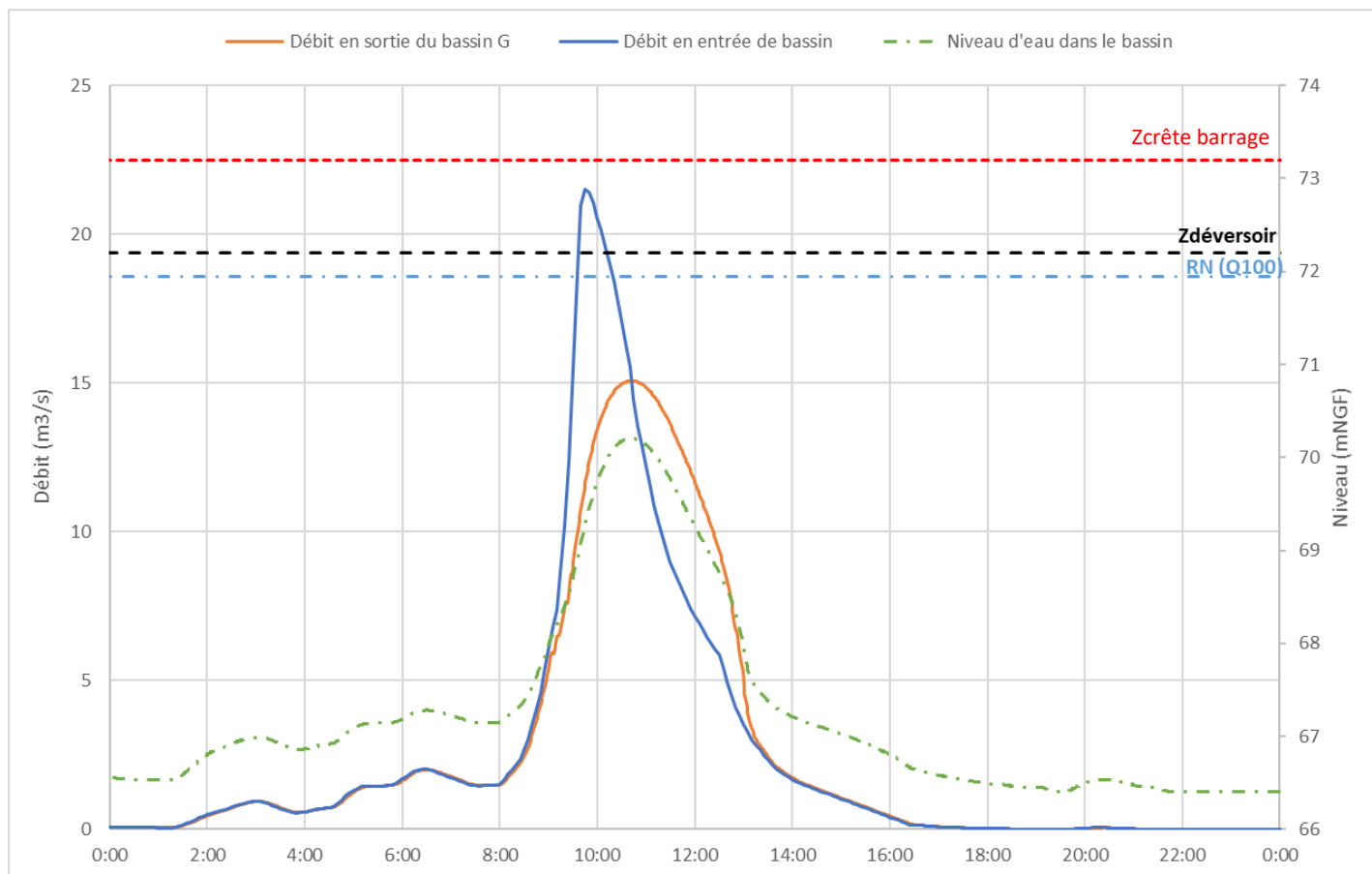


Figure 22 : Fonctionnement du bassin en état projet pour une crue type déc. 2003

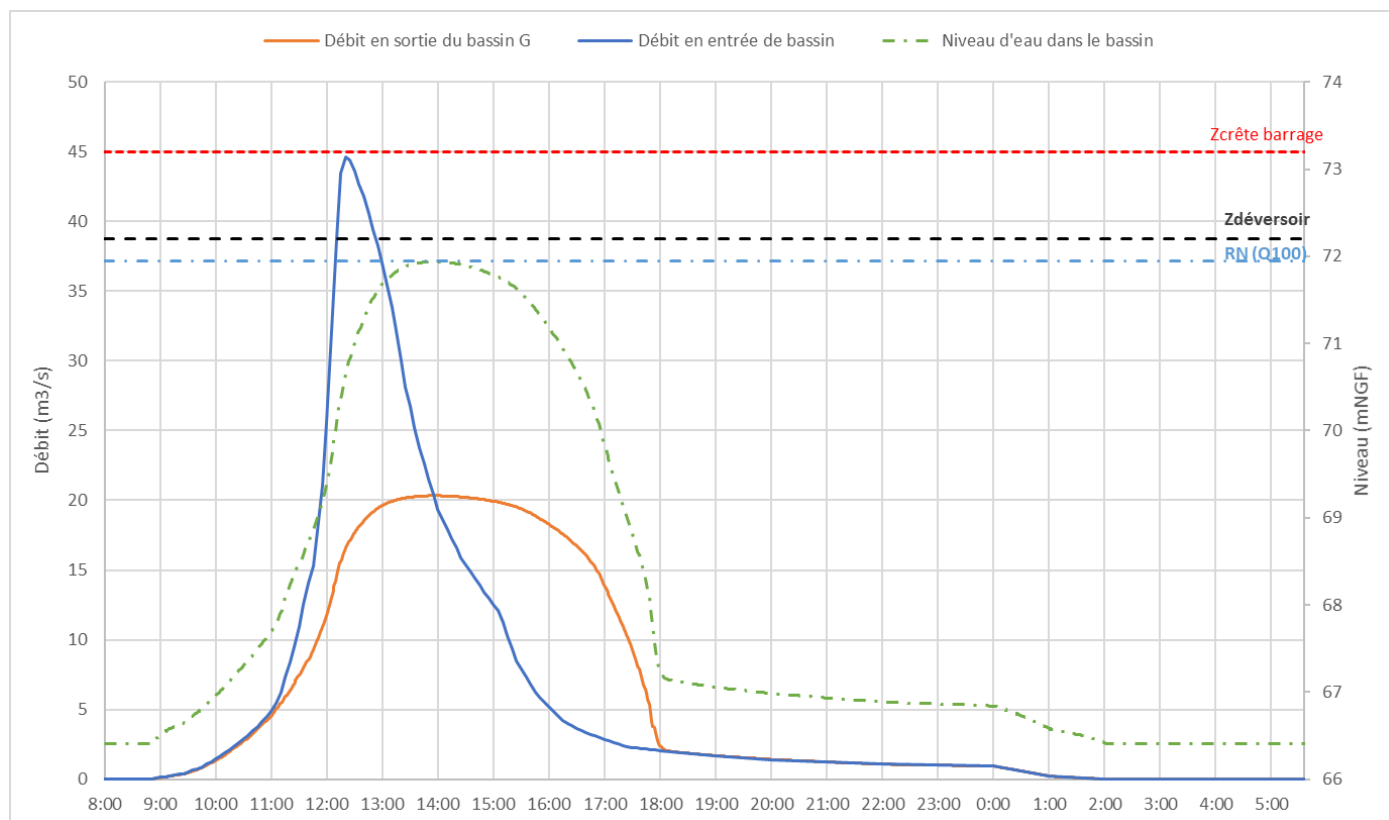


Figure 23 : Fonctionnement du bassin en état projet pour une crue de période de retour 100 ans

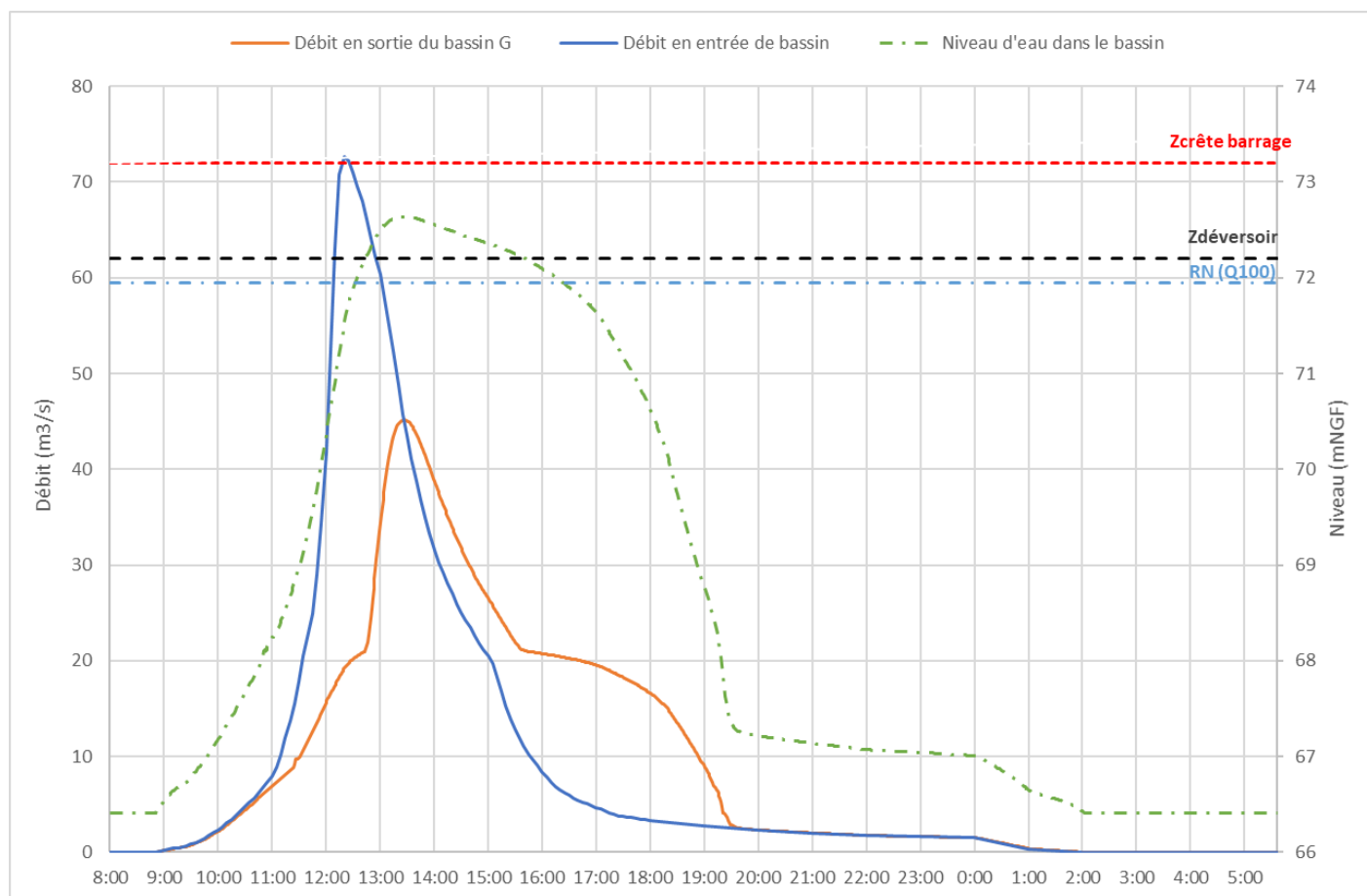


Figure 24 : Fonctionnement du bassin en état projet pour une crue millénale (Q1000)

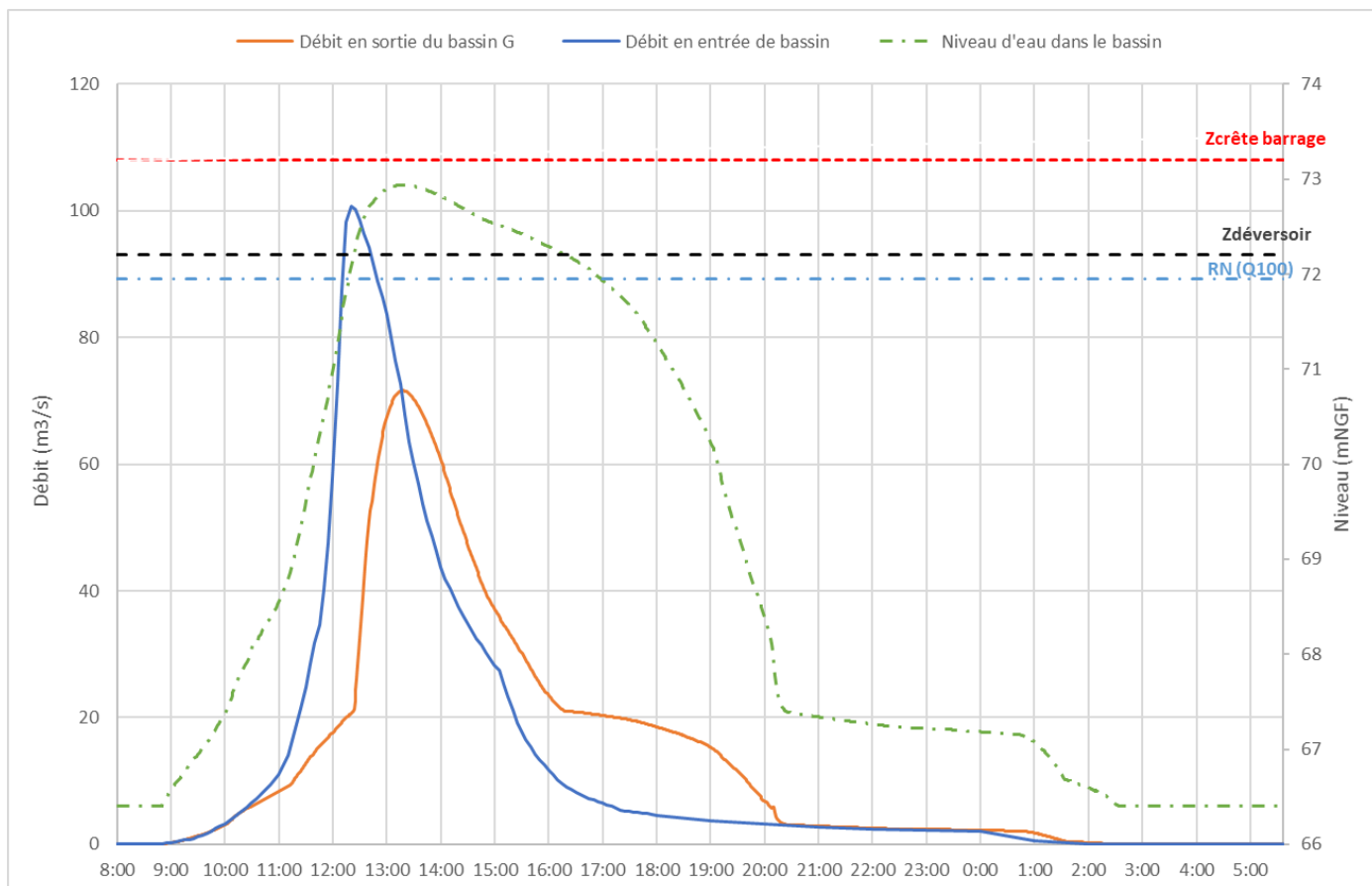


Figure 25 : Fonctionnement du bassin en état projet pour une crue déca millénale (Q10 000)

Discussion sur la pluviométrie considérée :

La pluie de Kiefer, retenue dans le cadre de l'étude, est construite de telle sorte que la pluie ait la même période de retour quelle que soit la durée observée ce qui n'est pas le cas d'une pluie réelle. De ce fait, cette méthode a tendance à surestimer de façon importante le volume de la pluie par rapport à la période de retour de la courbe IDF à partir de laquelle elle a été construite.

Dans le cadre de l'étude de danger, le fonctionnement de l'aménagement hydraulique a également été étudié pour deux autres types évènements pluviométriques (pluie de type double triangle).

- Une pluie de type double triangle de période de retour 100 ans d'une durée de 4 h⁹ avec une période intense de 30 min.
- Deux pluies consécutives double triangle 30 min-4h de période de retour 100 ans. Le temps de vidange de l'ouvrage étant d'en moyenne 5h étant donné la capacité du pertuis de fond, il a été retenu une durée de 2 h entre les deux évènements, de façon à représenter une situation critique où le second évènement surviendrait alors que la retenue ne serait pas encore vide.

Les quantiles de pluies utilisés ont été repris de l'étude hydrologique d'EGIS, eux même extrait de l'étude du doublement de l'A9. Ils correspondent aux quantiles calculés sur la station Fréjorgues augmentés d'un rapport moyen de l'ordre de 1,14 correspondant au rapport de la pluie journalière Bel Air/Pluie journalière Fréjorgues.

⁹ « La ville et son assainissement », CERTU, 2006, indique que sur cette durée, il tombe plus de 80% de la hauteur totale des épisodes pluvieux significatifs dans 73% des cas.

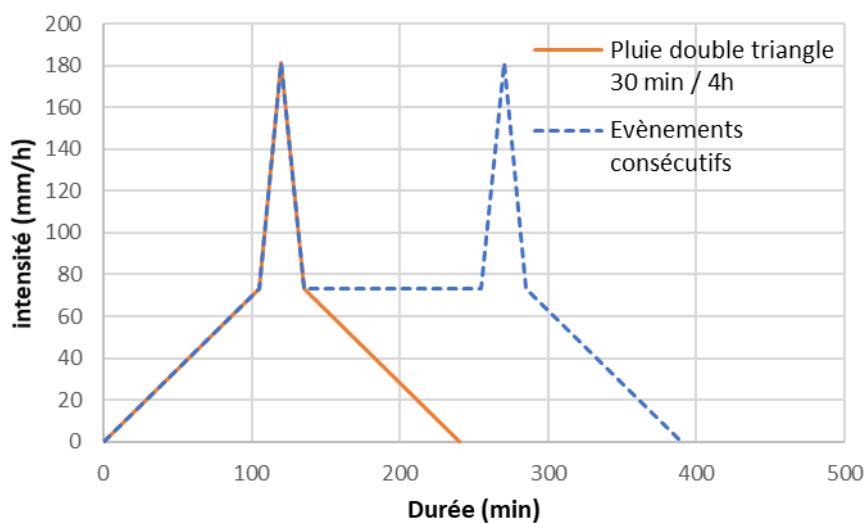


Figure 26 : Pluies double triangle testées

Le fonctionnement de l'aménagement hydraulique pour ces deux pluies est présenté sur les figures suivantes :

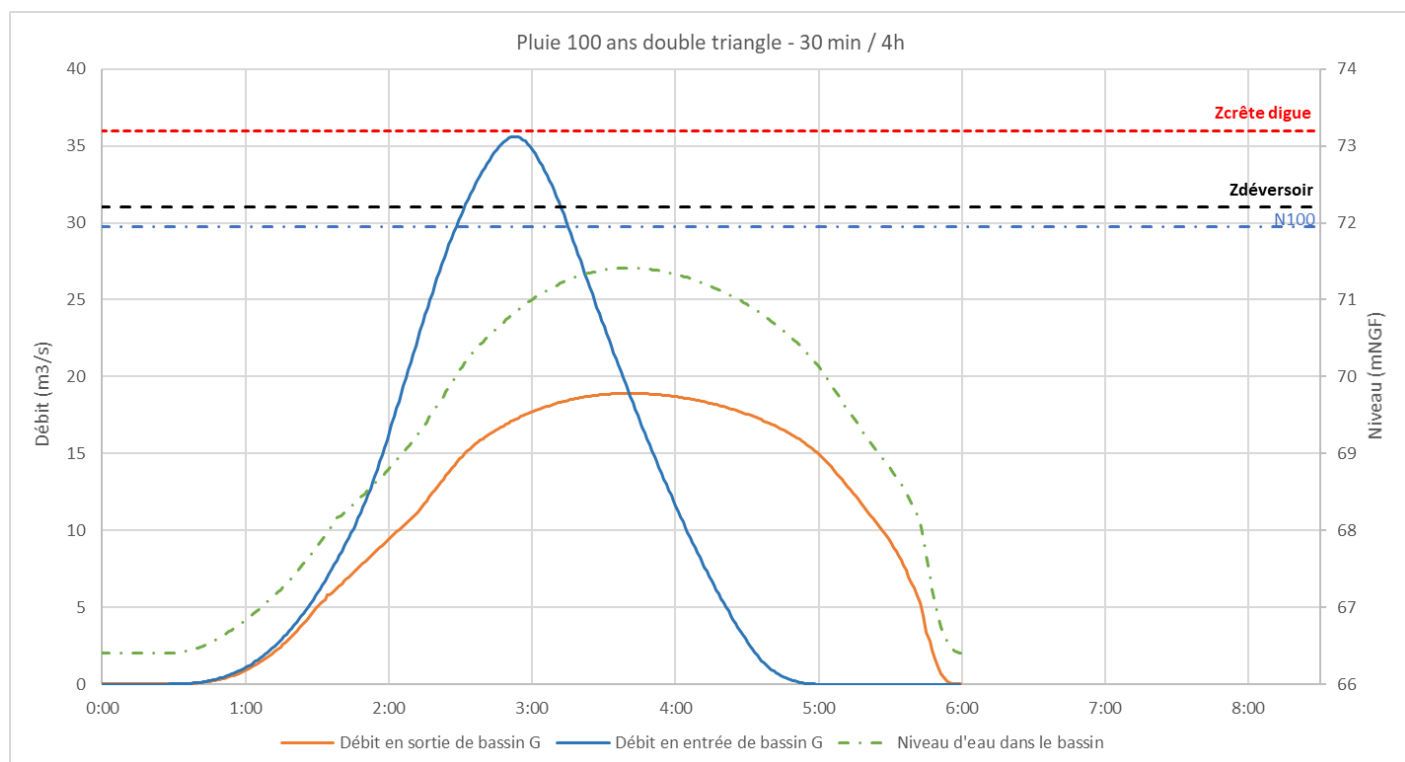


Figure 27 : Fonctionnement du bassin en état projet pour une pluie double triangle T=100 ans

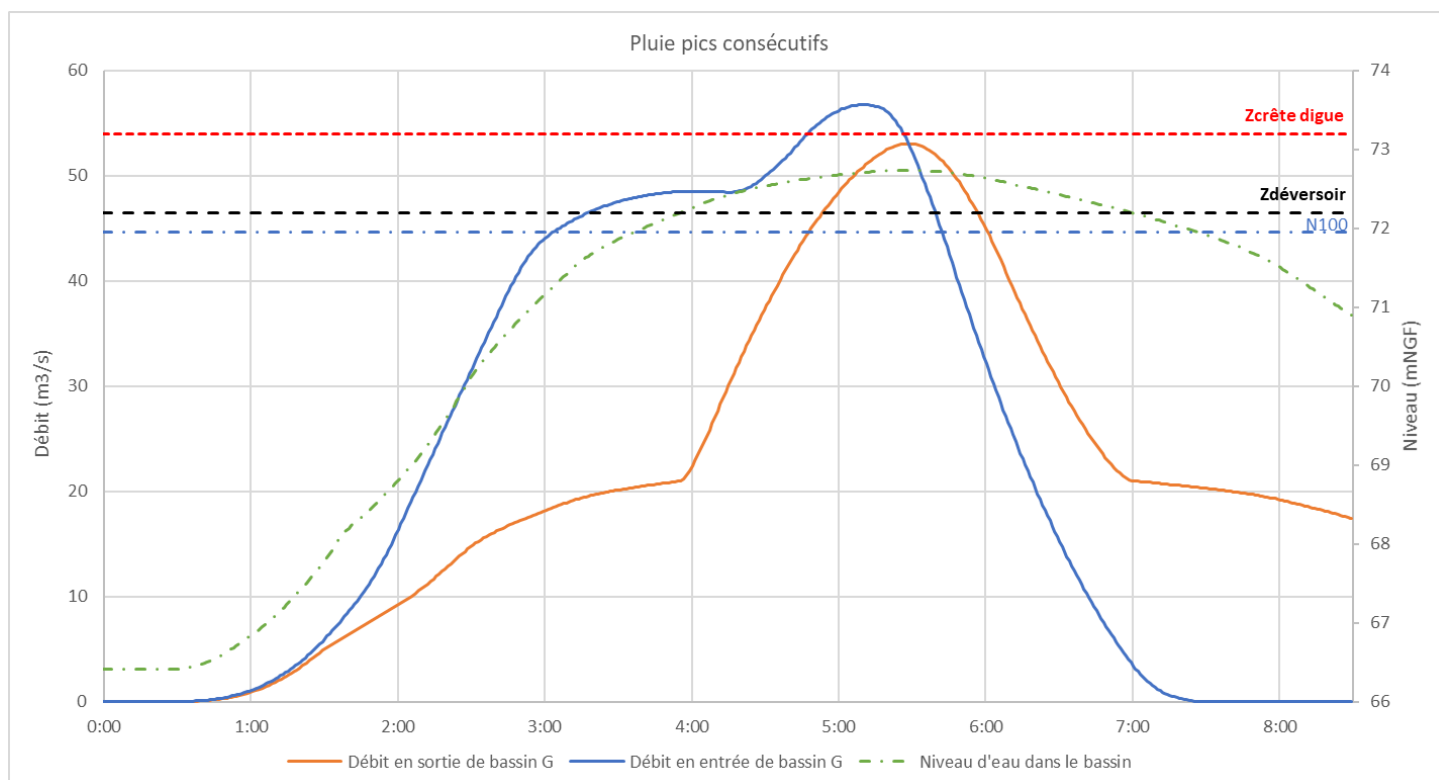


Figure 28 : Fonctionnement du bassin en état projet pour deux évènements centennaux consécutifs

Comme attendu, par rapport à la pluie de projet de type Kiefer, la pluie double triangle conduit à des débits et des volumes plus faibles. Les débits de pointe sont de 36 m³/s en entrée de bassin et de 19 m³/s en sortie. Le niveau dans le bassin reste bien inférieur au niveau de retenue normale (71,4 m NGF << RN : 71,95 m NGF).

Dans le cas de deux évènements centennaux consécutifs, les débits de pointe obtenus en entrée et en sortie de bassin sont respectivement de 57 et 53 m³/s.

Pour le deuxième épisode, la retenue étant rapidement pleine, le barrage n'a que peu d'effet sur le pic de crue (abattement de 7% du débit de pointe). Dans le cas, le déversoir se mettrait en fonctionnement lors du deuxième pic de crue, sans toutefois que le niveau maximal dans la retenue n'atteigne la crête du barrage (N=72,74 m NGF).

La survenue consécutive (à moins de 2 h d'intervalle) de deux pics de crue centennaux reste toutefois une hypothèse très préjudiciable.

3.4.2. Modélisation des écoulements

Un modèle hydraulique a été élaboré pour décrire le fonctionnement hydraulique du Rieumassel en aval du barrage. Le lit majeur a été modélisé en 2D et couplé au modèle 1D du lit mineur. Le modèle 1D/2D ainsi obtenu a permis une modélisation précise des écoulements en lit mineur et en lit majeur.

Le modèle hydraulique s'étend sur le Rieumassel depuis à l'aval du bassin G jusqu'à la confluence avec la Mosson. Le Redonnel est également en partie intégré à la modélisation (linéaire de 300 m en amont de la confluence avec le Rieumassel).

Le modèle a été construit avec le logiciel MIKE FLOOD sur la base de la topographie suivante :

- Profils en travers du lit mineur et ouvrages levés en 2015,
- Compléments topographiques réalisés en 2017 et 2019 au niveau des zones à élargir,
- MNT de l'IGN en lit majeur (précision métrique).

Les modélisations ont été effectuées en régime transitoire.

Le modèle a été calé sur les crues historiques de décembre 2003 (non débordante) et d'octobre 2014 (débordante). Les lignes d'eau obtenues pour les deux crues sont cohérentes avec celles fournies par Egis. Les laisses de crue relevées par le SYBLE (SYndicat Bassin du LEz) ont servi de référence pour le calage du lit majeur. Aucune laisse de crue n'est disponible pour la crue de décembre 2003. Les écarts obtenus à l'issu du calage sont en moyenne de 25 cm.

Les coefficients de rugosité obtenus à l'issu du calage sont :

- en lit mineur de 8, 10, 12, 15 et 17 selon les secteurs ;
- en lit majeur de 5, 8 et 10 selon les secteurs.

La condition limite aval du modèle correspond au niveau de la Mosson à la confluence avec le Rieumassel. Ces données ont été reprises de l'étude de faisabilité d'EGIS de 2015.

Le phénomène de ruissellement urbain n'a pas été modélisé. Les apports pluviaux ont été intégrés directement dans le Rieumassel.

3.4.3. Zone inondable en aval du barrage en fonctionnement normal

Les cartes ci-après présentent la zone inondable pour les crues type décembre 2003 (période de retour de l'ordre de 20 ans) et de dimensionnement (période de retour de 100 ans) en état aménagé (projet de reconstruction / agrandissement de la retenue de l'Arbre Blanc + recalibrage du Rieumassel tel que présenté au paragraphe 3.2.1).

Les cartographies précisent si les habitations sont susceptibles d'être inondées ou non par comparaison entre l'altimétrie du seuil des bâtiments et des niveaux d'eau attendus. Certaines habitations peuvent donc être situées dans la zone inondables sans qu'elles ne soient considérées comme inondées.

Pour la crue type décembre 2003 en état aménagé, des débordements restent attendus au niveau de zone habitées :

- en rive gauche du Rieumassel en amont du pont de la route de Montpellier (quartier du Plein Soleil) sans que les habitations ne soient touchées. Les hauteurs d'eau sont faibles (inférieures à 50 cm).
- Ponctuellement en rive droite du Rieumassel en amont du pont de la route de Montpellier. Les hauteurs d'eau sont également faibles mais une maison se situe en limite d'inondation.
- En rive droite entre le pont de Montpellier et le pont des écoles au niveau du quartier du Rio. Les hauteurs d'eau sont également faibles (inférieures à 50 cm). 3 habitations restent inondées et 1 est en limite.

Pour la crue centennale en état aménagé, les zones de débordement sont similaires à celles attendues pour la crue de 2003. Les hauteurs d'eau sont comprises entre 50 cm et 1 m en bordure de cours d'eau et sont plus faibles sur le reste de la zone inondée (inférieures à 50 cm). 9 maisons sont inondées et 3 en limite.

En conclusion, le projet tel que dimensionné par l'étude PAPI (validé par analyse coût bénéfice à ce stade) ne permet pas tout à fait une protection centennale vis-à-vis des débordements du Rieumassel sur l'ensemble du linéaire. Quelques habitations restent inondables. Des protections individuelles (batardeaux) sont à prévoir sur ces dernières.

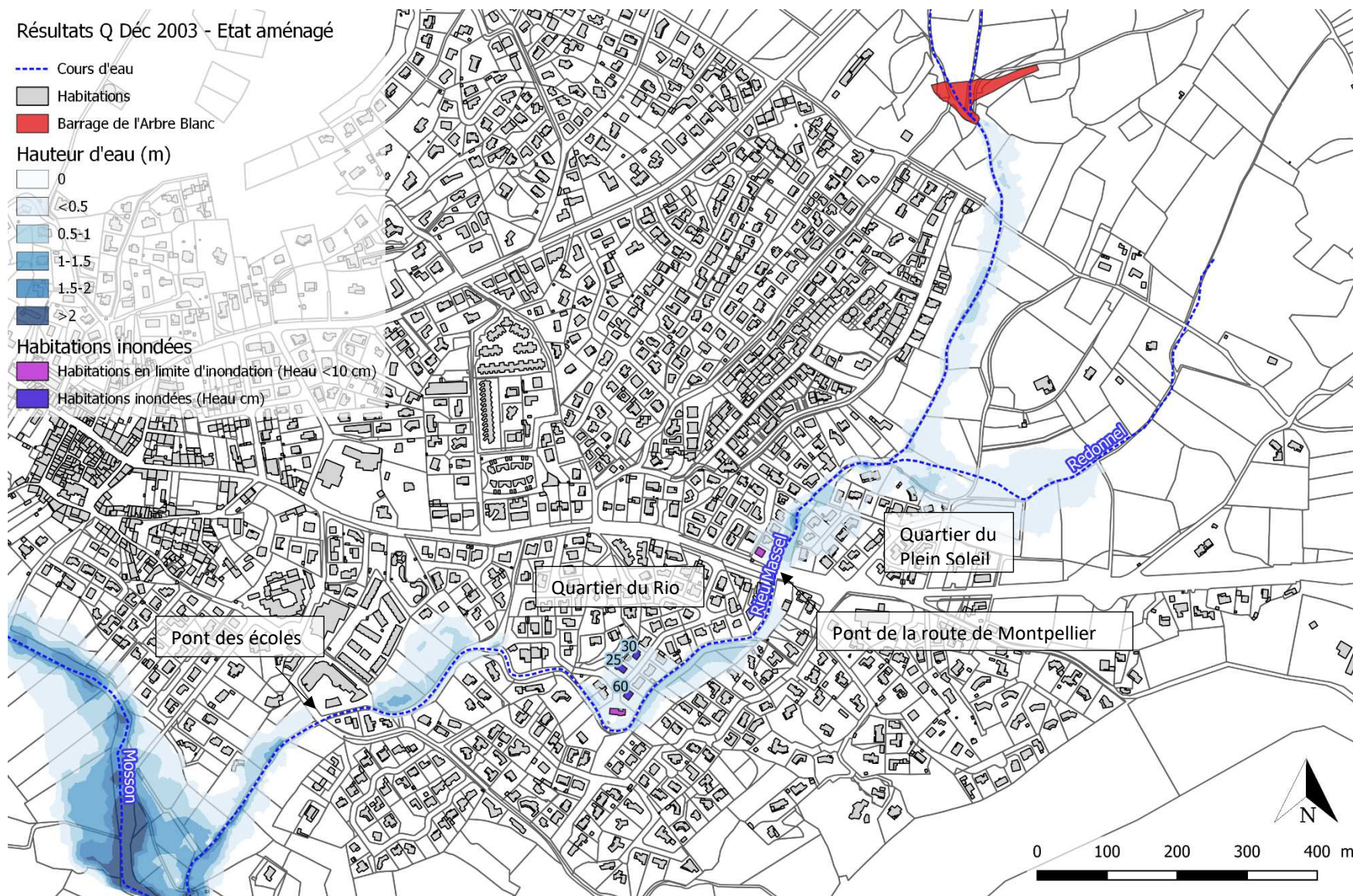


Figure 29 : Hauteurs d'eau maximales en aval de l'ouvrage- Q Déc. 2003 - Etat aménagé

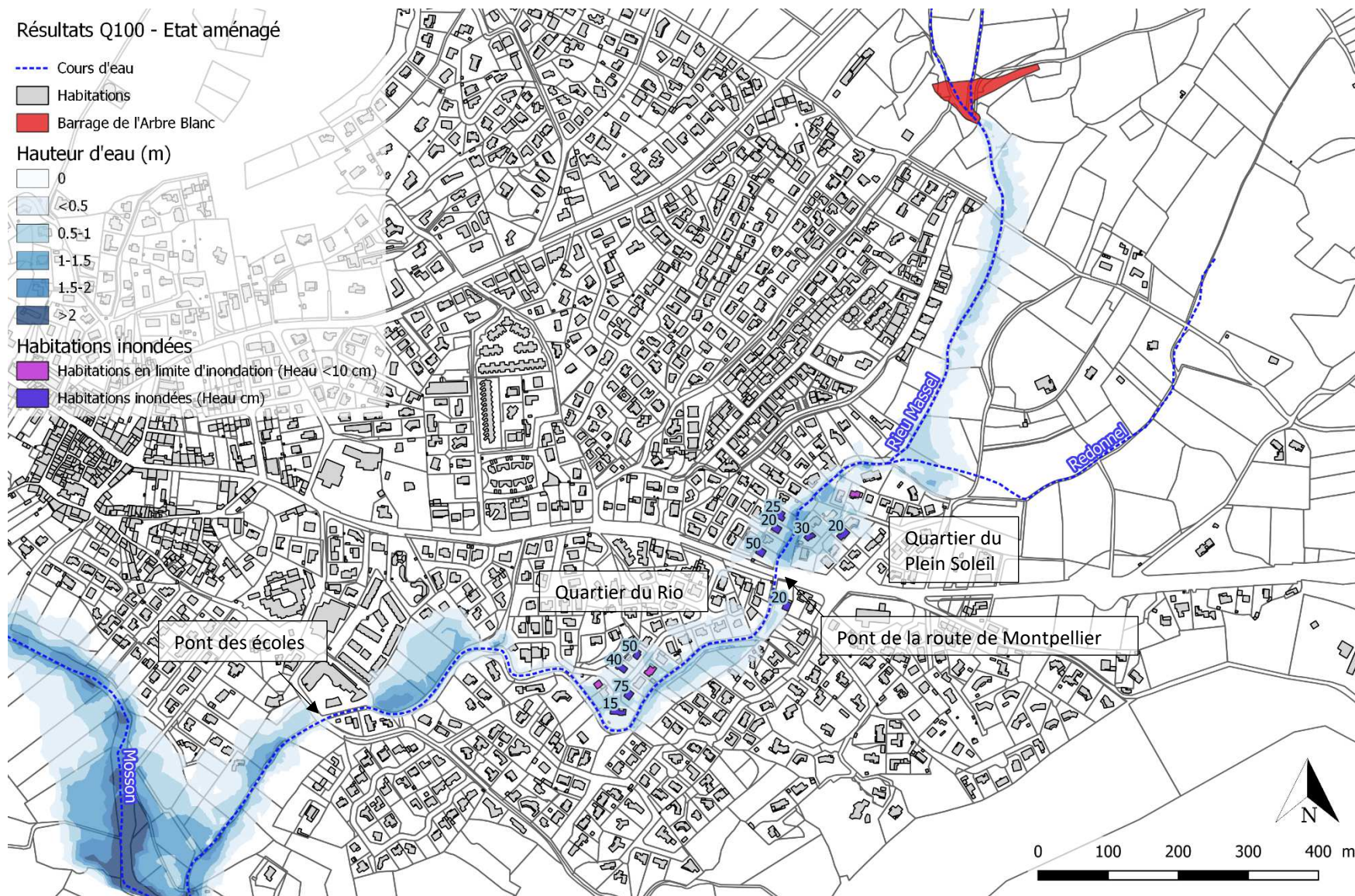


Figure 30 : Hauteurs d'eau maximales en aval de l'ouvrage – Q100 – Etat aménagé

3.4.4. Etude des scénarios

Comme demandé dans l'arrêté du 07/04/17 précisant le plan de l'étude de danger modifié par les arrêtés du 22 juillet 2019 et 30 septembre 2019, l'effet de l'aménagement hydraulique est étudié pour les deux scénarios suivants.

Le scénario 1 prend en compte un aléa pour lequel l'effet de l'aménagement est significatif en conditions normales et examine les conséquences de l'indisponibilité totale de l'aménagement hydraulique, du fait d'un dysfonctionnement.

Le scénario 2 suppose que l'aménagement hydraulique n'est plus efficace en raison de la saturation de sa capacité de stockage sous l'effet d'un aléa significativement plus important que ceux pour lesquels il a été conçu.

Dans cette étude de danger, il a été retenu les deux scénarios suivants :

- Scénario 1 : Crue de période de retour 100 ans et retenue non disponible (pleine) à l'arrivée de la crue. Cela revient à supprimer l'effet du barrage.
- Scénario 2 : Crue décennale (niveau 72,94 m NGF dans la retenue et débit de 101 m³/s en entrée d'ouvrage).

Ces scénarios ont été simulés à partir du modèle hydraulique réalisé dans le cadre de la conception du barrage et des aménagements sur le Rieumassel.

Le phénomène de ruissellement urbain n'a pas été modélisé. Les apports pluviaux ont été intégrés directement dans le Rieumassel.

3.4.4.1. Scénario 1

Ce scénario considère la survenue d'une crue de période de retour de 100 ans, alors que la capacité de stockage de l'aménagement hydraulique est totalement indisponible. L'aménagement hydraulique est initialement plein.

Par simplification, il a été considéré dans ce scénario que l'aménagement hydraulique ne permettrait aucun écrêtement du débit entrant. L'hydrogramme injecté au niveau du barrage est le suivant.

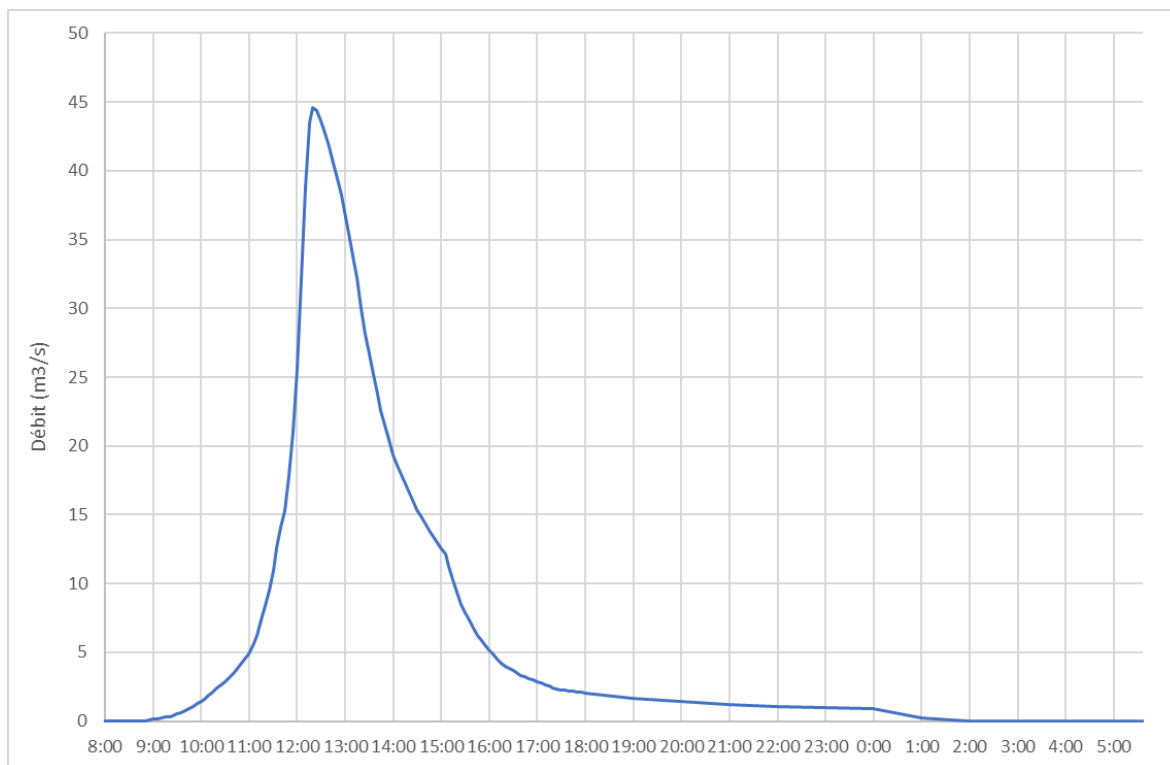


Figure 31 : Hydrogramme sortie barrage – Scénario 1 - Q100 avec retenue pleine¹⁰

La carte ci-dessous présente les hauteurs d'eau pour le scénario 1.

Il conduit théoriquement à des inondations :

- sur l'amont de la route de Montpellier. Les hauteurs d'eau sont supérieures à 1,5 m en bordure du cours d'eau,
- au niveau du quartier du Rio : hauteurs d'eau inférieures à 1 m.

¹⁰ Dans ce scénario, l'hydrogramme d'entrée et l'hydrogramme de sortie sont identiques. Le niveau d'eau dans la retenue n'a pas pu être modélisé. Il est au-delà de la loi de fonctionnement de la retenue et les informations topographiques disponibles ne permettent pas de la préciser.

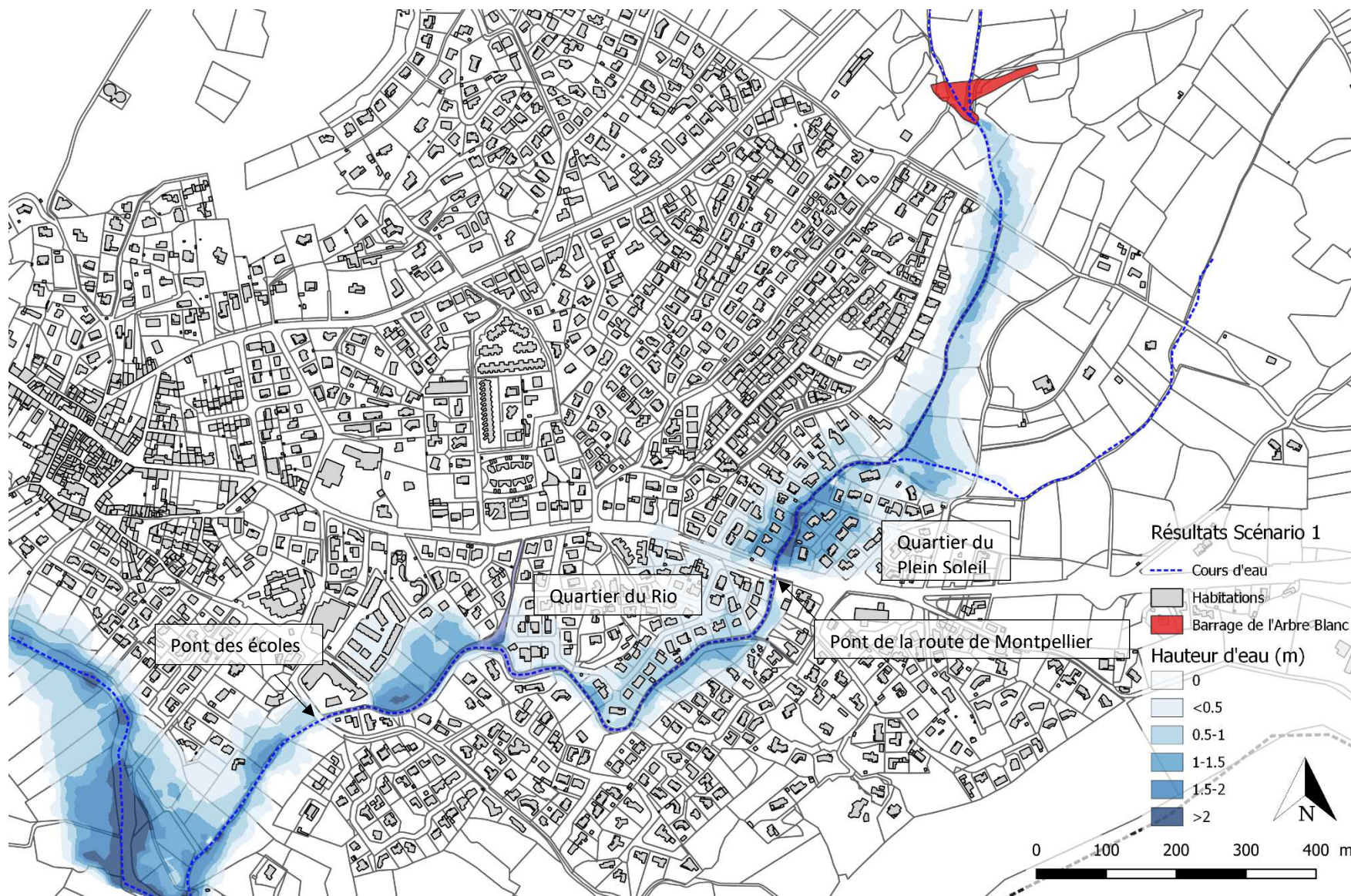


Figure 32 : hauteurs d'eau maximales pour le scénario 1

3.4.4.2. Scénario 2

Il a été retenu comme scénario la crue déca millénale (niveaux dans la retenue de 72,94 m NGF et débit de 101 m³/s en entrée d'ouvrage).

Les hydrogrammes au niveau du barrage ainsi que le niveau d'eau dans la retenue sont présentés sur la figure suivante :

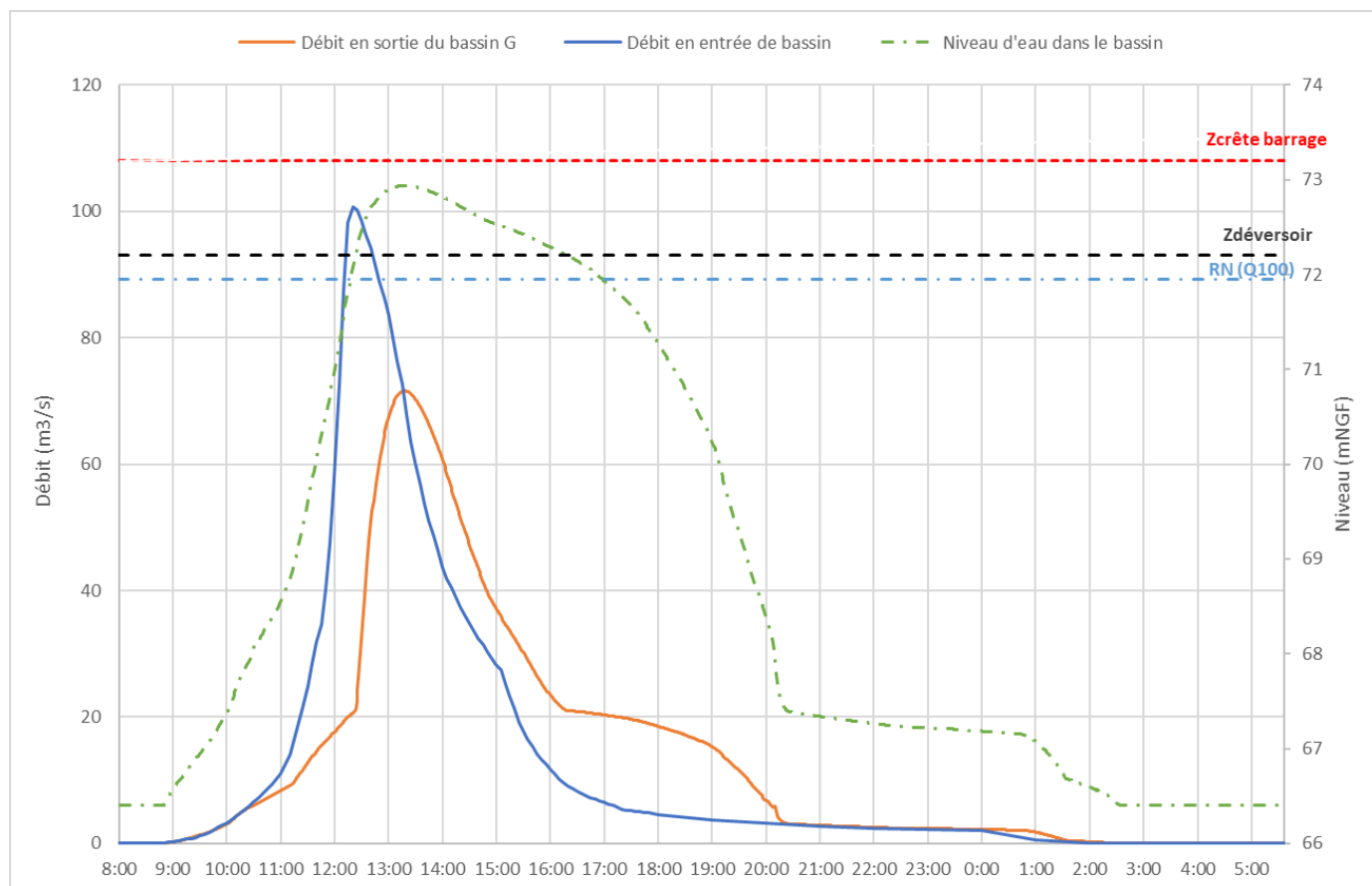


Figure 33 : Fonctionnement du bassin pour le scénario 2 – Crue déca millénale

Le débit en sortie de l'ouvrage est de 72 m³/s.

La carte ci-dessous présente les hauteurs d'eau en aval de l'ouvrage pour ce scénario.

Il conduit théoriquement à de nombreuses inondations :

- Sur le quartier du plein soleil, en amont du pont de la route de Montpellier, la hauteur d'eau au niveau des habitations en bordure du cours d'eau est supérieure à 2 m. L'inondation atteint la rue des Genêts en rive gauche.
- Au niveau du quartier du Rio, l'inondation s'étend jusqu'à atteindre la D127. Localement, la hauteur d'eau est supérieure à 1 m voire 1,5 m en bordure du cours d'eau. Elle diminue en s'éloignant du Rieumassel,
- En amont du pont des écoles, en rive droite, l'inondation s'étend au-delà du parc aux oiseaux (pour lequel les hauteurs d'eau sont supérieures à 2 m) et atteint le lotissement des Bugadières (hauteur d'eau supérieure à 1 m).

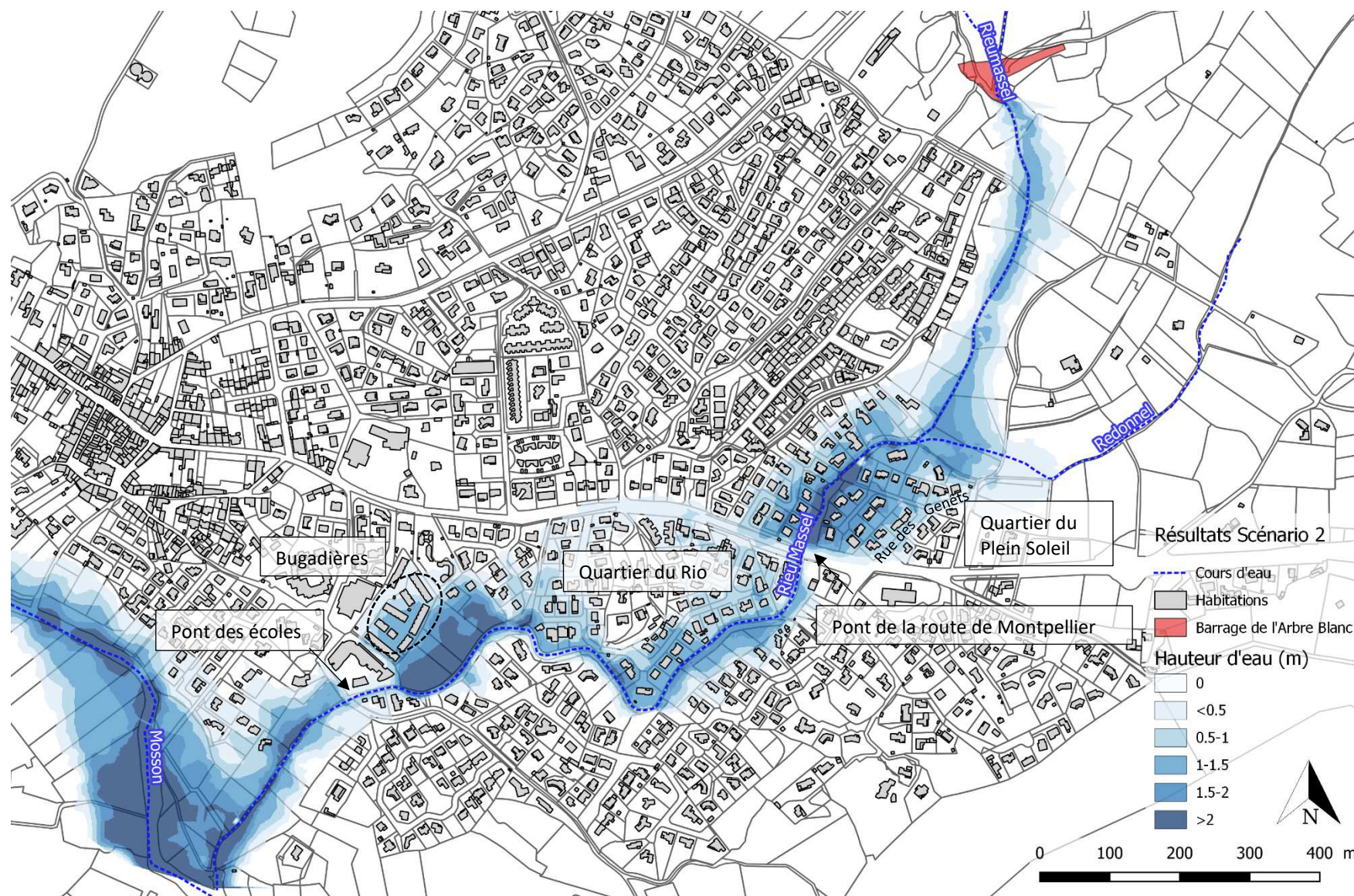


Figure 34 : Hauteurs d'eau maximales pour le scénario 2

4. Cartographie

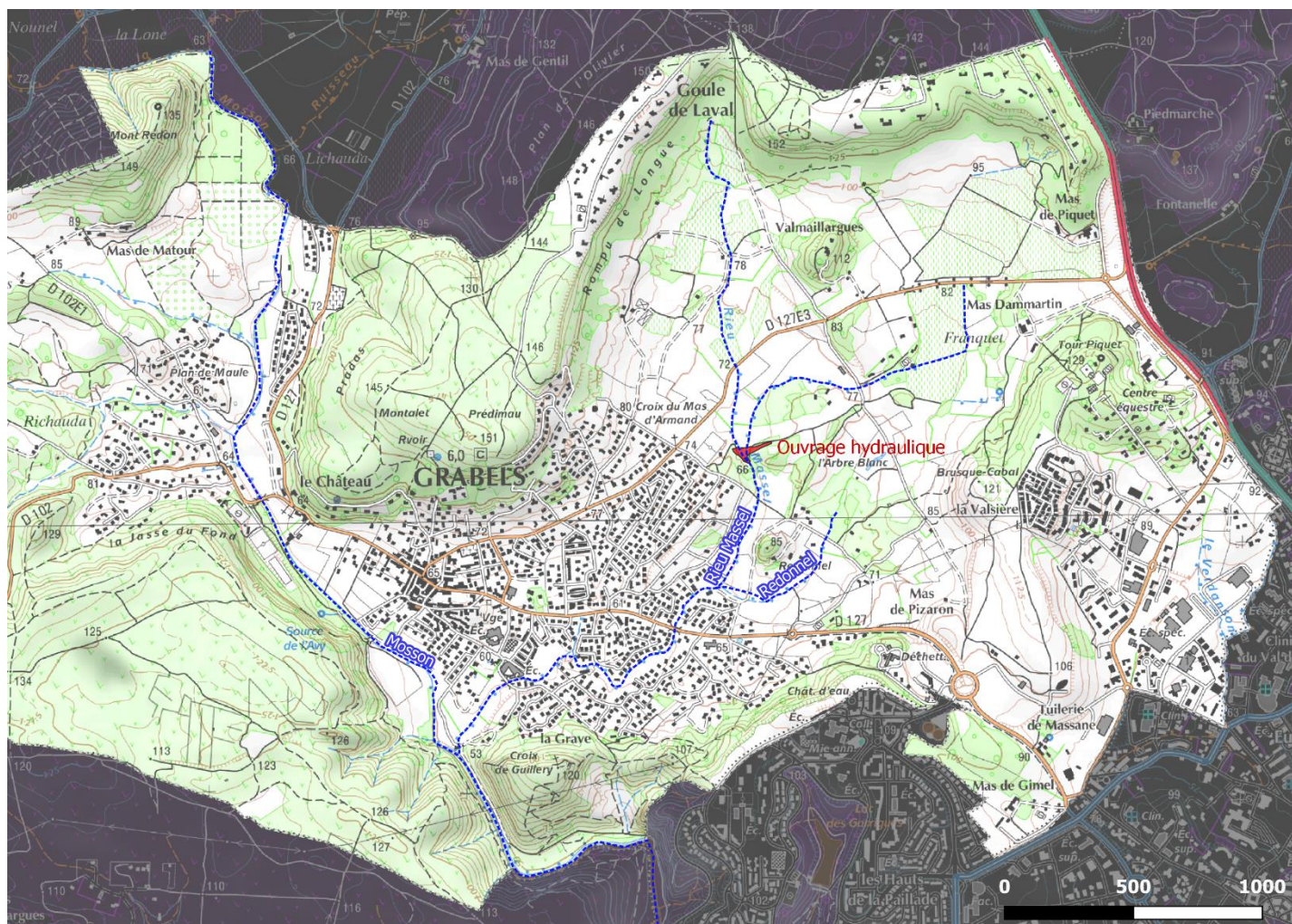


Figure 35 : Commune bénéficiant de l'aménagement

Observations sur l'utilisation du rapport

Ce rapport, ainsi que les cartes ou documents, et toutes autres pièces annexées constituent un ensemble indissociable. Les incertitudes ou les réserves qui seraient mentionnées dans la prise en compte des résultats et dans les conclusions font partie intégrante du rapport.

En conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou d'une reproduction partielle de ce rapport et de ses annexes ainsi que toute interprétation au-delà des énonciations d'Antea Group ne sauraient engager la responsabilité de celui-ci. Il en est de même pour une éventuelle utilisation à d'autres fins que celles définies pour la présente prestation.

Les résultats des prestations et des investigations s'appuient sur un échantillonnage ; ce dispositif ne permet pas de lever la totalité des aléas liés à l'hétérogénéité des milieux naturels ou artificiels étudiés. Par ailleurs, la prestation a été réalisée à partir d'informations extérieures non garanties par Antea Group ; sa responsabilité ne saurait être engagée en la matière.

Antea Group s'est engagé à apporter tout le soin et la diligence nécessaire à l'exécution des prestations et s'est conformé aux usages de la profession. Antea Group conseille son Client avec pour objectif de l'éclairer au mieux. Cependant, le choix de la décision relève de la seule compétence de son Client.

Le Client autorise Antea Group à le nommer pour une référence scientifique ou commerciale. A défaut, Antea Group s'entendra avec le Client pour définir les modalités de l'usage commercial ou scientifique de la référence.

