



## Etude hydraulique du bassin versant du Vallat des Eyssarettes



### **Rapport d'étude**

Dossier AM13.I.0027

Etabli par BT & AL – Vérifié par AL

Version 4

## TABLE DES MATIERES

<b>1. PREAMBULE.....</b>	<b>4</b>
<b>3. ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE.....</b>	<b>5</b>
<b>4. ANALYSE HYDROLOGIQUE .....</b>	<b>7</b>
<b>4.1 Méthodologie.....</b>	<b>7</b>
<b>4.2 Pluies de projet.....</b>	<b>8</b>
4.2.1 Période de retour trentennale.....	8
4.2.2 Evènement de référence .....	9
4.2.3 Evènement exceptionnel .....	10
<b>4.3 Caractéristiques des sous-bassins versants .....</b>	<b>10</b>
4.3.1 Caractéristiques physiques .....	10
4.3.2 Géologie.....	12
4.3.3 Occupation du sol .....	14
4.3.4 Curve Number .....	14
4.3.5 Temps de concentration et Lag Time .....	15
<b>4.4 Modélisation hydrologique.....</b>	<b>16</b>
4.4.1 Logiciel de modélisation .....	16
4.4.2 Résultats du modèle pour les pluies de projet.....	18
4.4.1 Impact des bassins de rétention .....	21
4.4.2 Débits de la crue exceptionnelle .....	24
<b>5. MODELISATION HYDRAULIQUE.....</b>	<b>26</b>
<b>5.1 Logiciel de modélisation.....</b>	<b>26</b>
<b>5.2 Construction du modèle .....</b>	<b>26</b>
5.2.1 Données topographiques utilisées.....	26
5.2.2 Géométrie du modèle.....	26
5.2.3 Conditions limites.....	29
5.2.4 Rugosité.....	29
<b>5.3 Résultats de la modélisation .....</b>	<b>31</b>
5.3.1 Secteur amont.....	31
5.3.2 Secteur médian .....	32
5.3.3 Secteur aval .....	33

ANNEXE 1 : ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE.....	35
ANNEXE 2 : CARTE LITHOLOGIQUE .....	53
ANNEXE 3 : CARTE DE L'OCCUPATION DU SOL.....	54
ANNEXE 4 : CARTE DES CURVE NUMBER.....	55
ANNEXE 5 : CARTOGRAPHIE DES HAUTEURS D'EAU, DES VITESSES ET DE L'ALEA.....	56

## 1. PREAMBULE

---

La commune de Ventabren située dans le bassin versant de l'Arc est sensible au risque inondation. C'est la raison pour laquelle des études hydrauliques existent sur ce secteur et un PPRI a été approuvé par arrêté préfectoral le 28 septembre 1999.

Depuis l'approbation du PPRI de la commune de Ventabren, de nombreuses études ont été réalisées sur le bassin versant de l'Arc. La DDTM 13 souhaite dorénavant engager la réalisation d'une étude hydraulique sur le bassin versant du Vallat des Eyssarettes dans le but :

- d'actualiser la connaissance des aléas inondations sur ce territoire où les études sont hétérogènes et anciennes ;
- de réviser le PPRI de la commune de Ventabren ;
- d'initier à travers la mise en œuvre de cette étude, et de l'amélioration des connaissances un programme de prévention des risques inondation (PAPI) sur ce territoire.

Dans ce cadre, la DDTM 13 a missionné le bureau d'étude OTEIS pour mener à bien cette étude. Le présent rapport correspond à la présentation de la méthode et des résultats de l'étude hydraulique du bassin versant des Eyssarettes réalisée par OTEIS.

### 3. ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE

---

Une analyse bibliographique des principales études menées sur le vallon des Eyssarettes et le bassin versant de l'Arc. Les études consultées sont les suivantes :

- **Etude du vallon des Eyssarettes 1996**

Nom du document : Etude des zones inondables du Vallat des Eyssarettes

Rédacteur : DRAGON Conseil

Commanditaire : Direction Départementale de l'Équipement des Bouches-du-Rhône

Date : 1996

- **PPRI de Ventabren 1996**

Nom du document : Plan de prévention des risques naturels prévisibles inondation de la commune de Ventabren

Rédacteur : Préfecture des Bouches du Rhône

Date : 1996

- **Etude du bassin versant de l'Arc 2010**

Nom du document : Etude et mise en cohérence des études hydrologiques et hydrauliques sur le bassin versant de l'Arc : Les crues historiques

Rédacteur : GINGER Prévention Risques Naturels

Commanditaire : Syndicat Mixte d'Aménagement du Bassin de l'Arc

Date : 2010

- **TRI Aix-Salon - 2012**

Nom du document : Territoire à Risque Important d'inondation (TRI) d'Aix-en-Provence – Salon de Provence

Rédacteur : DREAL PACA

Date : 2012

- **Schéma d'Aménagement et de Gestion De L'Arc**

Nom du document : Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) du bassin versant de l'Arc

Rédacteur : Commission Locale de l'Eau du SAGE du bassin versant de l'Arc

Date : 2014

- **Etude du bassin versant de l'Arc – TRI - 2016**

Nom du document : Etude hydraulique sur le bassin versant de l'Arc dans le cadre de l'identification des Territoires à Risques Importants

Rédacteur : SAFEGE

Commanditaire : Direction Départementale des Territoires et de la Mer des bouches du Rhône

Date : 2016

La synthèse de ces documents est disponible en annexe 1 du présent rapport.

## 4. ANALYSE HYDROLOGIQUE

---

### 4.1 METHODOLOGIE

Dans le cadre de cette étude, les débits sont estimés via un modèle conceptuel de transformation pluie-débit. Ce type de modèle représente le bassin versant comme plusieurs réservoirs interconnectés. Le modèle fonctionne en deux temps : une première étape transforme la pluie brute en pluie nette, c'est la fonction de production ; la seconde transforme la pluie nette en volume ruisselé à l'exutoire, c'est la fonction de transfert.

La méthodologie repose sur la définition d'une pluie de projet, l'analyse des caractéristiques des sous-bassins versants étudiés et le choix des fonctions de production et transfert.

Plus spécifiquement, il sera utilisé pour le modèle pluie-débit la méthode SCS pour les fonctions de production et de transfert.

La méthode SCS (Soil Conservation Service) est choisie pour sa fiabilité et sa simplicité de mise en œuvre. Elle est largement utilisée pour prédire le volume de ruissellement direct pour un événement donné des précipitations. Elle est basée sur la détermination de 2 paramètres principaux : le Curve Number (CN) utilisé dans la fonction de production (transformation pluie-ruissellement) et le Lag Time utilisé dans la fonction de transfert (transformation ruissellement-débit).

La fonction de production de la méthode SCS pour estimer le ruissellement est la suivante :

$$Q = \frac{(P - I_a)^2}{(P - I_a) + S}$$

et :  $I_a = 0.2 * S$

et

$$S = 25.4 \frac{1000}{CN} - 10$$

Avec : Q = ruissellement cumulé (mm)

P = précipitation cumulée (mm)

Ia = pertes initiales (mm)

S = rétention maximale du sol (mm)

La fonction de transfert est la méthode de l'hydrogramme unitaire SCS. Elle repose sur un hydrogramme défini par son temps de réponse ou lag time et l'instant du maximum de l'hydrogramme ( $T_p$ ), défini de manière suivante :

$$T_p = \frac{D_t}{2} + T_{lag}$$

Avec :  $D_t$  = pas de temps des données de pluies

$T_{lag}$  = temps de réponse du bassin versant

Le temps de réponse a été préalablement calculé à partir du temps de concentration ( $T_c$ ) par l'équation suivante :

$$T_{lag} = 0.6 \times T_c$$

La propagation de l'onde de crue dans le cours d'eau est déterminée à partir de la méthode de Muskingum-Cunge.

## 4.2 PLUIES DE PROJET

### 4.2.1 Période de retour trentennale

Les coefficients de Montana de la station Météo France d'Aix-en-Provence ont été utilisés pour construire la pluie de projet pour une période de retour trentennale. Ils ont été calculés par un ajustement statistique entre les durées et les quantiles de pluie de la période 1979 – 2010. Ils sont les suivants pour des pluies de durée de 1 heure à 24 heures :

$$\mathbf{a = 30,09}$$

$$\mathbf{b = 0,788}$$

La pluie de projet utilisée est une pluie de Kiefer. Une durée de pluie de 12 h a été retenue pour la construction du hyétogramme. Il s'agit de la durée moyenne des averses de l'évènement de 2008 (information fournie dans l'« Etude de mise en cohérence des études hydrologiques et hydrauliques sur le bassin versant de l'Arc », GINGER, 2010).



Pour une pluie de période de retour de 30 ans, la pluie de projet est la suivante :

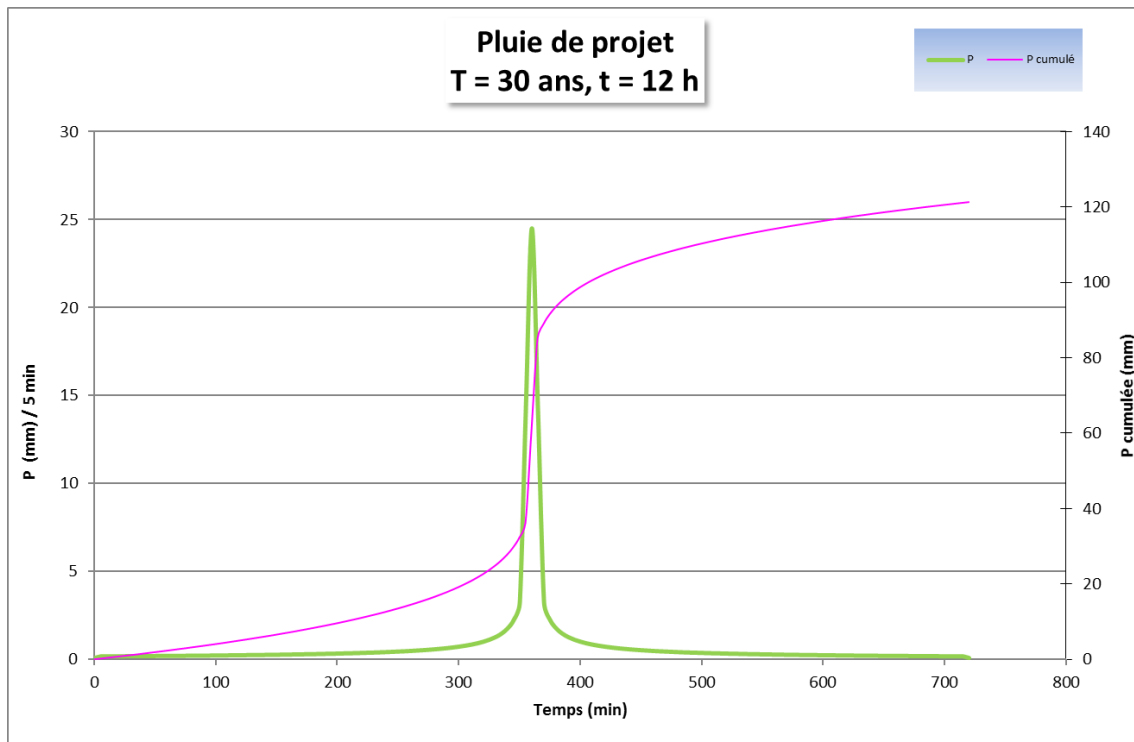


Figure 1 : Hyétogramme et cumul de précipitation injecté dans la modélisation hydrologique pour l'événement de période de retour trentennale

Le cumul de pluie est de 121 mm sur la durée considérée (avec une intensité maximale de 4 mm/min).

#### 4.2.2 Evènement de référence

L'évènement sélectionné pour la crue de référence est celui du 22 et 23 septembre 1993 qui a conduit à des inondations au niveau du vallat des Eyssarettes. Les précipitations de la station d'Aix-en-Provence présentées dans l'étude du bassin versant de l'Arc réalisée en 2010 par le bureau d'études GINGER ont été considérées pour la présente étude.

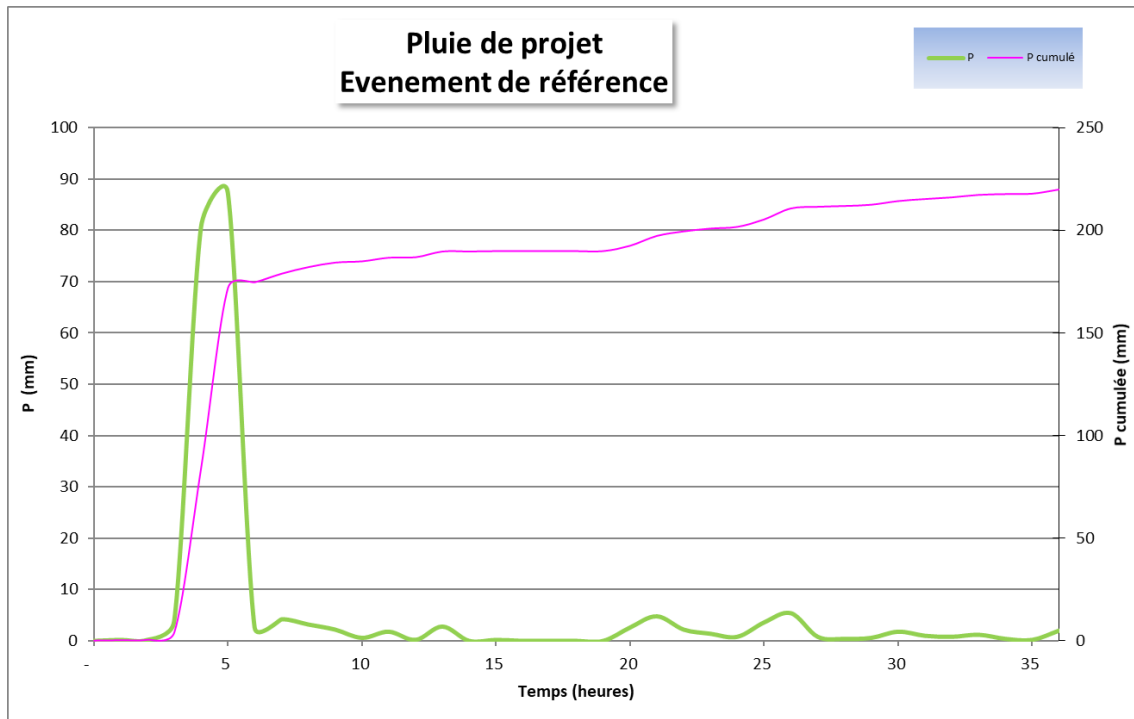


Figure 2 : Hyétochrome et cumul de précipitation injecté dans la modélisation hydrologique pour l'évènement de référence

Le cumul de pluie lors de cet évènement est de 220 mm (avec une intensité maximale de 1,4 mm/min).

#### 4.2.3 Evènement exceptionnel

Les débits de la crue exceptionnelle utilisés dans le cadre du TRI ont été obtenus en multipliant par deux les apports hydrologiques de la crue de référence.

Les hydrogrammes de crue pour l'évènement exceptionnel insérés dans le modèle hydraulique de la présente étude ont été calculés en utilisant la même méthode.

### 4.3 CARACTERISTIQUES DES SOUS-BASSINS VERSANTS

#### 4.3.1 Caractéristiques physiques

Le bassin versant du vallon des Eyssarettes a été découpé en huit sous-bassins versants afin de mieux apprécier le fonctionnement hydrologique.

Les caractéristiques physiques de chacun des sous-bassins versants ont été déterminées à l'aide de la photo aérienne, du scan 25 de l'IGN et du MNT.

La figure ci-dessous présente le découpage des sous-bassins versants.

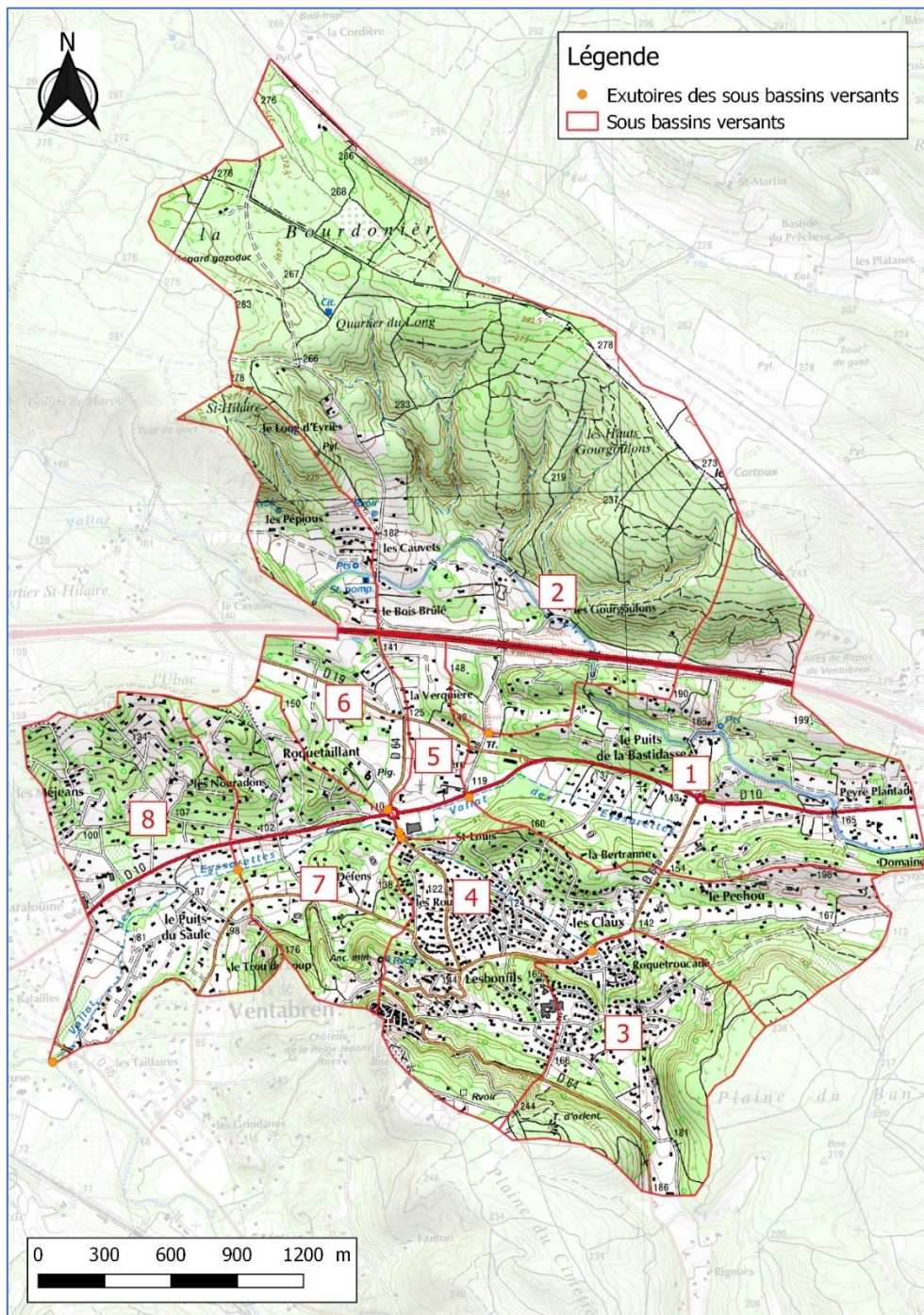


Figure 3: Découpage du vallat des Eyssarettes en huit sous-bassins versants

Pour chaque sous-bassin versant sont calculés :

- Le plus long chemin hydraulique (L),
- La pente moyenne du terrain (qui joue un rôle dans l'accélération des phénomènes de ruissellement),
- La surface.

