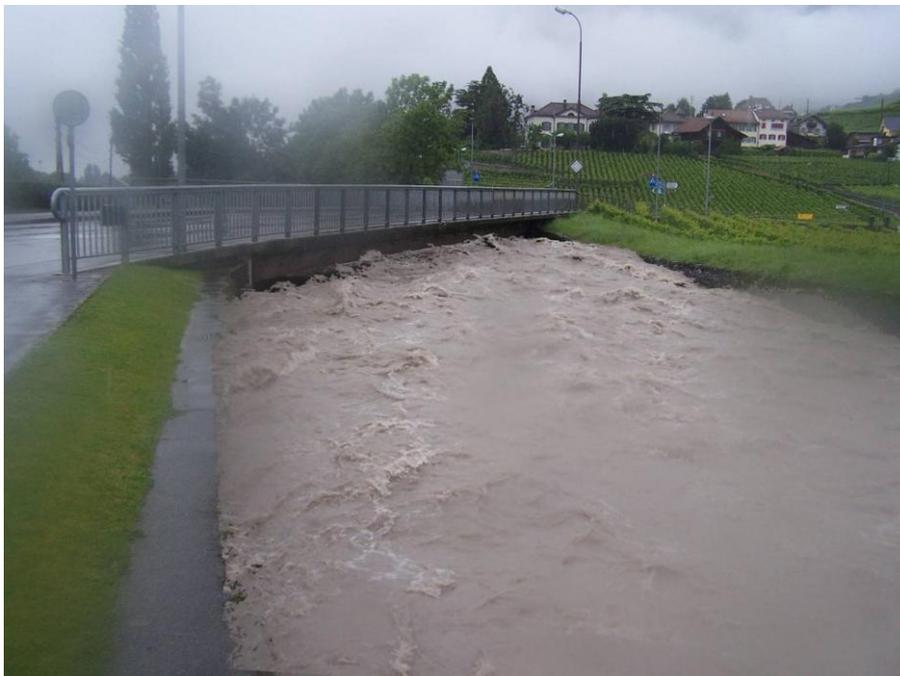


Entreprise de correction fluviale de la Grande Eau

Avant-projet de correction fluviale de la Grande Eau en traversée d'Aigle

PLAN D'ALARME

Documentation de base



Version provisoire



Table des matières

1	Introduction	1
1.1	Contexte de l'étude	1
1.2	Références	1
2	Connaissance des dangers	2
2.1	Phénomènes possibles	2
2.2	Cheminement des eaux après déversement	5
2.3	Synthèse des zones concernées par les inondations	6
3	Déclenchement des alertes	11
3.1	Sources d'information	11
3.2	Hydrologie - vitesse de montée des crues	11
3.3	Seuils d'alerte	12
4	Conclusions	13



1 Introduction

1.1 Contexte de l'étude

La Grande Eau et le pont CFF qui franchit cette dernière à Aigle ont été l'objet de différentes études entre 2002 et 2009 (voir 1.2 ci-dessous). Il en est ressorti que les profils en travers de la Grande Eau sur le tronçon compris entre le centre ville d'Aigle et le Rhône présentaient une capacité hydraulique nettement inférieure aux objectifs de protection.

Afin de coordonner au mieux les actions liées à la protection des territoires des communes d'Aigle et d'Yvorne contre les crues de la Grande Eau, les différents acteurs de l'aménagement du territoire de ces communes se sont regroupés sous la forme d'une entreprise de correction fluviale (ECF). Cette ECF a récemment confié au bureau STUCKY les tâches suivantes :

- Appui à l'établissement d'un plan d'alarme lié aux crues de la Grande Eau pour l'ensemble des zones urbanisées situées sur le territoire des communes d'Aigle et d'Yvorne, sur la base de la carte des dangers liés à la Grande Eau ;
- Avant-projet de correction fluviale pour le tronçon situé entre l'usine des Farettes et la confluence avec le Rhône ;
- Etablissement de la carte des dangers de l'état aménagé, sur la base de la variante d'aménagement retenue ;
- Analyse coût/bénéfice de la variante retenue selon la méthode EconoMe.

Le présent rapport a trait au plan d'alarme dont l'objectif est de permettre l'information et/ou l'évacuation des habitants situés dans les zones de danger ainsi que la mobilisation du matériel et des ressources nécessaires à une intervention d'urgence, dans l'état actuel d'aménagement de la Grande Eau. Il permet ainsi de réduire l'ampleur des catastrophes potentielles jusqu'à la mise en place des mesures de protection constructives. La mise en place des mesures constructives devant se faire par phases, le plan d'alarme devra être progressivement adapté par la suite.

Il est à noter qu'un plan de coordination pour l'intervention en cas de rupture des digues du Rhône a déjà été établi pour la zone industrielle d'Aigle; l'élaboration du plan d'alarme de la Grande Eau est réalisée en collaboration avec les acteurs qui sont déjà intervenus pour celui du Rhône.

Le présent rapport présente les données de base qui sont à considérer lors du processus d'établissement du plan d'alarme (ou plan de coordination pour l'intervention).

1.2 Références

- [1] *Grande Eau à Aigle – Tronçon Usine des Farettes au Rhône – Capacité de transport du lit - Analyse préliminaire du danger* (rapport bureau CSD n° VD2732).
Etude réalisée en 2002 portant sur l'analyse hydraulique de la Grande Eau et les bases de danger liées au cours d'eau en traversée d'Aigle.
- [2] *Modélisation hydraulique du pont CFF sur la Grande Eau (rapports Stucky n° 4745/4001 et 4745/4002)*.
Etude réalisée en 2006 dont le but était de déterminer les travaux nécessaires à l'augmentation de la capacité hydraulique du passage sous pont CFF, dans le cadre de sa réhabilitation, en fonction de différents débits objectifs.



- [3] *Carte des dangers liés à la Grande Eau, de l'usine des Farettes au Rhône (rapport Stucky n° 4801/4001).*

A l'issue de cette étude réalisée en 2007 les dangers liés aux crues de la Grande Eau ont été mis en évidence, permettant d'esquisser les lignes directrices d'un concept de protection contre les crues.

- [4] *Etude de faisabilité : Réhabilitation du pont CFF (étude interne des CFF).*

Dans le cadre de cette étude, les CFF se sont approchés du SESA et de son mandataire pour déterminer ensemble le nouveau gabarit hydraulique du passage sous le pont CFF.

