

An aerial photograph showing a flooded area. In the center, a long, low building with a red roof is partially submerged in muddy water. To its left, a smaller house with a red roof is also surrounded by water. The surrounding landscape consists of rolling green hills with scattered trees, some of which are bare, suggesting a late autumn or winter setting. The water appears to be flowing through a valley or a narrow channel.

**Plan de prévention des risques naturels  
liés aux inondations de la Coise**

HTV

Hydraulique et environnement



## Une étude en 2 étapes

### 1 – Etude hydrologique

Objectif : définir les débits de crues sur le bassin versant

### 2 – Cartographie du risque inondation selon deux méthodes

Secteurs sans enjeux : Analyse géomorphologique

Secteurs à enjeux : Modélisation hydraulique

## SOMMAIRE

1. Présentation du bassin versant
2. Hydrologie
3. Analyse hydrogéomorphologique
4. Modélisation hydraulique
5. Cartographie du risque inondation

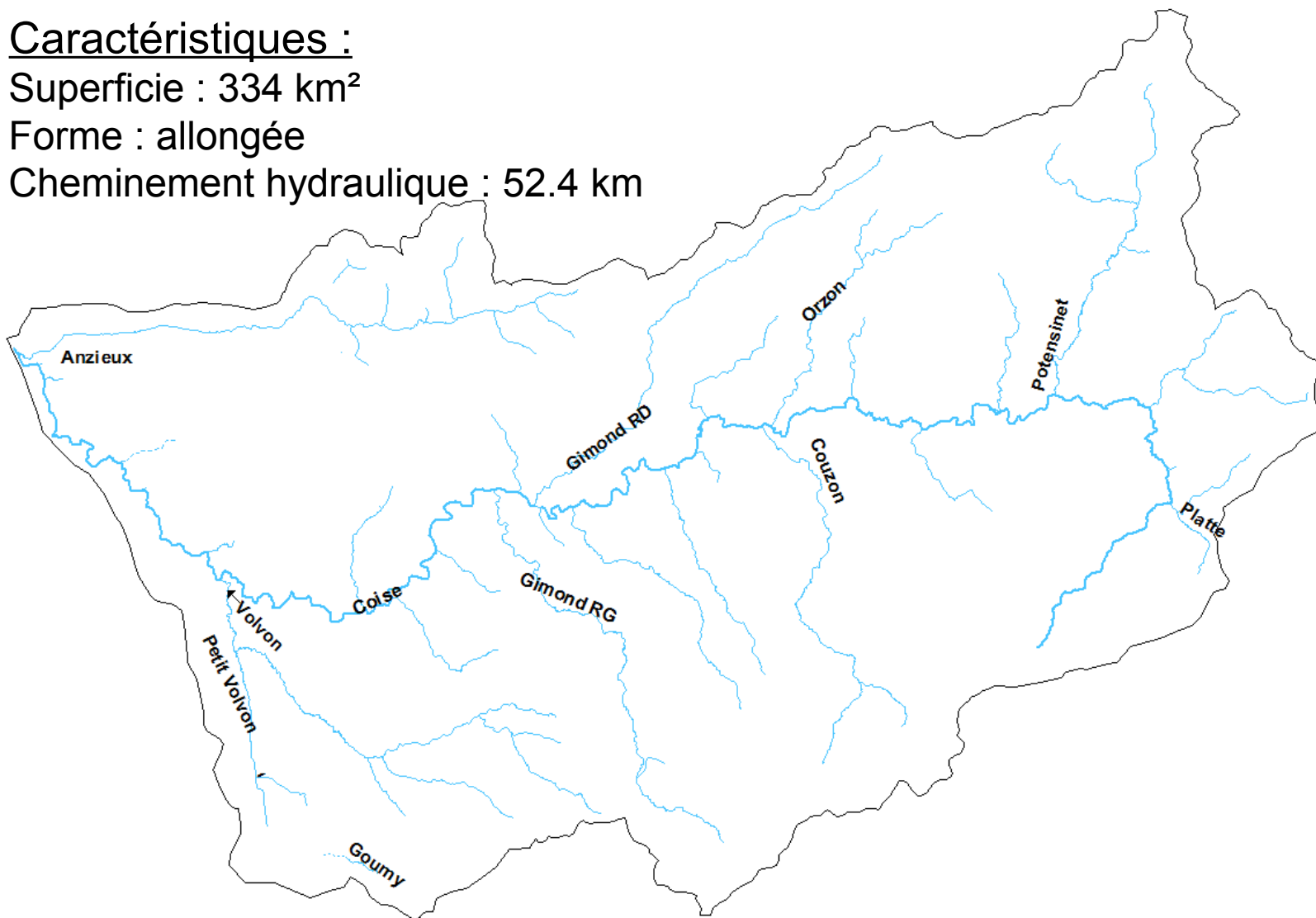
## Bassin versant de la Coise

### Caractéristiques :

Superficie : 334 km<sup>2</sup>

Forme : allongée

Cheminement hydraulique : 52.4 km



Présentation du  
bassin versant

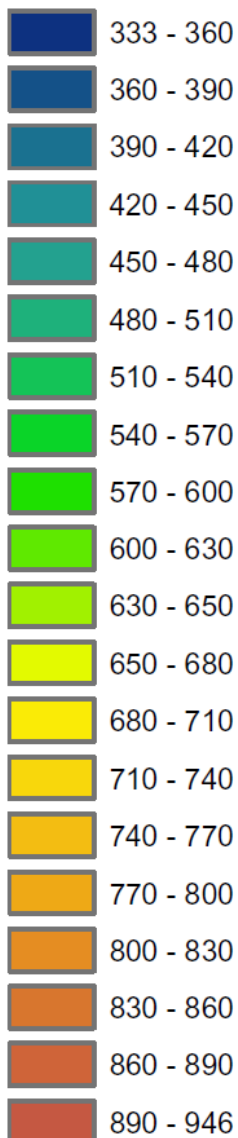
Hydrologie

Analyse  
géomorphologique

Modélisation  
hydraulique

Cartographie

## Altitudes (m)

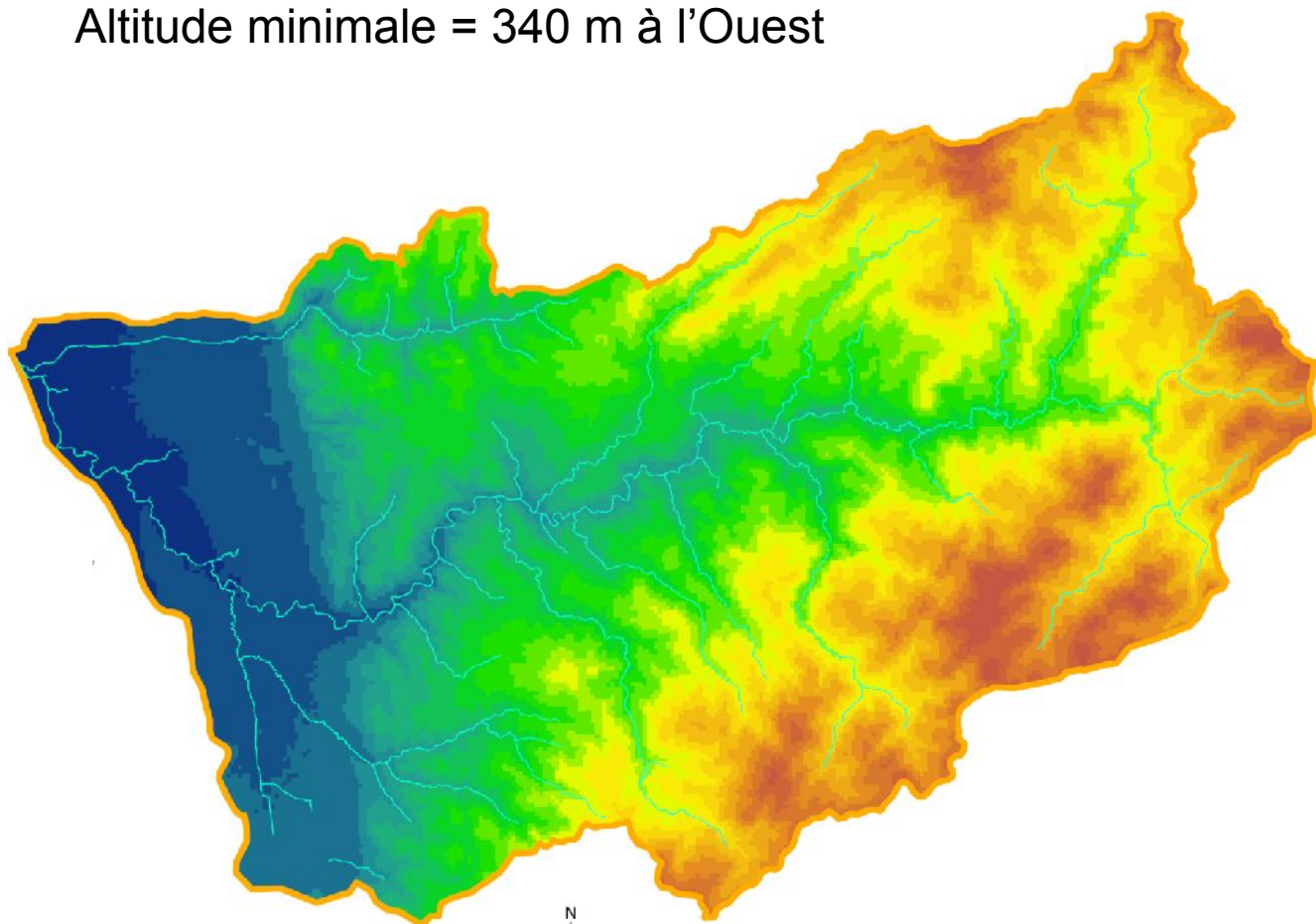