Ces caractéristiques sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Bassin versant	Superficie (km <sup>2</sup> )	Altitude max (m)	Altitude min (m)	Longueur (km)	Pente moyenne (m/m)
1	1,640	156	119	2,05	0,018
2	3,772	271	127	3,22	0,045
3	0,849	184	134	1,13	0,044
4	1,546	171	134	1,34	0,028
5	0,262	137	111	0,81	0,032
6	0,804	133	111	0,91	0,024
7	0,776	166	97	0,72	0,096
8	1,120	155	80	0,93	0,081

Tableau 1 : Caractéristiques physiques des sous-bassins versants

La surface totale du bassin versant du vallon des Eyssarettes est de 10,8 km<sup>2</sup>. A titre de comparaison, DRAGON Conseil estimé à 16,0 km<sup>2</sup> le bassin versant du vallon en 1996. Le rapport ne fournit aucune cartographie qui permettrait de comparer les deux bassins versants.

#### 4.3.2 Géologie

Afin de prendre en compte les caractéristiques géologiques de la zone d'étude, les cartes géologiques au 1/50 000<sup>ème</sup> et 1/250 000<sup>ème</sup> ont été analysées à partir des données du BRGM.

Le Curve Number de la méthode SCS dépend du type de sol classé selon la méthode américaine HSG (Hydrologic Soil Group) en 4 classes :

<b>Groupe A</b>	Peu de potentiel de ruissellement. Infiltration forte même lorsque le sol est humide. Sol excessivement bien drainé, avec une conductivité hydraulique élevée	Perméabilité forte
<b>Groupe B</b>	Sol avec un taux d'infiltration modéré lorsqu'il est humide. Sol bien drainé de granulométrie fine à grossière, avec une conductivité hydraulique modérée	Perméabilité moyenne
<b>Groupe C</b>	Sol avec un taux d'infiltration faible lorsqu'il est humide. Sol à granulométrie fine à très fine avec une conductivité hydraulique faible	Perméabilité faible
<b>Groupe D</b>	Grand potentiel de ruissellement. Infiltration très faible lorsque le sol est humide. Sol composé essentiellement d'argile avec une conductivité hydraulique très faible.	Perméabilité très faible

Tableau 2 : Classification des sols

Les caractéristiques géologiques du bassin versant étudié ont été simplifiées afin d'être exploitables en terme de perméabilité. Dans le cadre de la modélisation, la simplification du contexte lithologique des bassins versants retient huit types de sol. Pour chaque type de sol, un code HSG (Hydrologic Soil Group) a été affecté. Il représente la capacité d'infiltration du sol.

Type de sol	HSG
Alluvions / colluvions	A
Calcaires	B
Calcaires et calcaires marneux	C
Calcaires et marnes	C
Calcaires argileux et marnes	C
Calcaires et argiles	C
Argiles, grès, calcaires	D
Argiles et grès	D

Tableau 3 : Types de sol retenus et classes HSG

La carte lithologique du bassin versant du vallon des Eyssarettes est présentée en Annexe 2.

### 4.3.3 Occupation du sol

Les données d'occupation des sols CORINE Land Cover (CLC) 2012 croisées aux photographies aériennes ont permises de délimiter six types d'occupation du sol :

Code CLC	Superficie (km <sup>2</sup> )	Libellé CLC
112	4,412	Tissu urbain discontinu
211	0,053	Terres arables hors périmètres d'irrigation
242	1,090	Systèmes culturaux et parcellaires complexes
243	0,155	Surfaces essentiellement agricoles, interrompues par des espaces naturels importants
312	1,024	Forêts de conifères
323	4,035	Végétation sclérophylle

*Tableau 4 : Types d'occupation du sol*

La carte d'occupation du sol est présentée en Annexe 3.

Afin de tenir compte de la future urbanisation du lieu-dit l'Héritière, l'occupation des sols a été modifiée de « systèmes culturaux et parcellaires complexes » à « tissu urbain discontinu » au droit de la ZAC de l'Héritière actuellement en travaux (création de 250 logements, d'une école, d'une place avec commerces et d'une maison de retraite).

### 4.3.4 Curve Number

La réalisation de la modélisation hydrologique passe par l'affectation d'une valeur de Curve Number à chacun des huit sous-bassins versants modélisés. Le Curve Number (CN) est fonction de l'occupation du sol, du type de sol et de l'humectation du sol (conditions sèches, moyennes ou humides).

Il est considéré que la crue du 22 et 23 septembre 1993 s'est déroulée sur sol sec (condition préalable d'humectation I).

Le tableau ci-après présente les valeurs du Curve Number en condition de sol sec (CNI) en fonction de l'occupation et du type de sol :

Libellé CLC	Hydrologic Soil Group (HSG)			
	A	B	C	D
Tissu urbain discontinu	38	53	64	75
Terres arables hors périmètres d'irrigation	42	59	66	76
Systèmes culturaux et parcellaires complexes	42	59	66	76
Surfaces essentiellement agricoles, interrompues par des espaces naturels importants	37	52	64	74
Forêts de conifères	20	40	53	62
Végétation sclérophylle	30	50	62	66

Tableau 5 : Valeurs de CN en fonction de l'occupation et du type de sol

Le CN affecté par sous-bassin versant est la moyenne pondérée par la surface des CN des différentes parties de ce sous-bassin. Le CN moyen du bassin versant du vallon des Eyssarettes est de 53. Lors de l'étude du bassin versant de l'Arc réalisée par GINGER en 2010 le bassin versant n°17 (qui contient le bassin versant étudié) a été caractérisé par un CN de 51 pour l'évènement de septembre 1993. Cette différence peut s'expliquer par le fait que le bassin versant n°17 contient une proportion plus importante d'espaces naturels que le bassin versant du Vallat des Eyssarettes.

La carte des CN est présentée en Annexe 4.

#### 4.3.5 Temps de concentration et Lag Time

Les temps de concentration ont été estimés à partir des formules issues du guide technique de l'assainissement routier (SETRA octobre 2016). Elles sont les suivantes :

$$T_c = \frac{L}{1,4 \times \sqrt{p}} \text{ pour les écoulements en nappe}$$

$$\text{Et } T_c = \frac{L}{15 \times \sqrt{p}} \text{ pour les écoulements concentrés}$$

Avec L la longueur d'écoulement et p la pente moyenne pondérée.

L'écoulement en nappe se caractérise par un ruissellement étalé sur le bassin versant naturel tandis que l'écoulement concentré se caractérise par les talwegs et ravins alimentés par les versants, ainsi que par les lits mineurs de cours d'eau.

Les lag time sont ensuite calculés à partir de ces temps de concentration à l'aide de la formule suivante :

$$T_{lag} = 0.6 \times T_c$$

Le tableau suivant regroupe les valeurs retenues pour chaque sous-bassin versant :

BV Id	Tc écoulement nappe (min)	Tc écoulement concentré (min)	Tc total (min)	Lag Time (min)
1	86	11	97	58
2	153	10	163	98
3	65	0	65	39
4	107	0	107	64
5	54	0	54	32
6	72	0	72	43
7	30	0	30	18
8	42	0	42	25

Tableau 6 : Tc et Lag time par sous-bassin versant

## 4.4 MODELISATION HYDROLOGIQUE

### 4.4.1 Logiciel de modélisation

Pour déterminer le fonctionnement hydrologique de la zone d'étude, le logiciel HEC-HMS (Hydrologic Engineering Center – Hydrologic Modeling System) a été utilisé.

Ce logiciel de transformation pluie – débit a été développé aux Etats-Unis par l'« US Army Corps of Engineers ». Il permet de calculer le débit de bassins versants à travers les processus de ruissellement, de transfert, de confluence et de dérivation. Les hydrogrammes de crue sont calculés à partir des données de précipitations, de pertes (infiltration), etc.

Il est donc possible de sommer plusieurs hydrogrammes générés par chaque bassin versant en tenant compte du laminage des débits dans le réseau de transit et des temps de propagation de l'onde de crue.



La structure du modèle HEC-HMS réalisé dans le cadre de la présente étude est présentée ci-dessous :

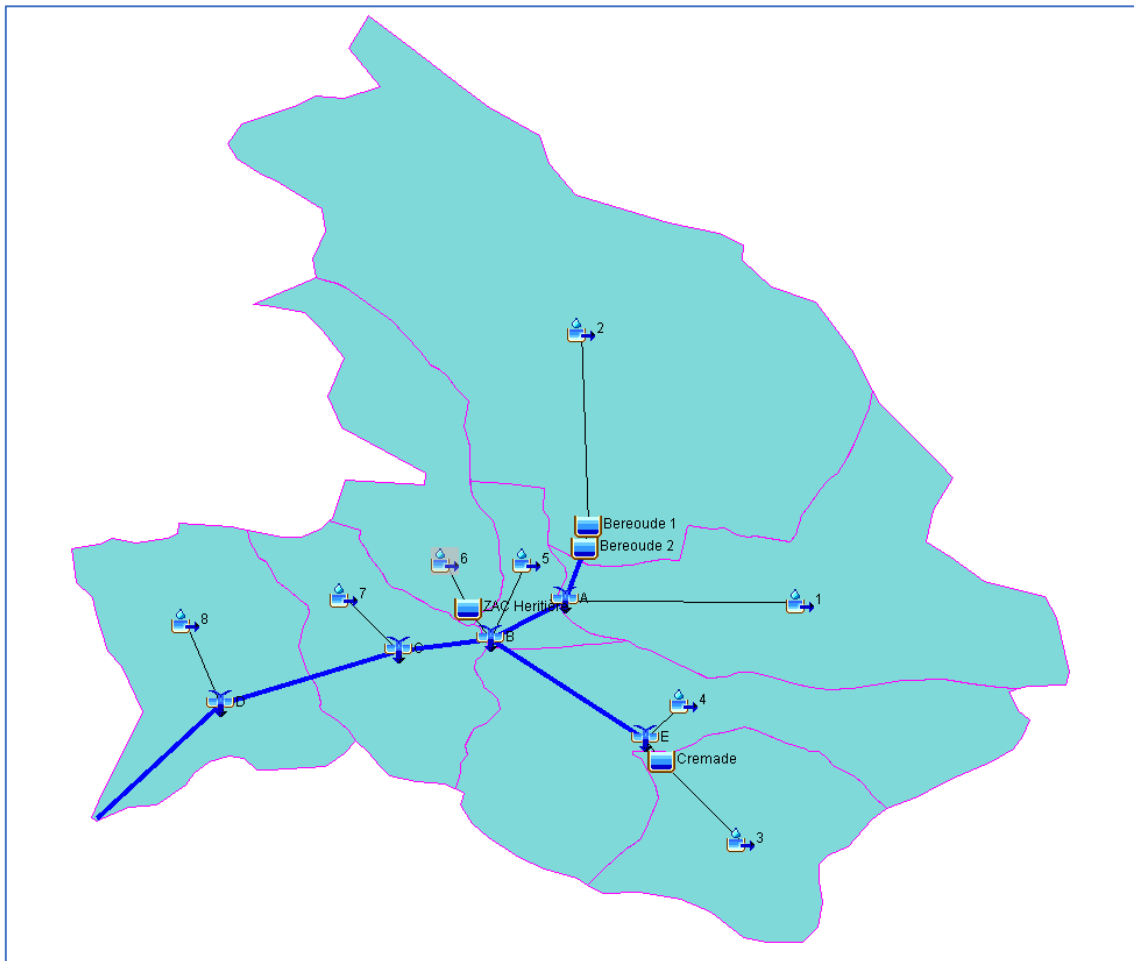


Figure 4 : Structure du modèle HEC-HMS

**Légende :**



Sous-bassin versant



Point de caractérisation des débits



Tronçon de transit et de propagation de l'onde de crue



Bassin de rétention

Les caractéristiques des bassins de rétention renseignés dans le modèle hydrologique sont issues du schéma pluvial de la commune de Ventabren réalisé en 2007 et des informations fournies par le SEMEPA pour le bassin de rétention de la ZAC Héritière. Elles sont données dans le tableau ci-dessous :

Bassin de rétention	Ouvrage de fuite	Volume
Béroude 1	Conduite DN 400	12 000 m <sup>3</sup>
Béroude 2	Conduite DN 400	8 000 m <sup>3</sup>
Crémade	Conduite DN 800	2 200 m <sup>3</sup>
ZAC Héritière	Débit de fuite : 1,2 m <sup>3</sup> /s	3 900 m <sup>3</sup>

Tableau 7 : Caractéristiques des bassins de rétention pris en compte dans le modèle hydrologique

Les bassins de rétention de Roquetroucade et de Nouradon de respectivement 400 m<sup>3</sup> et 280 m<sup>3</sup> n'ont pas été intégrés dans le modèle hydrologique car le schéma pluvial a démontré que ceux-ci sont déjà transparent pour un évènement de période de retour décennal.

Le bassin de rétention de la ZAC Héritière était en cours de réalisation lors de notre visite sur site en janvier 2019.

#### 4.4.2 Résultats du modèle pour les pluies de projet

Les pluies de projet pour un évènement de période de retour trentennale et pour l'évènement de référence (22 et 23 septembre 1993) ont été modélisées.

Les hydrogrammes de crue qui seront injectés dans le modèle hydraulique sont localisés sur la figure page suivante.