2 Connaissance des dangers

2.1 Phénomènes possibles

En fonction du débit qui s'écoule dans la Grande Eau, différents phénomènes dangereux sont possibles; le tableau suivant synthétise ces aléas :

Débit	Fréquence	Phénomène principal	Autres phénomènes
5 m ³ /s	Débit moyen	∅	∅
37 m ³ /s	Crue annuelle médiane	∅	∅
50 m ³ /s	T = 5 ans	∅	∅
80 m ³ /s	T = 30 ans (fréquence "élevée")	- Déversements	- Embâcles - Brèches
101 m ³ /s	T = 100 ans (fréquence "moyenne")	- Déversements	- Embâcles - Brèches
124 m ³ /s	T = 300 ans (fréquence "faible")	- Déversements	- Embâcles - Brèches



Probable

Possible, à surveiller

Tableau 1 : Phénomènes à considérer en fonction du débit de la Grande Eau

Il est à noter que les phénomènes d'érosion interne des berges, ou phénomènes de renard, sont théoriquement possibles mais peu probables, même pour des crues de fréquence "faible", selon les calculs géotechniques de vérification effectués.



Les différents phénomènes mentionnés dans le Tableau 1 sont illustrés ci-dessous :

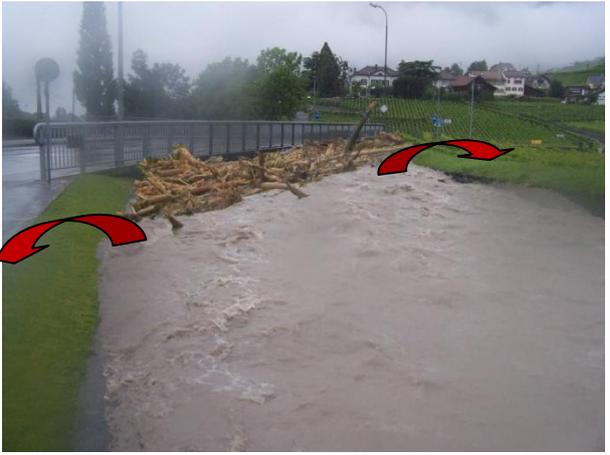
<p>Débordements</p> <ul style="list-style-type: none">- Possibles dès que le débit est supérieur à la "capacité hydraulique"- Favorisés lorsqu'il y a dépôts de sédiments (probables dès $80 \text{ m}^3/\text{s}$)	
<p>Brèches</p> <ul style="list-style-type: none">- Possibles dès qu'il y a débordement (digues en matériaux meubles)	
<p>Embâcles</p> <ul style="list-style-type: none">- Se forment en présence de corps flottants (troncs d'arbre) lorsque le tirant d'air sous le pont devient insuffisant <p>(photomontage)</p>	

Tableau 2 : Illustrations des différents phénomènes possibles sur la Grande Eau à Aigle

La carte suivante illustre plus particulièrement les phénomènes déclencheurs de dangers qui peuvent être attendus le long de la Grande Eau en traversée d'Aigle pour les fréquences "élevée", "moyenne" et "faible" du Tableau 1.

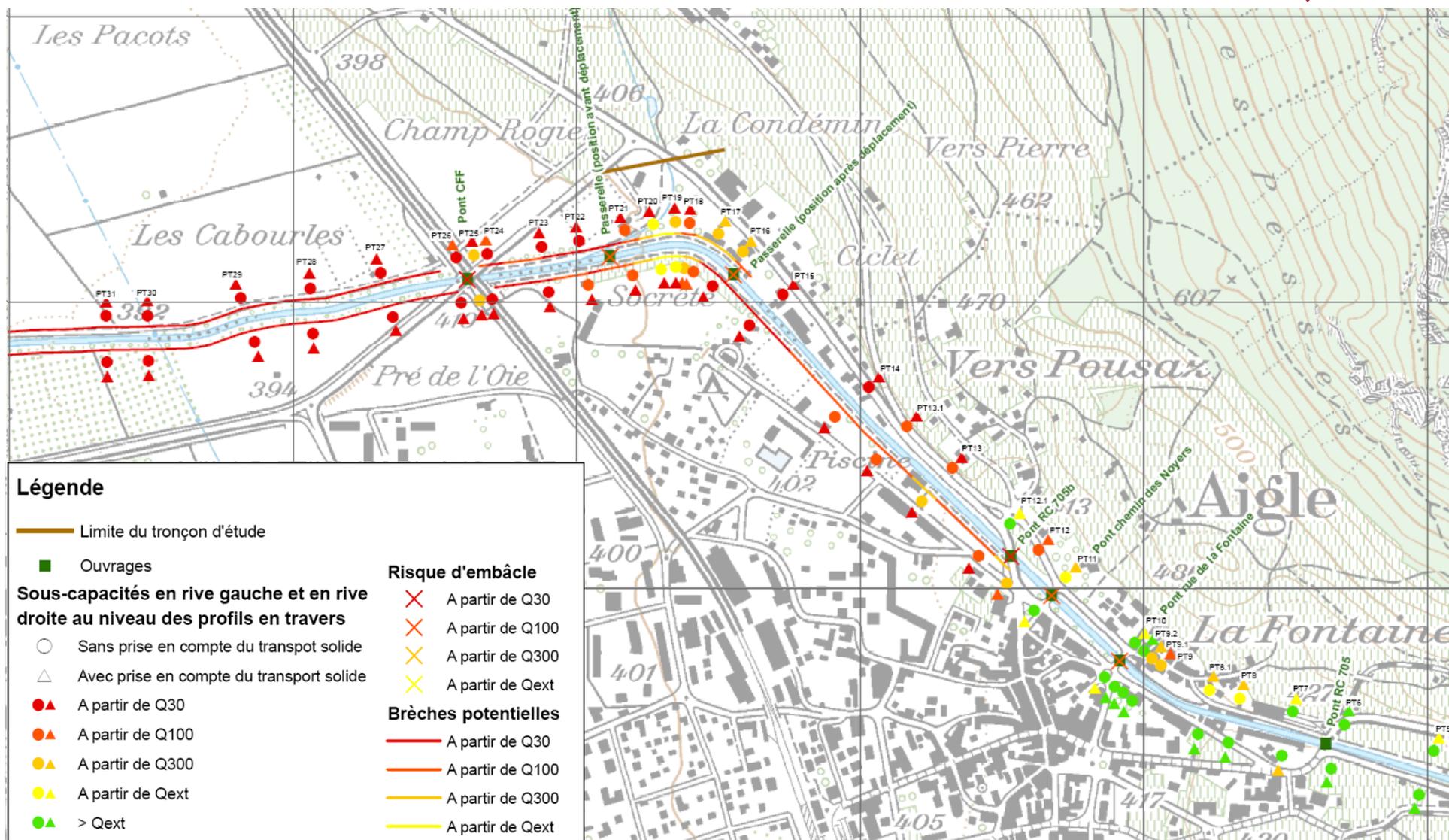


Figure 1 : Carte des sous-capacités hydrauliques, risques d'embâcle au droit des ouvrages et risques de rupture des berges



