



**Expertise**

## **COMMUNE DE MORGES**

**Dangers liés aux crues de la Morge dans le voisinage immédiat  
du PPA 'Parc des Sports'**

**Janvier 2012**



### **B+C Ingénieurs SA**

Avenue du Casino 45  
1820 Montreux  
Tél 021 966 10 80  
[mail@bcing.ch](mailto:mail@bcing.ch)

Place du Marché 6  
1860 Aigle  
Tél 024 468 10 80  
[mail@bcing.ch](mailto:mail@bcing.ch)

## I Introduction et contexte de l'étude

Selon la carte indicative des dangers du canton de Vaud, le périmètre concerné par le PPA 'Parc des Sports' à Morges se situe en zone inondable (cf. figure 1). Dans ce PPA il est question de réaliser un parking souterrain et une piscine couverte. Afin de faire avancer plus rapidement le projet de PPA, le bureau B+C ingénieurs a été mandaté pour fournir une anticipation de la carte des dangers liés aux inondations dans la zone concernée. Des indications sur les hauteurs d'eau et les vitesses escomptées dans la zone du PPA doivent aussi être fournies. Des recommandations en matière de protection des nouvelles installations contre les inondations sont également attendues. Elles font l'objet d'un document séparé.

## 2 Etude hydraulique de la Morges entre la chute des eaux minérales et l'embouchure dans le lac

Pour l'élaboration des cartes des dangers on utilise le modèle hydraulique de la Morges développé par le bureau B+C ingénieurs en novembre 2010 (cf. 'Etude hydraulique de la Morges', B+C ingénieurs, 10 novembre 2010). Le lecteur peut faire référence à ce document pour plus de détails techniques.

Le modèle hydraulique a été développé avec le logiciel HEC-RAS sur la base des levés fournis par la commune. Pour quantifier les débits déversés à gauche et à droite le long du cours d'eau, les berges ont été assimilées à des déversoirs latéraux. La variation du lit de la rivière due au transport solide a également été prise en compte.

Les données hydrométriques de la station sise sur la Morges dans le voisinage de la patinoire couvrent une période d'environ 14 ans entre 1996 et 2009. Les débits de pointe pour chaque temps de retour (cf. tableau 1) ont été obtenus par analyse statistique des débits historiques. Les valeurs obtenues sont équivalentes à celles fournies par la base de données GESREAU du canton de Vaud. La crue extrême est égale à 1.5 fois la crue centennale.

$Q_{30}$	$Q_{100}$	$Q_{300}$	$Q_{\text{extrême}}$
23.6 m <sup>3</sup> /s	28.35 m <sup>3</sup> /s	32.6 m <sup>3</sup> /s	42.5 m <sup>3</sup> /s

Tableau 1: Débits de pointe pour les différents temps de retour.

## 3 Topographie de la zone et directions préférentielles d'écoulement

Sur fond d'orthophoto, la figure 2a permet de positionner la zone du centre ville de Morges. Les flèches rouges indiquent les directions préférentielles d'écoulement développées sur la base du modèle numérique des altitudes du canton de Vaud (1x1 mètre). En bas à droite de la rivière on retrouve le périmètre concerné par le PPA 'Parc des Sports' (ligne verte). Le modèle numérique des altitudes de la même zone est montré dans la figure 2b. En amont de la voie CFF, la rivière s'écoule dans une vallée bien définie capable de confiner les éventuels débordements.

Entre la voie CFF et l'avenue Paderewsky, le terrain penche vers la gauche. Les eaux débordées en rive gauche sur ce tronçon ont donc tendance à s'étaler dans le centre ville. Sur ce tronçon la berge droite de la rivière est complétée par un muret qui est plus haut (environ 1 mètre) que le terrain naturel. Le retour des eaux débordées à droite dans la rivière n'est donc pas possible. Les

eaux débordées continuent de s'écouler dans la rue des Vignerons à proximité de la rivière. Puisqu'elle penche à gauche, la topographie du terrain limite l'étalement des eaux débordées sur la droite.

L'avenue Paderewsky descend de la droite vers la gauche. Les eaux qui coulent dans la rue des Vignerons empruntent l'avenue Paderewsky et se dirigent vers le centre ville. Elles se propagent également vers l'aval et envahissent le périmètre du PPA 'Parc des Sports' ainsi que le 'Parc de l'Indépendance'. Compte tenu de la vitesse de l'écoulement des eaux dans la rue des Vignerons, on peut partir du principe que la majorité des débordements va continuer tout droit en direction du PPA.

En aval de l'avenue Paderewsky, le terrain est plat et les berges de la rivière sont au niveau du terrain naturel. Si le niveau d'eau dans la rivière le permet, une partie des eaux débordées plus en amont peut donc retourner dans le cours d'eau, le solde s'étale à droite dans le périmètre du PPA 'Parc des Sport' et à gauche dans le 'Parc de l'Indépendance'. La figure 3 illustre ces processus d'inondation (flèches jaunes). Il faut maintenant établir les points de débordement de la rivière ainsi que les quantités déversées.

### 4 Estimation des débits débordés : scénario de base

Pour un temps de retour donné, on appelle 'scénario de base' celui qui considère le débit liquide et le transport solide. Ce scénario a été pris en compte lors de l'étude hydraulique de la Morges. Le tronçon de rivière entre la chute des eaux minérales et l'embouchure dans le lac est enjambé par plusieurs ponts et passerelles que l'on peut visualiser sur le profil en long de la figure 4a. En règle générale, ce sont les rétrécissements induits par ces ouvrages qui provoquent les débordements. Les points de débordement pour les différents temps de retour sont indiqués par les flèches de la figure 4a (toutes berges confondues). La figure 4b fournit une vue en plan avec ces mêmes points de débordement, on peut aussi distinguer les déversements à gauche et à droite.

Pour un temps de retour de 30 ans il y a débordement au droit de la passerelle du Floréal et du pont sous l'avenue Paderewsky. Ces débordements se produisent de préférence en rive droite. Des petits débordements se produisent également en aval de l'avenue Paderewsky, les eaux débordées se répartissent à gauche et à droite de la rivière.

Pour un temps de retour de 100 ans on ajoute aux débordements mentionnés ci-dessus, un débordement entre la passerelle du Floréal et le pont sous l'avenue Paderewsky. Ce débordement se produit principalement en rive gauche. Les mêmes points de débordement sont à déplorer pour un temps de retour de 300 ans. Les débits déversés sont cependant plus importants.

Pendant une crue extrême les débordements commencent plus à l'amont, au droit de la passerelle du centre commercial (de préférence en rive gauche) et au droit du Pont Neuf (de préférence en rive droite). Les flèches rouges de la figure 5 indiquent les directions préférentielles d'écoulement des eaux débordées lors d'une crue extrême.

### 5 Estimation des débits débordés : facteurs aggravants

Pour l'élaboration des cartes des dangers, il faut considérer aussi les facteurs aggravants qui peuvent intervenir pendant une crue. Quelques exemples de facteurs aggravants sont les embâcles des ouvrages et du lit de la rivière provoqués par les flottants ainsi que par l'effondrement des berges ou des versants à proximité de la rivière. Ces facteurs aggravants ne sont pas toujours certains et peuvent être indépendants du débit dans la rivière. Nous devons

introduire une règle simple permettant de dégager une probabilité ajustée du scénario de base lorsque ce dernier est combiné avec des facteurs aggravants. Par exemple si le scénario de base a un temps de retour de 30 ans et l'embâcle d'un pont a 1 chance sur 10 de se produire, alors le temps de retour du scénario grimpe à 300 ans.

Avec des flottants disponibles (berges boisées et instables), des embâcles des ponts ou des passerelles peuvent se produire quand le tirant d'air sous l'ouvrage est suffisamment petit ou encore quand l'ouvrage provoque un rétrécissement significatif de l'écoulement. En règle générale, quand le tirant d'air sous le pont est inférieur à  $\frac{1}{2}$  mètre on part du principe qu'un embâcle peut se produire. Il faut alors prendre en compte une obstruction partielle ou complète de l'ouvrage. Cette obstruction se matérialise par un rétrécissement vertical du gabarit sous le radier du pont, cette épaisseur d'obstruction peut facilement atteindre les 2 mètres. L'épaisseur de l'embâcle diminue (environ 1 mètre) quand le tirant d'air est compris entre  $\frac{1}{2}$  et 1 mètre. Si le tirant d'air disponible dépasse le mètre, on part du principe que le risque d'embâcle est négligeable.

Dans le tronçon en amont de la voie CFF on a repéré différentes sources de flottants. On mentionne en particulier les bois accumulés dans le lit majeur de la rivière (cf. photo [a] de la figure 6) et le versant instable en rive droite de la rivière (cf. photo [b] de la figure 6). Il n'y a pas de structures de captage de flottants en amont de l'entrée en ville. Il est donc probable que, pendant une crue, des flottants soient transportés par la rivière vers le centre ville. Tous les ponts sont équipés d'une barrière en métal qui laisse passer l'eau, mais pas les flottants. Le transit de flottants à l'aval d'un pont bloqué est difficile. Il n'y a pas de sources de flottants en aval du passage sous la voie CFF.

Pour un temps de retour de 30 ans, la condition hydraulique précitée sur le tirant d'air est satisfaite par plusieurs ponts. L'annexe A énumère les différentes obstructions possibles pour chaque scénario de base tout comme la probabilité finale attribuée à chacun d'entre eux. Les scénarios retenus sont décrits ci-dessous.

Le pont sous l'avenue Paderewsky est constitué de deux parties, une plus moderne, rectangulaire, et une autre plus ancienne, avec une voûte (cf. photo [c] de la figure 6). Déjà pour un temps de retour de 30 ans, la voûte provoque un rétrécissement important de l'écoulement. De plus, le tirant d'air sous ce pont, est inférieur à 0.5 mètres. Il est donc très probable d'avoir assez de flottants pour obstruer ce pont.

Des volumes significatifs de matériaux sont charriés vers l'aval pendant une crue. Le ralentissement provoqué par l'obstruction partielle du pont en question provoque un alluvionnement important. L'accumulation de ces matériaux peut donc contribuer au blocage total du pont concerné.