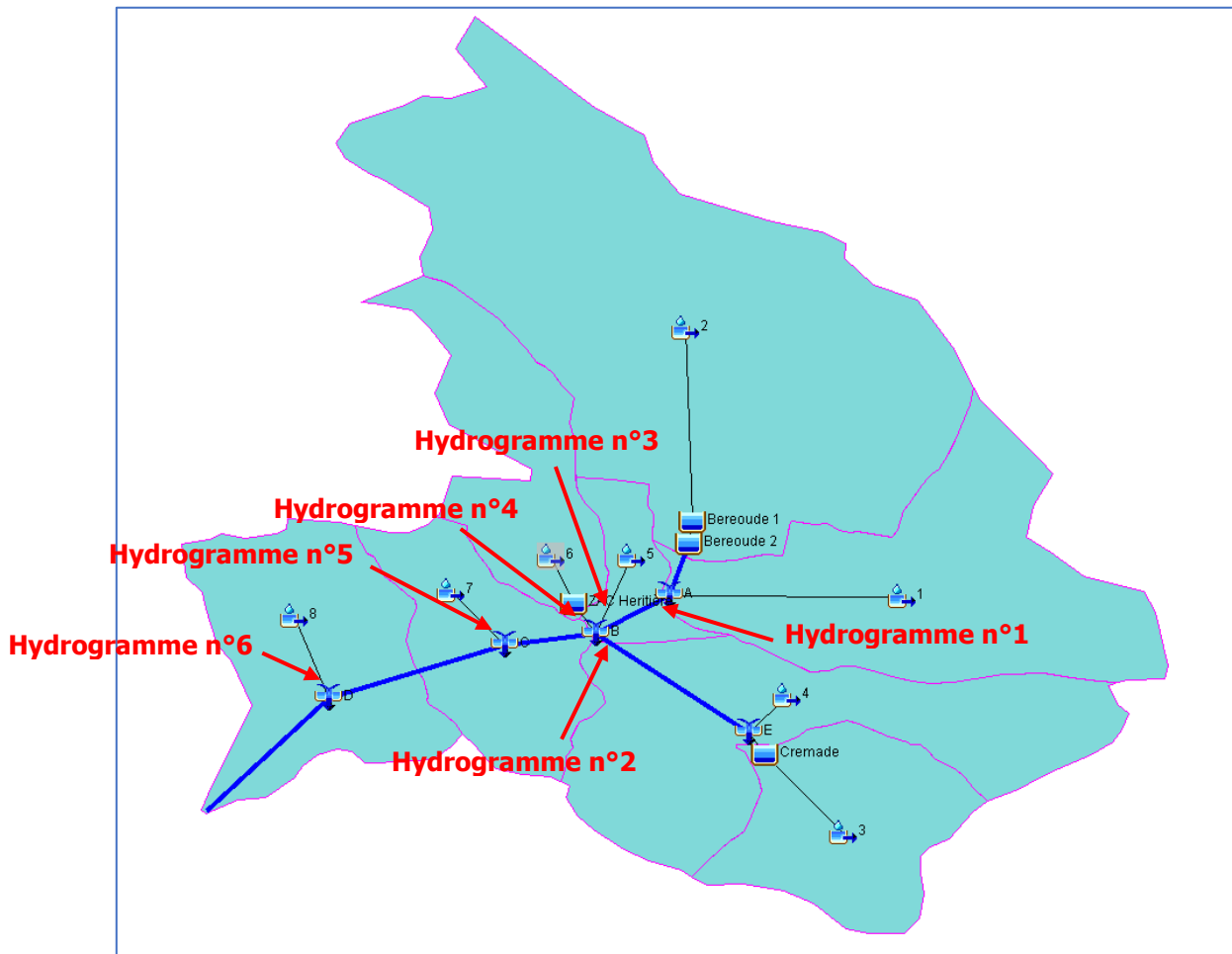


Figure 5 : Localisation des hydrogrammes qui seront injectés dans le modèle hydraulique

Les résultats du modèle hydrologique pour chaque point de débits sont présentés dans les tableaux ci-dessous :

Hydrogramme	Débit de pointe (m <sup>3</sup> /s)		Volume (m <sup>3</sup> )		Débit moyen (m <sup>3</sup> /s)	
	Période de retour trentennale	Evènement de référence	Période de retour trentennale	Evènement de référence	Période de retour trentennale (durée de l'évènement de 12h)	Evènement de référence (durée de l'évènement de 48h)
<b>n°1</b>	6,3	24,6	94 000	360 000	2,2	2,1
<b>n°2</b>	5,9	16,8	53 000	173 000	1,2	1
<b>n°3</b>	0,6	2,2	3 700	16 000	0,1	0,1
<b>n°4</b>	1,2	6,2	13 000	53 000	0,3	0,3
<b>n°5</b>	3,9	8,7	15 000	53 000	0,3	0,3
<b>n°6</b>	5,3	12,1	25 000	81 000	0,6	0,5

Tableau 8 : Résultats de la modélisation des pluies de projet pour l'évènement trentennal et pour l'évènement de référence

Les hydrogrammes de crue sont présentés sur les figures suivantes :

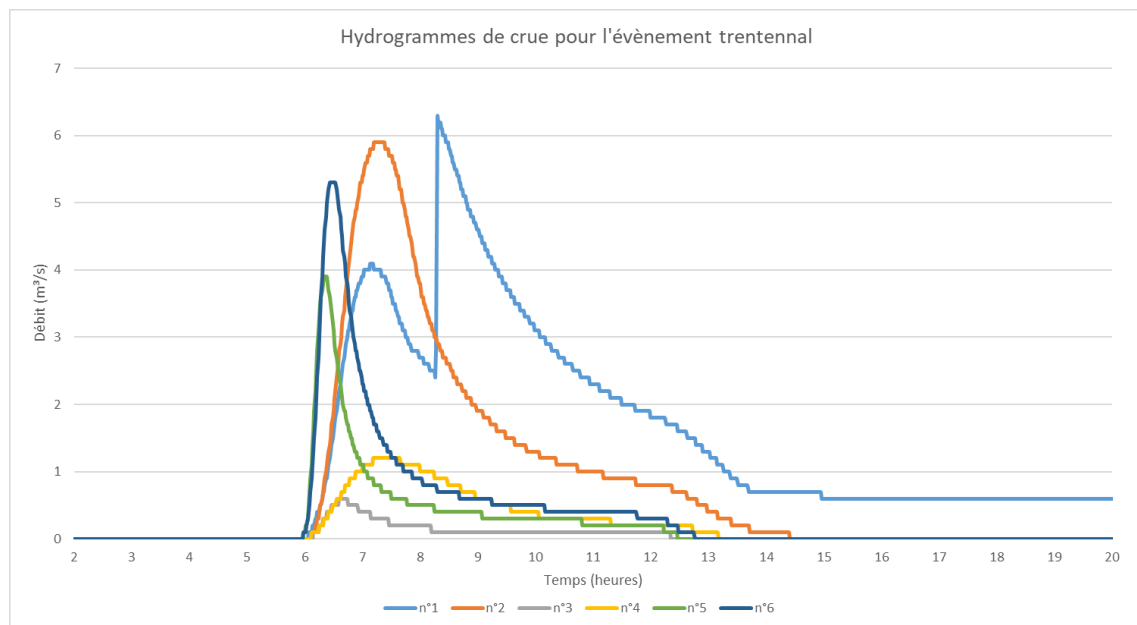


Figure 6 : Hydrogrammes de crue pour l'évènement trentennal

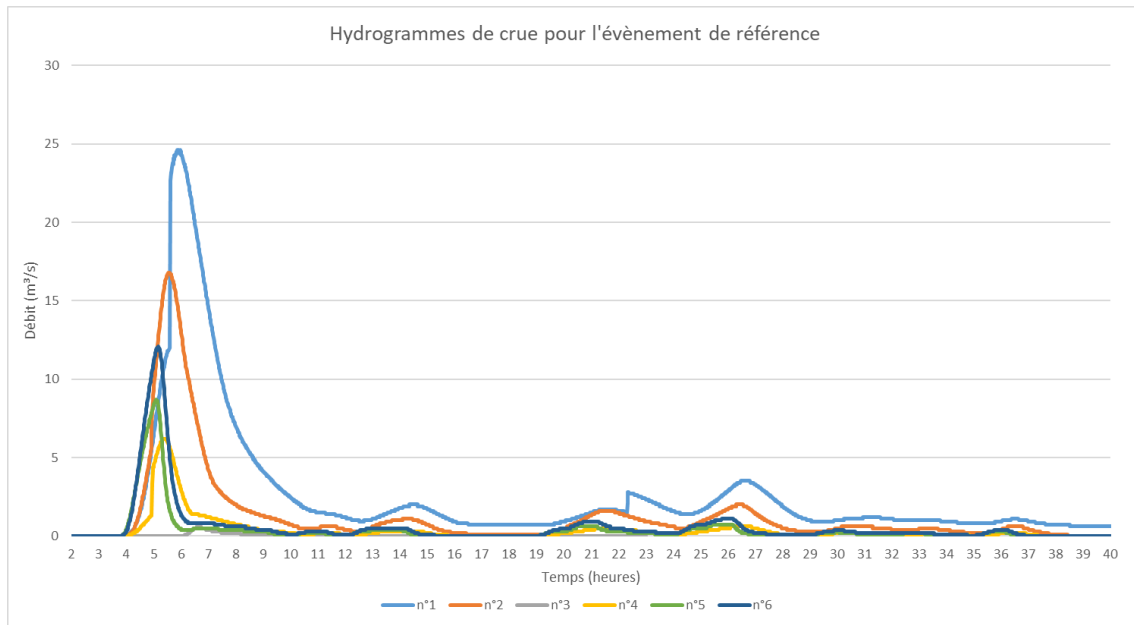


Figure 7 : Hydrogrammes de crue pour l'évènement de référence

#### 4.4.1 Impact des bassins de rétention

Afin de mieux appréhender l'impact des bassins de rétention, les figures ci-dessous et pages suivantes présentent les hydrogrammes de crue en amont et en aval des bassins pour les deux crues modélisées.

#### CRUE TRENTENNALE :

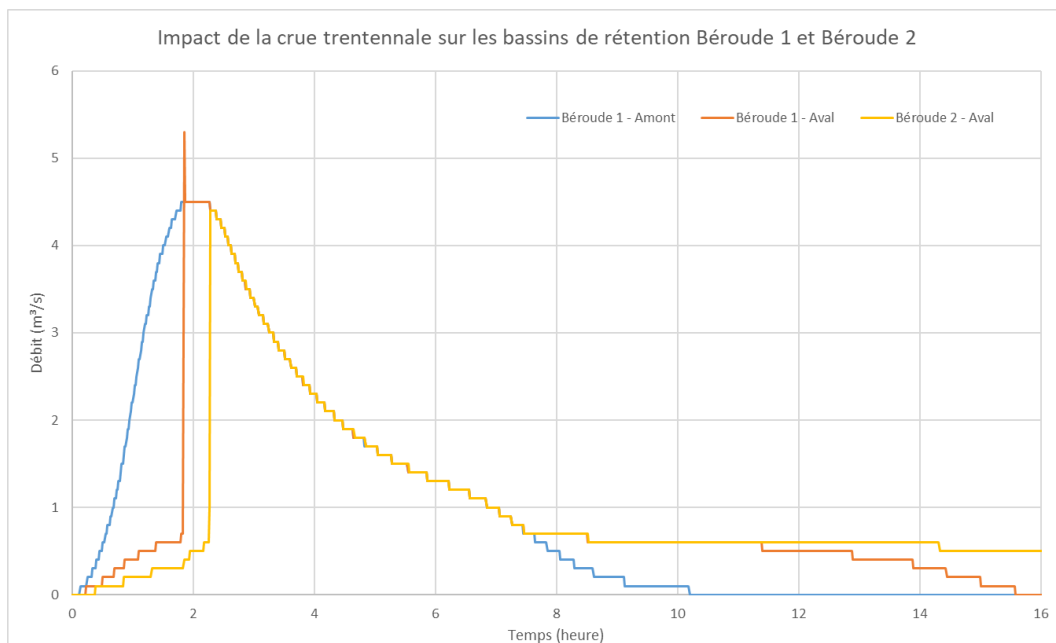


Figure 8 : Hydrogrammes amont / aval des bassins Bérroude 1 et Bérroude 2 pour la crue trentennale

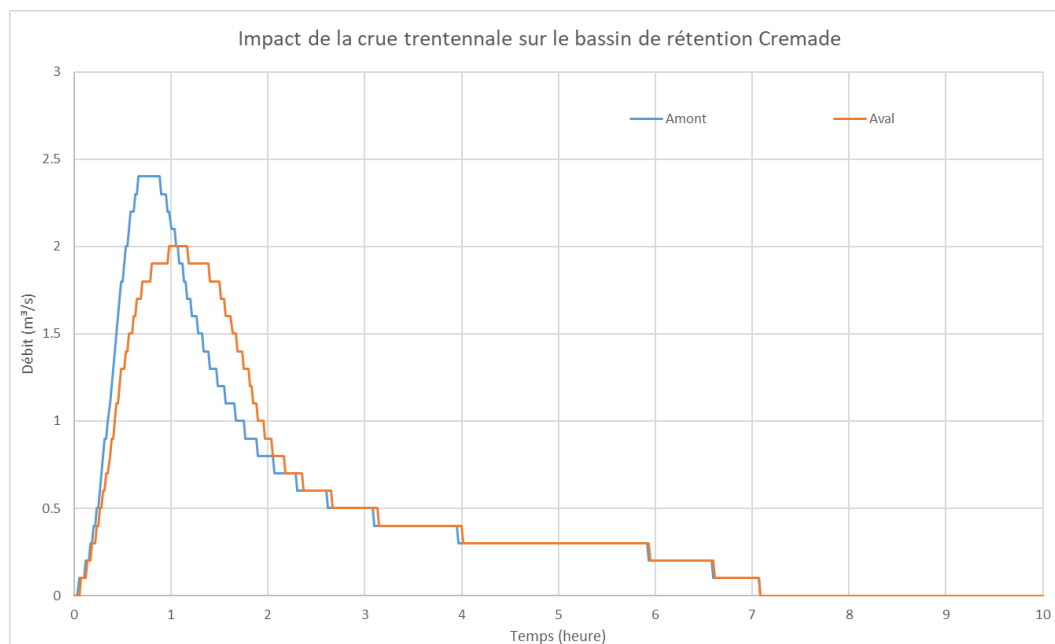


Figure 9 : Hydrogrammes amont / aval du bassin de rétention Cremade pour la crue trentennale

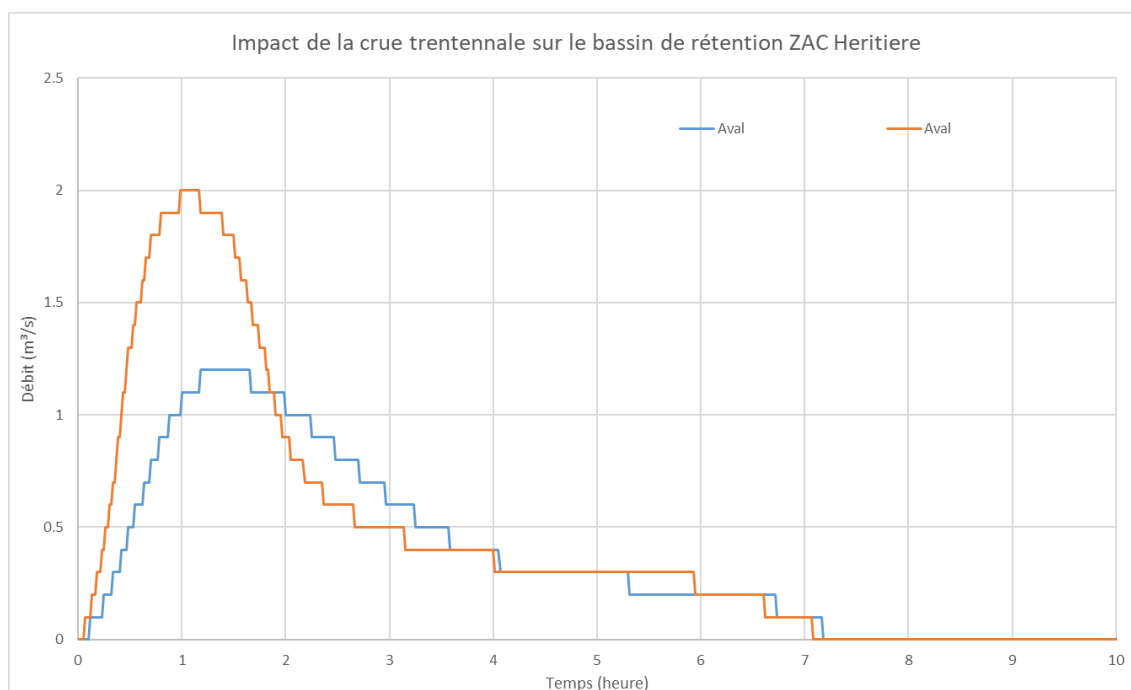


Figure 10 : Hydrogrammes amont / aval du bassin de rétention de la ZAC Heritière pour la crue trentennale

**CRUE DE REFERENCE :**

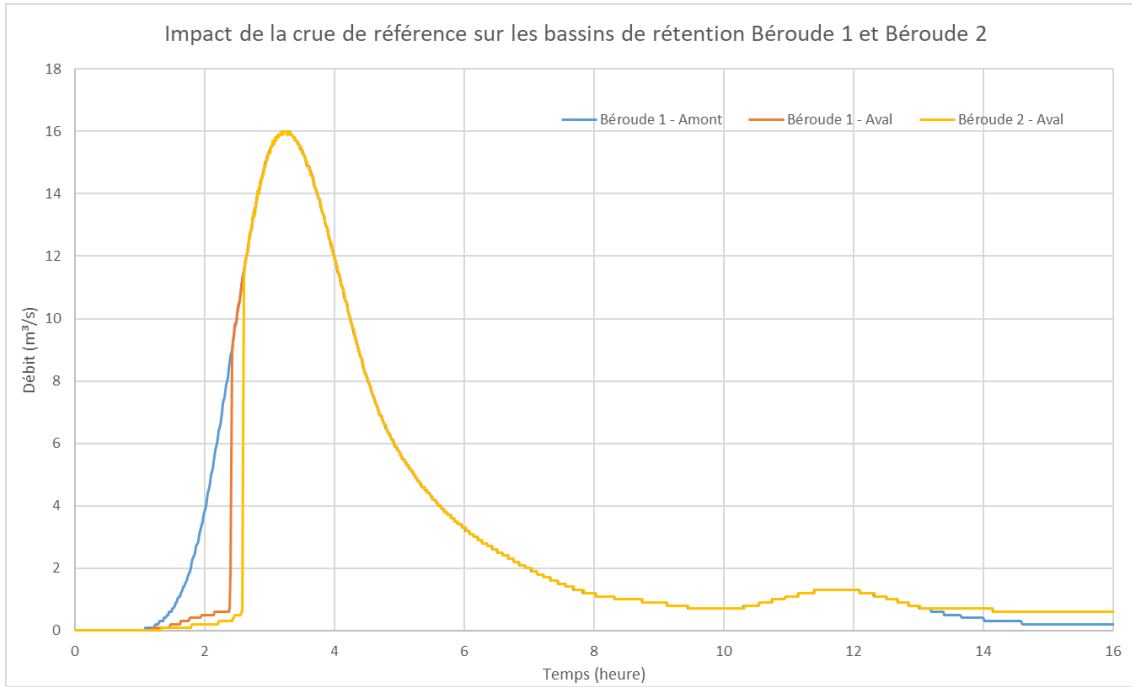


Figure 11 : Hydrogrammes amont / aval des bassins Bérroude 1 et Bérroude 2 pour la crue de référence

