



Direction départementale des territoires de l'Ain
23 rue Bourgmayer – CS 90410
01012 BOURG-EN-BRESSE Cedex
www.ain.gouv.fr

Etude hydraulique et cartographie de l'aléa inondation de l'Ain entre le barrage d'Allement et le Rhône

SYNTHESE du rapport de phase 1 : Enquête et phénomènes naturels

CONSULTING

Hydraulique fluviale

Nanterre

SAFEGE SAS - SIÈGE SOCIAL
Parc de l'Île - 15/27 rue du Port
92022 NANTERRE CEDEX
www.safege.com

Version 3

Juin 2017



PREAMBULE

Contexte et objectifs de l'étude

La présente étude a pour objet de réaliser la cartographie de l'aléa inondation de l'Ain dans le cadre du Plan de Prévention des Risques Inondation (PPRI) de l'Ain. SAFEGE a été mandaté par la Direction Départementale des Territoires (DDT) de l'Ain pour cette étude.

La zone d'étude est déjà couverte par des PPR naturels (inondation, inondation et crue torrentielle, inondation, crue torrentielle et glissement de terrain, chute de blocs). La carte page suivante permet d'identifier les PPR actuels.

Les études existantes de 1980 et 1988 sur les inondations d'une crue centennale de l'Ain ont été mise à jour en 1999. Cette étude date de 16 ans et les progrès effectués depuis en termes de caractérisation du terrain (topographie) et de modélisation hydraulique invitent à actualiser les études existantes.

La DDT souhaite donc faire évoluer les PPR existants en se basant sur un aléa de référence plus fiable et en réadaptant les règlements qui correspondent à la première génération de PPR nécessitant une mise à jour.

De plus, dans le cadre de la mission référent départemental inondation (RDI), il est nécessaire d'étudier des crues plus fréquentes que la crue centennale et de disposer des cartographies d'enveloppe d'inondation associées à ces occurrences de crue.

Déroulement de l'étude

L'étude se divise en 2 parties :