Pour tous les temps de retour on retient le scénario qui considère le blocage total du pont sous l'avenue Paderewsky. Il s'agit du scénario aggravant le plus probable. Il est également le plus contraignant pour la zone qui nous intéresse. En amont du pont bloqué, on retrouve les mêmes points de débordement que pour les scénarios de base alors que la totalité du débit dans la rivière sort de son lit au droit du pont sous l'avenue Paderewsky. Les points de débordement pour les différents temps de retour sont indiqués par les flèches de la figure 7a (toutes berges confondues). La figure 7b fournit une vue en plan avec ces mêmes points de débordement, on peut aussi distinguer les déversements à gauche et à droite.

La berge droite de la rivière juste en amont de ce pont est plus basse que celle de gauche (cf. photo c de la figure 6). La majorité de l'eau déverse à droite vers la rue des Vignerons et sur le tablier du pont. Un petit déversement se produit également en rive gauche. Une grande partie des eaux déversées traverse l'avenue Paderewsky et se dirige vers le périmètre du PPA 'Parc des

Sports' à droite et vers le 'Parc de l'Indépendance' à gauche. Le solde emprunte l'avenue Padereswky, à droite et à gauche du pont. Les eaux qui se dirigent vers la gauche vont inonder le centre ville. En aval de la passerelle 378 une partie des eaux débordées revient dans la rivière (cf. flèches jaunes de la figure 8).

### **6 Cartes des inondations liées aux débordements de la Morges en aval du passage sous la voie CFF**

Les cartes des inondations annexées à ce document ont été établies pour les temps de retour de 30, 100 et 300 ans ainsi que pour la crue extrême. Ces cartes fournissent l'étendue des inondations liées aux débordements de la Morges en aval du passage sous la voie CFF pour les scénarios considérés. On rappelle au lecteur qu'en amont du passage précité les débordements restent confinés dans la vallée.

Pour mieux guider le lecteur on indique dans les cartes des inondations les débits déversés aux différents endroits. Le débordement le plus important se produit au droit du pont sous l'avenue Paderewsky que l'on considère comme obstrué dans tous les scénarios. Les eaux déversées traversent l'avenue Paderewsky pour se propager ensuite vers l'aval. Une indication de la répartition des débits en aval de cette avenue est aussi fournie dans les mêmes cartes.

Pour un temps de retour de 30 ans, le premier débordement se produit au droit de la passerelle du Floréal. Une partie des eaux débordées s'étale à gauche dans le sentier du Floréal, le solde reste confiné à droite dans la rue des Vignerons. Au droit du pont sous l'avenue Paderewsky on a un débordement de  $18.3 \text{ m}^3/\text{s}$  qui vient s'ajouter aux  $2.7 \text{ m}^3/\text{s}$  qui s'écoulent dans la rue des Vignerons ( $Q$  dans la rue). En considérant la topographie du lieu on a fait des hypothèses sur la loi de répartition des débits déversés sur l'avenue Paderewsky :

- Q1 débit qui emprunte l'avenue Paderewsky à la droite du pont et dont une partie peut se diriger vers le PPA 'Parc des Sports' ;
- Q2 débit qui se dirige vers le parking et s'étale dans la zone du PPA 'Parc des Sports' ;
- Q3 débit qui emprunte la promenade G. Guisan et retourne dans la rivière plus en aval ;
- Q4 débit qui traverse l'avenue Paderewsky et retourne dans la rivière juste en aval de celle-ci ;
- Q5 débit qui s'étale dans la place Dufour ;
- Q6 débit qui reste dans l'avenue Paderewsky à gauche du pont pour s'étaler ensuite dans le centre ville ;

Le débit total,  $Q$  amont, se répartit donc entre les débits déversés à gauche, et les débits Q1 à Q6 qui se répartissent au droit du pont sous l'avenue Padarewsky. Le débit dans la rivière à l'aval du retour ( $Q$  aval) est égal à la somme entre Q3 et Q4. La répartition des débits déversés au droit du pont sous l'avenue Paderewsky se fait de manière similaire pour les différents temps de retour.

Pour des temps de retour de 100 et de 300 ans on retrouve les mêmes déversements que pour un temps de retour de 30 ans. Pour la crue extrême, il faut déplorer deux débordements supplémentaires, le premier au droit de la passerelle du centre commercial ( $2.06 \text{ m}^3/\text{s}$ ), de préférence vers la gauche, et le deuxième au droit du Pont Neuf ( $1.58 \text{ m}^3/\text{s}$ ), de préférence vers la droite. Le débit total qui déverse directement vers le périmètre du PPA 'Parc des Sports' varie entre  $Q2 = 6.3 \text{ m}^3/\text{s}$  pour une  $Q30$  et  $Q2 = 10.6 \text{ m}^3/\text{s}$  pour une crue extrême. Pour la  $Q100$  et la  $Q300$  ce débit est  $Q2 = 7.4 \text{ m}^3/\text{s}$  et  $8.5 \text{ m}^3/\text{s}$  respectivement. Au débit déversé directement vers le périmètre du PPA se rajoute une partie plus ou moins importante du débit Q1.

## **7 Cartes des intensités et des dangers liés aux inondations dans la zone du PPA 'Parc des Sports'**

Dans les cartes des intensités pour des temps de retour de 30, 100 et 300 ans, on fournit une indication des vitesses et des hauteurs d'eau escomptées à l'intérieur du périmètre du PPA 'Parc des Sports' (cf. cartes annexées à ce document). Sur l'avenue Paderewsky, et juste en aval de celle-ci, à proximité de la rivière, se concentre l'écoulement des eaux débordées. Dans cette zone, on retrouve des hauteurs d'eau et des vitesses importantes pour tous les temps de retour. En aval de la passerelle 378, une partie des eaux débordées, côté droit, retourne dans la rivière ; le solde s'étale en envahissant le terrain de foot et la piste d'athlétisme. En aval de la passerelle, le terrain devient plat et les vitesses associées à l'écoulement sont très faibles. Le terrain de foot se trouve en contrebas par rapport au terrain naturel, des profondeurs d'eau plus importantes sont donc à y déplorer.

Du terrain de foot, une grande partie des eaux reste confinée dans la promenade G. Guisan et se dirige vers le camping. Une petite partie se dirige vers le lac, en passant entre la piscine actuelle, rehaussée par rapport au terrain naturel, et la Morges. Pour un temps de retour de 300 ans la hauteur d'eau sur la promenade G. Guisan dépasse le demi-mètre et une intensité moyenne de l'inondation est à déplorer.

La carte des dangers annexée à ce document montre une large zone avec un niveau de danger moyen qui couvre le parking, le terrain de foot, la piste d'athlétisme, la promenade G. Guisan, un des terrains de tennis et le camping. La zone de la piscine n'est que partialement inondée pendant une crue extrême.



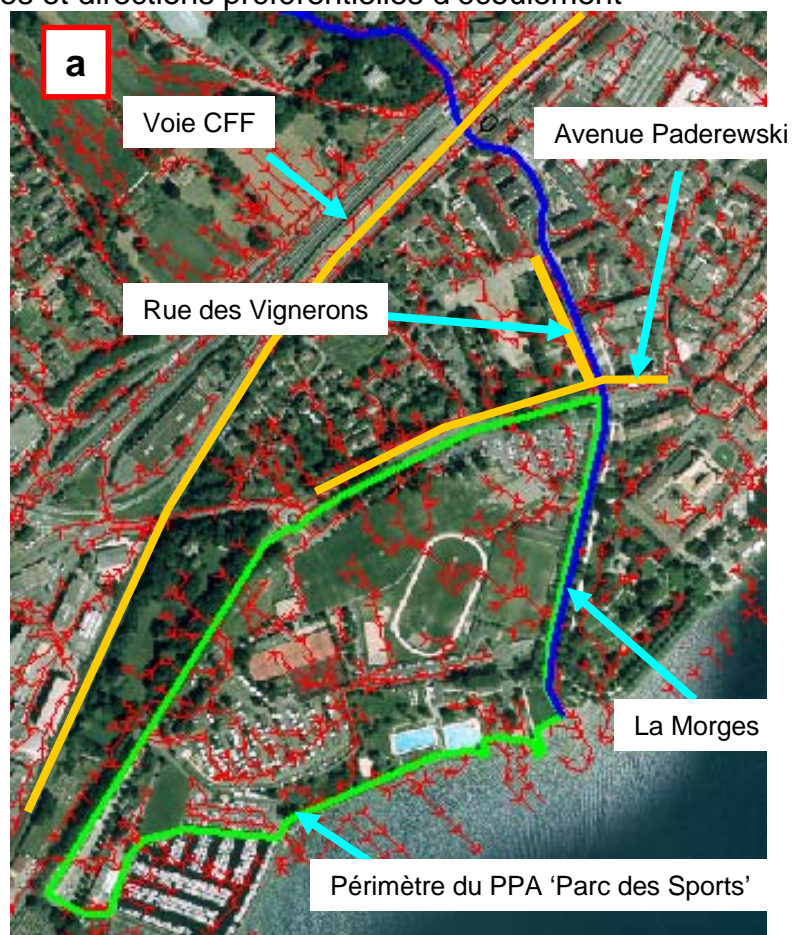
Figure 1: carte indicative des dangers liés aux inondations et emprise du projet







Figure 2: modèle numérique des altitudes et directions préférentielles d'écoulement














a. Sur fond d'orthophoto

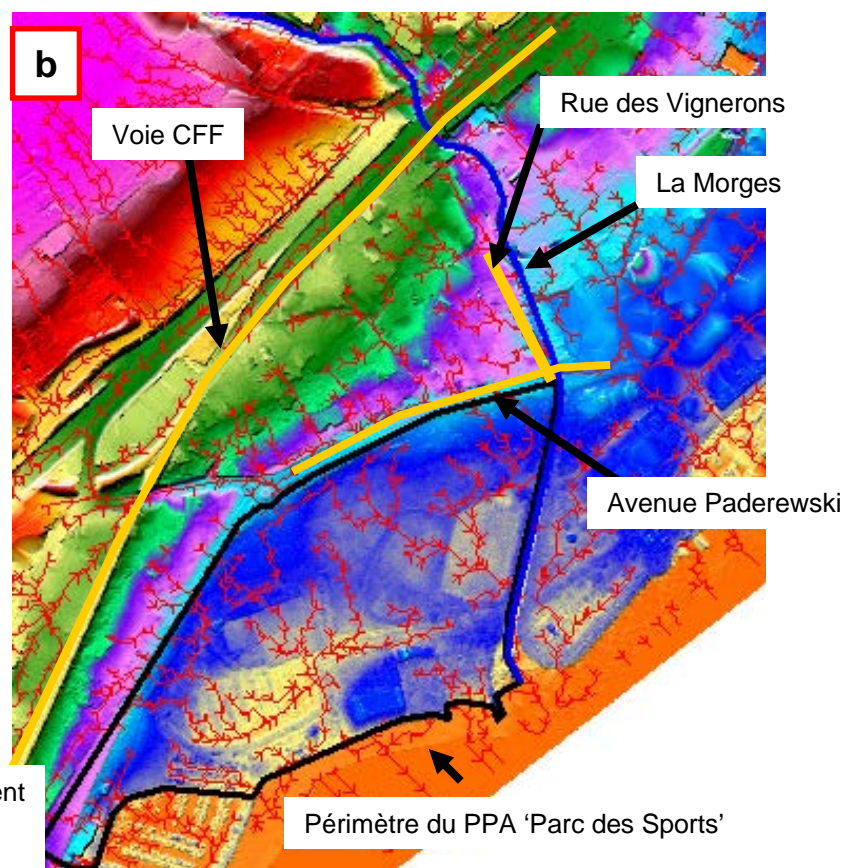


-  Directions préférentielles d'écoulement
-  Périmètre du PPA 'Parc des Sports'

b. Sur fond avec le modèle numérique des altitudes

Altitudes (msm)