Cours d'eau

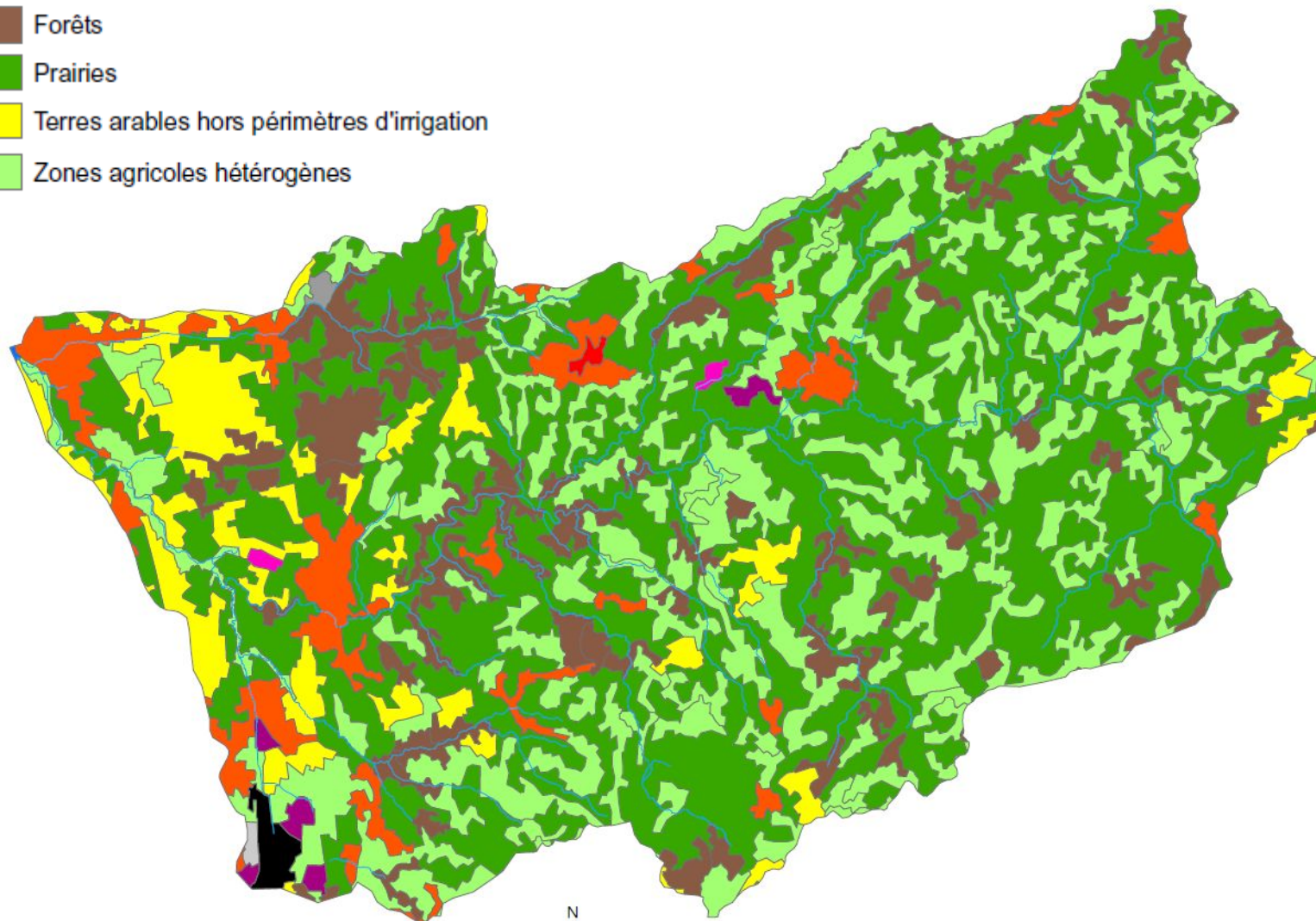
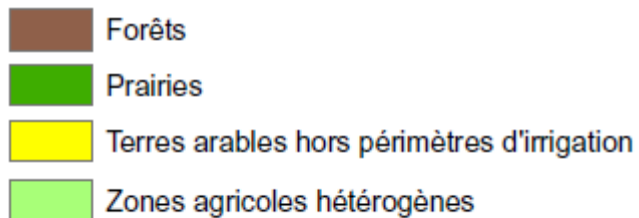
## Altitudes

Altitude maximale = 934 m à l'Est

Altitude minimale = 340 m à l'Ouest

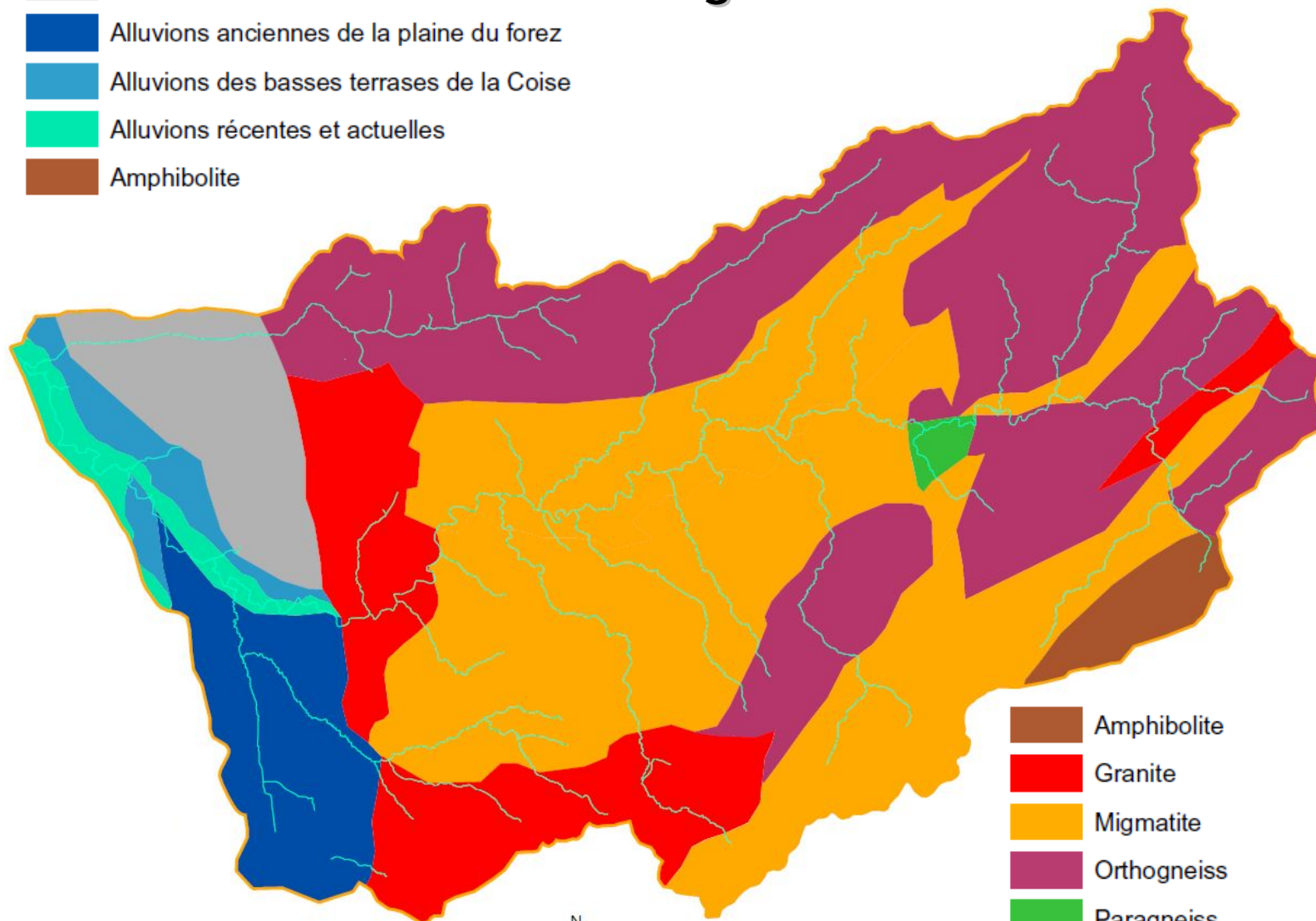


## Occupation du sol



- argiles sables et poudingues
- Alluvions anciennes de la plaine du forez
- Alluvions des basses terrasses de la Coise
- Alluvions récentes et actuelles
- Amphibolite

## Géologie



- Amphibolite
- Granite
- Migmatite
- Orthogneiss
- Paragneiss



0 0.5 1 2 3 4 Km

## Hydrologie - Crues historiques

### Les crues historiques de la Coise :

#### Crues majeures anciennes :

- **Crue des 26 & 27 août 1834** : « *eaux élevées de 5m52 entre les profils 88 et 89 en amont du moulin de M. Merlat où les eaux s'étendaient de 294 m* »
- **Crue du 8 au 12 décembre 1860** : « *La Coise notamment a ravagé ses bords et coupé le chemin de fer de Saint-Étienne à Roanne sur 40 mètres de longueur.* »
- D'autres crues recensées en 1763, 1897, 1900, 1918 et 1927

#### Crues majeures récentes :

- 1996
- 2003
- 2008



## Hydrologie - Crue 2008

Présentation du  
bassin versant

Hydrologie

Analyse  
géomorphologique

Modélisation  
hydraulique

Cartographie

### Crue novembre 2008

Crue récente la plus importante

Nombreuses indications des niveaux d'eau maxima (laisses de crues)