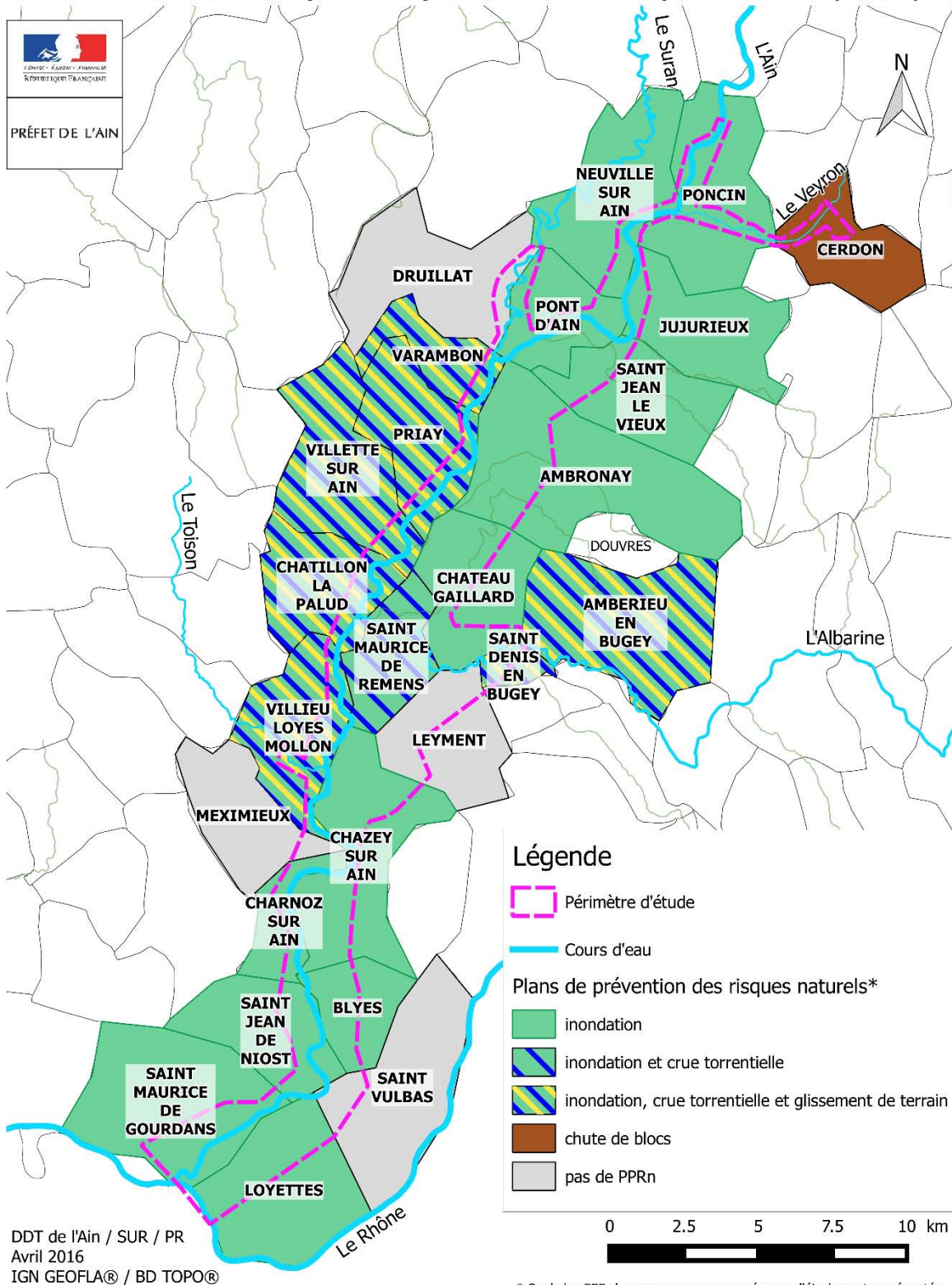
- **1^{ère} partie :**
 - ▷ phase 1 : Levés topographiques LIDAR
 - ▷ phase 2 : Levés bathymétriques des cours d'eau
 - ▷ phase 3 : Recherche de données existantes sur les crues, visite terrain
 - ▷ phase 4 : Hydrologie
- **2^{ème} partie :**
 - ▷ phase 5 : Modèle hydraulique
 - ▷ phase 6 : Cartographie

Le présent document constitue la **synthèse** du rapport de la **1^{ère} partie de l'étude** et porte sur la collecte des données, aux levés topographiques et à l'analyse hydrologique.