2.2 Cheminement des eaux après déversement

Une fois les eaux de la Grande Eau sorties de leur lit, elles emprunteront, pour des raisons de topographie, les chemins d'écoulement préférentiels présentés sur la carte suivante :

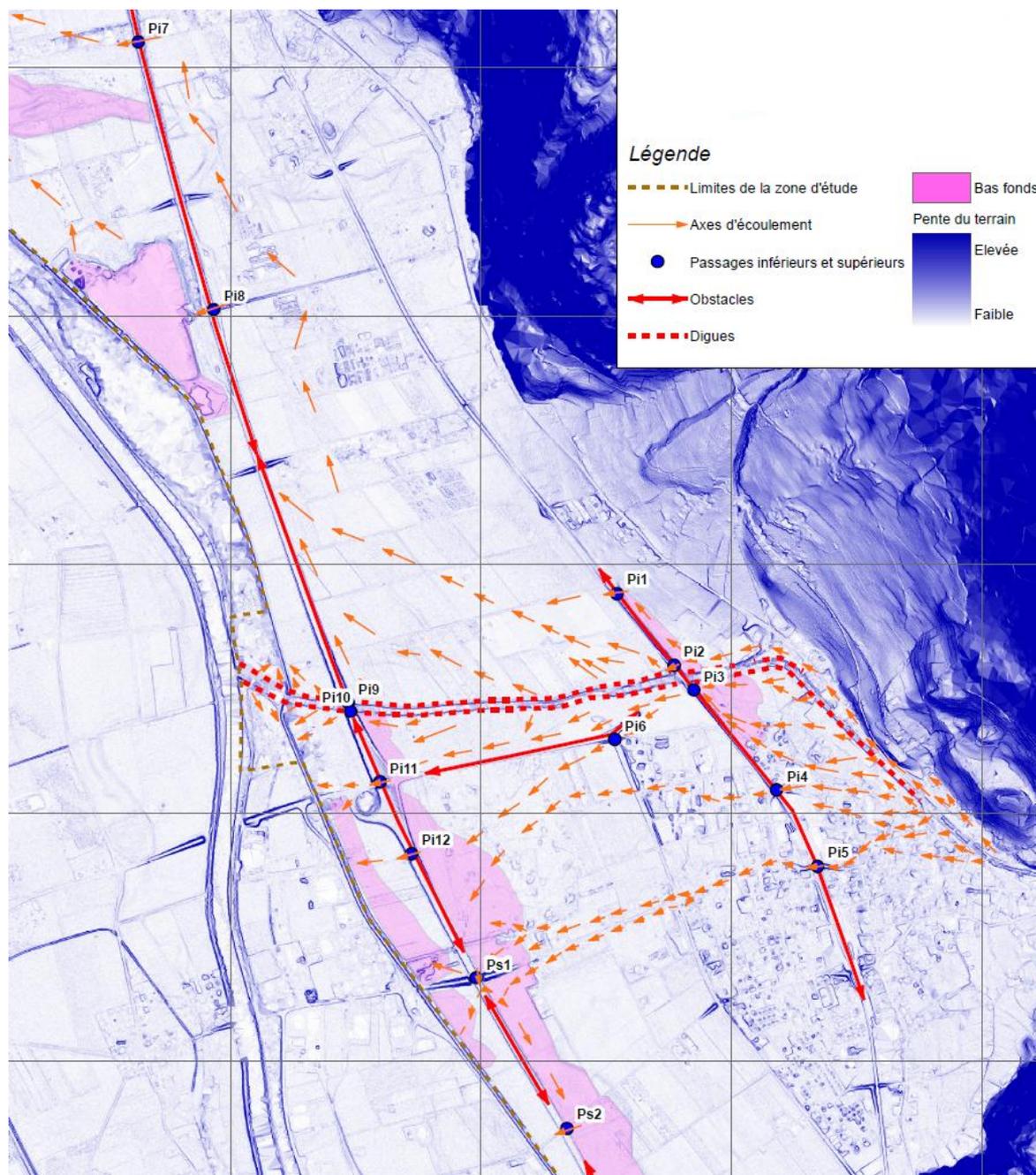


Figure 2 : Analyse hydraulique du terrain

On peut observer sur cette figure que deux éléments constituent des obstacles majeurs à l'écoulement : la voie de chemin de fer et l'autoroute. Ces éléments ont un impact sur l'écoulement qui peut être comparé à celui d'une digue : l'eau sera stockée en amont de ces obstacles (en particulier dans les zones rosées ci-dessus, qui représentent des bas-fonds)



jusqu'à atteindre un niveau tel qu'elle puisse être évacuée par l'un des passages inférieurs et ainsi continuer son cheminement vers le Rhône.

En fonction du lieu de débordement et du débit déversé, l'ordre de grandeur du temps de propagation des eaux jusqu'à la voie de chemin de fer a été estimé entre 15 et 30 minutes.

2.3 Synthèse des zones concernées par les inondations

Les principales zones concernées par les débordements potentiels sont illustrées en tons de rose aux figures 3, 4 et 5 ci-dessous. Ces cartes représentent l'intensité du danger sur l'ensemble du territoire touché pour une crue de fréquence donnée.