	372.0000
	373.0000
	374.0000
	375.0000
	376.0000
	379.0000
	382.0000
	385.0000
	388.0000
	391.0000
	394.0000
	397.0000
	400.0000





-  Directions préférentielles d'écoulement
-  Périmètre du PPA 'Parc des Sports'



Figure 3: processus de l'inondation

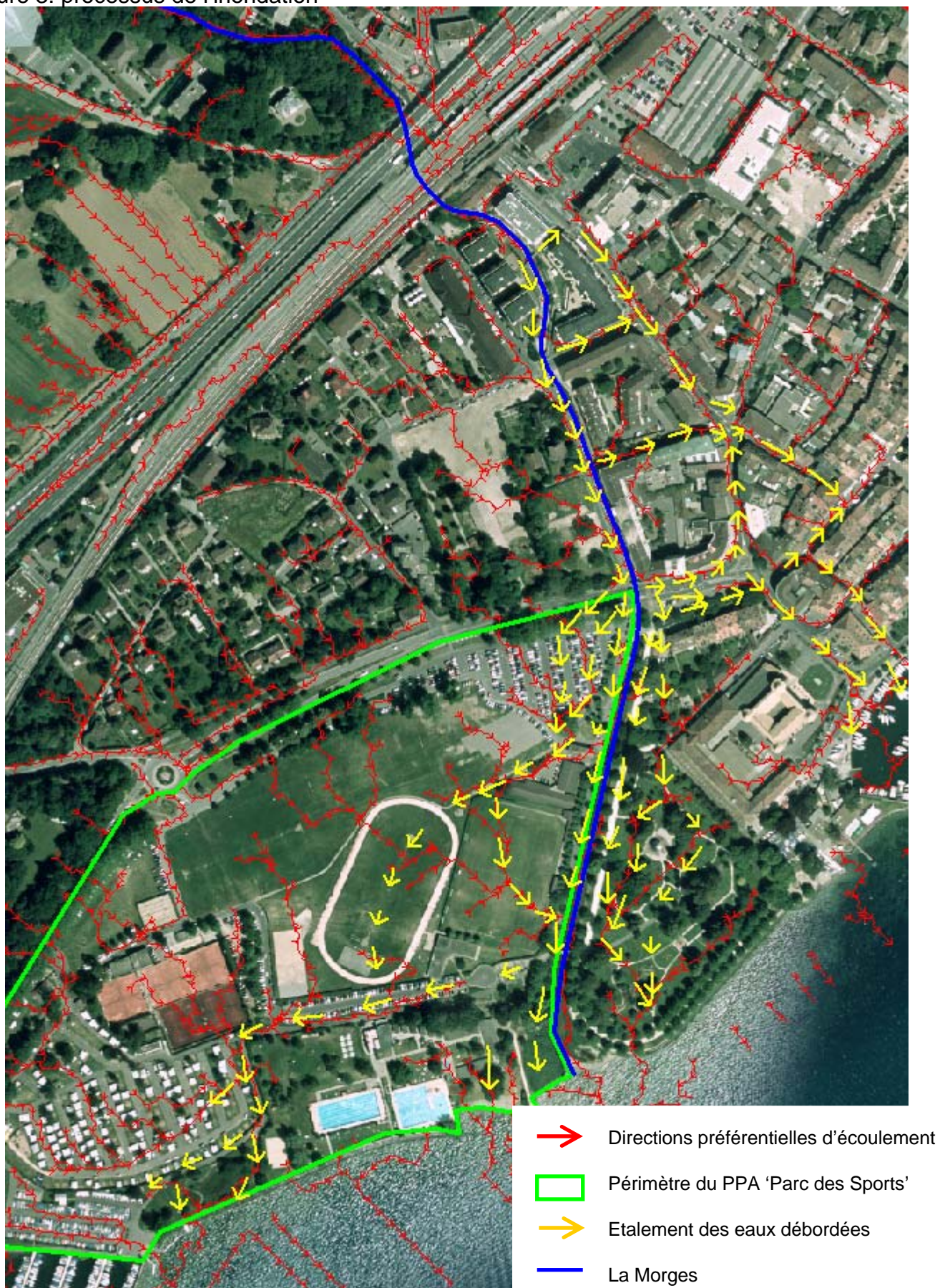




Figure 4: scénarios de base - points de débordement

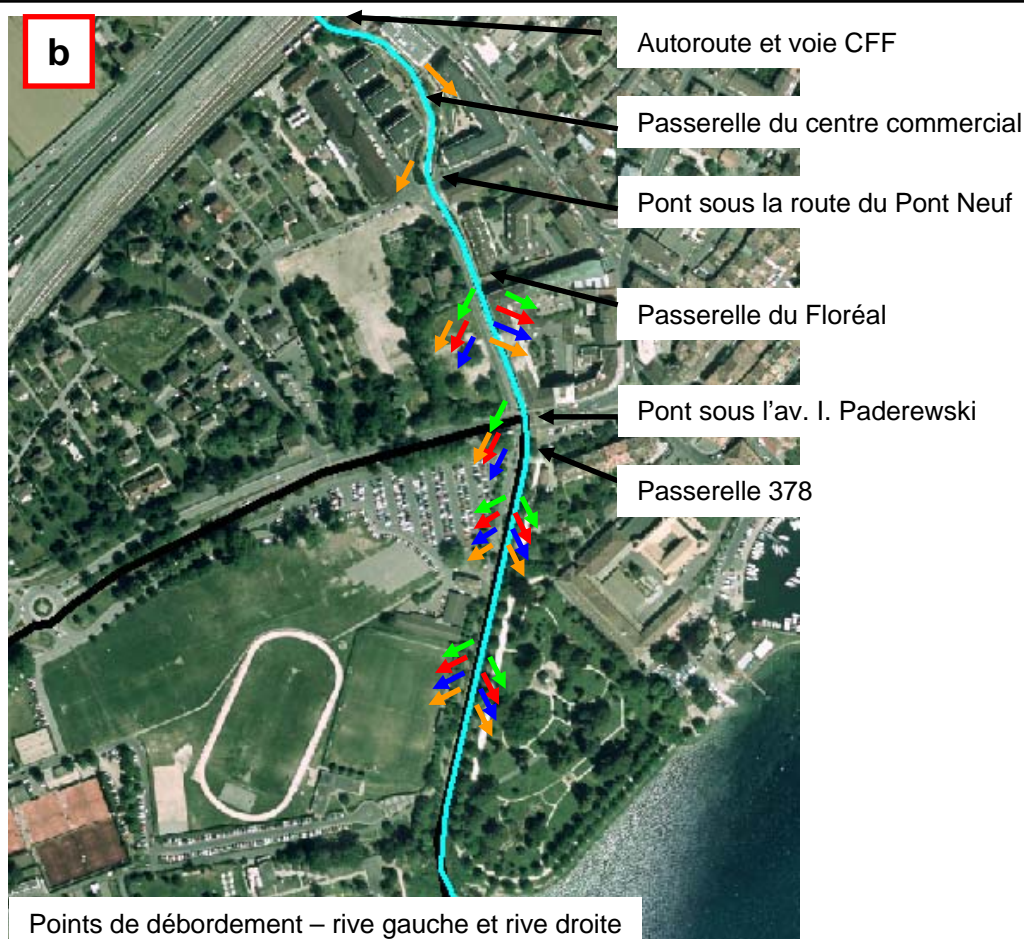
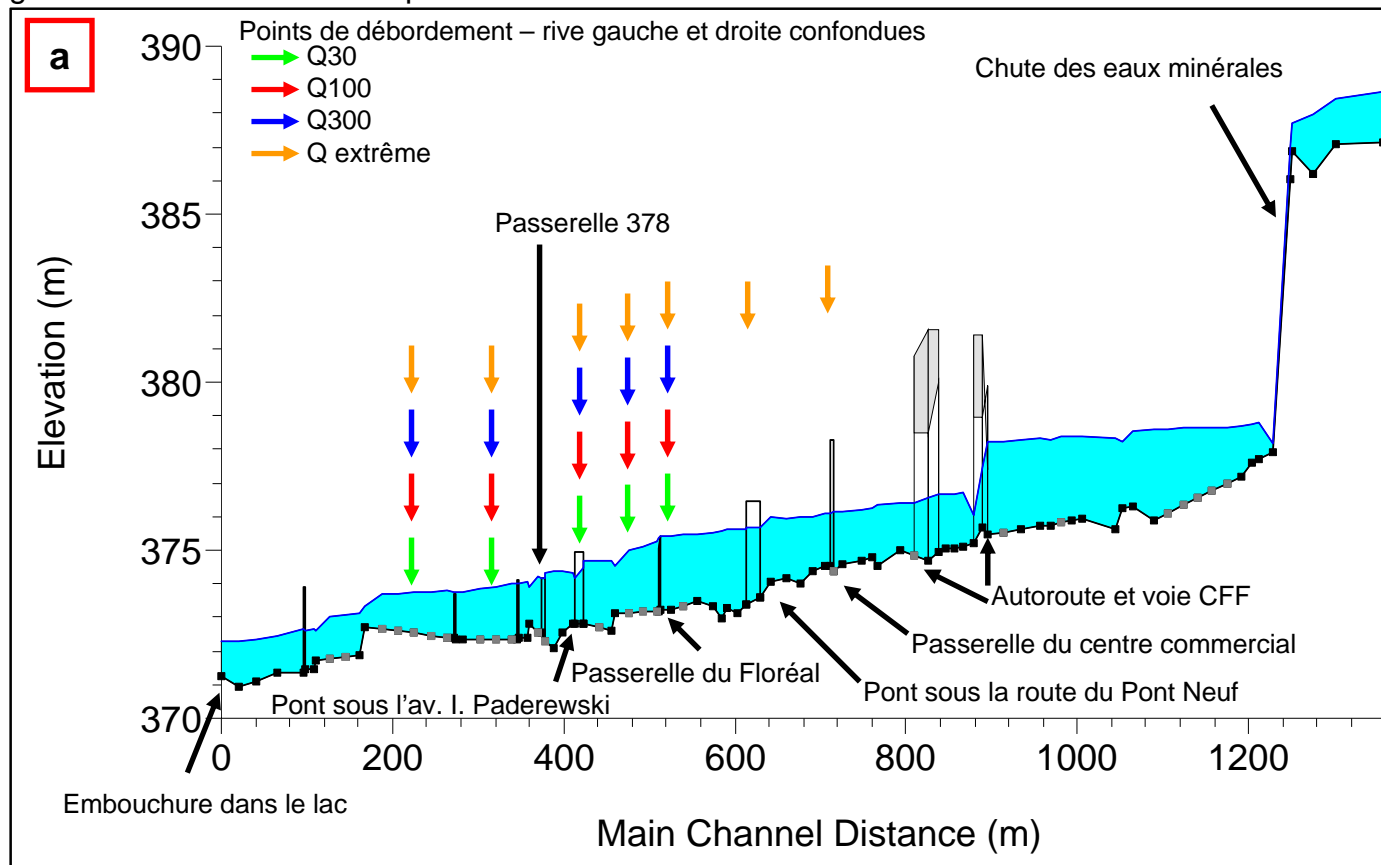
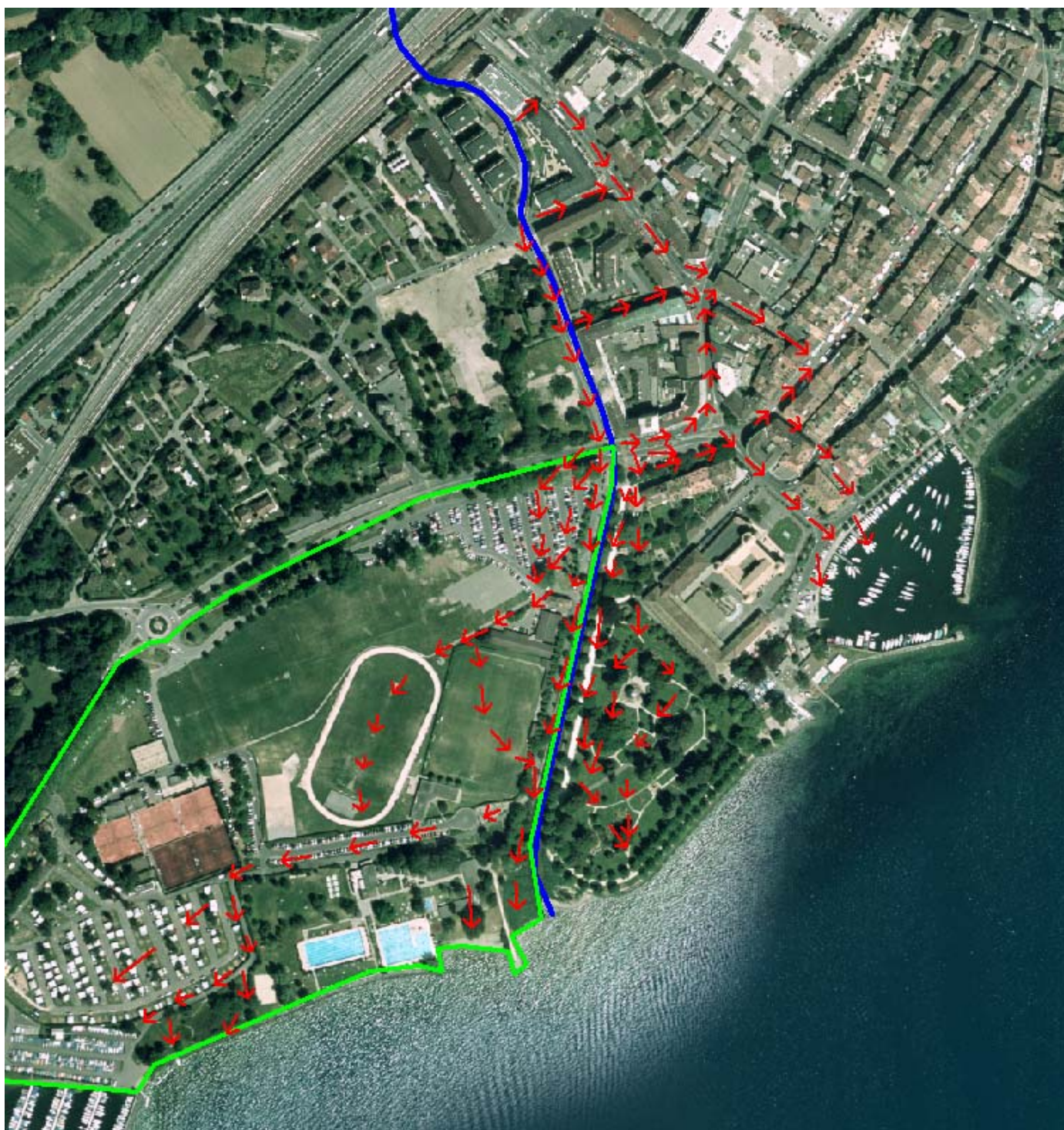




Figure 5: directions d'écoulement des eaux débordées: scénario de base pour une crue extrême



- La Morges
- Périmètre du 'PPA Parc des Sports'
- Etalement des eaux débordées pour le scénario de base (crue extrême)