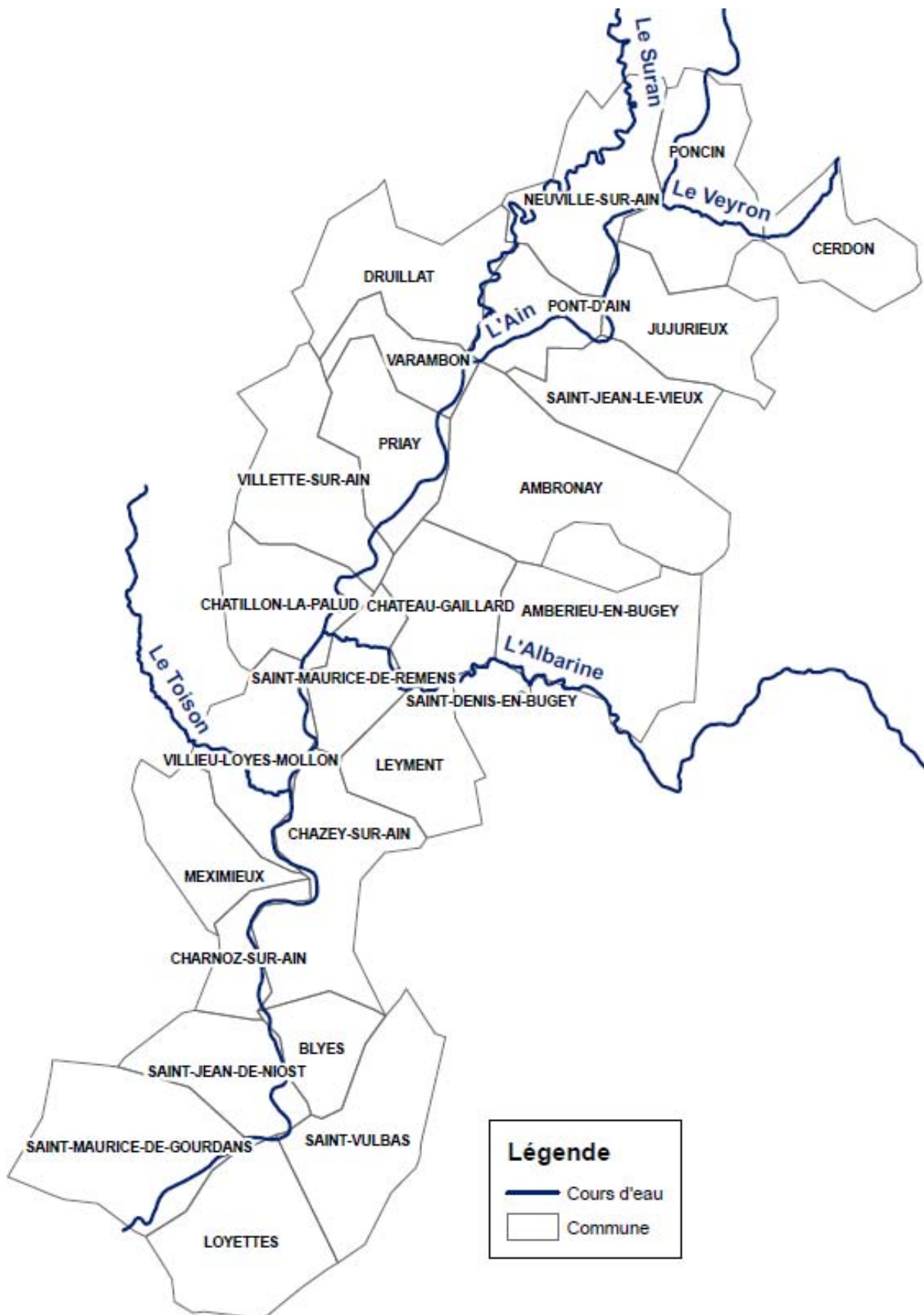
L'élaboration de cette 1^{ère} partie repose sur les étapes suivantes :

- Collecte des données disponibles sur les crues auprès des différents acteurs sur le territoire, notamment les communes et les partenaires institutionnels ;
- Visite de terrain permettant de vérifier ou de compléter les données collectées ;
- Levés topographiques et bathymétriques ;
- Caractérisation de l'hydrologie de crue de l'Ain entre le barrage d'Allement et le Rhône et des 4 affluents (Suran, Albarine, Toison et Veyron).

Comité de suivi de l'étude d'aléa inondation de l'Ain et de ses affluents
Couverture actuelle en plans de prévention des risques naturels (PPRn)



Couverture actuelle en plans de prévention des risques naturels sur la zone d'étude (PPRn) - Source DDT 01



Carte des communes de la zone d'étude

ENQUETE AUPRES DES COMMUNES

Démarche adoptée

- **Comité de suivi associant les collectivités (communes, communautés de communes, SCoT), les syndicats de rivières et EDF (qui s'est réuni le 11/04/2016) ;**
- **Réunion publique de présentation du PPRi aux communes de la zone d'étude (le 01/06/2016) ;**
- **Envoi d'un questionnaire à l'ensemble des communes (25/04/2016) ;**
- **Entretien sur site avec certaines communes (au cours du mois de juin 2016) ;**
- **Envoi d'un compte-rendu de l'entretien réalisé pour validation à chaque commune rencontrée.**

Réponses au questionnaire

La totalité des communes a retourné le questionnaire.

Entretien avec les communes

Les communes ont été contactées par téléphone pour organiser un entretien sur site. Certaines communes ont alors indiqué qu'elles ne souhaitaient pas réaliser de visite sur site car elles ne disposaient pas d'informations supplémentaires à celles données dans le questionnaire et/ou à montrer sur site. Pour 9 communes de la zone d'étude, un entretien s'est tenu avec un ou plusieurs représentant(s) au cours du mois de juin 2016.