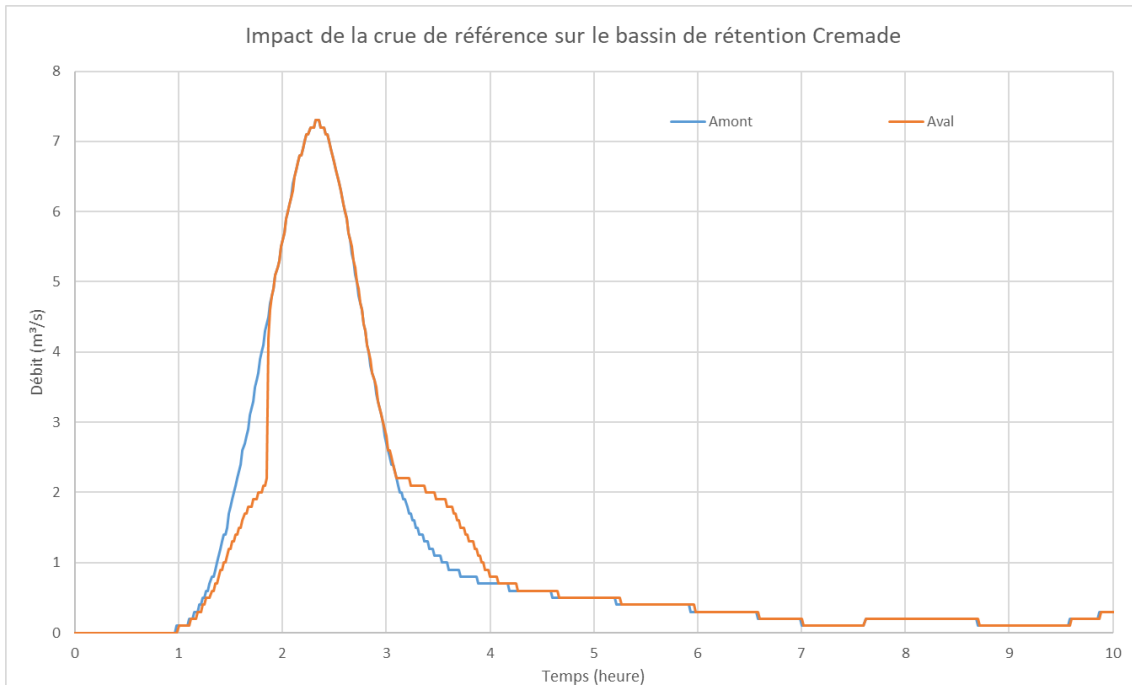


Figure 12 : Hydrogrammes amont / aval du bassin de rétention Cremade pour la crue de référence

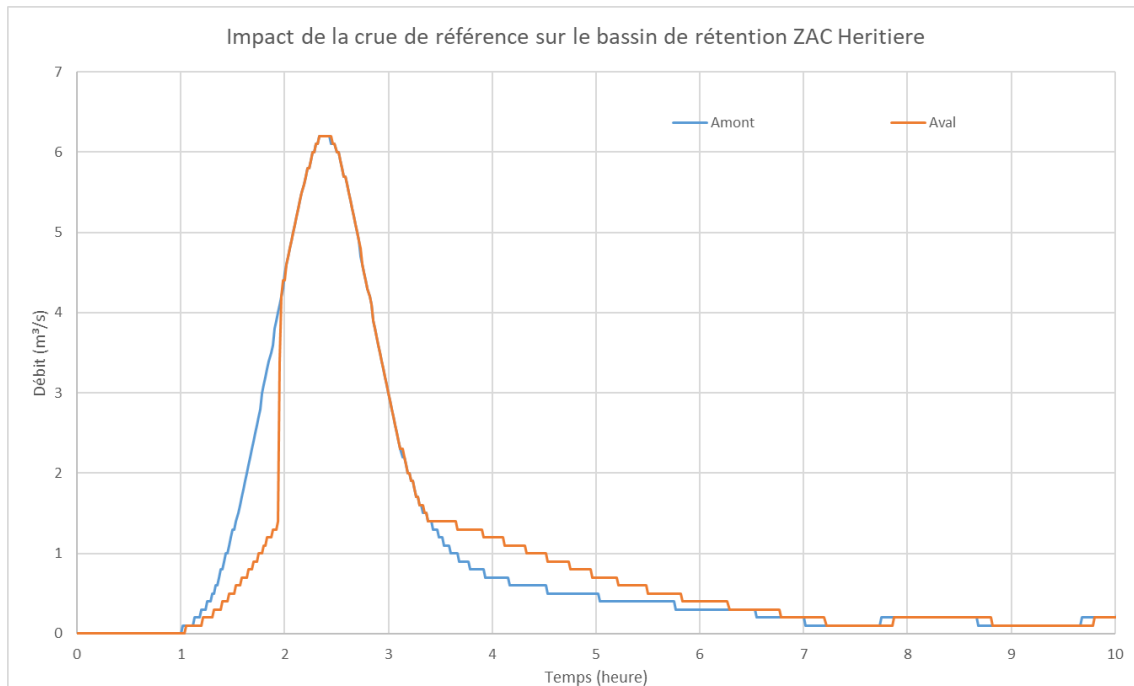


Figure 13 : Hydrogrammes amont / aval du bassin de rétention ZAC Héritière pour la crue de référence

Comme en témoigne les figures présentées ci-dessus et pages précédentes, les bassins de rétention jouent un rôle dans les phénomènes de propagation de la crue trentennale en écrêtant les débits de pointes.

Pour la crue centennale cependant, les débits de pointe restent inchangés.

#### 4.4.2 Débits de la crue exceptionnelle

Les débits de la crue exceptionnelle utilisés dans le cadre du TRI ont été obtenus en multipliant par deux les apports hydrologiques de la crue de référence.

Les hydrogrammes de crue pour l'évènement exceptionnel de la présente étude ont été définis en utilisant la même méthode. Ils sont les suivants :



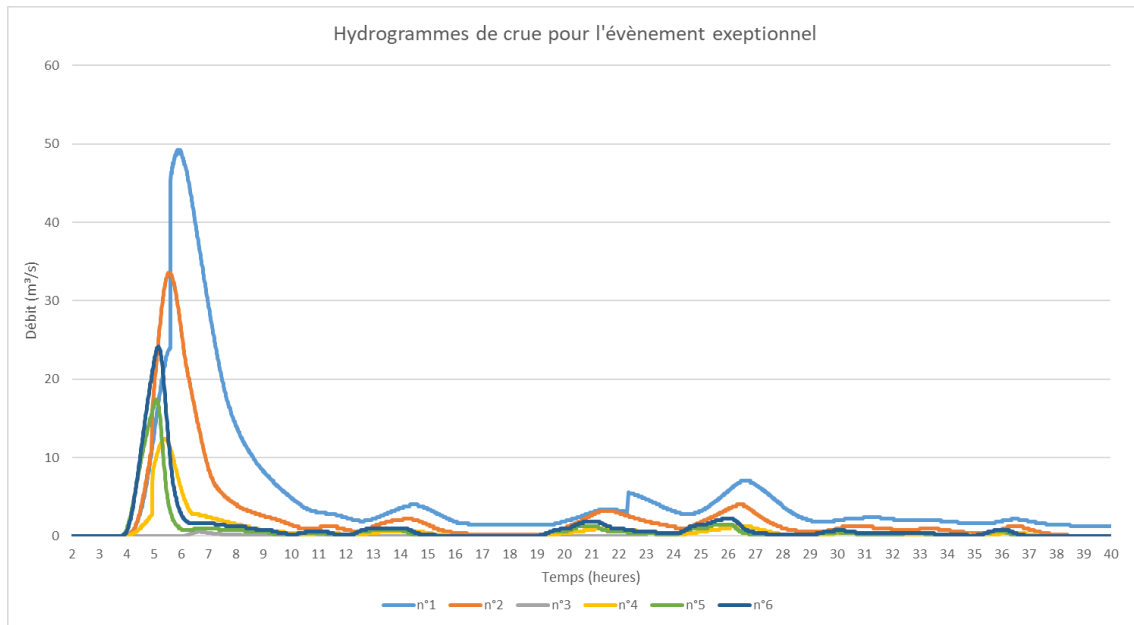


Figure 14 : Hydrogrammes ce crue pour l'évènement exepctionnel

## 5. MODELISATION HYDRAULIQUE

---

### 5.1 LOGICIEL DE MODELISATION

Les simulations hydrauliques ont été réalisées avec le logiciel Mike Flood développé par le Danish Hydraulic Institute.

Les modélisations couplées 1D/2D réalisées dans le cadre de cette étude permettent de modéliser des écoulements multidirectionnels. Ce logiciel permet d'ajuster au mieux le modèle à la complexité des phénomènes hydrauliques rencontrés et de ne pas préjuger d'une direction préférentielle d'écoulement.

### 5.2 CONSTRUCTION DU MODELE

#### 5.2.1 Données topographiques utilisées

Les données topographiques utilisées dans le cadre du modèle hydraulique sont les suivantes :

- Levés topographiques réalisés en février 2019 par OTEIS (profils en travers et ouvrages hydrauliques),
- RGE ALTI® de l'IGN.

#### 5.2.2 Géométrie du modèle

La modélisation hydraulique vise à préciser les caractéristiques d'écoulement du vallon des Eyssarettes pour trois occurrences de crues : trentennale, de référence et exceptionnelle. Le lit mineur du vallon est décrit en 1D et le lit majeur en 2D. La zone d'étude s'étend depuis l'amont de l'Intermarché jusqu'à la confluence avec l'Arc représentant un linéaire global de 2,5 km.

Le lit mineur est représenté par une série de 30 profils en travers. Les investigations de terrain ont mis en évidence l'existence de nombreux ouvrages hydrauliques franchissant le Vallat des Eyssarettes. Au total, les ouvrages suivants ont été intégrés dans le modèle 1D :

- 6 ouvrages cadres,
- 2 ouvrages circulaires,
- 1 ouvrage d'art (de la RD65).

Remarque : 3 passerelles ont été recensés sur le secteur d'étude. Celles-ci sont considérées peu résistantes en cas de crue et n'ont par conséquent pas été intégrées dans le modèle hydraulique.



Figure 15 : Extrait du modèle 1D

Afin de bien représenter les écoulements dans le lit majeur, celui-ci est représenté en 2D.

Le lit mineur du Vallat des Eyssarettes et les bâtiments (à l'exception des plus petits) ont été retirés du maillage 2D afin :

- De modéliser l'impact des bâtiments sur l'écoulement des eaux (ils peuvent influencer la direction de l'écoulement en agissant comme des obstacles),
- De retirer le volume des bâtiments au champ d'expansion des crues des vallons,
- De retirer le volume du lit mineur déjà comptabilisé dans le modèle 1D au champ d'expansion des crues.

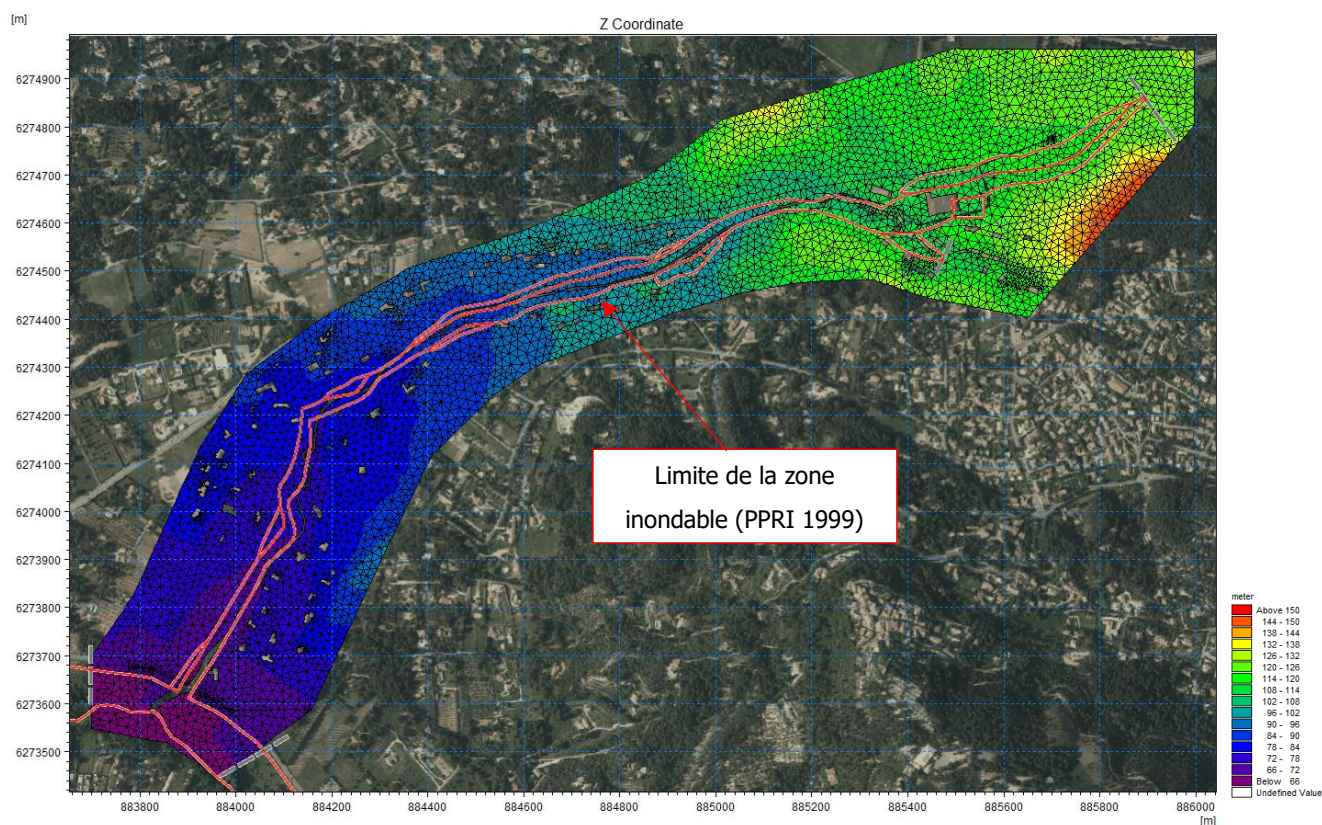


Figure 16 : Vue du maillage représentant le lit majeur du Vallat des Eyssarettes

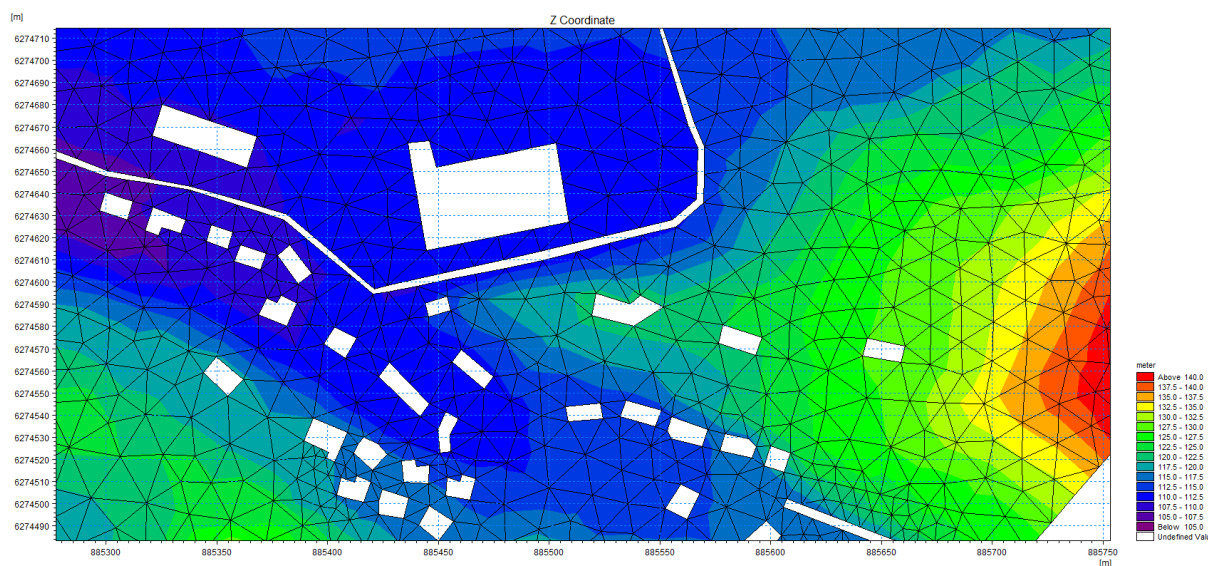


Figure 17 : Vue du maillage au droit de l'Intermarché et des habitations

## 5.2.3 Conditions limites

### 5.2.3.1 Condition amont

La condition limite amont du modèle correspond aux hydrogrammes présentés précédemment et à injecter dans le modèle pour les différentes périodes de retour étudiées.

Les apports des sous-bassins versants et calculés à partir du modèle hydrologique ont également été pris en compte et injectés dans le modèle.



Figure 18 : Localisation des points d'injection des débits

### 5.2.3.2 Condition aval

La condition aval du modèle correspond à la cote de l'Arc pour la crue de référence (= 66,73 m NGF) et issue de l'étude du bassin versant de l'Arc (Safege, 2015).

## 5.2.4 Rugosité

La rugosité en lit mineur et en lit majeur est représentée par le coefficient de Manning Strickler. Plus la rugosité est forte et plus les frottements sont importants ce qui a tendance à réduire la vitesse et à

augmenter la hauteur d'eau. Selon l'occupation du sol, une valeur de Manning Strickler est attribuée à chaque profil, en lit mineur et à chaque maille en lit majeur.

Occupation du sol	Coefficient de Manning Strickler M
Lit mineur naturel	20
Lit mineur artificiel	40
Lit majeur : forêt	5
Lit majeur : prairie/culture	15
Lit majeur : zone urbaine lâche	15
Lit majeur : zone urbaine (parking, voirie)	40

Tableau 9 : Coefficients de Manning Strickler retenues en fonction de l'occupation du sol

### 5.3 RESULTATS DE LA MODELISATION

Les cartographies des hauteurs d'eau, des vitesses d'écoulement et de l'aléa (pour la crue de référence) sont présentées en annexe de ce rapport.