Ce rapport devient la propriété du Client après paiement intégral de la mission, son utilisation étant interdite jusqu'à ce paiement. A partir de ce moment, le Client devient libre d'utiliser le rapport et de le diffuser, sous réserve de respecter les limites d'utilisation décrites ci-dessus.

Pour rappel, les conditions générales de vente ainsi que les informations de présentation d'Antea Group sont consultables sur : <https://www.anteagroup.fr/fr/annexes>



ANNEXES

Annexe I : Bibliographie

Annexe II : Etude des risques inondation du Rieumassel sur la commune de Grabels, EGIS EAU pour Montpellier Méditerranée Métropole, septembre 2015, version 1

Annexe III : Document d'organisation du barrage de Grabels, Montpellier Méditerranée Métropole, Avril 2021, Version 1

Annexe I : Bibliographie

- Etude des risques inondation du Rieumassel sur la commune de Grabels, EGIS EAU pour Montpellier Méditerranée Métropole, septembre 2015, version 1 (Elle correspond à l'annexe II du présent rapport).
- Rapport d'Avant-Projet n°102425 Version C, Mai 2021, Antea Group. (Il correspond à la pièce n°22 du dossier de demande d'autorisation environnementale.)
- Conformité du barrage de l'arbre blanc à l'arrêté technique barrages du 6 août 2018, Antea Group, Mai 2021. (Ce rapport est annexé au rapport d'Avant-Projet.)
- Document d'organisation du barrage de Grabels, Montpellier Méditerranée Métropole, Avril 2021, Version 1

**Annexe II : Etude des risques inondation du Rieumassel sur la
commune de Grabels, EGIS EAU pour Montpellier
Méditerranée Métropole, septembre 2015, version 1**

Prestations d'études hydrauliques et hydrologiques relatives à la connaissance et à la prévision des risques d'inondations sur le territoire de la Métropole de Montpellier.

BC n°1 : Etude des risques inondation du Rieumassel sur la commune de GRABELS

BC n°2 : Etude des risques inondation de la Mosson sur la commune de GRABELS

V0



Informations qualité

Contrôle qualité

Version	Date	Modifications	Rédigé par	Visé par :
V0	Juin 2015		CB	CL
V1	Septembre 2015		CB	CL

Destinataires

Envoyé à :		
Nom	Organisme	Envoyé le :

Copie à :		
Nom	Organisme	Envoyé le :

Table des matières

1.	Contexte et objectifs de l'étude.....	1
2.	Recueil des données	2
2.1	Etudes antérieures.....	2
2.2	Données bathymétriques et topographiques.....	2
2.3	Données hydrauliques	4
2.4	Stations hydrométriques.....	6
2.5	Synthèse des données de pluies	7
3.	Etude hydrologique	10
3.1	Rieumassel	10
3.1.1	Caractéristiques du bassin versant du Rieumassel	10
3.1.2	Les études hydrologiques antérieures.....	11
3.1.2.1	Etude de protection contre les crues du Rieumassel (BCEOM – 1994)	11
3.1.2.2	Aménagement du Rieumassel contre les inondations (BRL-2004)	12
3.1.2.3	Comparaison des évaluations des débits de crue des études antérieures	13
3.2	La Mosson	14
3.2.1	Secteur d'étude	14
3.2.2	Caractéristiques du bassin versant	14
3.2.3	Etude hydrologique menée par INGEROP	15
3.3	Analyse de l'évènement d'octobre 2014.....	15
3.3.1	Analyse de la pluviométrie	15
3.3.1.1	Commune de Grabels.....	15
3.3.1.2	Bassin versant de la Mosson	20
3.3.2	Estimation des débits aux stations hydrométriques	22
3.3.3	Données PHE	22
3.4	Modélisation Hydrologique.....	24
3.4.1	Découpage en bassins versants	24
3.4.2	Caractéristiques des bassins de rétention	25
3.4.2.1	Le bassin G.....	26
3.4.2.2	Bassins Prévus	26
3.4.3	Calage du modèle hydrologique	27
3.4.3.1	Evènement de septembre 2014	27

3.4.3.2	Evènement d'octobre 2014	28
3.4.3.3	Evènement de Novembre 2014.....	29
3.4.3.4	Estimation des débits par bassin versant.....	29
3.4.4	Modélisation des pluies de projet.....	30
3.4.5	Rôle du bassin G et des bassins prévus.....	34
4.	Etude hydraulique	37
4.1	Etat des lieux – Reconnaissance de terrain.....	37
4.2	Les dommages observés en Octobre 2014.....	39
4.3	Modélisation hydraulique de l'état actuel.....	41
4.3.1	Le modèle bidimensionnel utilisé	41
4.3.2	Construction du modèle en état initial	42
4.3.3	Calage et exploitation du modèle.....	42
4.3.4	Description des inondations	46
5.	Propositions d'aménagement sur le Rieumassel.....	49
5.1	Renforcement des capacités de stockage amont.....	49
5.1.1	Agrandissement du bassin G.....	49
5.1.2	Création du bassin K.....	53
5.2	Suppression des goulets d'étranglement	57
5.3	Synthèse des aménagements proposés	63
5.4	Coût des aménagements de protection.....	65
5.4.1	Coûts et ordre de priorité.....	65
5.4.2	Décomposition du coût des travaux :.....	65
5.4.3	Phasage du scénario 4.....	66
5.4.4	Difficultés/contraintes de réalisation.....	66
5.5	Aménagements complémentaires.....	66
5.5.1	Création de transparences hydrauliques.....	66
5.5.2	Mise en place d'un système d'alerte sur le bassin G.....	67
5.5.3	Mesures de diminution de la vulnérabilité à la parcelle	67
5.5.4	Diminution des apports du réseau pluvial par le biais d'une modification du règlement du PLU : révision du schéma directeur pluvial et zonage pluvial	69
6.	Propositions d'aménagements sur la Mosson	72
6.1	Amélioration de la confluence Mosson Rieumassel	72
6.2	Mise en place d'une digue de protection.....	74
6.2.1	Description de l'ouvrage de protection	74
6.2.2	Impact de la digue de protection.....	76

6.2.3	Coût de la digue de protection	76
6.3	Une alternative : la mise en place de mesures de diminution de la vulnérabilité à la parcelle	78
6.4	Suppression des seuils sur la Mosson.....	78
6.5	Conclusion	78
7.	Analyse coût bénéfiques	80
7.1	Présentation des indicateurs monétaires retenus.....	80
7.2	Les aménagements pris en compte dans l'analyse	80
7.3	Les scénarios d'inondation retenus	81
7.4	Evaluation des indicateurs monétaires de l'AMC.....	82
Annexe 1 : Cartographie des hauteurs de submersion et vitesses maximales pour les crues d'octobre 2014, de décembre 2003 et de période de retour 100 ans		93
Annexe 2 :hydrogrammes Aménagements – modèle hydrologique		100
Annexe 3 : Description du bassin G		105
Annexe 4 : Profils en long.....		106
Annexe 5 : Impact en hauteurs du scénario 1 pour 100 ans et décembre 2003		112
Annexe 6 : Impact en hauteurs du scénario 2 pour octobre 2014 et 100 ans.....		115
Annexe 7 : Impact en hauteurs du scénario 3 pour octobre 2014, 100 ans et décembre 2003.....		118
Annexe 8 : Impact en hauteurs du scénario 4 pour Octobre 2014 et 100 ans.....		122

Liste des figures

Figure 1 : Présentation de la zone d'étude	1
Figure 2 : Emprise des données topographiques (MNT)	3
Figure 3 : données ZI + PHE.....	5
Figure 4 : Photos de la station du château à Grabels	6
Figure 5 : profil en travers eu droit de la station du château	7
Figure 6 : Courbe de tarage estimée à la station hydrométrique du Château	7
Figure 7 : Présentation du bassin versant du Rieumassel	10
Figure 8 : extrait de l'étude BCEOM sur le Rieumassel	11
Figure 9 : Extrait de l'étude BRL sur le Rieumassel.....	12
Figure 10: bassin versant de la Mosson	14
Figure 12 : Cumul pluviométrique du 6/10 à 20h au 7/03 à 3h – données Prédicte.....	16
Figure 13 : Analyse pluie – ANTILOPE/PANTHERE - Rieumassel (source CEREMA)	17
Figure 14 : Qualification de l'évènement pluvieux sur le Rieumassel.....	18
Figure 15 : Analyse pluie – Predict /OHMCV	19
Figure 16 : Comparaison des cumuls intensité pour différentes durées et différentes sources	20
Figure 17 : Analyse pluie – ANTILOPE/PANTHERE - MOsson (source CEREMA)	21
Figure 18 : Limnigramme Octobre 2014 – station Chateau	22
Figure 19 : Limnigramme Septembre 2014 – station Chateau.....	22
Figure 20 : Estimation des débits à la station du château	22
Figure 21 : Zone inondée et PHE de l'évènement d'octobre 2014	23
Figure 22 : Découpage en bassin versant sur la commune de Grabels.....	24
Figure 23 : Localisation des bassins de rétention prévus et existant	26
Figure 25 : Laisse de crue sur le déversoir après l'évènement du 29 septembre.....	27
Figure 26 : Pluie de Septembre 2014.....	27
Figure 27 : Pluie reconstituée pour le calage - Cumul de l'évènement 2014	28
Figure 28 : Pluie reconstituée pour le calage - Intensité de l'évènement 2014	28
Figure 29 : Pluie de Novembre 2014.....	29
Figure 30 : Pluies de projet de type Kiefer	31
Figure 31 : Résultats de la modélisation pour les pluies de projet Kiefer	32
Figure 32 : Localisation des estimations de débits	33
Figure 33 : Coefficients de Strickler	43

Figure 35 : Calage octobre 2014 – secteur Rieumassel	45
Figure 36 : Ruissellement pluvial sur la route de Montpellier	46
Figure 37 : Localisation des capacités limitantes du Rieumassel	47
Figure 38 : Emprise du bassin G à la cote 72.6m NGF	50
Figure 36 : Scénario 1 - Impact des diminutions des niveaux d'eau	52
Figure 41 : Emprise du bassin K.....	53
Figure 38 : Scénario 2 - Impact des diminutions des niveaux d'eau	56
Figure 44 : Localisation des goulets d'étranglements	58
Figure 40 : Scénario 3 - Impact des diminutions des niveaux d'eau	61
Figure 41 : Scénario 4 - Impact des diminutions des niveaux d'eau	62
Figure 48 : impact en hauteurs d'eau – octobre 2014	73
Figure 49 : impact en hauteurs d'eau – octobre 2014	77
Figure 50 : Impact de la suppression des seuils – octobre 2014	79

Liste des tableaux

Tableau 1 : Quantiles de pluies, station de Montpellier Bel-Air (1920 – 1971).....	8
Tableau 2 : Quantiles de pluies, station de Montpellier Fréjorgues (années 1957-2006)	8
Tableau 3 : Quantiles de pluies, retenues dans le cadre de l'étude de l'A9	9
Tableau 4 : Comparaison des débits issus des études antérieures à l'aval du bassin G	13
Tableau 6 : Estimation des débits (m3/s) sur le secteur d'étude (source Ingerop).....	15
Tableau 7 : caractéristiques des bassins versants	25
Tableau 8 : Estimation des débits par bassin versant – Rieumassel	30
Tableau 9 : Estimation des débits sur différents secteurs.	34
Tableau 10 : Rôle des bassins à l'aval du Bassin G.....	35
Tableau 11 : Rôle des bassins route de Montpellier.....	35
Tableau 12 : impact du bassin G et des bassins prévus en hauteur de zone inondable	35
Tableau 13 : Rôle des bassins Pont des écoles.....	36
Tableau 14 : Impact de l'aménagement 1 sur les débits de pointe.....	50
Tableau 15 : Impact de l'aménagement 2 sur les débits de pointe.....	53

1. Contexte et objectifs de l'étude

Suite aux événements d'octobre 2014, La Métropole de Montpellier a mandaté Egis Eau pour la réalisation d'une étude concernant les risques inondation sur la commune de Grabels.

Cette étude est décomposée en deux parties :

- **BC1** : études des risques liés au Rieumassel,
- **BC2** : étude des risques liés à la Mosson

Sur le Rieumassel, les objectifs sont les suivants :

- actualiser les pluies de projet et caractériser l'occurrence des pluies et des débits sur le bassin versant,
- vérifier l'incidence du bassin de rétention existant (bassin G) ainsi que des trois autres bassins prévus (bassins I, J et K) pour les crues de septembre et octobre 2014 et les différentes occurrences de crues actualisées (10, 20, 50 et 100ans),
- définir l'enveloppe des zones inondables dans la traversée urbaine de Grabels,
- définir un programme d'actions complémentaires aux aménagements prévus et en partie réalisés pour réduire la vulnérabilité des secteurs urbanisés et mesurer leur impact pour les différentes occurrences.

Cette étude comprend notamment la mise en œuvre et l'exploitation d'un modèle hydrologique sur le bassin versant du Rieumassel ainsi que la construction et l'exploitation d'un modèle mathématique de simulation des écoulements en régime transitoire et multidirectionnel (2D) sur le Rieumassel du bassin G jusqu'à sa confluence avec la Mosson.

Sur la Mosson les objectifs sont les suivants :

- caractériser l'impact de l'évènement du 7 Octobre 2014 sur l'inondation de Grabels,
- mettre en œuvre un modèle 2D entre le pont de Grabels et la zone de gorges situées à l'aval de la confluence avec le Rieumassel et caler ce modèle sur les PHE observées en Octobre 2014.
- proposer les aménagements nécessaires pour réduire les risques au droit des secteurs à enjeux actuels et projetés.

Il est également demandé de juger de l'impact de la déconstruction des seuils existants sur le lit de la Mosson sur le régime des écoulements en crue.

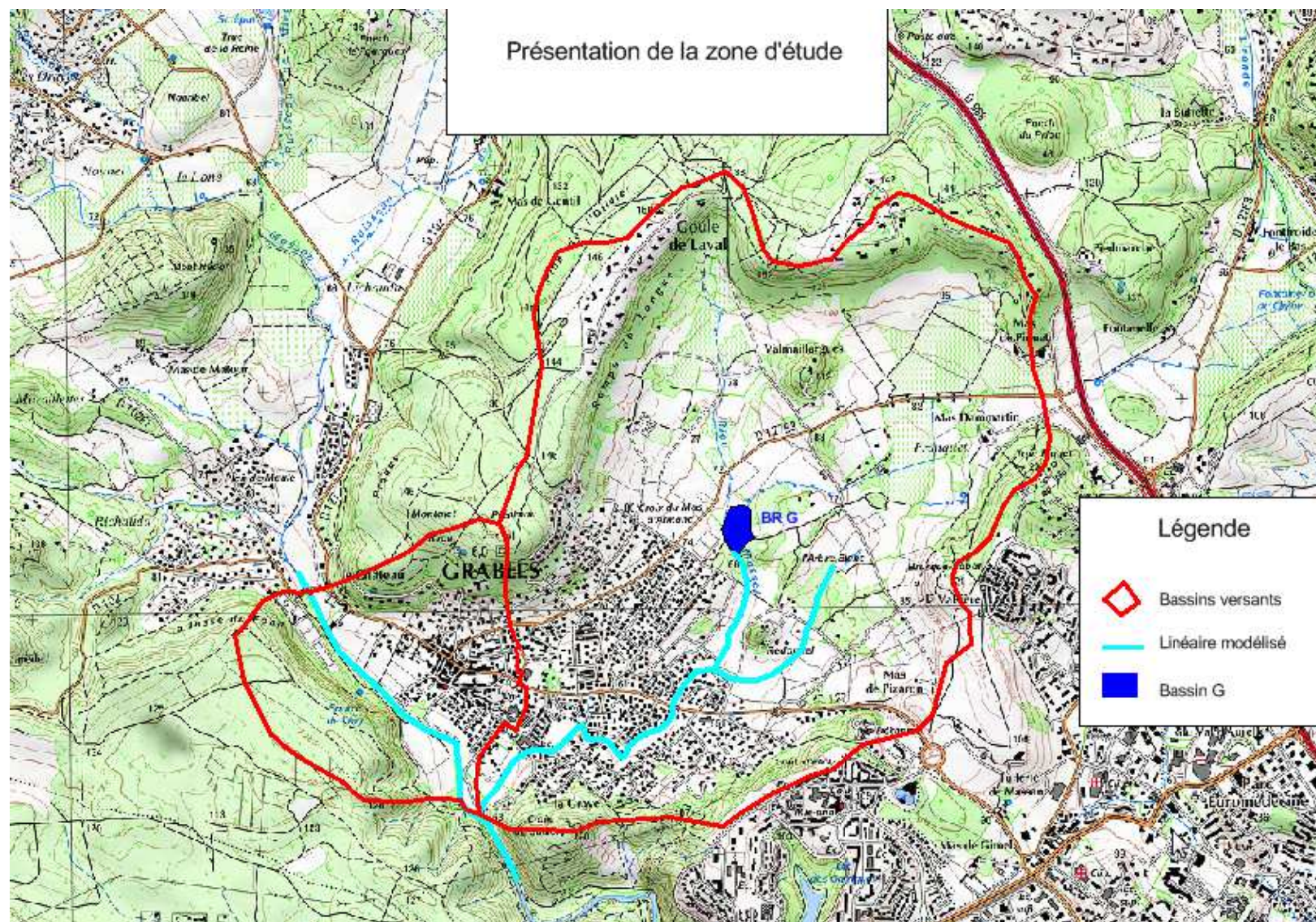


Figure 1 : Présentation de la zone d'étude

2. Recueil des données

Cette phase vise à rassembler toutes les informations de caractère général utiles à la compréhension **du risque inondation sur la commune de Grabels**.

L'ensemble des documents nécessaires à la bonne réalisation de l'étude a été collecté :

Il s'agit des :

- Données des études existantes,
- Données météorologiques (pluies..),
- Données topographiques,
- Données sur les inondations (archives communales concernant les inondations historiques, relevés PHE (Plus Hautes Eaux) de la DDTM 34,
- Données sur les enjeux (photos aériennes existantes, documents d'urbanisme, bases de données existantes ...).

2.1 Etudes antérieures

- Etude de protection contre les crues de Rieumassel – BCEOM – Juillet 1994
- Dossier d'autorisation au titre de la loi sur l'eau – Aménagement du Rieumassel contre les inondations – BRL – Avril 2004
- Aménagement du Rieumassel contre les inondations – SIEE – Juin 2008
- Retour d'expérience des intempéries sur les départements de l'Hérault et du Gard de septembre à Décembre 2014 – Rapport d'expertise sur la commune de Grabels – CEREMA – Mai 2015
- Retour d'expérience sur l'épisode pluvieux du 06/10/2014 – HydroSciences Montpellier – Révision Mai 2015
- Etude hydraulique du bassin versant de la Mosson – Communauté d'Agglomération de Montpellier – INGEROP – 2012
- Déplacement de l'autoroute A9 à Montpellier – INGEROP - 2012

2.2 Données bathymétriques et topographiques

Les données bathymétriques et topographiques suivantes ont été utilisées pour la modélisation du Rieumassel et de la Mosson.

Données topographiques du lit majeur:

Pour la description du lit majeur, le MNT du secteur est issu de relevés LIDAR IGN RGE Alti – Juillet 2013

Données topographiques terrestres:

Les profils en travers localisés sur la figure suivante ont été réalisés sur le Rieumassel et la Mosson par le Cabinet PAGES– Avril 2015.

Les levés des seuils des maisons sinistrées en Octobre 2014 ont été levés par le cabinet PAGES en Septembre 2015.

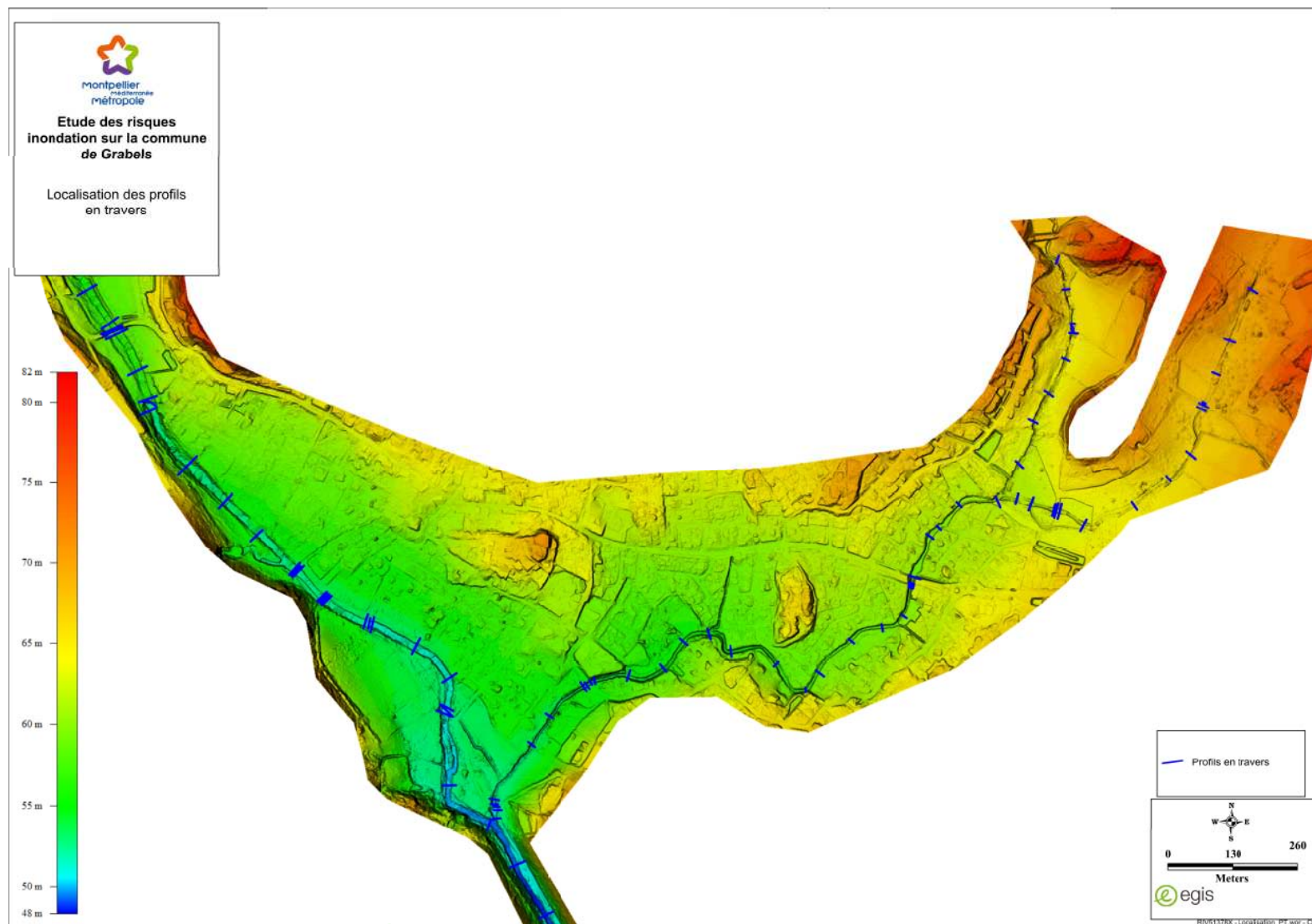


Figure 2 : Emprise des données topographiques (MNT)

Prestations d'études hydrauliques et hydrologiques relatives à la connaissance et à la prévision des risques d'inondations sur le territoire de la Métropole de Montpellier.

2.3 Données hydrauliques

Les données hydrauliques concernent :

- les zones inondables référencées aux PPRI
- les zones inondables de l'évènement d'octobre 2014
- les repères de crue

Les zones inondables des études PPRI :

Les zones inondables de l'étude PPRI ont été fournies par la métropole.

Les crues historiques :

Les PHE historiques fournies par la DDTM, sont repérées sur la figure ci-après. Il s'agit des cotes d'eau maximales.

- 1933
- 1976
- 1979

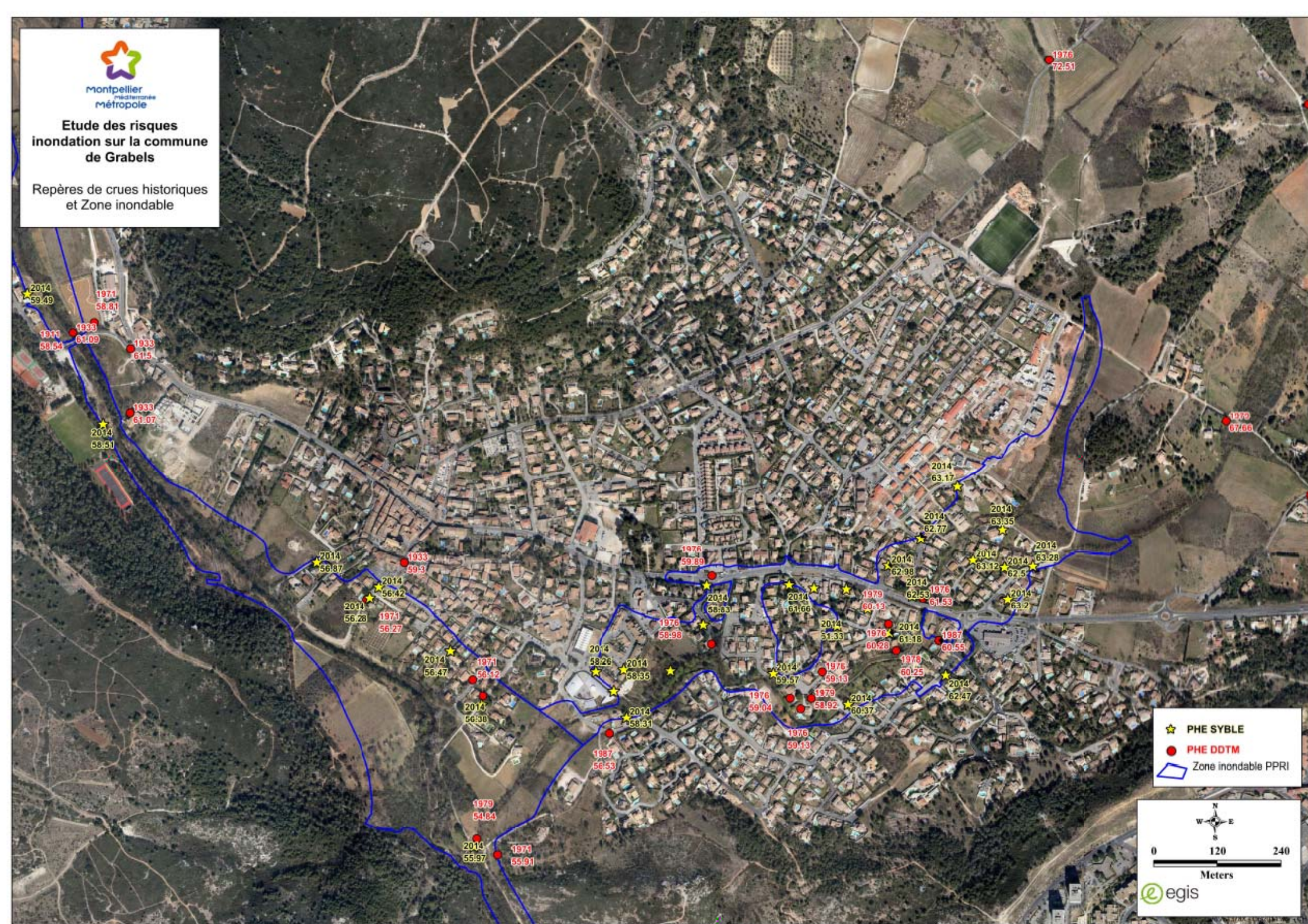
L'essentiel des repères concerne la crue de 1976, répartis sur tout le territoire.

Ils ont été complétés par les repères de crues d'octobre 2014 relevés par la DDTM à partir des enquêtes réalisées par le SYBLE.

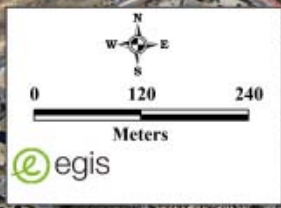


**Etude des risques
inondation sur la commune
de Grabels**

Repères de crues historiques
et Zone inondable

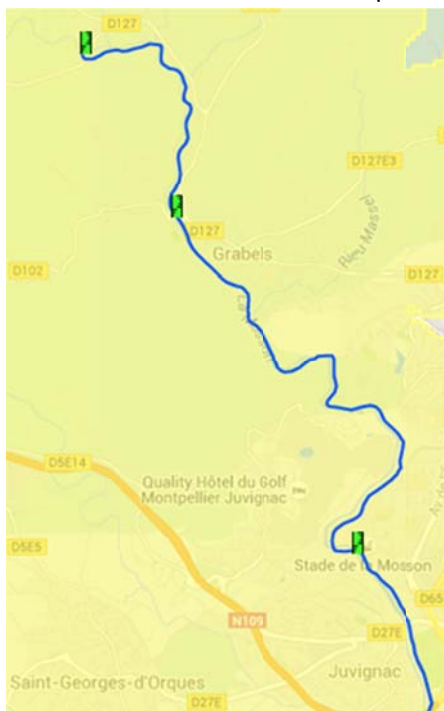


- ★ PHE SYBLE
- PHE DDTM
- Zone inondable PPRI



2.4 Stations hydrométriques

Sur le Rieumassès, aucune station hydrométrique n'est installée. Sur la Mosson, il existe plusieurs stations et notamment proches du secteur d'étude :



- Stade de la Mosson, en rive gauche sur le quai en amont du seuil de Caunelle,
- « le château » sur le parement aval de la RD102 à Grabels, Bel-Air,
- « Mont Redon », section naturelle du cours d'eau, RD127 - RD102 au Nord de Grabels, 300 m en aval de la confluence avec le Pézouillet.

Ces stations sont localisées sur le plan de situation ci-contre.

La station de Mont Redon depuis sa mise en place a connu de nombreux dysfonctionnements. Elle n'est d'ailleurs plus utilisée aujourd'hui par les services de lutte contre les inondations de la ville de Montpellier.

Seules les stations du Château à Grabels et du stade de la Mosson ont été conservées :

- La station du stade de la Mosson est située en aval de notre secteur d'étude et n'a pas fonctionné durant l'évènement d'Octobre 2014.
- La station du Château constitue l'amont de notre secteur d'étude. Ainsi pour les évènements de septembre et octobre 2014, les conditions limites sont issues des enregistrements de cette station.



Figure 4 : Photos de la station du château à Grabels

Prestations d'études hydrauliques et hydrologiques relatives à la connaissance et à la prévision des risques d'inondations sur le territoire de la Métropole de Montpellier.

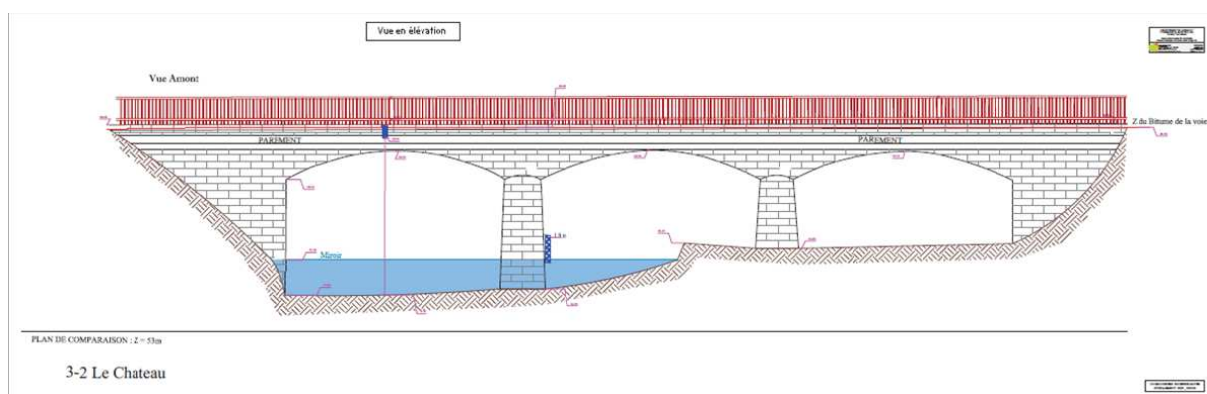


Figure 5 : profil en travers au droit de la station du château

La station est située sur le parement amont du pont de la D102. La courbe de tarage associée à cette station ne nous a pas été fournie. En conséquence, une courbe de tarage a été construite dans le cadre de cette étude à partir de la modélisation hydraulique, cependant aucun jaugeage ne permet de valider l'estimation faite. Le zéro de l'échelle a été estimé à 53.62m NGF.

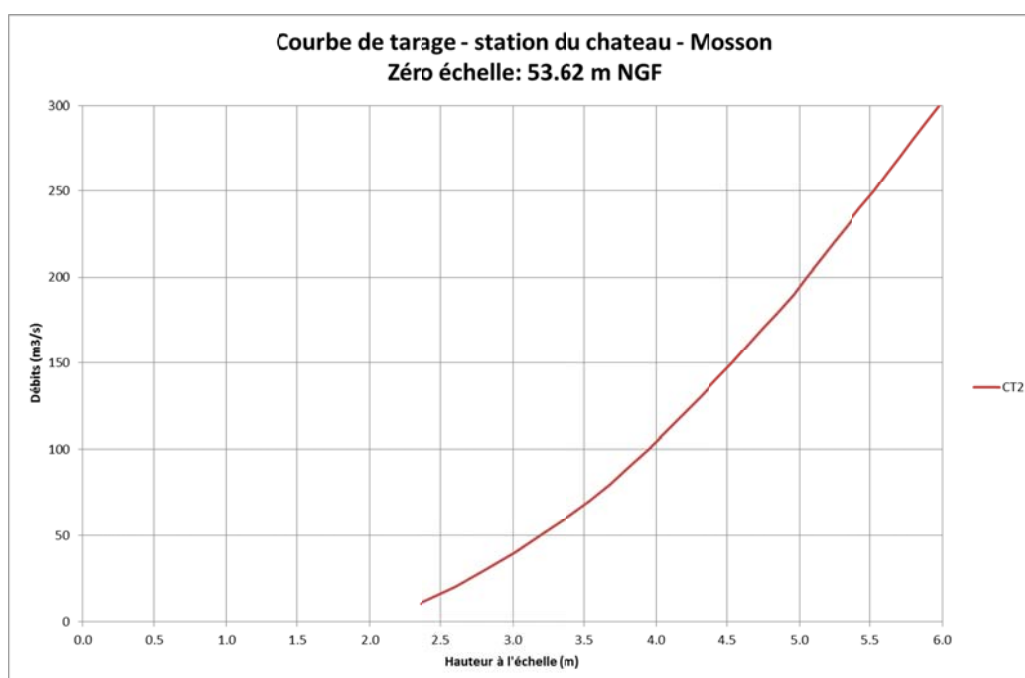


Figure 6 : Courbe de tarage estimée à la station hydrométrique du Château

2.5 Synthèse des données de pluies

Les précipitations de courtes durées constituent des données essentielles pour la prévision du comportement des petits bassins versants sensibles aux précipitations orageuses intenses. Le poste pluviométrique situé sur le bassin versant de la Mosson, disposant d'une longue période d'observation (51 années d'observation), est le poste de Montpellier Bel-Air:

	Montpellier Bel Air 1920-1971			
	hauteur (mm)			
Durée	5 ans	10 ans	50 ans	100 ans
15	19	22	33	36
30	27	34	52	57
60	39	48	72	82
120	53	67	101	116
360	82	101	151	174
720	100	121	178	209
1440	123	147	221	262

Tableau 1 : Quantiles de pluies, station de Montpellier Bel-Air (1920 – 1971)

Le poste pluviométrique de Montpellier Fréjorgues est situé à proximité et dispose d'une chronique d'environ 40 ans.

	Montpellier Fréjorgues 1957-2006					
	hauteur (mm)					
Durée	5 ans	10 ans	20 ans	30 ans	50 ans	100 ans
6	12.6	14.8	16.9	18.1	19.6	21.7
15	22.4	26.1	29.6	31.4	33.7	36.7
30	33.3	39.3	45	48.1	52	57.2
60	46.5	55.6	64.2	69.2	75.3	83.5
120	59.2	73.3	88.2	97.5	109.9	128
180	64.8	80.4	97.1	107.6	121.8	142.9
360	78.6	99.6	123.7	139.6	161.7	196.4
720	90.6	114.3	141.4	159.2	184.1	223
1440	107.1	132	158.9	175.8	198.8	232.9

Tableau 2 : Quantiles de pluies, station de Montpellier Fréjorgues (années 1957-2006)

La comparaison des quantiles de pluies entre la station de Montpellier Bel-Air et celle de Fréjorgues montre que pour les pluies de courtes durées, inférieures à 2h, les quantiles de la station de Fréjorgues sont plus importants.

Dans le cadre du doublement de l'A9 des ajustements statistiques ont été réalisés par INGEROP, sur les stations de Montpellier Fréjorgues (1957-2008) et Montpellier Bel-Air (1920-1971). Les valeurs retenues dans le cadre de cette étude correspondent aux quantiles calculés sur la station de Fréjorgues augmentés d'un rapport moyen de l'ordre de 1.14 correspondant au rapport de la pluie journalière Bel Air/Pluie journalière Fréjorgues.

	Données A9				
	Hauteur (mm)				
Durée	5 ans	10 ans	20 ans	50 ans	100 ans
6	15.4	17.5	20.0	22.7	24.7
15	26.0	29.7	34.1	38.4	42.5
30	38.6	44.2	50.9	57.2	64.1
60	57.4	65.8	76.1	85.3	96.7

120	68.8	86.8	104.5	127.0	145.7
180	75.8	95.6	115.0	147.2	171.2
360	89.5	112.7	135.5	187.8	224.4
720	105.6	132.8	159.7	207.7	244.0
1440	124.6	156.5	188.2	230.3	265.7

Tableau 3 : Quantiles de pluies, retenues dans le cadre de l'étude de l'A9

Les pluies de projet de période de retour (10 ans, 20 ans, 50 ans et 100 ans) construites dans le cadre de la présente étude s'appuient sur les données issues de l'étude du doublement de l'A9.

3. Etude hydrologique

3.1 Rieumassel

3.1.1 Caractéristiques du bassin versant du Rieumassel

Le Rieumassel, affluent rive gauche de la Mosson, s'étend sur un bassin versant de 5.3km². Il prend sa source au niveau de Valmaillargues au Nord-Est de Grabels et parcourt 3.5 km avant de rejoindre la Mosson

Son affluent principal, le Redonnel, s'étend sur une surface de 0.8km². La confluence est située en amont de la zone urbanisée de Grabels.

Le Rieumassel est un cours d'eau non pérenne soumis au régime méditerranéen (précipitations brutales et intenses et de longues périodes de sécheresse). La nature du bassin versant essentiellement marno-argileux, donc peu perméable, peut engendrer des débits de crues importants.

Par ailleurs, la partie urbanisée du bassin versant occupe environ 35% de la surface totale.

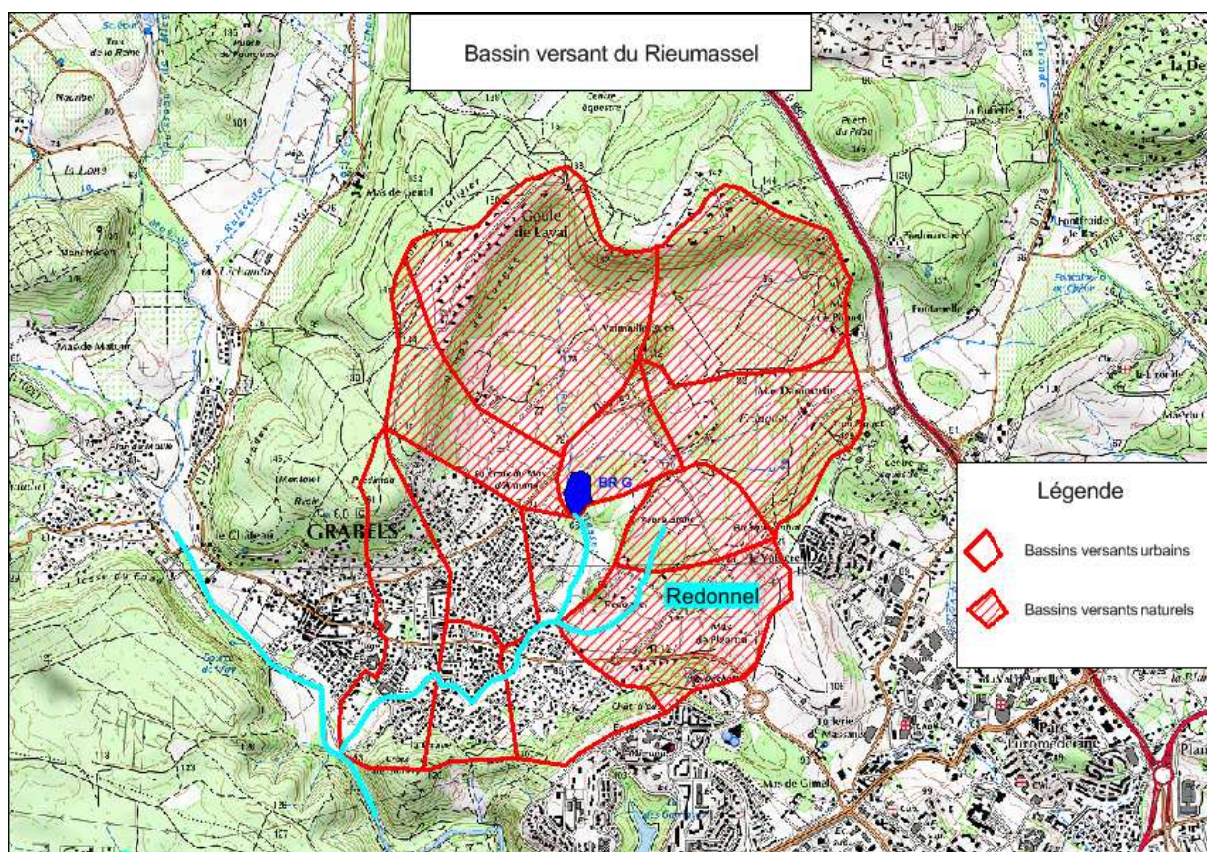


Figure 7 : Présentation du bassin versant du Rieumassel

3.1.2 Les études hydrologiques antérieures

3.1.2.1 Etude de protection contre les crues du Rieumassel (BCEOM – 1994)

Les débits issus de cette étude (provenant de l'étude initiale de 1991) sont les suivants :

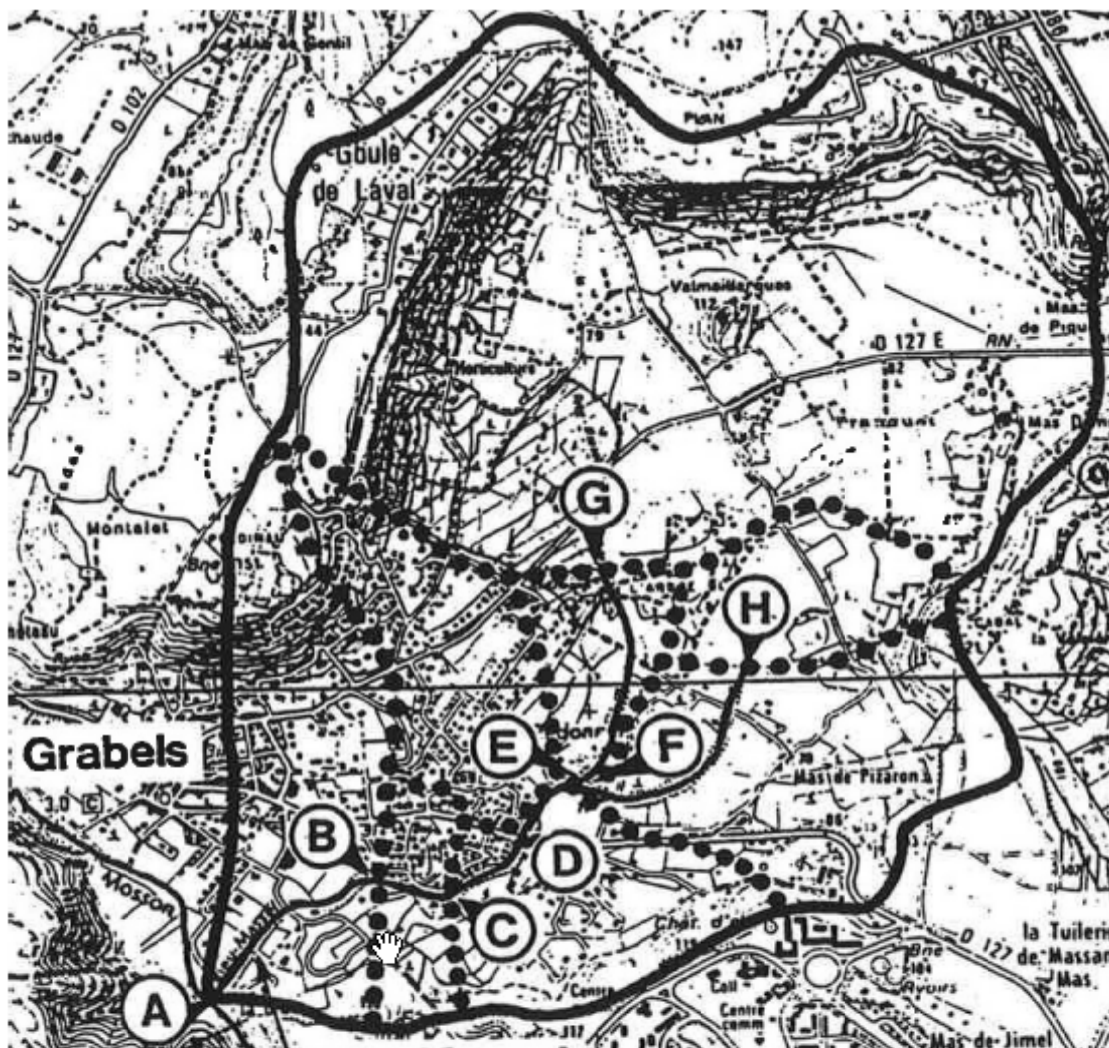


Tableau 1 : débits de crue du Rieumassel en état actuel

Points du réseau	A	B	C	D	E	F	G	H
Débit décennal (m3/s)	12	11	10	9	7	2	6	0.7
Débit centennal (m3/s)	28	25	23	21	16	5	15	1,60
Débit exceptionnel (m3/s)	74	67	61	56	42	12	39	4
Superficie du bassin versant (km2)	5,3	4,8	4,4	4,0	3	0,9	2,8	0,3

Figure 8 : extrait de l'étude BCEOM sur le Rieumassel

Pour le débit exceptionnel, le débit spécifique rapporté au bassin versant est de l'ordre de 14 m3/s/km².

3.1.2.2 Aménagement du Rieumassel contre les inondations (BRL-2004)

Les débits issus de cette étude ont été calculés à partir du logiciel CANOE. Les pluies de projet prises en compte sont de type Desbordes de durée totale 132 minutes et durée intense 6 minutes. Ces pluies ont été construites à partir des données à la station Montpellier Bel-Air et à la station de Montpellier Fréjorgues pour les courtes durées.

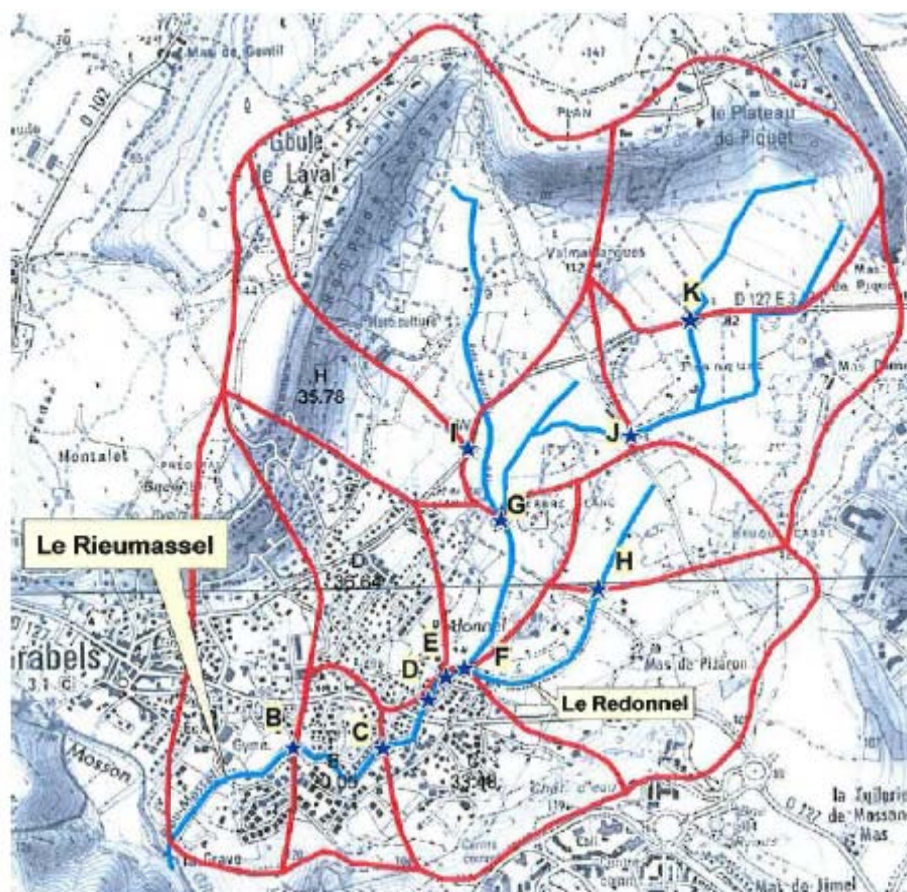


Tableau 5 : État actuel - Débits des crues à l'échelle du bassin versant (résultats de CANOE)

Point	Débit Q10 (m3/s)	Débit Q20 (m3/s)	Débit Q50 (m3/s)	Débit Q100 (m3/s)
D	11.8	17.4	24.4	29.6
E	9.1	13.4	18.7	22.7
F	2.4	3.6	5.1	6.2
G	8.6	12.7	17.7	21.5
H	1.0	1.5	2.1	2.6
I	2.2	3.3	4.7	5.8
J	4.1	6.0	8.3	10.0
K	2.9	4.2	5.8	7.0

Figure 9 : Extrait de l'étude BRL sur le Rieumassel

3.1.2.3 Comparaison des évaluations des débits de crue des études antérieures

Lors de l'évènement **d'octobre 2014** une estimation du débit de pointe sur le déversoir du bassin G a été effectuée par l'université d'Hydroscience de Montpellier à **44m³/s**. L'étude CEREMA estime ce débit à 49m³/s, en prenant en compte un débit supplémentaire de 5m³/s dans le pertuis de fuite.

Le tableau suivant indique les débits calculés dans les études antérieures au même point et les périodes de retour associées.

	BRL (sans aménagement)	BCEOM
10 ans	8.6	6
20 ans	12.7	
50 ans	17.7	
100 ans	21.5	15
exceptionnel		39

Tableau 4 : Comparaison des débits issus des études antérieures à l'aval du bassin G

3.2 La Mosson

3.2.1 Secteur d'étude

Dans le cadre de la présente étude, le tronçon de la Mosson étudié s'étend de l'amont de la commune de Grabels, au niveau de la station hydrométrique du Château jusqu'à l'aval de la confluence avec le Rieumassel, soit environ 1.75 km de linéaire.

Le bassin versant de la Mosson en amont de la commune de Grabels est de 142.8 km².

3.2.2 Caractéristiques du bassin versant

La Mosson présente, entre sa source et son exutoire dans le Lez, un bassin versant de 340 à 390 km², selon que l'on inclut ou non les zones karstifiées situées à l'amont du bassin (Ruisseau de l'Arnède).

Elle prend sa source sur la commune de Montarnaud à une altitude de 150 m NGF environ et parcourt 38 km avant de rejoindre le Lez et l'étang de l'Arnel.

Ses principaux affluents sont, dans la partie amont, la Garonne et le ruisseau de l'Arnède qui drainent la montagne de la Celette.

Dans la partie aval, l'affluent principal est le Coulazou, mais on note une forte augmentation des apports provenant essentiellement en rive droite, à l'amont de l'autoroute A9.

Dans ce secteur, en moins d'un kilomètre et demi, la Mosson se grossit des eaux du Lassédéron, du ruisseau de Brue, puis du Coulazou (soit près de 40 % de la surface totale du bassin).

Plus à l'aval, le cours de la Mosson est endigué, et la rivière ne reçoit plus guère d'apports latéraux si ce n'est, dans sa partie terminale, le ruisseau du Rieucoulon. La superficie de contribution totale aux débits de ruissellement est de 334 km².

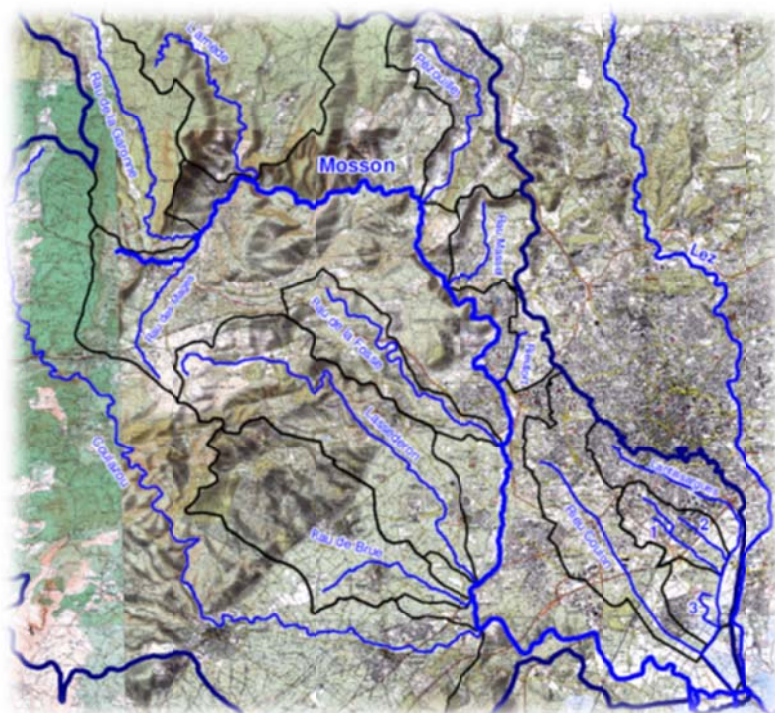


Figure 10: bassin versant de la Mosson

3.2.3 Etude hydrologique menée par INGEROP

Un extrait des études hydrologiques menées par INGEROP dans le cadre de « l'étude hydraulique du bassin versant de la Mosson – CAM -2011 » est présenté dans les paragraphes suivants.

INGEROP, dans le cadre de l'étude hydraulique du bassin versant de la Mosson a procédé à une modélisation pluie-débit sur le bassin versant de la Mosson.

Le modèle de transformation pluie débit a été réalisé avec le logiciel HEC-HMS, conçu par l'US Army Engineers Corps.

La mise en œuvre d'une modélisation de la relation pluie-débit permet de prendre en compte les différentes réponses hydrologiques des sous bassins élémentaires (fonctions de la taille, de l'occupation des sols, de la forme...) ainsi que leur combinaison. Elle permet une meilleure connaissance des hydrogrammes de crue en divers nœuds de calcul, résultant de l'addition et de la propagation des hydrogrammes élémentaires le long du réseau hydrographique.

Dans le cas présent, les données récoltées ont permis de valider les ordres de grandeur et de mettre en place un modèle calé sur des événements pluvieux observés (oct. à déc. 1994 et déc. 2003).

Les données hydrologiques utilisées sont issues de la station de la Lauze et du système d'alerte de crues mis en place par la Ville de Montpellier.

Les débits retenus en différents point du bassin versant sont résumés dans le tableau suivant :

	Modèle Pluie - Débit [Sols non saturés ; Sols saturés]		
	T10	T30	T100
Mosson à Grabels	92 m ³ /s [50 ; 135]	147m ³ /s [95 ; 200]	230m ³ /s[155 ; 300]
Mosson à Juvignac	110m ³ /s [60 ; 160]	175m ³ /s[110 ; 240]	265m ³ /s[185 ; 345]
Mosson à Lavérune/St Jean de Vedas/ Montpellier	130m ³ /s [65 ; 195]	190m ³ /s[120 ;260]	295m ³ /s [205; 380]
Ruisseau de la Fosse	15 m ³ /s [12 ; 18]	21 m ³ /s [15 ; 26]	30 m ³ /s [21 ; 39]
Rieumassel	14* m ³ /s [13 ; 15]	19* m ³ /s [18 ; 20]	25* m ³ /s [23 ; 27]

Tableau 5 : Estimation des débits (m3/s) sur le secteur d'étude (source Ingerop)

3.3 Analyse de l'évènement d'octobre 2014

3.3.1 Analyse de la pluviométrie

3.3.1.1 Commune de Grabels

L'analyse a été menée à partir des informations recueillies sur le terrain, des données fournies par Predict et des rapports d'expertise réalisés par le CEREMA et l'université d'HydroSciences Montpellier.

L'événement d'Octobre avec une intensité maximale dans la nuit du 6 au 7 octobre 2014 a été précédé des événements du 17 au 19 septembre et du 29 au 30 septembre 2014 est décrit de la manière suivante par Météo France :

« Un nouvel épisode de très fortes pluies a concerné une partie du département de l'Hérault dans la nuit du lundi 6 octobre 2014 au mardi 7. La station de Prades-le-Lez, à quelques kilomètres au nord de Montpellier, a mesuré 262 mm de précipitations (dont 223 mm* en 3h, 95 mm en une heure). Cela représente plus de 2 mois de pluie (normales 1981-2010). Ce cumul dépasse l'ancien record quotidien de précipitations de cette station ouverte en 1979, tous mois confondus.

De même, d'après les informations issues des données des radars météorologiques, un cumul de pluie du même ordre que celui de Prades-le-Lez aurait concerné l'ouest de l'agglomération, entre Grabels et Juvignac. »

La carte ci-après donne les cumuls pluviométriques fournis par Météo France et Prédicit.

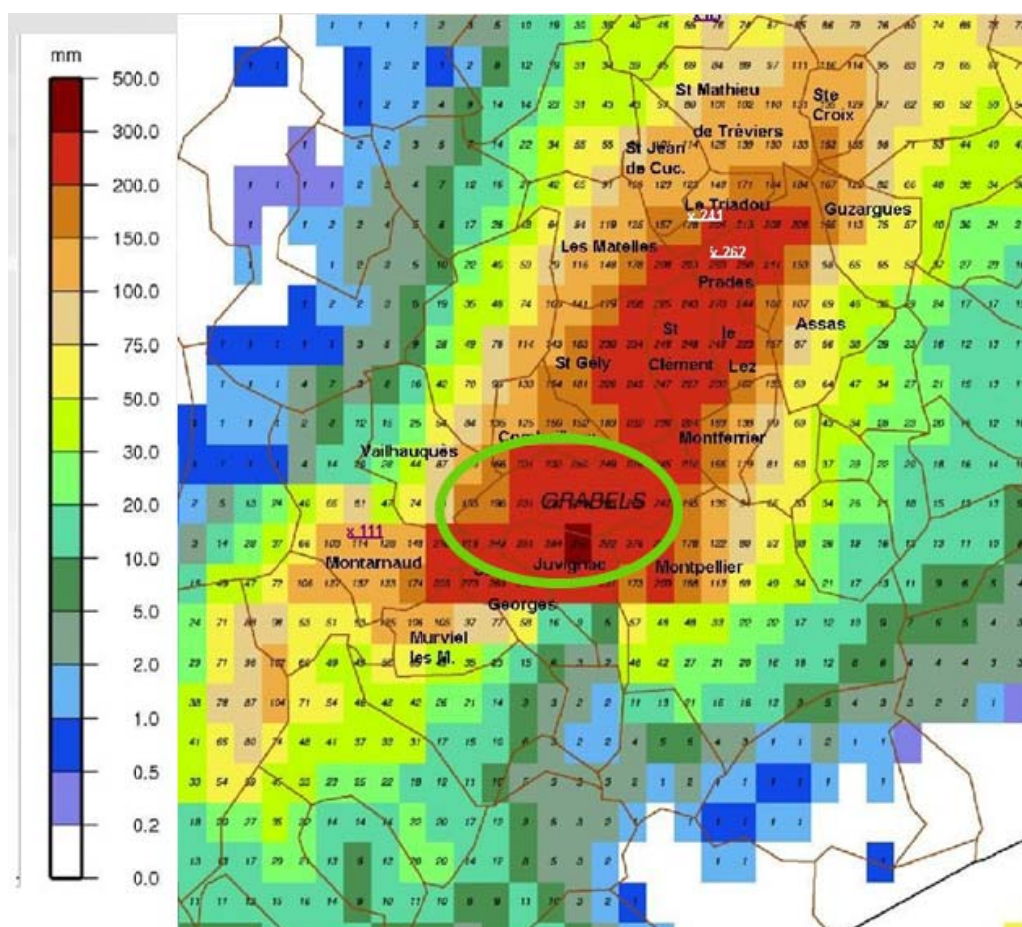


Figure 11 : Cumul pluviométrique du 6/10 à 20h au 7/03 à 3h – données Prédicit

Dans son rapport d'expertise, le CEREMA a analysé le cumul et la dynamique de la pluie sur le bassin du Rieumassel à partir :

- des lames d'eau radar ANTILOPE (recalées avec les pluviogrammes sol) au pas de temps 1h
- des lames d'eau PANTHERE au pas de temps 5 minutes.