Figure 6: facteurs aggravants, visualisation photographique

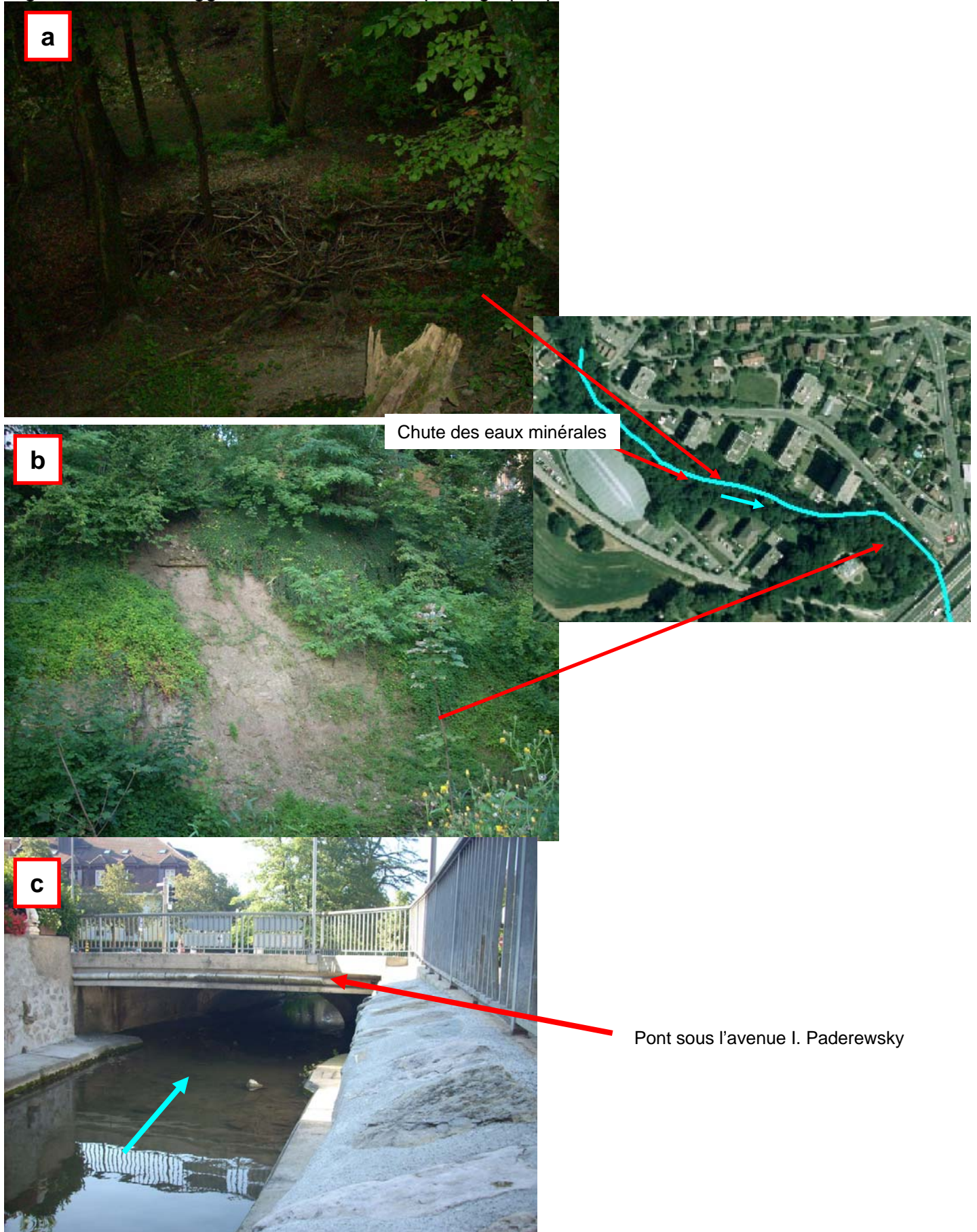


Figure 7: scénarios retenus - points de débordement

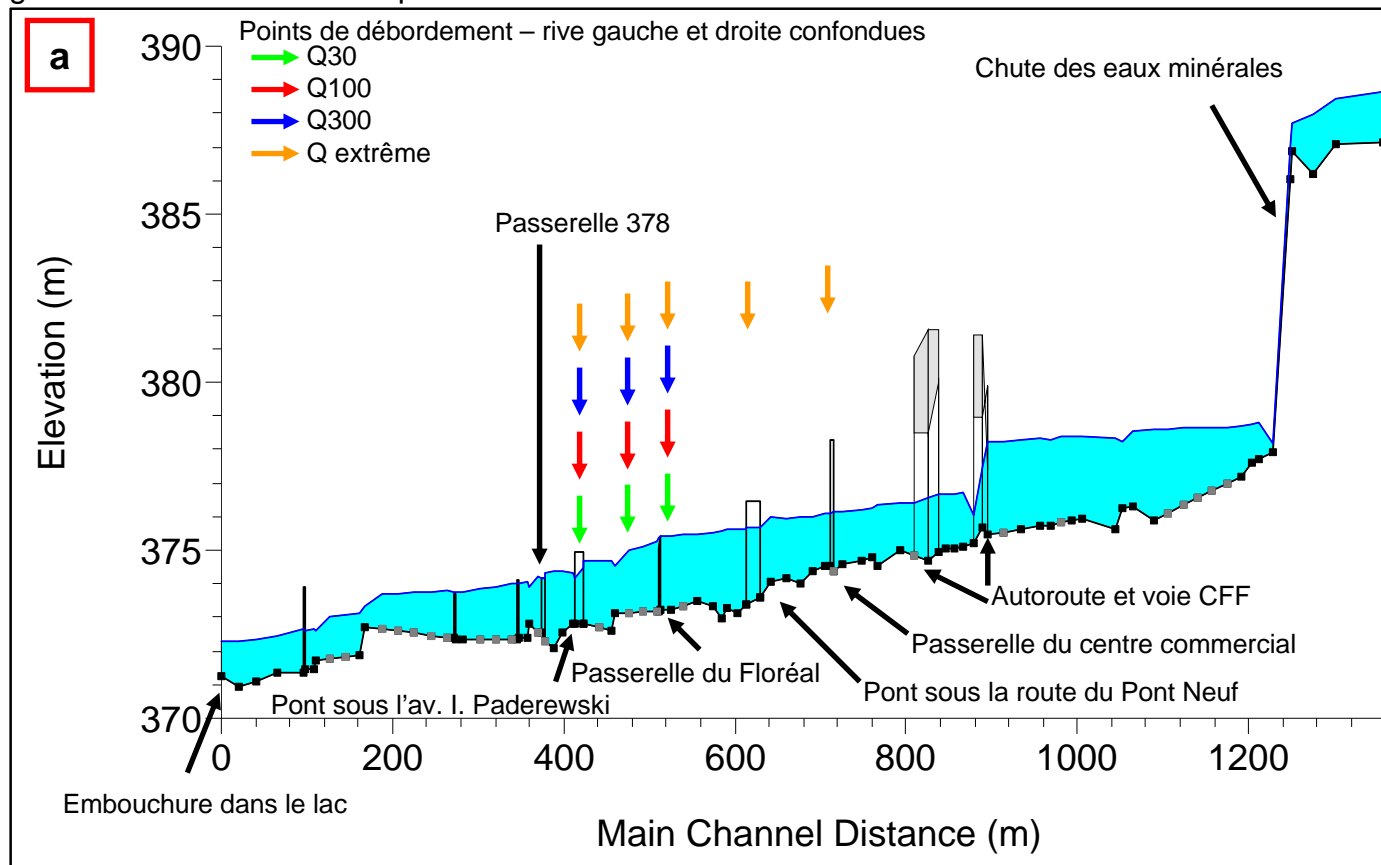