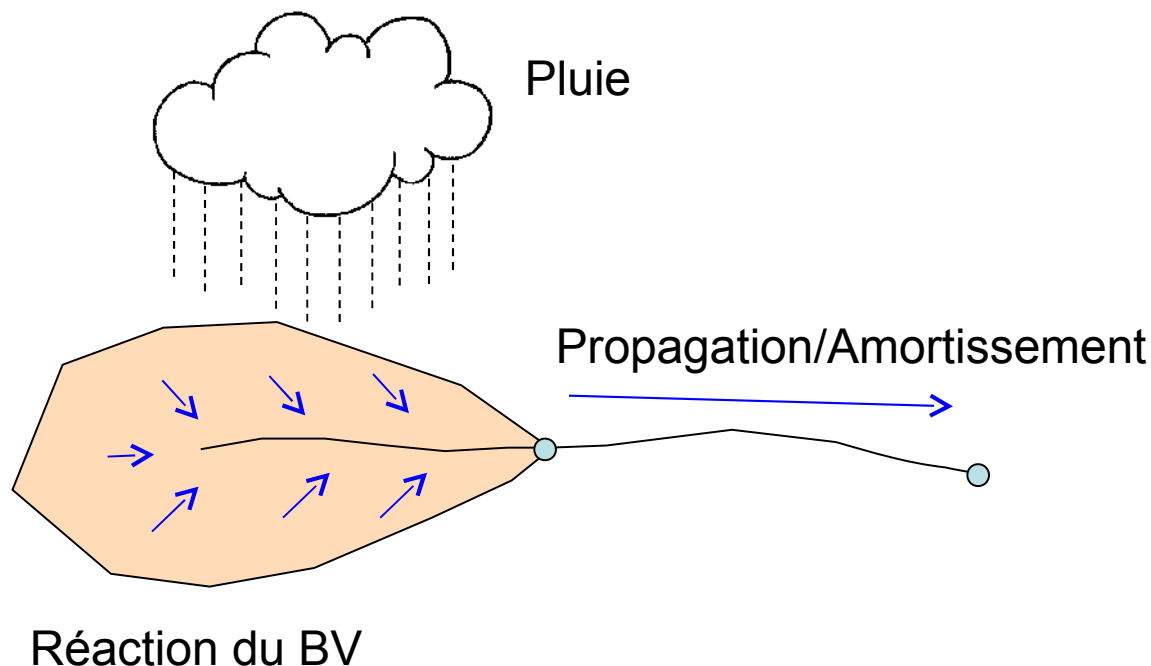
Réalisation d'un inventaire avec position, altitude et photographie de  
chaque laisses de crue



Altitude crue	380.06 m
Date de la crue	2008
X	803 445.5
Y	6 499 502.9

## Hydrologie - modèle pluie-débit

### Fonctionnement d'un modèle pluie débit :



### Données d'entrée du modèle :

- *Caractéristiques des sous bassins*
- *Pluie synthétique*
- *Propagation de l'onde de crue*

## Hydrologie - sous bassins versants

Présentation du  
bassin versant

Hydrologie

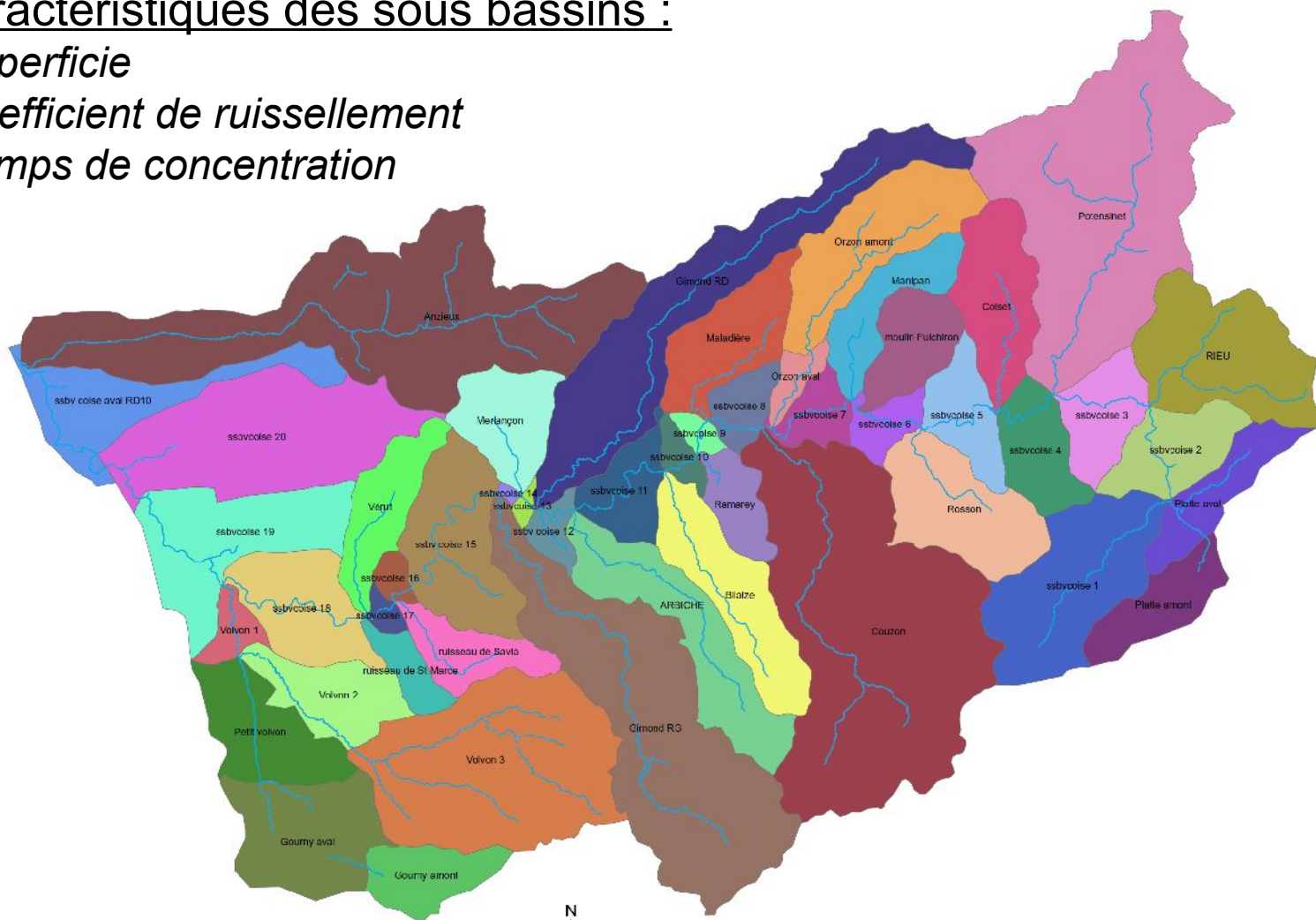
Analyse  
géomorphologique

Modélisation  
hydraulique

Cartographie

### Caractéristiques des sous bassins :

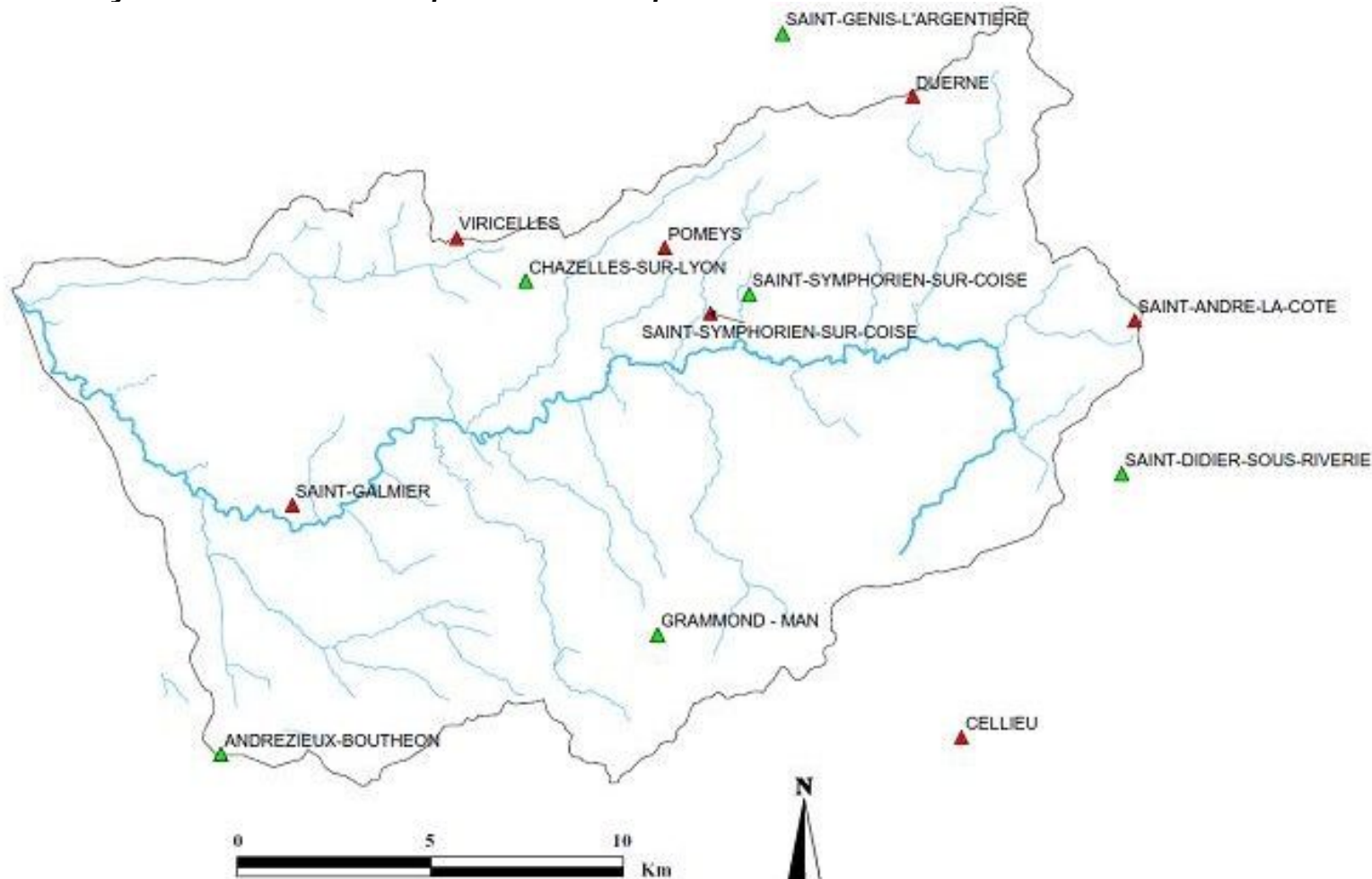
- *Superficie*
- *Coefficient de ruissellement*
- *Temps de concentration*



## Hydrologie - pluviométrie

### Pluie synthétique :

- *Analyse des stations pluviométriques du bassin versant*



## Hydrologie - pluviométrie

### Pluie synthétique :

- *Tendance de l'augmentation du gradient pluviométrique avec l'altitude*
- 2 stations pluviométriques de référence sur le bassin versant
  - *Aval du bassin versant : Andrézieux-Bouthéon*
  - *Amont du bassin versant : St Symphorien-sur-Coise*
- *Type de pluie : analyse des pluies intenses récentes (1996, 2003 et 2008)*