Les graphiques suivants sont issus de ce rapport :

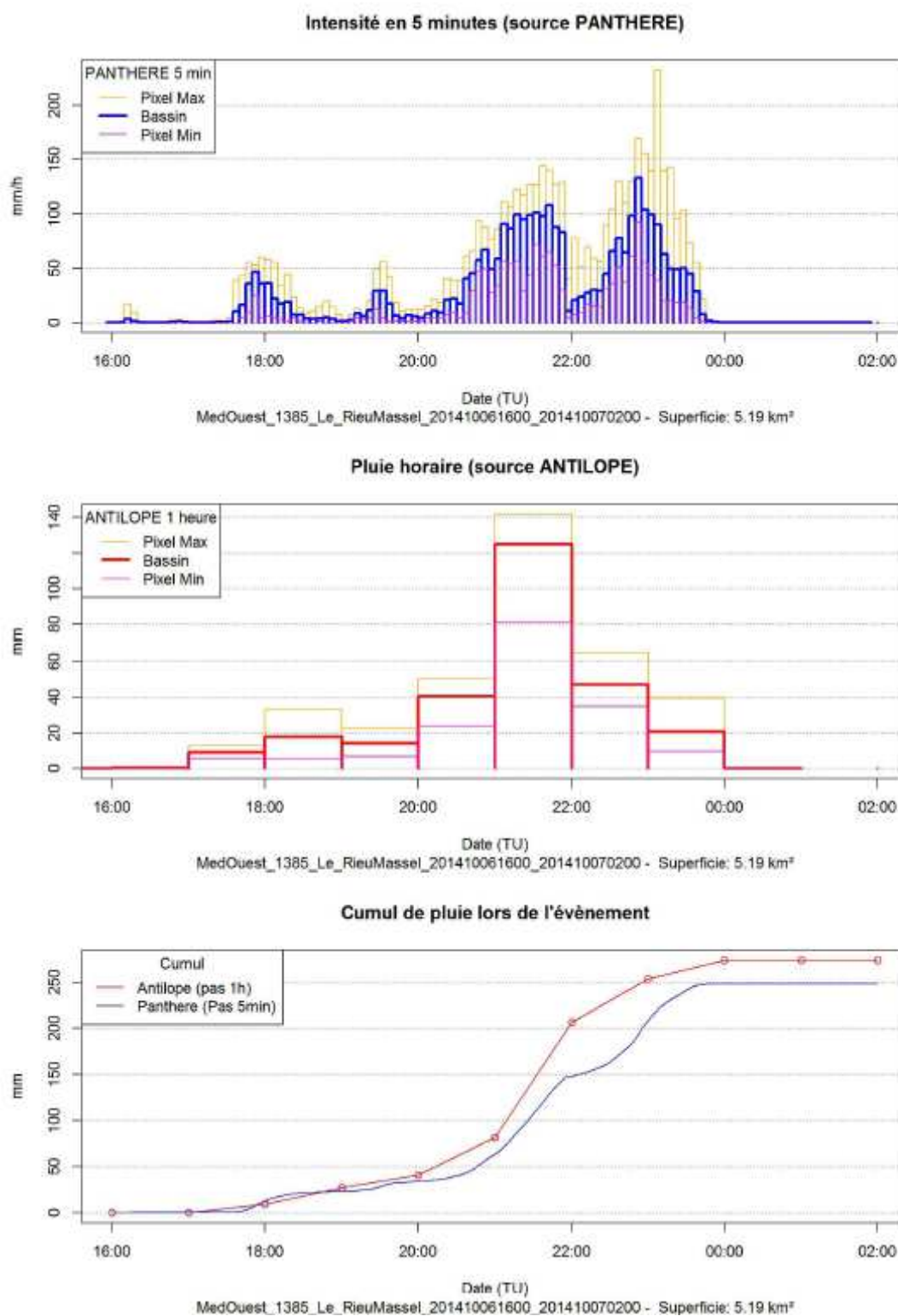


Figure 12 : Analyse pluie – ANTILOPE/PANTHERE - Rieumassel (source CEREMA)

L'évènement présente 2 pics de pluie entre 20h et 22h pour le premier et 22h et 24h pour le second (UTC) avec un cumul de l'ordre de 250 mm.

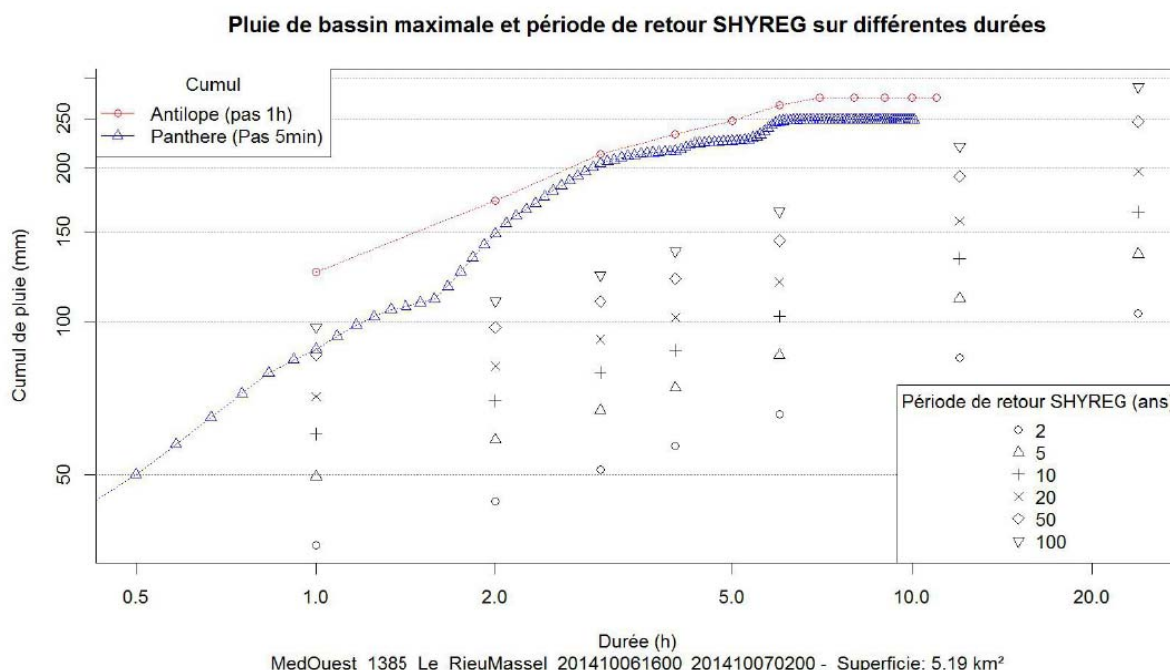


Figure 13 : Qualification de l'événement pluvieux sur le Rieumassel

La qualification pluviométrique de l'événement pluvieux a été réalisée en comparant les cumuls maximums sur différentes durées avec la base de données SHYREG Pluie développée par Météo France et IRSTEA.

Cette base de données permet d'avoir pour différentes périodes de retour le cumul de pluie sur divers pas de temps.

L'illustration ci-dessus montre pour les différentes durées en abscisse et les cumuls Antilope et Panthère. Ils sont à comparer aux valeurs des pluies SHYREG (non abattues).

Sans aucun abattement de SHYREG, les pluies de bassins sont déjà supérieures aux périodes de retour 100 ans (sauf Panthère 1 h) pour les durées allant de 1 heure à 24 heures.

La qualification de l'épisode pluvieux sur le Rieumassel est considérée comme **supérieure à un événement centennal**.

Par ailleurs, le rapport d'expertise de l'université d'HydroSciences de Montpellier fourni les pluies radar OHM-CV, qui correspond à une réanalyse de la pluie radar, avec un facteur de correction variable dans l'espace, interpolé par krigeage au pas de temps 1h.

D'après le traitement OHM-CV, les cumuls sont de l'ordre de 280mm sur la commune de Grabels.

Les graphiques suivants présentent les données fournies par les pluies radar OHM-CV et Predict sur le bassin versant du Rieumassel.

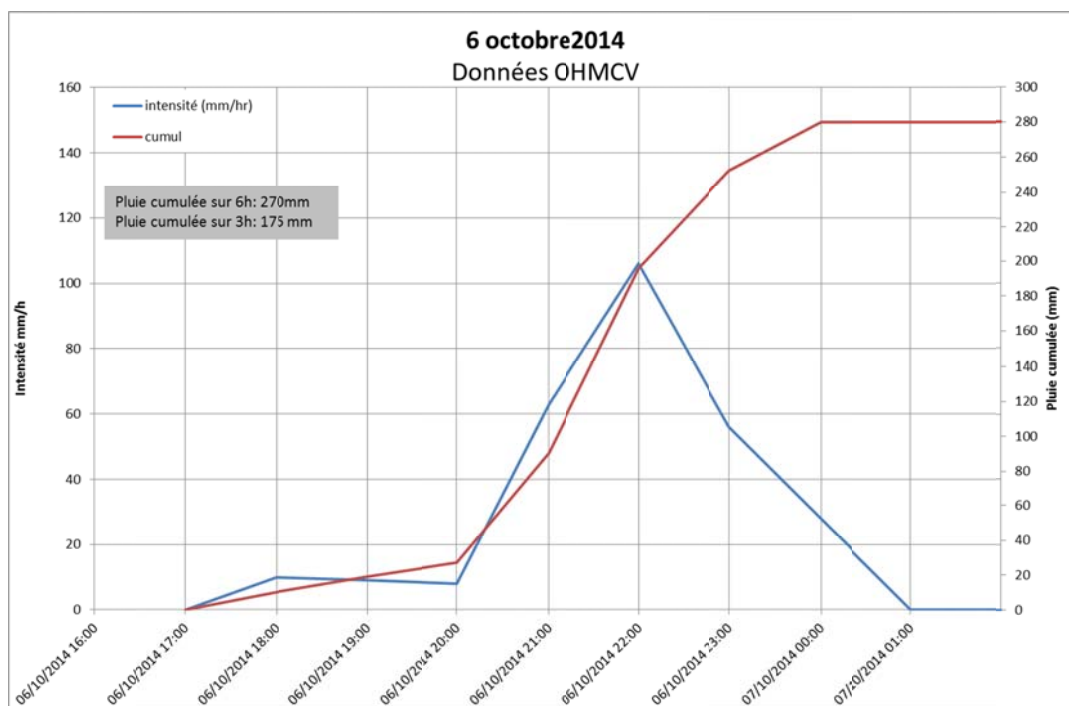
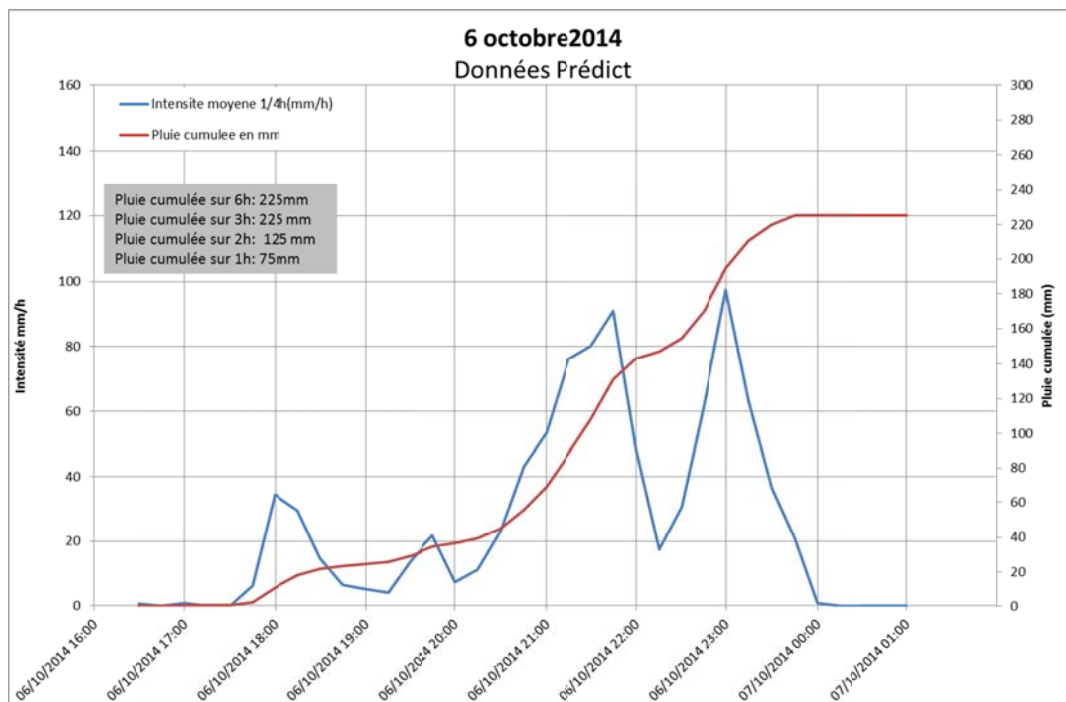


Figure 14 : Analyse pluie – Predict /OHMCV

A partir des ajustements statistiques réalisés dans le cadre du doublement de l'A9, une comparaison de l'ensemble des données recueillies a été réalisée et est présentée ci-dessous.

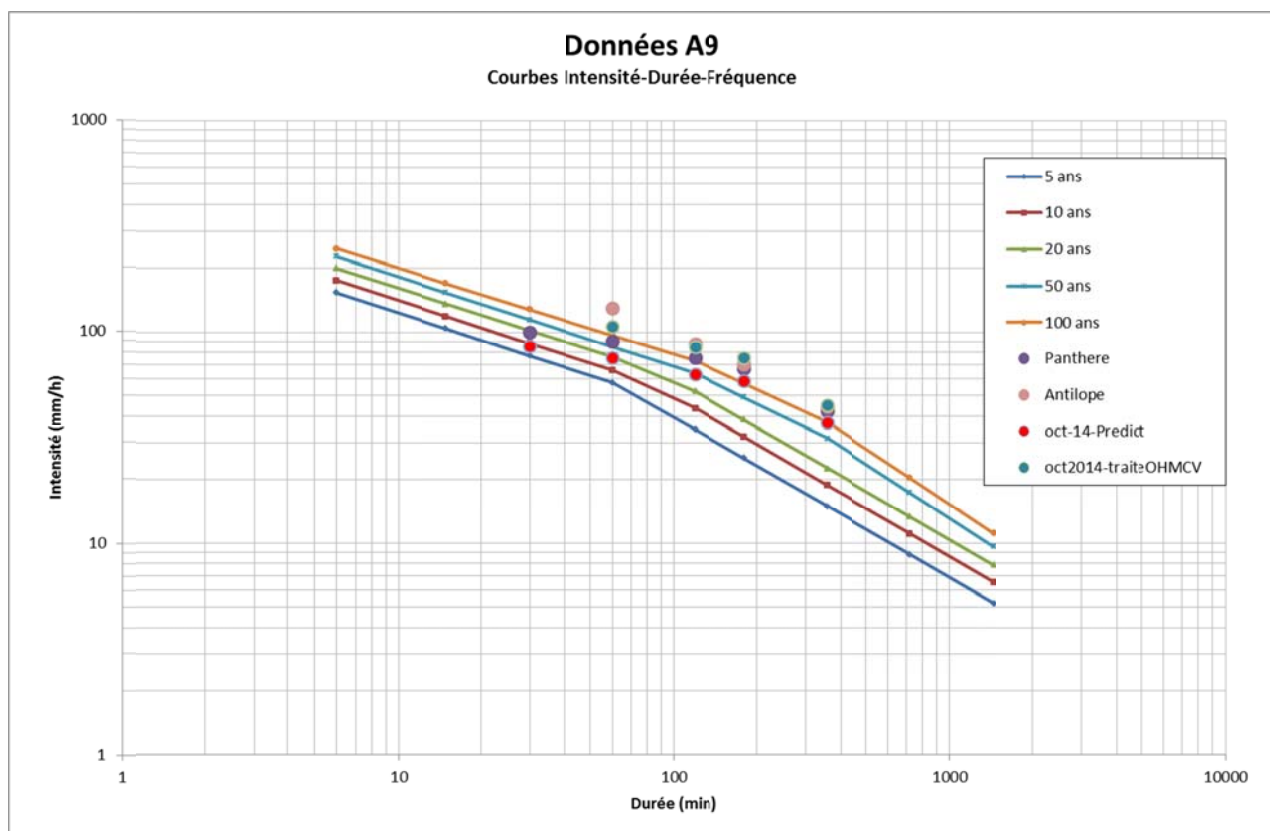


Figure 15 : Comparaison des cumuls intensité pour différentes durées et différentes sources

On observe que les pluies de bassin sont supérieures aux périodes de retour 100 ans pour l'ensemble des pluies de bassin quelle que soit leur source à partir de la durée 3h.

- Les données radar traitées (OHMCV et Antilope) présentent des périodes de retour supérieures à 100 ans dès la durée 1h.
- Les données PANTHERE présentent des périodes de retour inférieures à 100 ans pour les durée inférieures à 2h, de l'ordre de 100 ans pour la durée 2h et supérieures à 100 ans pour les durées plus longues.
- Les données Predict présentent des périodes de retour inférieures ou égales à 100 ans pour les durée jusqu'à 3h, de l'ordre de 100 ans pour la durée 6h.

3.3.1.2 Bassin versant de la Mosson

Dans son rapport d'expertise, le CEREMA a analysé le cumul et la dynamique de la pluie sur le bassin du Rieumassel à partir des lames d'eau radar ANTILOPE (recalées avec les pluviogrammes sol) au pas de temps 1h et des lames d'eau PANTHERE au pas de temps 5 minutes.

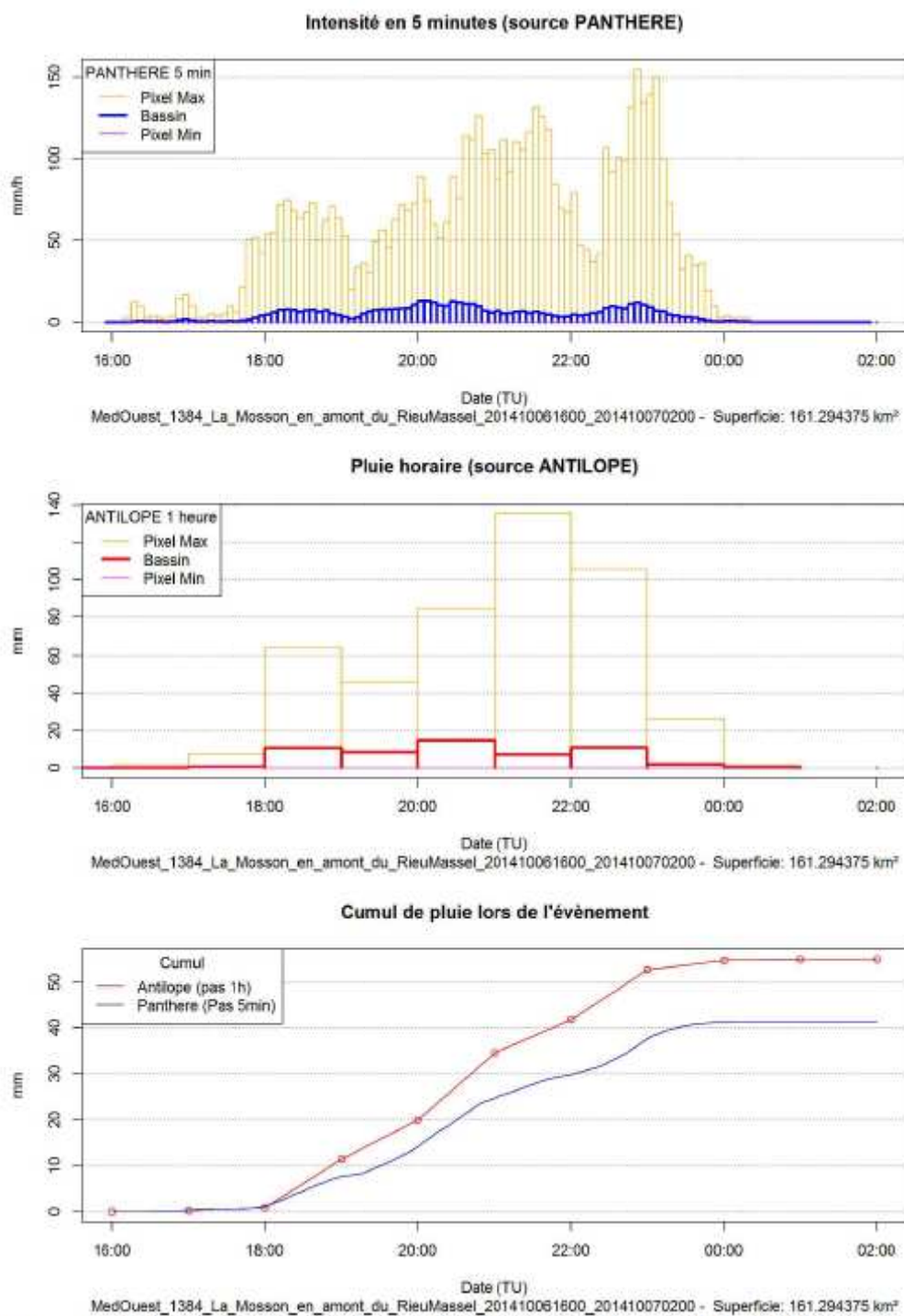


Figure 16 : Analyse pluie – ANTILOPE/PANTHERE - MOsson (source CEREMA)

Sur le bassin versant de la Mosson en amont de Grabels, on observe une pluie très hétérogène, avec un cumul moyen de 55mm beaucoup plus faible que les cumuls observés sur le bassin versant du Rieumassel de l'ordre de 250mm.

3.3.2 Estimation des débits aux stations hydrométriques

Les enregistrements réalisés lors des événements pluvieux de Septembre et Octobre 2014 sont présentés ci-dessous.

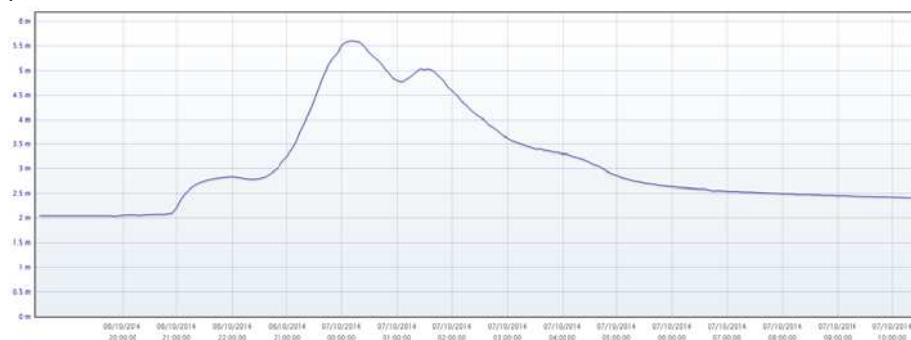


Figure 17 : Limnigramme Octobre 2014 – station Château

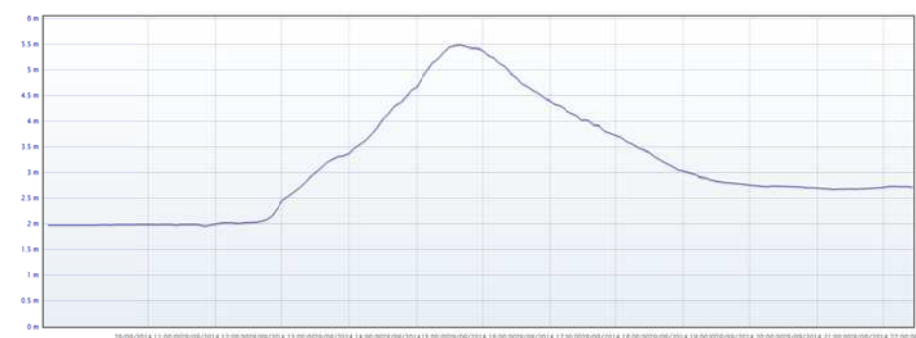


Figure 18 : Limnigramme Septembre 2014 – station Château

Les niveaux observés à la station sont de l'ordre de 5.5m pour les deux événements et les débits ont été évalués à 250m³/s.

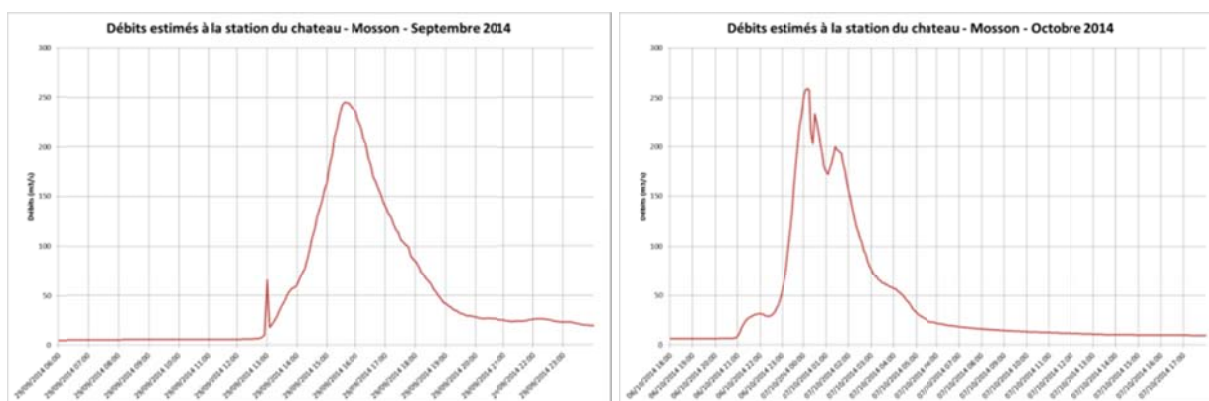


Figure 19 : Estimation des débits à la station du château

3.3.3 Données PHE

Suite aux événements du 7 octobre 2017, des enquêtes de terrain ont été réalisés par le SYBLE et la DDTM.

Les PHE et la zone inondées ont été relevées et sont présentées sur la carte suivante.

ETUDE DES RISQUES INONDATIONS
DE LA MOSSON ET DU RIEUMASSEL
SUR LA COMMUNE DE GRABELS

Cartographie Zone Inondable
octobre 2014

LEGENDE

Zone inondable

06-07/10/2014

PHE

62.47 Côte (en MNGF)



0 50 100 150 200 Mètres

3.4 Modélisation Hydrologique

Dans le cadre de l'étude en cours, un modèle hydrologique a été établi sur la globalité du bassin versant du Rieumassel ainsi que sur les apports de la Mosson sur le tronçon étudié.

3.4.1 Découpage en bassins versants

Le découpage en bassins versants a été réalisé à partir des éléments suivants :

- Courbes de niveau du Scan25 IGN,
- MNT fourni par la Métropole de Montpellier
- Plans des réseaux d'assainissement pluvial issus des études antérieures,
- Reconnaissances de terrain.

Les sous bassins versants ainsi définis sont représentés sur la figure ci-après.

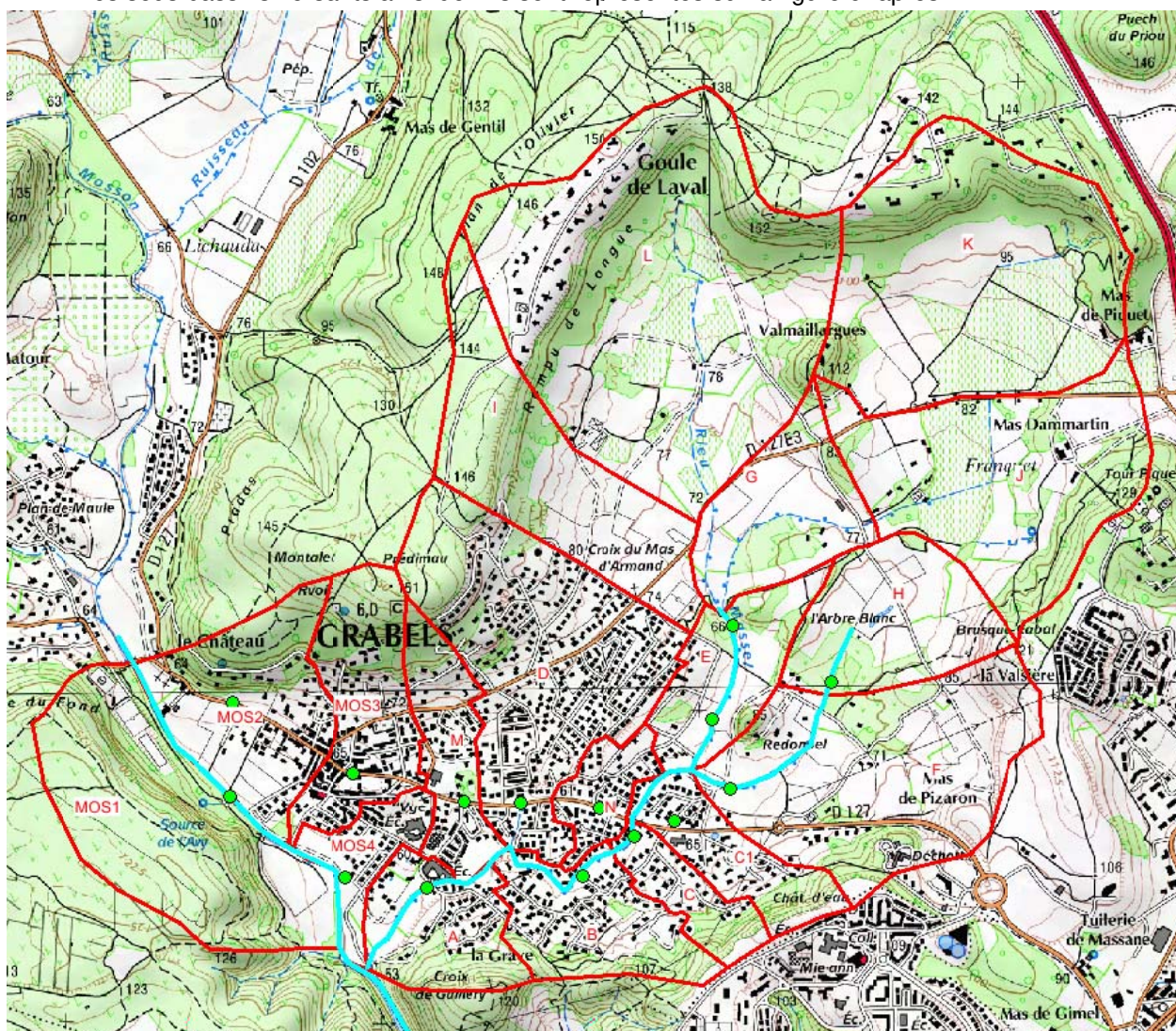


Figure 21 : Découpage en bassin versant sur la commune de Grabels

Les caractéristiques des bassins versants sont synthétisées dans le tableau page suivante :

Nom	Surface (ha)	Pente (m/m)	Longueur (m)	Coefficient de ruissellement
A	17.6	0.095	300	0.6
B	20.4	0.068	280	0.7
C	9.1	0.068	560	0.7
C1	14.2	0.068	550	0.8
D	54.7	0.05	1100	0.8
E	18.0	0.019	415	rural
F	53.2	0.039	810	rural
G	22.3	0.019	610	rural
H	25.3	0.022	620	rural
I	37.5	0.058	715	rural
J	51.0	0.014	573	rural
K	68.5	0.04	810	rural
L	101.3	0.032	1247	rural
M	14.9	0.072	580	0.8
N	8.0	0.04	130	0.8
MOS1	46.4	0.002	500	rural
MOS2	29.1	0.071	725	0.6
MOS3	22.8	0.059	850	0.8
MOS4	9.4	0.027	315	0.8

Tableau 6 : caractéristiques des bassins versants

Pour les bassins versants ruraux la méthode SCS a été utilisée. Le paramètre S, capacité d'infiltration maximale du sol en début d'épisode dépendant de l'état d'humidité initiale du sol, a été calé à partir du débit estimé à l'aval du bassin de rétention G. Pour les bassins versants du piémont méditerranéen, S peut varier de 50 à 300mm dans les conditions extrêmes d'humidité ou de sécheresse.

3.4.2 Caractéristiques des bassins de rétention

Il existe actuellement sur la commune de Grabels un bassin de rétention, dénommé « le bassin G » ou « Arbre-Blanc », et 3 bassins de rétention prévus dans la cadre de l'étude d'aménagement du Rieumassel contre les inondations (BRL 2004). Ces bassins sont les bassins I, J et K.

La localisation de ces bassins est présentée sur la carte suivante.

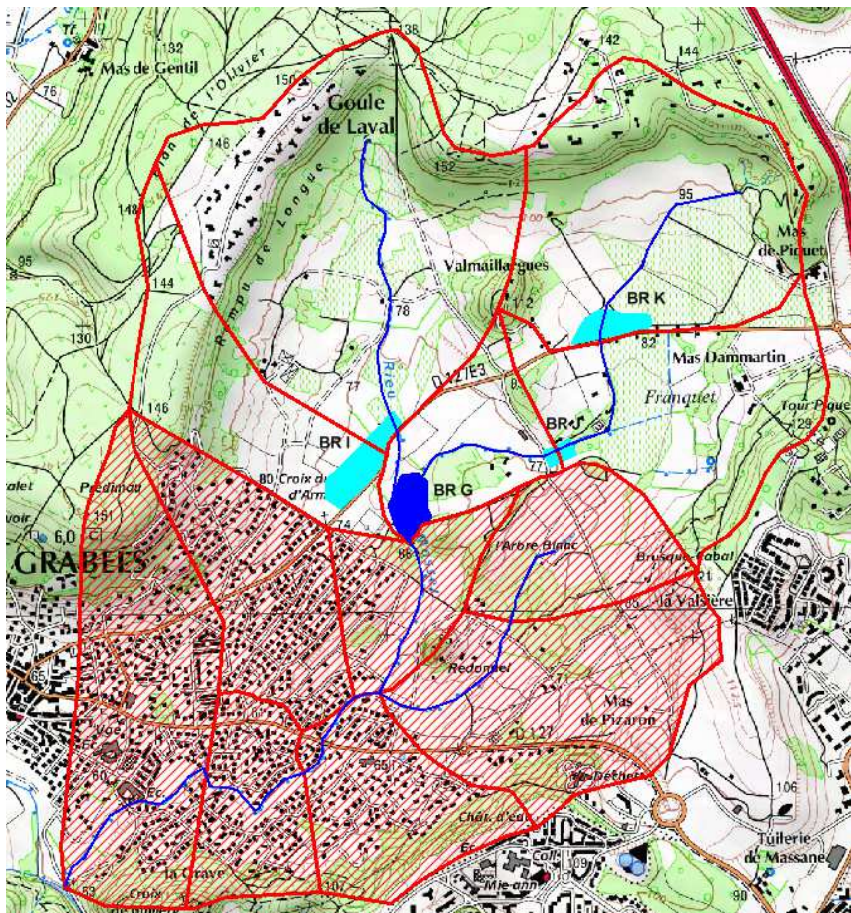


Figure 22 : Localisation des bassins de rétention prévus et existant

Le bassin G contrôle un bassin versant de 2.8 km² et possède une capacité de 25700 m³. Il est équipé à sa base d'un orifice circulaire de diamètre 1.2m fixé à la cote 66.4 m NGF. Le déversoir de sécurité d'une largeur de 40m en base est calé à la cote 70 m NGF
L'emprise du bassin de rétention à la cote 70m NGF est la suivante :

La courbe hauteur – surface prise en compte dans le modèle hydrologique et le profil en long du déversoir sont issus du MNT datant de juillet 2013 (cf. annexe).

Les caractéristiques des trois bassins prévus sont issues des dossiers d'autorisation.

- Volume: 25 000m³
- Pertuis de fuite : Ø 1000
- Déversoir : 110 m

- Volume: 19 000m³
- Pertuis de fuite : Ø 1000
- Déversoir : 30m

- Volume: 29 000m³
- Pertuis de fuite : Ø 1000
- Déversoir : 25 m

3.4.3 Calage du modèle hydrologique

3.4.3.1 Evènement de septembre 2014

Les données de pluies radar ont été récupérées auprès de Prédicit.

Les informations récupérées pour l'évènement de septembre 2014 au niveau du bassin G montrent qu'il n'y a pas eu de déversement, mais le bassin était en limite de débordement. Afin de caler le modèle hydrologique au niveau du bassin G, le paramètre S a été fixé à 200mm, correspondant à des conditions de sols non saturés.



Figure 23 : Laisse de crue sur le déversoir après l'évènement du 29 septembre.

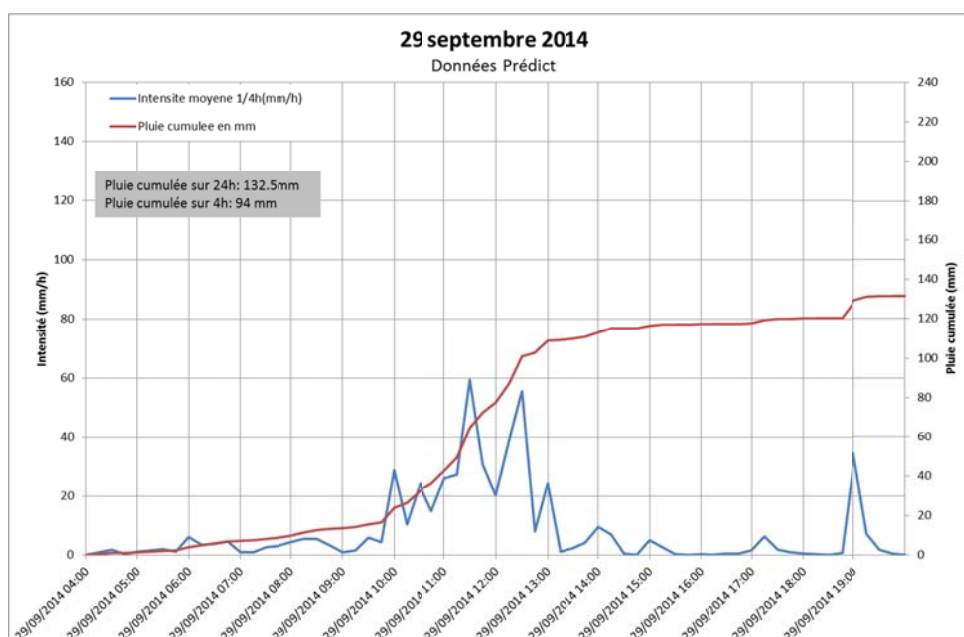


Figure 24 : Pluie de Septembre 2014

3.4.3.2 Evènement d'octobre 2014

L'analyse de la pluviométrie de l'évènement d'octobre 2014 a montré des variations en cumul et intensité en fonction de la méthode de recalage utilisée.

La pluie d'octobre 2014 simulée dans la modélisation hydrologique est une pluie interpolée à partir des données radar Predict et des données radar OHMCV. Elle est présentée dans les graphiques suivants :

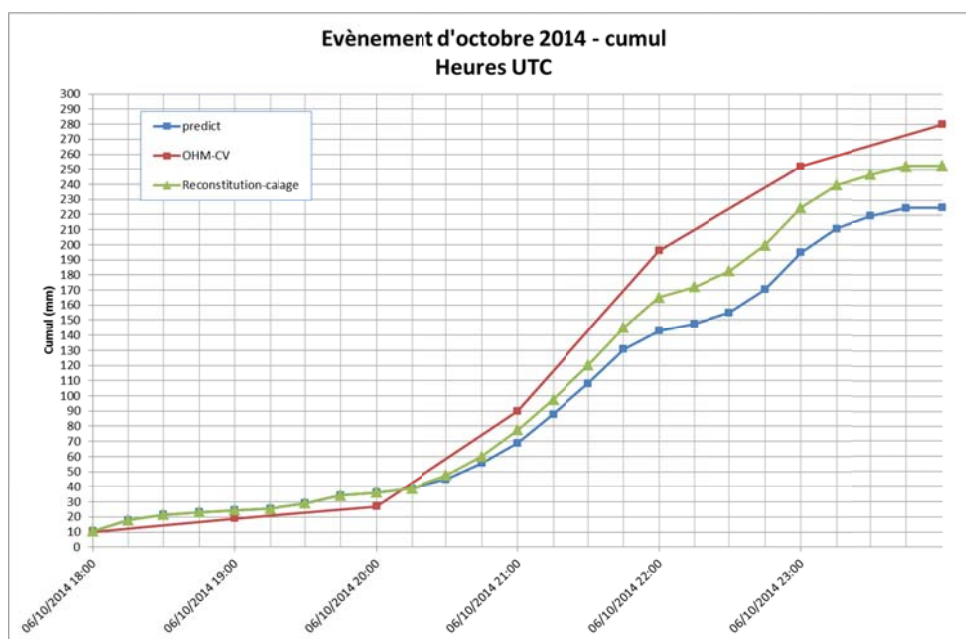


Figure 25 : Pluie reconstituée pour le calage - Cumul de l'évènement 2014

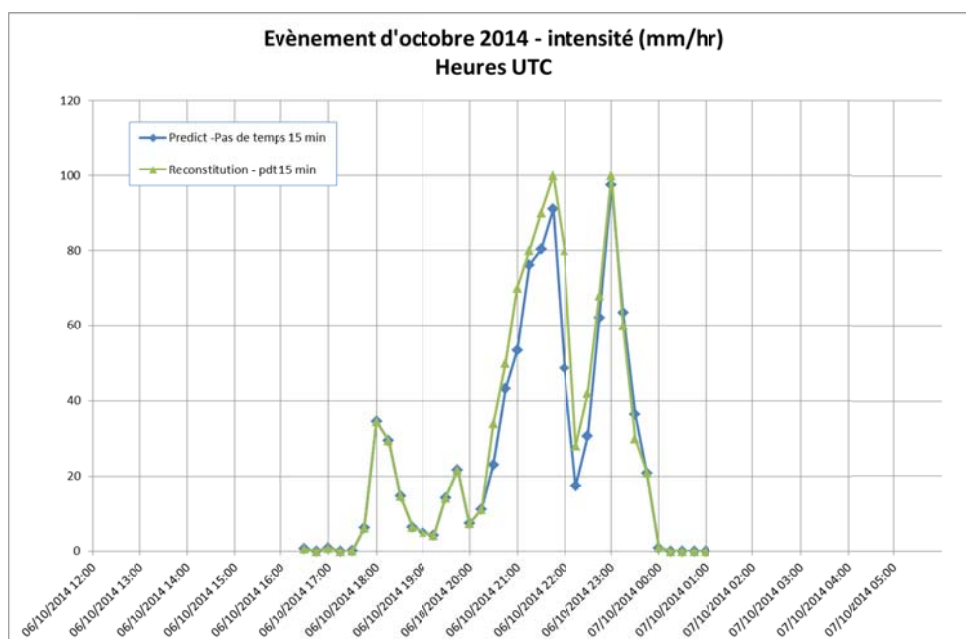


Figure 26 : Pluie reconstituée pour le calage - Intensité de l'évènement 2014

Cet évènement a été précédé de deux évènements importants en septembre qui ont eu tendance à saturer les sols.

Le calage porte sur le débit à l'aval du bassin G estimé dans les études CEREMA et Hydrosiences de Montpellier, soit entre 45m³/s et 49m³/s.

- Pour une valeur de S=100 mm, le débit à l'aval du bassin G a été calculé à 47m³/s.
- Pour une valeur de S=150 mm, le débit à l'aval du bassin G a été calculé à 43m³/s.
- Pour une valeur de S=200 mm, le débit à l'aval du bassin G a été calculé à 38m³/s.

Le paramètre S a été calé à 100mm pour l'évènement d'octobre 2014.

3.4.3.3 Evènement de Novembre 2014

Lors de l'évènement du 27-28 novembre 2014, le bassin G a déversé sans créer de dégâts sur la commune de Grabels. Les données radar Prédict ont été récupérées et simulées. Pour cet évènement le paramètre S a été calé à 90mm.

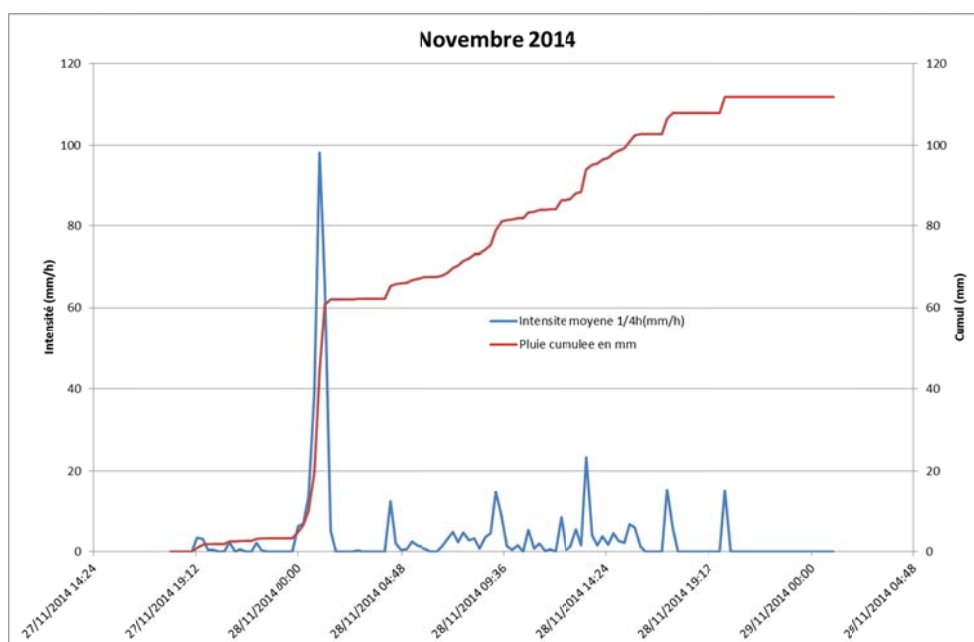


Figure 27 : Pluie de Novembre 2014

3.4.3.4 Estimation des débits par bassin versant

Le tableau suivant présente les débits estimés par bassin versant et le débit spécifique associé pour les 3 évènements modélisés.

	Débit de pointe (m3/s) - débit spécifique (m3/skm ²) par bassin versant					
Nom	Evènement octobre 2014		Evènement septembre 2014		Evènement Novembre 2014	
A	2.9	16.4	1.6	9.0	2.7	15.3
B	3.9	19.2	2.1	10.5	3.6	17.8
C	1.8	19.3	1.0	10.6	1.6	18.0
C1	3.1	21.9	1.7	12.1	2.9	20.5
D	11.9	21.7	6.1	11.2	10.5	19.1
E	3.3	18.3	0.8	4.6	1.6	8.7
F	9.7	18.1	2.4	4.6	4.5	8.5
G	4.0	17.9	1.0	4.5	1.8	8.3
H	4.6	18.0	1.1	4.5	2.1	8.4
I	7.1	19.0	1.9	5.0	3.5	9.4
J	8.7	17.1	2.1	4.0	3.7	7.2
K	12.3	18.0	3.1	4.5	5.7	8.4
L	17.5	17.3	4.2	4.1	7.6	7.5
M	3.3	22.0	1.8	12.2	3.1	20.6
N	1.8	22.0	1.0	12.3	1.7	20.7
MOS1	6.8	14.7	1.3	2.8	2.2	4.6
MOS2	4.7	16.3	2.5	8.5	4.2	14.5
MOS3	5.0	21.8	2.7	11.7	4.6	20.0
MOS4	2.1	21.9	1.1	11.8	1.9	20.1

Tableau 7 : Estimation des débits par bassin versant – Rieumassel

Sur le bassin du Rieumassel, on observe pour l'évènement d'octobre 2014 des apports urbains de l'ordre de 29 m3/s.

Les débits spécifiques générés pour cet évènement sont importants jusqu'à 22m3/s/km² dans les zones urbaines et jusqu'à 19 m3/s/km² dans les zones naturelles (*grisées dans le tableau*).

Les débits spécifiques évalués pour Septembre et Novembre 2014 sont beaucoup plus faibles en accord avec les observations réalisées sur le terrain.

3.4.4 Modélisation des pluies de projet

Les pluies de projet ont été construites à partir des ajustements statistiques réalisés dans le cadre de l'étude du doublement de l'A9. Ce sont des pluies 24h à pas de temps 15 minutes de type Kiefer, c'est-à-dire ayant la même période de retour pour toutes les durées.

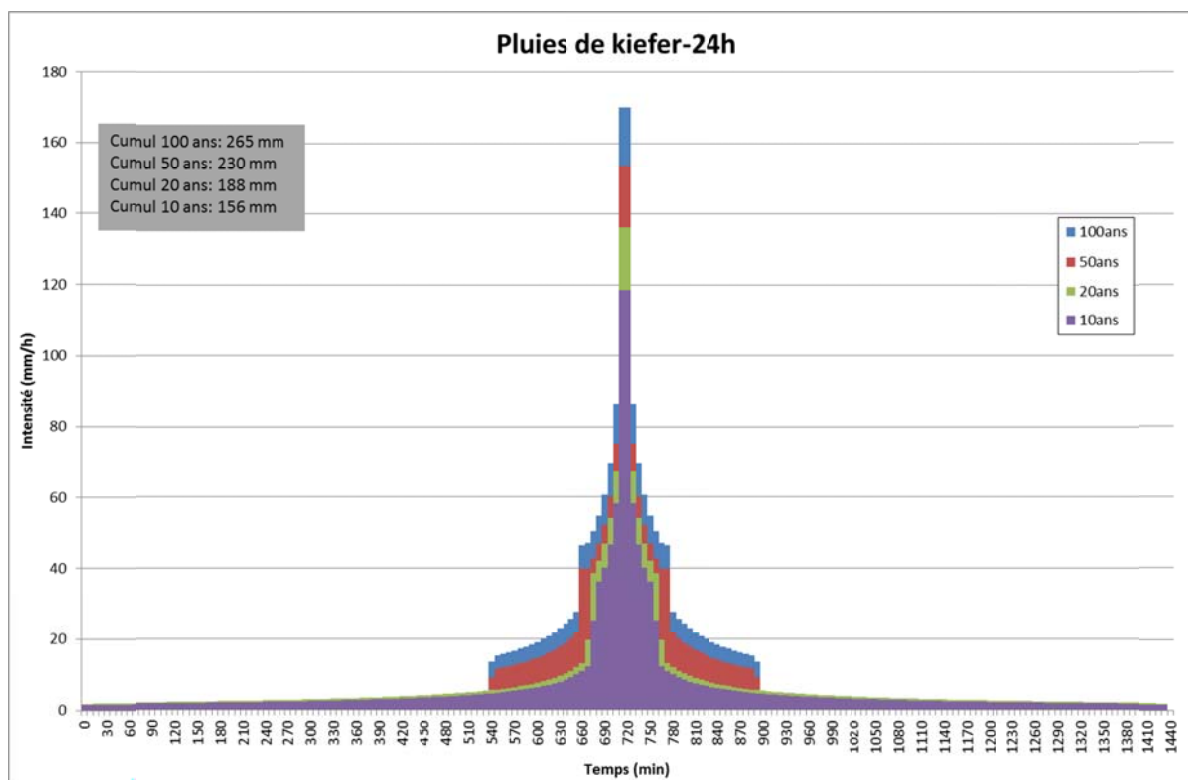


Figure 28 : Pluies de projet de type Kiefer

Le paramètre S, soit la capacité d'infiltration maximale du sol en début d'épisode, a été fixé à :

- S=150mm pour les simulations des pluies de projet 100ans et 50 ans
- et S=200mm pour les simulations des pluies de projet 20ans et 10 ans

Le tableau suivant présente les résultats de débit de pointe par bassin versant.

	Débit de pointe (m3/s) par bassin versant			
Nom	Kieffer - 100ans	Kieffer - 50ans	Kieffer - 20ans	Kieffer - 10ans
A	4.4	3.9	3.5	3.0
B	5.9	5.3	4.7	4.1
C	2.7	2.4	2.1	1.8
C1	4.8	4.3	3.8	3.3
D	16.6	14.8	13.1	11.3
E	3.1	2.6	1.6	1.2
F	9.1	7.4	4.6	3.4
G	3.7	3.0	1.9	1.4
H	4.3	3.5	2.2	1.6
I	7.1	5.8	3.7	2.7
J	7.5	6.1	3.8	2.8
K	11.5	9.4	5.9	4.3
L	15.3	12.5	7.8	5.7
M	5.1	4.5	4.0	3.5
N	2.8	2.5	2.2	1.9
MOS1	4.9	3.9	2.5	1.8
MOS2	6.7	6.0	5.3	4.6
MOS3	7.4	6.6	5.8	5.1
MOS4	3.1	2.7	2.4	2.1

Figure 29 : Résultats de la modélisation pour les pluies de projet Kieffer

Une estimation des débits a également été établie en différents points du secteur de Grabels.

Remarque :

La modélisation hydrologique comptabilise la totalité des débits sans prise en compte des écrêtements liés aux débordements du Rieumassel et des apports pluviaux.

La carte suivante présente la localisation des points où ont été estimés les débits de pointe :

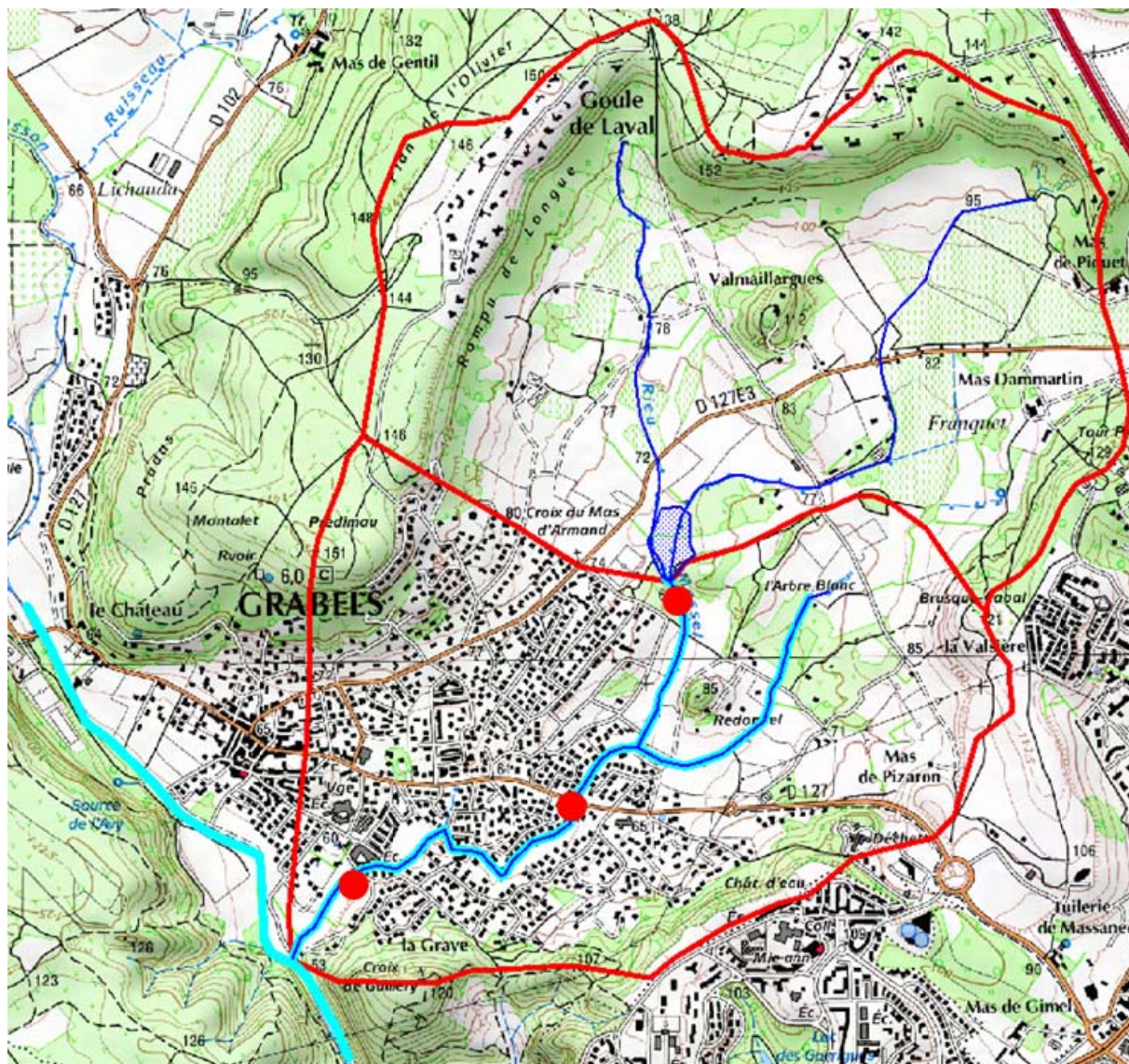


Figure 30 : Localisation des estimations de débits

Les débits de pointe sont largement plus forts que les débits estimés dans les études antérieures. On observe que les débits estimés dans l'étude de BRL pour la période de retour 100ans correspondent avec les paramètres de calage de la présente étude à une période de retour 20ans.

En s'appuyant sur les débits de pointe générés par les pluies de projets, l'évènement d'octobre 2014 peut être caractérisé comme un évènement de période de retour légèrement supérieur à 100 ans. Par contre, le volume généré par la pluie d'octobre 2014 est largement supérieur à un évènement centennal de même durée.

Les évènements de septembre et novembre 2014 sont inférieurs à la période de retour 10ans et décembre 2003 peut être caractérisé comme un évènement de période de retour 20ans.

	Débits de pointe (m3/s)		
	Aval du Bassin G	Route de Montpellier	Pont des Ecoles
sept-14	5	10	21
oct-14	47	65	82
nov-14	10	14	29
déc-03	19	26	32
100 ans	42	59	75
50 ans	34	47	60
20 ans	20	28	39
10 ans	12	16	32

Tableau 8 : Estimation des débits sur différents secteurs.

3.4.5 Rôle du bassin G et des bassins prévus

A partir de la modélisation de l'état actuel, plusieurs simulations ont été menées afin d'identifier le rôle du bassin G (réalisé) et des 3 bassins prévus.

Les modélisations ont porté sur les 4 évènements simulés, à savoir :

- Septembre 2014
- Octobre 2014
- Novembre 2014
- Décembre 2003

L'impact des bassins pour les pluies de projets de période de retour 10 ans, 20 ans, 50 ans et 100 ans ont également été simulés.

On observe que pour des évènements du type octobre 2014, le bassin actuel et les bassins prévus n'ont quasiment pas d'impact sur les débits de pointe. En effet, l'évènement d'octobre 2014 a concentré les pluies sur une durée très courte générant des volumes de ruissellement importants. Pour ce type d'évènement, les volumes de stockage prévus sont largement insuffisants.

Pour des évènements de périodes de retour supérieures à 20 ans, l'impact du bassin G sur les débits de pointe est inférieur à 10% et de l'ordre de 20% pour l'ensemble des bassins prévus. Pour des évènements de périodes de retour inférieures on observe que l'impact des bassins de stockage peut être important.

De même pour les évènements de septembre et novembre 2014, on observe que le bassin G a joué un rôle important avec une réduction de 50% du débit et une réduction supplémentaire si l'on prend en compte la réalisation des bassins prévus.

	Impact		
	Sans bassin	Bassin G	Bassins prévus
sept-14		53%	66%
oct-14		3%	6%
nov-14		53%	82%
déc-03		10%	65%
100 ans		5%	17%
50 ans		7%	24%
20 ans		12%	67%
10 ans		28%	72%

Tableau 9 : Rôle des bassins à l'aval du Bassin G

Compte tenu des forts apports à l'aval du bassin G, les impacts sont diminués pour l'ensemble des évènements au niveau de la route de Montpellier et du Pont des Ecoles.

	Impact		
	Sans bassin	Bassin G	Bassins prévus
sept-14		38%	51%
oct-14		4%	6%
nov-14		52%	60%
déc-03		12%	55%
100 ans		7%	20%
50 ans		9%	28%
20 ans		16%	59%
10 ans		32%	58%

Tableau 10 : Rôle des bassins route de Montpellier

Un calcul a été réalisé afin de connaître l'impact du bassin G en termes de zone inondable.

L'impact du bassin G se traduit par des diminutions de niveaux de submersion compris entre 2 et 8 cm et de 1.5 à 17 cm supplémentaire en considérant les bassins I, J, et K prévus.

Pour des évènements du type octobre 2014, les volumes de stockage existant et prévus n'auront que très peu d'impact en termes de hauteur de submersion (inférieur à 3.5 cm).

	Différence de hauteur en zone inondable (cm)		
	Sans bassin	Bassin G	Bassins prévus
oct-14		-2	-3.5
100 ans		-6	-12
50 ans		-7	-17
20 ans		-8	

Tableau 11 : impact du bassin G et des bassins prévus en hauteur de zone inondable

	Débits de pointe (m3/s)		
	Sans bassin	Bassin G	Bassins prévus
sept-14	11	5	4
oct-14	49	47	46
nov-14	21	10	4
déc-03	21	19	7
100 ans	45	42	37
50 ans	36	34	27
20 ans	23	20	8
10 ans	17	12	5

	Débits de pointe (m3/s)		
	Sans bassin	Bassin G	Bassins prévus
sept-14	16	10	8
oct-14	68	65	64
nov-14	29	14	12
déc-03	29	26	13
100 ans	63	59	51
50 ans	52	47	37
20 ans	33	28	13
10 ans	24	16	10

	Impact		
	Sans bassin	Bassin G	Bassins prévus
sept-14		18%	27%
oct-14		5%	8%
nov-14		29%	35%
déc-03		17%	40%
100 ans		12%	28%
50 ans		16%	35%
20 ans		21%	26%
10 ans		15%	21%

	Débits de pointe (m3/s)		
	Sans bassin	Bassin G	Bassins prévus
sept-14	25	21	18
oct-14	86	82	79
nov-14	41	29	27
déc-03	38	32	23
100 ans	86	75	62
50 ans	72	60	47
20 ans	50	39	37
10 ans	38	32	30

Tableau 12 : Rôle des bassins Pont des écoles

Conclusion :

Au vu des différentes simulations réalisées, on observe que le bassin G dans sa configuration actuelle a un impact significatif pour les crues faibles (septembre 2014 et novembre 2014). L'apport des bassins prévus est significatif pour des événements jusqu'à la période de retour 50 à 100 ans et pour des événements du type décembre 2003.