Les critères utiles à la définition du degré d'intensité sont rappelés dans le tableau suivant :

Degré d'intensité	Hauteur d'eau (h)		Vitesse spécifique (v x h)
Intensité faible	$h < 0.5 \text{ m}$	et	$v \times h < 0.5 \text{ m}$
Intensité moyenne	$0.5 \text{ m} < h < 2 \text{ m}$	ou	$0.5 \text{ m} < v \times h < 2 \text{ m}$
Intensité forte	$h > 2 \text{ m}$	ou	$v \times h > 2 \text{ m}$

Tableau 3 : Définition des différents degrés d'intensité

Dans le sens de l'écoulement, les premières zones affectées sont la partie nord de l'agglomération d'Aigle (entre la Grande Eau et les voies CFF) et la partie de la commune d'Yvorne située entre la Grande Eau et la route cantonale (le long de la Route de Lausanne, présence de deux stations d'essence). A proximité immédiate des digues de la Grande Eau, l'intensité, et donc le degré de danger aussi, sont élevés par endroits en raison de la vitesse élevée que les eaux pourraient avoir en cas de rupture de digue. En général, la profondeur des eaux reste cependant située entre 0.5 et 2 m (intensité moyenne).

Les déversements affectent par la suite plusieurs zones situées à l'ouest de la ligne de chemin de fer, en direction du Rhône. Ces zones se situent dans le prolongement des passages sous voies, ainsi que le long de la Grande Eau. La zone des grands immeubles d'habitation située entre le Chemin de Pré d'Emoz et le Chemin de la Planchette est l'une des premières touchées.

Enfin, les eaux se propagent parallèlement au Rhône, à l'aval de la ligne CFF, dans le sens de l'écoulement du Rhône (vers le nord-nord-ouest), mais aussi partiellement en "remontant" la plaine du Rhône le long de l'autoroute. Etant donné la faible densité d'occupation du sol (terres agricoles ou forestières, quelques fermes) et le temps de montée des eaux beaucoup plus long, les risques peuvent être considérés beaucoup plus faibles dans ces zones.

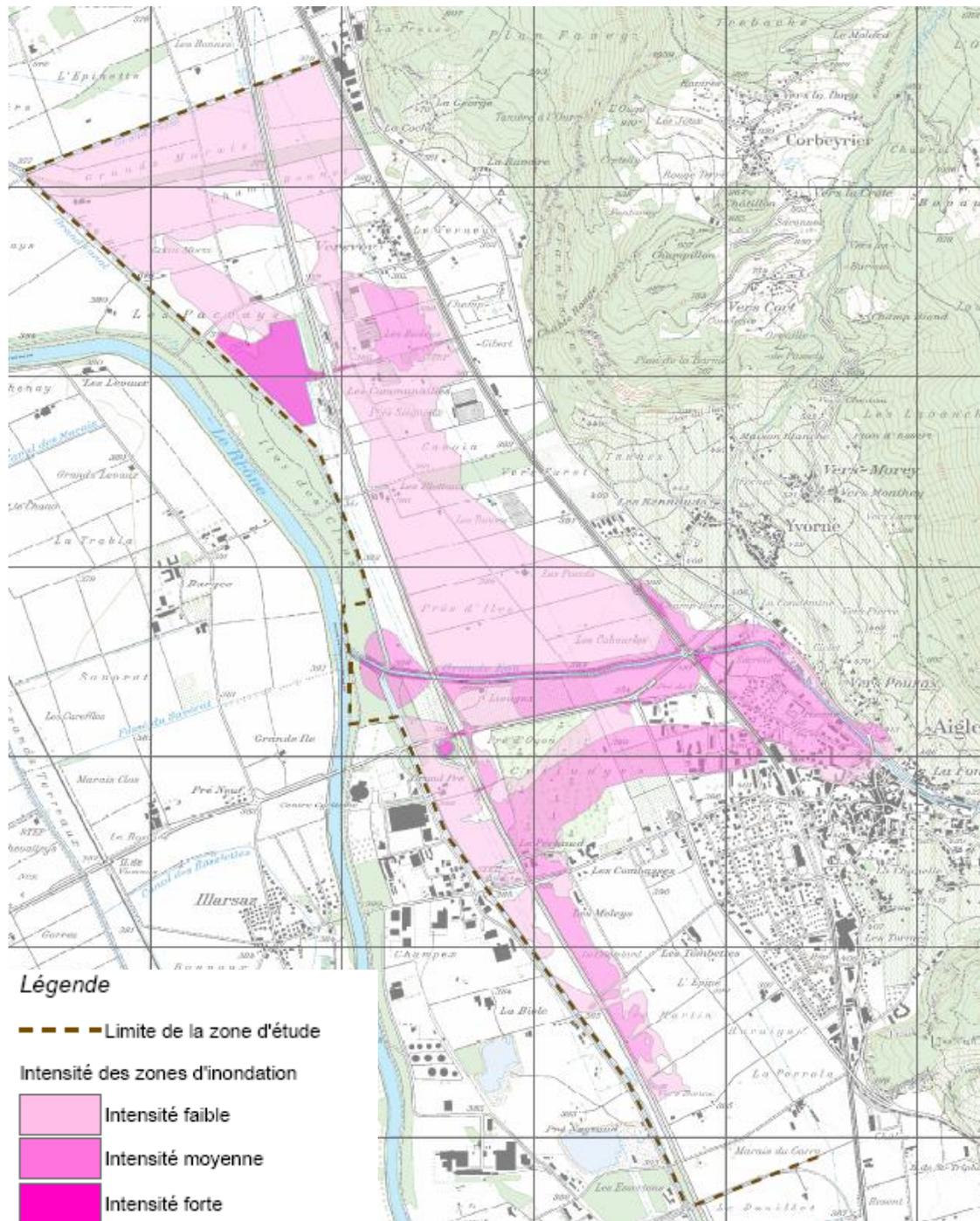


Figure 3 : Carte d'intensité – Evènement de fréquence élevée (T = 30 ans)