## Hydrologie - pluviométrie

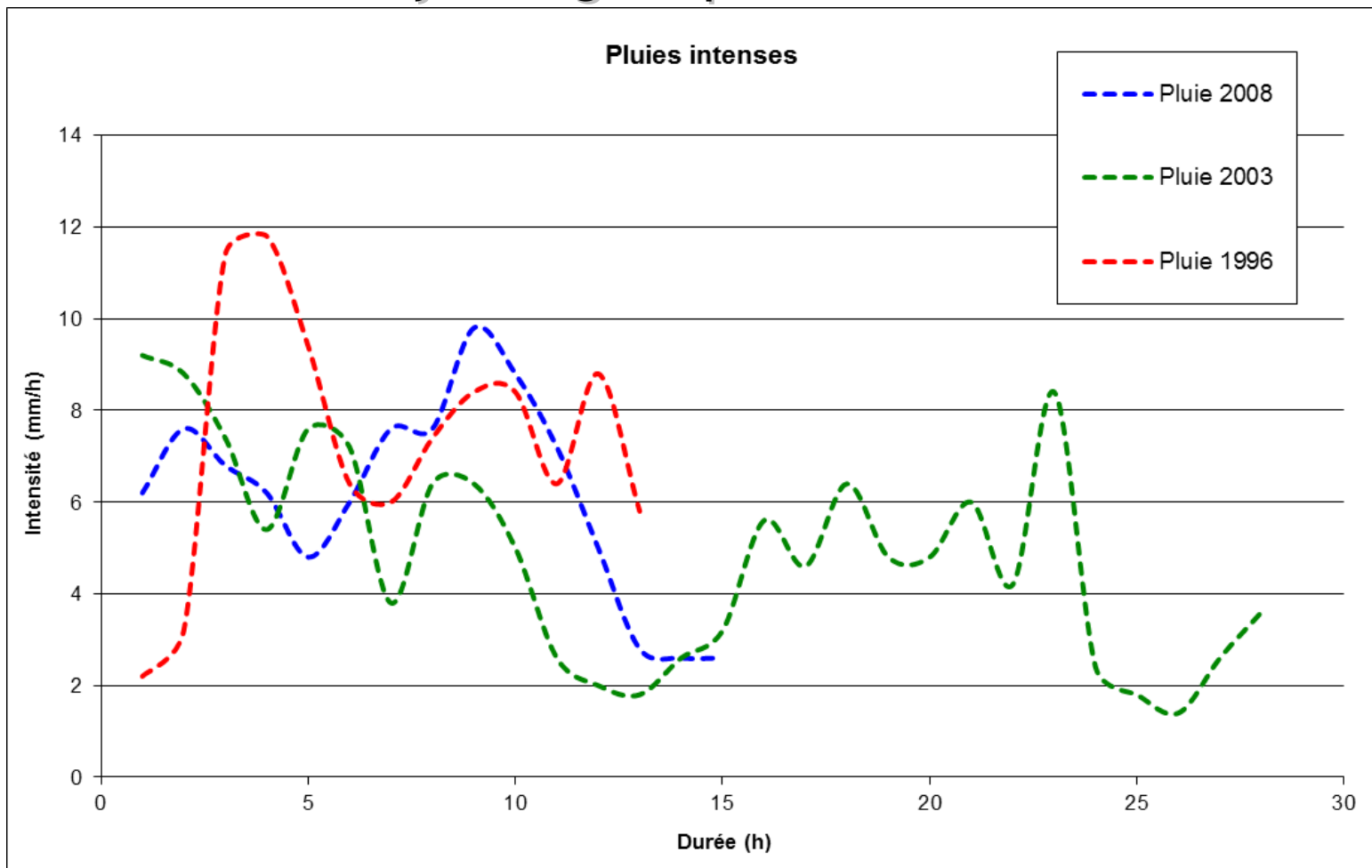
Présentation du  
bassin versant

Hydrologie

Analyse  
géomorphologique

Modélisation  
hydraulique

Cartographie



- 1996 et 2008 : Pluies intenses de 12 h (96 et 92 mm)
- 2003 pluie sur 25 h avec deux pics d'intensités (136 mm)

## Hydrologie - calage du modèle

Présentation du  
bassin versant

Hydrologie

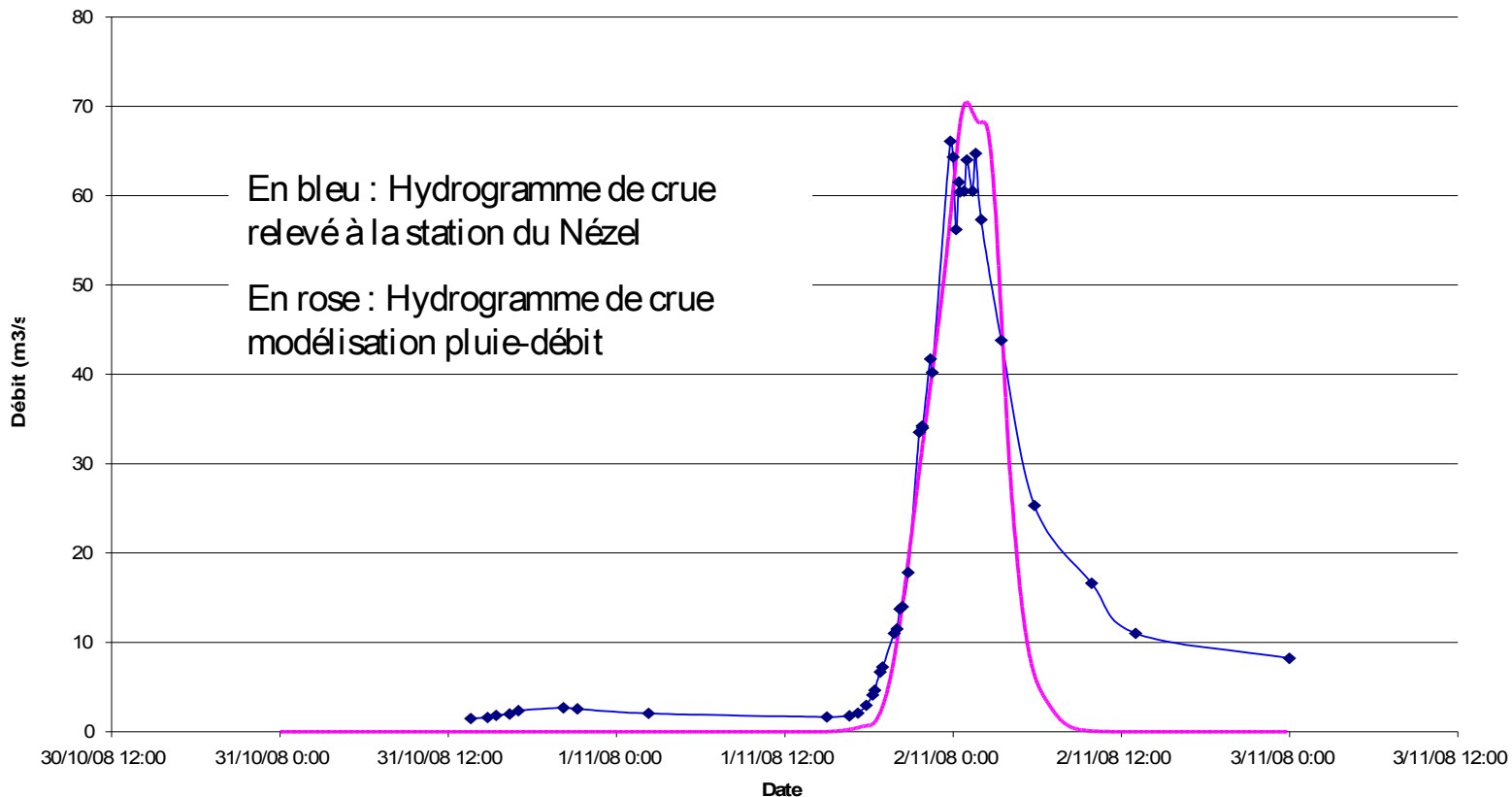
Analyse  
géomorphologique

Modélisation  
hydraulique

Cartographie

### Calage du modèle :

- *Calage de la propagation de la crue sur les stations hydrométriques  
du Nézel et du Moulin Brûlé*