*Remarque 1 : il est important de souligner que les points singuliers (tel que les murs de clôtures, embâcles), ne sont pas intégrés dans la modélisation. De ce fait, les hauteurs, débits et vitesses pourraient être plus élevées localement pour certaines hypothèses (effet barrage, zone de stockage, rupture d'ouvrage, etc.).*

Compte tenu de la topographie du secteur d'étude et de la pente marquée du cours d'eau ( $\approx 2\%$ ), les modélisations montrent d'une manière générale une zone d'expansion des crues similaires quelque soit l'occurrence étudiée. Si l'enveloppe de la crue évolue peu entre les différentes périodes de crues modélisées, les résultats des modélisations montrent une évolution des vitesses mettant en évidence un axe d'écoulement marqué.

Pour un épisode tel que celui de la crue de référence, le temps estimé entre le début de la pluie et l'observation des premiers débordements est de 2h20 environ.

#### 5.3.1 Secteur amont

Le secteur à l'amont de l'étude concerne une zone boisée et une prairie. A ce niveau, la topographie du Vallat des Eyssarettes montre un axe d'écoulement peu marqué ce qui explique les débordements jusqu'à la RD10 dès la crue trentennale. La précision de l'enveloppe de la zone inondable peut toutefois être limitée compte tenu de la couverture végétale observée.

Dès la crue trentennale, les calculs hydrauliques montrent que le secteur de l'Intermarché et des bâtiments à proximité sont théoriquement inondables pour des hauteurs d'eau restant inférieures à 0,5 m. Celles-ci peuvent localement dépasser 1 m au droit des habitations à partir de la crue de référence. Cette zone sensible au risque inondation peut s'expliquer pour différentes raisons :

- Gabarit du Vallat des Eyssarettes limité au droit de l'Intermarché,
- Confluence des Claux et des Eyssarettes,
- Gabarit des ouvrages hydrauliques limitant.

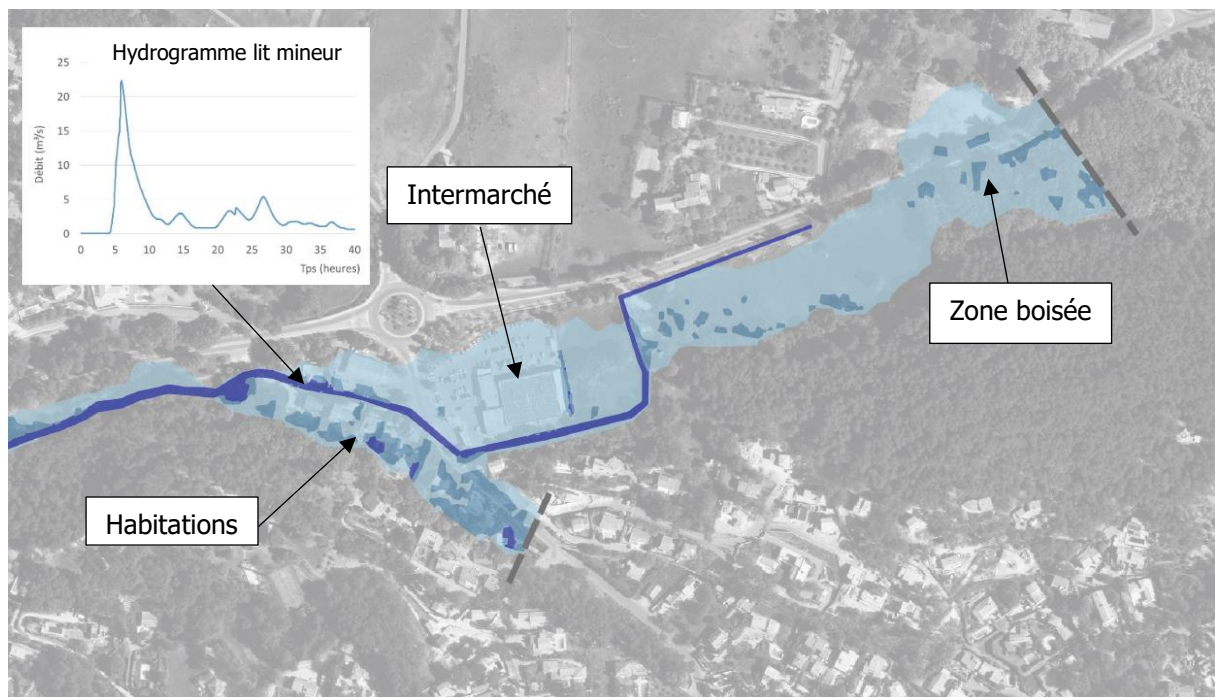


Figure 19 : Extrait de la zone inondable pour la crue de référence sur le secteur amont

*Compte tenu de la présence de nombreux obstacles sur le secteur de la confluence des Claux et des Eyssarettes, les caractéristiques d'écoulements peuvent être perturbés par la présence des murs existants (effet barrage et/ou rupture de l'ouvrage), des risques d'embâcles, etc.*

### 5.3.2 Secteur médian

Sur la zone médiane de la modélisation, le Vallat des Eyssarettes traverse un secteur d'habitat diffus. La crue trentennale est peu débordante sur ce tronçon et les hauteurs sont généralement faibles. Seules les habitations les plus proche du cours d'eau sont concernées. Les vitesses peuvent ponctuellement être élevées. Pour la crue de référence et la crue exceptionnelle, les débordements sont plus marqués et impactent de plus en plus d'habitations. Un axe secondaire est identifié lors de la crue exceptionnelle.



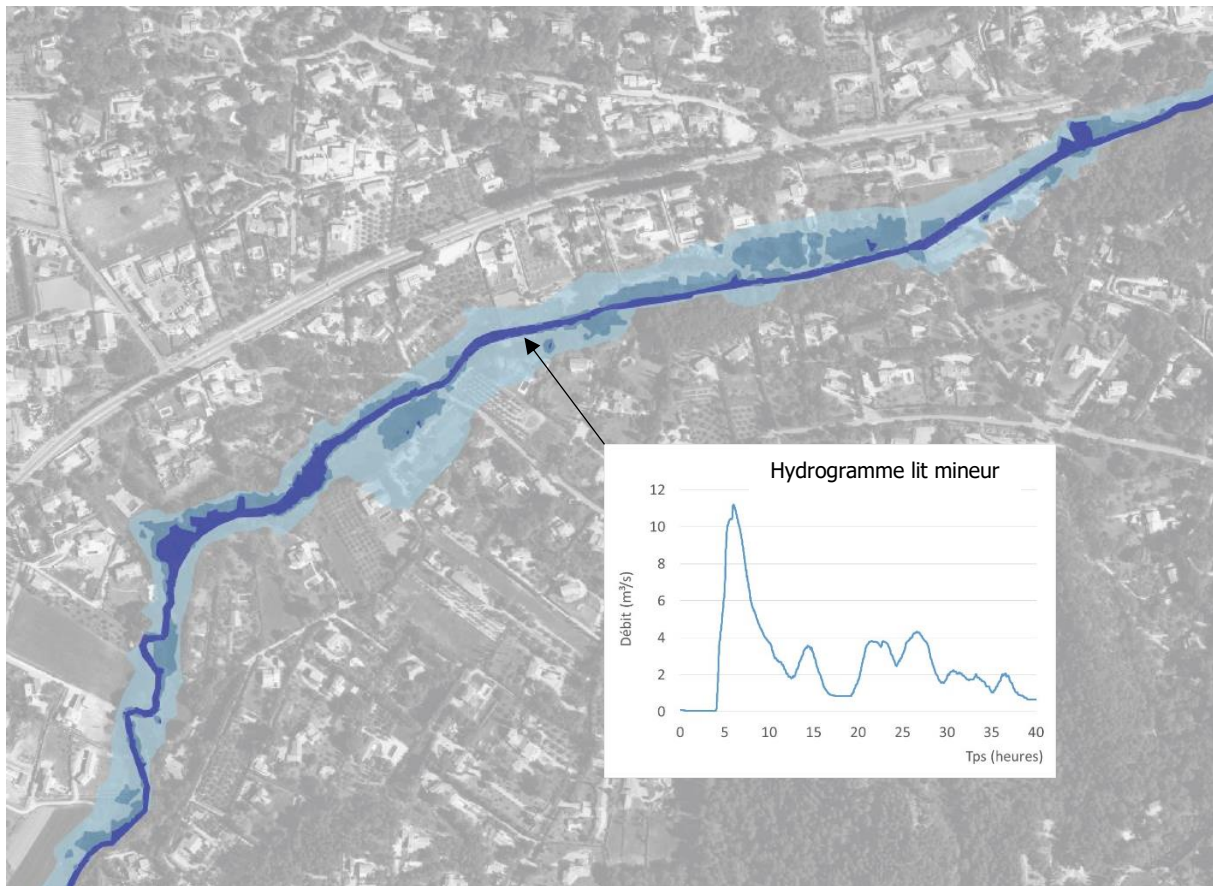


Figure 20 : Extrait de la zone inondable pour la crue de référence sur le secteur médian

### 5.3.3 Secteur aval

Le secteur aval est caractérisé par une rive gauche plus élevée que la rive droite. Les débordements sont par conséquent observés en rive droite pour les crues modélisées. La zone inondable peut également être influencée par le niveau de l'Arc compte tenu de la proximité de la confluence. Pour un niveau correspondant à sa cote de référence, les écoulements de l'Arc influent sur le Vallat des Eyssarettes jusqu'à 150 m environ à l'amont du pont de la RD65.

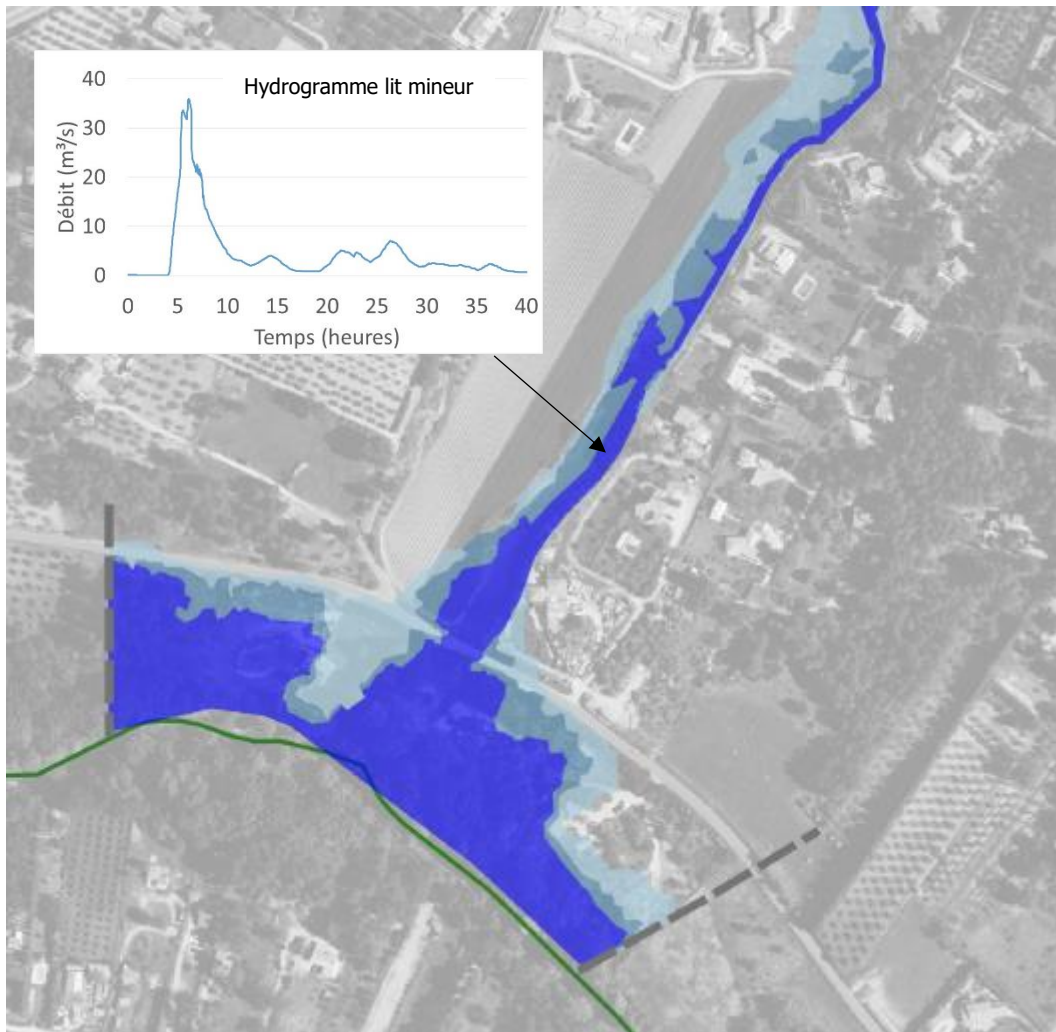


Figure 21 : Extrait de la zone inondable pour la crue de référence sur le secteur aval

## ANNEXE 1 : ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE

---

# Etude du vallon des Eyssarettes 1996

**Nom du document :** Etude des zones inondables du Vallat des Eyssarettes

**Rédacteur :** DRAGON Conseil

**Commanditaire :** Direction Départementale de l'Équipement des Bouches-du-Rhône

**Date :** 1996

**Objet de l'étude :**

L'objectif de cette étude était d'analyser et de cartographier les secteurs inondables du Vallat des Eyssarettes afin de statuer sur la constructibilité des terrains jouxtant l'écoulement.

**Etude hydrologique :**

Modèle utilisé : pluie – débit sur lequel la pluie d'Aix d'octobre 1993 a été testée.

Chroniques de pluies utilisées : station de Marignane corrélées avec la station d'Aix sur les hauteurs de 24 h.

Résultats :

Surface bassin versant :	1 600 ha
Évènement centennal :	
Durée intense de la pluie :	77 min
Durée totale de la pluie :	767 min
Hauteur d'eau :	178 mm
Débit au débouché dans l'Arc	30 m <sup>3</sup> /s
Crue de 1993 :	
Débit au débouché dans l'Arc	26 m <sup>3</sup> /s

Tableau 10 : Données hydrologiques utilisées par DRAGON Conseil en 1996

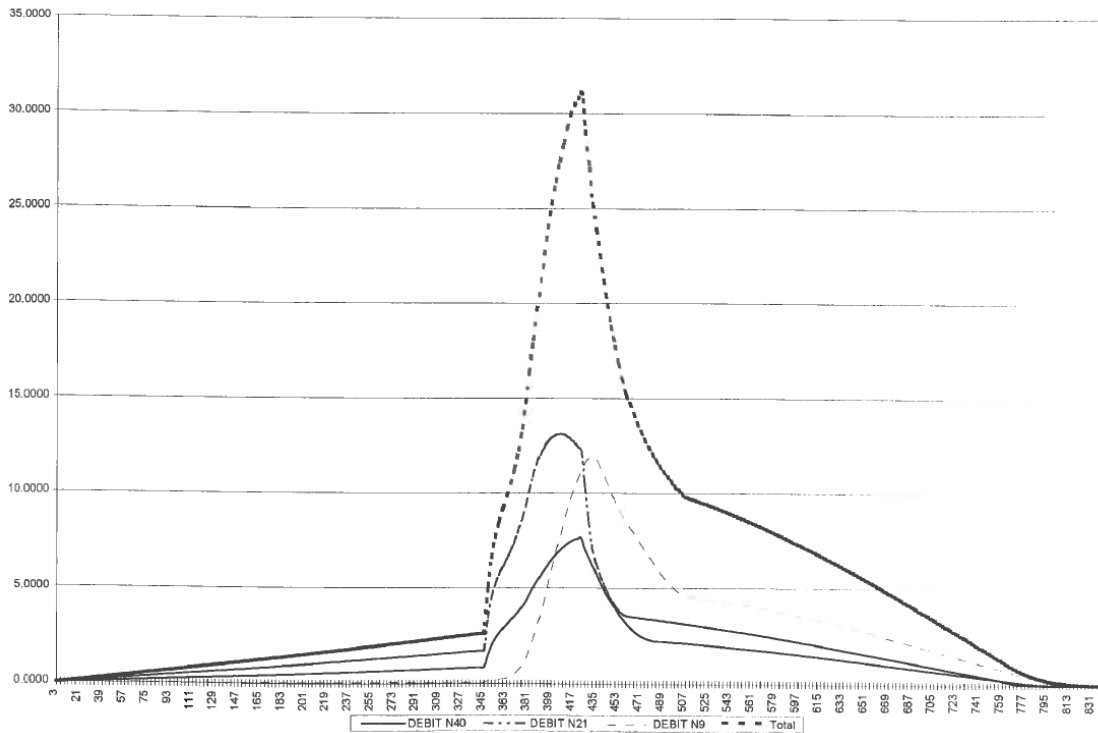


Figure 22 : Hydrogrammes de la crue centennale utilisés par DRAGON Conseil en 1996

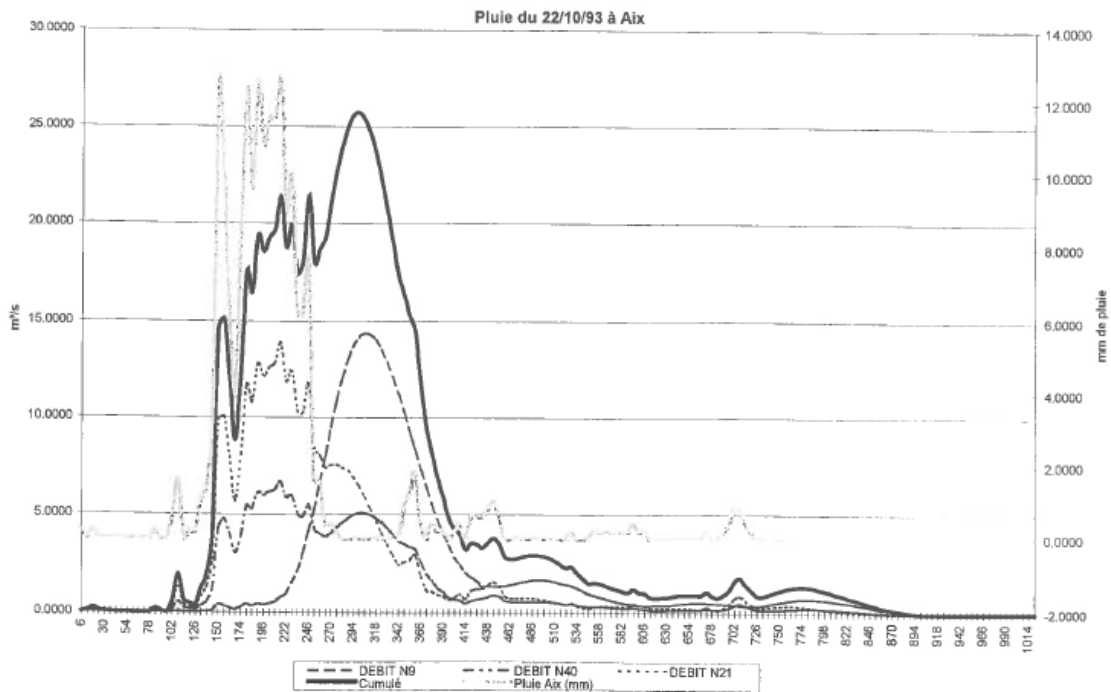


Figure 23 : Hydrogrammes de la crue du 22 octobre 1993 utilisés par DRAGON Conseil en 1996

### **Modélisation hydraulique :**

Type de modèle : 1D – 36 profils en travers – 2.0 km modélisé

Méthode de calcul de la ligne d'eau : régime permanent graduellement varié.