Pour des événements plus importants et notamment avec de forts apports volumétriques, le rôle du bassin actuel et des bassins prévus reste peu important.

Par ailleurs, la surface contrôlée par ces bassins de stockage représente environ 50% de la surface totale du bassin versant, le rôle des bassins de stockage est donc beaucoup moins significatif à l'entrée de la zone urbaine.

4. Etude hydraulique

4.1 Etat des lieux – Reconnaissance de terrain

Cette phase a été menée entre janvier et mai 2015. Dans le cadre d'une étude générale telle que celle traitée ici, il est primordial de collecter l'ensemble des informations disponibles relatif au fonctionnement du bassin versant.

Les reconnaissances de terrain réalisées dans le cadre de la première phase de l'étude ont des objectifs multiples :

- Identification et caractérisation des cours d'eau et des zones inondables
- Identification des ouvrages et remblais et lit mineur et majeur (digues, ...)
- Identification des points potentiels de dysfonctionnements hydrauliques et des points de débordements
- Identification des zones inondées pour les crues historiques et des enjeux en zones inondables
- Identification des levés topographiques complémentaires

Cette reconnaissance de terrain a été menée en deux temps :

- De janvier à février 2015 : identification des levés topographiques
- Mai 2015 : rencontre des associations
-



Déversoir du bassin G



Ouvrage sur le Redonnel



Confluence Rieumassel-Redonnell



Ouvrage route de Montpellier



Aval du pont de la route de Montpellier



Amont du pont de la route de Montpellier



Pont des écoles



Aval du pont des écoles

	
Amont du pont des Ecoles	Passage à Gué au niveau du Moulin
	
Mosson – Pont de la RD102	Mosson - Seuil du Chateau

4.2 Les dommages observés en Octobre 2014

Les enquêtes de terrain ont permis de dénombrer 184 habitations au total qui ont été touchées par les inondations en Octobre 2014 :

- 53 habitations sans étages, et donc particulièrement exposées,
- 126 habitations avec 1 étage,

La répartition entre Mosson et Rieumassel est la suivante :

- 40 habitations dans la zone inondable de la Mosson,
- 144 habitations dans la zone inondable du Rieumassel.

ETUDE DES RISQUES INONDATIONS
DE LA MOSSON ET DU RIEUMASSEL
SUR LA COMMUNE DE GRABELS

Analyse des sinistres

LEGENDE

Type d'habitation

	PPRI	10/2014
Nombre total	242	184

- Habitation sans étage 61 / 53
- Habitation avec un étage 174 / 126
- Habitation avec combles ou mezzanine 2 / 2
- Habitation non visible 5 / 3

Zone inondable

- 06-07/10/2014
- Zonage PPRI



0 50 100 150 200 Mètres

4.3 Modélisation hydraulique de l'état actuel

L'analyse du risque inondation nécessite la mise en œuvre d'une modélisation hydraulique bidimensionnelle qui concerne le cours d'eau et la totalité de l'emprise de la zone d'étude.

Le modèle est destiné à caractériser les conditions d'écoulement en l'état actuel, et à tester l'impact des propositions d'aménagement permettant de diminuer la vulnérabilité des populations exposées.

4.3.1 Le modèle bidimensionnel utilisé

La modélisation est réalisée à l'aide du logiciel d'écoulements **bidimensionnels INFOWORKS-2D**.

Ce **logiciel 2D** réalise un calcul des écoulements à **surface libre bidimensionnels** en résolvant les équations complètes de Barré de Saint Venant sur un maillage triangulaire.

La modélisation 2D se justifie pour représenter finement les écoulements bidimensionnels à surface libre comme c'est le cas en zone urbaine, et de calculer précisément le fonctionnement sur les secteurs particuliers (perte de charge au droit des entonnements, ouvrages fonctionnant à surface libre...).

Le module 2D utilise le principe de discrétisation de la zone inondable sous forme de mailles triangulaires et résout les équations de St Venant pour la hauteur et la vitesse en deux dimensions. La solution utilise la méthode des volumes finis, basée sur le programme de Gudonov et le solveur de Riemann. Le modèle de résolution est semi-implicite.

La surface à modéliser est discrétisée en un maillage triangulaire. Le MNT doit être utilisé pour la création du maillage. Des zones de vides, des lignes de contrainte et des murs peuvent être inclus dans le maillage.

L'intérêt du logiciel utilisé INFOWORKS RS 2D est qu'il permet en outre de coupler la modélisation à **surface libre 2D** avec des modules permettant de représenter les **ouvrages en charge**. Dans ce cas, toutes les lois d'hydraulique classiques sont modélisables en fonction du type d'ouvrage et de son fonctionnement :

- lois d'orifice,
- lois de Bernouilli,
- lois de seuils,
- siphons,
- vannes mobiles...

Le couplage 1D/2D permet de représenter les ouvrages en charge en utilisant les lois classiques de l'hydraulique. Les ouvrages peuvent donc être modélisés correctement quel que soit leur fonctionnement, en surface libre ou en charge.

Le **maillage** du modèle sera adapté à la configuration de la zone d'étude. La densité du maillage résulte de contraintes de représentation des écoulements et de la bathymétrie.

Le maillage est construit pour prendre en compte les particularités des écoulements en se basant sur des lignes topographiques structurantes appelées « lignes de contraintes » (obstacles, remblais, ouvrages, discontinuités topographiques...).

L'intérêt de la modélisation bidimensionnelle avec le logiciel utilisé est la souplesse dans la construction du maillage : la taille des mailles peut varier et s'adapter aux contraintes.

La densité du maillage résulte donc de contraintes de représentation des écoulements (rétrécissements dans les ouvrages), de la topographie et de la bathymétrie, ainsi que de la précision souhaitée.

Les **résultats** fournis aux points du maillage 2D sont : Hauteur, Niveau, Vitesse (intensité et direction)

4.3.2 Construction du modèle en état initial

La construction du modèle s'appuie sur :

- Les données topographiques (Lidar de l'IGN et profils en travers),
- le levé des ouvrages de franchissement.

Le modèle représente :

- Les ouvrages de franchissement et les seuils présents sur le lit de la Mosson,
- La propagation des écoulements dans la plaine inondable et sur la zone urbanisée de Grabels
- Le tronçon Mosson depuis la station hydrométrique du Château sur la Mosson jusqu'à la confluence.

La taille des mailles moyenne est de l'ordre de 10 m, des mailles plus petites ont été retenues en fonction des contraintes. Le nombre de mailles total est de l'ordre de 45600. Le nombre de maille a été adapté à la configuration hydraulique du site.

4.3.3 Calage et exploitation du modèle

Le modèle a été calé sur la crue du 6 et 7 Octobre 2014. La carte suivante présente les coefficients de Strickler pris en compte pour le calage.

En lit majeur, les coefficients de Strickler ont été fixés à 10, excepté sur deux zones où les coefficients ont été abaissés afin de mieux prendre en compte les obstacles à l'écoulement constitués par les murs de séparation des parcelles.

Sur le Rieumassel, les coefficients de Strickler du lit mineur ont été fixés à 15, excepté sur deux zones où ils ont été abaissés :

- En aval du pont de la route Montpellier, où les visites de terrain ont montré que les murs en rive gauche et droite s'étaient en partie effondrés.
- En amont du pont des Ecoles, où des embâcles, notamment des véhicules ont été retrouvés.

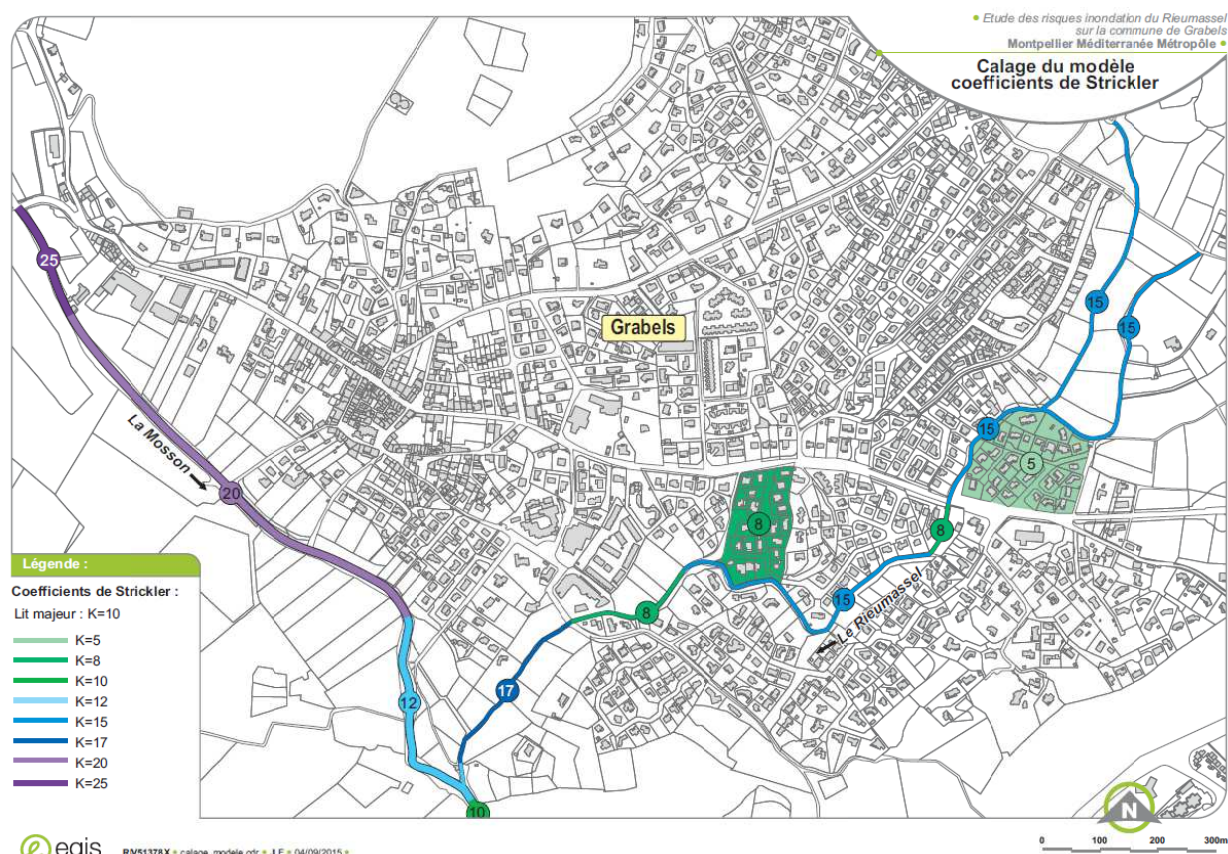


Figure 31 : Coefficients de Strickler

Les résultats du calage sont présentés sur les figures suivantes.

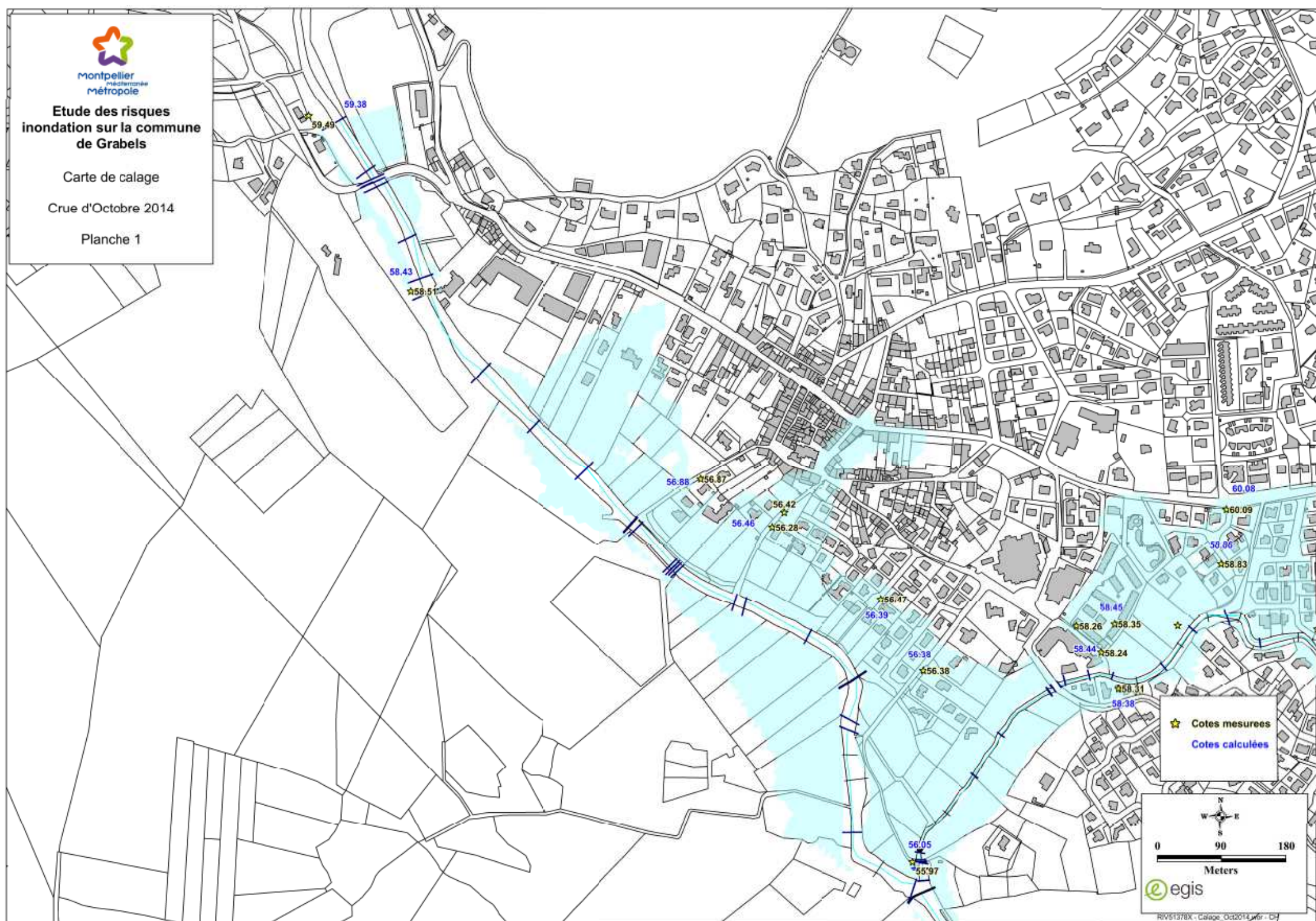


**Etude des risques
inondation sur la commune
de Grabels**

Carte de calage

Crue d'Octobre 2014

Planche 1



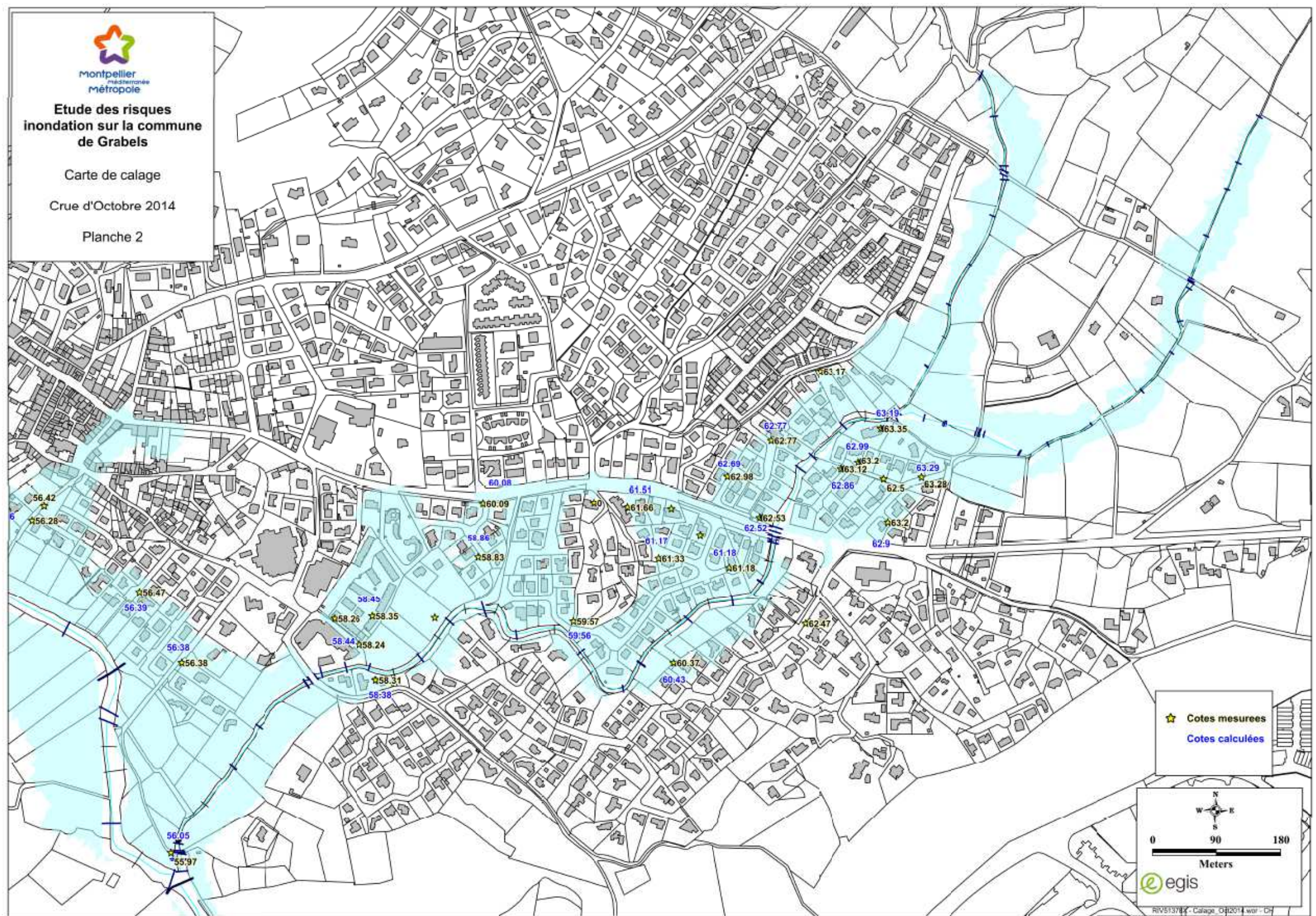


**Etude des risques
inondation sur la commune
de Grabels**

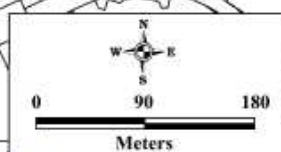
Carte de calage

Crue d'Octobre 2014

Planche 2



☆ Cotes mesurées
Cotes calculées



egis

Le modèle a été exploité pour représenter les impacts :

- D'une crue de type Octobre 2014
- D'une crue type Décembre 2003
- D'une crue type 100 ans

Les résultats obtenus sont présentés en annexe 1.

4.3.4 Description des inondations

Les visites de terrain réalisées avec les associations de sinistrés de la commune de Grabels et l'analyse technique ont permis de comprendre le déroulement des inondations sur la commune. Lors de l'évènement d'octobre 2014, **les inondations liées au ruissellement pluvial** ont débuté avant les débordements du Rieumassel.

Les apports du ruissellement de la route de Montpellier se dirigent en partie vers le lotissement Plein Soleil.

Les apports du ruissellement urbain en provenance des bassins versants amont ont coupé la route de Montpellier en 3 secteurs, inondant notamment le secteur du lotissement du Rio et des Bugadières.

Au niveau des Bugadières les bâtiments ont bloqué l'évacuation vers le Rieumassel du ruissellement pluvial créant ainsi une rétention sur ce secteur.

Dans le lotissement du Rio, les apports pluviaux ruissellent par la rue du Rio avec des vitesses importantes sans pouvoir rejoindre le Rieumassel, les murs d'habitations faisant obstacles aux écoulements.



Figure 33 : Ruissellement pluvial sur la route de Montpellier

Aux écoulements pluviaux s'ajoutent les débordements du Rieumassel.

Les débordements démarrent en amont de la confluence avec le Redonnel. Sur le tronçon entre la confluence et le Pont de la route de Montpellier, le niveau d'eau est contrôlé par le tronçon aval du pont de Montpellier largement insuffisant, créant ainsi des débordements en rive droite et en rive gauche

dans le lotissement Plein Soleil. L'insuffisance capacitaire du tronçon aval de la route de Montpellier crée des débordements sur l'amont dès les faibles débits. **Ce tronçon constitue un des goulets d'étranglement principaux**, sur le Rieumassel.

La capacité du Pont de la route de Montpellier avant débordement sur la route a été calculée à 35m³/s. La route de Montpellier constitue un obstacle aux écoulements bloquant ainsi les eaux débordés dans le lotissement.

En rive droite, les débordements ruissellent puis se déversent sur la route de Montpellier et vers le lotissement du Rio.

Juste en aval du Pont de la route de Montpellier, le Rieumassel déborde pour des débits supérieurs à 12m³/s. Les débordements commencent en rive gauche dans les jardins d'une propriété bordant le Rieumassel. Plus en aval, le coude et le tronçon aval constituent également un goulet d'étranglement. Des débordements en rive droite apparaissent dès 10m³/s venant s'ajouter aux ruissellements pluviaux et aux débordements amonts.

Sur le secteur des Bugadières, le Pont des Ecoles, de capacité 30m³/s, contrôle les niveaux en créant un exhaussement des niveaux d'eau à l'amont.

Localisation des capacités limitantes sur le Rieumassel

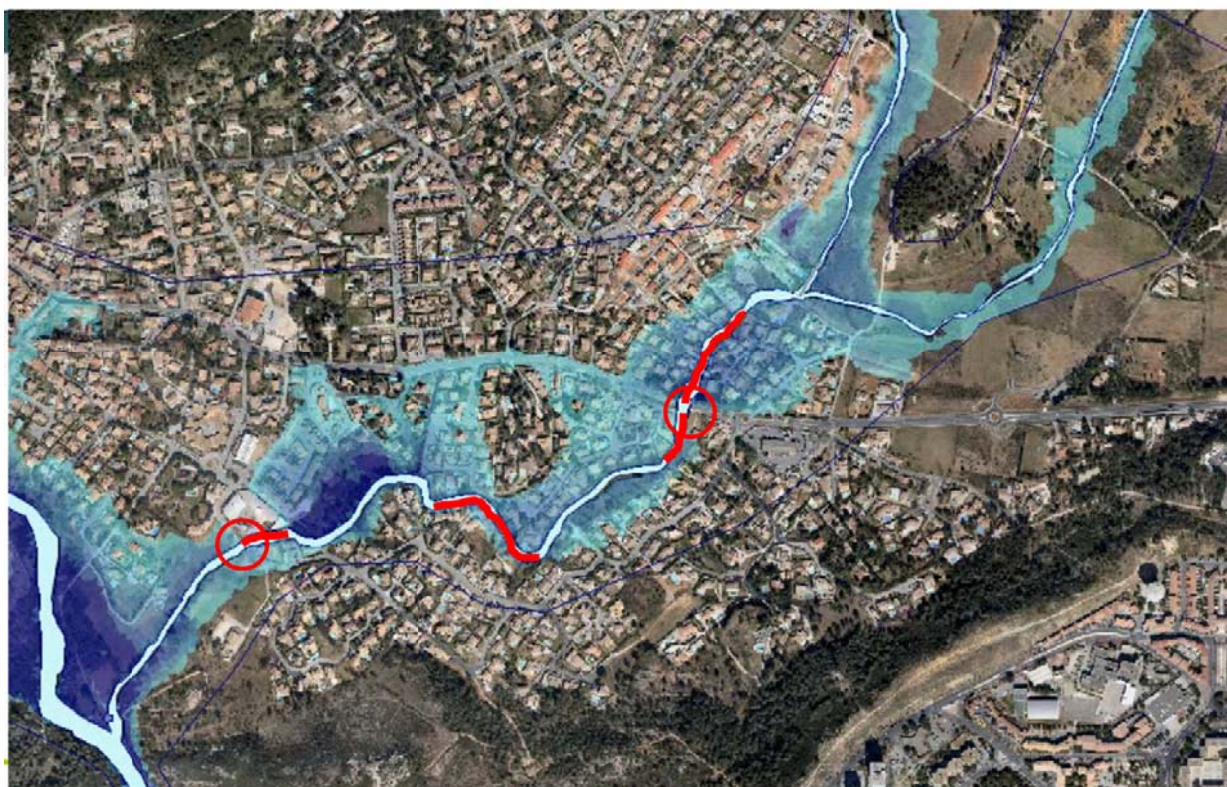


Figure 34 : Localisation des capacités limitantes du Rieumassel

La modélisation permet de mettre en évidence l'impact des capacités limitantes du Rieumassel : **les goulets d'étranglement existants (en particulier en amont du pont des écoles et en aval du pont de la route de Montpellier) : ralentissent l'évacuation des eaux et provoquent la surélévation des niveaux de crue à leur amont.**

Les deux évènements de 2014, septembre et octobre, ont montré que les niveaux d'inondation sur le secteur rive gauche de la Mosson étaient fortement impactés par le débit du Rieumassel. En effet pour

un débit de la Mosson équivalent (environ 250m³/s), on observe des PHE supérieures en Octobre de près de 90cm par rapport à Septembre.

Les modélisations ont montré qu'en aval du Pont des Ecoles des échanges importants avaient lieu entre le Rieumassel et la Mosson et que le tronçon en aval de la confluence constituait un goulet d'étranglement influençant fortement les niveaux d'eau amont.

L'amélioration des écoulements au niveau de la confluence devrait contribuer à la diminution des niveaux de la zone inondable.

5. Propositions d'aménagement sur le Rieumassel

Ces propositions d'aménagement sont les suivantes :

Sur le Rieumassel:

- Renforcement des capacités de stockage amont
 - Augmentation du volume de stockage du bassin G
 - Augmentation du volume de stockage du bassin K
- Suppression des goullets d'étranglement à la traversée du centre-ville
- Création de transparences hydrauliques pour le retour au Rieumassel du ruissellement pluvial
- Mesures de diminution de la vulnérabilité à la parcelle
- Mise en place d'un système d'alerte (équipement du bassin G...)

Sur la Mosson:

- Améliorer la confluence Rieumassel /Mosson,
- Améliorer les écoulements dans les gorges situées à l'aval de la confluence,
- Mise en place d'une digue de protection des zones habitées.

5.1 Renforcement des capacités de stockage amont

5.1.1 Agrandissement du bassin G

Le bassin G dans sa configuration actuelle contrôle un bassin versant de 2.8 km² et possède une capacité de 25700 m³. Il est équipé à sa base d'un orifice circulaire de diamètre 1.2m dont le FE est à la cote 66.4 m NGF.

Le déversoir de sécurité d'une largeur de 40m en base a été fixé à la cote 70 m NGF.

Les caractéristiques du bassin G dans sa configuration agrandie sont les suivantes :

- Cote maximale: 72.6m NGF
- Cote du déversoir : 72 m NGF
- Déversoir de longueur 90m
- Crue exceptionnelle: $1.8 \cdot Q_{100} = 75 \text{ m}^3/\text{s}$
- Pertuis: 2Ø 1200mm associés à la mise en place de deux vannes 1500X1500mm permettant la régulation des pertuis de vidange du bassin,
- Surface: 10 hectares
- Approfondissement de l'emprise actuelle du bassin à la cote 67 m NGF
- **Volume de stockage: 160 000 m³**

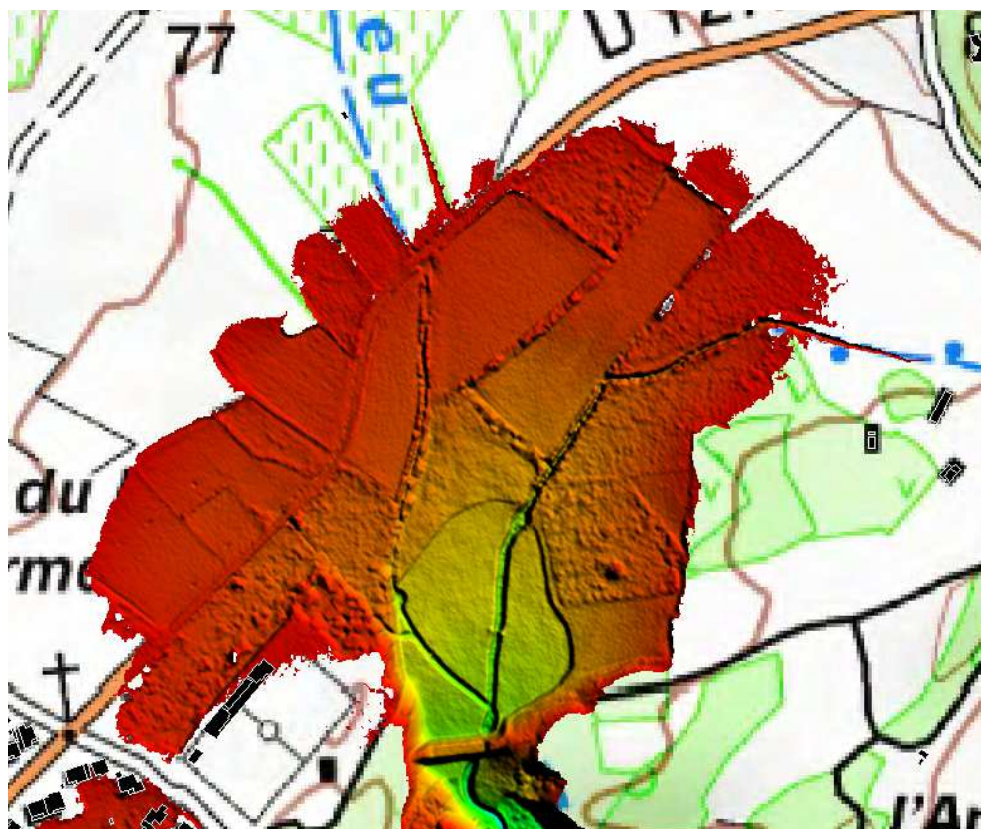


Figure 35 : Emprise du bassin G à la cote 72.6m NGF

Dans cette configuration, le bassin de rétention peut stocker un évènement de type Décembre 2003 et un évènement de période de retour 50ans.

Les déversements persistent pour des évènements du type 100ans et Octobre 2014.

En terme de débit de pointe, les impacts à l'aval du bassin G sont restitués dans le tableau suivant :

	Scénario 1 Débit max (m3/s)								
	Crue d'octobre 2014			Crue 100 ans			Crue de décembre 2003		
	Etat Actuel	Scénario 1	Impact	Etat Actuel	Scénario 1	Impact	Etat Actuel	Scénario 1	Impact
Aval du bassin G	47	43	9%	42	20	53%	19	10	44%
Route de Montpellier	65	59	10%	59	30	49%	26	18	32%
Pont des Ecoles	82	72	12%	75	58	23%	32	27	15%

Tableau 13 : Impact du scénario 1 sur les débits de pointe

Pour un évènement pluvieux du type octobre 2014 où les volumes ont été exceptionnels, l'impact de l'agrandissement du bassin sur la diminution des débits est faible de l'ordre de 10%. L'abaissement du niveau d'inondation est faible, inférieur à 8cm.

Pour les évènements du type Décembre 2003 et 100ans, cet aménagement permet une diminution importante des débits, de 40 à 50% à l'aval du bassin G et de 30 à 50% au niveau de la route de Montpellier. A l'aval, sur le secteur du Pont des Ecoles, l'impact est plus faible du fait du ruissellement urbain important.

En termes de niveau d'eau, cet aménagement a été testé pour une crue de type décembre 2003 et une crue de période de retour 100ans.

Les impacts obtenus sont les suivants :

- **100 ans** : On observe un abaissement des niveaux d'eau de 30 à 40 cm sur les secteurs en amont de la route de Montpellier en rive droite et en rive gauche (lotissement Plein Soleil). Sur la place en contrebas de la rue du Rio et sur le secteur des Bugadières la diminution des niveaux d'eau s'élève également à environ 40cm. En amont du Pont des Ecoles, le niveau maximum est diminué de 30cm.
- **Décembre 2003** : On observe un abaissement des niveaux d'eau de 10 à 20 cm sur les secteurs en amont de la route de Montpellier et sur le secteur de la rue du Rio. Au niveau du pont des Ecoles, la diminution du niveau est de l'ordre de 5cm, la diminution des débits sur ce secteur étant faible (5m³/s).

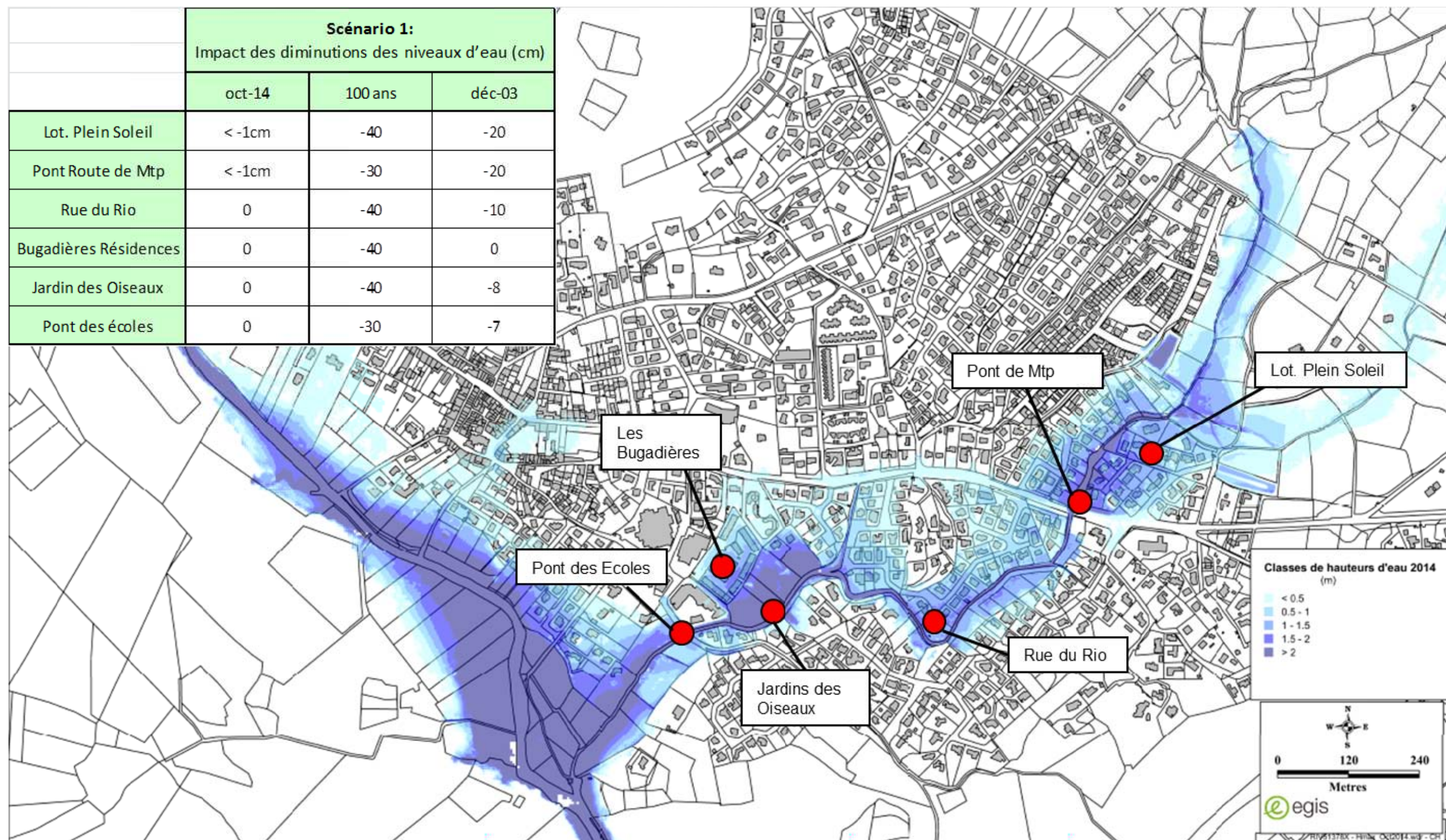


Figure 36 : Scénario 1 - Impact des diminutions des niveaux d'eau

5.1.2 Création du bassin K

Afin de renforcer davantage les capacités de stockage amont, nous proposons en plus de l'agrandissement et de l'approfondissement du bassin G d'ajouter un second bassin de rétention en lieu et place du bassin K initialement prévu dans les études antérieures. Le volume de ce bassin pourrait être augmenté en élevant le niveau de la digue constituée par la route.

Objectif de l'aménagement : contenir la crue 100ans

Caractéristiques du bassin K dans sa configuration agrandie :

- Volume de stockage: 85 000m³
- Débit de fuite de 2m³/s
- Digue de 1.5m sur 450 m linéaire

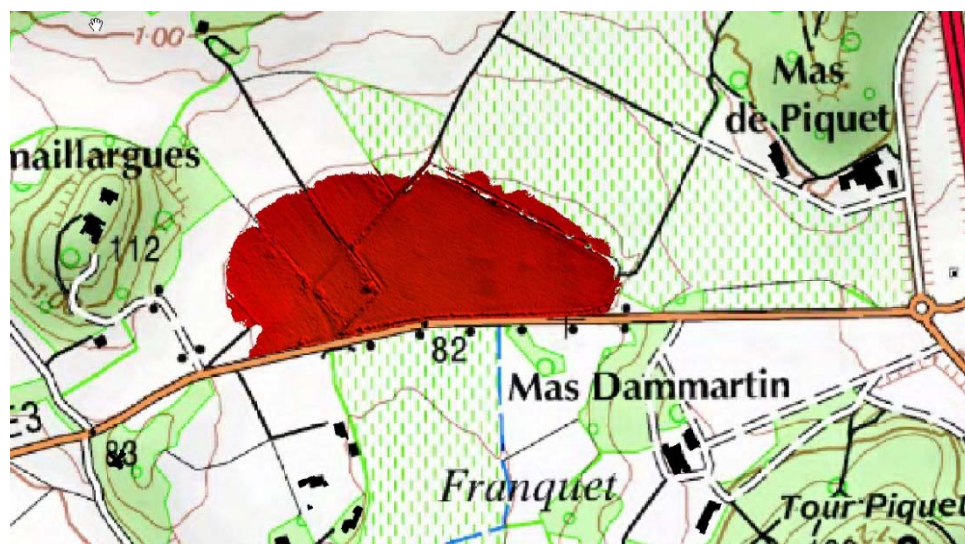


Figure 37 : Emprise du bassin K

Dans cette configuration, le bassin de rétention peut stocker un évènement centennal. Les déversements persistent pour un évènement du type Octobre 2014 mais l'ouvrage permet cependant une forte diminution des débits de pointe d'environ 50%.

En termes de débit de pointe, les impacts à l'aval du bassin G sont restitués dans le tableau suivant :

	Scénario 2 Débit max (m ³ /s)								
	Crue d'octobre 2014			Crue 100 ans			Crue de décembre 2003		
	Etat Actuel	Scénario 2	Impact	Etat Actuel	Scénario 2	Impact	Etat Actuel	Scénario 2	Impact
Aval du bassin G	47	25	47%	42	14	68%	19	9	52%
Route de Montpellier	65	37	43%	59	29	51%	26	16	36%
Pont des Ecoles	82	53	35%	75	57	24%	32	26	18%

Tableau 14 : Impact de l'aménagement 2 sur les débits de pointe

L'association de l'agrandissement du bassin G et la mise en place du bassin K a été testé pour une crue de type octobre 2014, de décembre 2003 et une crue de période de retour 100ans.

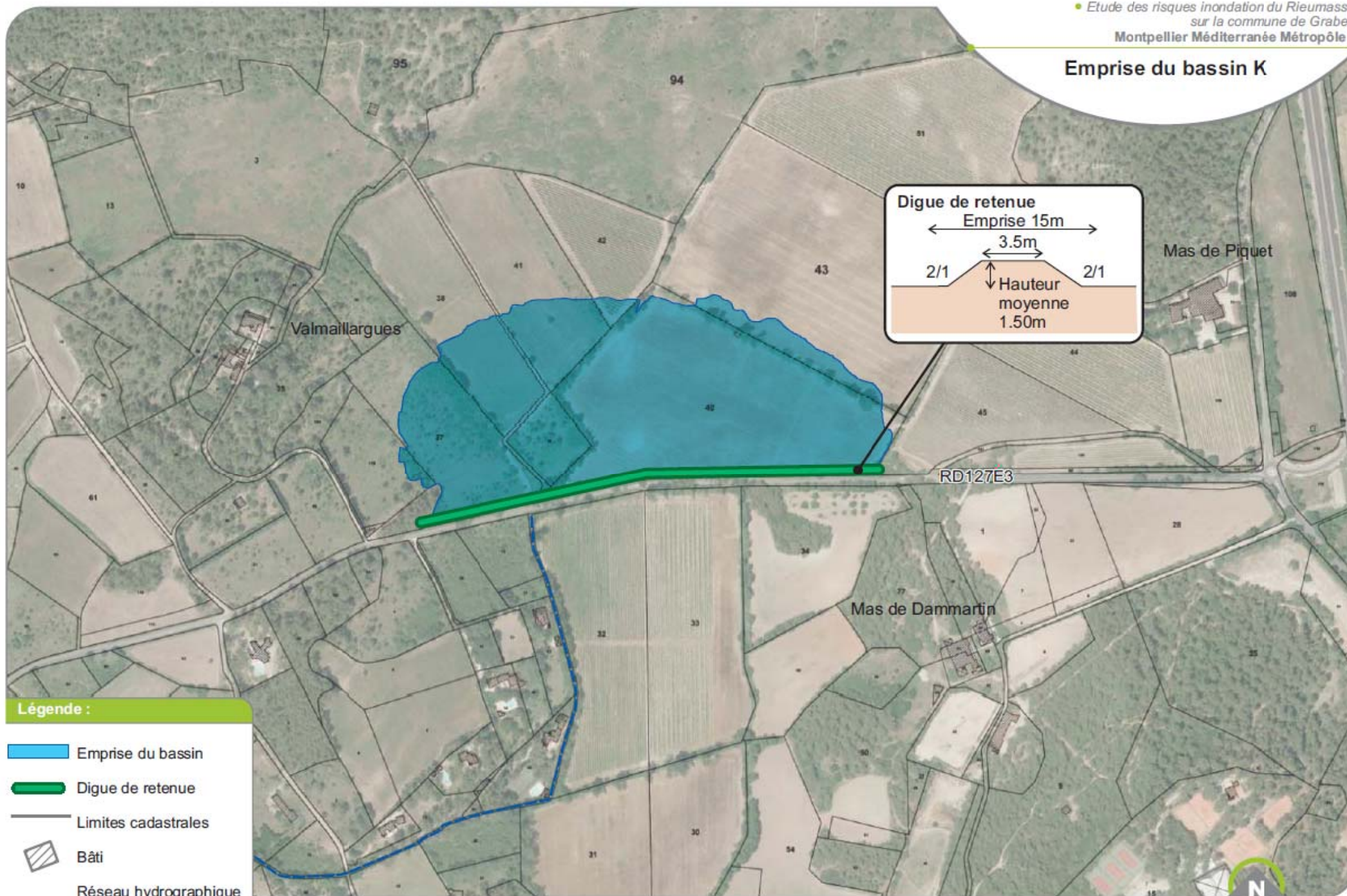
Pour un évènement de type décembre 2003, l'ajout du bassin de stockage K n'a pas d'impact significatif.

Les impacts obtenus sont les suivants :

- **Octobre 2014** : On observe un abaissement des niveaux d'eau de 30 à 40 cm sur les secteurs en amont de la route de Montpellier en rive droite et en rive gauche (lotissement Plein Soleil).
Sur la place en contrebas de la rue du Rio la diminution des niveaux d'eau s'élève à environ 45 cm, et à 40 cm sur le secteur des Bugadières. En amont du Pont des Ecoles, le niveau maximum est diminué de 15cm.
Sur le secteur rive gauche de la Mosson on observe également une diminution des niveaux d'eaux jusqu'à 25cm.
- **100 ans** : Par rapport au seul agrandissement du bassin G, l'ajout du bassin K a un impact limité pour un évènement centennal, inférieur à 5cm.
- **Décembre 2003** : l'ajout du bassin de stockage K n'a pas d'impact significatif.

L'association de l'agrandissement du bassin G et la mise en place du bassin K a un intérêt pour un évènement du type Octobre 2014, mais n'apporte quasiment pas de diminution des niveaux d'eau pour des évènements 100 ans et inférieurs par rapport au seul aménagement de l'agrandissement du bassin G.

Emprise du bassin K



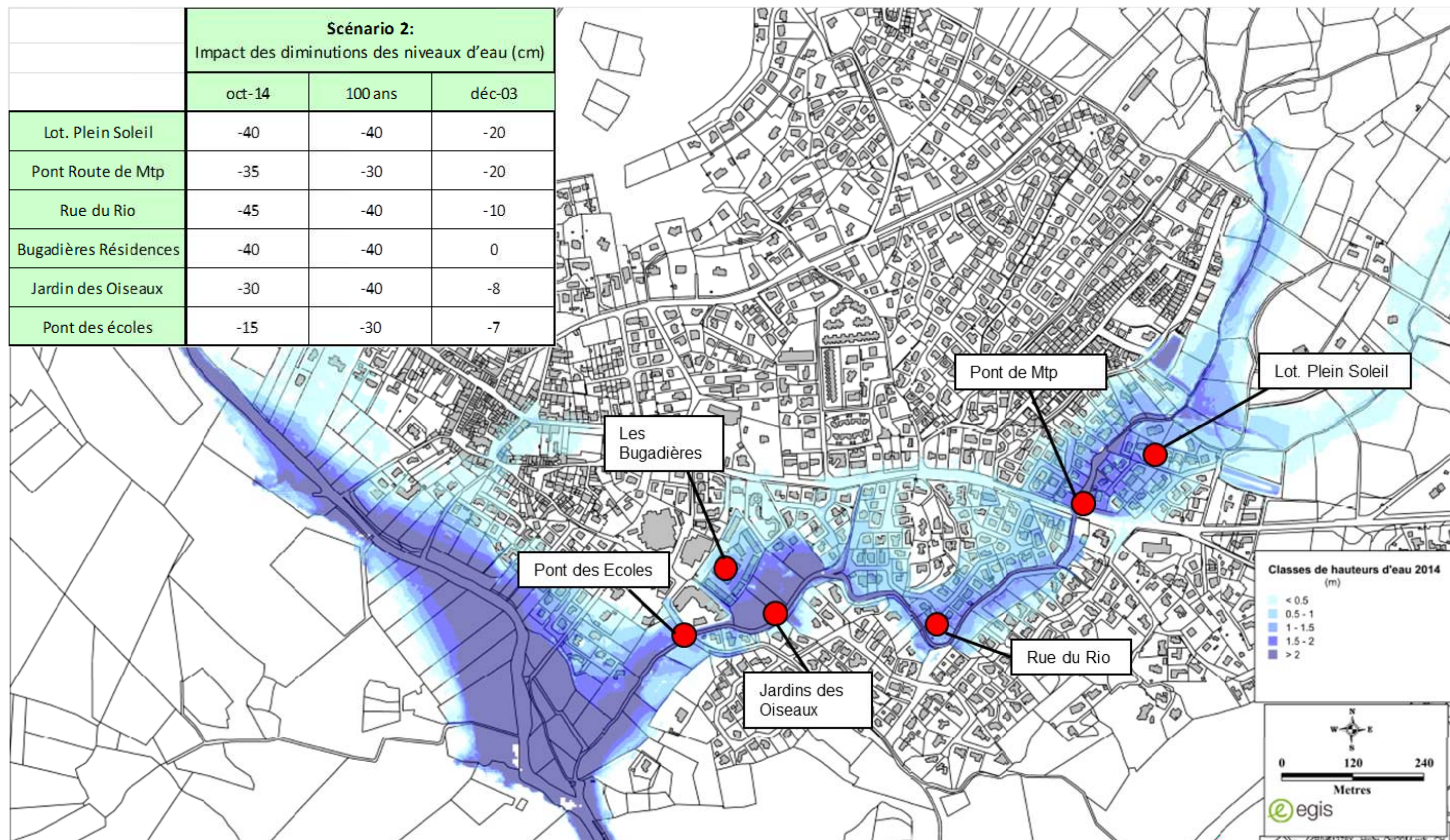


Figure 38 : Scénario 2 - Impact des diminutions des niveaux d'eau

5.2 Suppression des goulets d'étranglement

L'analyse du fonctionnement des inondations du Rieumassel a mis en évidence des tronçons de capacité insuffisante.

Un test a été réalisé en prenant en compte la suppression des goulets d'étranglement du Rieumassel conjointement avec l'agrandissement du bassin G pour un volume de stockage de 160 000m³.

Les tronçons recalibrés et leurs dimensions sont présentés dans le schéma suivant.

Ce scénario d'aménagement a été testé pour des événements de type octobre 2014, décembre 2003 et 100 ans.

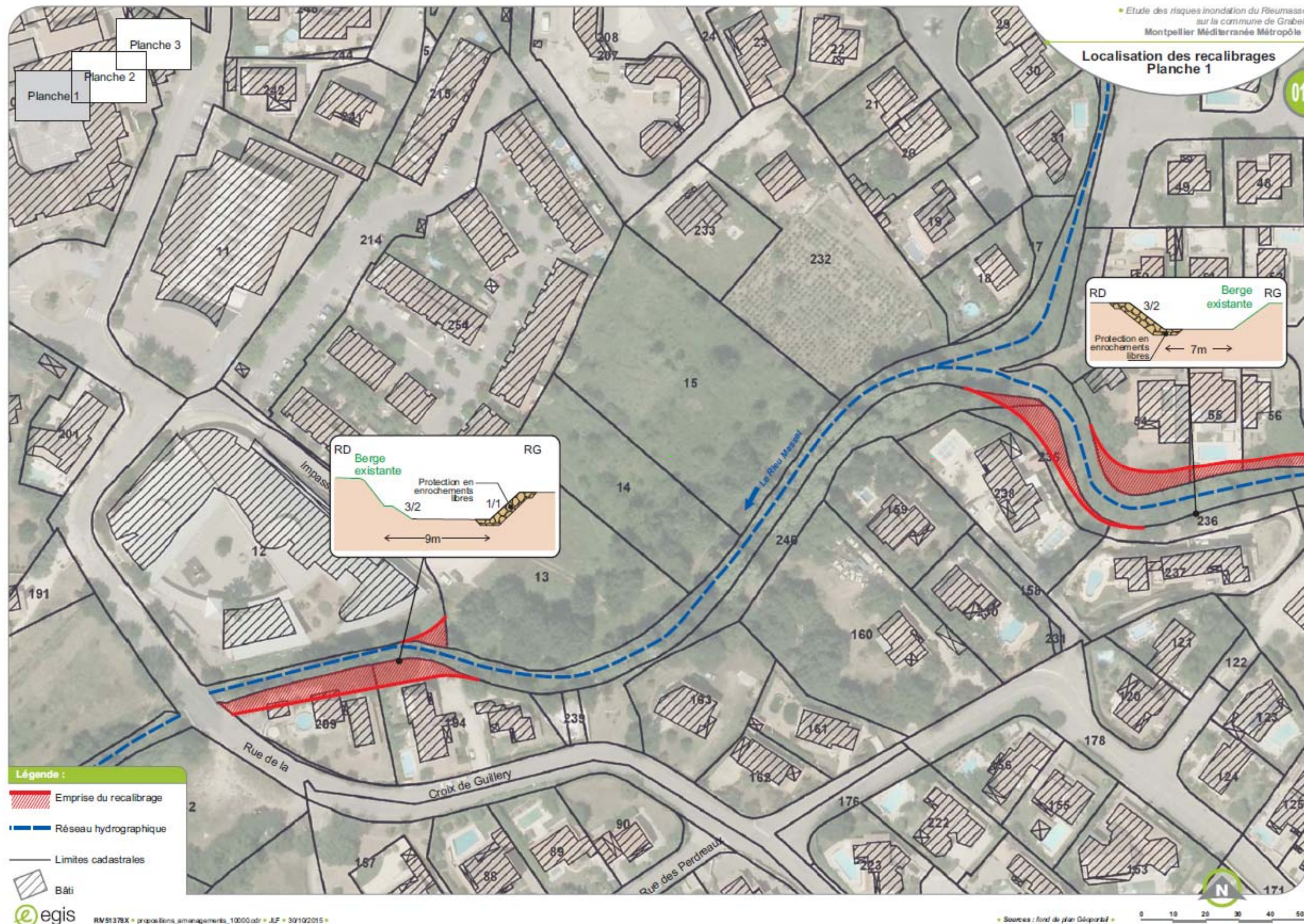
- Octobre 2014** : On observe un abaissement des niveaux d'eau supérieur à 50cm dans le lotissement Plein soleil et en rive droite
 Sur la rue du Rio la diminution des niveaux d'eau s'élève à environ 90 cm et jusqu'à 1m sur le secteur des Bugadières. En amont du Pont des Ecoles, le niveau maximum est diminué de 60cm.
- 100 ans** : Pour cet événement l'impact du recalibrage associé à l'agrandissement du bassin G permet une diminution des hauteurs de submersion de 70 à 80cm dans le lotissement Plein soleil et en rive droite, soit environ 40cm supplémentaire par rapport aux scénario 1 et 2. Dans la rue du Rio les diminutions sont de l'ordre de 95cm et d'environ 70cm au niveau des Bugadières. Par rapport à l'aménagement sans recalibrage on observe ainsi une diminution supplémentaire de 30 à 50cm.
- Décembre 2003** : On observe que la suppression des goulets impacte fortement les niveaux d'eau avec un abaissement supplémentaire de 30 à 40 cm dans le lotissement plein soleil et rue du Rio et jusqu'à 1m supplémentaire au niveau du pont de la route de Montpellier. Au niveau du jardin des Oiseaux et du Pont des écoles, l'impact de la suppression des goulets est de 30 cm.

La suppression du goulet à l'aval du pont de la route de Montpellier permet un abaissement des niveaux d'eau sur le secteur Plein Soleil mais ne suffit pas à supprimer complètement les débordements dans la mesure où le pont de la route de Montpellier reste limitant.

Ce scénario d'aménagement permet une protection trentennale à l'amont du Pont de la route de Montpellier et centennale à l'aval. Pour une protection centennale complète, le pont de la route de Montpellier doit être redimensionné avec une capacité plus importante.