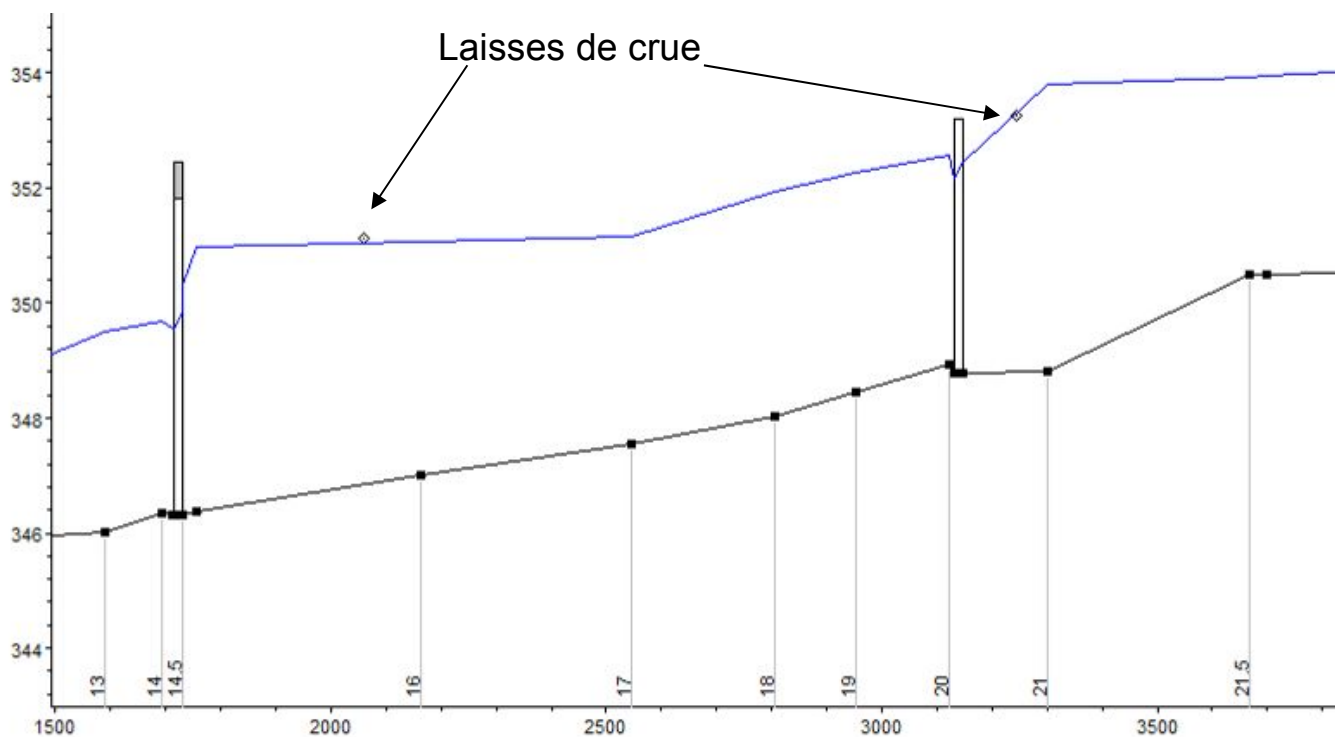


Comparaison des hydrogrammes à la station du Nézel

## Hydrologie - calage du modèle

### Calage du modèle :

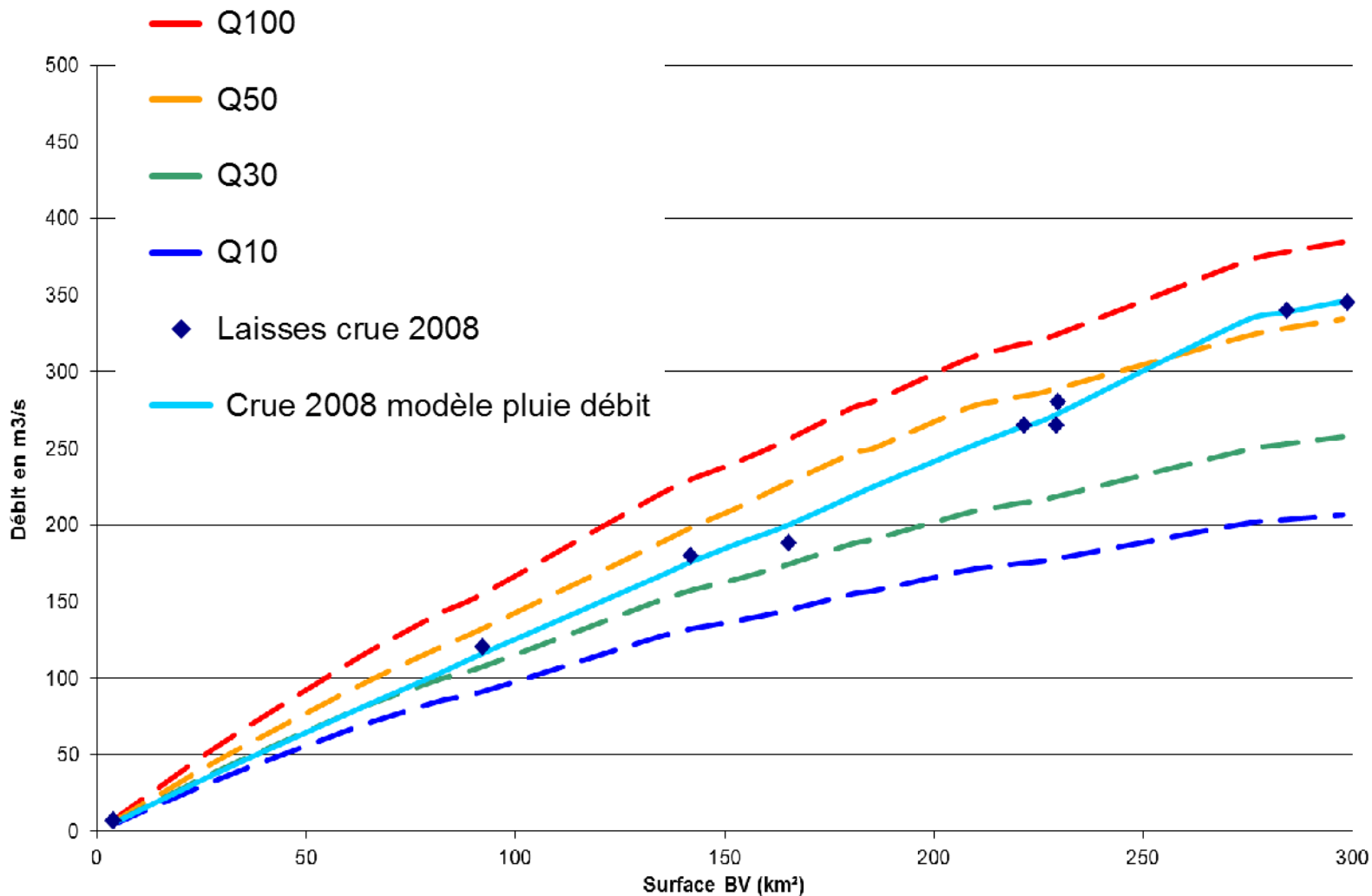
- *Calage sur débit maximal :*
  - *Calage de la ligne d'eau 2008 avec les laisses de crue à partir du modèle numérique HEC Ras*



Profil en long de la ligne d'eau 2008



## Hydrologie - Profil en long des débits



Profil en long des débits sur le bassin versant de la Coise

## Hydrologie - Débits de références Coise

Présentation du  
bassin versant

Hydrologie

Analyse  
géomorphologique

Modélisation  
hydraulique

Cartographie

Point de calcul	Surface bassin versant km <sup>2</sup>	Crue 2008	Q10	Q100	Débit spécifique m <sup>3</sup> /s/km <sup>2</sup>	
					Q10	Q100
Ruisseau de la Platte	4	5	4	7	1.1	1.8
Confluence Platte	18	24	21	35	1.2	1.9
Confluence Rieu	32	43	37	62	1.2	1.9
Confluence Potensinet	61	78	67	111	1.1	1.8
Confluence Coiset	72	91	76	127	1.1	1.8
Confluence Rosson	82	104	85	143	1.0	1.7
Confluence Manipan	92	116	91	155	1.0	1.7
Confluence Orzon	134	166	127	219	0.9	1.6
Confluence Maladière	142	176	132	230	0.9	1.6
Confluence Ramarey	145	179	134	233	0.9	1.6
Confluence Bilaize	153	188	138	242	0.9	1.6
Confluence Arbiche	164	198	144	254	0.9	1.5
Confluence Gimond RD	181	219	155	277	0.9	1.5
Confluence Merlançon	186	225	157	281	0.8	1.5
Confluence Gimond RG	208	250	170	308	0.8	1.5
Amont camping St Galmier	216	259	173	314	0.8	1.5
Confluence R. de Savia	220	263	175	318	0.8	1.4
Confluence Vérut	227	269	177	322	0.8	1.4
Confluence Volvon	274	333	201	372	0.7	1.4
Cuzieu RD 10	283	338	203	378	0.7	1.3
Cuzieu RN 82	298	346	206	385	0.7	1.3

## Hydrologie - Débits de références affluents Coise

Présentation du  
bassin versant

Hydrologie

Analyse  
géomorphologique

Modélisation  
hydraulique

Cartographie

Point de calcul	Surface bassin versant km <sup>2</sup>	Crue 2008	Q10	Q100	Débit spécifique m <sup>3</sup> /s/km <sup>2</sup>	
					Q10	Q100
<b>Bassin versant du Volvon</b>						
Gourny à Lapra	4	6.5	5.2	7.6	1.4	2.1
Petit Volvon amont Veauche	11	15	10.5	16	0.9	1.4
Petit Volvon aval Veauche	17	26	20	29	1.2	1.7
Volvon aval St Bonnet	18	29	20	30	1.1	1.7
Volvon Veauche	23	36	24	37	1.1	1.6
Confluence Volvon-Petit Volvon	40	61	43	66	1.1	1.7
<b>Bassin versant ruisseau de la Platte</b>						
Platte amont st catherine	4	5	4	7	1.0	1.8
Platte aval st catherine	8	11	10	16	1.3	2.1
<b>Bassin versant ruisseau de l'Orzon</b>						
Orzon amont St Symphorien	8	12	10	16	1.3	2.0
Orzon aval St Symphorien	9	14	13	19	1.3	2.0
<b>Bassin versant ruisseau de Ramarey</b>						
Ramarey	3	3.9	3.6	5.7	1.4	2.2

Etude  
référence

Hydrétudes, 2

## Analyse géomorphologique

Présentation du  
bassin versant

Hydrologie

Analyse  
géomorphologique

Modélisation  
hydraulique

Cartographie

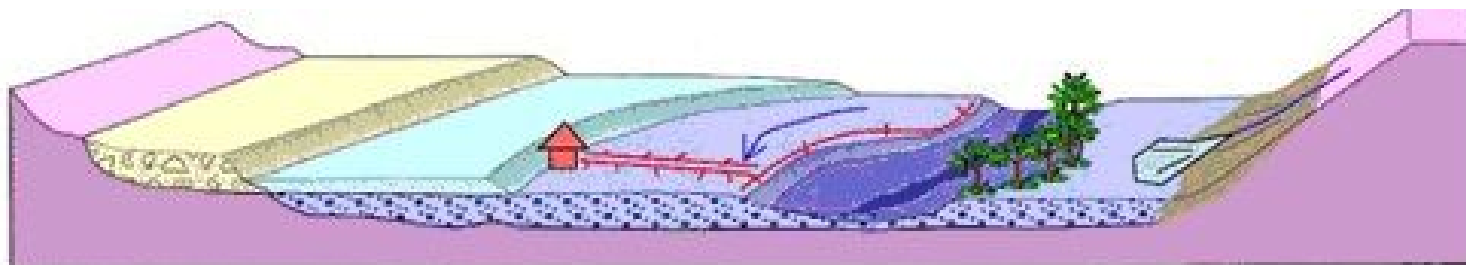
L'analyse géomorphologique de la Coise s'est appuyée sur :

- l'étude des cartes IGN et géologique
- l'étude des photos aériennes
- une reconnaissance de terrain

Eléments relevés :

- Lit mineur
- Lit moyen : lit d'inondation fréquente
- Lit majeur : limite de zone inondable par les crues rares à exceptionnelles
- Eléments ponctuels (ponts, seuils, moulins, talus, ...)