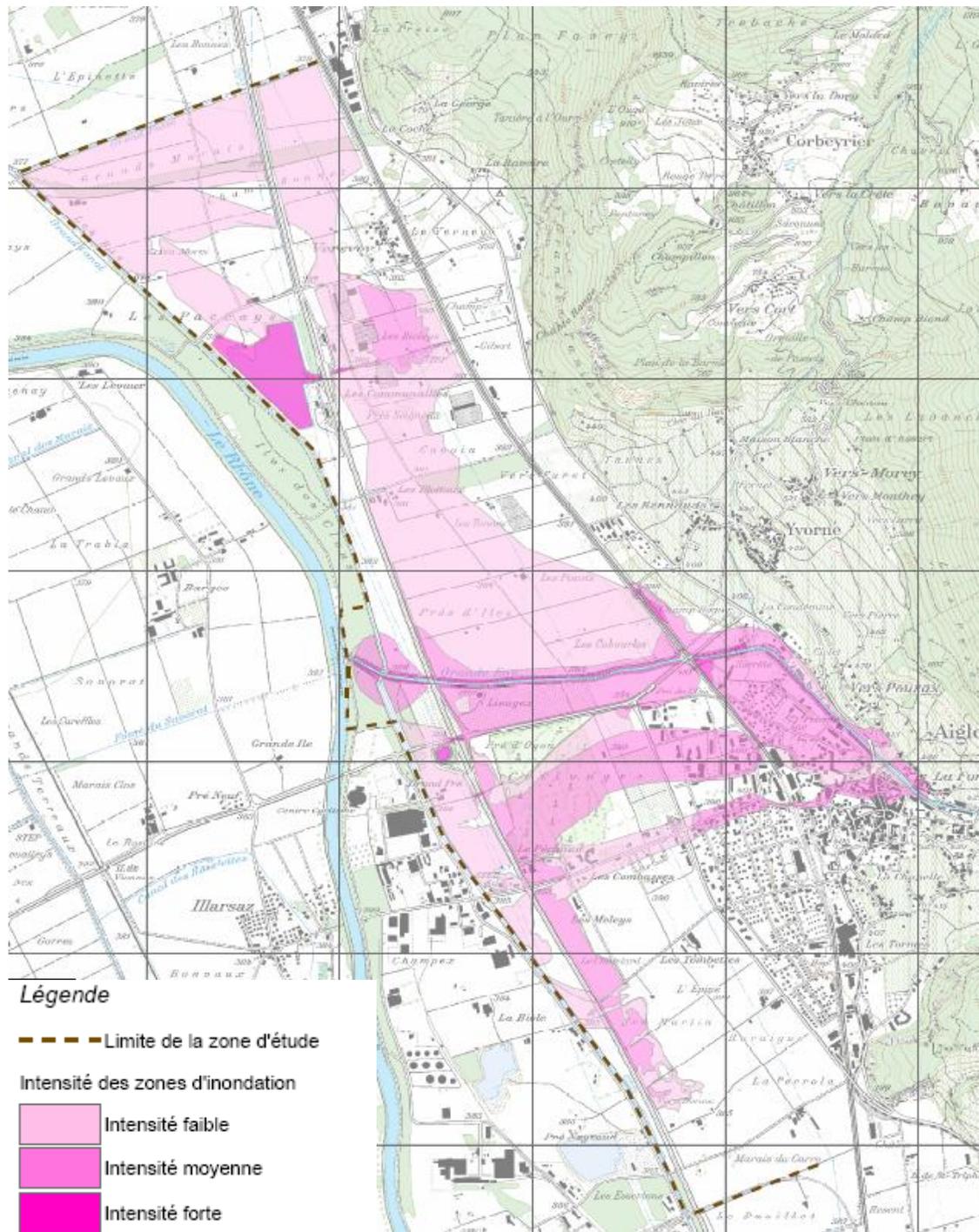


Figure 4 : Carte d'intensité – Evènement de fréquence moyenne (T = 100 ans)

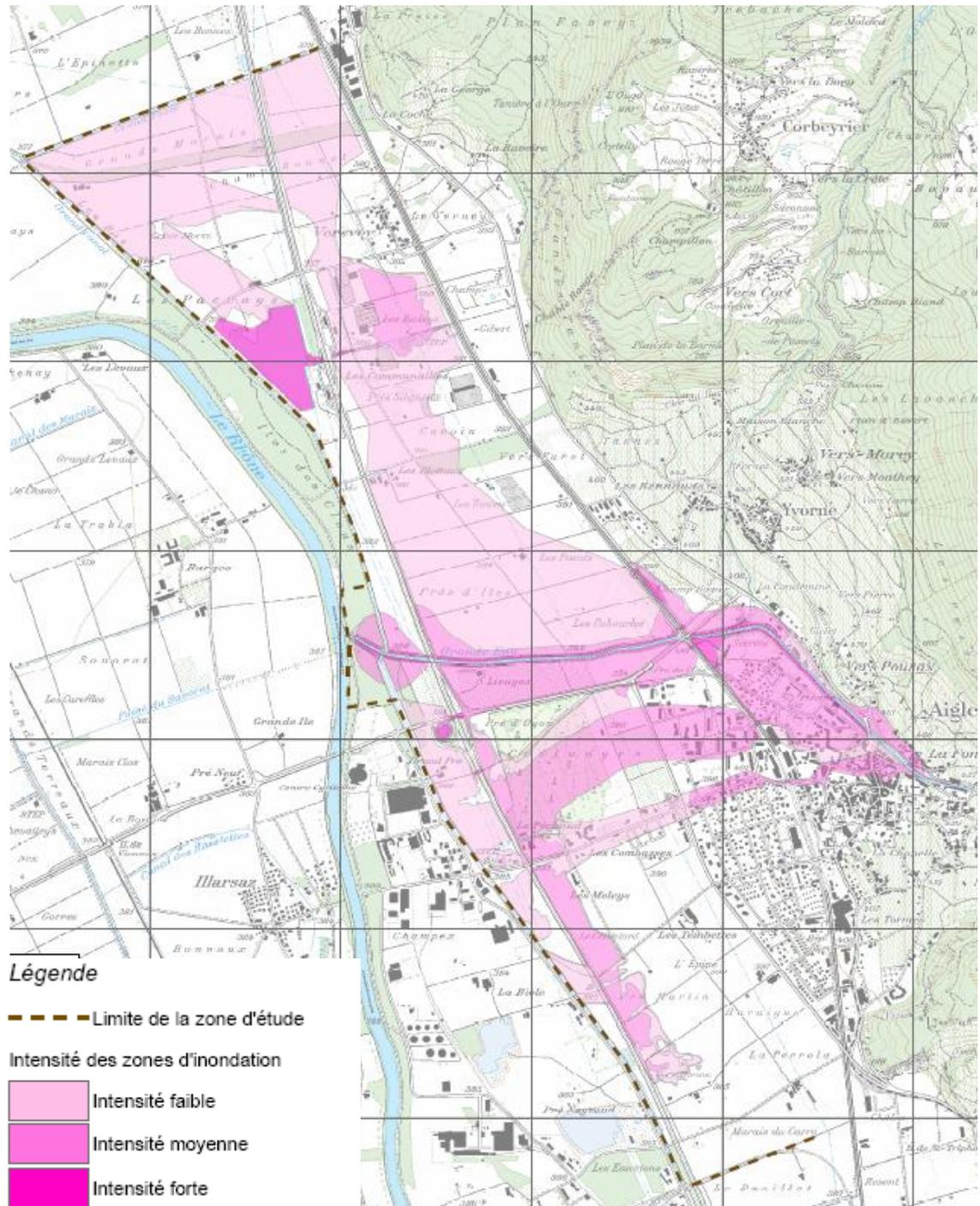


Figure 5 : Carte d'intensité – Evènement de fréquence faible (T = 300 ans)