Principales caractéristiques du modèle :

Condition limite amont : (Confluence des Claux et des Eyssarettes)	Débit : 31 m <sup>3</sup> /s
Apport bassin versant :	Débit : 0 m <sup>3</sup> /s
Condition limite aval (Débouché dans l'arc)	Hauteur d'eau : 2.30 m
Régime d'écoulement	Torrentiel

*Tableau 11 : Caractéristiques du modèle réalisé par DRAGON Conseil en 1996*

La condition limite aval de 2.30 m de hauteur d'eau ne tient pas compte de l'influence de l'Arc. En effet, il a été considéré que le pic de la crue de l'arc et celui de la crue du Vallat ne pouvaient pas être concomitants.

### **Cartographie des zones inondables :**

Il est à noter que la cartographie des zones inondables est présentée comme « nettement pessimiste » dans le rapport d'étude. En effet :

- Les calculs ont été menés en régime permanent :
  - Les effets de stockage n'ont donc pas été pris en compte,
- Un débit de 31 m<sup>3</sup>/s représentant la crue au débouché de l'arc a été appliqué pour l'ensemble du linéaire modélisé :
  - Les hauteurs d'eau en amont du linéaire modélisé sont donc surestimées,
- Un régime critique a été imposé par le modèle car le régime est torrentiel :
  - Le champ d'épanchement correspond donc bien souvent à la hauteur critique atteinte, et non à la hauteur normale qui est inférieure à la hauteur critique en régime torrentiel.

La cartographie des zones inondables est fournie dans le PPRI de Ventabren de 1996. Elle est présentée dans le paragraphe suivant.

## PPRI de Ventabren 1996

**Nom du document :** Plan de prévention des risques naturels prévisibles inondation de la commune de Ventabren

**Rédacteur :** Préfecture des Bouches du Rhône

**Date :** 1996

**Cartographie des zones inondables :**

L'emprise de la crue centennale reportée au PPRI est issue :

- De l'étude des zones inondables de l'Arc réalisée par CERIC-HORIZON en 1991,
- De l'étude du Vallat des Eyssarettes réalisée par DRAGON Conseil en 1996.

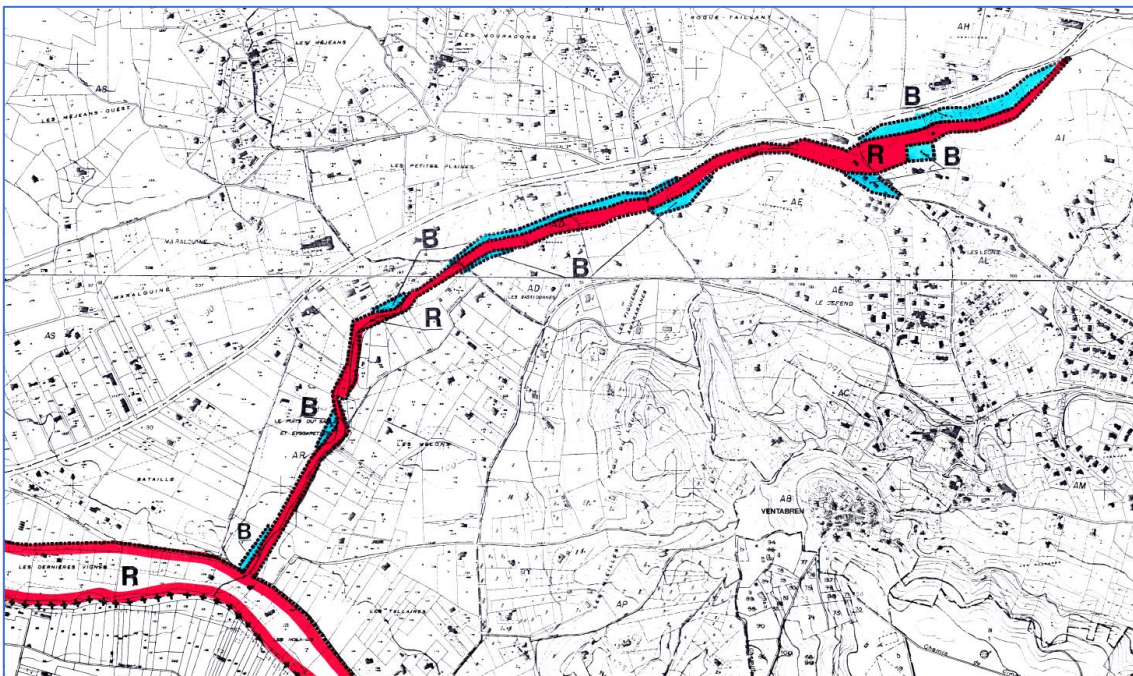


Figure 24 : Extrait du zonage du PPRI de Ventabren

# Etude du bassin versant de l'Arc 2010

**Nom du document :** Etude et mise en cohérence des études hydrologiques et hydrauliques sur le bassin versant de l'Arc : Les crues historiques

**Rédacteur :** GINGER Prévention Risques Naturels

**Commanditaire :** Syndicat Mixte d'Aménagement du Bassin de l'Arc

**Date :** 2010

## **Objet de l'étude :**

L'étude porte sur la mise en cohérence des études hydrologiques et hydrauliques sur le bassin versant de l'Arc, nécessitée par la multiplicité des données existantes. Composée de plusieurs étapes, elle s'attache à :

- Etape 1 : recueillir les études existantes, établir un catalogue de fiches bibliographiques, réaliser une analyse des documents,
- Etape 2 : établir une synthèse des informations historiques disponibles sur le bassin versant et une cartographie des zones inondées,
- Etape 3 : estimer les débits et analyser la formation hydrologique de six crues historiques, déterminer de grands types de crues en fonction de leur formation et de leur propagation.

## **Crues historiques**

Les crues historiques qui ont touchées la commune de Ventabren sont les suivantes :

- 8 septembre 1716 : débordements du Vallat des Marseillais,
- 1880 : mention d'une inondation qui aurait touchée 5 hectares,
- 14 au 18 janvier 1978 : débordements de l'Arc,
- 22 et 23 septembre 1993 : débordements de l'Arc et du Vallat des Eyssarettes.

Les deux crues historiques les plus documentées sont les deux dernières précédemment citées. La crue du 22 et 23 septembre 1993 est particulièrement intéressante dans le cadre de cette étude puisqu'elle touche le Vallat des Eyssarettes.

### ○ **Crue du 14 au 18 janvier 1978**

Dans le rapport, il est stipulé que la crue du 14 au 18 janvier 1978 était lente et généralisée sur tout le bassin versant de l'Arc. Les précipitations étaient exceptionnelles sur tout le département du 11 au 17 janvier, avec une forte concentration dans la journée du 16 où les stations météorologiques d'Aix en Provence et de La Fare les Oliviers ont relevé respectivement 93,3 mm et 60,1 mm. Le débit mesuré à la station de Saint Pons est de 272 m<sup>3</sup>/s le 17 janvier. Sur la commune de Ventabren, l'arc a inondé le



CD 65 au lieu-dit La Thérèse entre Aix et Ventabren le 17 janvier dans la matinée. Le CD 46 a également été submergé vers Roquefavour. Plusieurs quartiers implantés dans son lit majeur sont sinistrés : les Pradels, les Rolanes (2 m 50 d'eau, l'eau a atteint le linteau des fenêtres), Dernières Vignes, ... La crue a endommagé les installations de la maison de retraite Fondation Léopold Cartoux à Roquefavour qui a dû être évacuée.

- **Crue du 22 et 23 septembre 1993**

Dans le rapport, il est stipulé que la crue du 22 et 23 septembre 1993 était une crue rapide. Elle a touché essentiellement les affluents de l'Arc et la partie moyenne du bassin. Les intensités de pluie à Aix Les Milles étaient de 168 mm en 2 heures et de 222 mm en 24 heures. La période de retour de l'évènement a été estimé à plus de 100 ans à Aix Les Milles. Le débit mesuré à la station de Saint Pons est de 263 m<sup>3</sup>/s le 23 septembre. Sur la commune de Ventabren, la crue de l'arc a inondé des terres riveraines entre la rivière et la RD 65 notamment, et provoqué de nombreuses érosions de berges, sans toutefois causer d'importants dommages. Au niveau du pont de la RD 20, la chaussée a été submergée mais pas l'ouvrage. Mais outre l'Arc, ce sont surtout plusieurs petits vallats qui ont été en crue sur la commune : vallat des Eyssarettes, vallat des Claux, drains appartenant au bassin du vallat des Marseillais, et les ruissellements ont également occasionné leur part de dommages. Le vallat des Claux a débordé au carrefour RD10-RD64 au niveau du supermarché, et des maisons du lotissement des Claux ont aussi été inondées. D'importantes inondations ont eu lieu sur le vallat des Eyssarettes, principalement au droit de la confluence avec le vallat des Claux, dans le secteur du centre commercial. Le supermarché Intermarché a été envahi par les eaux, la station d'épuration fut endommagée (troncs d'arbres entravant les bassins, canalisations arrachées). Certaines propriétés ont été noyées sous 2 m d'eau. Le bas du village a beaucoup souffert, notamment entre le quartier des Bonfils et la cave coopérative. Le CD 15 a été coupé en direction de Roquefavour. Chemin de Joséphine, il y a eu plus d'un mètre d'eau et une maison a été presque entièrement détruite. Des maisons au niveau du lieu-dit du Puits du Saule ont été inondées.

### **Etude hydrologique :**

Modèle utilisé : logiciel HEC-HMS avec calage sur six crues historiques – Utilisation de la fonction de production SCS

Chroniques de pluies utilisées : dix stations pluviométriques du bassin versant de l'Arc. Les plus proches de la commune de Ventabren sont localisées sur la figure ci-dessous.



Figure 25 : Localisation des stations pluviométriques utilisées dans le cadre de l'étude GINGER les plus proches de la commune de Ventabren

Données débitométriques utilisées : huit stations hydrométriques du bassin versant de l'arc. Les plus proches de la commune de Ventabren sont localisées sur la figure ci-dessous.

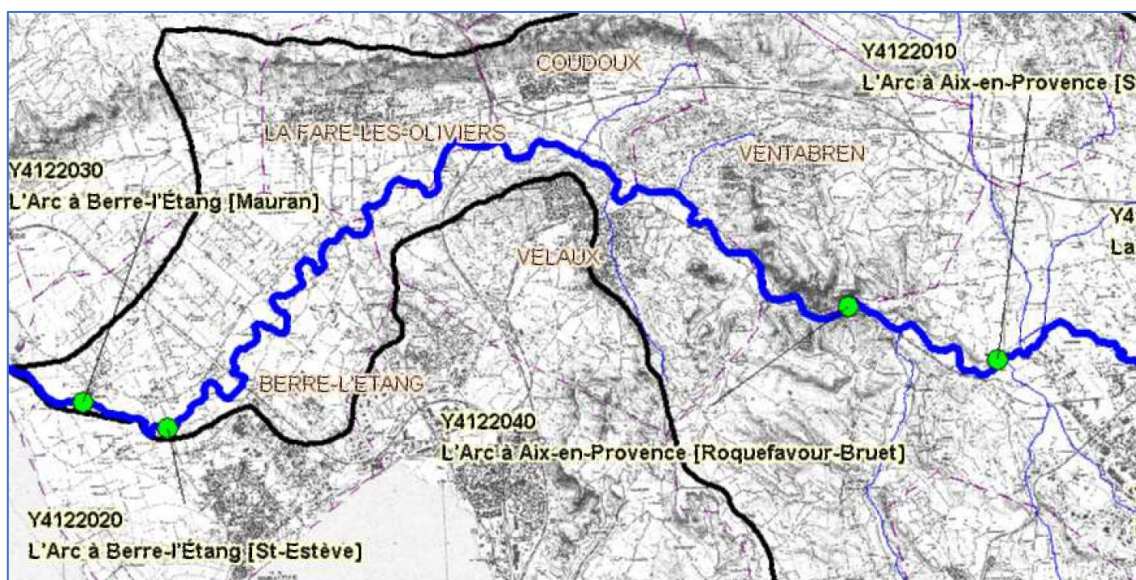


Figure 26 : Localisation des stations hydrométriques utilisées dans le cadre de l'étude GINGER les plus proches de la commune de Ventabren

## **Résultats :**

<b>Station</b>	<b>Q5</b>	<b>Q20</b>	<b>Q50</b>	<b>Q100</b>
Roquefavour	108.6	168.8	206.9	235.5
Berre-St Estève	97.9	155.5	192.0	219.3

*Tableau 12 : Caractéristiques hydrologiques obtenues par la loi d'ajustement de Gumbel pour les deux stations les plus proches de Ventabren*

L'analyse des différentes crues de l'Arc à la station de Roquefavour a conduit aux résultats suivants :

<b>Crue</b>	<b>Temps de montée</b>	<b>Temps de concentration</b>	<b>Débit du pic</b>
2 décembre 2003	6h20	10h30	183 m <sup>3</sup> /s
Septembre 1993	2h30	/	/
17 janvier 1978	2h à 6h40	/	216 m <sup>3</sup> /s

*Tableau 13 : Analyse des crues de l'Arc réalisée dans le cadre de l'étude GINGER*

## **Evaluation de l'incidence hydrologique sur le bassin versant de l'Arc d'un épisode pluvieux tel que celui qui a affecté le var le 15 juin 2010**

Le bureau d'étude Ginger a estimé à l'aide du même modèle hydrologique :

- Les débits transitant sur l'arc si un événement de type 15 juin 2010 affectait la partie amont du bassin versant (1<sup>er</sup> scénario) ou la partie centrale du bassin versant (2<sup>ème</sup> scénario),
- Les débits issus de chacun des 22 sous-bassins préalablement déterminés, s'il est l'épicentre d'un phénomène de type 15 juin 2010.

# TRI Aix-Salon - 2012

**Nom du document :** Territoire à Risque Important d'inondation (TRI) d'Aix-en-Provence – Salon de Provence

**Rédacteur :** DREAL PACA

**Date :** 2012

## Etude hydrologique

Sur la base des données issues de SHYREG, des données de débits disponibles dans l'étude « Synthèse et mise en cohérence des études d'inondabilité sur la commune d'Aix-en-Provence » de SIEE en 2005 et après analyse du CETE Méditerranée, les débits retenus pour l'Arc sont les suivants :

- Qfréquent = 275 m<sup>3</sup>/s (période de retour entre 10 et 30 ans) au droit de la station d'Aix en Provence (Roquefavour – Bruef),
- Qmoyen = 880 m<sup>3</sup>/s (période de retour entre 100 et 300 ans) au droit de la station d'Aix en Provence (Roquefavour – Bruef),
- Qextrême = 1 920 m<sup>3</sup>/s (période de retour de l'ordre de la millénale) à la station située à la sortie communale d'Aix en Provence.

## Modélisation hydraulique

A défaut de données disponibles ou exploitables, la cartographie des surfaces inondables de l'Arc sur le linéaire entre Aix-en-Provence et Velaux a été réalisée à partir des résultats de l'outil de modélisation CARTINO, mis en œuvre par le CETE Méditerranée pour le compte de la DREAL PACA.

Il s'agit d'un modèle 1D. Le coefficient de Strickler du lit mineur et du lit majeur a été pris égal à 20. Les données topographiques utilisées sont le MNT du Conseil Général 13 de 2009 au pas de 5m. Aucun ouvrage hydraulique n'a été pris en compte dans le calcul CARTINO.