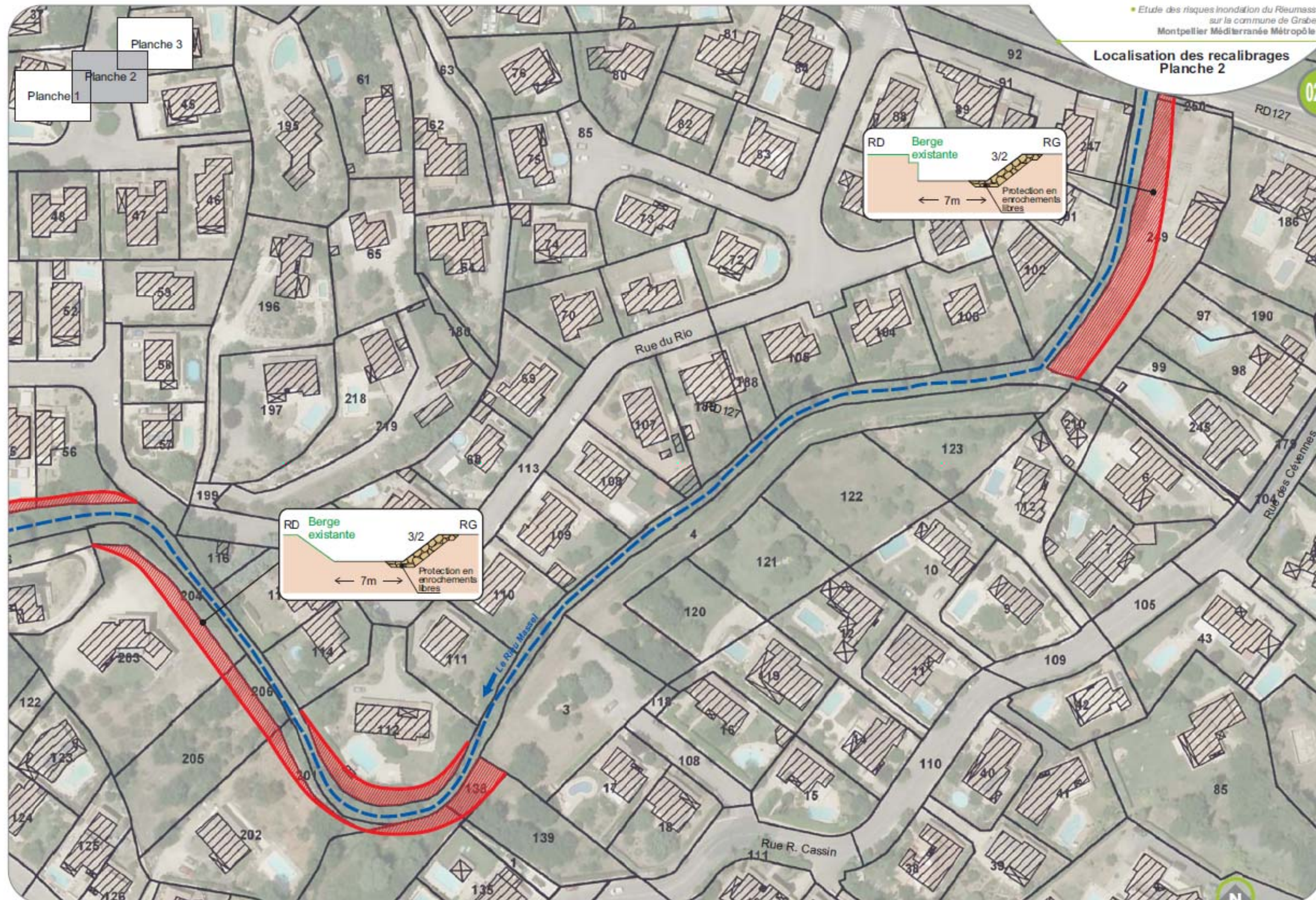
Le recalibrage du Rieumassel a également été testé avec des capacités de stockage renforcées (agrandissement du bassin G et création du bassin K) pour un événement de type octobre 2014. Les calculs montrent une diminution supplémentaire de 20 à 30 cm avec l'ajout du bassin K. (Scénario 4)

Localisation des recalibrages Planche 1



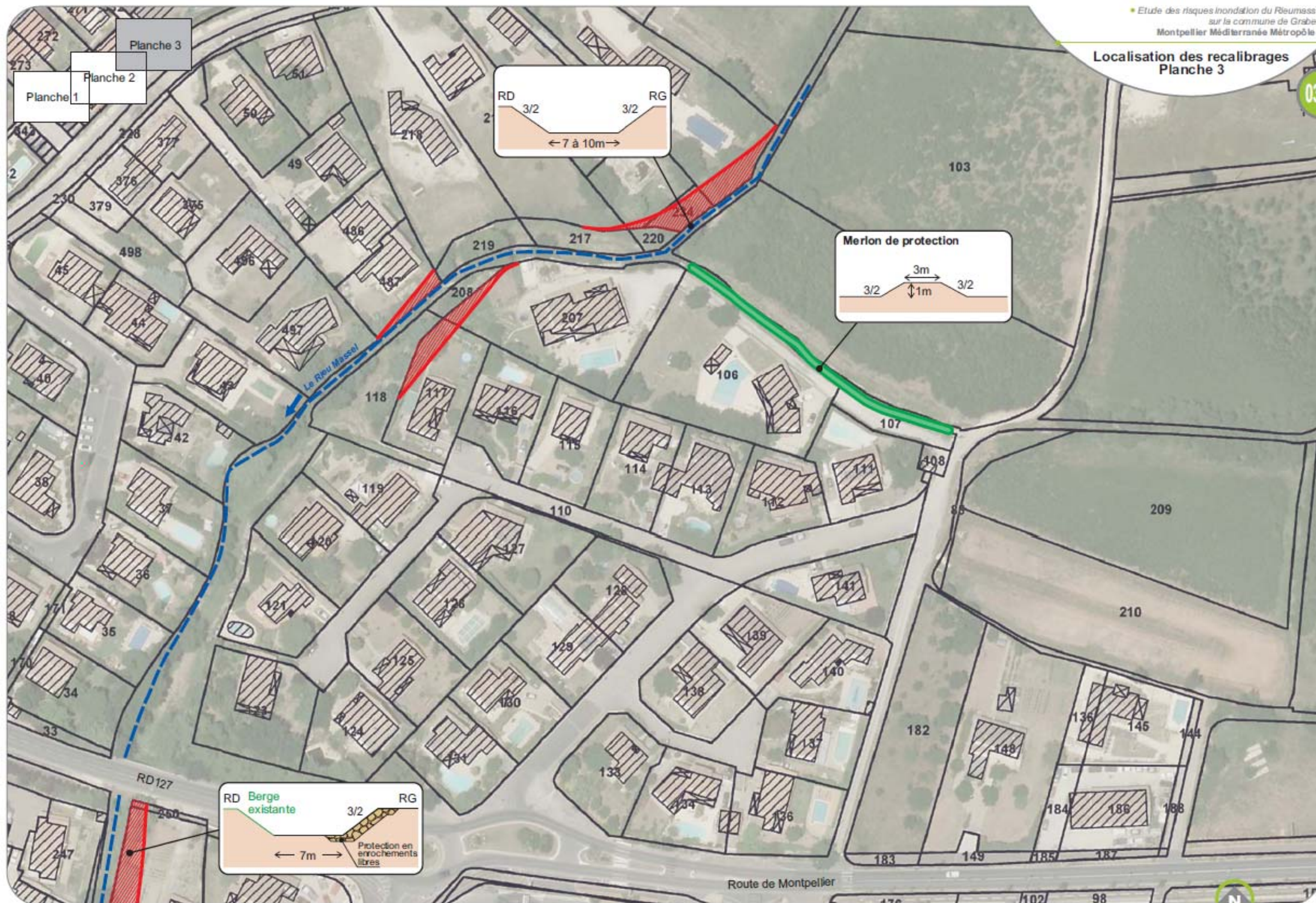
Localisation des recalibres
Planche 2

02



Localisation des recalibrages
Planche 3

03



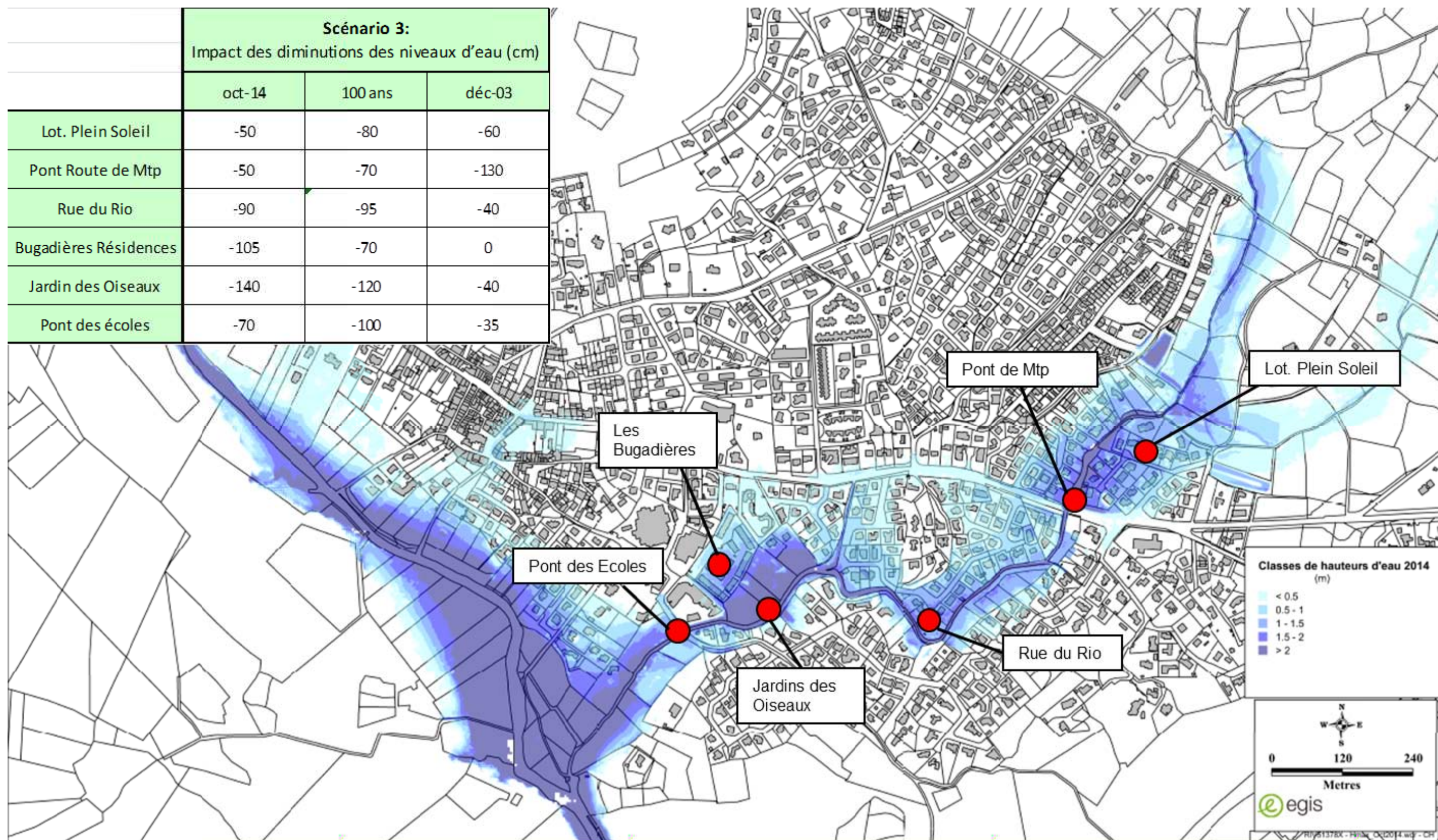


Figure 40 : Scénario 3 - Impact des diminutions des niveaux d'eau

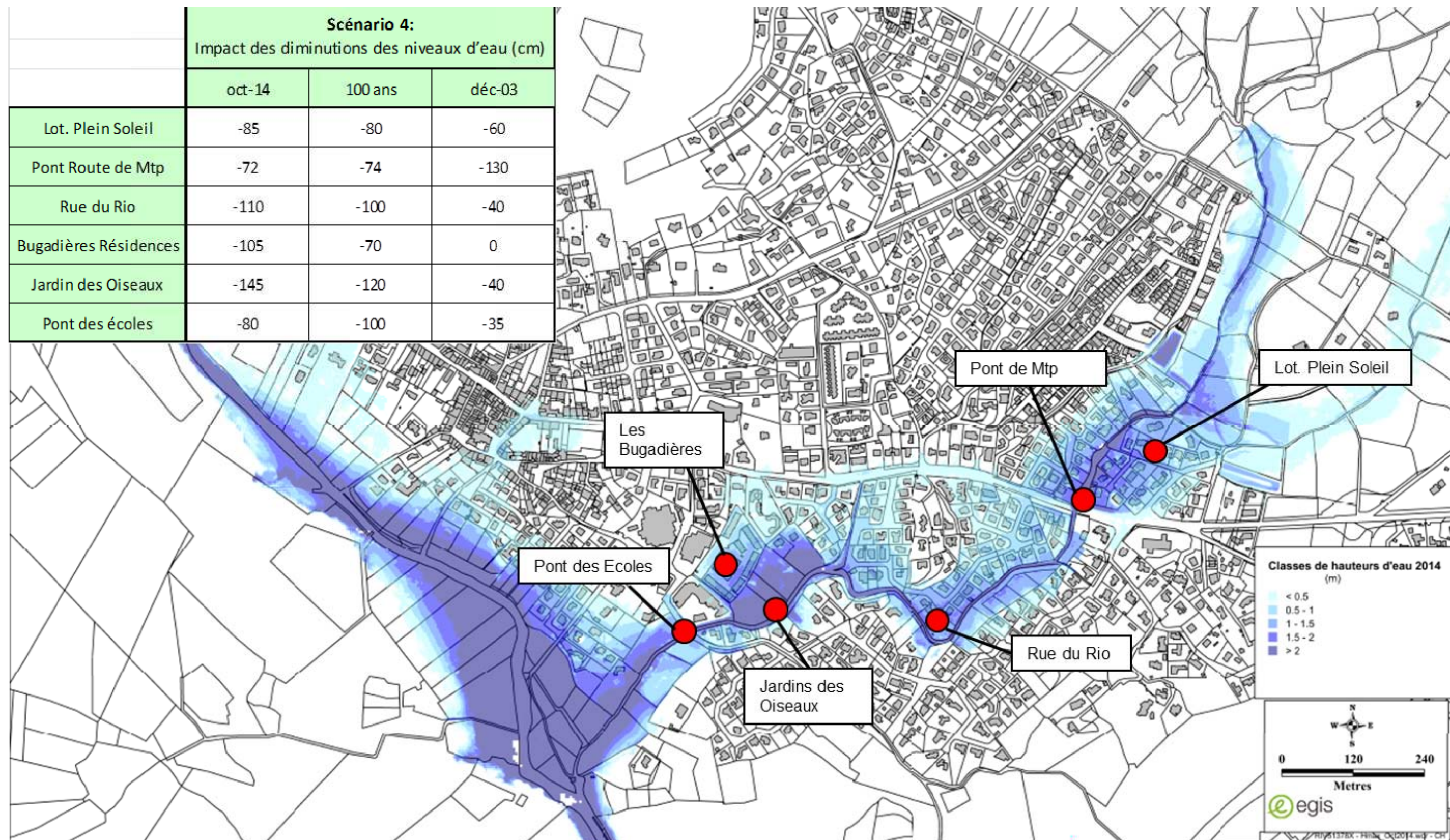


Figure 41 : Scénario 4 - Impact des diminutions des niveaux d'eau

5.3 Synthèse des aménagements proposés

Le tableau page suivante présente la synthèse des aménagements en termes d'impact sur la diminution des niveaux d'eau.

- L'agrandissement du bassin G permet une diminution importante des niveaux d'eau pour les crues fortes (-0.3 à -0.4 m pour une crue centennale) mais n'a pas ou peu d'action sur des événements exceptionnels type Octobre 2014.
- La mise en œuvre supplémentaire du bassin K permet de diminuer les niveaux d'eau pour les crues exceptionnelles de type Octobre 2014 de 15 à 45 cm. Il n'y a pas d'impact supplémentaire pour les crues fortes 100 ans et de type décembre 2003.

Une fois ces deux ouvrages construits on arrive aux limites des impacts bénéfiques pouvant être apportés par des ouvrages de rétention sur le bassin amont qui ne contrôlent que 52% du bassin versant global du Rieumassel.

Dans la traversée de la zone urbanisée la seule manière de diminuer les niveaux de crue consiste à supprimer les goulets d'étranglement qui jalonnent le cours du Rieumassel.

La combinaison de l'agrandissement du bassin G avec la suppression des goulets d'étranglements permet des diminutions de niveaux d'eau très importants pour l'ensemble des crues modélisées y compris l'évènement d'Octobre 2014. La suppression du goulet à l'aval du pont de la route de Montpellier permet un abaissement des niveaux d'eau sur le secteur Plein Soleil mais ne suffit pas à supprimer complètement les débordements dans la mesure où le pont de la route de Montpellier reste limitant.

- Pour Octobre 2014, on observe ainsi une diminution de 50 cm à 1,40 m des niveaux d'eau et le nombre de maisons inondées par le Rieumassel est diminué ainsi de 60%.
- Pour un événement centennal, le nombre de maisons inondées par le Rieumassel est réduit de 70 à 75%.
- Pour un événement de type septembre 2003, il n'y a plus de débordements du Rieumassel.
- La mise en œuvre supplémentaire du bassin K permet une diminution supplémentaire de 20 à 30 cm pour un événement de type octobre 2014.
- **Ce scénario d'aménagement permet une protection trentennale à l'amont du Pont de la route de Montpellier et centennale à l'aval.**
- Pour une protection centennale à l'amont de la route de Montpellier, le pont de la route de Montpellier doit être redimensionné avec une capacité plus importante.

En fonction de leur efficacité hydraulique, l'ordre de priorité de suppression des goulets est le suivant :

- Le goulet à l'aval du pont de de la route de Montpellier
- Le goulet du pont des écoles,
- Le goulet à l'amont du pont de la route de Montpellier
- Le goulet à l'aval du coude sur le secteur du Rio

	Impact des aménagements (diminution des niveaux d'eau en cm)											
	Scénario 1			Scénario 2			Scénario 3			Scénario 4		
	Bassin G			Bassin G + K			Bassin G + recalibrage			Bassin G + K+ recalibrage		
	oct-14	100 ans	déc-03	oct-14	100 ans	déc-03	oct-14	100 ans	déc-03	oct-14	100 ans	déc-03
Lot. Plein Soleil	< -1cm	-40	-20	-40	-40	-20	-50	-80	-60	-85	-80	-60
Pont Route de Mtp	< -1cm	-30	-20	-35	-30	-20	-50	-70	-130	-72	-74	-130
Rue du Rio	0	-40	-10	-45	-40	-10	-90	-95	-40	-110	-100	-40
Bugadières Résidences	0	-40	0	-40	-40	0	-105	-70	0	-105	-70	0
Jardin des Oiseaux	0	-40	-8	-30	-40	-8	-140	-120	-40	-145	-120	-40
Pont des écoles	0	-30	-7	-15	-30	-7	-70	-100	-35	-80	-100	-35

Tableau 15 : Impact des scénarios d'aménagement sur les niveaux d'eau

5.4 Coût des aménagements de protection

Le coût des aménagements de protection est présenté ci-dessous. Un ordre de priorité est également attribué à ces travaux en fonction de leur efficacité hydraulique.

Le coût de la suppression des goulets d'étranglement est grévé par le coût du foncier à acquérir.

5.4.1 Coûts et ordre de priorité

Travaux	Ordre de Priorité	Montant Travaux (M€HT)
Augmentation capacité bassin G	1	0.75 M€
Suppression goulets d'étranglement		
Route de Montpellier et rue des écoles	2	1.25 M€
Rue du Rio et Plein Soleil	3	1 M€
Création du bassin K	4	0.45 M€
	Total €HT	3.45 M€

5.4.2 Décomposition du coût des travaux :

Travaux	Montant des travaux	Acquisition foncière	Etudes/Maitrise d'œuvre	Montant Total (K€HT)
Augmentation capacité bassin G	700 K€	0	50 K€	0.75 M€
Suppression goulets d'étranglement				
Route de Montpellier et rue des écoles	450 K€	750 K€	50 K€	1.25 M€
Rue du Rio et Plein Soleil	400 K€	550 K€	50 K€	1 M€
Création du bassin K	400 K€	25 K€	25 K€HT	0.45 M€

La suppression du Goulet de la rue des Ecoles comprend la destruction et la reconstruction du pont des Ecoles.

Le coût pour chacun des scénarios d'aménagement étudié est le suivant :

Scénario 1:	Bassin G	750 K €HT
Scénario 2:	Bassin G + K	1200 K €HT
Scénario 3:	Bassin G + suppression des goullets d'étranglement	3000 K €HT
Scénario 4:	Bassins G + K + suppression des goullets d'étranglement	3450 K €HT

5.4.3 Phasage du scénario 4

Le phasage du scénario 4 est le suivant :

Phase 1 : Augmentation de la capacité du bassin G

Phase 2 : Suppression des goullets d'étranglement

Phase 2.1 : Route de Montpellier et rue des écoles

Phase 2.2 : Rue du Rio et Plein Soleil

Phase 3 : Construction du bassin K

5.4.4 Difficultés/contraintes de réalisation

Les principales contraintes sont liées à la suppression des goullets d'étranglement :

- La contrainte foncière est forte avec des achats de terrain à réaliser en propriété privée. Le projet implique de plus la destruction d'une maison sur le secteur du pont des écoles,
- Le réseau d'assainissement Eaux Usées est présent sur tout le linéaire du Rieumassel, son déplacement sera à prévoir au droit de la zone des travaux,
- Des affleurements rocheux sont de plus présents ponctuellement sur les secteurs à recalibrer, ce qui peut entraîner des difficultés d'exécution supplémentaires.

5.5 Aménagements complémentaires

Les aménagements proposés ne permettent pas de supprimer toutes les inondations que ce soit pour des épisodes exceptionnels ou des événements plus courants, pour lesquels une partie de la commune sera toujours soumise au risque inondation. Des aménagements complémentaires sont donc nécessaires.

5.5.1 Création de transparences hydrauliques

Du fait de la capacité insuffisante des collecteurs pluviaux et des fortes pentes du bassin versant urbain en amont de la route de Montpellier on observe des apports liés au ruissellement urbain importants et participant fortement à l'aggravation des inondations dans les zones habitées.

La création de transparences hydrauliques, notamment dans la rue du Rio et sur le secteur des Bugadières doit permettre l'évacuation d'une partie du ruissellement pluvial dans le Rieumassel et ainsi diminuer l'accumulation dans les zones de point bas.

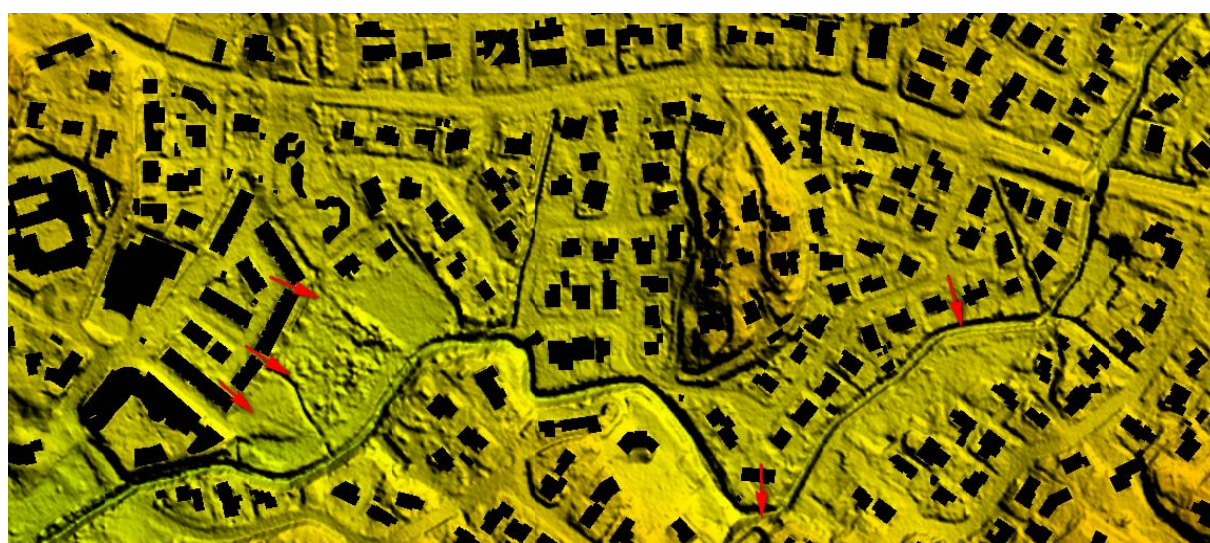
Nous proposons les transparences suivantes :

- Deux transparences sur la rue du Rio
- Deux ou trois transparences au droit des Bugadières.

La mise en place des transparences sur les Bugadières doit prendre en compte le risque d'inondation à partir du Rieumassel.

En l'état actuel la cote centennale du Rieumassel au droit des Bugadières est de 58 mNGF pour une cote TN de 57 m NGF, il y a donc un risque de remontée des eaux du Rieumassel dans le quartier des Bugadières avec la mise en œuvre des transparences hydrauliques.

La mise en œuvre de l'aménagement 3 avec suppression du Goulet du Pont des Ecoles permet de diminuer les cotes centennales d'inondation à 56.75 m NGF et permet ainsi l'évacuation du ruissellement pluvial vers le Rieumassel.



5.5.2 Mise en place d'un système d'alerte sur le bassin G

La commune de Grabels possède un plan communal de sauvegarde (PCS) afin de planifier les actions des acteurs communaux dans la gestion du risque en cas d'événements majeurs. La commune est de plus accompagnée par Predict qui met en place un service d'aide à la décision et de suivi d'évolution de la situation météorologique. Cette organisation permet de réduire considérablement les risques pour la population et d'acquérir une vraie culture du risque.

Afin d'améliorer le suivi des événements sur la commune, nous proposons d'équiper le bassin G d'un capteur de niveau afin de suivre l'évolution du remplissage du bassin en temps réel. Compte tenu des délais de remplissage et de la propagation très rapide des écoulements, ce système doit être couplé avec les prévisions fournies par Predict-Météto France afin d'anticiper le risque et de prévenir la population suffisamment tôt. La mise en place du capteur sur le bassin G sera un outil complémentaire dans l'aide à la décision en période de crise.

5.5.3 Mesures de diminution de la vulnérabilité à la parcelle

Par ailleurs, afin de limiter les dommages sur le bâti en cas d'événements exceptionnels, il est nécessaire de prévoir des mesures de mise en sécurité du bâti et des populations, pour limiter les dommages en cas d'inondation.

Dans ce cadre le SYBLE est en train de mettre en place des outils de mesures de réduction de la vulnérabilité pouvant être mis en place sur la commune de Grabels. Des réunions de concertation pour la mise en place de diagnostics individuels gratuits ont déjà eu lieu en début d'été 2015.

Cette démarche de sensibilisation a pour objectif d'accompagner la population pour la réalisation de mesures de réduction de la vulnérabilité du bâti

Elles peuvent être financées par l'état et les collectivités.

Si vous êtes propriétaire d'une maison individuelle, d'un bâtiment individuel situé(e) en zone inondable vous devez appliquer les mesures précisées dans le PPRI qui sont spécifiques à votre commune

Ci-dessous les mesures les plus fréquemment rencontrées

1 **Etablir un autodiagnostic ou faire établir un diagnostic comprenant :**

- Le plan du bâtiment,
- le levé topographique du plancher habitable le plus bas,
- la connaissance de l'aléa et des conditions d'inondation du site,
- l'identification des biens présentant un caractère vulnérable,
- les mesures proposées pour réduire la vulnérabilité,
- le calendrier de mise en œuvre (inférieur à 5 ans)


2 **Disposer ou (faire) réaliser un levé topographique du plancher habitable le plus bas**

Si le plancher est au-dessous de la hauteur d'eau définie par le PPRI...



... alors vous avez l'obligation de mettre en place un «batardeau»

Si au contraire le plancher est au-dessus de la hauteur d'eau définie par le PPRI ...



... alors vous n'avez pas l'obligation de mettre en place un «batardeau»

3 **Dans tous les cas en fonction du résultat du diagnostic ...**

vous pouvez être dans l'obligation de :

- Créer un espace refuge, si vous n'en avez pas, pour assurer la sécurité des personnes,
- matérialiser les piscines et les bassins enterrés par un balisage de 20cm au dessus de la cote des Plus Hautes Eaux (PHE),
- arrimer les objets pouvant flotter et pouvant présenter un danger (cuves à fioul, caravanes, remorques, bois ..).

il est recommandé de :

- Mettre hors d'eau le tableau électrique et installer des réseaux électriques descendants,
- veiller à la qualité des menuiseries non sensible à l'eau,
- créer un ouvrant en toiture,
- installer des clapets anti-retour sur les réseaux d'eaux usées,
- installer un anneau d'amarrage pour le bateau des secours.

Les mesures sont de nature à limiter les entrées d'eau dans le bâti et ainsi protéger les biens et les personnes.

Les principales mesures sont classiquement :

- La mise en place de batardeaux,
- La création d'un espace refuge,
- L'arrimage des objets flottants dangereux (type cuves)
- La matérialisation des piscines et bassins
- La mise hors d'eau des installations électriques et de chauffage
- L'installation d'un clapet anti-retour sur les eaux usées
- Etc.

Lors des visites de terrain, l'ensemble des habitations inondées en octobre 2014 ont été répertoriées afin d'identifier les maisons ne possédant pas d'étage constituant un risque supplémentaire pour les personnes.

Des levés topographiques des seuils des habitations sont prévus ultérieurement afin d'identifier le niveau d'eau dans les bâtis et l'impact direct des aménagements sur les hauteurs d'eau dans ces bâtis.

5.5.4 Diminution des apports du réseau pluvial par le biais d'une modification du règlement du PLU : révision du schéma directeur pluvial et zonage pluvial

Il est important de prévoir des dispositifs de rétention des eaux pluviales, à minima pour les opérations d'aménagement les plus conséquentes.

Il est proposé de réguler les volumes de ruissellement sur les futurs secteurs d'urbanisation afin de limiter les débits pluviaux rejetés dans les réseaux d'assainissement communaux ou le réseau hydrographique naturel.

La mise en place d'ouvrages de rétention obéit à deux objectifs principaux :

- Au point de vue quantitatif : ramener les débits pluviaux après urbanisation à leur niveau avant urbanisation, ceci jusqu'à une période de retour de 100 ans
- Au point de vue qualitatif : pré-traitement des eaux pluviales par rétention de l'essentiel de la pollution particulaire et possibilité de confinement des pollutions accidentelles dans les secteurs sensibles.

Les ouvrages de rétention se conçoivent à l'échelle d'opérations d'habitat collectif ou pavillonnaire à partir d'une dizaine de lots, d'une ZAC, d'une opération de restructuration de l'habitat. A l'échelle de chaque projet, le schéma de gestion des eaux pluviales doit :

- prendre en compte l'ensemble de l'aménagement, y compris le domaine public (voirie, parking, espaces verts...) et le domaine privé (lots individuels, immeubles,...),
- préciser les mesures d'entretien et de surveillance des ouvrages (nature, périodicité) ainsi que le mode d'entretien (responsabilité de la commune ou privée),

L'évacuation du débit de fuite peut se faire de deux manières :

- soit par infiltration dans le sol (la perméabilité du sol fixe alors le débit de fuite),
- soit par restitution au réseau pluvial (un ajutage permet de réguler le débit avant rejet et de ramener les débits de sortie à leur niveau avant urbanisation).

La faisabilité de l'infiltration dans le sol devra être étudiée dans le cadre d'études spécifiques comprenant la réalisation de tests de perméabilité, un descriptif de l'incidence du projet sur la ou les nappes concernées ainsi qu'une évaluation des risques de colmatage.

5.5.4.1 Techniques de rétention à la parcelle

Les techniques préconisées font appel au stockage en surface ou enterrée des eaux pluviales :

- stockage en citerne ou en réservoir enterré,
- stockage en structure réservoir poreuse,
- toits stockant,
- bassins de rétention secs
- Noues

Le type de technique à mettre en place sera guidé par la position de l'emprise bâtie sur la parcelle et les possibilités d'évacuation des débits de vidange des structures de stockage mises en place.

A l'intérieur de la parcelle les mesures suivantes devront être prises :

- **séparer les espaces verts des espaces imperméabilisés** par une margelle de 0.10 à 0.15 m de hauteur : cette mesure permet d'éviter le rejet du ruissellement lié aux espaces verts vers le domaine public,

- **favoriser l'utilisation de matériaux perméables ou poreux** pour les voies, zones de parking et cheminements internes à la parcelle :
- les pavés poreux présentent, par exemple les mêmes caractéristiques que les pavés traditionnels mais leur porosité (15 % minimum) offre une grande perméabilité (7.10^{-3} m/s minimum),
- la constitution d'allées en gravier peut de même constituer une alternative intéressante à une imperméabilisation totale.

Stockage en citerne

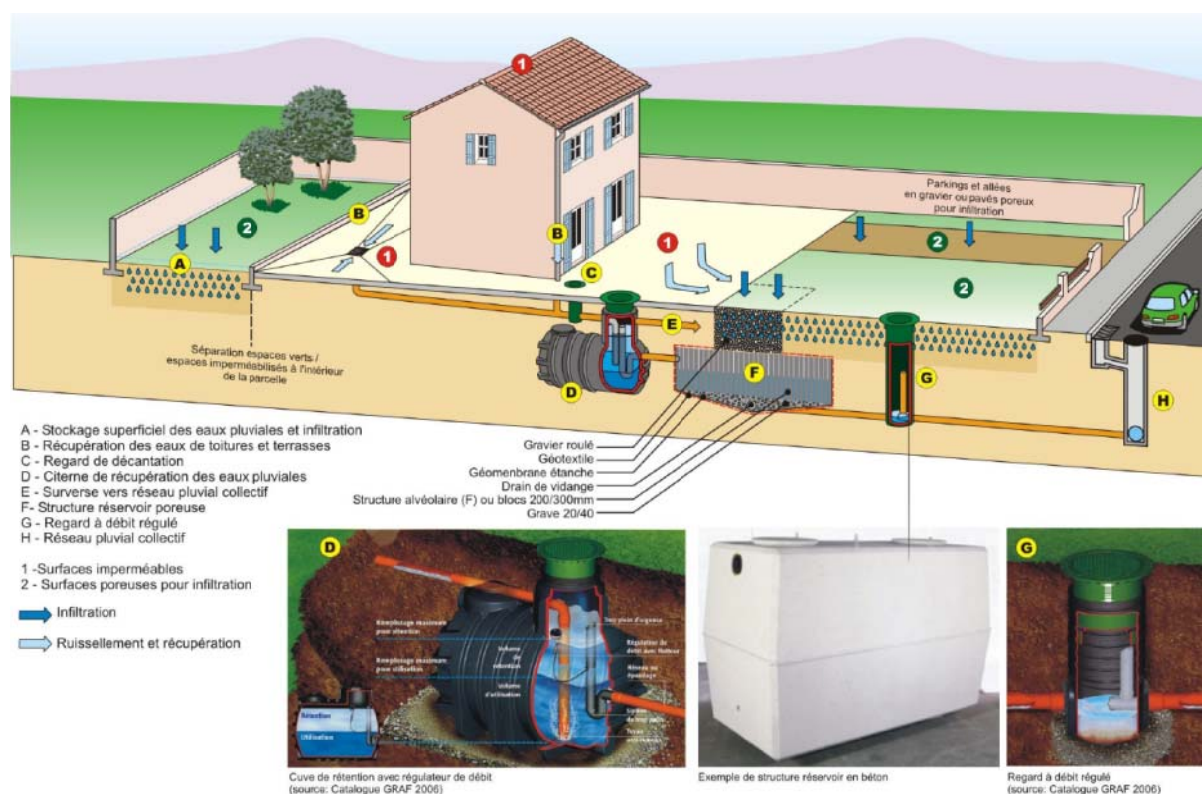
La citerne est équivalente à un bassin de rétention étanche. Elle peut être enterrée ou superficielle. Elle doit être équipée d'une trappe permettant le nettoyage et d'un régulateur de débit.

Le matériau utilisé doit être inerte vis-à-vis de la pluie. Un ouvrage de décantation doit être mis en place en tête de la citerne.

De nombreuses citernes préfabriquées existent sur le marché et offrent les deux potentialités suivantes :

- retenir les eaux pluviales et permettre leur évacuation vers le réseau avec un débit régulier,
- conserver un volume d'eau pluviale pour une utilisation personnelle jardin et habitat.

La figure suivante illustre le schéma de principe de ce type de dispositif.



Stockage en réservoir enterré

Ce type de stockage peut être réalisé à partir d'éléments préfabriqués (buse béton, tuyaux en acier...) ou peut être construit sur place (bassin en béton). Ces ouvrages doivent être équipés d'un regard de décantation, d'un dispositif de visite et d'entretien, ainsi que d'un régulateur de débit avant rejet au réseau ou au milieu naturel.

Stockage en structures réservoir poreuses

Les structures réservoirs poreuses permettent un stockage temporaire de l'eau, avant infiltration ou rejet à débit régulé vers un exutoire.

Les matériaux qui les constituent sont soit des matériaux poreux courants (graviers, granulats), soit des matériaux alvéolaires offrant une plus grande capacité de stockage.

Elles sont mises en place sur des épaisseurs faibles mais sur des surfaces relativement importantes, généralement sous les terrasses et les voies d'accès à un garage.

- un regard de décantation doit être prévu avant l'injection des eaux dans la structure. Cet ouvrage peut être remplacé par un filtre en gravier roulé,
- la couche de surface est étanche pour éviter l'entretien indispensable à une couche de surface poreuse et l'injection de l'eau s'effectue latéralement,
- la couche d'assise de la structure réservoir doit être rendue étanche par la mise en place d'une géomembrane,
- un regard à débit régulé sera mis en place en sortie de l'ouvrage.

Bassins de retenue

Cette technique de stockage sera réservée à des projets de surface supérieure à 2500 m².

Les bassins de rétention sont une des solutions les plus utilisées actuellement, ils supposent une concentration des eaux, soit par ruissellement, soit par écoulement en réseau :

- ces ouvrages devront être rendus étanches,
- un regard à débit régulé sera mis en place en sortie de l'ouvrage.

Toits stockant

Les toits stockant permettent de stocker provisoirement l'eau de pluie et de la restituer à débit limité vers le réseau d'eau pluvial ou un autre exutoire grâce à un dispositif de régulation spécifique.

On peut utiliser des toitures de pente nulle mais aussi des toitures avec de légères pentes variant de 0.1 à 5 %, ainsi que des toitures jardin.

Pour les toits à faible pente, la capacité de stockage peut être obtenue par la mise en place de barrages transversaux.

L'étanchéité peut être protégée par une couche de gravillons, qui joue également un rôle de régulation. Cependant, la régulation est réalisée de manière plus efficace par des dispositifs spécifiques, qui comprennent généralement des orifices calibrés ainsi qu'un dispositif de trop-plein.

Noues

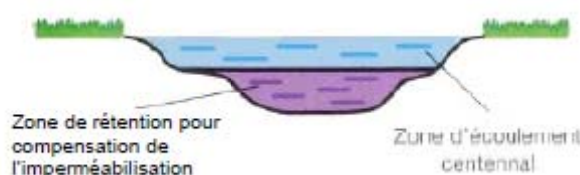
Les noues permettent de stocker temporairement l'eau de pluie et de la restituer à faible débit vers le réseau ou vers un autre exutoire par l'intermédiaire de drains mis en place dans le fond de l'ouvrage.

Les noues ont l'avantage de s'intégrer facilement dans le paysage urbain.

Parmi les principaux avantages liés à l'utilisation de cette technique, on peut citer :

- l'utilisation en un seul système des fonctions de drainage des terrains, de rétention, de régulation, d'écrêtement qui limitent les débits de pointe à l'aval
- la création d'un paysage végétal et d'espaces verts pour une bonne intégration dans le site
- sa réalisation par phases, selon les besoins de stockage
- son coût peu élevé.

Le schéma de principe est le suivant :



6. Propositions d'aménagements sur la Mosson

6.1 Amélioration de la confluence Mosson Rieumassel

Il a été simulé l'impact d'une gestion de la ripisylve sur les niveaux de crue de la Mosson et du Rieumassel. Ces tests ont été établis en augmentant, à l'aval de la confluence, les coefficients de Strickler retenus pour le calage :

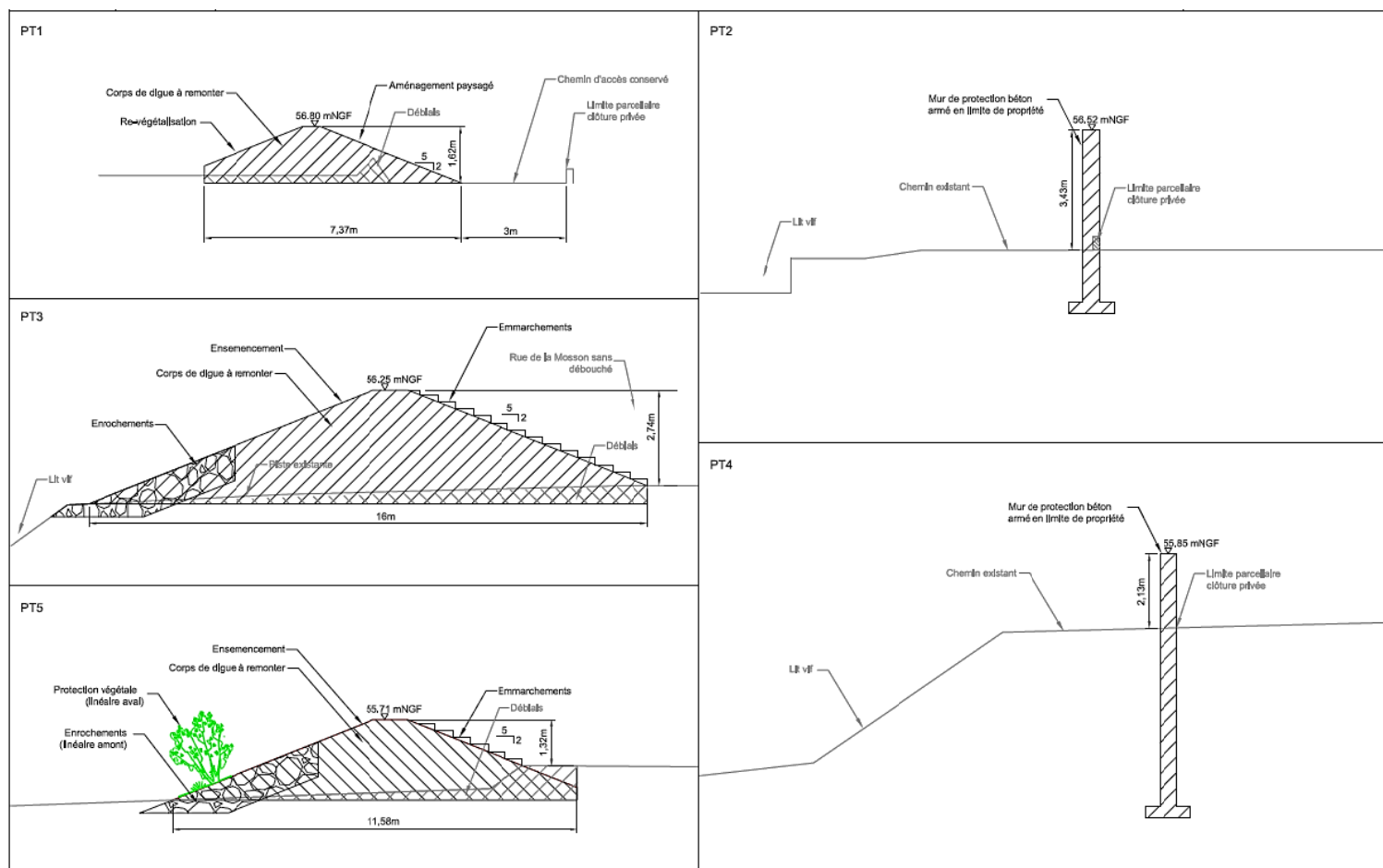
- Augmentation des Strickler de 10 à 15 sur la Mosson à l'aval de la confluence

On observe sur la zone entre la Mosson et le Rieumassel (en rive gauche de la Mosson et en rive droite du Rieumassel en aval du pont des Ecoles) une forte diminution des hauteurs de submersion dans les zones habitées supérieure à 50cm. Ceci traduit l'intérêt d'une gestion de la ripisylve pour la diminution des crues.

Des travaux ont été réalisés par le Syble en début d'année : abattage sélectif d'arbres, élimination des embâcles, débroussaillage.

Un contrôle et des travaux devront être réalisés sur ce secteur chaque année avant la saison d'apparition des épisodes Méditerranéens (Août/Septembre).





La présente étude a mis en évidence les forts apports pluviaux en provenance du centre-ville pouvant être bloqués par l'ouvrage d'endiguement prévu.

Il existe deux thalwegs principaux apportant des eaux pluviales sur le secteur d'étude (cf figure 22) :

Nom	Surface (ha)	Coefficient de ruissellement
Sous bassin MOS3	22.8	0.8
Sous bassin MOS4	9.4	0.8

Il sera nécessaire de prévoir des bassins de rétention en cas de concomitance entre une crue de la Mosson et un fort ruissellement pluvial sur les parties urbaines de la ville. Le dimensionnement de ces bassins est fait pour deux types d'évènement pluie décennale et pluie trentennale :

	Volume pour une pluie décennale	Volume pour une pluie trentennale
Sous bassin MOS3	12000 m3	29000 m3
Sous bassin MOS4	16000 m3	38000 m3

Le projet de digue n'est pas résistant à la surverse : il est proposé de se prémunir contre ce risque au moyen d'un double lit de matelas de gabion ou une protection par des enrochements maçonnés mis en place sur le talus coté terre.

6.2.2 Impact de la digue de protection

La modélisation réalisée prend en compte le tracé de la digue tel que définie dans l'étude de 2012.

Compte tenu des apports pluviaux des aménagements devront être mis en place afin d'évacuer le ruissellement pluvial.

Cet aménagement a été testé pour un évènement de type Octobre 2014.

Le projet impacte la ligne d'eau de manière assez significative. Il entraîne un exhaussement atteignant 50cm en amont du projet sur des zones non habitées.

En rive droite de la Mosson, on observe un exhaussement inférieur à 25cm sur une zone sans enjeu.

Le nombre d'habitations protégées par cet aménagement pour un évènement du type octobre 2014 est d'environ 40 habitations. Sur ces 40 habitations, 12 habitations ont eu de l'eau dans les pièces habitables.

6.2.3 Coût de la digue de protection

Le coût de la digue de protection est évalué à 2.4 M€ HT, décomposé de la manière suivante :

- Coût de l'ouvrage d'endiguement : 2 M€HT
- Coût des bassins de rétention : 0.4 M€HT

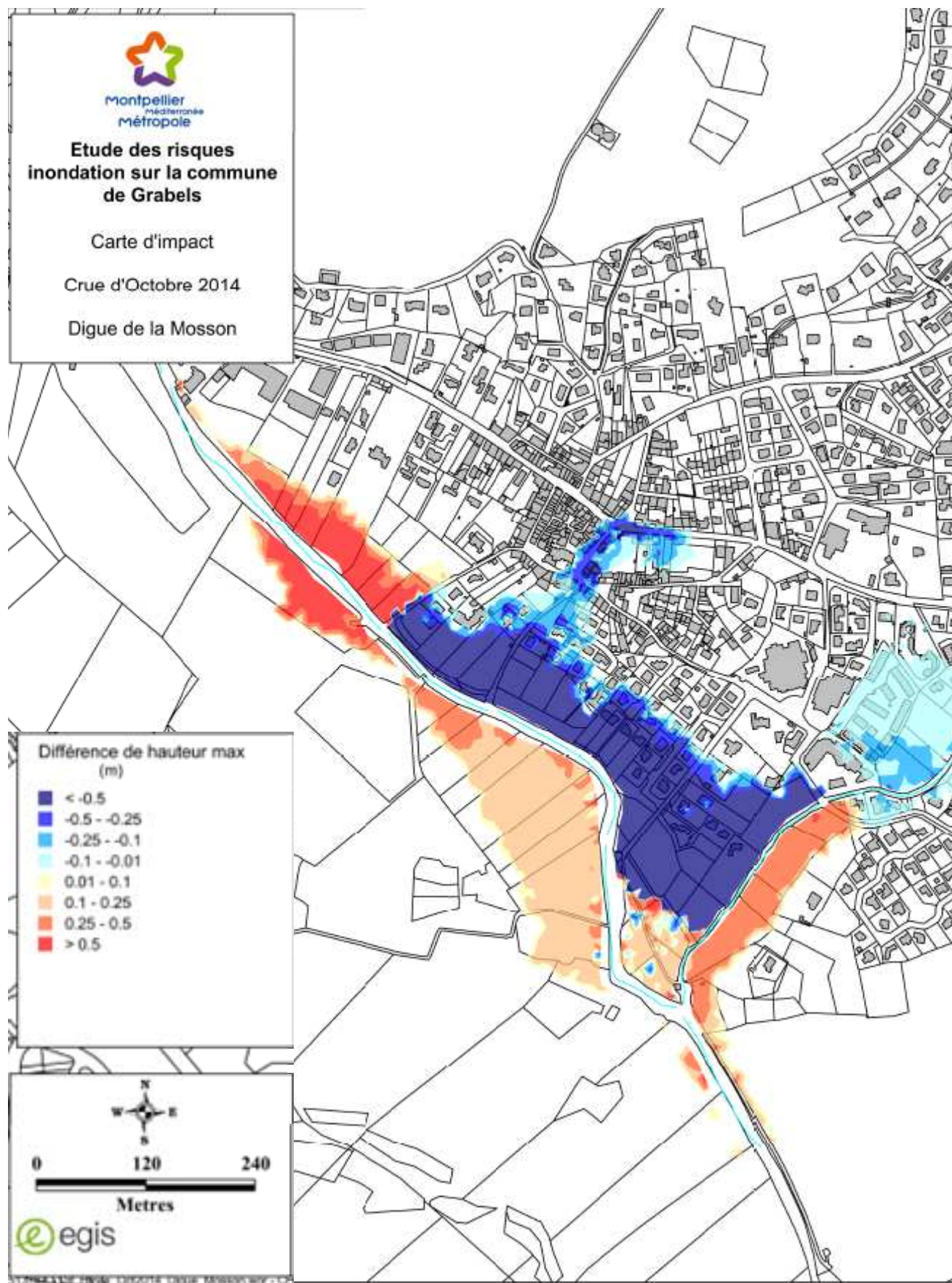


Figure 43 : impact en hauteurs d'eau – octobre 2014

6.3 Une alternative : la mise en place de mesures de diminution de la vulnérabilité à la parcelle

La comparaison entre les cotes des seuils des habitations inondées et les cotes atteintes par la crue d'Octobre 2014 met en évidence que seules 12 habitations ont subi une inondation dans leurs pièces habitables.

Une alternative à la digue de protection évoquée ci-dessus est la mise en place de mesures de diminution de la vulnérabilité à la parcelle.

6.4 Suppression des seuils sur la Mosson

Dans le cadre du rétablissement de la continuité écologique il a été testé pour l'évènement d'octobre 2014 la suppression des seuils sur le tronçon entre le Château et la confluence avec le Rieumassel.

On observe un abaissement des niveaux sur le secteur amont de la Mosson de l'ordre de 5 à 10 cm. Cinq habitations sont situées dans cette zone d'abaissement.

Au niveau de la confluence avec le Rieumassel, on observe une légère augmentation des niveaux d'eaux inférieurs à 5cm.

Dans cette zone d'augmentation des niveaux se trouvent 11 habitations.

6.5 Conclusion

La construction d'une digue, du fait de son coût, de son impact paysager et environnemental et de ses difficultés techniques de réalisation, ne paraît pas être la bonne solution pour la protection des zones habitées en bordure de Mosson.

A ces éléments se rajoute les risques liés au fonctionnement de la Mosson : l'accumulation d'embâcles dans le goulet d'étranglement situé à l'aval de la confluence avec le Rieumassel peut générer de très fortes hauteurs de submersion sur le secteur d'étude. C'est probablement ce qui s'est passé lors de la crue de 1933. Ce risque prévisible mais difficilement quantifiable pourrait générer des hauteurs d'eau supérieures à la crête des digues de protection, entraînant leur rupture, d'où un risque accru pour les habitations que l'on cherche à protéger.

Il est proposé :

- **La mise en place d'un programme d'entretien spécifique de la végétation** sur le secteur confluence Rieumassel/Mosson et dans le goulet d'étranglement situé dans le prolongement de cette confluence. Ce programme est destiné à diminuer le risque d'embâcles qui constitue le risque majeur sur ce secteur. Ce programme, **annuel**, intègre abattage sélectif d'arbres, élimination des embâcles, débroussaillage.
- **La mise en place de mesures de diminution de la vulnérabilité à la parcelle** : les niveaux d'inondation observés dans les habitations (<1m) autorisent une mise en œuvre efficace de ce type de technique.

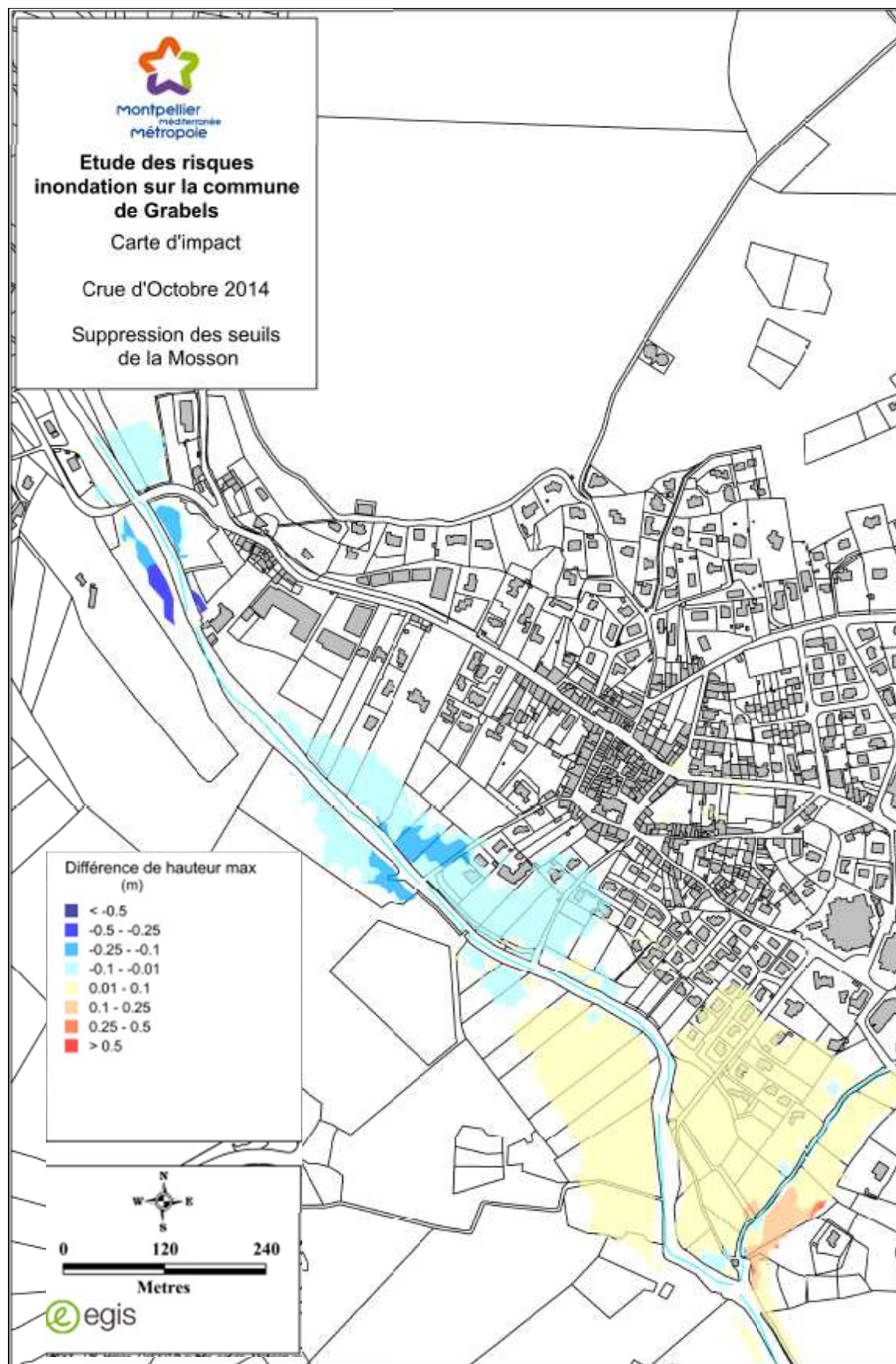


Figure 44 : Impact de la suppression des seuils – octobre 2014

7. Analyse coût bénéfices

Le présent rapport vise à établir une analyse coût bénéfices des scénarios d'aménagements projetés sur le Rieumassel et la Mosson sur la commune de Grabels.

La démarche méthodologique visant à déterminer les critères monétaires définis dans le guide méthodologique du CGDD de juillet 2014 a été retenue.

Les éléments fournis visent à participer au processus d'aide à la décision des différentes orientations pouvant être développées par la maîtrise d'ouvrage.

L'analyse réalisée s'appuie sur les données disponibles au stade schéma d'aménagement. Elle pourra être confortée ultérieurement avec l'avancement de la définition des aménagements.

7.1 Présentation des indicateurs monétaires retenus

Ces indicateurs sont présentés dans le tableau ci-après :

Tableau 16 : Objectifs et indicateurs monétaires (source : extrait du guide méthodologique de juillet 2014 - CGDD)

Objectifs	Indicateurs synthétiques	Notés dans la suite du texte ...	Indicateurs monétaires
Efficacité	Rapport des dommages évités (moyens annuels) grâce au projet sur les dommages (moyens annuels) en situation de référence	DEMA/ DMA sc. de référence	
Efficience	Valeur Actualisée Nette du projet	VAN	
	Ratio des bénéfices générés par le projet sur le coût du projet	B/C	

- Les indicateurs de rapport coût-efficacité synthétisent l'information comparant les coûts aux bénéfices non monétarisés. Ils permettent d'évaluer le coût que la société consent pour protéger les enjeux principaux.
- La VAN et le rapport B/C synthétisent l'information comparant les coûts aux bénéfices monétarisés. Ils donnent une mesure de la production de bien-être du projet pour la société.

7.2 Les aménagements pris en compte dans l'analyse

La définition des aménagements fait l'objet d'un rapport spécifique. La consistance des travaux et leur incidence hydraulique n'est donc pas rappelée ici.

Les quatre scénarios étudiés au stade des études préliminaires sur le Rieumassel sont :

- Scénario 1 : agrandissement du bassin G
- Scénario 2 : agrandissement du bassin G + création du bassin K
- Scénario 3 : agrandissement du bassin G + suppression des goullets d'étranglement

- Scénario 4 : agrandissement du bassin G +bassin K + suppression des goulets d'étranglement

7.3 Les scénarios d'inondation retenus

Conformément au guide méthodologique du CGDD de juillet 2014, les scénarios d'aléa retenus sont :

- « **le scénario engendrant les premiers dommages** »¹ : c'est l'évènement de période de retour 20ans.
- « **le scénario de dimensionnement du projet** » : c'est l'évènement de période de retour 100ans.
- « **un scénario d'aléa pour lequel l'ouvrage ou le système de protection a un impact hydraulique limité** » : c'est l'évènement d'Octobre 2014
- « **un scénario d'aléa extrême, de période de retour au moins 1 000ans** » :

Ce dernier scénario n'étant pas disponible dans les études hydrauliques réalisées, il a été convenu d'appliquer la méthode de détermination des dommages de la crue extrême proposée dans le référentiel départemental du Gard (rapport « analyse coût-bénéfice des projets de protection-prévention des inondations » Comité départemental de l'eau du Gard – Mars 2012) qui consiste à considérer que « *le point correspondant aux dommages pour une crue exceptionnelle aura un montant de dommages égal à 1.5 fois les dommages de la crue centennale* ».

Pour l'état initial et l'état aménagé : l'analyse prend en compte 4 scénarios d'aléa pour la détermination de la courbe fréquentielle de dommages.

¹ Les intitulés entre guillemets sont ceux définis par le guide méthodologique de juillet 2014.

7.4 Evaluation des indicateurs monétaires de l'AMC

La détermination des indicateurs monétaires d'efficacité et d'efficience (DEMA/DMA, VAN, B/C) nécessitent la réalisation d'une analyse coût-bénéfice.

Les étapes principales d'une analyse coût-bénéfice sont résumées dans le schéma ci-après :

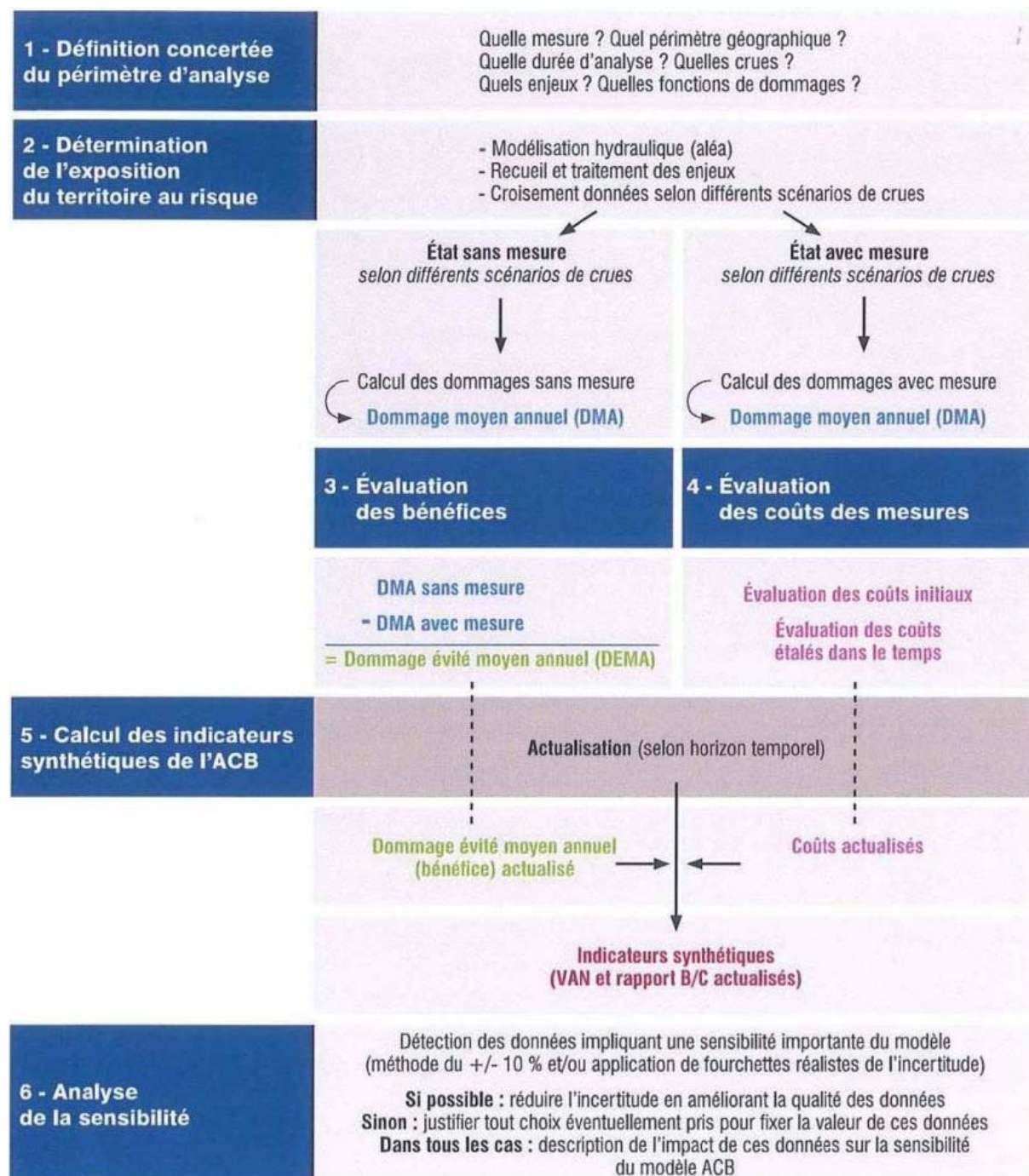


Figure 45 : Schéma récapitulatif des grandes étapes structurant la démarche de l'ACB (source : guide CEPRI – novembre 2011)

7.5 Les coûts des scénarios d'aménagement

7.5.1 Coût d'investissement des scénarios d'aménagement

La présente analyse prend en compte un *montant d'investissement* qui intègre :

- Le montant des travaux
- Le montant des études
- Le montant estimé des acquisitions foncières

Ainsi on obtient les montants d'investissement suivants :

Tableau 17 : Synthèse des coûts d'investissement retenus

Scénario considéré	Montant d'investissement
Scénario 1 : agrandissement du bassin G	750 K€
Scénario 2 : agrandissement du bassin G + création du bassin K	1 200 K€
Scénario 3 : agrandissement du bassin G + suppression des goulets d'étranglement	3 000 K€
Scénario 3 : agrandissement du bassin G + K + suppression des goulets d'étranglement	3450 K€

7.5.2 Les coûts de fonctionnement et d'entretien (maintenance, entretien, gestion)

A défaut de données plus précises, un estimatif à 0.5% est pris en compte en cohérence avec les ratios constaté sur d'autres territoires.

7.6 Méthode d'évaluation du coût des dommages par typologie d'enjeu / Fonctions de dommages appliquées

Ce chapitre vise à fournir les sources des courbes d'endommagement utilisées ainsi que les hypothèses retenues pour leur application.

7.6.1 Méthodologie générale

Le coût global des inondations sur la zone d'étude sera calculé pour les crues de période de retour **20, 100, 150 ans**.

L'analyse globale se base sur le croisement de l'aléa hydraulique (hauteurs de submersion essentiellement) avec la carte d'occupation des sols (enjeux), et l'intégration au SIG des courbes d'endommagement relatives au mode d'occupation du sol et de son usage à l'échelle du bâti ou des parcelles (pour les enjeux agricoles) disponible dans le cadastre

Les fonctions de dommages utilisées sont issues de guides méthodologiques reconnus. *Dans tous les cas, seuls les dommages directs ont été chiffrés.*

La correspondance entre les typologies d'enjeux identifiés préalablement et les courbes d'endommagement disponibles est fournie dans les paragraphes suivants.

Les catégories d'enjeux identifiés sur le périmètre d'étude sont (cf.2.1) :

- L'habitat ;
- Le réseau de transport (routier).

7.6.2 L'habitat

Le guide méthodologique de Juillet 2014 fournies des courbes de dommages pour les catégories d'habitat suivantes² :

- sans étage
- avec étage

Remarques :

Cette typologie d'habitat est supposée ayant un garage dans les hypothèses prises en compte pour la détermination des montants de dommages.

Les enquêtes de terrain ont montré que les habitations du périmètre d'étude n'avaient pas de sous-sol, les montants de dommages spécifiques à ce paramètre n'ont donc pas été appliqués.

La détermination de la présence ou non d'un étage a été réalisée d'après les reconnaissances de terrain.

Le guide propose deux sortes de courbes d'endommagement, applicables en fonction de l'étendue du périmètre d'étude :

- Les courbes applicables au logement : pour les périmètres couvrant des territoires communaux
- Les courbes applicables à la surface de bâtis d'habitation : pour les périmètres d'étude interdépartementaux.

Compte-tenu de l'étendue du périmètre d'étude, les courbes « au logement » sont appliquées. Cependant, le nombre de logements par immeuble n'ayant pu être déterminé, les courbes applicables à la surface seront appliquées pour les logements collectifs.

La modélisation hydraulique et le retour d'expérience sur les événements passés permettent de définir des durées de submersion inférieures à 24h.

7.6.3 Le réseau routier

Les valeurs d'endommagement utilisées sont issues de l'étude « *Méthode simple d'évaluation de la population bénéficiaire et de l'intérêt des travaux économiques des travaux réalisés* » (SCE – 2007) disponibles dans le guide « *Evaluation de la pertinence des mesures de gestion du risque inondation – Manuel des pratiques existantes* » (CEPRI - Juin 2008).

Le tableau ci-après reprend les valeurs « brutes » fournies dans le guide (en € 2007).