## Analyse géomorphologique



### Eléments d'occupation du sol

- Remblai d'infrastructure
- Dignes, levées, murs
- Ripisylve
- Bâtiment

### Eléments géomorphologiques connexes

- Axes de crue
- Cônes de déjection

### Plaine alluviale moderne inondable

- Lit mineur : emprise des crues non débordantes
- Lit moyen : emprise du champ d'inondation des crues fréquentes
- Lit majeur : emprise du champ d'inondation des crues rares à exceptionnelles
- Talus

Unités  
hydrogéomorphologiques

### Encaissant (non inondable)

- Terrasse ancienne
- Colluvions
- Roche en place (substratum)

Unités  
encaissantes

## Cartographie analyse géomorphologique

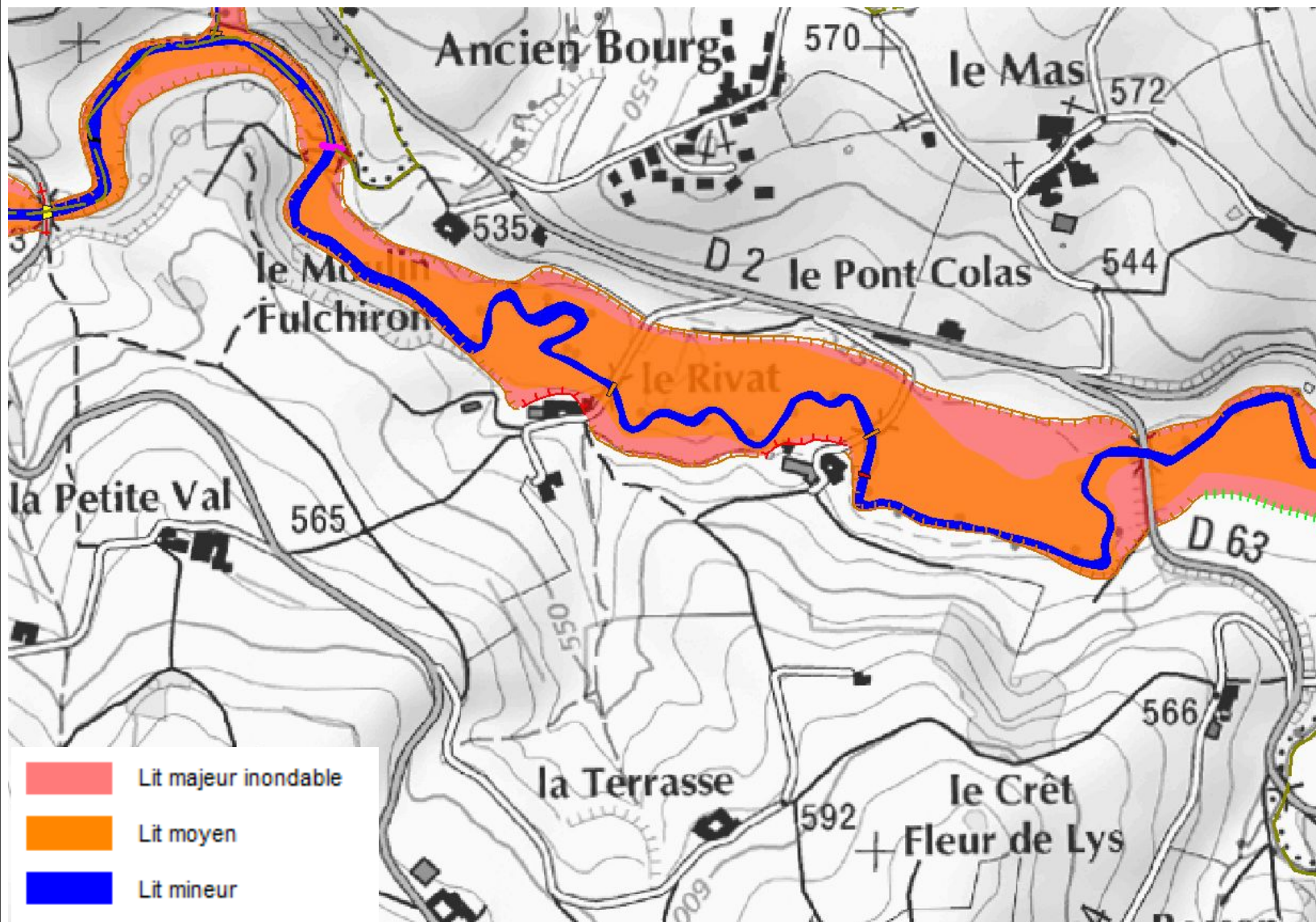
Présentation du  
bassin versant

Hydrologie

Analyse  
géomorphologique

Modélisation  
hydraulique

Cartographie



## Modélisation hydraulique

### Linéaires étudiés

- Ruisseau de la Platte à Sainte Catherine
- L'Orzon à St Symphorien sur Coise
- La Coise aux Garennes (St Symphorien sur Coise)
- La Coise à St Denis Sur Coise
- La Coise au Moulin Brûlé (Chazelles sur Lyon)
- La Coise de l'amont de St Galmier à sa confluence avec la Loire
- Le Gourny à Laprat
- Le petit Volvon à Veauche
- Le Volvon de Veauche à sa confluence avec la Coise

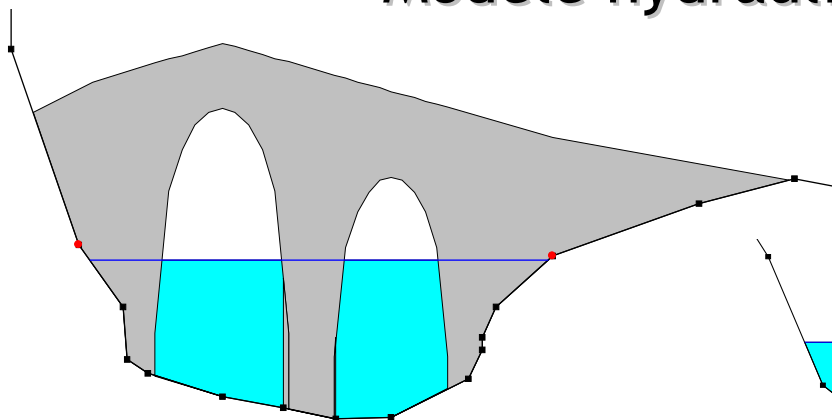
Au total :

- 29 km de cours d'eau modélisés
- 423 points de calculs dont 54 ouvrages

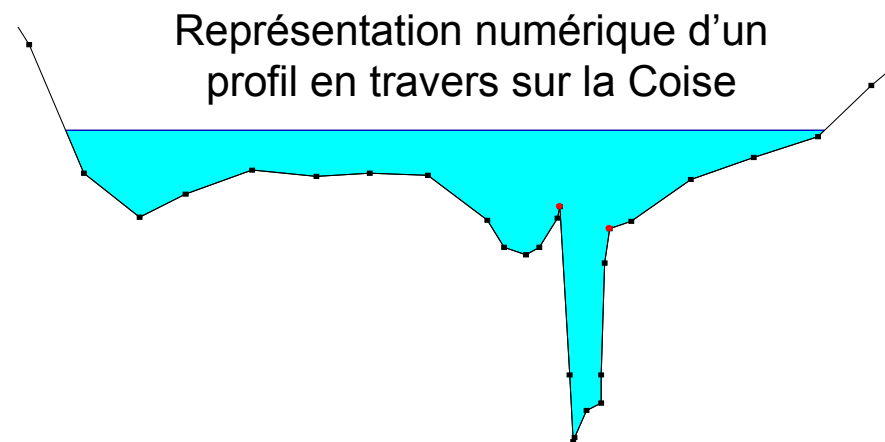
Modèle hydraulique : HEC RAS, logiciel libre