## Cartographie des zones inondables

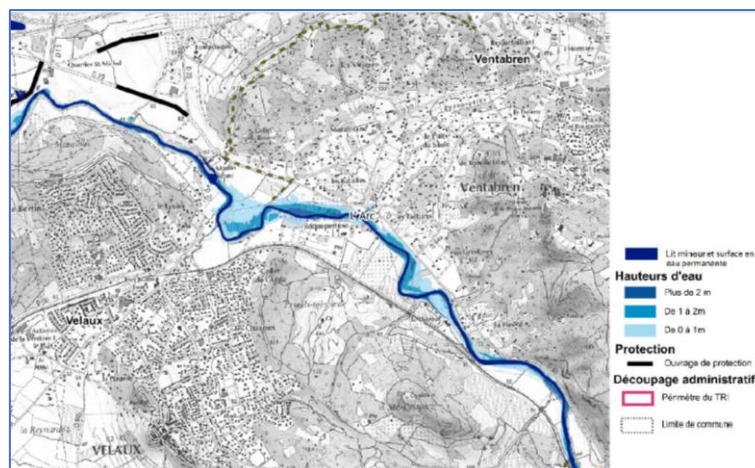


Figure 27 : Extrait des cartes des surfaces inondables au droit de Ventabren – TRI – Scénario Fréquent

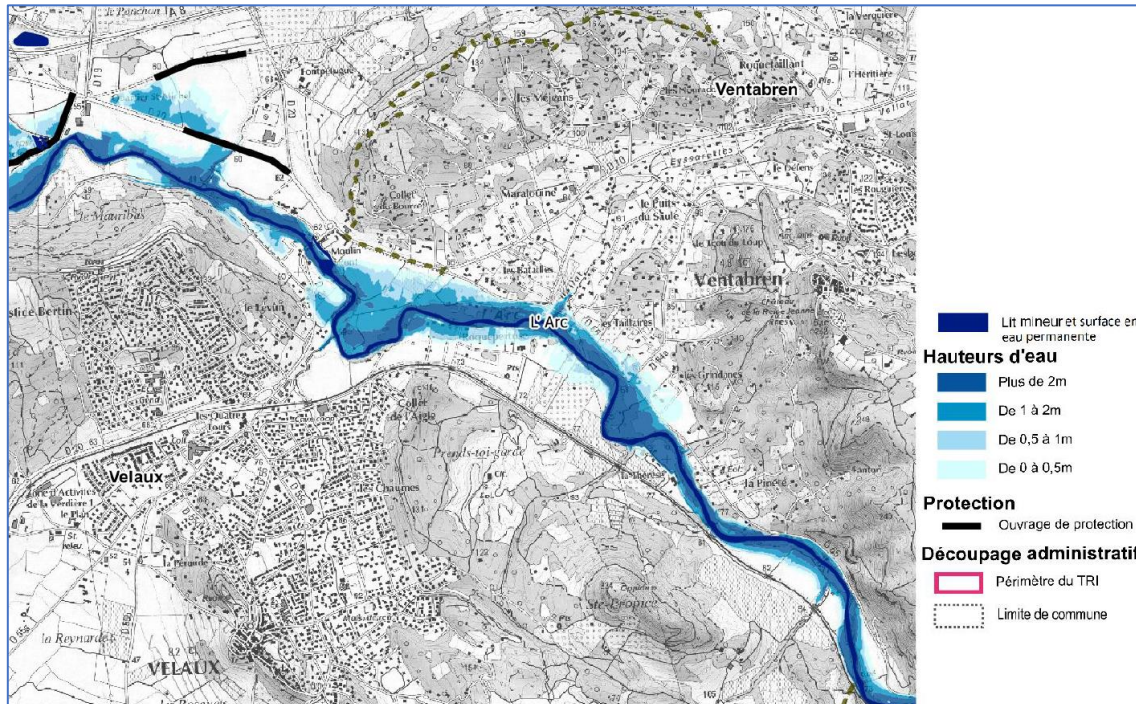


Figure 28 : Extrait des cartes des surfaces inondables au droit de Ventabren – TRI – Scénario Moyen

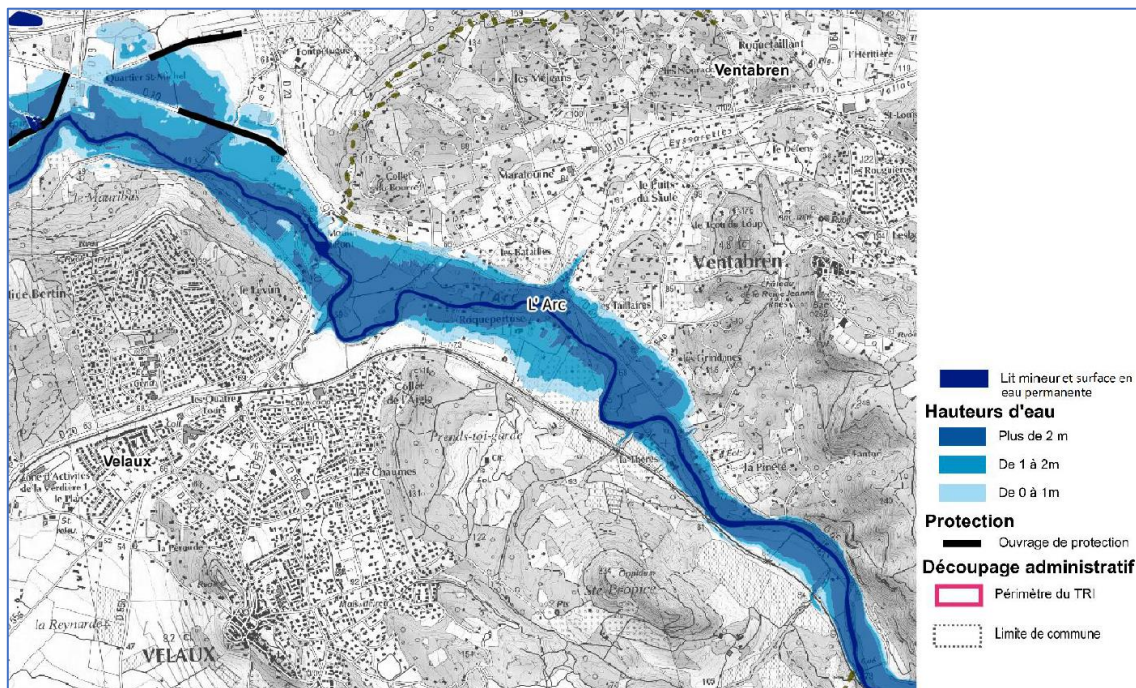


Figure 29 : Extrait des cartes des surfaces inondables au droit de Ventabren – TRI – Scénario Extrême

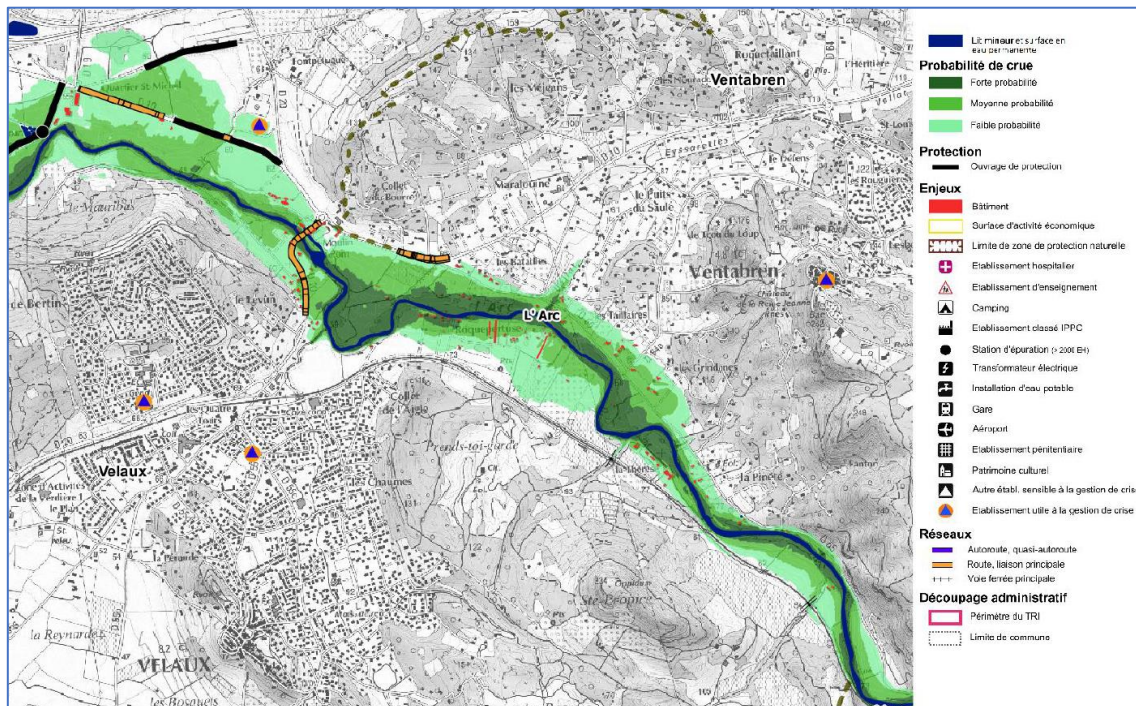


Figure 30 : Extrait des cartes des surfaces inondables au droit de Ventabren – TRI – Risque

# Schéma d'Aménagement et de Gestion De L'Arc

**Nom du document :** Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) du bassin versant de l'Arc

**Rédacteur :** Commission Locale de l'Eau du SAGE du bassin versant de l'Arc

**Date :** 2014

## Crues historiques

L'état des lieux du SAGE fournit les débits caractéristiques de l'Arc et de ses affluents au droit des cinq stations hydrométriques :

Station de mesure	Q10 (m <sup>3</sup> /s)	Q10 (m <sup>3</sup> /s)	Q100 (m <sup>3</sup> /s)	Superficie du bassin versant (km <sup>2</sup> )
L'Arc à Pourrières (Var) (1963-2011)	37	45	130	49
Banque HYDRO -extract 2011 : station Y4002010		Étude hydraulique et géomorphologique de l'Arc, SIEE, 1997.		
L'Arc à Pont de Bayeux (Meyreuil) (1972-2011)	96	170	480	303
Banque HYDRO extract 2011 : station Y4022010		Étude hydraulique et géomorphologique de l'Arc, SIEE, 1997.		
L'Arc à Roquefavour (Aix-en-Pce) (1996-2011)	130	260	660	650
Banque HYDRO extract 2011 : station Y4122040		Étude hydraulique et géomorphologique de l'Arc, SIEE, 1997.		
L'Arc au Pont de Saint-Estève (Berre l'Étang) (1970-2011)	140	310	710	728
Banque HYDRO extract 2011 : station Y4122020		Étude hydraulique et géomorphologique de l'Arc, SIEE, 1997.		
La Luynes à La Pioline (Aix-en-Pce) (1996-2011)	19	Non déterminé	Non déterminé	55
Banque HYDRO extract 2011 : station Y4115020		Étude hydraulique et géomorphologique de l'Arc, SIEE, 1997.		

Tableau 14 : Extrait du SAGE du BV de l'arc – débits caractéristiques au droit des stations

Il fournit également les estimations des débits des crues historiques récentes :

	Crue des 11 et 13 oct. 1972	Crue du 3 oct. 1973	Crue du 17 janvier 1978	Crue du 22 sept. 1993	Crue du 2 déc. 2003	Crue du 14 dec. 2008
Pourrières	44,2 m <sup>3</sup> /s	27,5 m <sup>3</sup> /s	30,10 m <sup>3</sup> /s	24 m <sup>3</sup> /s	22,10 m <sup>3</sup> /s	30,3 m <sup>3</sup> /s
Banque HYDRO						
Pont de Bayeux (Meyreuil)	120 m <sup>3</sup> /s	71,2 m <sup>3</sup> /s	265 m <sup>3</sup> /s	40,5 m <sup>3</sup> /s	43,9 m <sup>3</sup> /s	96,8 m <sup>3</sup> /s
Banque HYDRO			Données issues de la modélisation pluie-débit		Banque HYDRO	
Roquefavour (Aix-en-Pce)	179,5 m <sup>3</sup> /s	129,6 m <sup>3</sup> /s	271,3 m <sup>3</sup> /s	320,8 m <sup>3</sup> /s	183 m <sup>3</sup> /s	215 m <sup>3</sup> /s
Données issues de la modélisation pluie-débit effectuée dans le cadre de l'étude des crues historiques (GINGER, 2010).					Banque HYDRO	
Pont de Saint-Estève (Berre l'Étang)	135,6 m <sup>3</sup> /s	178,3 m <sup>3</sup> /s	248,9 m <sup>3</sup> /s	205 m <sup>3</sup> /s	166 m <sup>3</sup> /s	311 m <sup>3</sup> /s
Données issues de la modélisation pluie-débit effectuée dans le cadre de l'étude des crues historiques			Banque HYDRO		Banque HYDRO	
						207,6 m <sup>3</sup> /s
						Données issues de la modélisation pluie-débit

Tableau 15 : Extrait du SAGE du BV de l'arc – estimation des débits des crues historiques récentes

On note la présence d'un seuil et d'un gué au niveau de la commune de Ventabren sur les cartographies du SAGE.



# Etude du bassin versant de l'Arc – TRI - 2016

**Nom du document :** Etude hydraulique sur le bassin versant de l'Arc dans le cadre de l'identification des Territoires à Risques Importants

**Rédacteur :** SAFEGE

**Commanditaire :** Direction Départementale des Territoires et de la Mer des bouches du Rhône

**Date :** 2016

**Objet de l'étude :**

L'étude s'inscrit dans le cadre de l'élaboration des Territoires à Risques Importants d'inondation Aix-Salon.

L'étude se décompose de la manière suivante :

- Phase 0 : recueil de données et analyse des documents existants, enquête de terrain, synthèse cartographique des études existantes,
- Phase 1 : synthèse et définition des besoins en topographique,
- Phase 2 : modélisation hydraulique et cartographies des aléas,
- Phase 3 : restitution graphique.

## **Analyse hydrologique**

Les débits retenus par SAFEGE pour la réalisation des modélisations hydrauliques de l'Arc sont les suivants :

- Crue fréquente = débits décennaux du SAGE de l'Arc, c'est-à-dire :
  - 260 m<sup>3</sup>/s au niveau de l'aqueduc de Roquefavour,
  - 310 m<sup>3</sup>/s au niveau du pont de St Estève à Berre l'Etang,

Un débit intermédiaire de 287 m<sup>3</sup>/s a été calculé par SAFEGE au niveau du pont de l'autoroute A7 sur la commune de Coudoux sur la base d'une variation linéaire du débit pseudo spécifique entre les deux points précédents.

- Crue trentennale = interpolation de Gumbel entre les débits décennaux et les débits centennaux du SAGE de l'Arc, c'est-à-dire :
  - 453,0 m<sup>3</sup>/s au niveau de l'aqueduc de Roquefavour,
  - 500,4 m<sup>3</sup>/s à son exutoire (avant la séparation de l'écoulement dans le delta),

Comme pour les débits décennaux, les débits centennaux du SAGE de l'Arc aux points de calcul intermédiaires ont été déterminés en appliquant une variation linéaire du débit pseudo-spécifique.

- Crue de référence = réaction du cours d'eau principal de l'Arc à l'application de la pluie du Var de juin 2010, soit après analyse :
  - 760 m<sup>3</sup>/s au niveau de l'aqueduc de Roquefavour,
  - 840 m<sup>3</sup>/s au niveau de l'autoroute A7 sur la commune de Coudoux,
  - 880 m<sup>3</sup>/s à son exutoire.
  
- Crue exceptionnelle = débit obtenu en multipliant par deux les apports hydrologiques de la crue de référence, c'est à dire :
  - 1 510 m<sup>3</sup>/s au niveau de l'aqueduc de Roquefavour,
  - 1 660 m<sup>3</sup>/s au niveau de l'autoroute A7 sur la commune de Coudoux,
  - 1 710 m<sup>3</sup>/s à son exutoire.

### **Modélisation hydraulique**

Type de modèle : 2D - 26 km modélisé (modèle aval)

Régime : permanent

Coefficients de Strickler utilisés :

- Lit mineur : 20 sans embâcle, 15 avec embâcles,
- Lit majeur naturel : 10,
- Lit majeur urbanisé : 5.