Sur la base des trois cartes d'intensité, la carte des dangers a été établie ; en fonction du degré d'intensité et de la probabilité d'occurrence de l'évènement, les zones de danger sont colorées en jaune, bleu et rouge (respectivement : degré faible, moyen et fort).

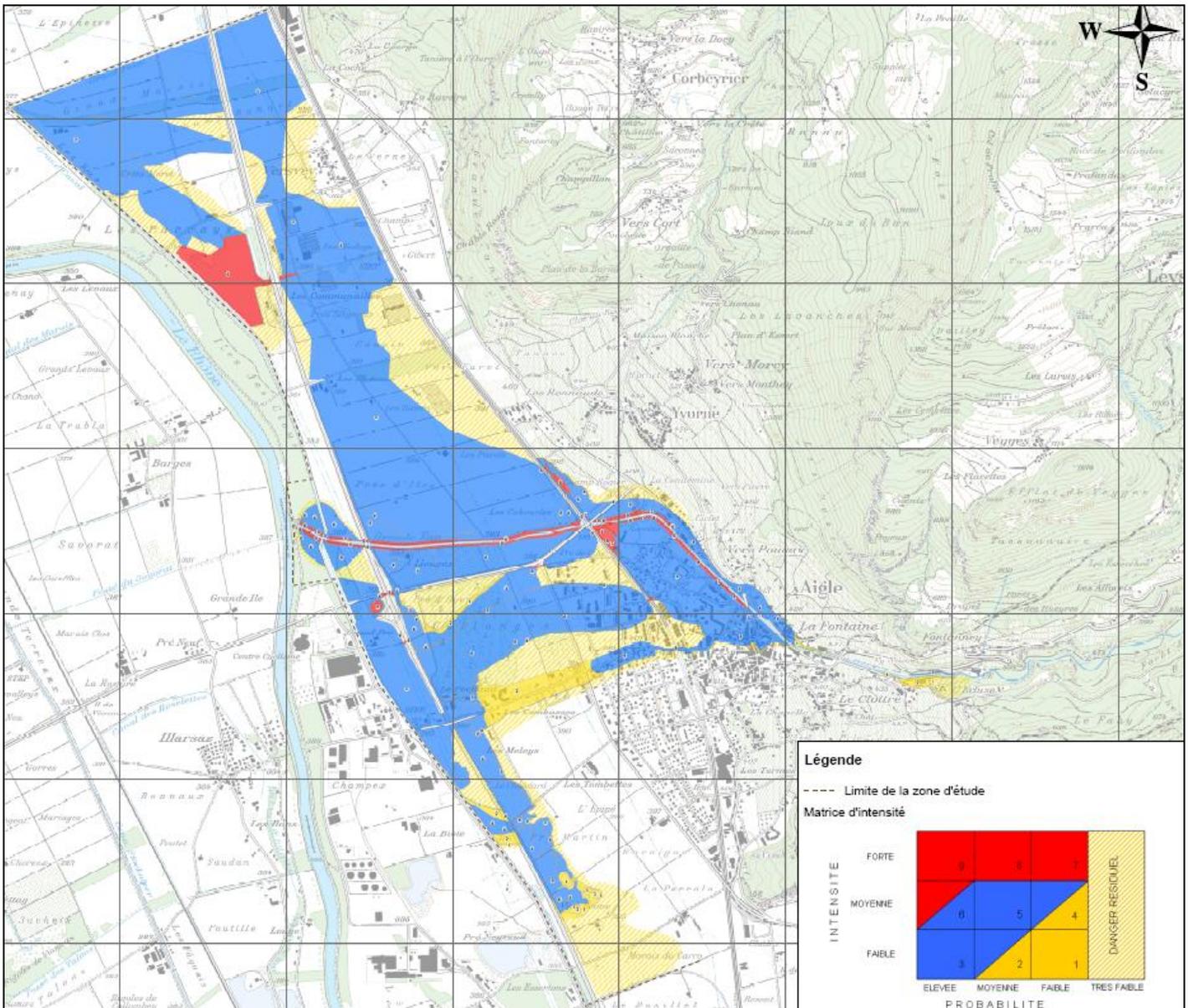


Figure 6 : Carte des dangers liés à la Grande Eau sur les communes d'Aigle et d'Yvorne

- Danger élevé: zone susceptible d'être affectée, pour des événements de différents temps de retour (entre 30 et 300 ans), par des profondeurs d'eau supérieures à 2 m ou par des produits profondeur x vitesse $> 2 \text{ m}^2/\text{s}$.
- Danger moyen: zone dont le degré de danger se situe entre faible et élevé.
- Danger faible: zone susceptible d'être affectée, pour des événements de probabilité moyenne ($T = 100$ ans) ou faible ($T = 300$ ans) par des profondeurs d'eau inférieures à 50 cm ou par des produits profondeur x vitesse $< 0.5 \text{ m}^2/\text{s}$.
- Zone de danger résiduel: zone affectée par des événements de probabilité très faible ($T > 300$ ans)



3 Déclenchement des alertes

3.1 Sources d'information

La station de mesure du débit de la Grande Eau à Aigle (Station OFEV, n° 2203) est la source d'information qu'il convient logiquement d'utiliser dans le cadre du déclenchement des alertes. Cette station transmet ses données par télétransmission.