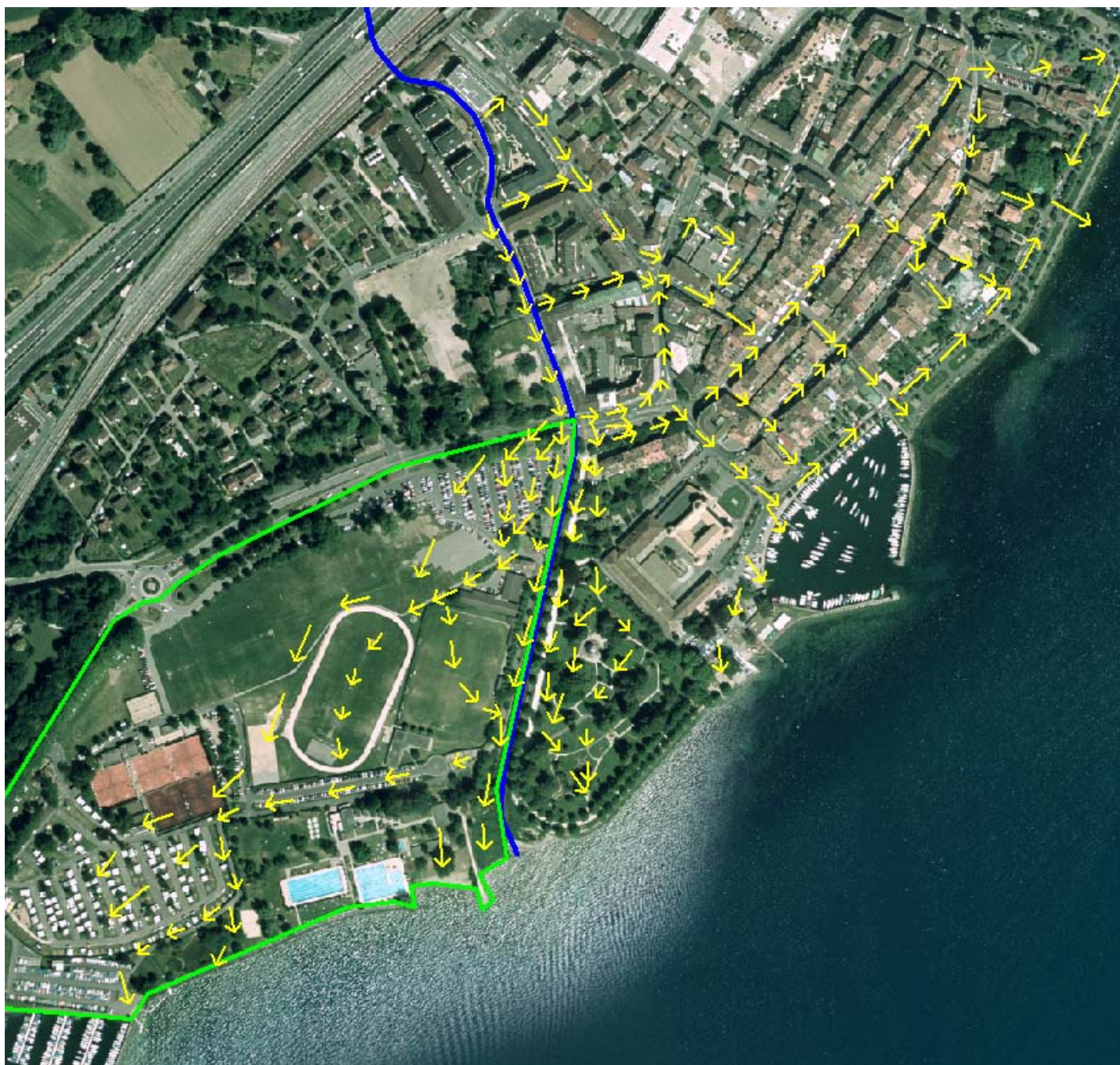


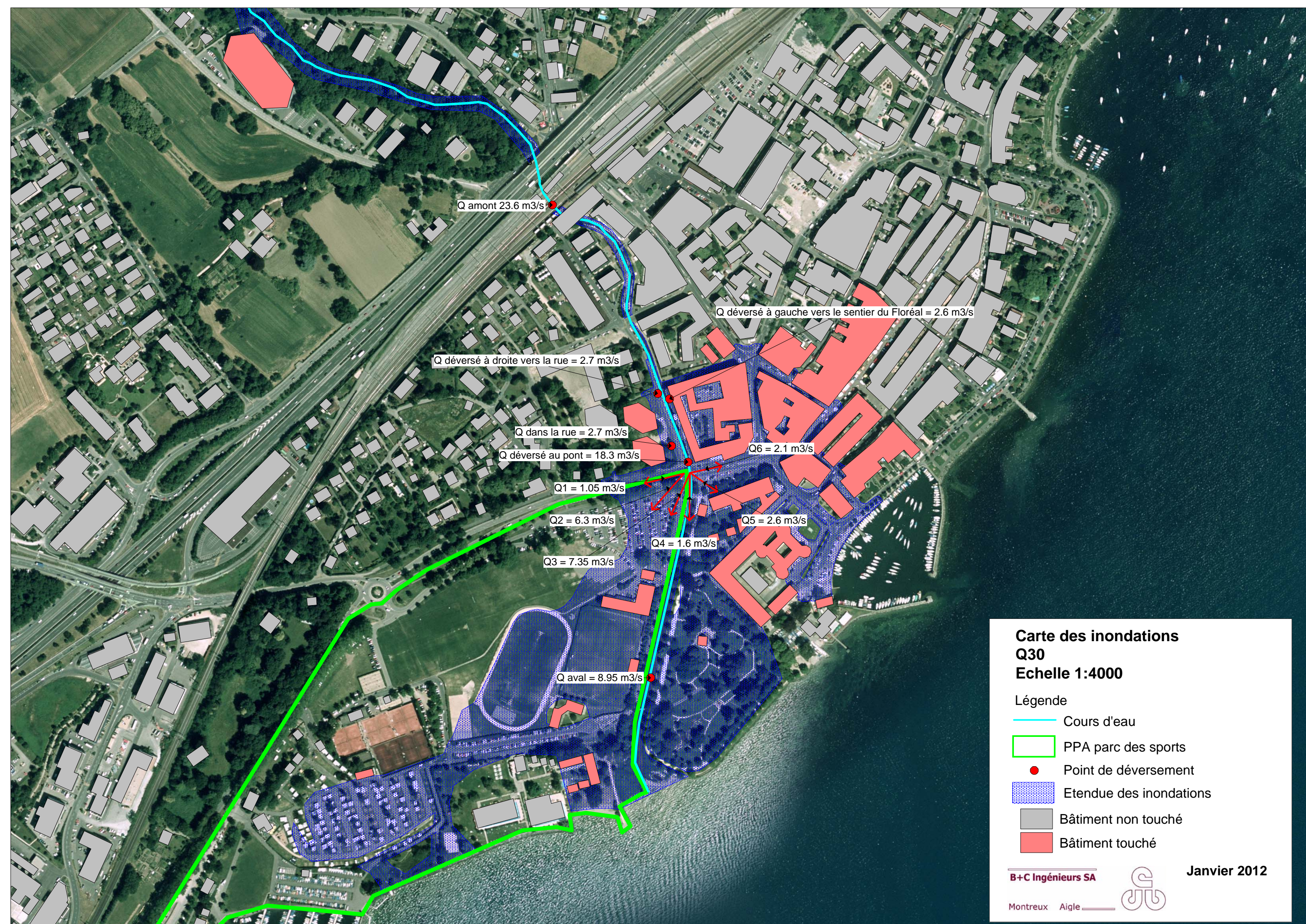


Figure 8: directions d'écoulement des eaux débordées: scénario retenu pour une crue extrême