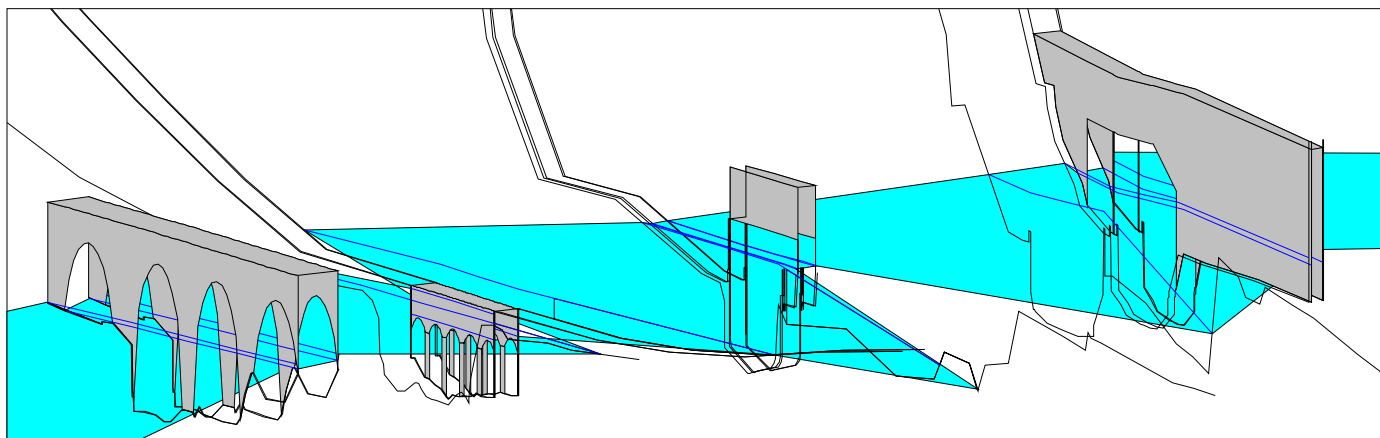
## Modèle hydraulique HEC Ras



Représentation numérique  
d'un pont sur la Coise



Représentation numérique d'un  
profil en travers sur la Coise



Représentation 3D du fond de vallée de la Coise



## Modélisation hydraulique

### Données d'entrée :

#### Topographie :

- Profils en travers et ouvrages levés par le cabinet SINTEGRA

#### Débits:

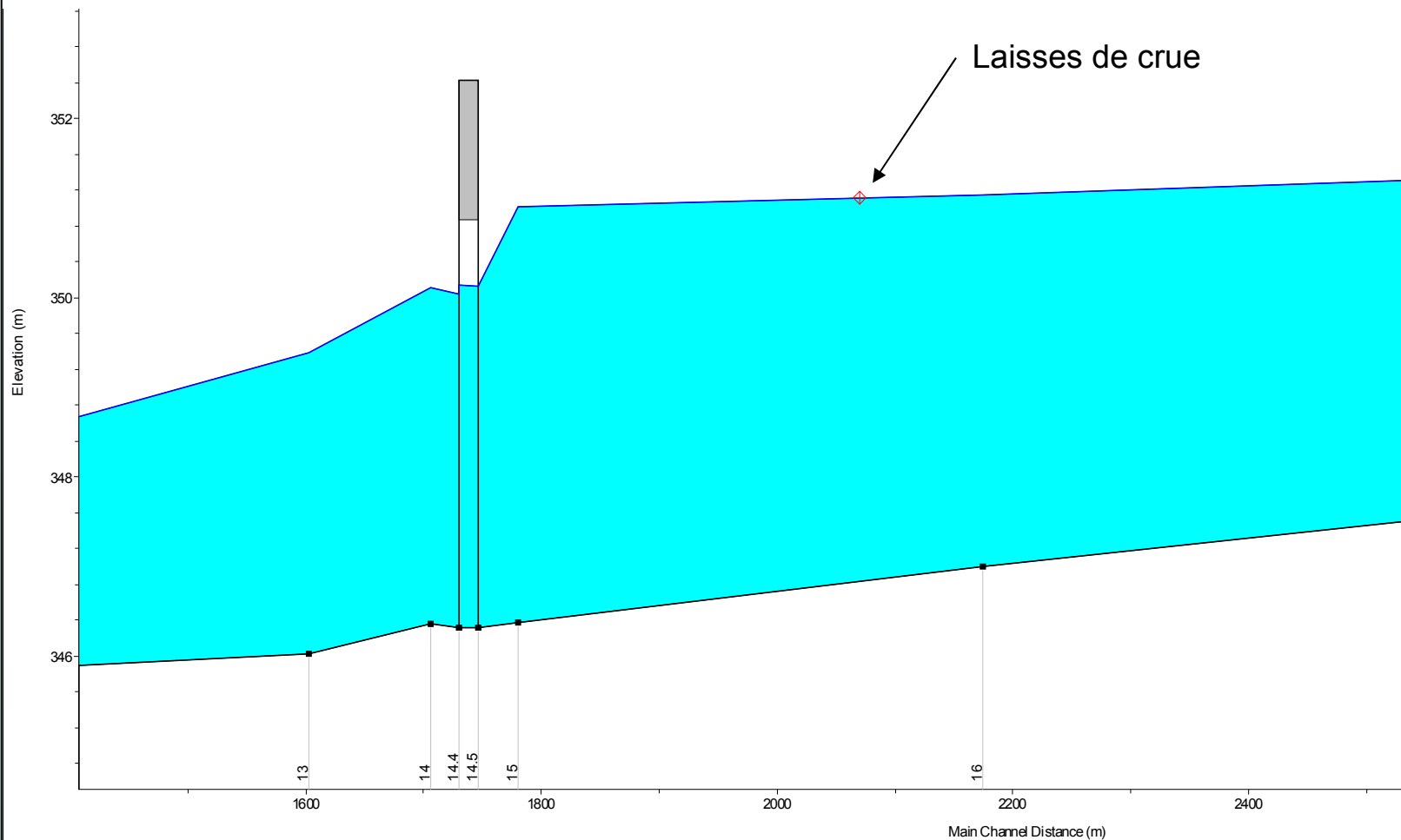
- Q10 : crue de temps de retour 10 ans (décennale)
- Q30 : crue de temps de retour 30 ans (trentennale)
- Q50 : crue de temps de retour 50 ans (cinquantennale)
- Q100 : crue de temps de retour 100 ans (centennale)

#### Condition aval

- Crue centennale de la Loire

## Modèle hydraulique

### *Calage modèle hydraulique : crue 2008*



Profil en long de la crue 2008 sur la Coise

## Cartographie

Présentation du  
bassin versant

Hydrologie

Analyse  
géomorphologique

Modélisation  
hydraulique

Cartographie

### Cartes informatives des phénomènes naturels

- Enveloppe de crue de temps de retour 10, 30, 50 et 100 ans

### Cartes des hauteurs d'eau et vitesses d'écoulement en crue centennale

Pour les hauteurs d'eau :

$H < 0,5$  m : hauteur faible

$0,5$  m  $< H < 1$  m : hauteur moyenne

$H > 1$  m : hauteur forte

Pour les vitesses d'écoulement :

$V < 0,2$  m/s : vitesse faible

$0,2$  m/s  $< V < 0.5$  m/s : vitesse moyenne

$V > 0.5$  m/s : vitesse forte

## Cartographie

Présentation du  
bassin versant

Hydrologie

Analyse  
géomorphologique

Modélisation  
hydraulique

Cartographie

### *Cartes d'aléas*

*Cartographie obtenue par croisement des hauteurs d'eau et des vitesses d'écoulement*

<b>Vitesse</b> <b>Hauteur (H)</b>	<b><math>0 &lt; V &lt; 0.2</math> m/s</b> <b>Faible (stockage)</b>	<b><math>0.2 \text{ m/s} &lt; V &lt; 0.5</math> m/s</b> <b>Moyenne</b> <b>(écoulement)</b>	<b><math>V &gt; 0.5</math> m/s</b> <b>Forte</b> <b>(grand écoulement)</b>
<b><math>H &lt; 0.50</math> m</b>	<i>Faible</i>	Moyen	Fort
<b><math>0.5 &lt; H &lt; 1</math> m</b>	Moyen	Moyen	Fort
<b><math>H &gt; 1</math> m</b>	Fort	Fort	Fort

### **Grille des aléas**

## Cartes des phénomènes naturels

Présentation du  
bassin versant

Hydrologie

Analyse  
géomorphologique

Modélisation  
hydraulique

Cartographie

*4 temps de retour*

- 10 ans : bleu
- 30 ans : jaune
- 50 ans : vert
- 100 ans : rouge



*Carte des phénomènes  
naturels au Pont Gavet  
(St Galmier)*

## Cartes des hauteurs d'eau en crue centennale

Présentation du  
bassin versant

Hydrologie

Analyse  
géomorphologique

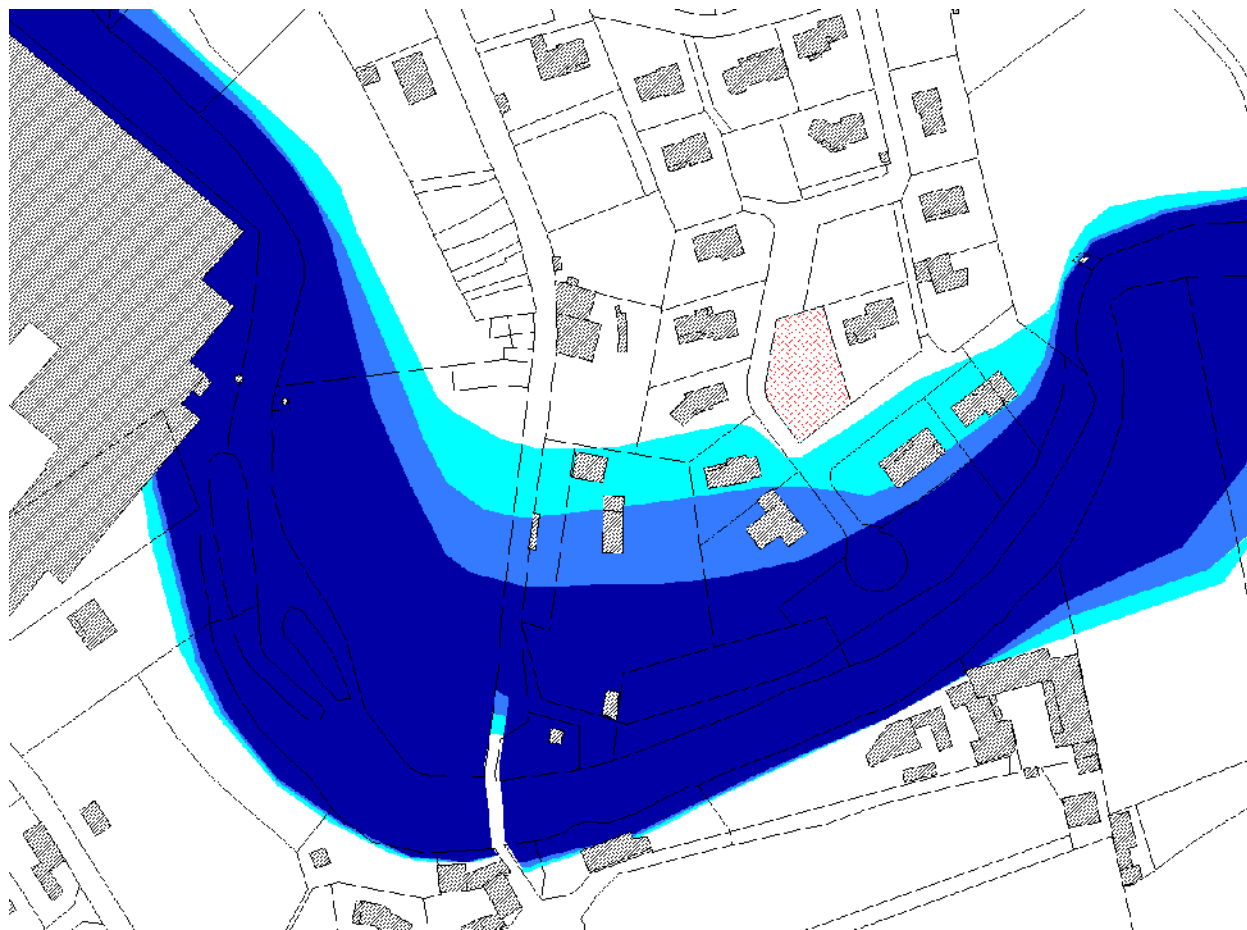
Modélisation  
hydraulique

Cartographie

*Bleu clair*  
 $H < 0.5 \text{ m}$

*Bleu moyen*  
 $0.5 < h < 1 \text{ m}$

*Bleu foncé*  
 $H > 1 \text{ m}$



Carte des hauteurs d'eau au Pont Gavet (St Galmier)