### **Cartographies des zones inondables :**

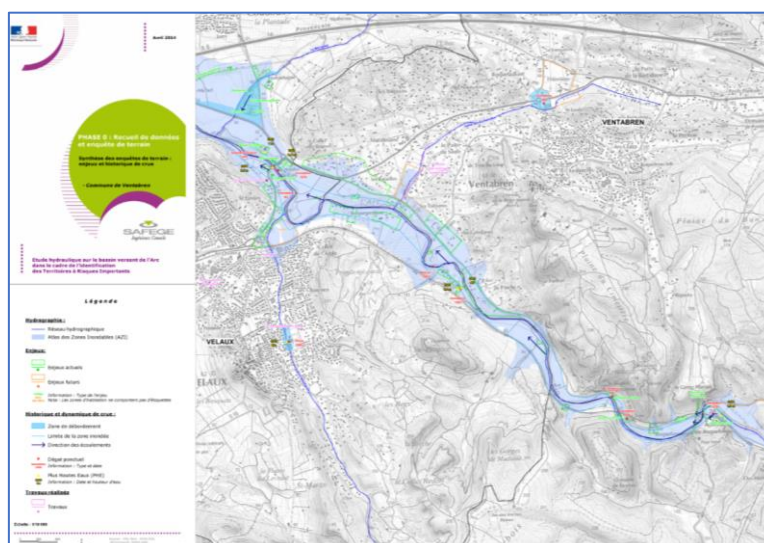


Tableau 16 : Extrait de l'étude du Bassin versant de l'Arc - SAFEGE – Synthèse des enquêtes de terrain : enjeux et historique de crue

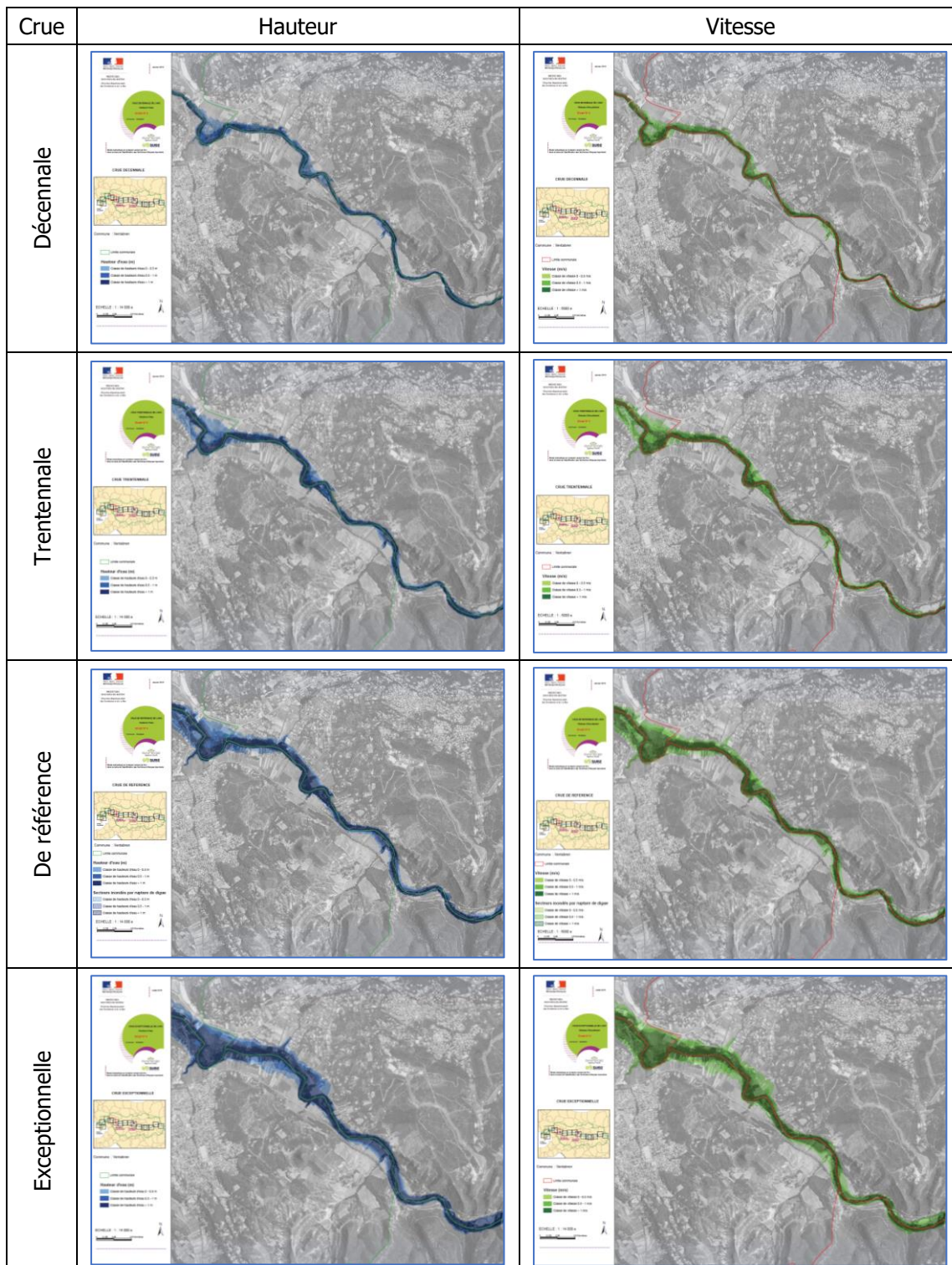


Tableau 17 : Extrait de l'étude du Bassin versant de l'Arc - SAFEGE – Cartographies des hauteurs d'eau des vitesses d'écoulement

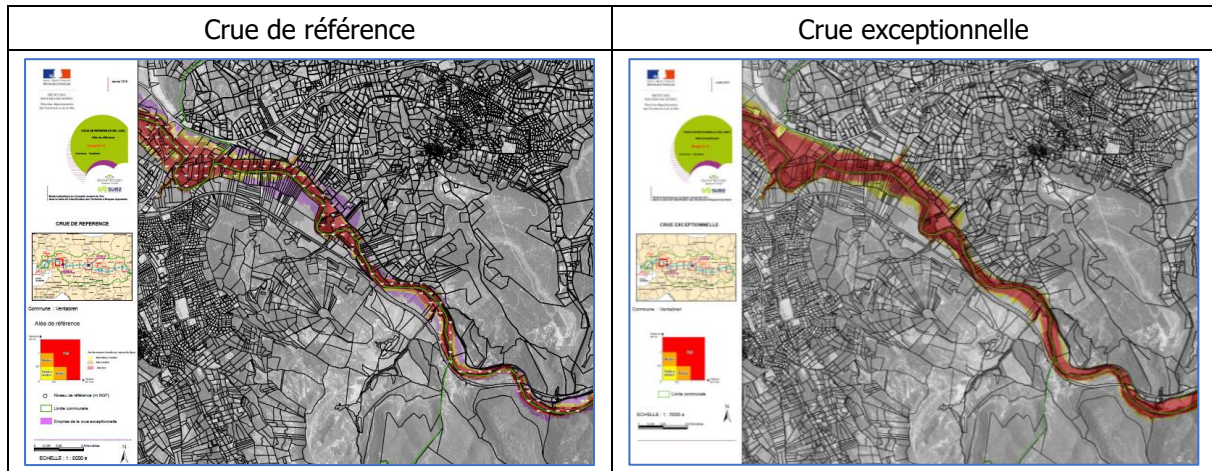
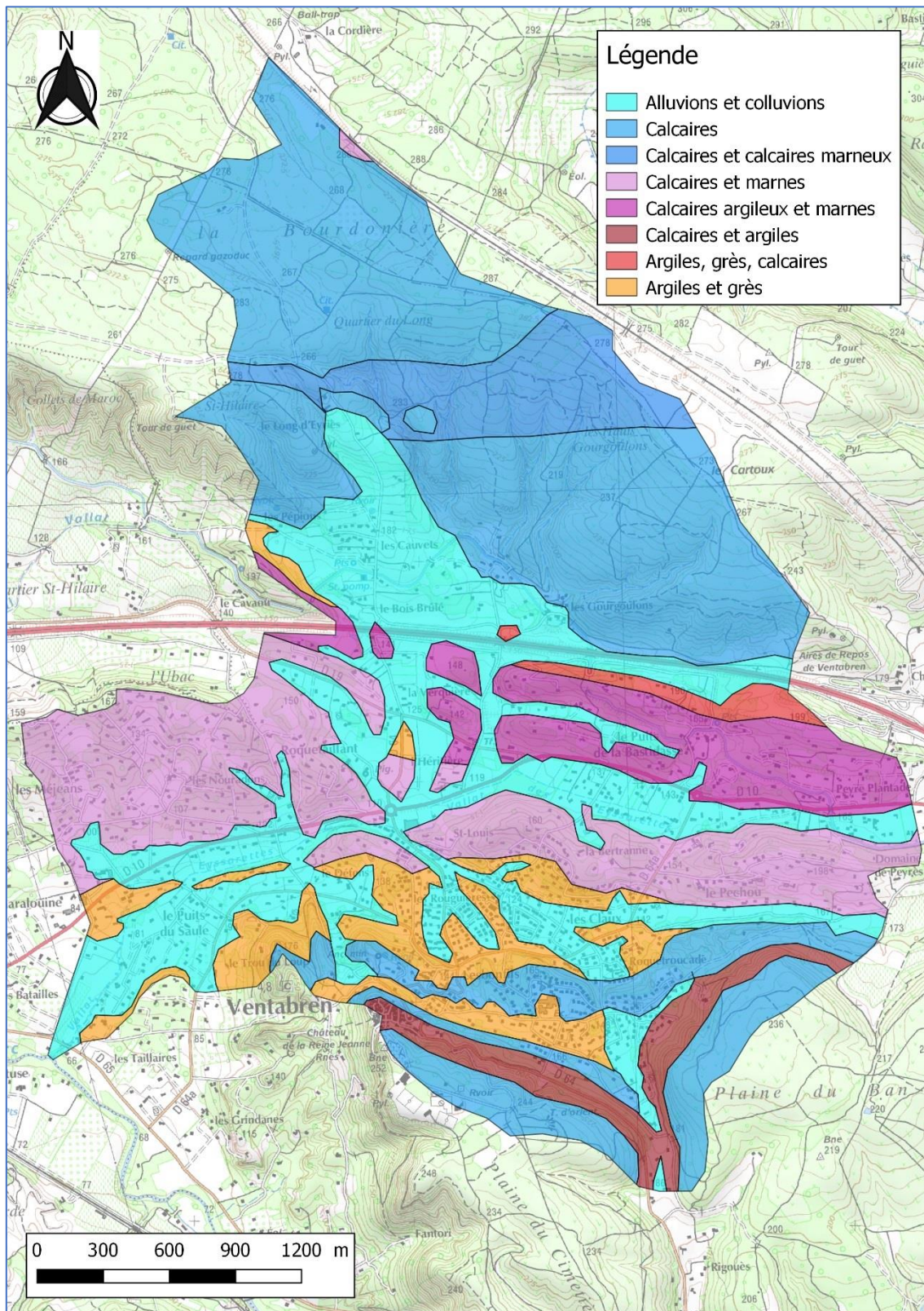
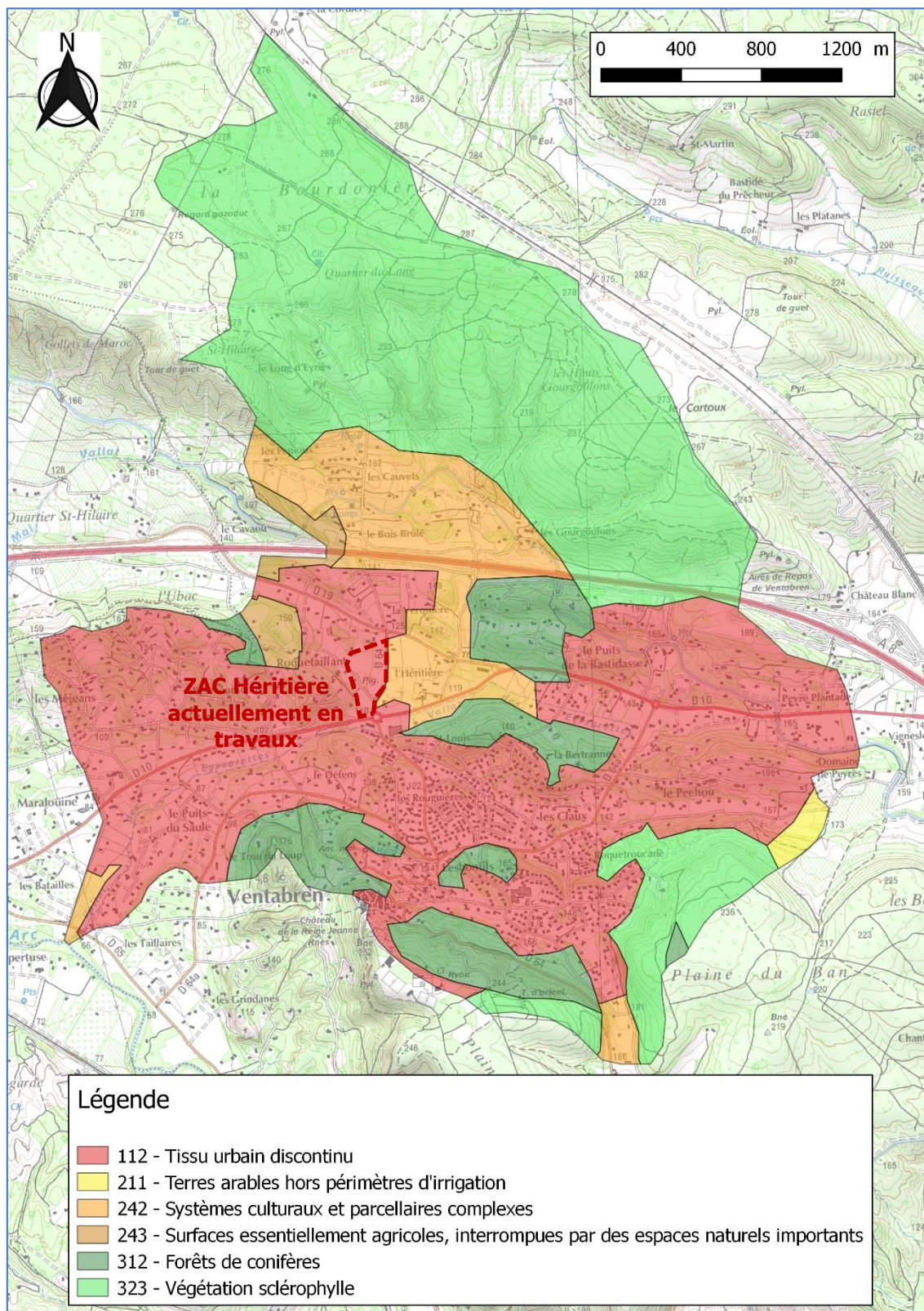


Tableau 18 : Extrait de l'étude du Bassin versant de l'Arc - SAFEGE – Cartographies des aléas

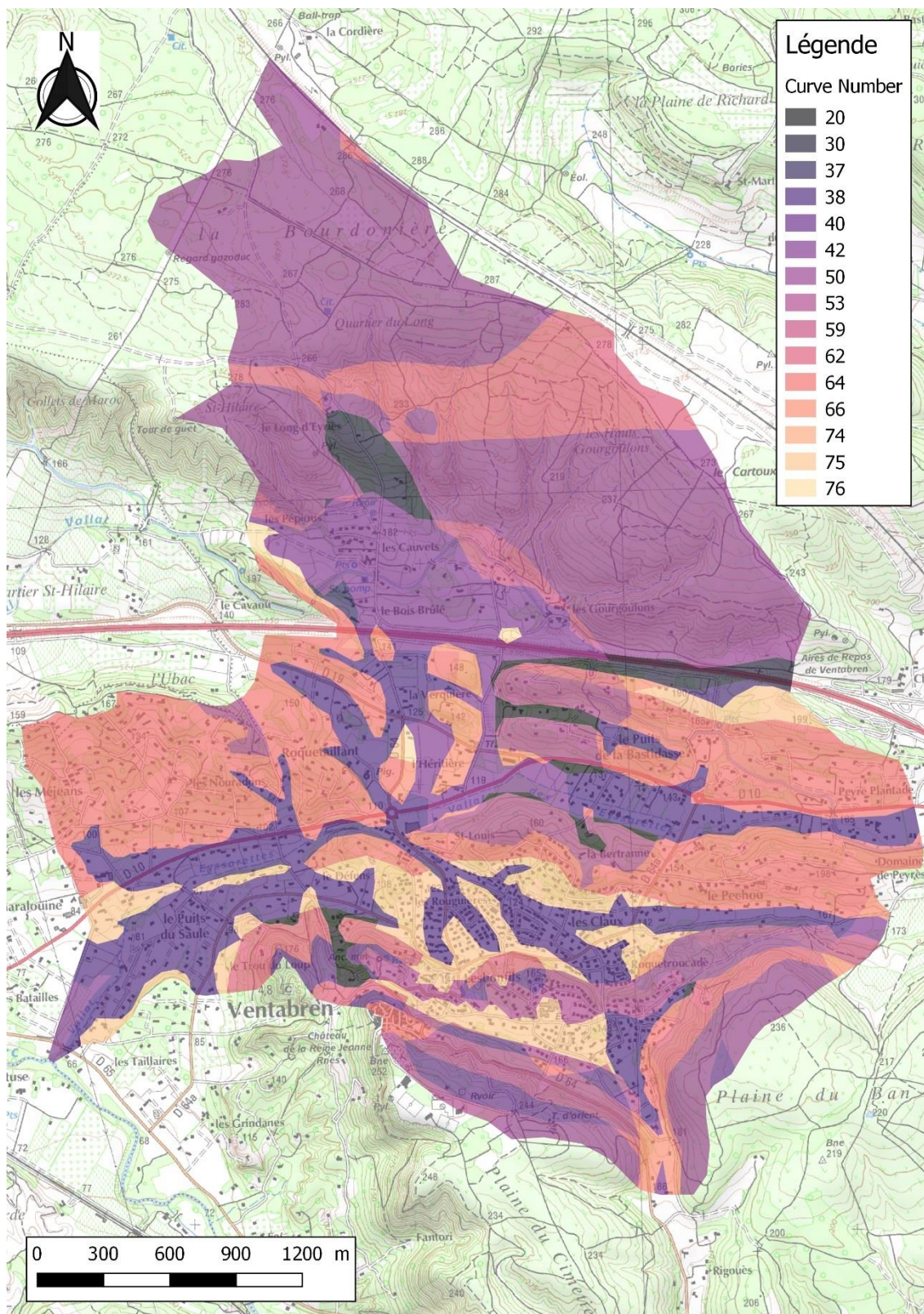
## ANNEXE 2 : CARTE LITHOLOGIQUE



## ANNEXE 3 : CARTE DE L'OCCUPATION DU SOL



## ANNEXE 4 : CARTE DES CURVE NUMBER



## ANNEXE 5 : CARTOGRAPHIE DES HAUTEURS D'EAU, DES VITESSES ET DE L'ALEA

---