- La Morges
- Périmètre du 'PPA Parc des Sports'
- Etalement des eaux débordées pour le scénario retenu (crue extrême)





Q amont 23.6 m3/s

Q déversé à gauche vers le sentier du Floréal = 2.6 m3/s

Q déversé à droite vers la rue = 2.7 m3/s

Q dans la rue = 2.7 m3/s

Q déversé au pont = 18.3 m3/s

Q6 = 2.1 m3/s

Q1 = 1.05 m3/s

Q2 = 6.3 m3/s

Q5 = 2.6 m3/s

Q4 = 1.6 m3/s

Q3 = 7.35 m3/s

Q aval = 8.95 m3/s

# Carte des inondations Q30 Echelle 1:4000

## Légende

- Cours d'eau
- PPA parc des sports
- Point de déversement
- Etendue des inondations
- Bâtiment non touché
- Bâtiment touché

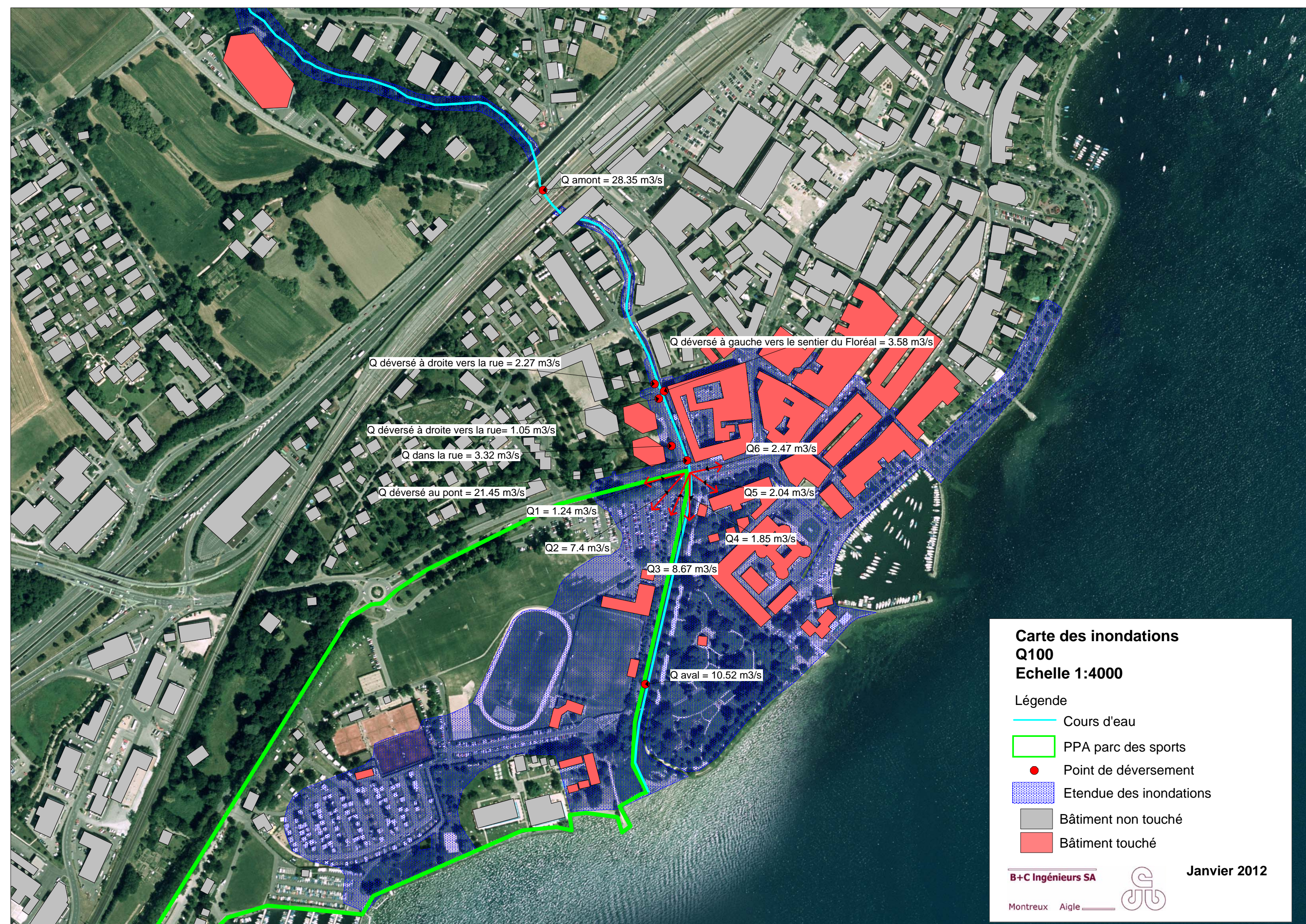
B+C Ingénieurs SA

Montreux Aigle






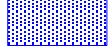


Janvier 2012





**Carte des inondations**  
**Q100**  
**Echelle 1:4000**

**Légende**

-  Cours d'eau
-  PPA parc des sports
-  Point de déversement
-  Etendue des inondations
-  Bâtiment non touché
-  Bâtiment touché

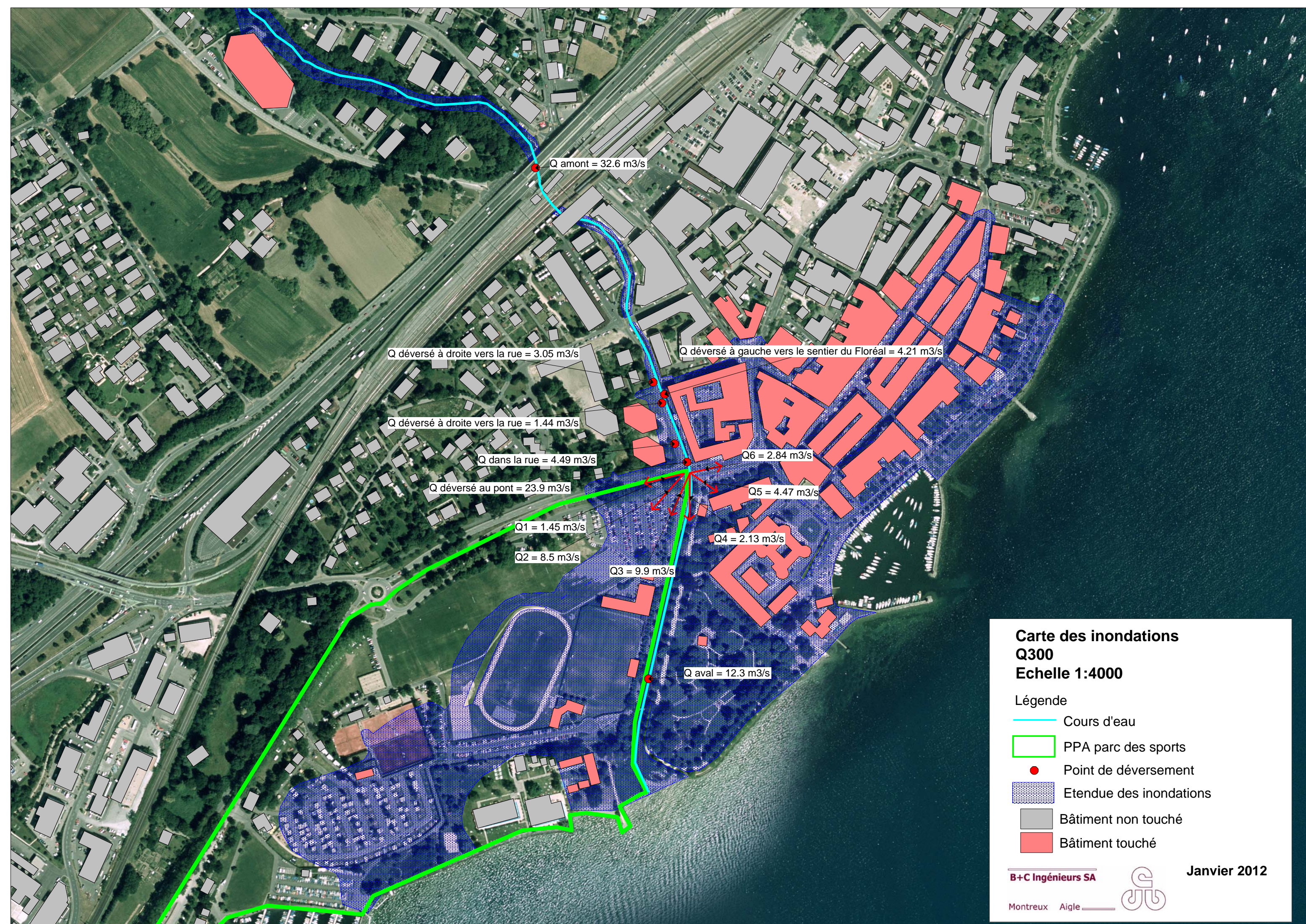
**B+C Ingénieurs SA**

Montreux Aigle






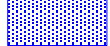


**Janvier 2012**





**Carte des inondations  
Q300  
Echelle 1:4000**

**Légende**

-  Cours d'eau
-  PPA parc des sports
-  Point de déversement
-  Etendue des inondations
-  Bâtiment non touché
-  Bâtiment touché