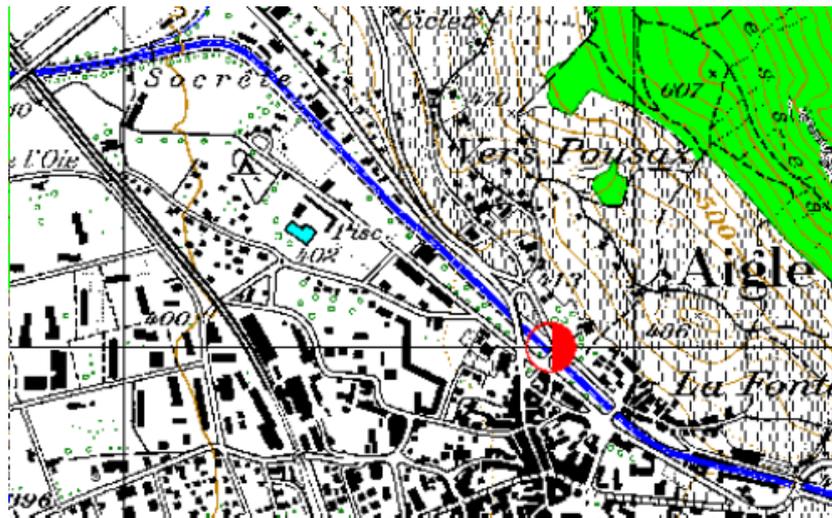


Figure 7 : Situation de la station de mesure OFEV de la Grande Eau à Aigle

Il n'existe pas de réseau pluviographique à télétransmission dans le bassin versant de la Grande Eau qui permettrait de faire prévisions de débit en fonction des précipitations.

La possibilité de mettre en place un système de mesure du débit de la Grande Eau au droit de l'usine de turbinage des Farettes (en amont d'Aigle) a été évoquée. La mise en place d'une telle station permettrait d'avoir une seconde source d'information et de gagner quelques minutes en cas d'événement; néanmoins, du fait que le gain de temps soit faible (estimé à 5 minutes au maximum) et qu'il n'y ait pas de présence humaine permanente qui permettrait de vérifier et de transmettre l'alerte, l'intérêt de la mise en œuvre de cette option n'est pas évidente, et il est préférable de se concentrer, dans un premier temps en tout cas, sur les informations qui peuvent être obtenues à partir de la station existante de l'OFEV.

Une station de mesure du débit de la Grande Eau au Sepey permettrait de donner une alerte avec un gain de temps important par rapport aux stations situées à Aigle. Il s'agirait cependant d'une mesure relativement lourde en considérant que le plan d'alerte est élaboré pour une période transitoire, en attendant la mise en œuvre de mesures constructives.

3.2 Hydrologie - vitesse de montée des crues

Une sélection d'hydrogrammes de crues enregistrés entre 1993 et 2009 sur la Grande Eau à Aigle est représentée ci-dessous.

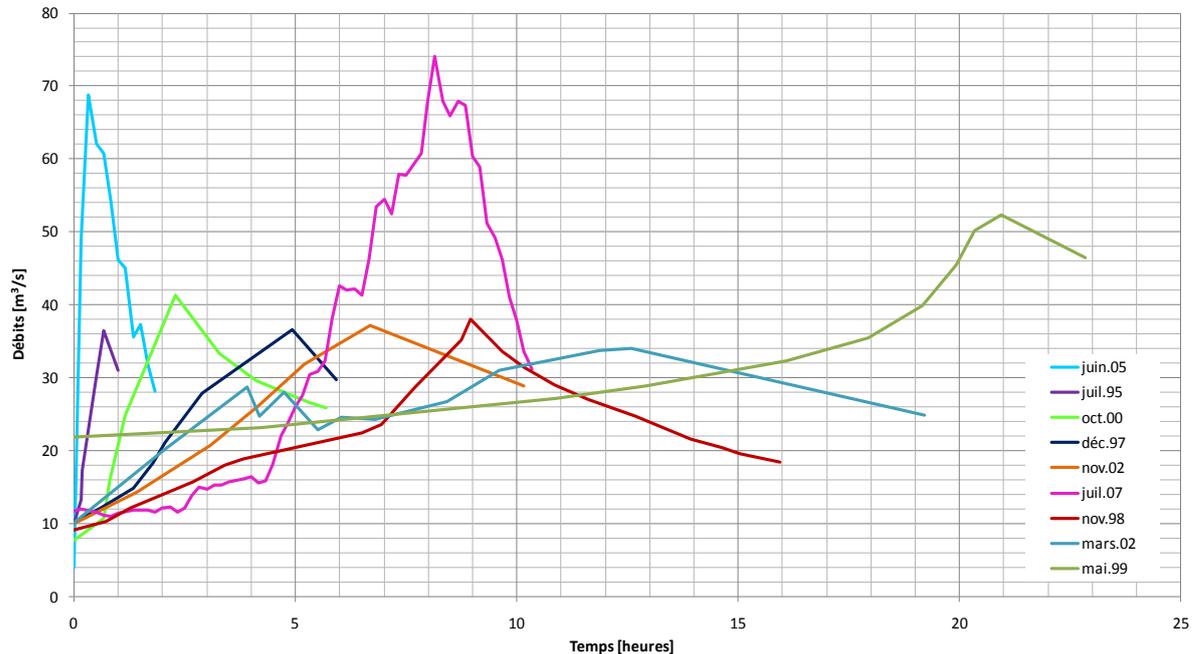


Figure 8 : évènements majeurs recensés sur la Grande Eau à Aigle entre 1993 et 2009

Cette figure illustre la grande diversité des crues recensées sur la Grande Eau à Aigle. D'une part, on constate que ces crues sont susceptibles d'apparaître quelle que soit la saison (les crues les plus fortes se produisant toutefois entre mai et octobre) et d'autre part, on constate de grandes variations en termes de montée des différentes crues ; en effet, alors qu'en juin 2005, la Grande Eau est passée de 10 à 70 m³/s en env. 20 minutes, en mai 99, une augmentation de 30 m³/s de débit (de 22 m³/s à 52 m³/s) s'est échelonnée sur plus de 20 heures.

Cette analyse montre qu'il n'est pas vraiment possible de donner une estimation du temps à disposition pour la mise en place de mesures d'urgence à partir du moment où la Grande Eau dépasse un seuil d'alerte donné (premier niveau). Il faudra toutefois que les mesures retenues dans le cadre du plan d'alarme (ou du moins un premier paquet de mesures) puissent être mises en place très rapidement (quelques dizaines de minutes, plutôt que quelques heures), de manière à réduire les risques des zones les plus sensibles pour un maximum d'évènements.