Tableau 18 : Grille d'endommagement de la voirie (source : Guide CEPRI « Evaluation de la pertinence des mesures de gestion du risque inondation » - 2007)

• Usage	Type	Unité	Hauteur d'eau (m)	Valeur (€ 2007)			Ratio d'endommagement
				minimum	moyenne	maximum	
Voiries / Routes	Routes	/m ²	<0.5m	20 €	60 €	100 €	20%
			0.5 – 1m				60%
			> 1m				➤ 100%

² La zone d'étude est concernée uniquement par de l'habitat individuel.

• Usage	Type	Unité	Hauteur d'eau (m)	Valeur (€ 2007)			Ratio d'endommagement
				minimum	moyenne	maximum	
	Voirie avec trottoir	m²	< 0.5m	30 €	70 €	110 €	20%
			0.5 – 1m				60%
			> 1m				100%

Le tableau ci-après fournit les valeurs applicables dans notre cas, prenant en compte :

1. L'inflation entre 2007 et 2014 ;
2. La correspondance entre les typologies de voiries disponibles dans la BDTopo et celle des courbes d'endommagement utilisées ;
3. Un coût de dommage au kilomètre de voirie.

Tableau 19: Grille d'endommagement de la voirie en € 2014 – Correspondance avec les données disponibles dans la BDTopo

Type	Nature de l'attribut de la classe « Route » de la BDTopo	Unité	Hauteur d'eau (m)	Valeur (€ 2014) ³	Valeurs de dommages estimées	
					m²	Km*
Routes	Route à 1 chaussée	m²	< 0.5m	22 €	4 €	22 000 €
	Bretelle		0.5 – 1m		13 €	66 000 €
	Autre		> 1m		22 €	110 000 €
Voirie avec trottoir	Quasi-autoroute (2 * 2 voies)	m²	< 0.5m	121 €	24 €	605 000 €
			0.5 – 1m		73 €	1 815 000 €
			> 1m		121 €	3 025 000 €
	Route à 2 chaussées (2 * 1 voie)	m²	< 0.5m	77 €	15 €	184 800 €
			0.5 – 1m		46 €	554 400 €
			> 1m		77 €	924 000 €

* Les résultats au kilomètre sont des valeurs arrondies.

Remarque : seules des « routes à 1 chaussée » sont présentes sur le périmètre d'étude.

7.6.4 Résultats de l'évaluation du montant des dommages avant et après aménagement

L'application des courbes d'endommagement décrites aux paragraphes précédents donnent les résultats synthétisés dans les tableaux pages suivantes.

NB : Les valeurs de la crue exceptionnelle étant déduit de la crue centennale, ils ne sont pas fournis ci-après.

³ Rappel : les valeurs 2014 ne sont pas disponibles 1€ 2007 = 1.1€ (2013) – Source INSEE

Tableau 20 : Récapitulatif des montants de dommages par enjeu et par période de retour

7.7 Les bénéfices liés au projet : dommages moyens annuels (DMA) et dommages évités (DEMA)

7.7.1 Méthode de calcul

Les valeurs de dommages obtenues pour chaque période de retour permettent de construire une courbe fréquentielle de dommage en situation actuelle et en état aménagé.

Chaque extremum de la courbe est représentatif d'une crue de période de retour caractéristique. La définition précise de cette courbe nécessite la connaissance du montant des dommages engendrés par plusieurs crues suffisamment différenciées en période de retour.

La fréquence de la crue provoquant les premiers dommages est particulièrement importante à appréhender pour caler la courbe. Elle fournit le point de départ inférieur de la courbe.

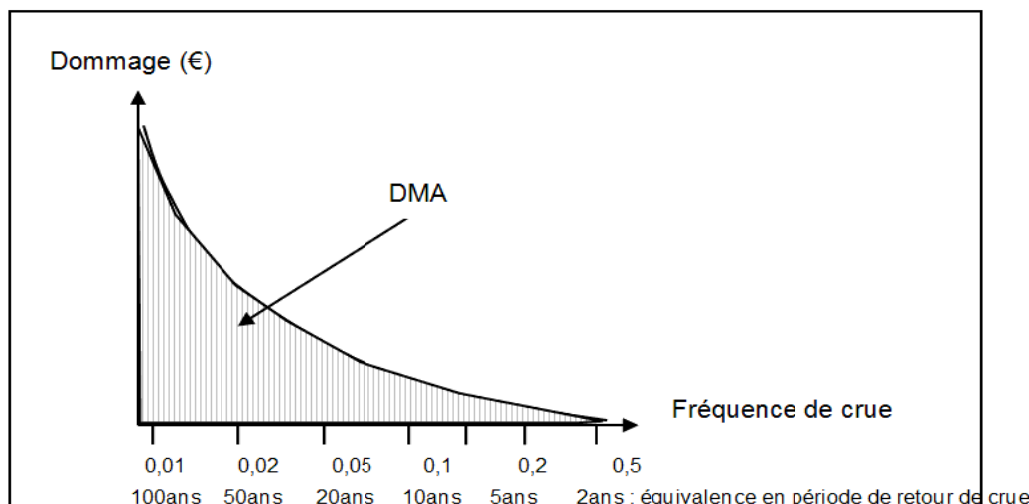
La surface délimitée par cette courbe et l'axe des abscisses représente le dommage moyen annuel (DMA aussi appelé CMA coût moyen annuel), évalué à partir de la formule suivante :

$$CMA = \int_{T=T_d}^{T=\infty} C(T) dT$$

Avec :

- $C(T)$: coût pour l'événement de période de retour
- $\frac{1}{T_d}$: Période de retour de l'événement débordant

Il correspond à la surface sous la courbe fréquentielle, comme le montre la Figure ci-dessous :



Les crues exceptionnelles, qui occasionnent les dommages les plus importants, sont par définition rares et ont peu de poids, statistiquement parlant, dans le calcul du dommage moyen annuel (DMA), contrairement à des crues plus faibles mais beaucoup plus fréquentes.

L'estimation du dommage évité moyen annuel (DEMA) est donnée par la différence entre le nombre moyen annuel avec projet (état aménagé) et le dommage moyen annuel sans projet (état actuel):

$$DEMA = DMA \text{ (sans projet)} - DMA \text{ (avec projet)}$$

7.7.2 Mise en œuvre sur le périmètre d'étude

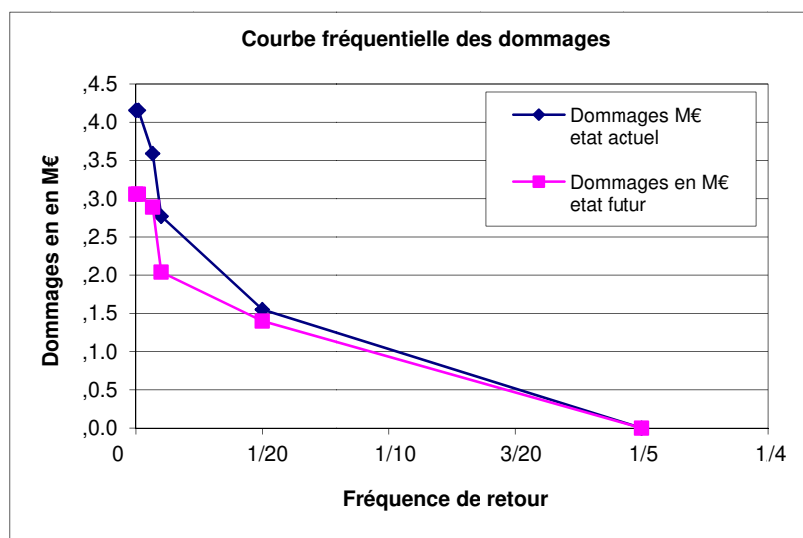
Selon la méthodologie décrite au paragraphe précédent, on obtient les résultats suivants :

7.7.2.1 Pour le Scénario 1

Tableau 21 : Tableau de calcul du DMA / DEMA

Paramètres des scénarios hydrologiques			Dommages M€ état actuel	Dommages en M€ état futur
	T	F		
<i>Crue non débordante état actuel</i>	5	0.200	-	-
<i>Crue de 2003</i>	20	0.050	1.55	1.40
<i>Crue centennale</i>	100	0.010	2.77	2.04
<i>Crue de 2014</i>	150	0.007	3.59	2.89
<i>Q exceptionnelle</i>	1000	0.001	4.16	3.06
			DMA état actuel	DMA état aménagé
			0.24	0.20
			DEMA 0.04	

Figure 46 : Courbe fréquentielle de dommages.



Ainsi, on retient les résultats suivants :

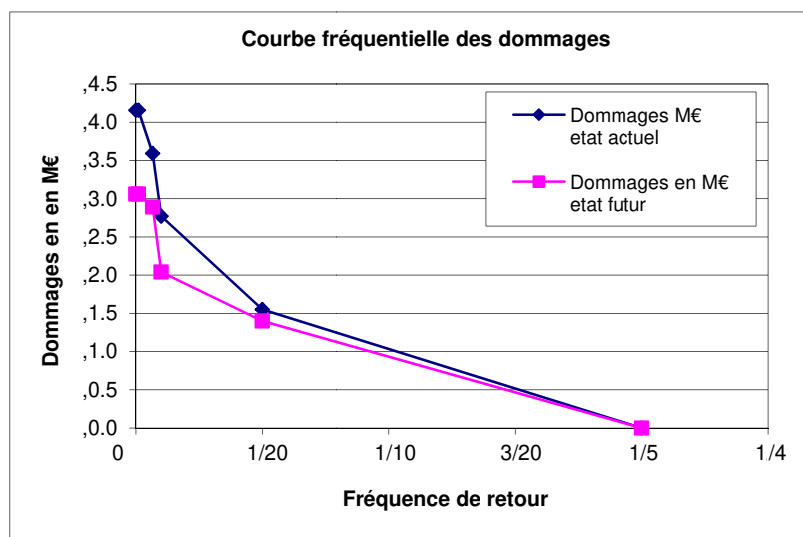
<p>DMA état actuel = 0.24 M€ DMA état aménagé = 0.2 M€ DEMA = 0.04 M€</p> <p>Ces résultats montrent que les aménagements de protection contre les inondations permettent un gain annuel de plus de 40K€ de dommages évités.</p>

7.7.2.2 Pour le Scénario 2

Tableau 22 : Tableau de calcul du DMA / DEMA

Paramètres des scénarios hydrologiques			Dommages M€ état actuel	Dommages en M€ état futur
	T	F		
<i>Crue non débordante état actuel</i>	5	0.200	-	-
<i>Crue de 2003</i>	20	0.050	1.55	1.40
<i>Crue centennale</i>	100	0.010	2.77	2.00
<i>Crue de 2014</i>	150	0.007	3.59	2.57
<i>Q exceptionnelle</i>	1000	0.001	4.16	3.00
			DMA état actuel	DMA état aménagé
			0.24	0.20
			DEMA	
			0.04	

Figure 47 : Courbe fréquentielle de dommages.



Ainsi, on retient les résultats suivants :

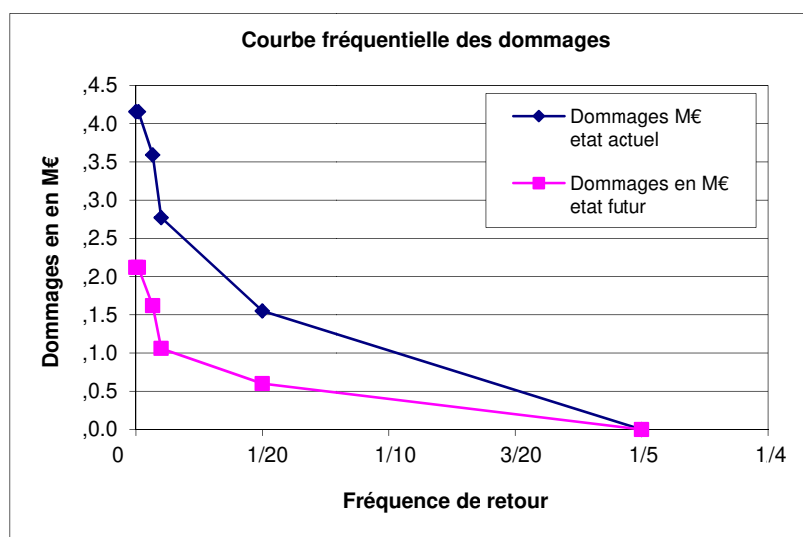
DMA état actuel = 0.24 M€
DMA état aménagé = 0.20 M€
DEMA = 0.04 M€
Ces résultats montrent que les aménagements de protection contre les inondations permettent un gain annuel de plus de 40K€ de dommages évités.

7.7.2.3 Pour le Scénario 3

Tableau 23 : Tableau de calcul du DMA / DEMA

Scénarios hydrologiques			Dommages M€ état actuel	Dommages en M€ état futur
Nom	T	F		
Crue non débordante état actuel	5	0.200	-	-
Crue de 2003	20	0.050	1.55	0.60
Crue centennale	100	0.010	2.77	1.06
Crue de 2014	150	0.007	3.59	1.62
Q exceptionnelle	1000	0.001	4.16	2.12
	Exceptionnelle	-	4.16	2.12
			DMA état actuel	DMA état aménagé
			0.24	0.10
			DEMA	
			0.14	

Figure 48 : Courbe fréquentielle de dommages.



Ainsi, on retient les résultats suivants :

<p>DMA état actuel = 0.24 M€ DMA état aménagé = 0.10 M€ DEMA = 0.14 M€</p> <p>Ces résultats montrent que les aménagements de protection contre les inondations permettent un gain annuel de plus de 140K€ de dommages évités.</p>
--

7.8 Calcul des critères de décision de l'ACB (VAN et ratio bénéfice-coût)

Nous exposons ici le calcul de la valeur actualisée nette, qui correspond à la différence entre les bénéfices du projet (les dommages évités par le projet dans la méthode présentée) et les coûts d'aménagement.

C'est une étape-clé de l'analyse coût-bénéfice (ACB).

7.8.1 Hypothèses

- Pour les bénéfices, nous nous sommes basés sur les Dommages Évités Moyens Annuels (DEMA).
- Les coûts et bénéfices ont ensuite été actualisés avec les **taux d'actualisation** comme recommandés par le Commissariat Général au Plan (CGP 2005). Il s'agit d'un taux fixe de 2.5% tel que défini dans le rapport Quinet et préconisé dans le guide méthodologique de réalisation des AMC de juillet 2014.
- **La période de retour de la première crue engendrant des dommages** est évaluée à **5 ans** pour l'état actuel.
- La durée de vie d'ouvrages de type digue se situe entre 35 et 100 ans selon le FEMA (Federal Emergency Management Administration, États-Unis). De plus, le CGDD préconise le calcul de la **VAN à l'échéance de 50 ans**.

7.8.2 Le calcul des critères de décision de l'ACB

Ce paragraphe vise à fournir les formules de calcul utilisées pour :

- a. Le critère de Kaldor-Hicks / Valeur actualisée Nette :

$$VAN = \sum_{i=1}^n \frac{1}{(1+r)^i} (B_i - C_i)$$

- b. Le ratio bénéfices-coûts :

$$\sum_{i=1}^n \frac{1}{(1+r)^i} \frac{B_i}{C_i}$$

Avec :

B : les bénéfices liés au projet

C : les coûts du projet

n : la durée de vie considérée

r : le taux d'actualisation

7.8.3 Résultats

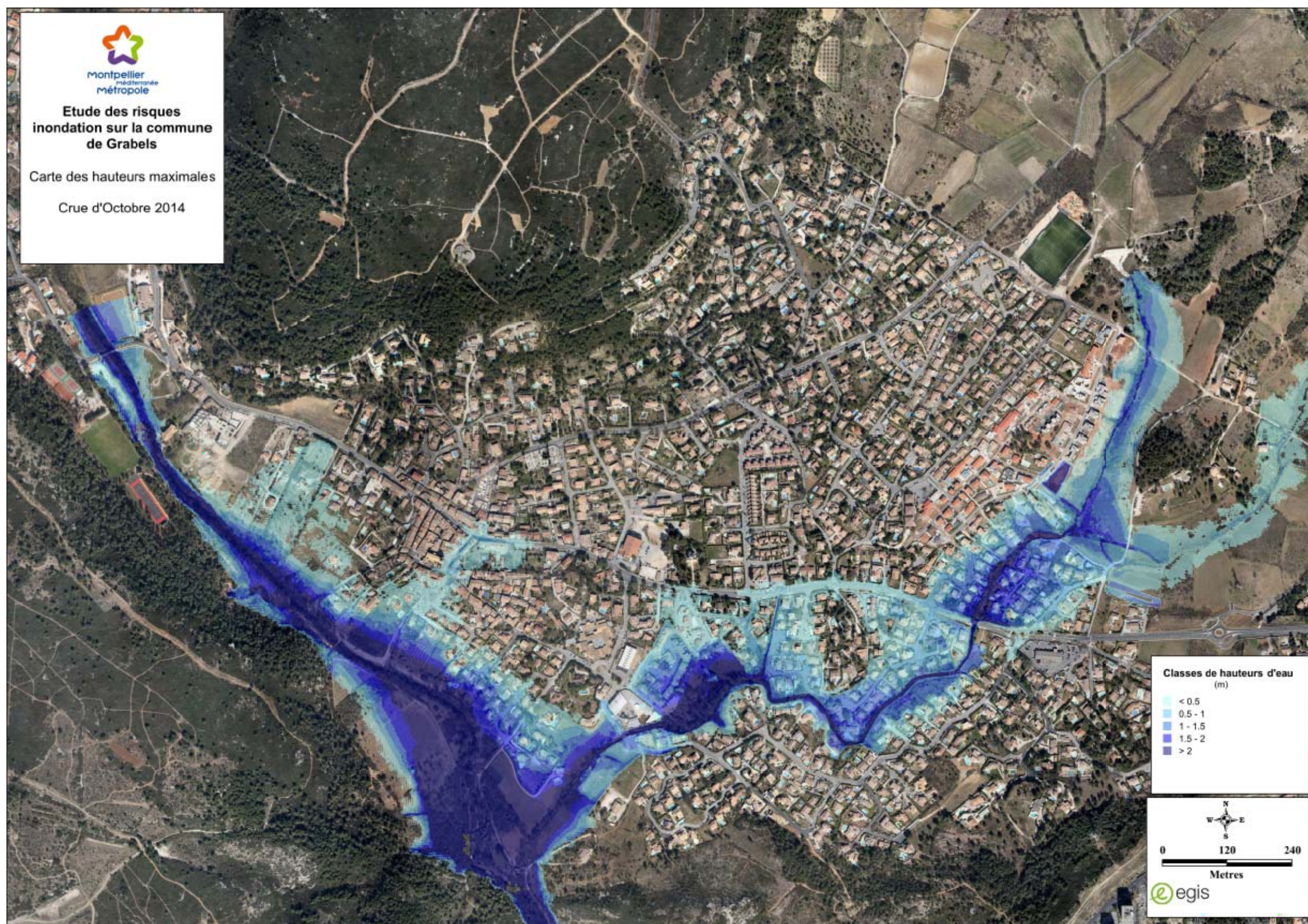
Les résultats sont recensés dans le tableau suivant :

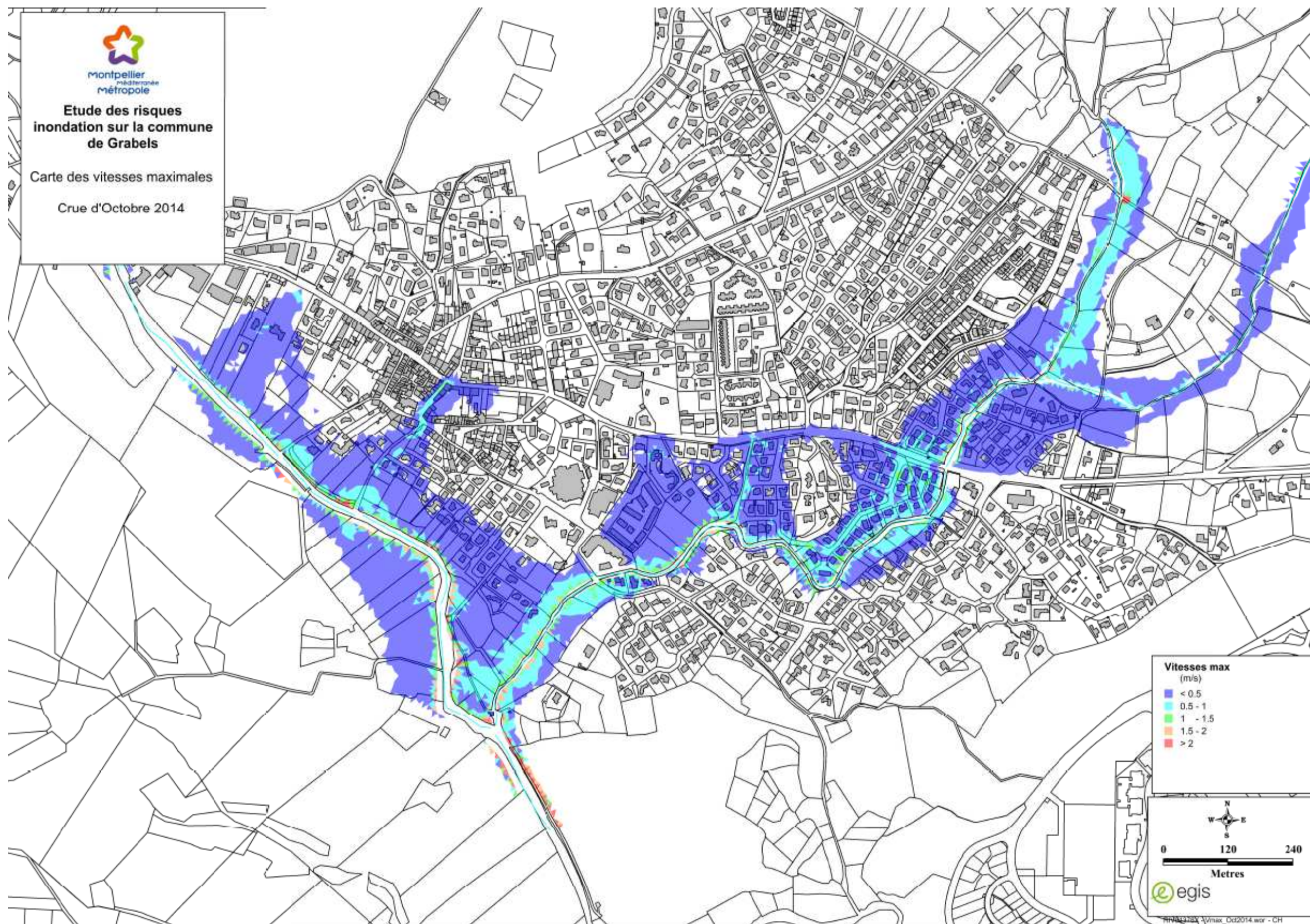
Tableau 24 : Critères de décision de l'ACB : résultats

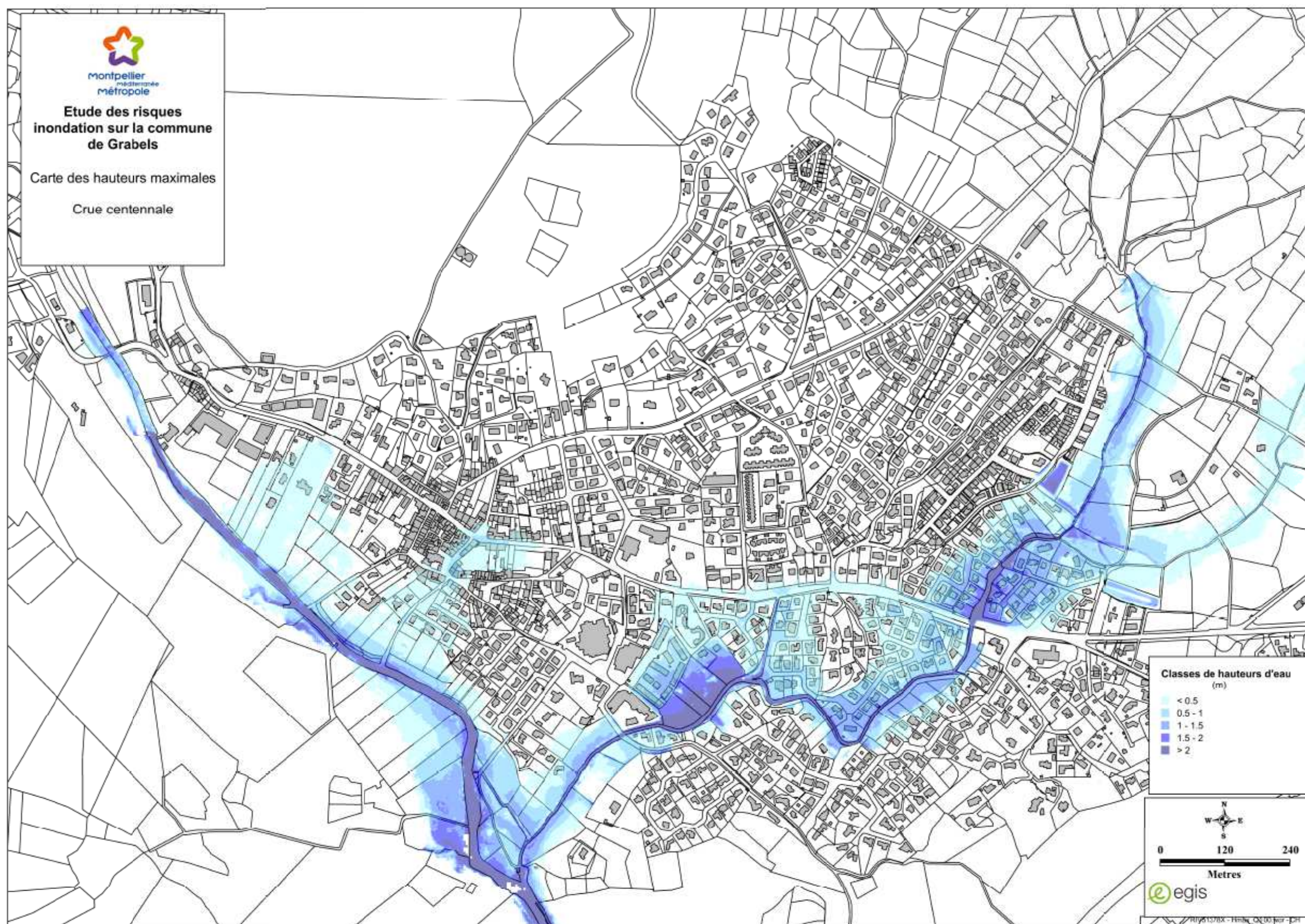
Critère considéré	Résultats			
	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4
VAN à 50ans	<u>0.21 M€</u>	<u>≤0</u>	<u>0.66M€</u>	<u>0.14</u>
VAN > 0	<u>33ans</u>	<u>87ans</u>	<u>36ans</u>	<u>47ans</u>
Ratio bénéfices – coût à 50 ans*	<u>1.27</u>	<u>0.8</u>	<u>1.22</u>	<u>1.04</u>
Montant d'investissement	0.75M€HT	1.2M€HT	3M€HT	3.45M€HT

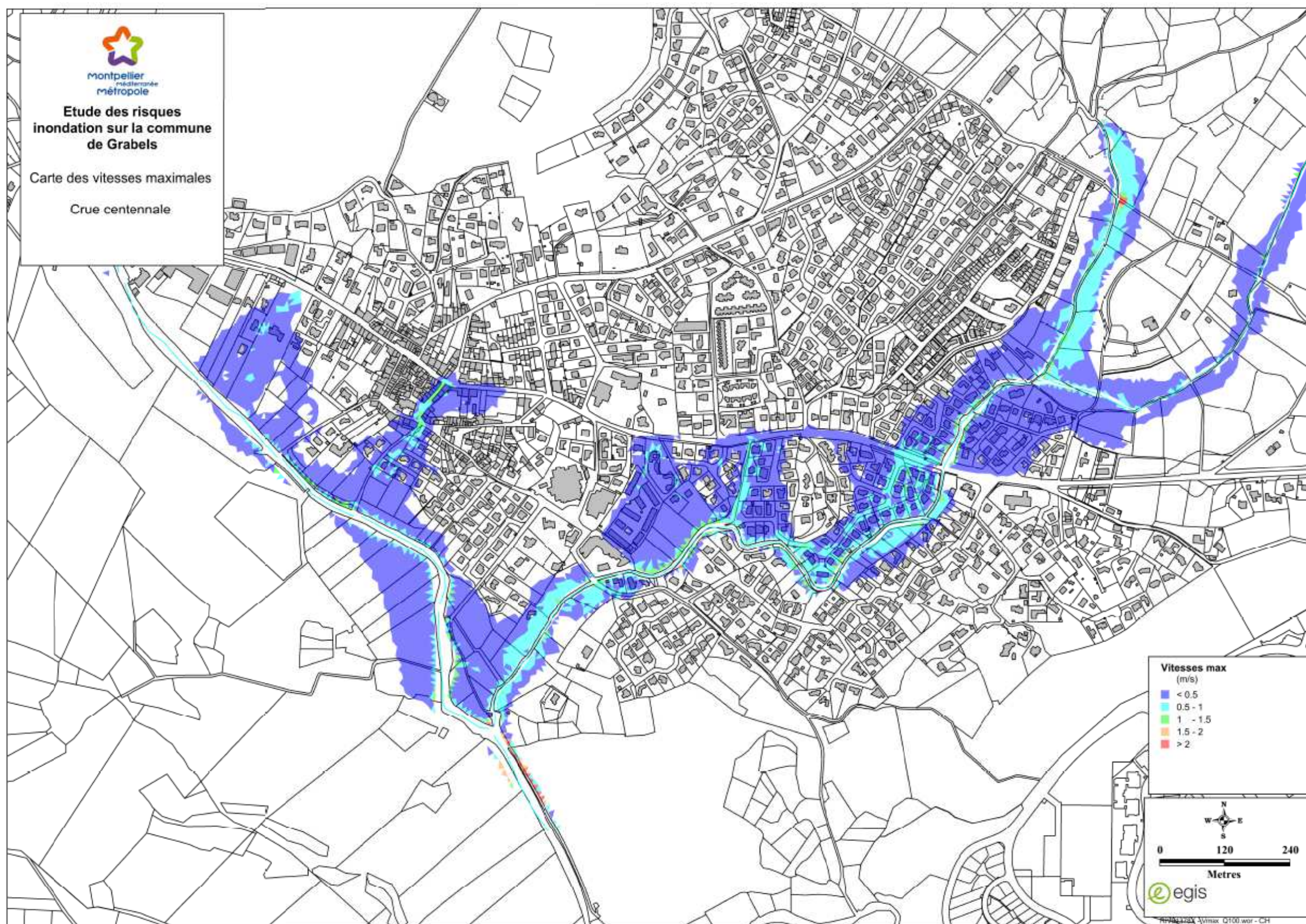
Ces résultats montrent que les scénarios 1, 3 et 4 de protection contre les inondations du Rieumassel sont économiquement rentables.

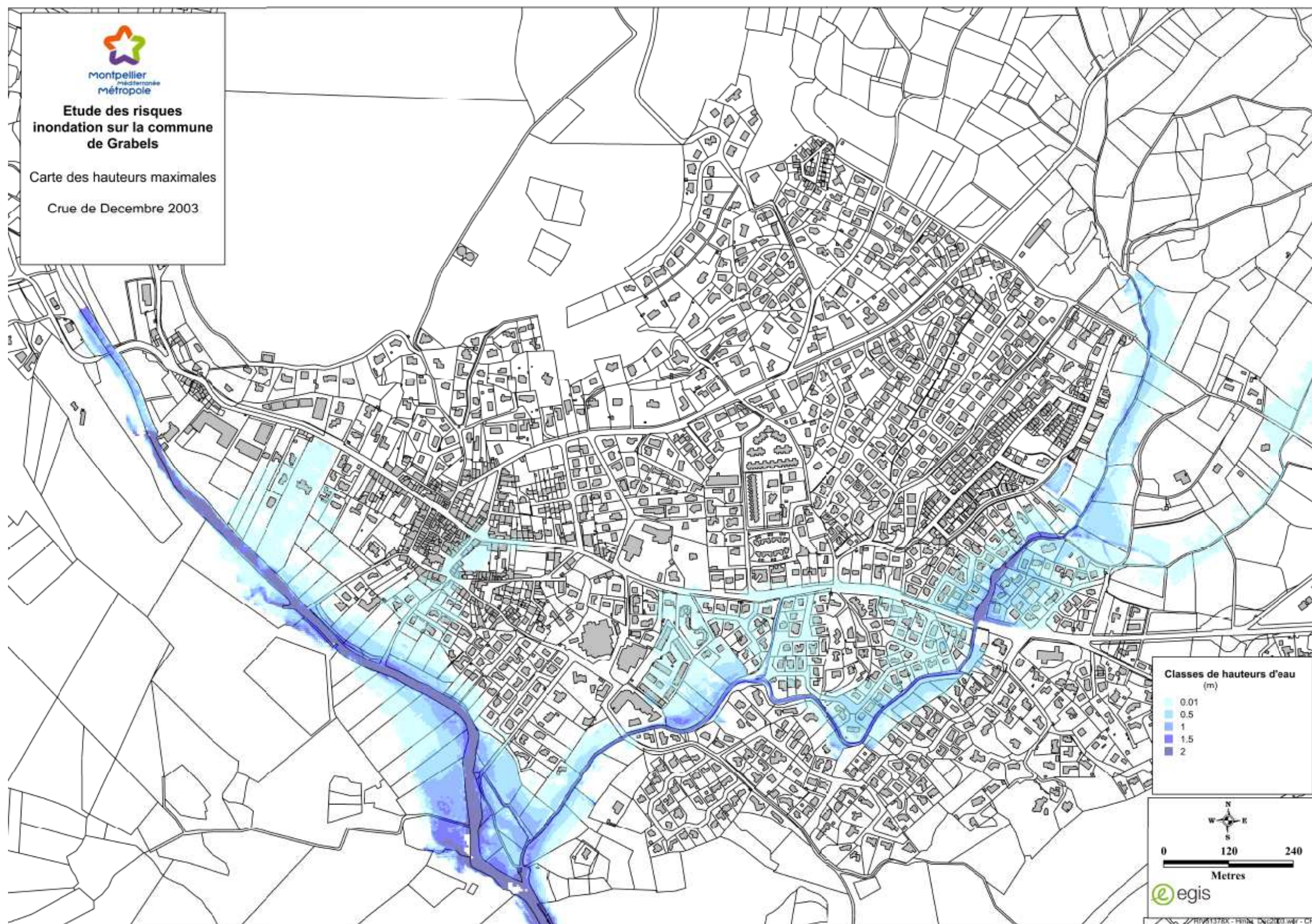
Annexe 1 : Cartographie des hauteurs de submersion et vitesses maximales pour les crues d'octobre 2014, de décembre 2003 et de période de retour 100 ans

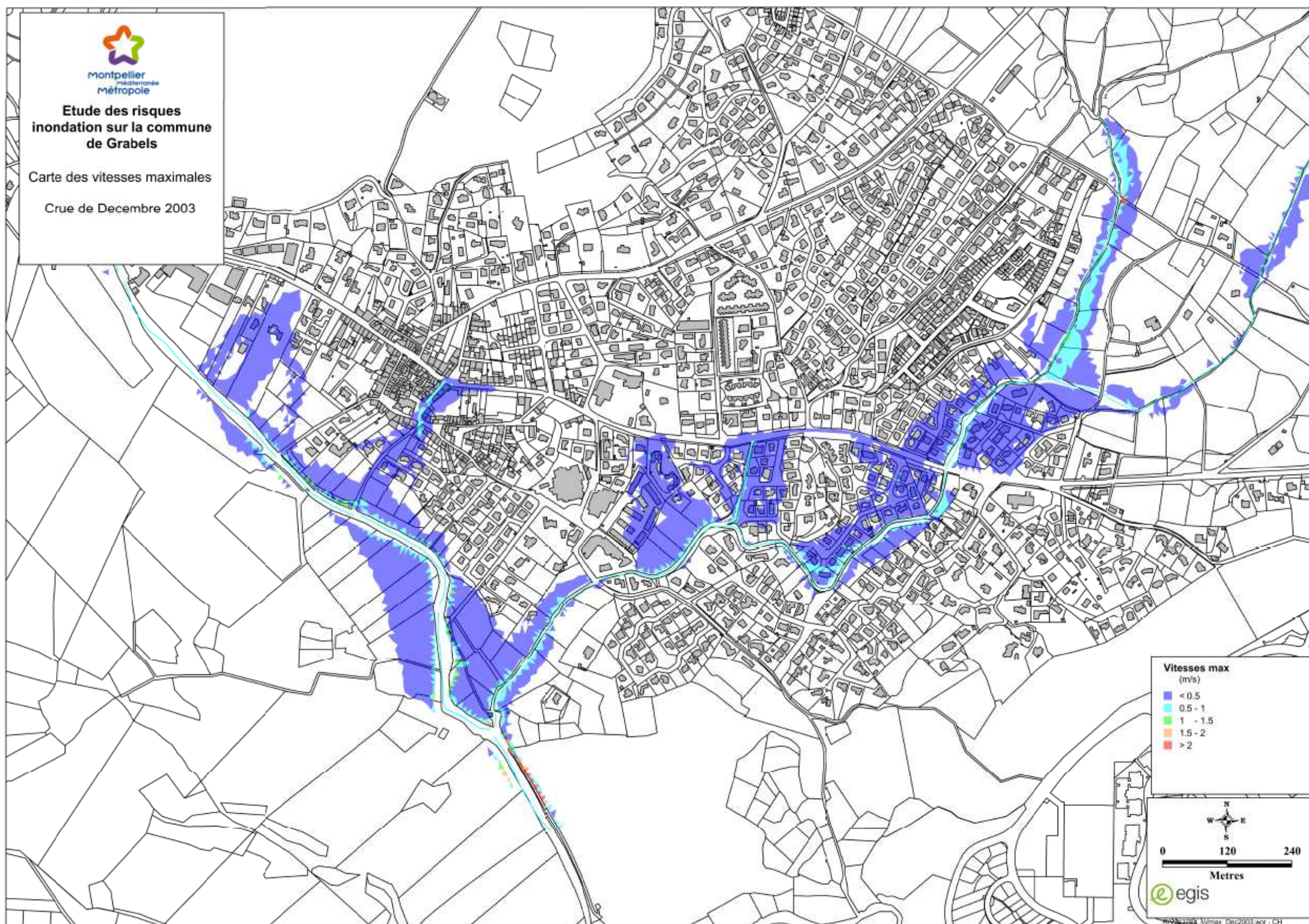




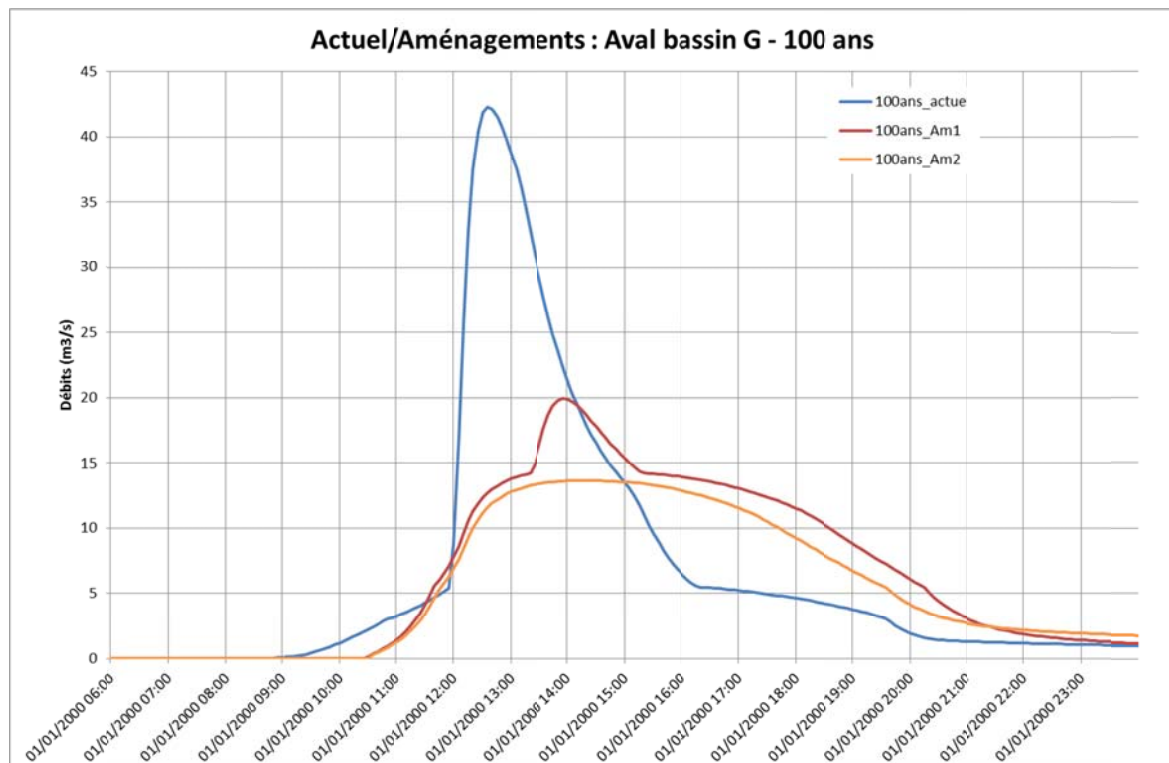


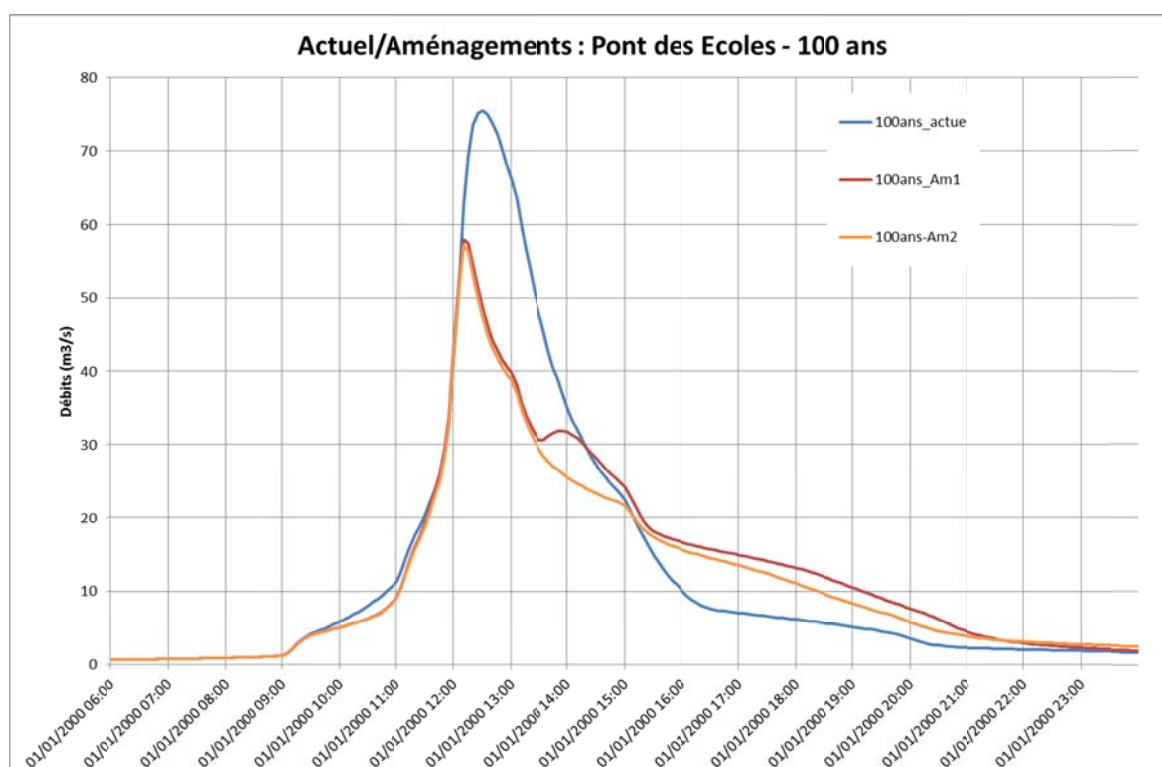
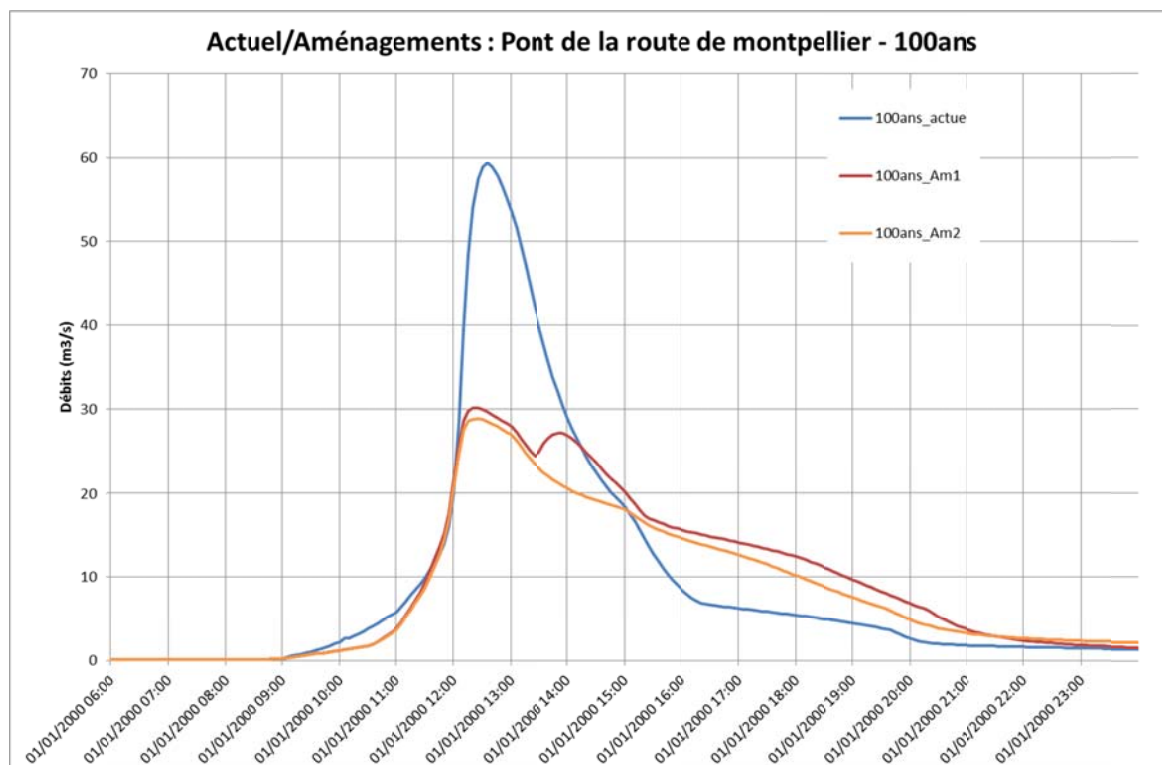


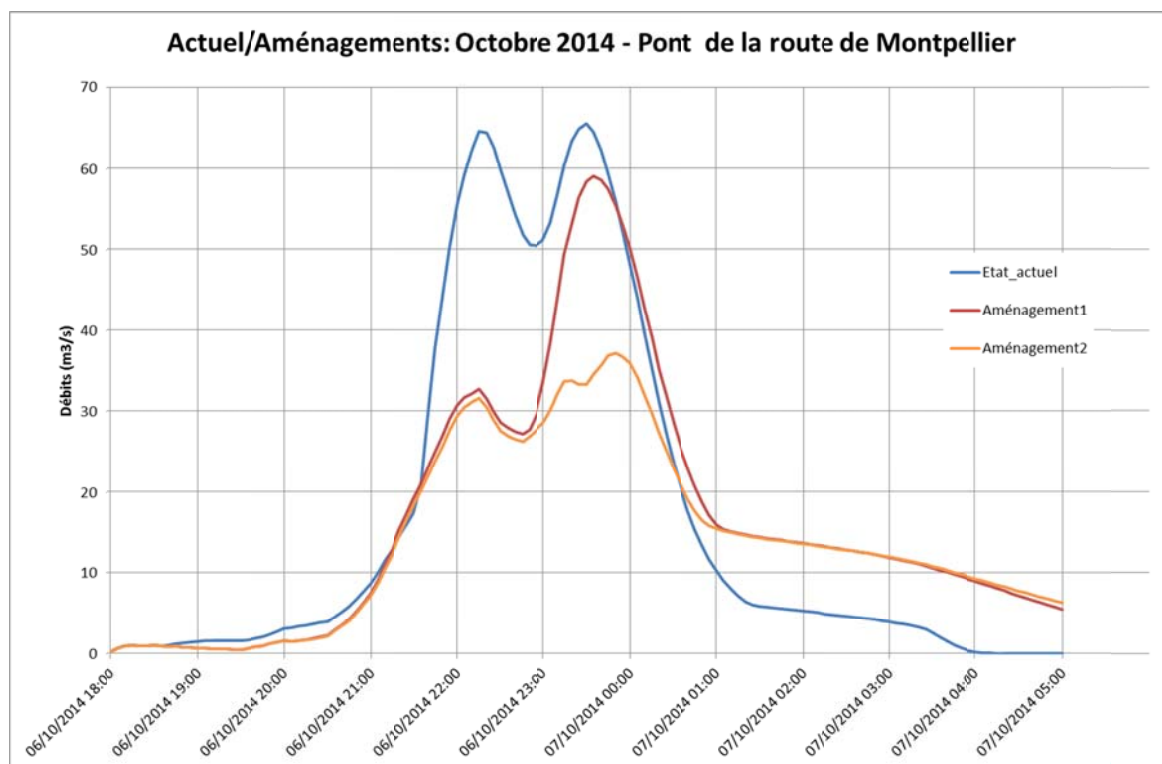
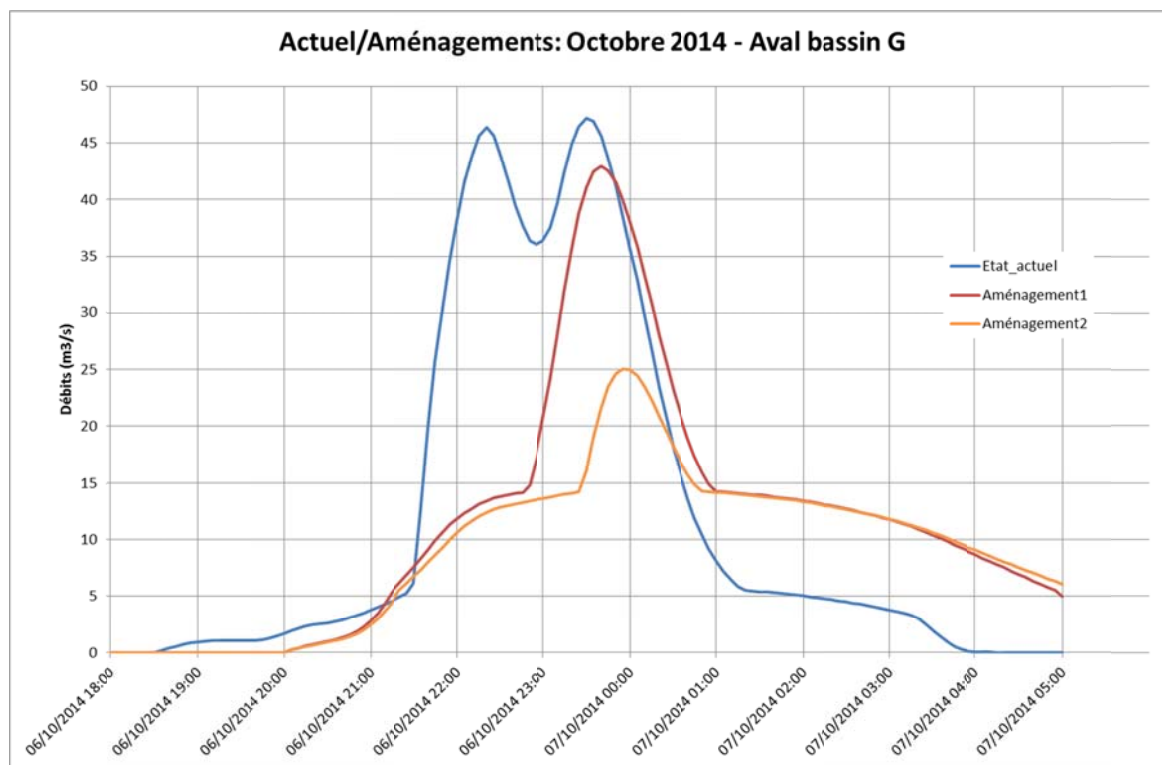


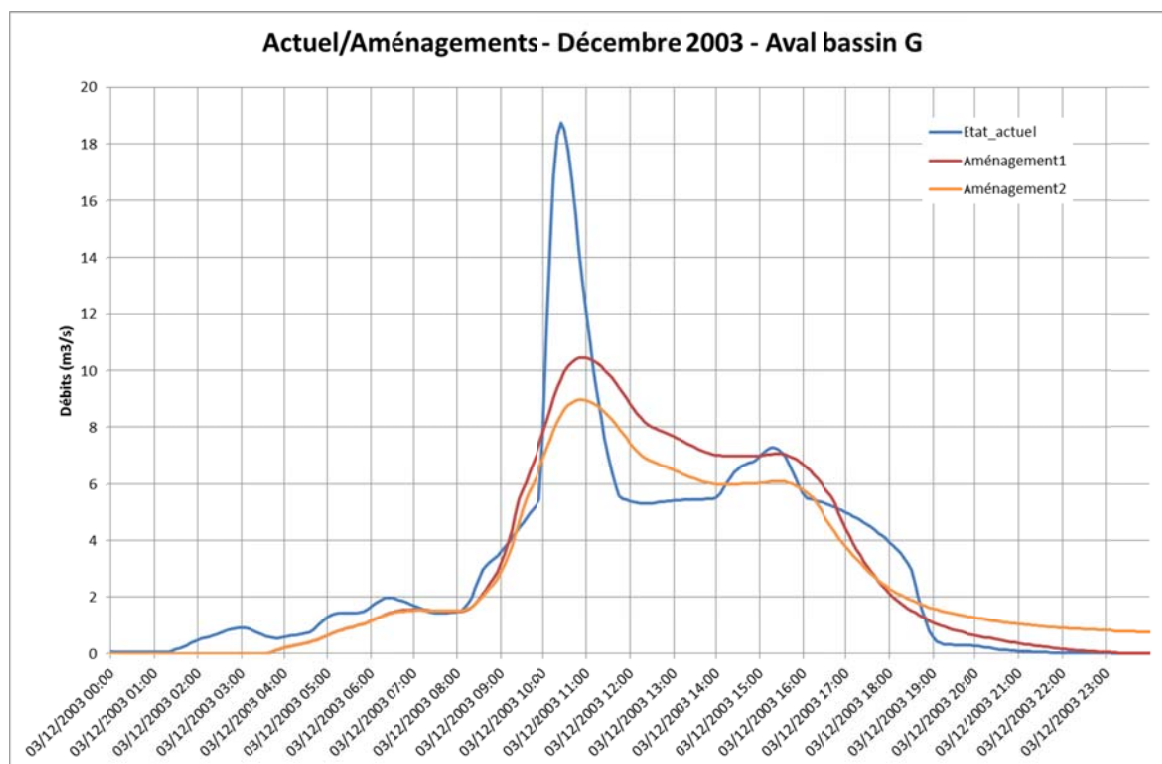
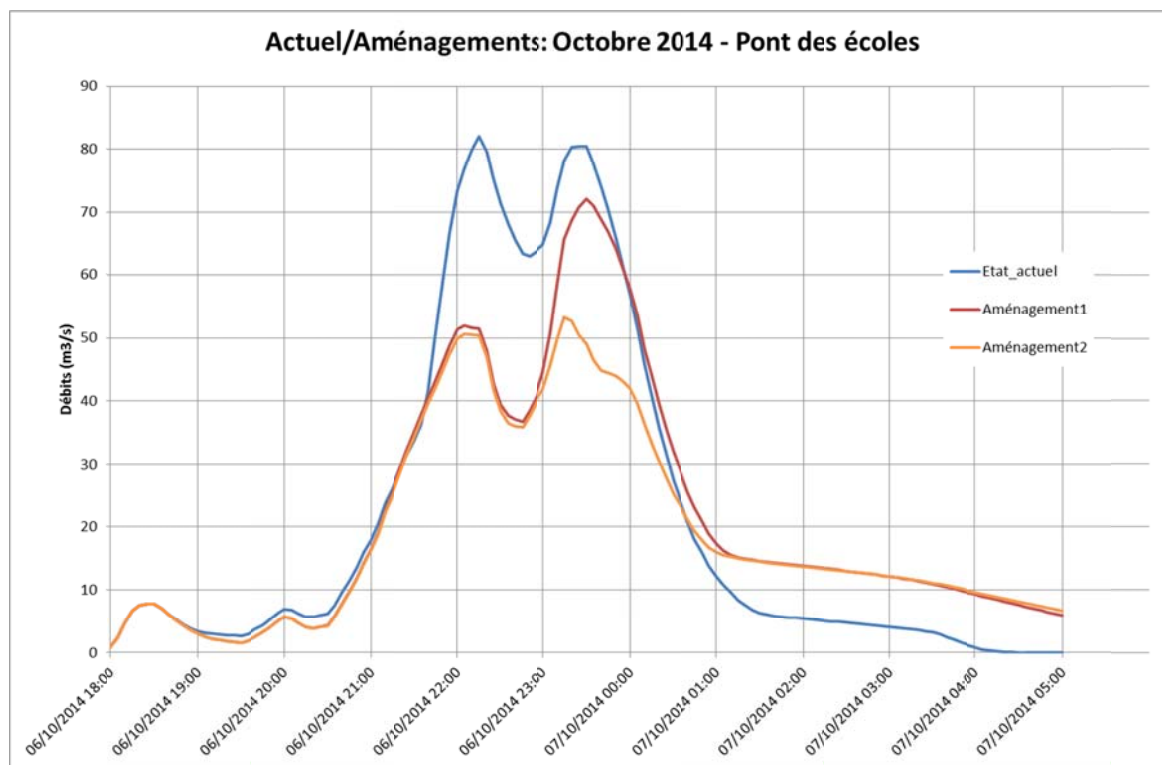


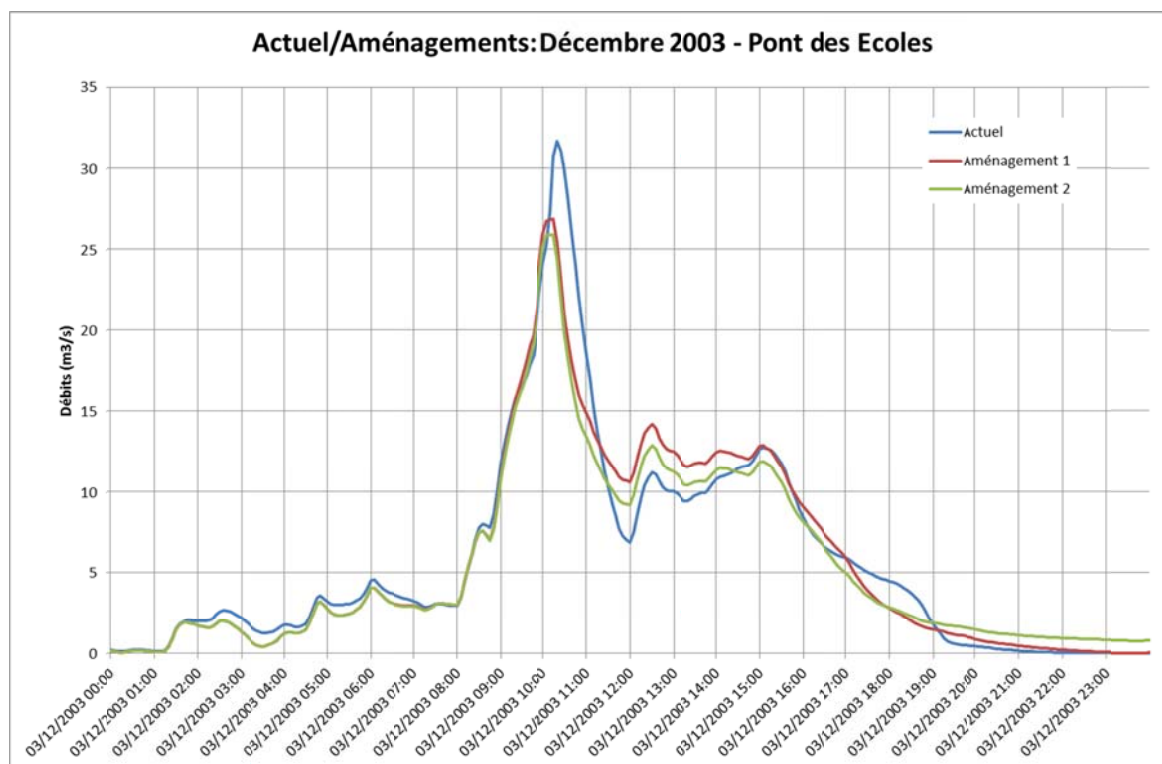
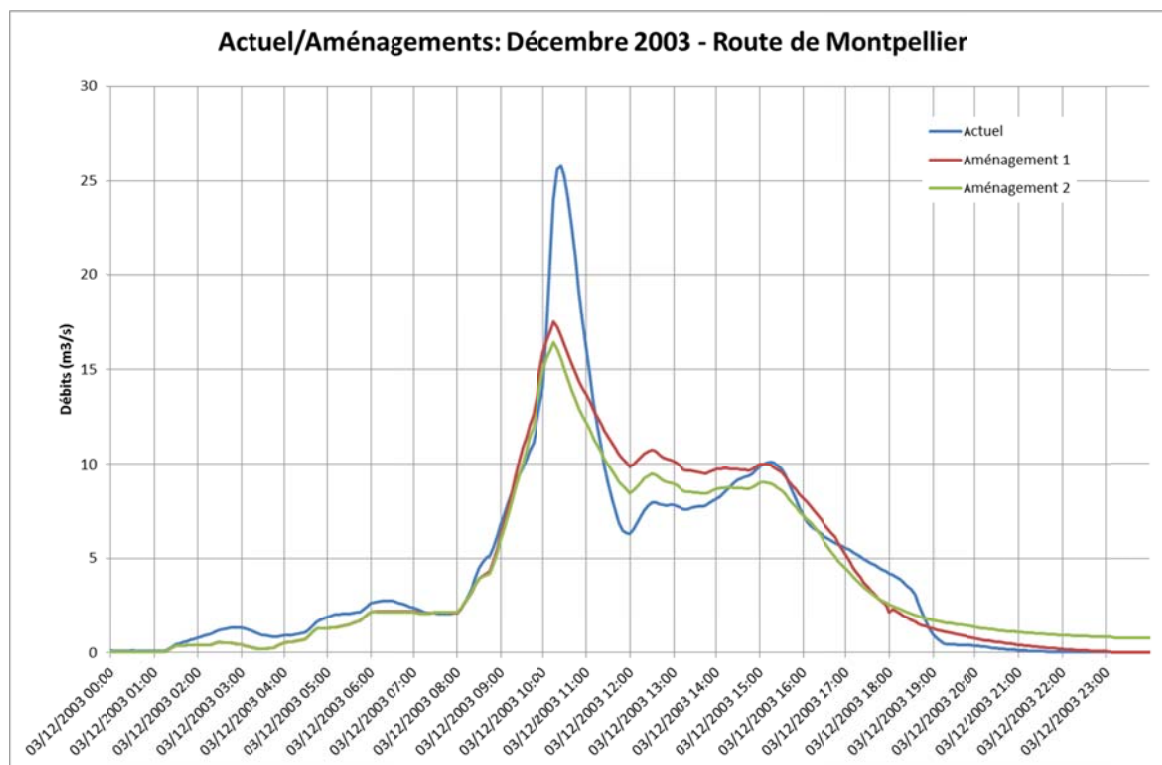
Annexe 2 :hydrogrammes Aménagements – modèle hydrologique