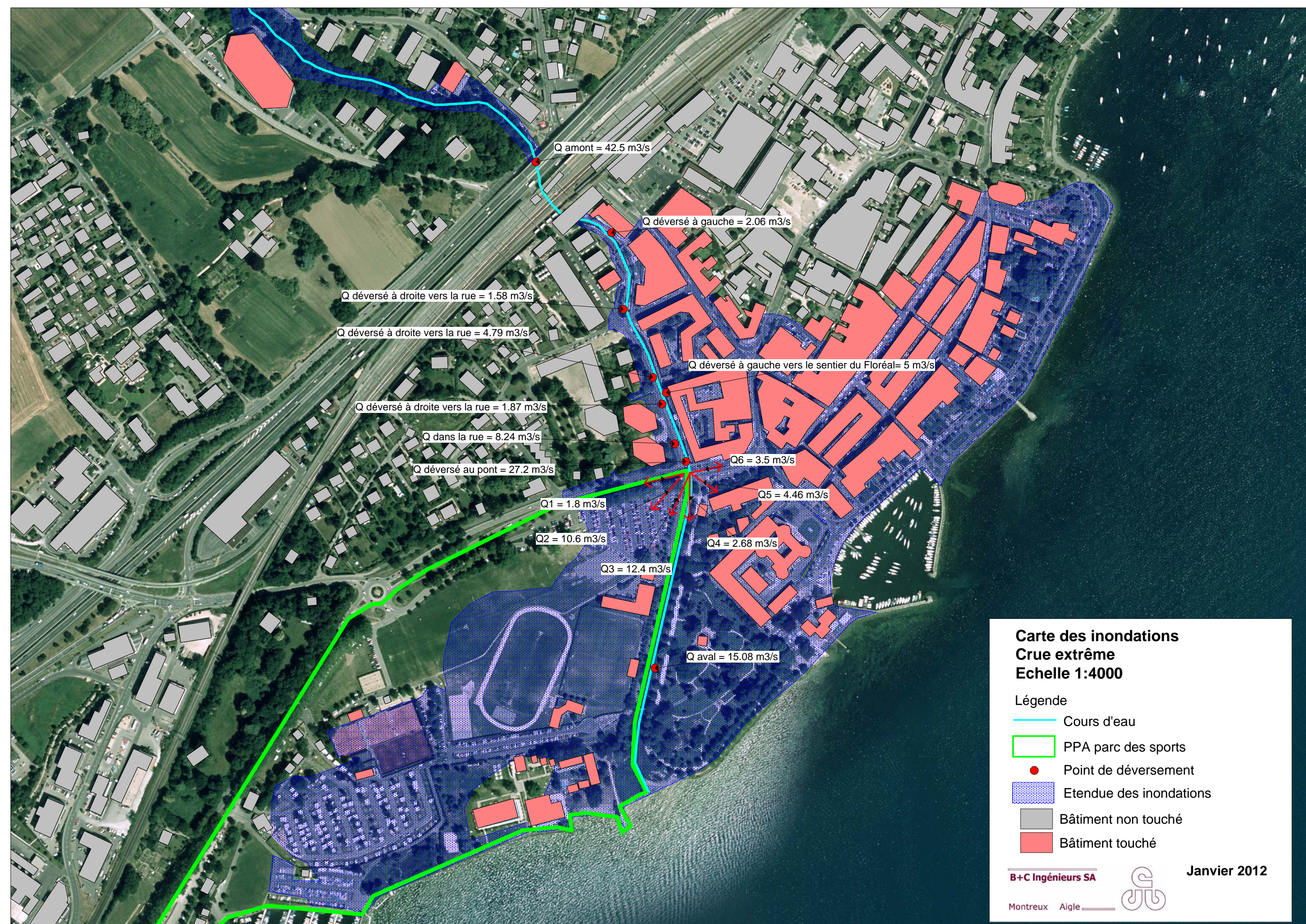
**B+C Ingénieurs SA**

Montreux Aigle



**Janvier 2012**





Q amont = 42.5 m3/s

Q déversé à gauche = 2.06 m3/s

Q déversé à droite vers la rue = 1.58 m3/s

Q déversé à droite vers la rue = 4.79 m3/s

Q déversé à gauche vers le sentier du Floréal= 5 m3/s

Q déversé à droite vers la rue = 1.87 m3/s

Q dans la rue = 8.24 m3/s

Q déversé au pont = 27.2 m3/s

Q6 = 3.5 m3/s

Q5 = 4.46 m3/s

Q1 = 1.8 m3/s

Q4 = 2.68 m3/s




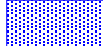


Q2 = 10.6 m3/s

Q3 = 12.4 m3/s

Q aval = 15.08 m3/s

**Carte des inondations**  
**Crue extrême**  
**Echelle 1:4000**

**Légende**

-  Cours d'eau
-  PPA parc des sports
-  Point de déversement
-  Etendue des inondations
-  Bâtiment non touché
-  Bâtiment touché

B+C Ingénieurs SA

Montreux Aigle



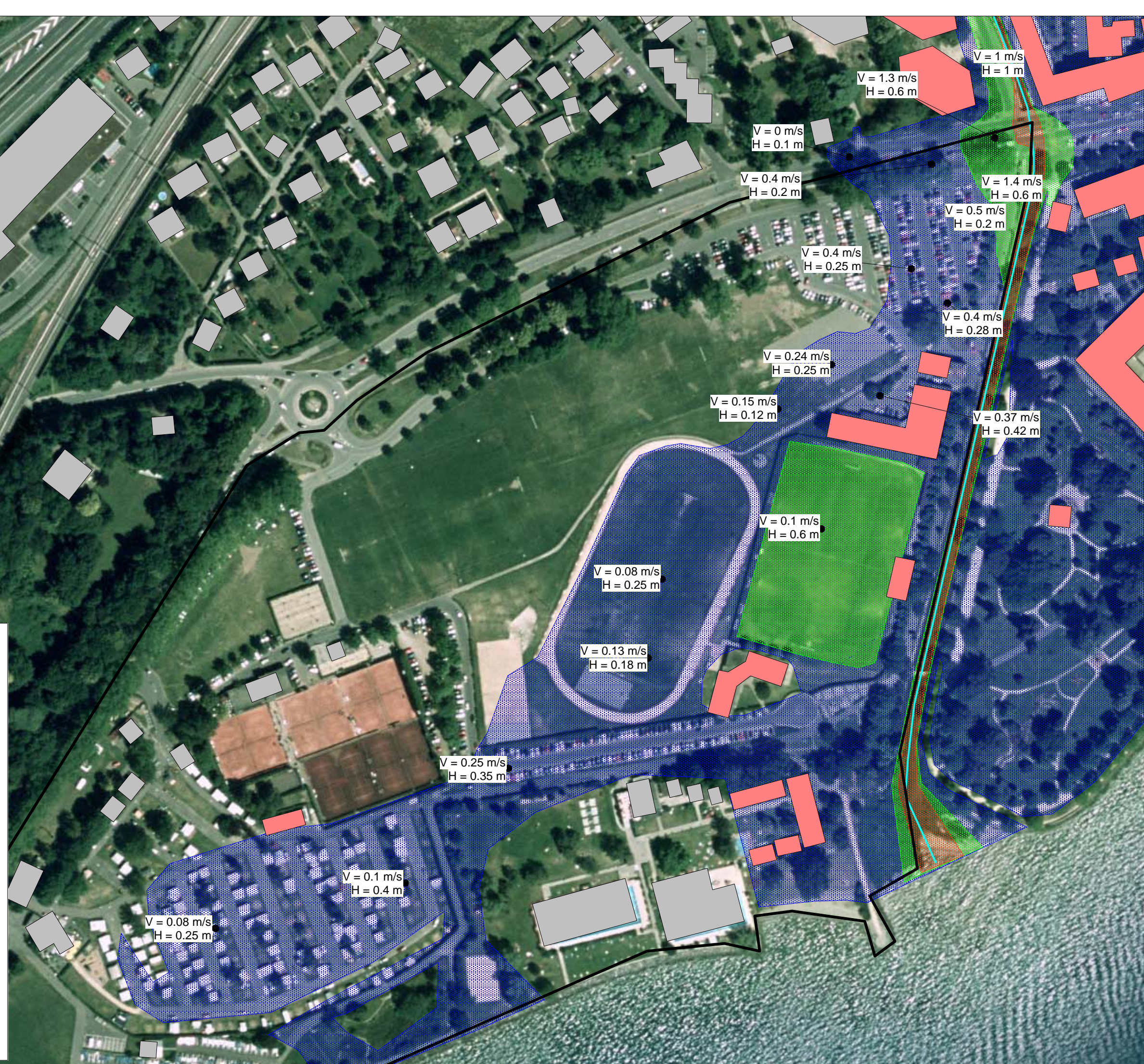
Janvier 2012



**Carte des intensités de l'inondation  
Q30  
Echelle 1:2000**

**Légende**

-  Cours d'eau
-  PPA parc des sports
- Niveau d'intensité**
  -  Fort
  -  Moyen
  -  Faible
-  Bâtiment non touché
-  Bâtiment touché