3.3 Seuils d'alerte

La définition des différents niveaux d'alerte / alarme / évènement (en termes de débit de la Grande Eau) doit prendre en compte les éléments suivants :

1. Le temps nécessaire à la mise en œuvre de mesures d'intervention ;
2. Le temps de montée probable des crues, duquel dépend le temps à disposition entre deux niveaux d'alerte successifs ;
3. Les temps de retour associés aux débits retenus, afin de s'assurer que l'alerte – voire l'alarme – ne soient pas donnés trop fréquemment.

La crue annuelle (médiane) étant de l'ordre de 40 m³/s, un niveau de préalerte fixé à 45 m³/s permettrait de réduire la fréquence des préalertes à environ une fois tous les 3 à 5 ans en moyenne.



D'un autre côté, un débit de $80 \text{ m}^3/\text{s}$, surtout s'il est accompagné de charriage (sédiments transportés sur le fond du lit) peut commencer à provoquer des inondations. Il serait souhaitable de disposer d'observateurs sur le terrain pour confirmer le début d'un phénomène d'inondation (ou autres) à ce moment. Mis à part la prise de position sur le terrain, d'autres mesures devraient cependant déjà avoir été prises dans la mesure du possible lorsqu'un événement se produit (préparation d'engins d'intervention, fermeture des accès, préparation de la sécurisation et de l'alerte à la population, etc.).

La figure ci-dessous, qui est basée sur des hydrogrammes de crue synthétiques, donc théoriques (il faut tenir compte de la grande variabilité des temps de montée observée dans la réalité, dont il a été question ci-dessus), montre la plage des seuils envisageables de préalerte, alerte, etc., en termes de débit, et les implications sur les temps disponibles dans le cas d'une crue "moyenne".

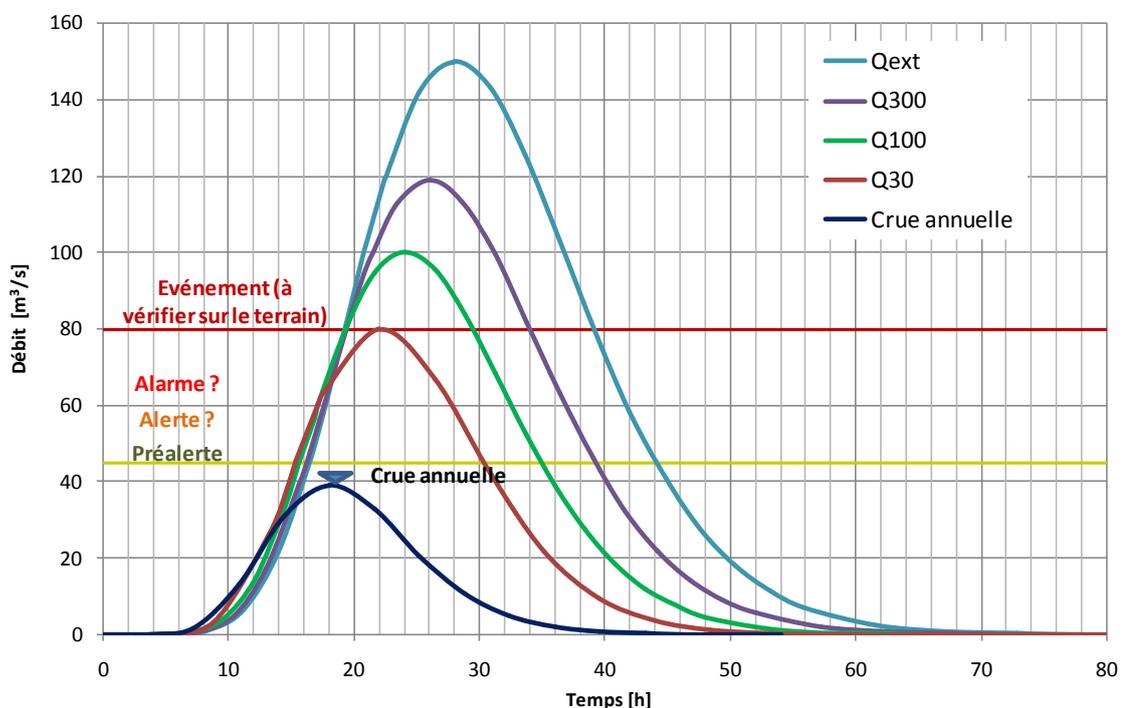


Figure 8 : Hydrogrammes de crue standardisés avec seuils d'alerte possibles

4 Conclusions

Tant que des mesures constructives n'auront pas été mises en œuvre pour réduire le danger d'inondation de la Grande Eau sur le territoire des communes d'Aigle et d'Yvorne, des phénomènes de débordement et de rupture des digues, avec ou sans embâcles, peuvent avoir lieu pour des crues dont le temps de retour est inférieur à 100 ans (à partir de 30 ans de période de retour).

Ces phénomènes mettent notamment en danger la partie Nord de l'agglomération d'Aigle (entre autres la zone de villas du Chemin des Salines) et une partie du territoire de la commune d'Yvorne située le long de la Route de Lausanne. Ces deux zones pourraient être inondées en l'espace de 15 à 30 minutes après le début des déversements. A travers les passages sous les voies CFF, les inondations peuvent se propager vers des zones d'immeubles d'habitation appartenant à l'agglomération d'Aigle.



La station de mesure des débits de l'OFEV, située sur la Grande Eau à Aigle, constitue une source d'information propice pour détecter à distance et en temps réel les crues qui pourraient mener à des débordements.

Le temps disponible entre l'identification d'une crue qui pourrait devenir dangereuse (caractérisée par exemple par un débit légèrement supérieur à celui d'une crue annuelle moyenne) et le début des déversements dans les zones urbanisées peut être de quelques dizaines de minutes comme de plusieurs heures. Afin de pouvoir répondre à un maximum de scénarios de crue (ou du moins à la plus grande partie d'entre eux), les mesures de base à prévoir dans le cadre du plan d'alarme devront donc nécessairement être plutôt légères. Il semble par ailleurs indiqué de regrouper certains des niveaux d'alerte usuellement établis (préalerte – alerte – alarme – événement).

STUCKY SA

Ali Neumann
Chef de projet

Caroline Verrey
Ingénieur d'étude