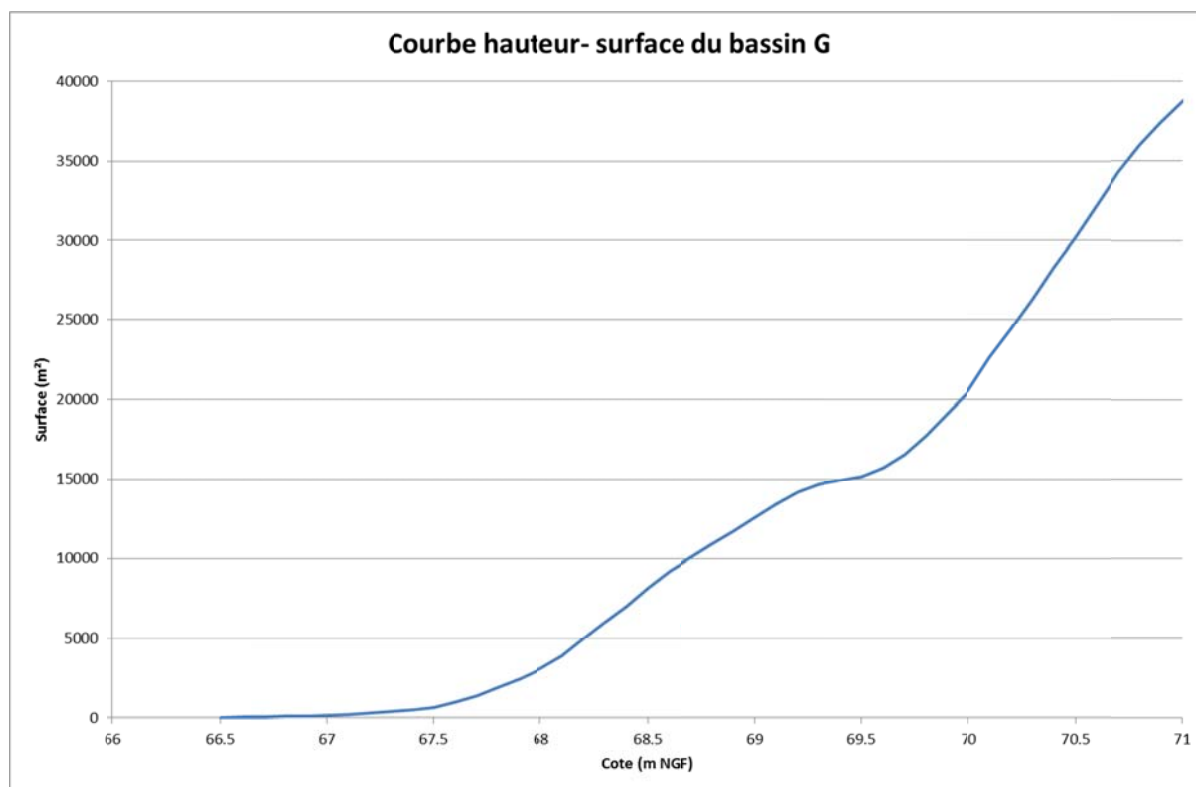




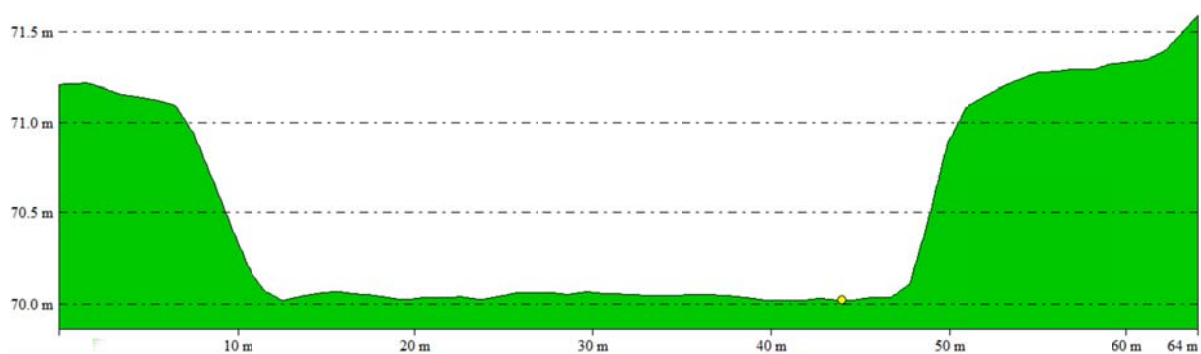




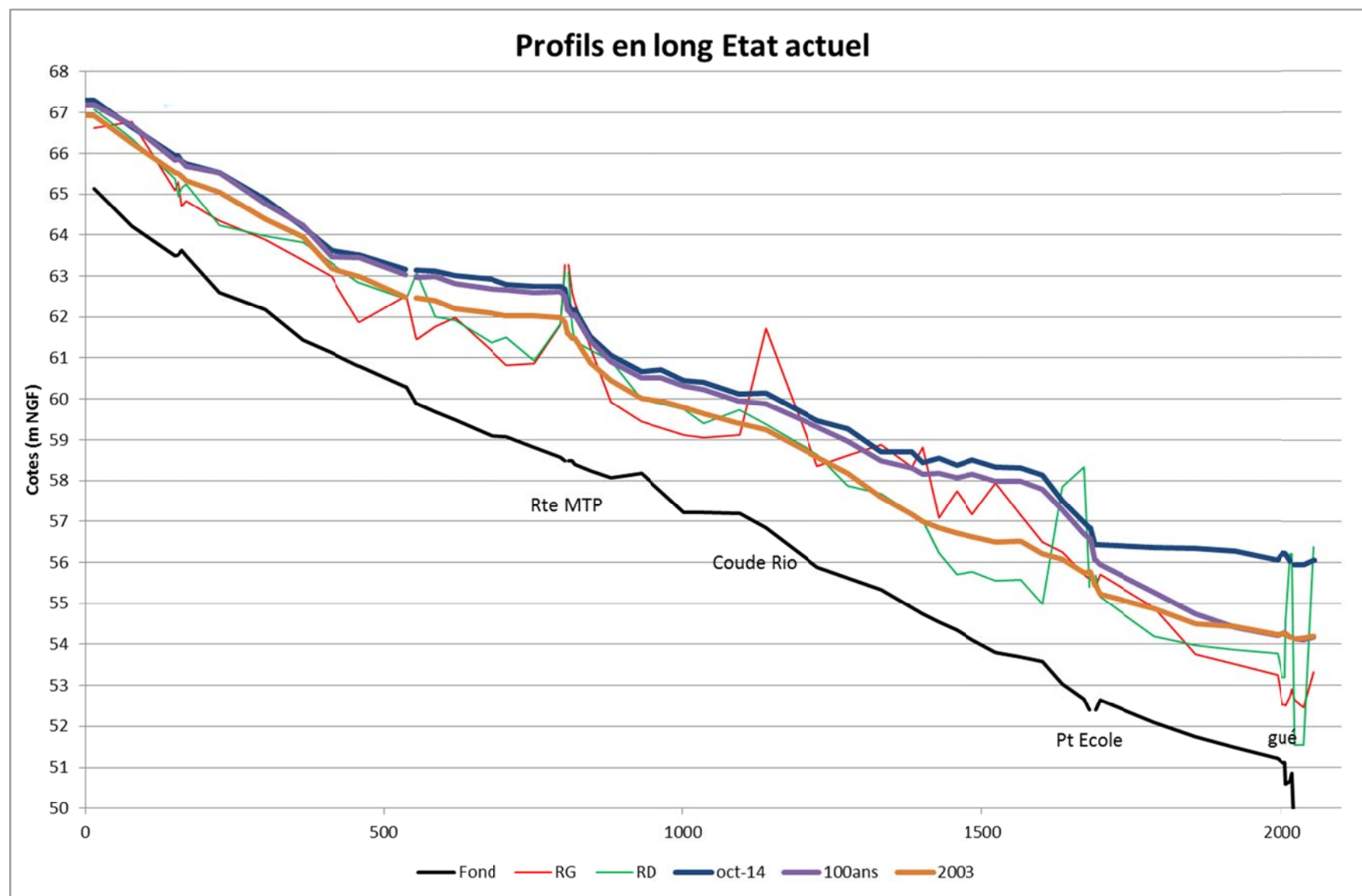
Annexe 3 : Description du bassin G

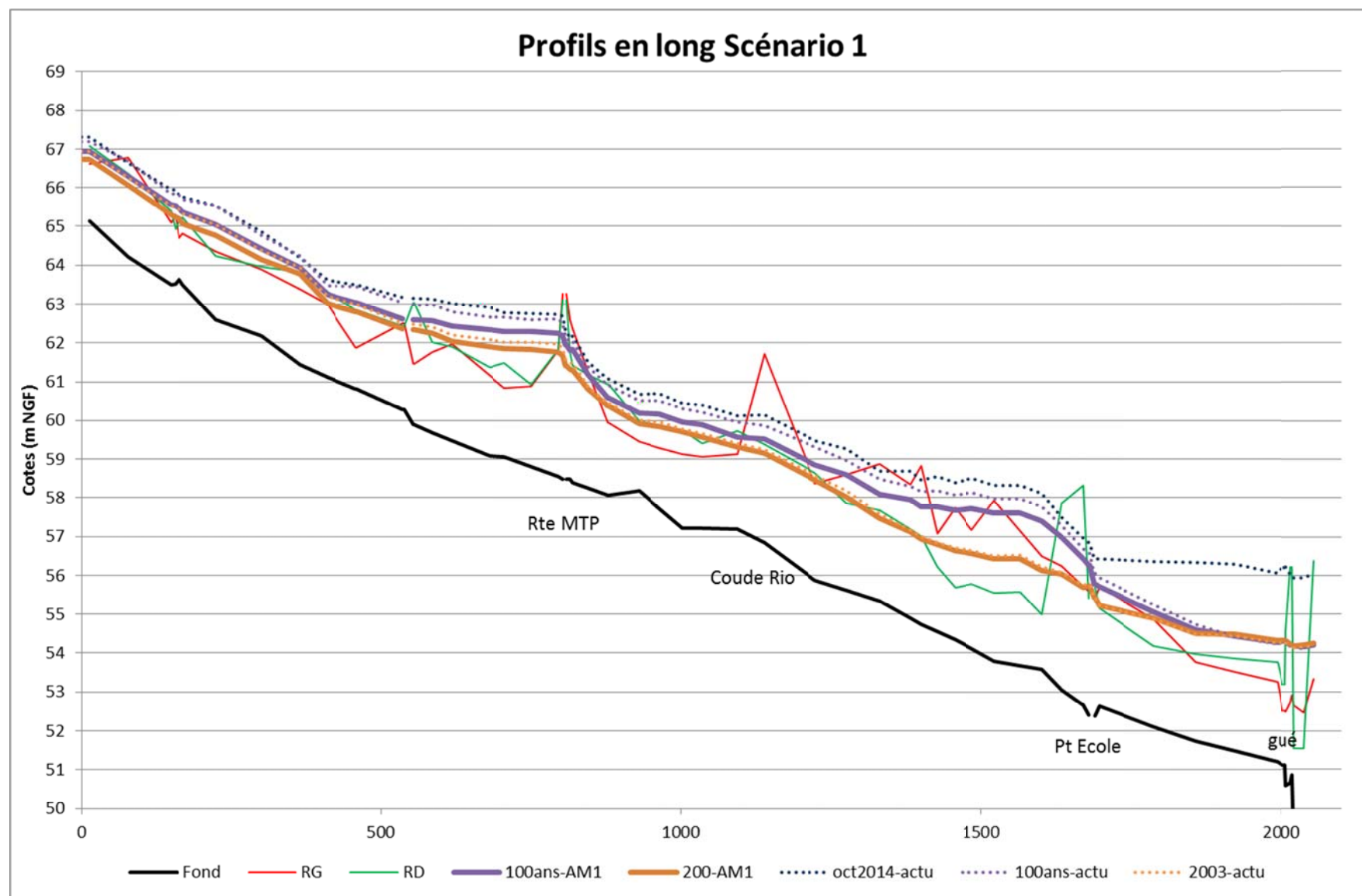


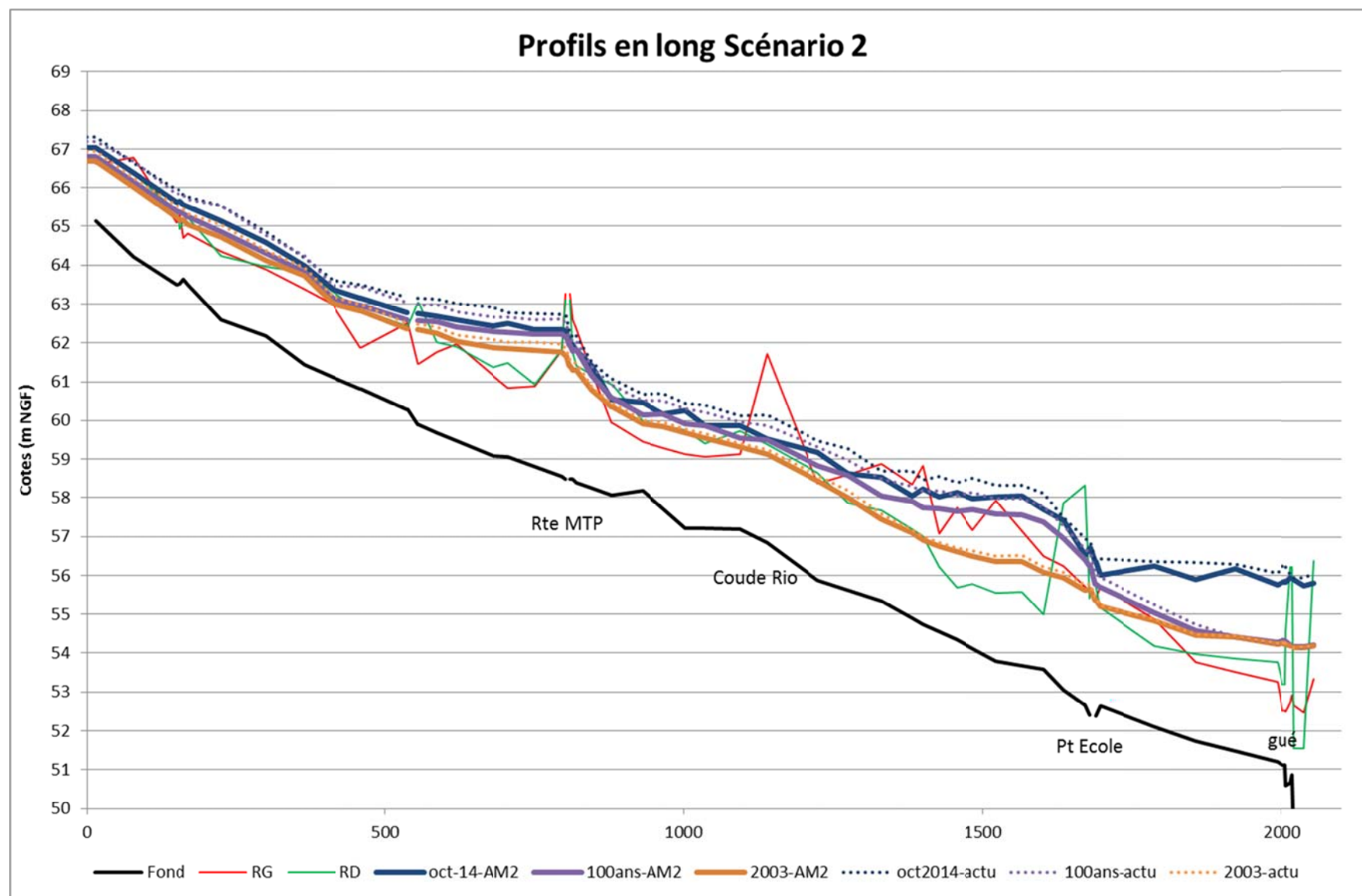
Profil en long du déversoir

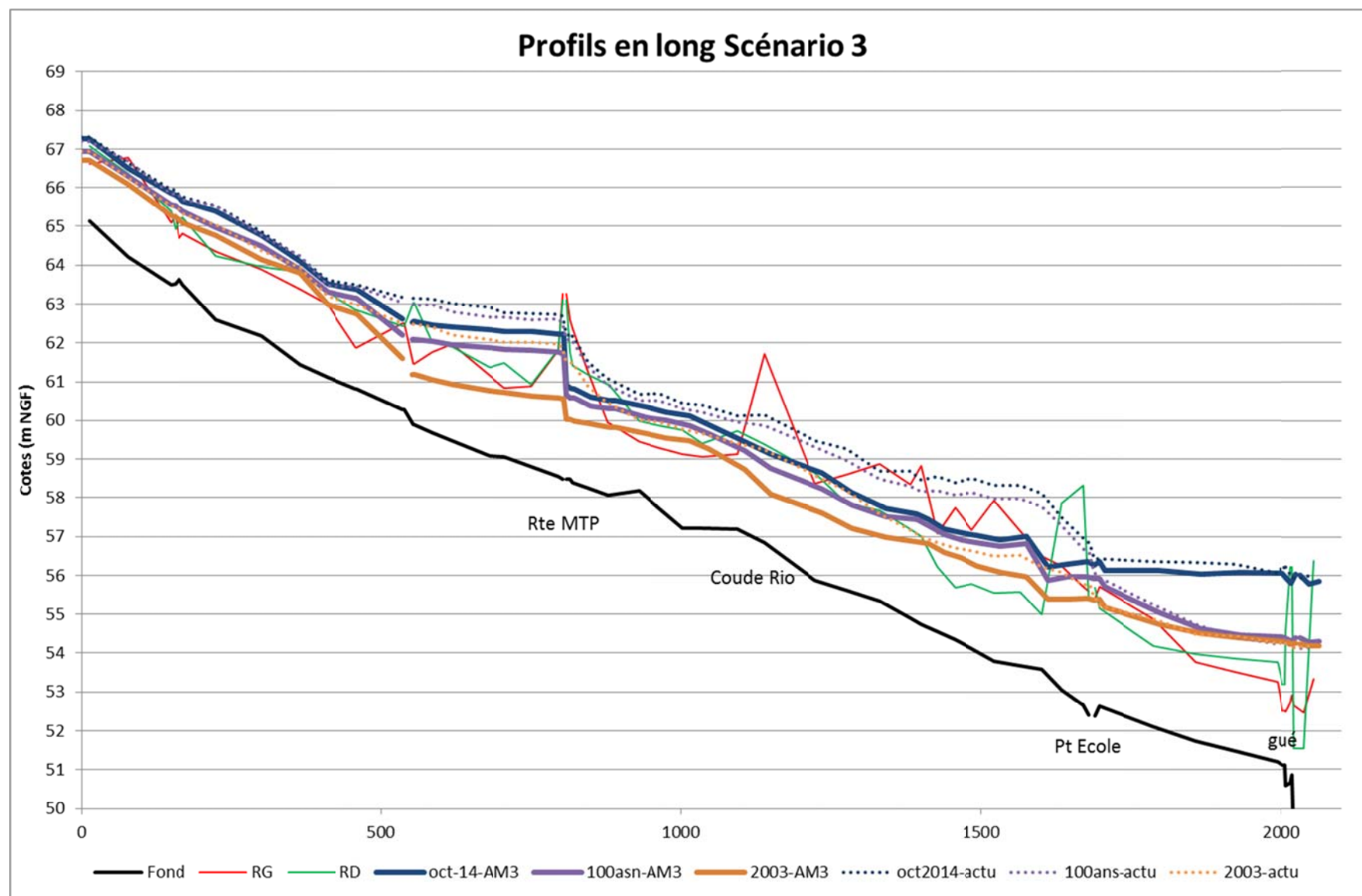


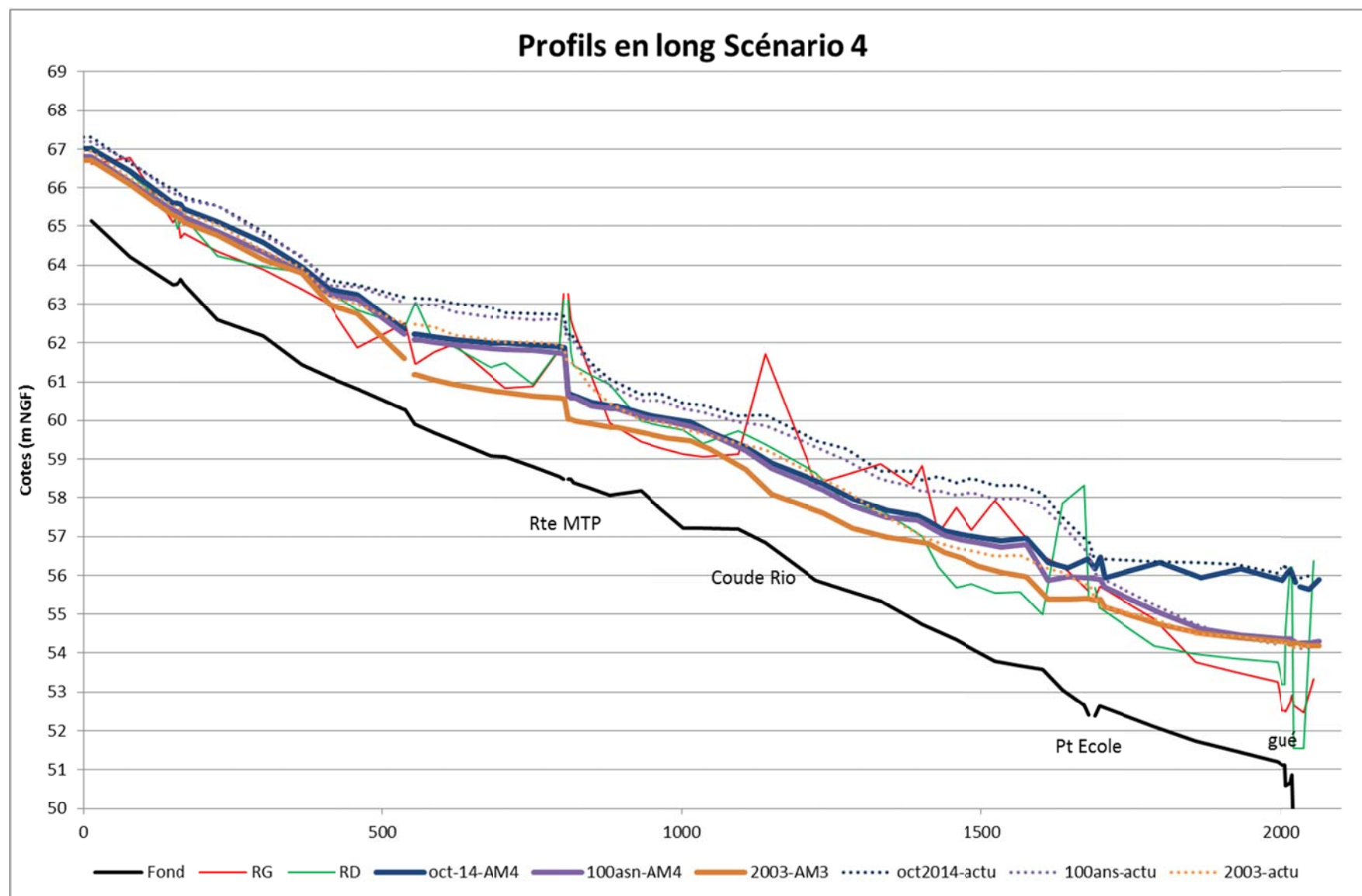
Annexe 4 : Profils en long



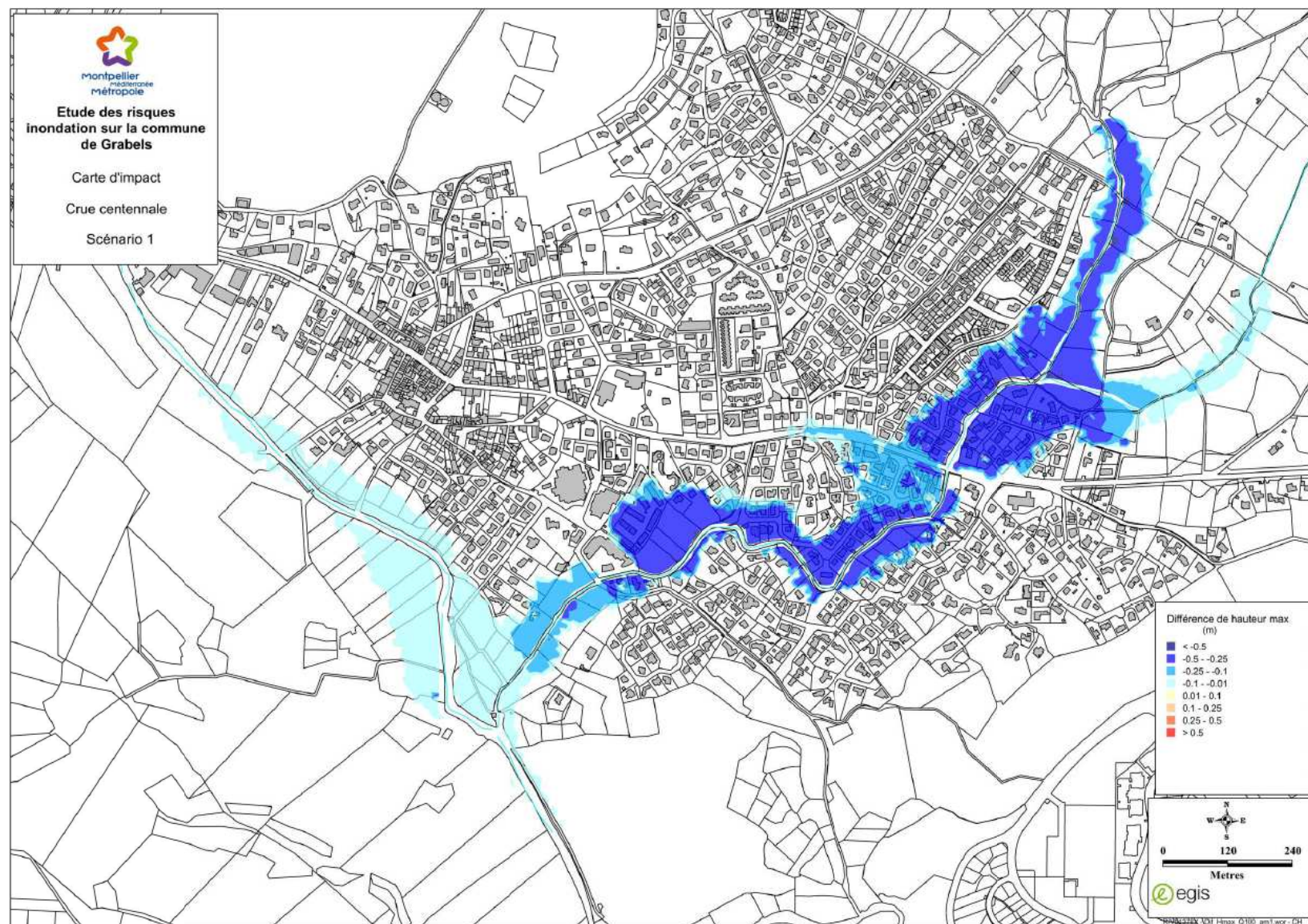


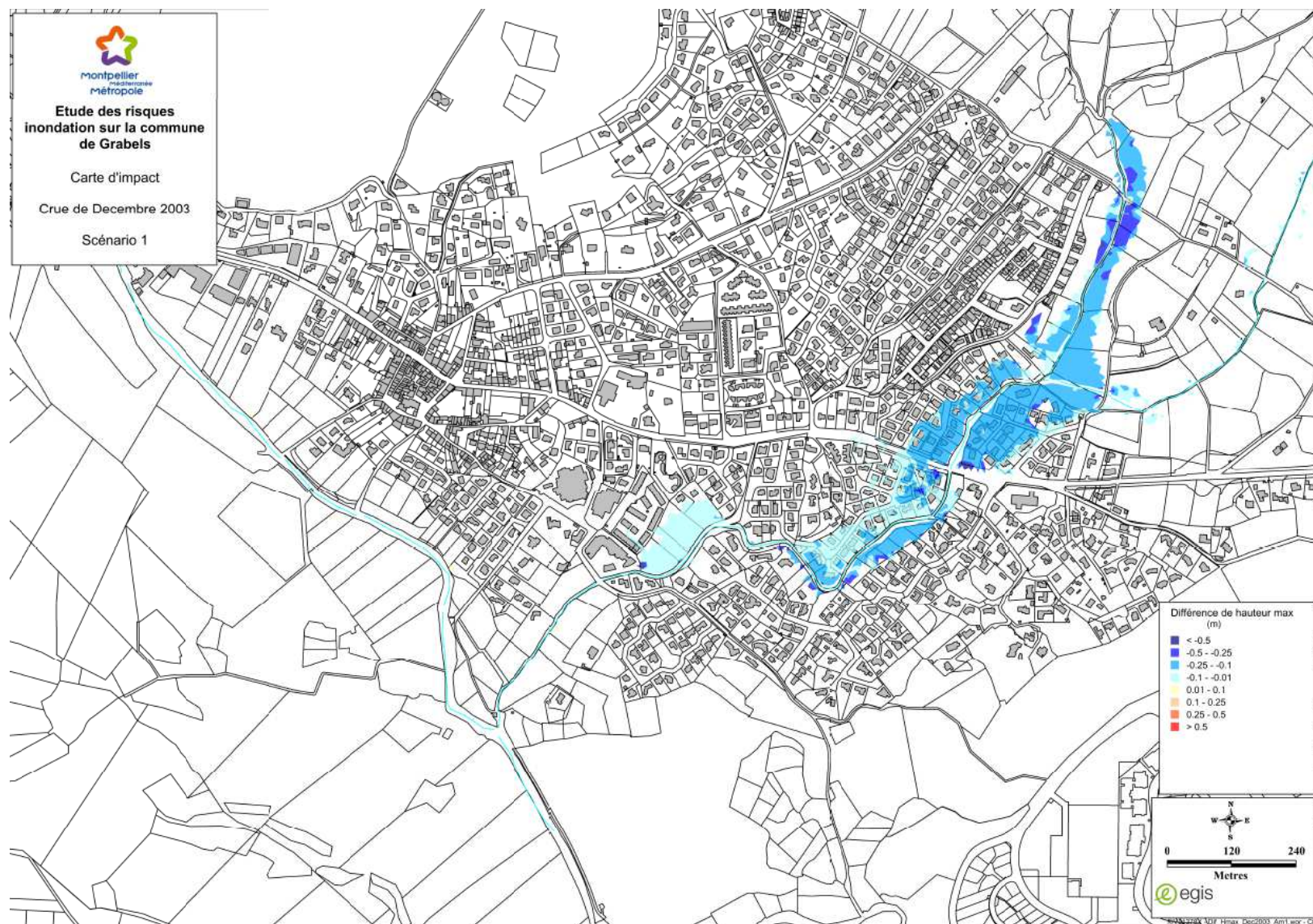




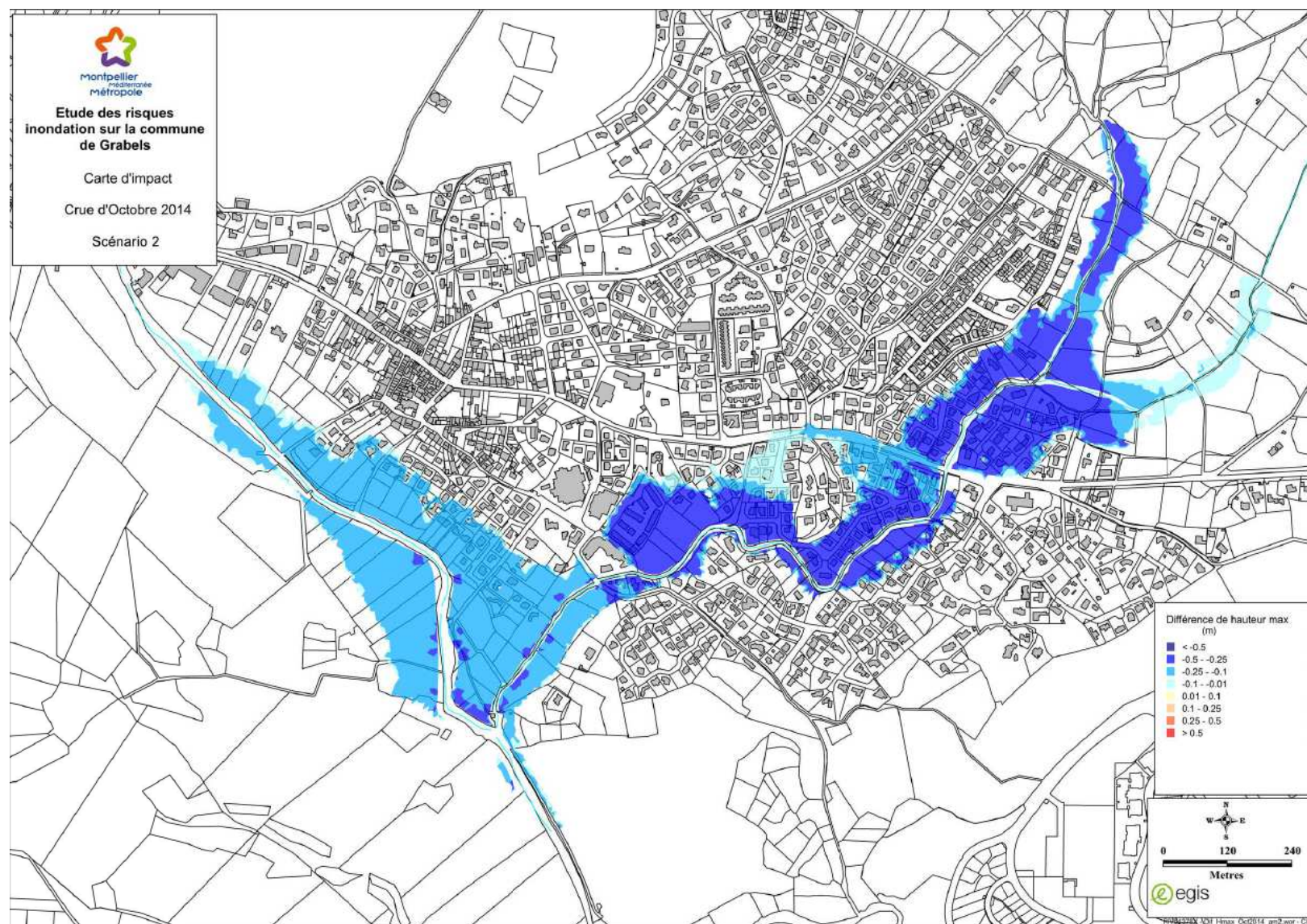


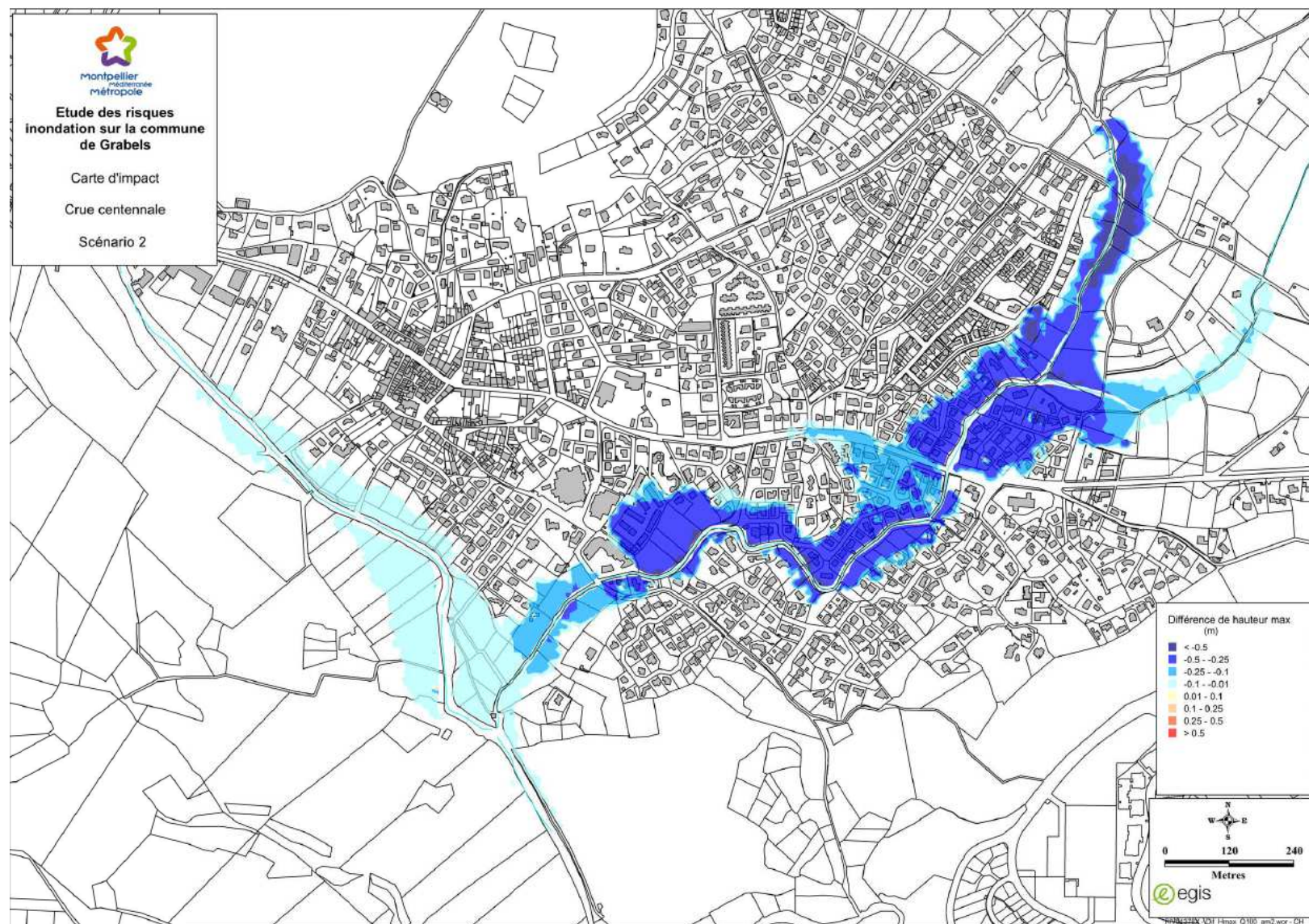
Annexe 5 : Impact en hauteurs du scénario 1 pour 100 ans et décembre 2003



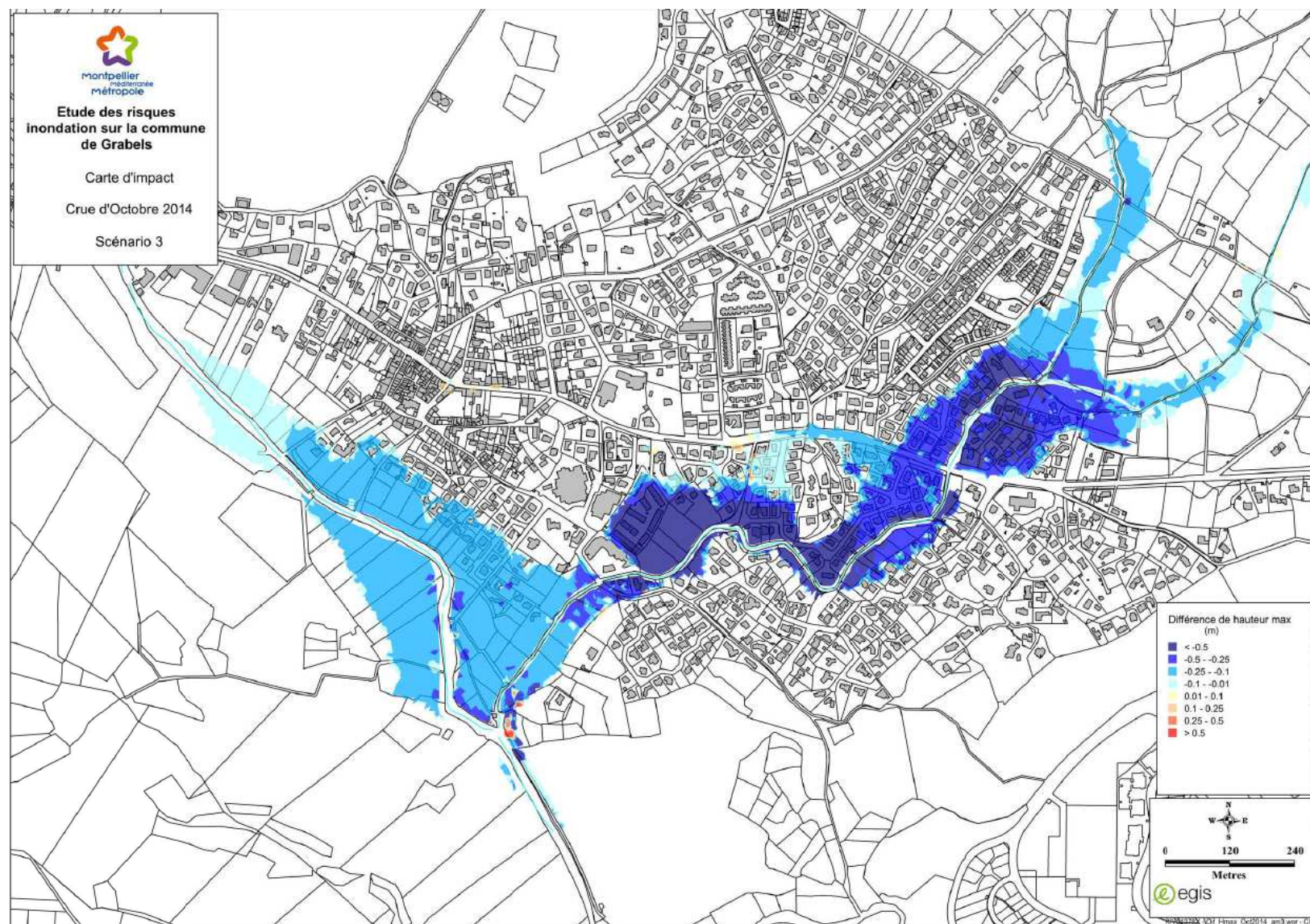


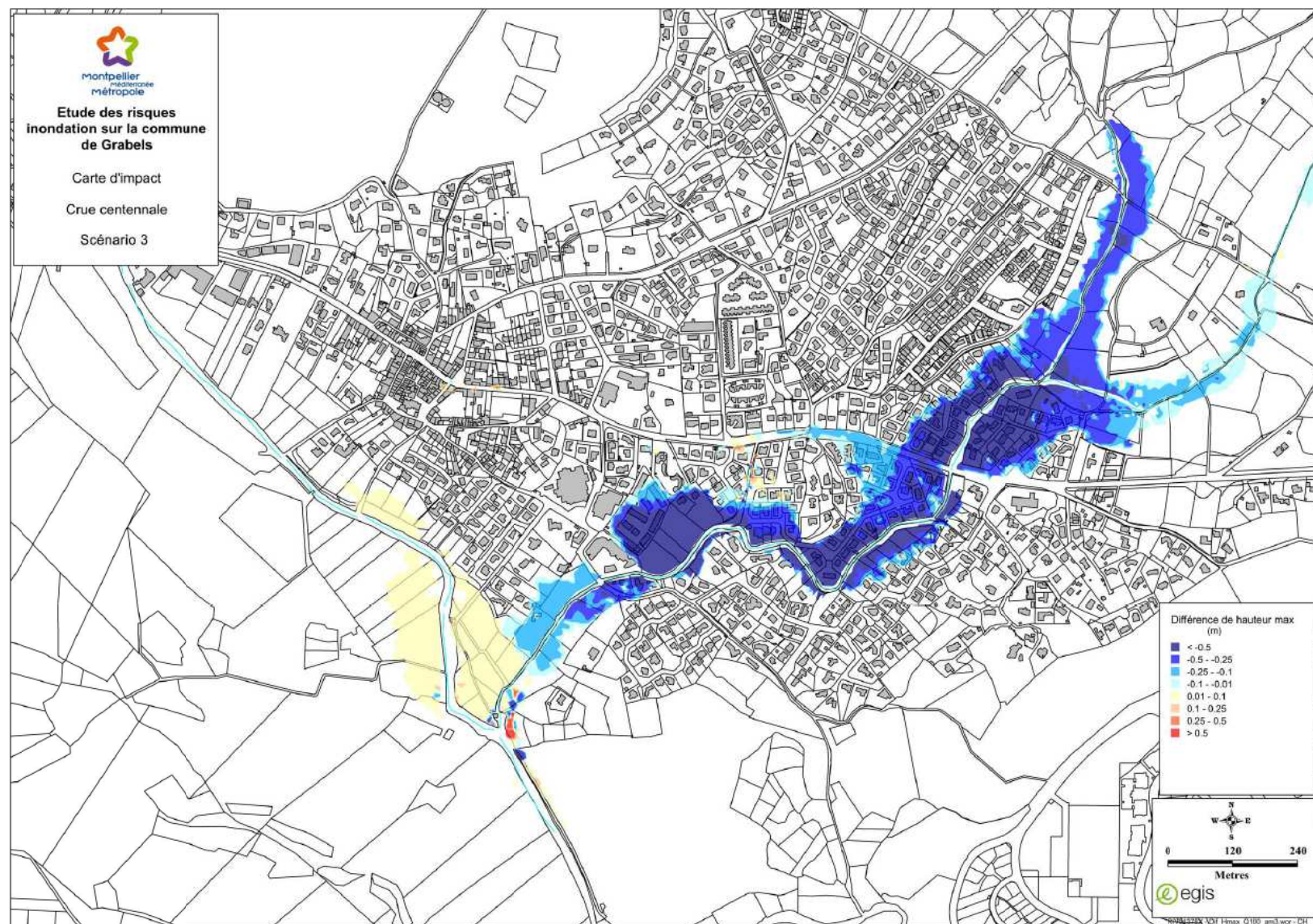
Annexe 6 : Impact en hauteurs du scénario 2 pour octobre 2014 et 100 ans

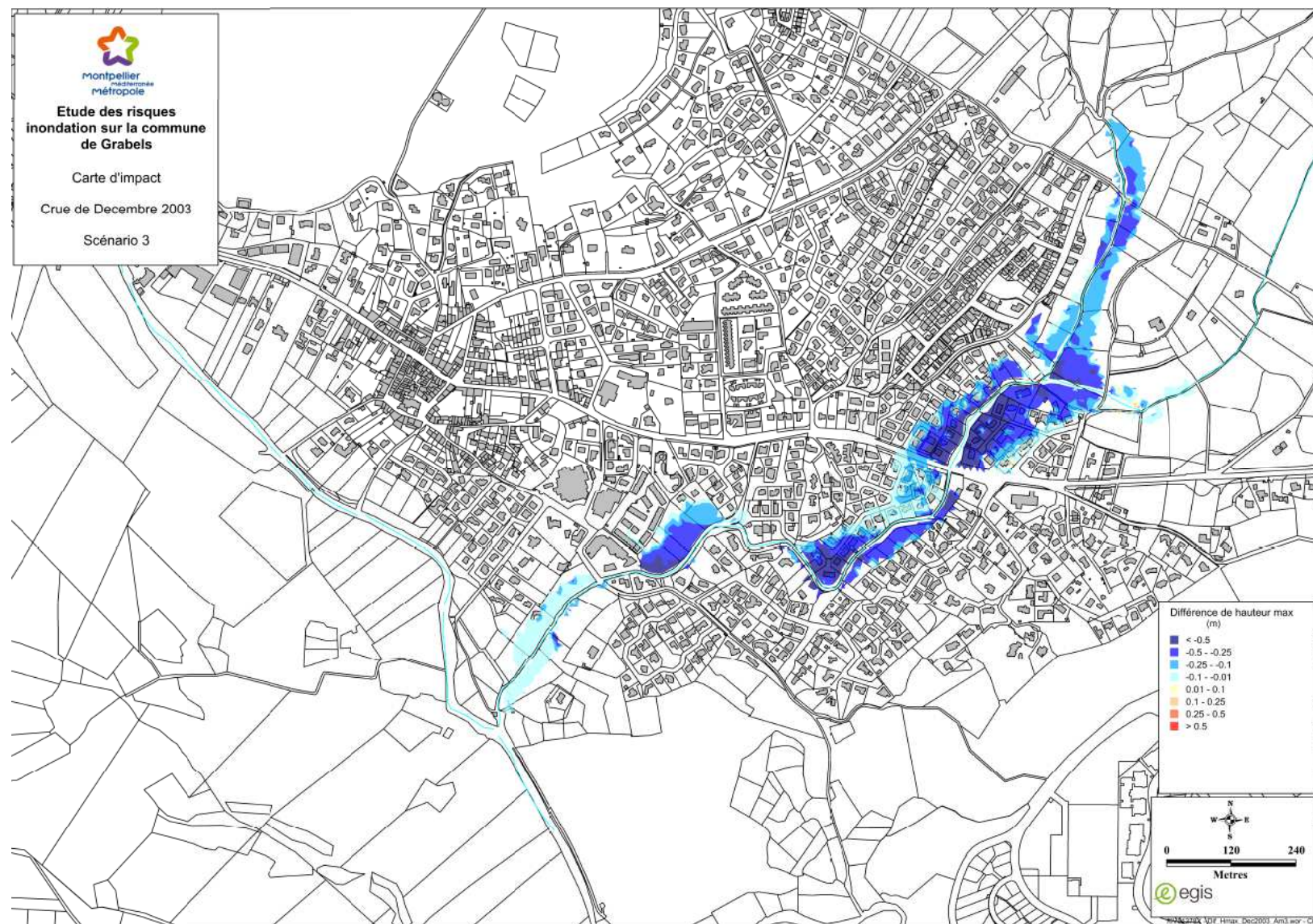




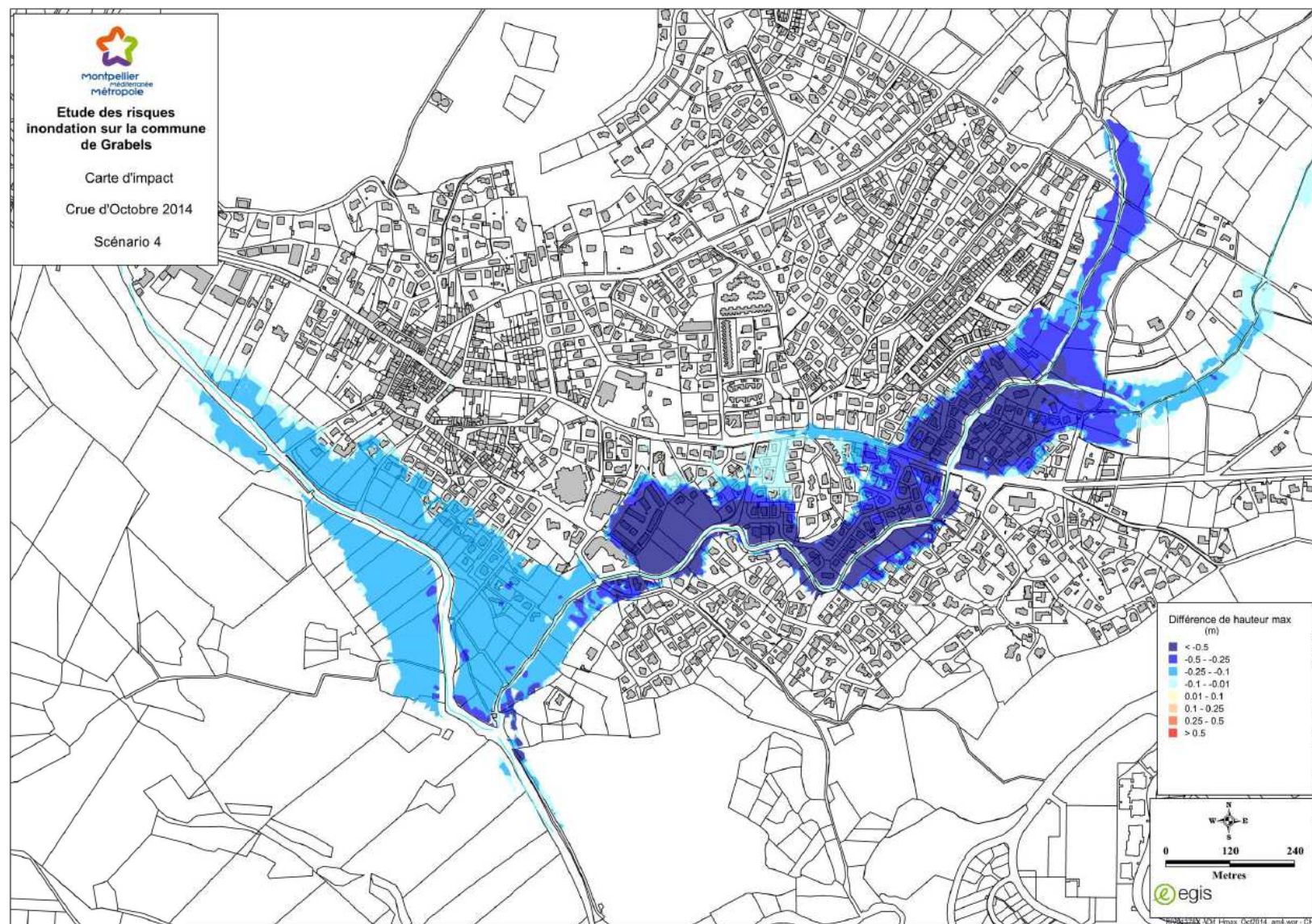
Annexe 7 : Impact en hauteurs du scénario 3 pour octobre 2014, 100 ans et décembre 2003

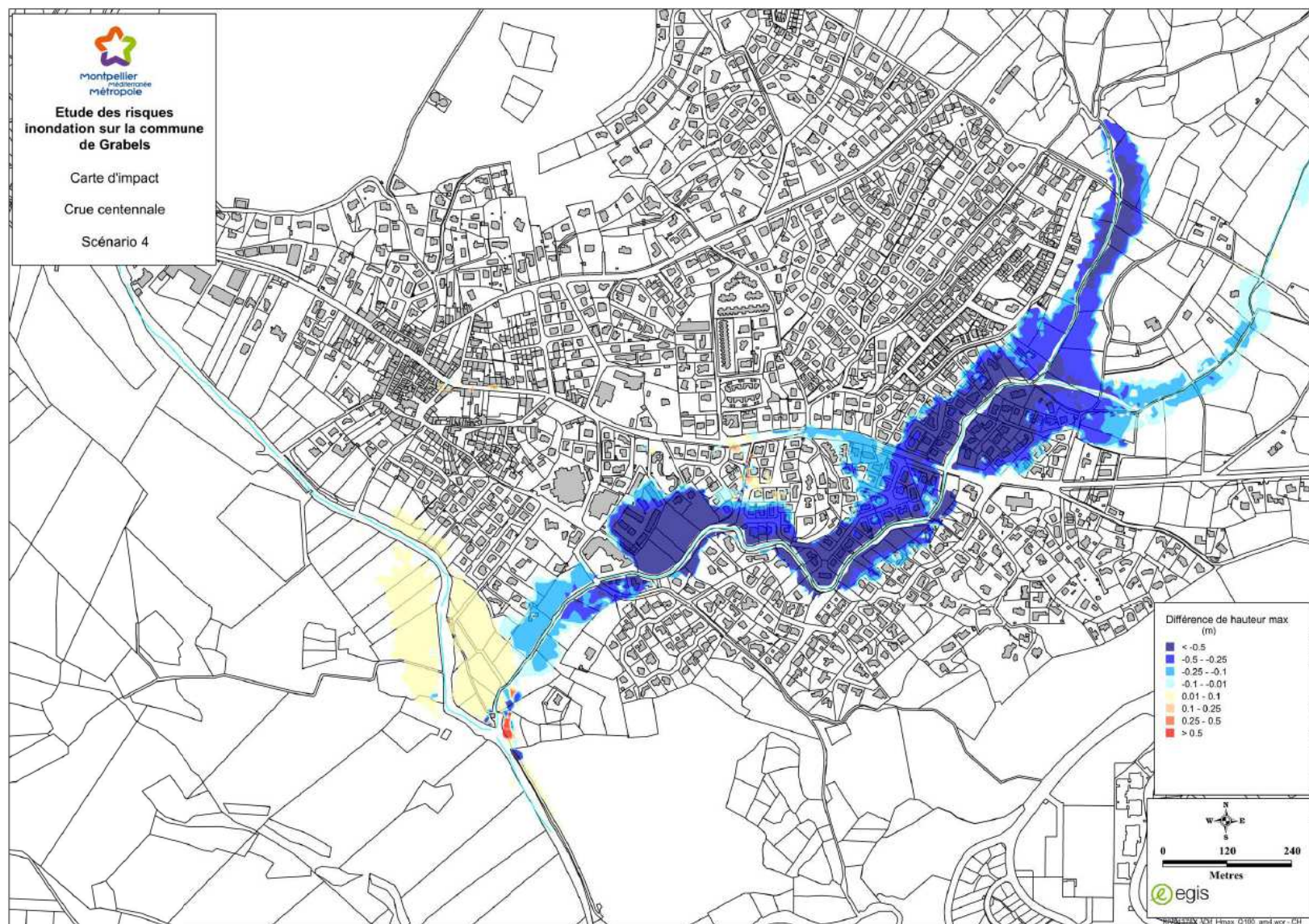






Annexe 8 : Impact en hauteurs du scénario 4 pour Octobre 2014 et 100 ans





Annexe III : **Document d'organisation du barrage de Grabels,
Montpellier Méditerranée Métropole, Avril 2021,
Version 1**



POLE DES SERVICES PUBLICS DE L'ENVIRONNEMENT ET DES TRANSPORTS

Direction de l'Eau et de l'Assainissement

Service Risques Pluvial et Inondations

DOCUMENT D'ORGANISATION DU BARRAGE DE GRABELS

Après réalisation des travaux prévus à l'action n°7.4 du PAPI 2 Lez - Mosson



Photo du bassin G lors de la crue du 4 novembre 2015 (source : 3M)

Montpellier Méditerranée Métropole

50, place Zeus – CS 39556

34961 Montpellier Cedex 2

SUIVI DES MISES A JOUR DU DOCUMENT D'ORGANISATION			
<u>Indice</u>	<u>Date</u>	<u>Auteur</u>	<u>Nature de la mise à jour</u>
A	Avril 2021	V. NGUYEN VAN	Etablissement du document
B	Octobre 2021	ARRIGHI Claire Antea Group	Suppression des numéros de téléphone

Table des matières

1	INTRODUCTION	5
2	PRESENTATION du barrage du rieu massel a grabels	6
2.1	Localisation du barrage	6
2.2	Caractéristiques du barrage	6
2.3	Fonctionnement hydraulique du barrage	7
3	Présentation du gestionnaire du système d'endiguement.....	8
3.1	Le service Risque Pluvial et Inondations de 3M	8
3.2	Organisation du gestionnaire	10
3.3	Mesures d'entretien du système d'endiguement mises en place par le gestionnaire 10	
4	INSTRUCTIONS DE SURVEILLANCE DE L'OUVRAGE EN TOUTES CIRCONSTANCES.....	12
4.1	Visites d'inspection visuelle programmées	12
4.1.1	Périodicité et objectifs des visites réalisées par le gestionnaire :	12
4.1.2	Parcours à effectuer	13
4.1.3	Opérations de surveillance et d'entretien des ouvrages	13
4.2	Visites consécutives à des événements particuliers (crues et séismes)	15
4.2.1	Visite post-crue	15
4.2.2	Visite post-séisme	15
5	DISPOSITIONS RELATIVES AUX VISITES TECHNIQUES APPROFONDIES (VTA)	16
6	rapport de surveillance	17
7	INSTRUCTIONS DE SURVEILLANCE DE L'OUVRAGE EN PERIODE DE CRUE	17
7.1	Description des moyens à disposition pour anticiper l'arrivée et le déroulement des crues. 17	
7.1.1	Prévisions météorologiques – rôle de l'astreinte Hydro-Météo de 3M	17
7.1.2	Stations de mesures	18
7.2	Rôle de la Commune.....	19
7.3	Etats de vigilances et de mobilisation pour la surveillance des ouvrages	20
7.4	Conditions entraînant la réalisation d'un rapport consécutif à un épisode de crue important.....	28
7.5	Modalités de transmissions d'informations vers les autorités compétentes	28
7.5.1	Services de la Préfecture	29
7.5.2	Service de contrôle de la sécurité des ouvrages hydrauliques (SCSOH, DREAL Occitanie) :.....	29

7.5.3	Service Interministériel de Défense et de Protection Civile	29
7.5.4	Service de Prévision des Crues (SPC)	30
7.5.5	Service Départemental d'Incendie et de Secours (SDIS).....	30
8	DISPOSITIONS EN CAS D'EVENEMENT PARTICULIER, D'ANOMALIE DE COMPORTEMENT OU DE FONCTIONNEMENT DE L'OUVRAGE	30
8.1	Procédure d'intervention d'urgence en cas de dégâts importants sur des ouvrages hydrauliques.....	30
8.1.1	Mobilisation de l'entreprise de travaux.....	30
8.1.2	Nature des interventions demandées à l'entreprise de travaux en période de crue	30
8.1.3	Réalisation de travaux de réparation post-crue	31
8.2	Déclaration d'un événement important pour la sécurité hydraulique (EISH)	31
9	Renforcement du processus de suivi de l'organisation	32
10	ANNEXES.....	33

1 INTRODUCTION

Suite aux inondations dévastatrices de la Mosson en octobre 2014, Montpellier Méditerranée Métropole a fait inscrire par avenant au PAPI2 Lez-Mosson-Etangs Palavasiens le projet d'agrandissement du bassin G, situé au lieu-dit de l'Arbre Blanc à Grabels. Cet ouvrage complètera le recalibrage du Rieumassel prévu dans la même opération.