# Carte des intensités de l'inondation Q100

Echelle 1:2000

## Légende

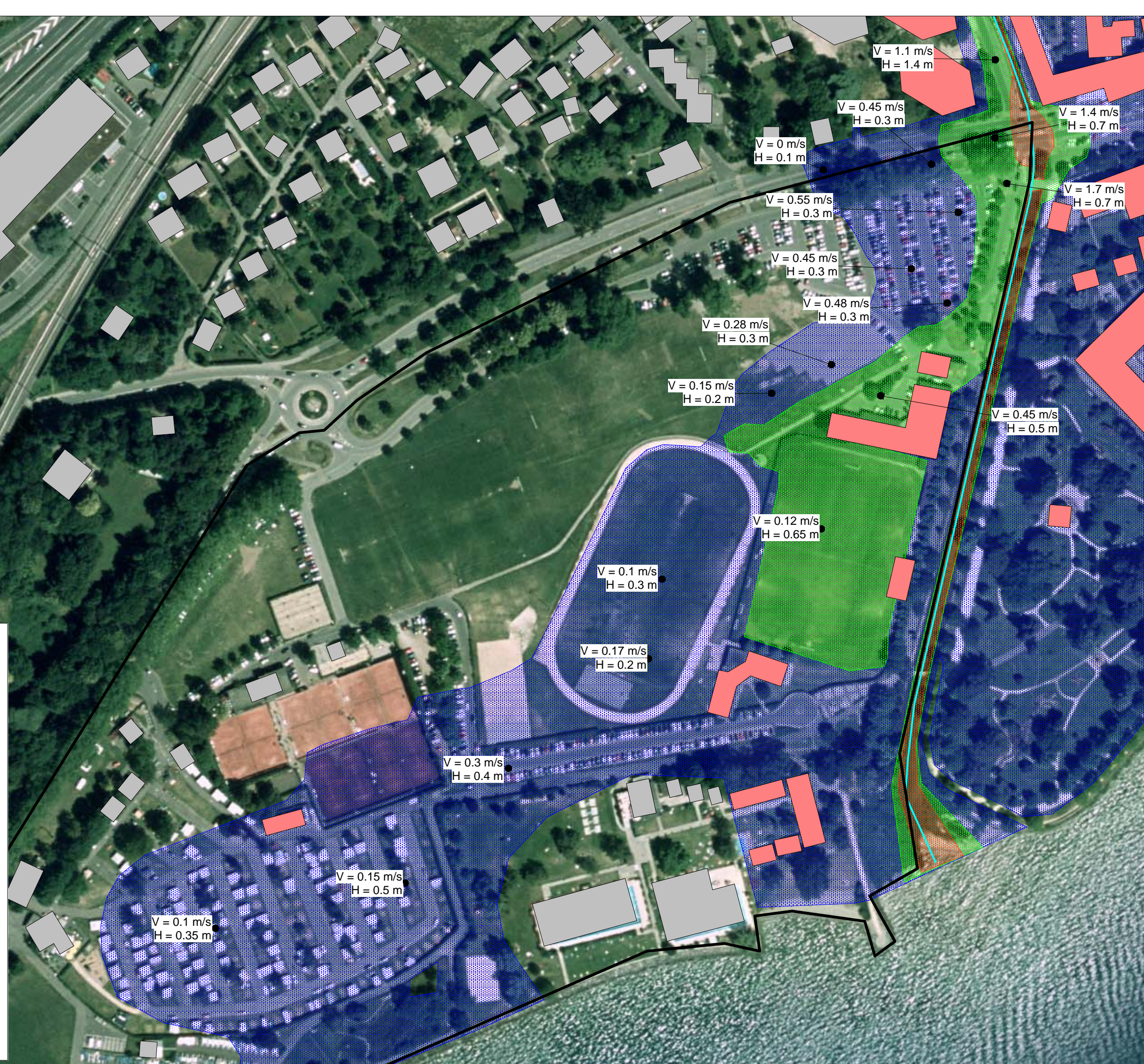
-  Cours d'eau
-  PPA parc des sports
- Niveau d'intensité**
  -  Fort
  -  Moyen
  -  Faible
-  Bâtiment non touché
-  Bâtiment touché

B+C Ingénieurs SA

Janvier 2012

Montreux

Aigle





# Carte des intensités de l'inondation Q300

Echelle 1:2000

## Légende

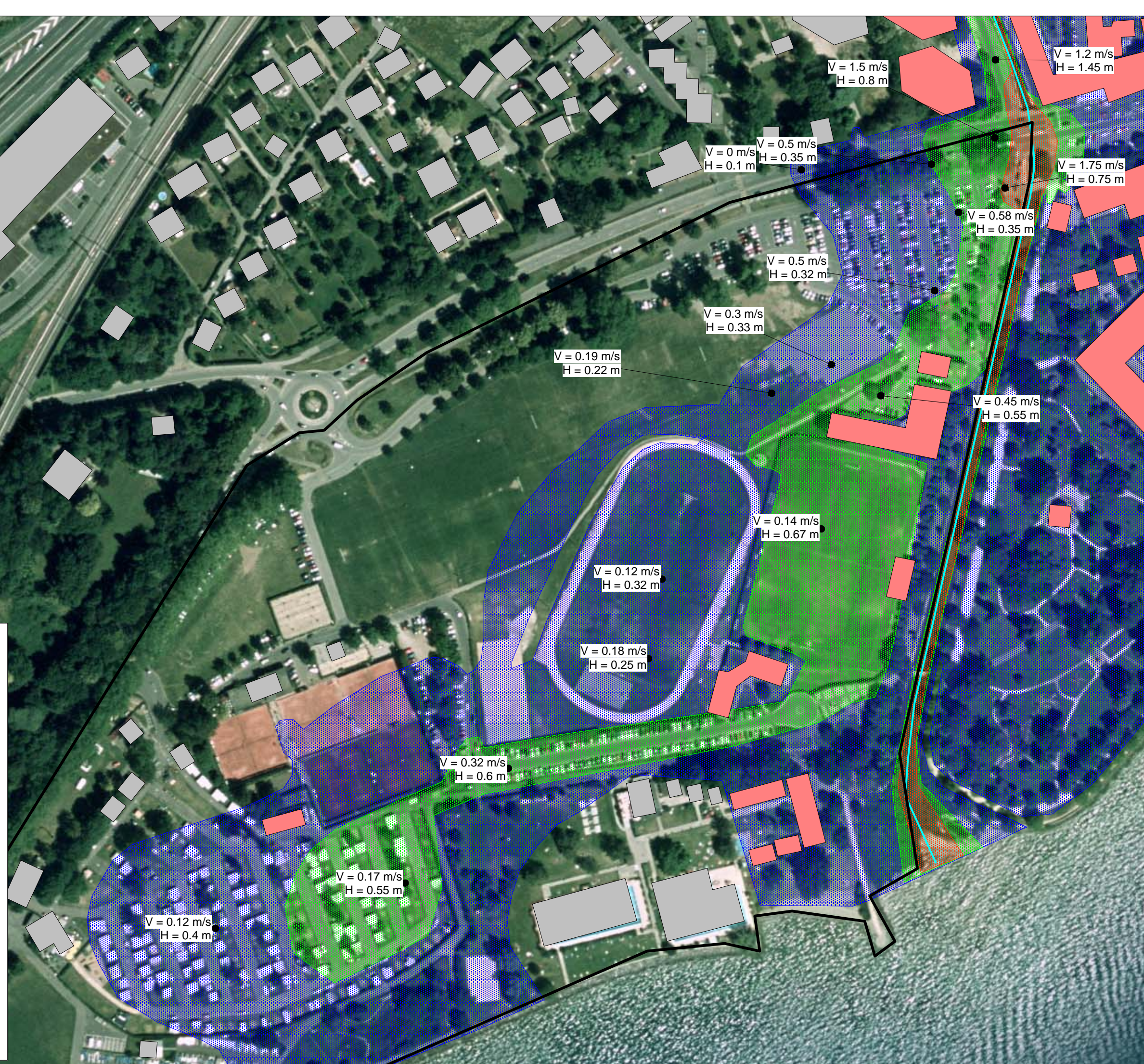
-  Cours d'eau
-  PPA parc des sports
- Niveau d'intensité**
  -  Fort
  -  Moyen
  -  Faible
-  Bâtiment non touché
-  Bâtiment touché

B+C Ingénieurs SA

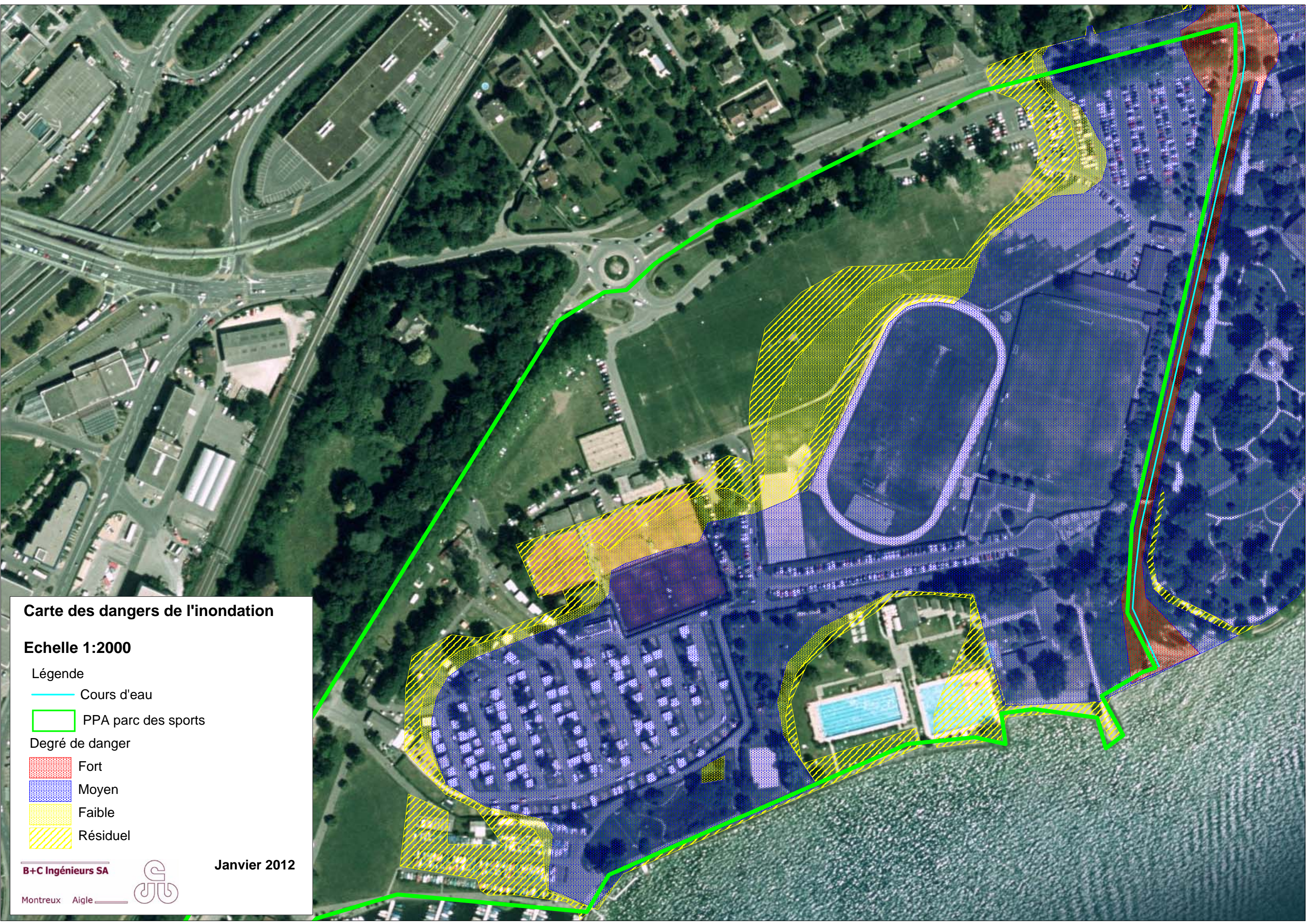
Janvier 2012

Montreux

Aigle





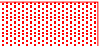
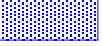
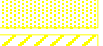





**Carte des dangers de l'inondation**

**Echelle 1:2000**

**Légende**

-  Cours d'eau
-  PPA parc des sports
- Degré de danger**
-  Fort
-  Moyen
-  Faible
-  Résiduel



**Janvier 2012**