## Cartes des vitesses d'écoulement en crue centennale

*Vert clair*  
 $v < 0.2 \text{ m/s}$

*Vert moyen*  
 $0.2 < v < 0.5 \text{ m/s}$

*Vert foncé*  
 $v > 0.5 \text{ m/s}$



Carte des vitesses d'écoulement au Pont Gavet (St Galmier)

Présentation du  
bassin versant

Hydrologie

Analyse  
géomorphologique

Modélisation  
hydraulique

Cartographie

## Cartes des aléas

*Rose*  
*Aléa faible*

*Violet clair*  
*Aléa moyen*

*Violet foncé*  
*Aléa fort*



*Carte des aléas au Pont Gavet (St Galmier)*

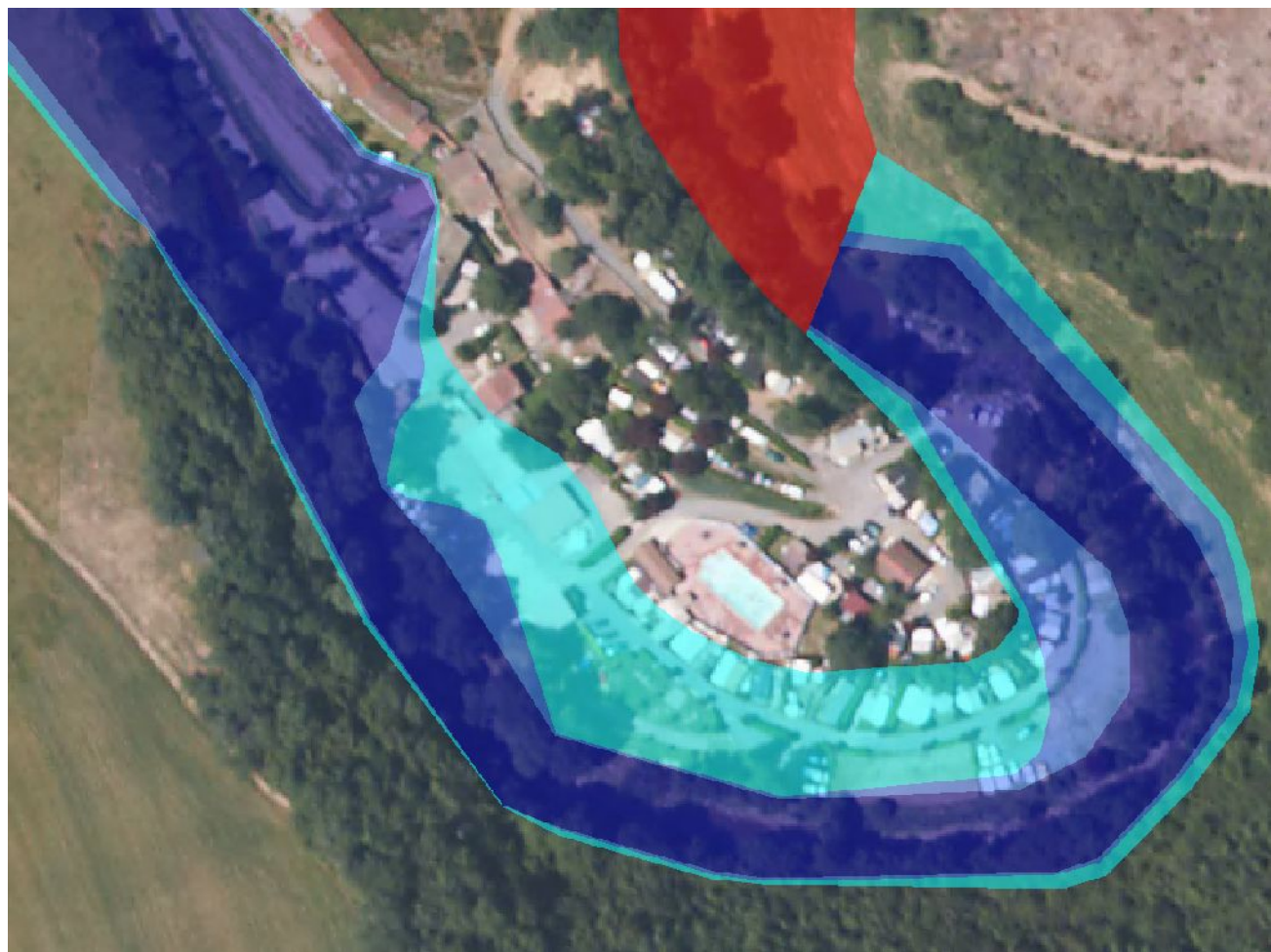


## Cartes des hauteurs d'eau en crue centennale

*Bleu clair*  
 $H < 0.5 \text{ m}$

*Bleu moyen*  
 $0.5 < h < 1 \text{ m}$

*Bleu foncé*  
 $H > 1 \text{ m}$



*Carte des hauteurs d'eau au Moulin Brulé*

## Cartes des vitesses d'écoulement en crue centennale

*Vert clair*  
 $v < 0.2 \text{ m/s}$

*Vert moyen*  
 $0.2 < v < 0.5 \text{ m/s}$

*Vert foncé*  
 $V > 0.5 \text{ m/s}$



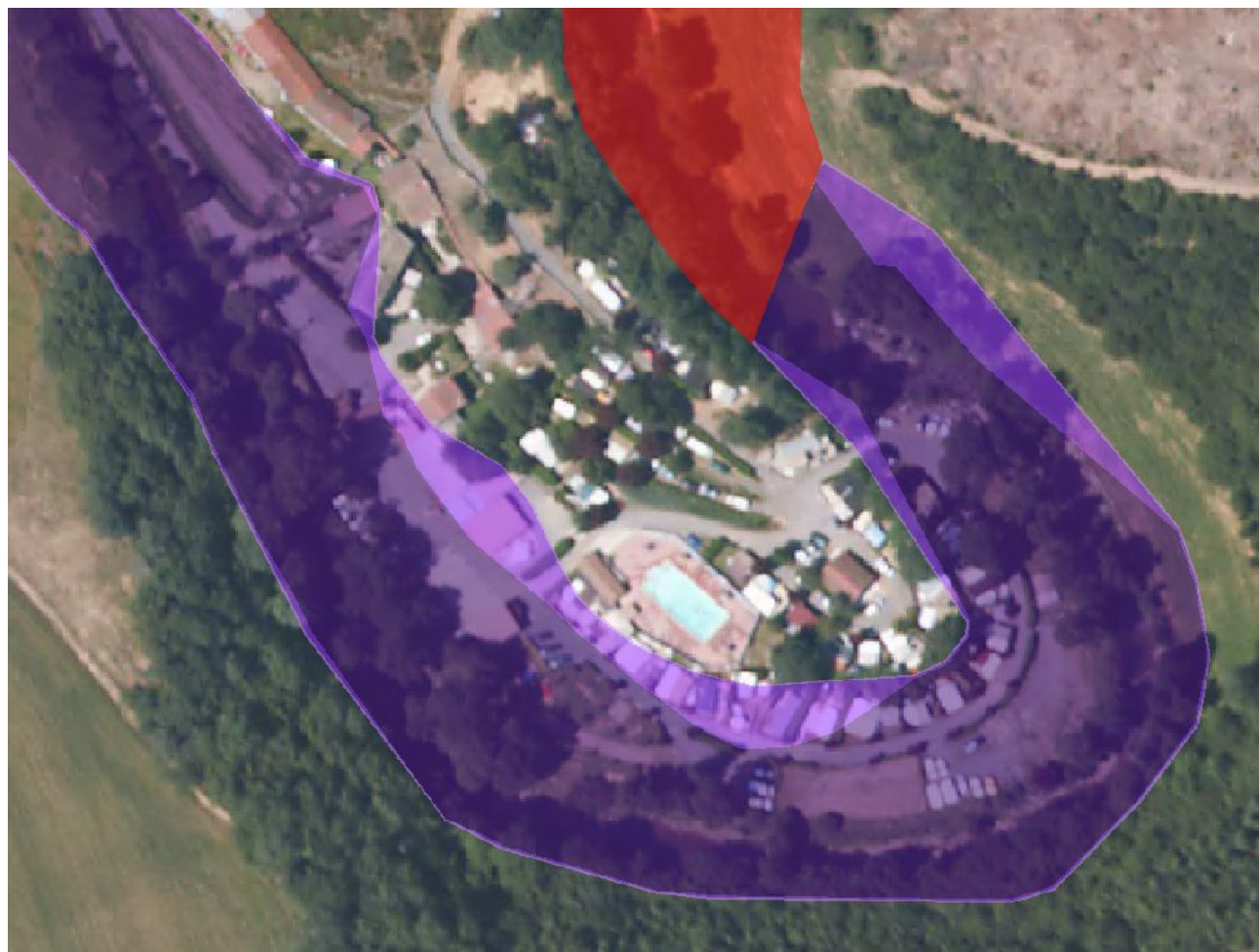
*Carte des vitesses d'écoulement au Moulin Brulé*

## Cartes des aléas

*Rose*  
*Aléa faible*

*Violet clair*  
*Aléa moyen*

*Violet foncé*  
*Aléa fort*



*Carte des aléas au Moulin Brulé*