Le projet prévoit la démolition du barrage constitutif du bassin G et la construction en lieu et place d'un barrage de 5,7 m de hauteur.

Actuellement d'une capacité de 27500 m³, le futur barrage disposera d'un volume de rétention de 160 000 m³.

Le futur barrage relèvera de la classe C au sens décret du 12 mai 2015 relatif à la sécurité des ouvrages hydrauliques.

Le présent document d'organisation vise à fixer les consignes d'entretien et de surveillance du futur barrage en toutes circonstances et en période de crue.

2 PRESENTATION DU BARRAGE DU RIEUMASSEL A GRABELS

2.1 Localisation du barrage

Le barrage se situe dans la commune de Grabels, au niveau du lieu-dit de l'Arbre Blanc. La figure ci-dessous localise l'ouvrage sur un fond de plan SCAN 25 :

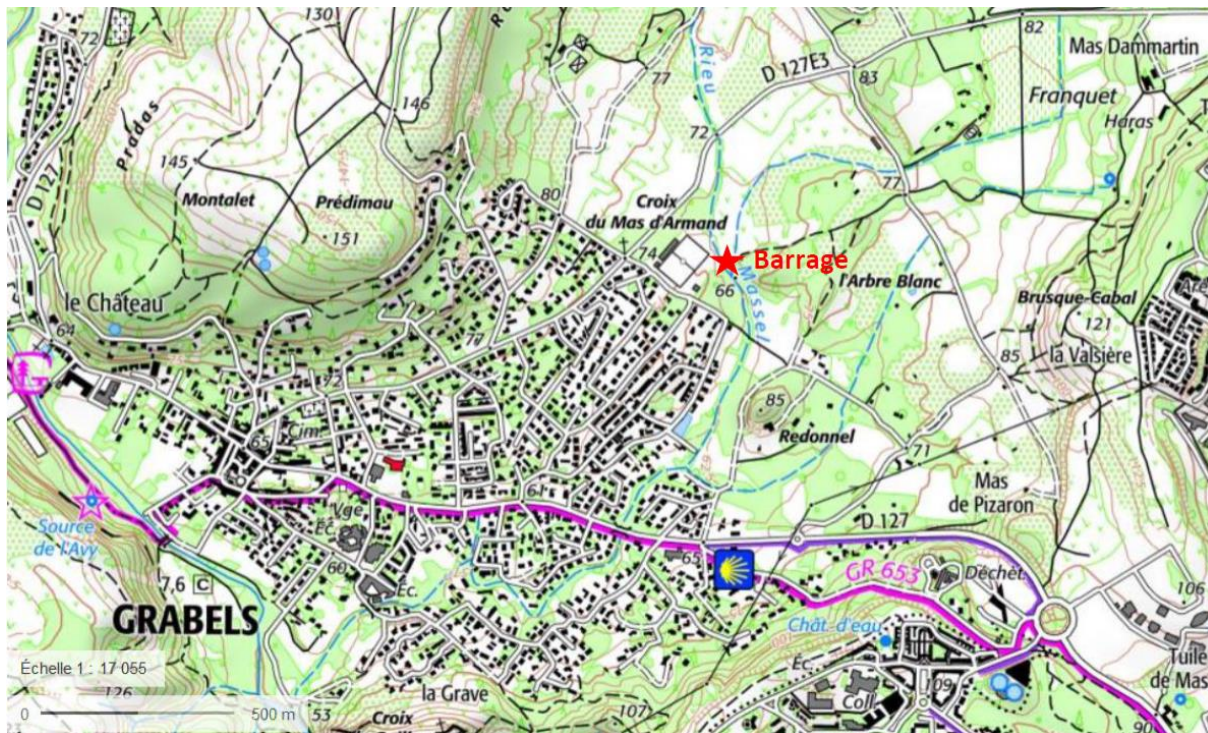


Figure 1 : Plan de localisation du barrage de Grabels

2.2 Caractéristiques du barrage

Le barrage a été dimensionné pour écrêter la crue centennale du Rieumassel. Son débit de fuite maximale atteindra 20 m³/s.

Le volume de rétention avant déversement sera de 160 000 m³.

Les tableaux ci-dessous présentent les caractéristiques détaillées du barrage qui sera réalisé dans le cadre du projet.

Tableau 1 : Caractéristiques du barrage futur

Géométrie	Cote du fond du bassin en pied de barrage	67,5 m NGF
	Cote du déversoir (Zdéversoir)	72,2 m NGF
	Cote du barrage en crête (Zbarrage)	73,20 m NGF
	Cote du muret anti-vague	73,70 m NGF
	Hauteur barrage (crête) / fond du bassin	5,7 m
	Hauteur barrage (crête) / TN aval	7 m
	Pente des talus	2H/1V talus amont et aval
	Largeur (épaisseur) en crête	8 m

				Niveau de projet	Niveau du déversoir ¹	NPHE	Niveau de danger	Crête
Période de retour	10 ans	20 ans	50 ans	100 ans	-	1000 ans	10 000 ans	
Cote (m NGF)	69,55	70,29	71,50	71,94	72,20	72,64	72,94	73,2
Volume (m ³)	18 400	35 600	85 900	126 800	160 000	213 350	259 600	306 400
Surface de la retenue (ha)	1,6	2,9	6,7	10,6	11,9	16,0	18,3	19,7
Temps de remplissage (h) ²	3,1	4,2	4,7	5		4,5	4,4	4,3

Le barrage sera en remblai zoné, composé des éléments suivants :

- Noyau étanche avec une clé d'étanchéité ;
- Recharges à l'amont et à l'aval en matériaux plus grossiers ;
- Couches de filtre entre le noyau et les recharges ;
- Drain filtre à l'aval ;
- Protection du parement amont par matelas Reno.

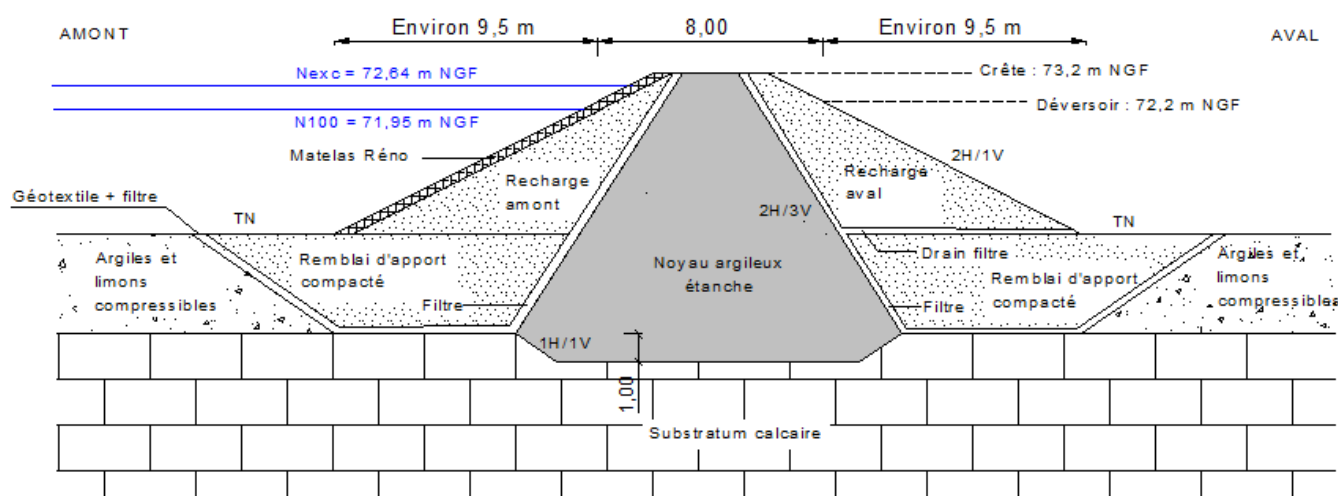


Figure 2 : Coupe-type du futur barrage

2.3 Fonctionnement hydraulique du barrage

Le fonctionnement du barrage est fonction du débit du Rieumassel qui traversera l'ouvrage :

¹ L'ouvrage a été conçu pour permettre un volume de stockage de 160 000 m³ avant mise en service du déversoir du barrage conformément aux objectifs fixés dans le PAPI.

² Les temps de remplissages sont évalués entre le début de la crue et le temps correspondant à l'atteinte du niveau d'eau maximum dans la retenue. Les temps de remplissage sont plus faibles pour les crues conduisant à la mise en fonctionnement du déversoir.

Tableau 2 : Fonctionnement hydraulique du barrage du Rieumassel

Occurrence	Cote dans la retenue ³	Volume stocké	Débit entrant	Débit sortant de l'ouvrage	Abattement
Q10	69,55 m NGF	18 400 m ³	17 m ³ /s	13 m ³ /s	24 %
Q20	70,29 m NGF	35 600 m ³	23 m ³ /s	15 m ³ /s	33 %
Q100	71,95 m NGF	126 800 m ³	45 m ³ /s	20 m ³ /s	54 %
	Déversoir : 72,2 m NGF	160 000 m ³			
Q1000	PHE : 72,64 m NGF	213 350 m ³	73 m ³ /s	45 m ³ /s	38 %
Q10 000	Cote de danger : 72,94 m NGF	259 600 m ³	101 m ³ /s	72 m ³ /s	29 %
	Crête : 73,2 m NGF	306 400 m ³			

3 PRESENTATION DU GESTIONNAIRE DU SYSTEME D'ENDIGUEMENT

Le propriétaire et gestionnaire du barrage est MONTPELLIER MEDITERRANEE METROPOLE. La collectivité sera nommée « 3M » dans la suite du document d'organisation.

Pour répondre aux missions de la compétence GEMAPI, instaurée par la loi MAPTAM de 2014, 3M a créé un service dédié notamment à la gestion des ouvrages de protection contre les inondations. Ce service est présenté ci-après.

3.1 Le service Risque Pluvial et Inondations de 3M

Les missions d'entretien et de surveillance du système d'endiguement de la Mosson sont assurées par le Service Risques Pluvial et Inondations (RPI) de la Direction de L'eau et de l'Assainissement (DEA) de 3M.

Ce service rassemble 14 agents. Son rôle est notamment d'assurer la compétence de Gestion des Milieux Aquatiques et du Risque Inondations dévolue à la Métropole.

Une équipe de 3 techniciens et 1 agent de maîtrise est dédiée à la gestion courante des ouvrages de protection contre les inondations ainsi que l'entretien des cours d'eau sur le territoire de la Métropole.

Au travers d'accord-cadre avec des entreprises spécialisées, les agents planifient et suivent les opérations d'entretien courant telles que :

- l'entretien de la végétation sur les ouvrages en remblais ;
- les réparations des désordres identifiés notamment lors des visites de surveillance périodique et les visites techniques approfondies ;

³ Les niveaux de référence sont pris au niveau de l'échelle limnimétrique prévue sur le parement amont du barrage en rive droite (cf. **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

- l'entretien des cours d'eau présents sur le territoire de la Métropole ;
- l'entretien des seuils en rivière.

Le service RPI est organisé selon l'organigramme ci-dessous. **Les missions d'exploitation et de surveillance des ouvrages de protection contre les inondations sont affectées à l'Unité « Etudes, travaux et exploitation ».**

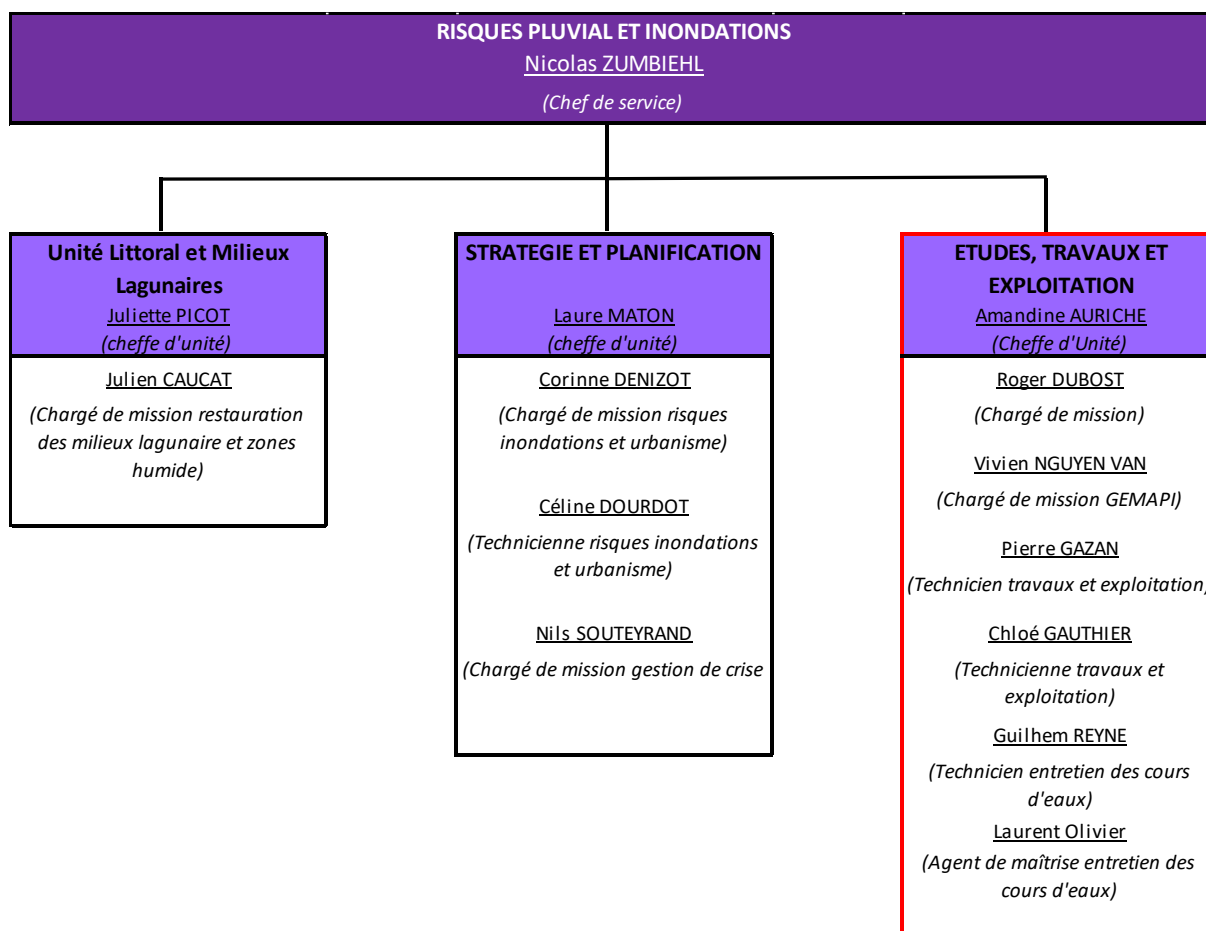


Figure 3 : Organigramme du service Risques Pluvial et Inondations (mise à jour 2021)

Pour toutes questions relatives à la surveillance et l'exploitation du barrage du Rieumassel, les coordonnées des agents du service RPI à contacter aux heures ouvrables sont les suivantes :

3.2 Organisation du gestionnaire

Le gestionnaire, au travers des activités du service RPI, assure notamment :

- la tenue du dossier d'ouvrage et du registre ;
- l'inspection des digues à une fréquence régulière ;
- l'entretien régulier de la végétation selon les saisons et les besoins ;
- la réalisation de visites post-crue.

3.3 Mesures d'entretien du système d'endiguement mises en place par le gestionnaire

Les opérations d'entretien du barrage du Rieumassel sont les suivantes :

- Débroussaillage régulier de la végétation installée sur les parties en remblai ;

- Réparation des enrochements ;
- Nettoyage de la grille en entrée de l'ouvrage de vidange ;
- Nettoyage des sorties des drains.

Le fauchage de la végétation se fait a minima 2 fois par an.

Les réparations des parties minérales se fait en cas de besoin identifié lors des visites de surveillance programmées ou suite aux préconisations des VTA.

Les opérations d'entretien de la végétation sont confiées à l'entreprise titulaire de l'**accord-cadre « Travaux d'entretien des cours d'eau »** de 3M. La planification et le suivi des opérations d'entretien sont assurés par le service RPI.

Notifié en mars 2020 pour une durée de 4 ans, le titulaire du lot n°2 du marché de travaux d'entretien des cours d'eau (secteur Piémonts-Garrigues) est l'**entreprise G.GORCE** (contact de l'entreprise à retrouver en annexe 1).

➤ **Travaux de réparation des digues en remblais**

Le gestionnaire procède aux travaux de réparation courants du barrage lorsque les désordres ne concernent le corps de l'ouvrage (à déterminer par le prestataire en charge de la VTA).

Pour ce faire il dispose d'un **accord-cadre « Travaux de terrassement et de génie civil pour la construction et la réparation d'ouvrages hydrauliques et de berges de cours d'eau »**.

Notifié en mars 2020 pour une durée de 4 ans, le titulaire du lot n°1 de l'accord-cadre (travaux de terrassement) est l'**entreprise BUESA** (contact de l'entreprise à retrouver en annexe 1).

Que ce soit pour les opérations de débroussaillage ou de réparation courante, chaque intervention est renseignée dans le registre d'ouvrage par le gestionnaire.

4 INSTRUCTIONS DE SURVEILLANCE DE L'OUVRAGE EN TOUTES CIRCONSTANCES

4.1 Visites d'inspection visuelle programmées

La surveillance périodique du barrage est assurée par les agents de l'Unité « Etudes, Travaux et Exploitation » (voir §3.1).

Les techniciens de cette unité vérifient le bon état et le bon fonctionnement des différents organes du barrage afin d'anticiper tout désordre éventuel qui pourrait les fragiliser.

La fréquence et les objectifs de ces visites est décrit dans le paragraphe ci-après.

4.1.1 Périodicité et objectifs des visites réalisées par le gestionnaire :

4.1.1.1 La visite d'inspection trimestrielle :

- **Agents concernés** : les techniciens de l'unité Etudes travaux et exploitation ;
- **Modalités de la visite** : cheminement piétonnier en crête jusqu'à l'ouvrage de fuite ;
- **Objectifs** :
 - Constater les désordres sur les ouvrages et programmer les réparations le cas échéant ;
 - Définir et programmer les opérations d'entretien courant ;
- **Consignation des observations** : établissement d'une fiche de visite, renseignement du registre, renseignement de la base de données SIRS Dignes.

4.1.1.2 La visite annuelle :

- **Agents concernés** : les techniciens de l'unité Etudes travaux et exploitation ;
- **Modalités de la visite** : cheminement piétonnier de part et d'autre et d'autres de l'ouvrage pour l'observation minutieuse des différents organes du barrage ;
- **Objectifs** :
 - Constater les désordres sur les ouvrages et programmer les réparations le cas échéant ;
 - Définir et programmer les opérations d'entretien courant ;
- **Consignation des observations** : établissement d'une fiche de visite, renseignement du registre, renseignement de la base de données SIRS Dignes.

Conformément à la réglementation en vigueur, le gestionnaire programmera également une visite technique approfondi de l'ouvrage par un organisme agréé à raison d'une fois entre la production de 2 rapports de surveillance (dont la fréquence est fixée à 5 ans). Voir §5 pour plus de détails.

4.1.2 Parcours à effectuer

La visite de surveillance concerne l'ensemble du barrage.

Lors de la visite de surveillance annuelle, l'inspection des ouvrages se fera à **pied en crête d'ouvrage et en pied de talus**.

4.1.3 Opérations de surveillance et d'entretien des ouvrages

L'inspection et l'entretien des ouvrages sont assurés par le gestionnaire.

Le tableau suivant détaille la nature des tâches, leurs fréquences et le personnel qui leur est affecté :

Ouvrages concernés	Points d'observation et opérations d'entretien	Fréquence
<u>Parties en remblai</u>	<p><u>Talus</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Faucher/tondre la végétation présente sur les talus du barrage et ses abords immédiats • Vérifier l'état des talus (affaissements, ravinement, ...) <p><u>Crête</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Vérifier l'état général de la crête de l'ouvrage de la piste (affaissement, ravinement, ...) ; <p><u>Enrochement ;</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Vérifier l'état des enrochements sur toutes les parties concernées (parement amont, déversoir, fosse de dissipation). 	<p>2 fois / an</p> <p>3 mois</p> <p>3 mois</p> <p>3 mois</p>
<u>Parties en génie civil</u>	<p><u>Déversoir</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Vérifier l'état de la longrine en béton sur le déversoir (fissures, ...) • Vérifier l'état des murs bajoyer (fissures, ...). <p><u>Ouvrage de sortie</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Vérifier l'état d'encombrement de la grille ; <ul style="list-style-type: none"> ○ Retirer les déchets le cas échéant ; • Vérifier l'état du cadre béton (fissures, ...) 	<p>3 mois</p> <p>3 mois</p> <p>3 mois + avant épisode pluvieux</p>
<u>Dispositifs de surveillance</u>	<p><u>Station de mesure</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Vérifier l'état de l'échelle limnimétrique (salissure, vandalisme, ...) ; • Vérifier l'état de la sonde piézométrique (encrassement, ...) et du mât de transmission de données ; <p><u>Dispositif d'auscultation</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Relever la position des plots topographiques ; <p><u>Système de drainage</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Vérifier l'écoulement à la sortie du système de drainage ; 	<p>3 mois</p> <p>3 mois</p> <p>1 an</p> <p>1 an</p>
<u>Fond de retenue</u>	<ul style="list-style-type: none"> • Vérifier qu'aucun déchet (dépôt sauvage ou déchets verts) n'est présent dans le fond de retenue ; <ul style="list-style-type: none"> ○ Evacuer les déchets le cas échéant ; • Vérifier l'état de la végétation dans le fond de retenue. 	<p>3 mois</p> <p>1 an</p>

4.2 Visites consécutives à des évènements particuliers (crues et séismes)

4.2.1 Visite post-crue

Suite à un événement pluvieux, une visite post-crue sera effectuée si l'une des conditions suivantes est remplie :

- Le barrage s'est rempli, même partiellement ($H > 67,7 \text{ m NGF}$) ;
- Le cumul de pluie de l'évènement a dépassé 100 mm/24h.

Les particularités de la visite post-crue sont listées ci-dessous :

- Responsabilité : service RPI ;
- Objectif : constatation des désordres sur le barrage et l'ouvrage de sortie ;
- Parcours : cheminement piéton sur l'ensemble du linéaire du barrage et inspection de chacun de ses organes ;
- Délais de réalisation : 24h après la crue ;
- Consignation : fiche de visite post-crue.

Si la cote du plan d'eau dans le barrage atteint 71 m NGF , une visite post-crue est effectuée selon les dispositions présentées au paragraphe 7.4 « Conditions entraînant la réalisation d'un rapport consécutif à un épisode de crue important ».

4.2.2 Visite post-séisme

D'après le zonage sismique défini par les articles R.563-1 à R.563-8 du code de l'environnement, Montpellier et le territoire de la Métropole se situent en zone 2 (sismicité faible).

Le gestionnaire est en mesure d'être alerté dans un délai inférieur à 24 heures de la survenance d'un séisme de plus de 6,5 sur l'échelle de Richter sur le territoire national métropolitain et de tout séisme de plus de 4 sur l'échelle de Richter dans le périmètre rapproché de l'ouvrage par la voie d'information (messages radio, information locale, information par la préfecture aux collectivités territoriales).

Le cas échéant le gestionnaire consultera le bulletin émis par « *Le Bureau Central Sismologique Français* ».

Dans le cas où l'ouvrage se situe dans la zone d'influence de tout séisme de magnitude supérieure à 4 sur l'échelle de Richter, le service RPI réalisera une visite d'observation immédiate et fera réaliser dans les plus brefs délais une mesure d'auscultation complète (topographie, drainage) et si nécessaire, une visite technique approfondie.

5 DISPOSITIONS RELATIVES AUX VISITES TECHNIQUES APPROFONDIES (VTA)

Les Visites Techniques Approfondies (VTA) sont menées par un bureau d'étude agréé dans le domaine de la sécurité des ouvrages hydrauliques conformément aux articles R 214-148 à 151 du code de l'environnement.

Le gestionnaire dispose d'un marché accord-cadre attribué au bureau d'études SUEZ CONSULTING (Safege) pour une durée de 4 an et qui prendra fin en 2022 (contacts donnés en annexe 1).

Les particularités d'une VTA sont listées ci-après :

- Fréquence de réalisation d'une VTA : annuelle.
- Période de réalisation : printemps/été
- Opération préalable à la VTA : débroussaillage complet des talus de digue (prestataire : GORCE)
- Objectifs de la VTA :
 - Inspecter tous les organes constitutifs du système d'endiguement ;
 - Répertorier tous les désordres et/ou leurs évolutions ;
 - Photographier tous les désordres répertoriés ;
 - Assigner une priorité de traitement pour chaque désordre ;
 - Définir les suites à apporter aux désordres par ordre de priorité.
- Consignation : livraison d'un rapport de VTA, renseignement du registre et de la base de données SIRS Digue.

Conformément à l'article R.214-125 du code de l'environnement, une VTA sera également effectuée à l'issue d'un épisode de crue ayant sollicité les ouvrages de manière importante (soit 5m d'eau mesurés au pont de la RN109).

6 RAPPORT DE SURVEILLANCE

En tant que barrage de classe C (cf. Art. R.214-122), le gestionnaire doit produire tous les 5 ans un rapport de surveillance comprenant la synthèse des renseignements contenus dans le registre prévu et celles des constatations effectuées lors des vérifications et visites techniques approfondies.

► Le rapport de surveillance se base notamment sur :

- la surveillance, l'entretien et l'exploitation de l'ouvrage au cours de la période à l'aide notamment des fiches de visite et du registre ;
- les incidents constatés et les incidents d'exploitation ;
- le comportement de l'ouvrage ;
- les événements particuliers survenus et les dispositions prises pendant et après l'évènement ;
- les travaux effectués directement par l'exploitant ou par une entreprise ;
- les essais des organes hydrauliques et les conclusions de ces essais ;
- les rapports de VTA

► La conclusion comporte :

- une synthèse des observations réalisées lors des visites de surveillance
- un avis sur le comportement du barrage,
- les axes d'amélioration à court terme,
- Les études en cours ou envisagées,

► Seront joint au rapport :

- un rapport photographique,
- les fiches de compte rendu de visite d'inspection,
- les rapports de VTA.

7 INSTRUCTIONS DE SURVEILLANCE DE L'OUVRAGE EN PERIODE DE CRUE

7.1 Description des moyens à disposition pour anticiper l'arrivée et le déroulement des crues.

7.1.1 Prévisions météorologiques – rôle de l'astreinte Hydro-Météo de 3M

Le gestionnaire dispose d'un service d'astreinte dédié au risque inondation - appelé astreinte Hydro-Météo - joignable 7/7 et 24h/24.

Cette astreinte est assurée par les cadres de la DEA. Sa mission est d'assurer **l'anticipation du risque inondation sur le territoire de la Métropole**. Il fait l'interface entre les sociétés de

prévisions météorologiques et les services techniques de la Métropole afin de délivrer à ces derniers une analyse pertinente du risque d'inondations sur le territoire. **L'agent d'astreinte prend part au Poste de Commandement de Crise** lorsque son ouverture est enclenchée par les autorités de la Métropole.

En termes de moyens matériels, l'agent d'astreinte dispose d'un téléphone portable dédié, un téléphone satellitaire, d'un ordinateur portable et d'un véhicule de service pour ses déplacements.

Au travers de marchés de prestations de service, l'agent d'astreinte dispose d'outils informatiques adaptés à la gestion du risque inondation :

- le site extranet « **Météo France Pro** » et les outils de « **Predict Services** » : prévisions locales à J+3, images radar, alertes par SMS personnalisées, prévisionnistes joignable 24h/24.;
- la supervision externalisée « **E-Vigilance** » : accès en temps réels aux données des stations de mesures installées sur les bassins versants du Lez et de la Mosson (hauteurs, vitesses, débits, pluviométrie) ;
- l'outil de surveillance et de gestion du risque hydrologique « **Ville en alerte** » : acquisition de données en temps réel, prévisions des aléas, identification du scénario de risque inondation, partage d'informations en temps réel.

Les coordonnées des sociétés de prévisions météorologiques sont les suivantes :

Prestataires	URL d'accès au service	Numéro des prévisionnistes 24h/24, 7j/7	Echéance du marché de prestation
Predict services	www.wiki-predict.com	04.67.17.11.12. 04.67.17.11.11	En cours de renouvellement
Météo France	https://pro.meteofrance.com/	04.67.20.91.36. 04.42.95.90.41	Oct. 2022

NB : les contacts des prévisionnistes sont donnés en annexe 1.

7.1.2 Stations de mesures

Dans le cadre des travaux de construction du barrage, une station de mesure sera installée dans le fond de la retenue du barrage, au droit de l'ouvrage de sortie.

Une échelle limnimétrique sera également installée dans le fond de la retenue à proximité du point d'observation de l'ouvrage.

La localisation de la station et de l'échelle figure sur le plan suivant :

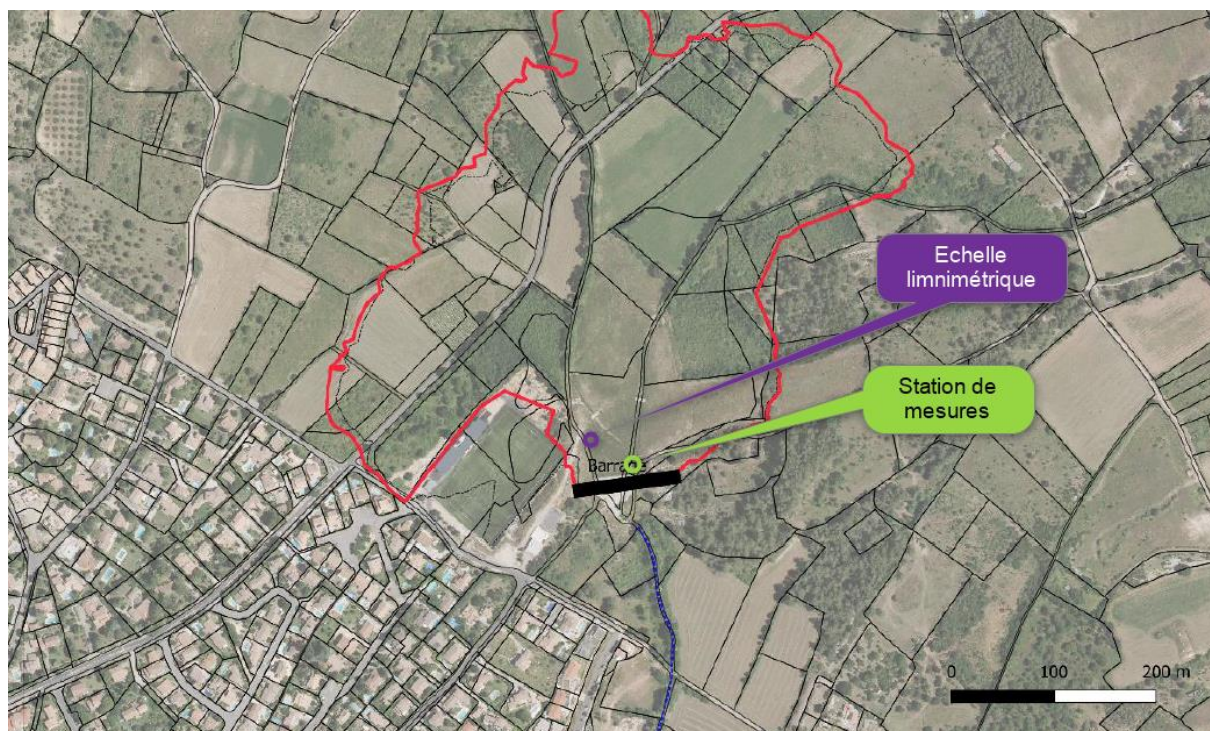


Figure 4 : Localisation de la station de mesure et de l'échelle limnimétrique à installer dans la retenue du barrage

Equipée d'une **sonde piézométrique**, cette station permettra de suivre en temps réel le remplissage du barrage.

Elle enverra des alarmes par SMS au gestionnaire à chaque dépassement des seuils de remplissage qu'il aura définis.

Les mesures de hauteurs d'eau sont consultables sur la supervision de l'outil *Ville en alerte* (cf. §7.1.1).

7.2 Rôle de la Commune

Les services techniques de la Commune sont associés à la surveillance du barrage en temps de crue.

Pour ce faire, la Commune :

- **a annexé le présent document d'organisation à son Plan Communal de Sauvegarde ;**
- est destinataire des alarmes envoyées par la station de mesure du barrage ;
- a accès aux mesures de hauteur d'eau en temps réel ;
- a formé la Police municipale aux mesures à prendre en cas d'annonce ou de survenue d'un événement pluvieux significatif ;
- dispose d'un système d'alerte à la population (automate d'appel).

7.3 Etats de vigilances et de mobilisation pour la surveillance des ouvrages

Informations préalables à la surveillance en temps de crue :

En cas de crue exceptionnelle, la durée entre le début du remplissage du barrage et l'atteinte du déversoir est estimée entre 2 et 3h (cf. *Etude de dangers de l'aménagement hydraulique du Rieumassel à Grabels, ANTEA, 2021*). Les niveaux de vigilance ci-dessous et les actions associées doivent permettre aux autorités en charge de la mise en sécurité de la population (Commune, Préfecture, ...) d'anticiper les mesures d'alerte et d'évacuation avant débordement du barrage.

Le point d'observation retenu pour la surveillance de l'ouvrage se situe sur la piste d'accès à la retenue, entre le stade municipale et l'école élémentaire, accessible depuis la rue du Mas d'Armand. Il permet la lecture de l'échelle limnimétrique installée à proximité.



Figure 5 : Localisation du poste d'observation pour la surveillance du barrage

3M : Montpellier Méditerranée Métropole

RPI : Service Risque Pluvial et Inondations

AHM : Astreinte Hydro-Météo

DECLENCHEMENT DE LA VIGILANCE**Hérault en vigilance **jaune** (Météo France)****Ou cumul de pluie annoncé > 100 mm/24h :**

Fonctionnement des ouvrages	Actions à engager par Montpellier Méditerranée Métropole	Actions à engager par la Ville de Grabels (cf. PCS)
<p>Les prévisions météorologiques annoncent des cumuls importants sous 24h (ex : 50mm/3h ; 100mm/24h)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Le service RPI communique à la DREAL le nom du ou des agents joignables hors heures ouvrables pour cet événement (par mail : <i>dohc.drn.dreal-occitanie@developpement-durable.gouv.fr</i>). • <u>Se tenir informé</u> de l'évolution météorologique auprès de Météo France et Prédict Services <ul style="list-style-type: none"> ○ AHM envoie des bulletins sur le risque local aux services de 3M et aux communes ○ AHM tient informé la préfecture de l'évolution météorologique • <u>Surveillance des ouvrages</u> : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Contact la commune pour leur demander d'aller vérifier l'état d'encombrement de la grille et l'absence de déchet dans le fond de retenue ; ▪ Procéder au nettoyage de la grille et l'évacuation des déchets le cas échéant. 	<ul style="list-style-type: none"> • VERIFIER l'état d'encombrement de la grille du barrage et l'absence de déchets dans le fond de retenue et en informer RPI (rôle Police Municipale); • Sur décision du Maire : ACTIVER le PCS.

NIVEAU 1 : ENGAGEMENT DES ACTIONS**Hérault en vigilance Orange (Météo France)****Niveau d'eau dans le barrage = 67,5 mNGF**

Fonctionnement des ouvrages	Actions à engager par Montpellier Méditerranée Métropole	Actions à engager par la ville de Grabels (cf. PCS)
<p>Le Rieumassel est en crue et commence à remplir le barrage.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • <u>SURVEILLANCE</u> accrue de l'évolution météorologique : <ul style="list-style-type: none"> ○ RPI prend contact avec PREDICT SERVICES pour connaître les prévisions détaillées dans le secteur ; ○ Consultation fréquente : <ul style="list-style-type: none"> ▪ de l'imagerie radar de Météo France ; ▪ des mesures de hauteurs d'eau dans le barrage. • <u>MAINTENIR</u> un contact permanent avec la commune : <ul style="list-style-type: none"> ○ Contacter régulièrement l'équipe de la Police Municipale mobilisée sur site ; ○ Mobiliser une équipe de RPI sur site si nécessaire. • <u>INFORMER</u> la ville de GRABELS : <ul style="list-style-type: none"> ○ de la situation météo ; ○ de la nécessité d'activer le PCS ; ○ de préparer l'envoi des alertes à la population. • <u>Inform</u>er la Préfecture et le service de contrôle de la DREAL de la situation (équipes mobilisés, constats, évolution météo...) 	<ul style="list-style-type: none"> • MOBILISER une équipe de la Police Municipale au poste d'observation du barrage ; • INFORMER le gestionnaire de la situation ; • Sur décision du Maire : ACTIVER le PCS

NIVEAU 2 : RENFORCEMENT DU DISPOSITIF**Niveau d'eau dans le barrage = 68,5 mNGF**

Fonctionnement des ouvrages	Actions à engager par Montpellier Méditerranée Métropole	Actions à engager par la ville de Grabels (cf. PCS)
<p>Au niveau de l'ouvrage de fuite, la hauteur d'eau dans le barrage atteint 2m</p>	<ul style="list-style-type: none"> • <u>INFORMER</u> la Ville de Grabels sur : <ul style="list-style-type: none"> ○ la nécessité d'alerter les habitants du quartier du Plein Soleil et du quartier du Rio (cf. secteur A et B de la Figure 6) et ceux situés à la confluence Rieumassel/Redonnel ; ○ de positionner un agent municipal au niveau de la route de Montpellier ○ de fermer la rue de la Croix de Guillery au niveau du pont des écoles. ○ <u>MAINTENIR</u> : <ul style="list-style-type: none"> ▪ une surveillance accrue de l'évolution météorologique (cf. Niveau 1) ; ▪ un contact permanent avec les équipes municipales mobilisées sur site ; • <u>INFORMER</u> la Préfecture et le service de contrôle de la DREAL de la situation (RPI) ; 	<ul style="list-style-type: none"> ○ ALERTER les habitants des quartiers du Plein Soleil et du Rio (cf. secteur A et B sur le plan ci-après) sur la possibilité d'évacuation des lieux ; ○ FERMER le « pont des écoles » à la circulation ; ○ MOBILISER un agent au pont de la route de Montpellier

NIVEAU 3 : EVACUATION DES HABITATIONS**Niveau d'eau dans le barrage = 70 mNGF**

Fonctionnement des ouvrages	Actions à engager par Montpellier Méditerranée Métropole	Actions à engager par la ville de Grabels (cf. PCS)
<p>Le niveau d'eau dans le barrage est sur le point d'atteindre son NPHE (71,95 mNGF).</p> <p>Le débit de sortie du barrage est de 20 m3/s.</p> <p>Possibilité de mise en charge du pont de la route de Montpellier</p>	<ul style="list-style-type: none"> • <u>PREVENIR</u> la Ville de GRABELS de la nécessité de : <ul style="list-style-type: none"> ○ Faire évacuer les riverains des quartiers du Plein Soleil et du Rio (cf. secteurs A et B de la Figure 6) et ceux situés à la confluence Rieumassel/Redonnel ; ○ Alerter l'ensemble des personnes exposées aux inondations du Rieumassel (cf. secteur C de la Figure 6) ; ○ En fonction des prévisions météo (si aggravation avérée) : Faire évacuer secteur C. ○ <u>MAINTENIR</u> : <ul style="list-style-type: none"> ▪ une surveillance accrue de l'évolution météorologique (cf. Niveau 1) ; ▪ un contact permanent avec les équipes municipales mobilisées sur site ; • <u>INFORMER</u> la commune et la Préfecture de la situation et des évolutions attendues. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ FAIRE EVACUER les populations exposées au risque de débordement du Rieumassel ; ○ COORDONNER les opérations de secours avec la Préfecture et le SDIS34 ; ○ DECLINER les mesures de mise en sécurité de la population (transports, hébergements, approvisionnement, etc.) ; ○ MAINTENIR la surveillance sur le terrain (barrage, route de MTP, pont des écoles).

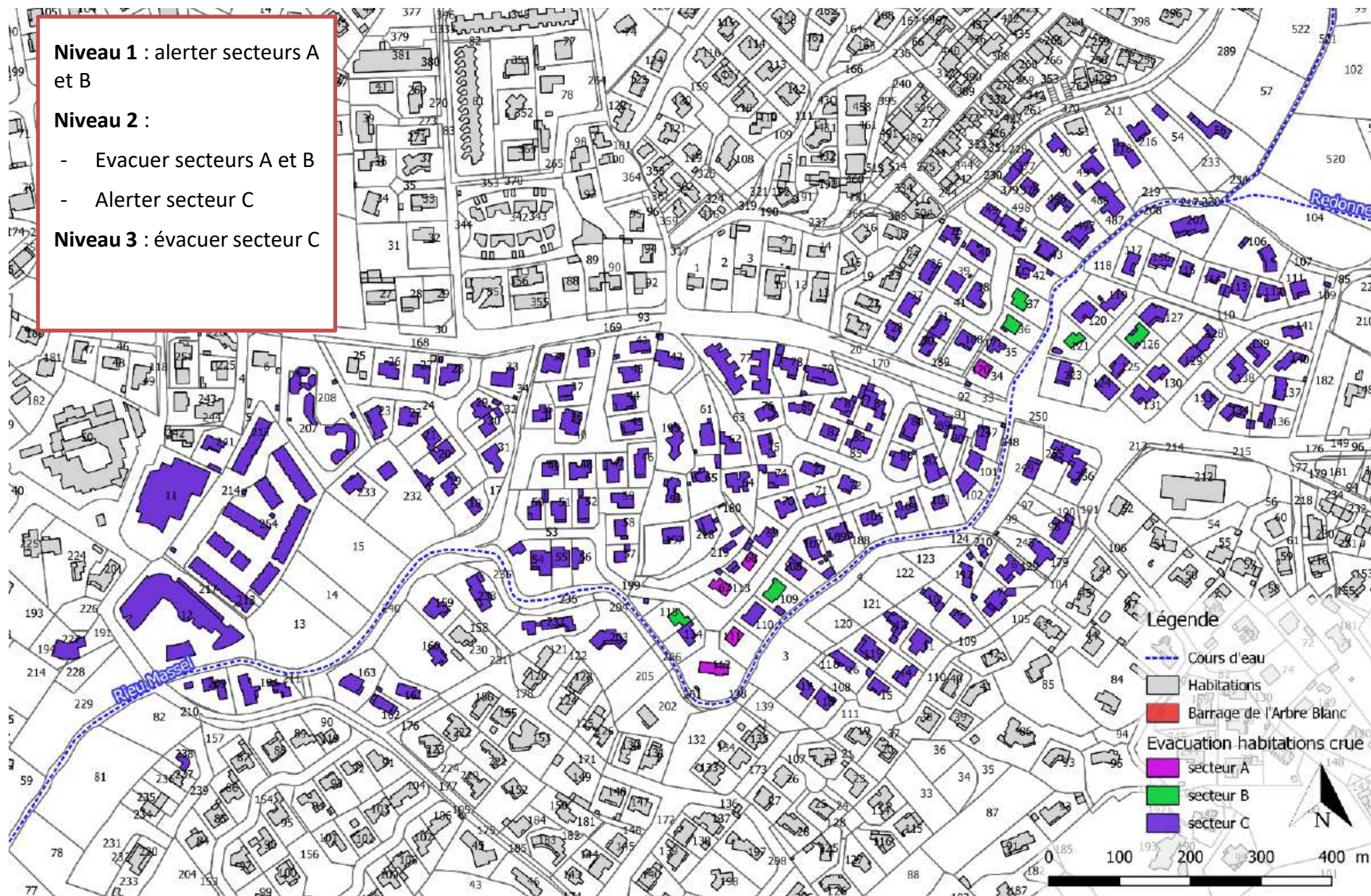


Figure 6 : Localisation des secteurs à alerter/évacuer en fonction du remplissage du barrage

NIVEAU 4 : MISE EN FONCTIONNEMENT DU DERVERSOIR**Niveau d'eau dans le barrage = 72,2 mNGF**

Fonctionnement des ouvrages	Actions à engager par Montpellier Méditerranée Métropole	Actions à engager par la ville de Grabels (cf. PCS)
<p>Le niveau d'eau dans le barrage atteint la crête du déversoir.</p> <p>En cas de fonctionnement du déversoir, le débit total en sortie de bassin peut atteindre jusqu'à 50 m3/s.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • <u>PREVENIR</u> les agents municipaux de cesser la surveillance sur le terrain et de se mettre en sécurité • <u>Les équipes RPI stoppent également la surveillance</u> • <u>MAINTENIR</u> une surveillance accrue de l'évolution météorologique (cf. Niveau 1) • <u>Informers la Préfecture et la DREAL</u> de la situation 	<ul style="list-style-type: none"> ○ COORDONNER les opérations de secours avec la Préfecture et le SDIS34 ; ○ GERER les centres d'accueil ;

FIN DE LA CRUE**Niveau d'eau dans le barrage < 68,5 mNGF****Vigilance départementale **jaune** ou **verte****

Fonctionnement des ouvrages	Actions à engager par Montpellier Méditerranée Métropole	Actions à engager par la ville de Juvignac (cf. PCS)
La retenue du barrage s'est presque entièrement vidangée (reste 1m d'eau)	<ul style="list-style-type: none"> • <u>MAINTENIR</u> la surveillance hydro-météo tel que décrit au niveau « déclenchement de la vigilance » • <u>REALISER</u> une <u>visite post-crue</u> telle que décrite au §4.2.1) <u>si les conditions météo le permettent ;</u> • <u>INFORMER</u> la Préfecture et la DREAL des premières constatations ; • <u>En cas d'atteinte du niveau 2, FAIRE REALISER une VTA par un bureau d'études agréé.</u> 	<ul style="list-style-type: none"> • INFORMER la population de la fin d'évènement et du dispositif d'aide et de soutien communal mis en place ; • PROCÉDER aux opérations de nettoyage • DRESSER le bilan des dégâts ; • ROUVRIER les routes si les prévisions météorologiques le permettent

7.4 Conditions entraînant la réalisation d'un rapport consécutif à un épisode de crue important

Le rapport consécutif à un épisode de crue important ou un incident pendant la crue se distingue d'un rapport de visite post-crue par l'ampleur de l'événement et de la gestion de crise que le gestionnaire a dû mettre en œuvre au cours de l'événement.

Le gestionnaire établira un tel en cas d'atteinte du niveau 2 de vigilance.

Dans ce cas, le gestionnaire organisera dans un premier temps une visite technique approfondie dès que possible. La VTA se substituera alors à la visite post-crue effectuée par le service RPI telle que décrite au §4.2.1. Si besoin, le gestionnaire procèdera au fauchage de la végétation pour permettre une bonne visibilité des ouvrages.

Le rapport correspondant à l'épisode de crue important détaillera les éléments suivants :

- Analyse de la pluviométrie (cumul, intensité, période de retour...) ;
- Données hydrauliques collectées pendant l'évènement (débits, hauteurs...) ;
- Actions / mobilisations entreprises par le gestionnaire ;
- Constats lors de l'évènement ;
- Compte rendu des échanges avec la ville de Grabels et les services de l'Etat pendant l'épisode ;
- Constats faits lors de la VTA (rapports photos) ;
- Conclusions données par la visite technique approfondie réalisée après l'évènement ;
- Description de la suite à donner aux désordres le cas échéant.

Le gestionnaire transmettra son rapport au service de contrôle de la DREAL sans délai accompagné du rapport de la VTA effectuée après l'évènement.

Si des dégradations du système d'endiguement sont constatés, le gestionnaire dressera un rapport d'EISH et l'adressera à la DREAL sous 1 mois (cf. §8.2).

7.5 Modalités de transmissions d'informations vers les autorités compétentes

Dès lors que la procédure de gestion de crise est enclenchée, les services techniques de la Métropole resteront en contact permanent avec les services de l'état afin de les tenir informés de l'évolution de la situation.

Les autorités compétentes et la nature des informations à leur communiquer sont listés ci-après (**NB** : tous les contacts figurent également en annexe 1) :

7.5.1 Services de la Préfecture

En cours d'événement, l'astreinte HM du gestionnaire informe les services de la Préfecture sur :

- L'évolution météorologique prévus à court terme (cumuls de pluie, localisation du front pluvieux, durée, ...)
- La situation du réseau hydrographique (débits, hauteurs d'eau, débordements, ...)
- Toutes informations intéressant la sécurité des biens et des personnes.

Préfecture
Bureau de la planification et des opérations
Mme Béatrice DUMON chef de bureau
M. Philippe MOLIERE Adjoint

7.5.2 Service de contrôle de la sécurité des ouvrages hydrauliques (SCSOH, DREAL Occitanie) :

Dès le niveau « Déclenchement de la vigilance » (cf. paragraphe §7.3), le service RPI communique par mail au SCSOH le nom du ou des agents du service qui seront joignables hors heures ouvrables lors de cet événement.

Ces informations sont à adresser par mail à l'adresse suivante :

dohc.drn.dreal-occitanie@developpement-durable.gouv.fr (boîte mail consulté aux heures ouvrées).

En cours d'événement, le service RPI informe le SCSOH par mail sur :

- La situation du réseau hydrographique ;
- L'état de sollicitation du barrage et/ou du merlon (Redonnel) ;
- L'état de mobilisation des équipes ;

7.5.3 Service Interministériel de Défense et de Protection Civile

En cours d'événement, l'astreinte HM du gestionnaire informe le Service Interministériel de défense et de Protection Civile sur :

- La situation du réseau hydrographique et des premiers désordres constatés ;
- L'évolution météorologique attendue ;
- L'état de mobilisation des services du gestionnaire ;
- **La nécessité ou non d'obtenir du renfort pour effectuer la mise en sécurité des biens et des personnes ;**
- Toutes les informations intéressant la sécurité des biens et des personnes.

SIDPC

Contact : Christophe Donnet

7.5.4 Service de Prévision des Crues (SPC)

En cours d'événement, l'astreinte HM du gestionnaire prend contact avec le SPC pour obtenir des informations sur l'évolution attendue sur la crue du Lez.

7.5.5 Service Départemental d'Incendie et de Secours (SDIS)

En cours d'événement, l'astreinte HM ou le service RPI prend contact avec le SDIS **dans les cas suivants** :

- Des **évacuations anticipées** de personnes sont à prévoir (suite à un désordre par exemple) ;
- Des **renforts supplémentaires** sont nécessaires pour contenir des inondations ou informer des riverains

8 DISPOSITIONS EN CAS D'EVENEMENT PARTICULIER, D'ANOMALIE DE COMPORTEMENT OU DE FONCTIONNEMENT DE L'OUVRAGE

8.1 Procédure d'intervention d'urgence en cas de dégâts importants sur des ouvrages hydrauliques

8.1.1 Mobilisation de l'entreprise de travaux

3M dispose d'un accord-cadre de travaux de terrassement et de génie civil pour une durée de 3 ans reconductible 1 an (**contacts fournis en annexe 1**).

Dès l'atteinte du niveau de vigilance 1 (cf. §7.3), le gestionnaire prend contact avec l'entreprise de travaux pour l'informer qu'une mobilisation d'urgence est à prévoir.

Sur ordre du gestionnaire, l'entreprise d'astreinte mobilise ses moyens humains et matériels sur site.

8.1.2 Nature des interventions demandées à l'entreprise de travaux en période de crue

Les équipes et engins de l'entreprise peuvent être sollicités pour :

- Conforter des ouvrages qui présentent une menace en cours d'événement (merlon du Redonnel notamment) ;
- Déplacer des déchets qui contraignent l'écoulement des eaux ;
- Remblayer ou déblayer ponctuellement pour mettre en sécurité des biens ;

- Transporter des équipements spécifiques.

Ces opérations sont effectuées sur ordre du gestionnaire.

8.1.3 Réalisation de travaux de réparation post-crue

La VTA réalisée obligatoirement après un événement ayant sollicité le barrage (cf. §7.4) dressera les premières constatations de désordres et proposera les travaux de réparation à effectuer.

Pour réaliser ces travaux de réparation, le gestionnaire fera intervenir un **bureau d'étude agréé Dignes et Barrages** afin de concevoir les réparations et suivre les travaux.

Le gestionnaire dispose d'un marché accord-cadre multi-attributaire de « maîtrise d'œuvre pour la réalisation d'ouvrages hydrauliques » jusqu'en 2025.

Le bureau d'études produira une étude de conception des travaux à mener (PRO) que le gestionnaire adressera au service de contrôle de la DREAL pour validation.

Après accord de la DREAL, le gestionnaire fera réaliser les travaux par le titulaire de son marché accord-cadre de travaux de terrassement.

Le Dossier des Ouvrages Exécutés sera intégré au Dossier d'ouvrage du système d'endiguement.

8.2 Déclaration d'un événement important pour la sécurité hydraulique (EISH)

En cas d'incident constaté en cours d'événement pluvieux, le gestionnaire déclarera l'EISH au service de contrôle de la sécurité des ouvrages hydrauliques de la DREAL (SCSOH) par la transmission d'une fiche de déclaration et proposera une classification selon un système à trois couleurs.

- ACCIDENT -

- soit des décès ou des blessures graves aux personnes;
- soit des dégâts majeurs aux biens ou aux ouvrages hydrauliques.

-INCIDENT GRAVE-

- soit une mise en danger des personnes sans qu'elles aient subi de blessures graves;
- soit des dégâts importants aux biens ou aux ouvrages hydrauliques.

-INCIDENT-

- à une mise en difficulté des personnes ou à des dégâts de faible importance à l'extérieur de l'installation;
- une non-conformité par rapport à un dispositif réglementaire (non-respect des consignes d'exploitation en crues, de débits ou de cotes réglementaires), sans mise en danger des personnes;

– les défauts de comportement de l'ouvrage ou de ses organes de sûreté imposant une modification de la cote ou des conditions d'exploitation en dehors du référentiel réglementaire d'exploitation de l'ouvrage, sans mise en danger des personnes.

La déclaration d'un EISH au service de contrôle de l'Etat s'effectue :

- de façon immédiate pour les événements de couleur rouge;
- dans les meilleurs délais pour les événements de couleur orange, sans toutefois excéder une semaine;
- dans un délai d'un mois à compter de la date à laquelle le responsable a pris connaissance de l'évènement pour les événements de couleur jaune.

Le SCSOH validera pour le compte du préfet la proposition de niveau de classification de l'EISH et la notifiera au responsable ou notifiera à ce dernier un autre niveau de classification.

Le cas échéant, le SCSOH notifiera au responsable le délai au terme duquel celui-ci doit lui transmettre un rapport précisant les circonstances de l'évènement, analysant ses causes et indiquant les mesures prises ou envisagées pour éviter qu'il ne se reproduise.

Quel que soit son niveau de gravité, le gestionnaire organisera une VTA après chaque EISH. Le rapport de la VTA sera annexé au rapport spécifique à l'EISH demandé par le SCOSH.

9 RENFORCEMENT DU PROCESSUS DE SUIVI DE L'ORGANISATION

Le suivi et l'actualisation du document d'organisation sont assurés par l'agent « Chargé de mission GEMAPI » du service RPI.

La mise en œuvre des instructions de surveillance en toutes circonstances et en période de crue est assurée par la cheffe de l'unité « Etudes, Travaux et Exploitation » du service RPI.

Après chaque événement pluvieux significatif ayant engendré une mobilisation d'agents du service RPI (cf. Niveau 1 « engagement des actions » en p.20), une **réunion de débriefing** est organisée par le chef du service RPI. L'efficacité du document d'organisation y sera analysée afin d'identifier des pistes d'amélioration le cas échéant.

Par ailleurs, une vérification des coordonnées des personnes mentionnées dans le document d'organisation est effectuée annuellement.

10 ANNEXES

Annexe 1 : Liste des contacts utiles à l'organisation du gestionnaire

ANNEXE 1 : LISTE DES CONTACTS UTILES A L'ORGANISATION DU GESTIONNAIRE

Contacts à MONTPELLIER MEDITERRANEE METROPOLE

<u>INTERVENANTS</u>
DGS : O. NYS
DGA : A. Pons de Vincent
DEPARTEMENT SERVICES PUBLICS DE L'ENVIRONNEMENT ET DES TRANSPORTS
O. MERLIAUD
DIRECTION DE L'EAU ET DE L'ASSAINISSEMENT
F Fuchs-Jesslen (Directrice)
L Burgaud (Directrice Adjointe)
SERVICE RISQUES PLUVIAL ET INONDATIONS
N Zumbiehl (Chef de service)
A Auriche (Chef d'unité Etudes et travaux)
V Nguyen Van
P Gazan
C.Gauthier
L Olivier
G Reyne
POLE PROXIMITE ESPACES PUBLICS
ML Brettes-Chevet
S Escobar
D Crétier
Astreinte Voirie Mtp (Heures Non Ouvrées)
Secrétariat Voirie Mtp (Heures Ouvrées)
DIRECTION DES SERVICES AUX TERRITOIRES
D Tournier
Littoral : E. Lauer
Astreinte espace public 3M
Astreinte DAT/Pôle
VILLE MONTPELLIER – SECURITE CIVILE
Astreinte sécurité civile
JP Vialay
T Dubiez

Contacts extérieurs

VILLE DE GRABELS
René REVOL (Maire)
Jean-Pierre OLIVARES (Adjoint)
Laure PASTRE (DGS)
Patrick CAUBY (DST)
(Police Municipale)
...
METEO FRANCE – Centre départemental de l'Hérault
Prévisionnistes
PREDICT SERVICES
Standard
Alix Roumagnac (Directeur)
Guillaume Ferry (Directeur Adjoint)
SPC Carcassonne - VIGICRUE
Astreinte
PC Crise
PREFECTURE – BUREAU DE LA PLANIFICATION ET DES OPERATIONS
Mme Béatrice DUMON (cheffe de bureau) M. Philippe MOLIERE (Adjoint)
SERVICE INTERMINISTERIEL DE DEFENSE ET DE PROTECTION CIVIL (SIDPC)
Christophe DONNET
DDTM 34 – SERVICE EAU RISQUE ET NATURE
DDTM (standard)
Astreinte DDTM
Astreinte RDI (réfèrent départemental inondation)
SERVICE DE CONTROLE DE LA SECURITE DES OUVRAGES HYDRAULIQUES DREAL OCCITANIE

Contacts des entreprises titulaires de marchés 3M

SUEZ CONSULTING - SAFEGE (marché visites techniques approfondies)	
Fin du marché	2022
Guillaume ROUX (Directeur)	
Géraldine ROUGIER (ingénieur projet)	
Accord-cadre Maîtrise d'œuvre pour la réalisation d'ouvrages hydrauliques	
Fin du marché	2025
EGIS- Mathieu NORMAND (chef de projet)	
ANTEA - Nicolas DUBOIS BERANGER (responsable agence)	
SUEZ CONSULTING - Guillaume ROUX (Directeur)	
Accord-cadre Travaux de terrassement et génie civil	
Fin du marché	2023
Entreprise BUESA- lot 1 terrassement - Christophe BALEZ	
Entreprise COFEX MEDITERRANEE – DEMATHIEU BARD – lot 2 Génie civil- Jonathan IMBERT	
Accord-cadre Travaux de terrassement et génie civil	
Fin du marché	2023
GORCE – Marien PANIS (conducteur travaux)	



Références :



www.lne.fr



Portées
communiquées
sur demande