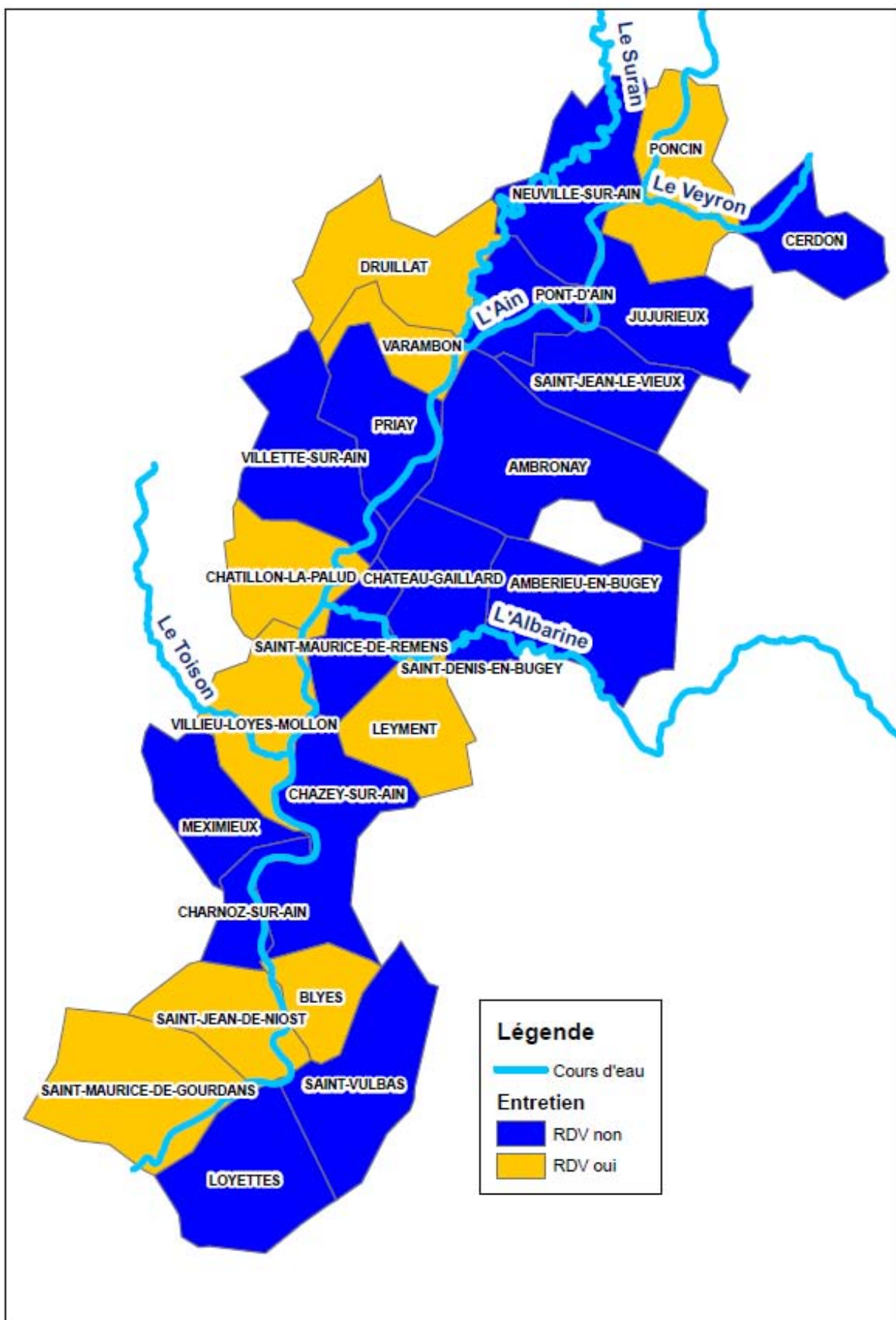
Les entretiens ont permis de préciser les retours des communes concernant leur connaissance du territoire et des événements historiques d'inondations par débordement de cours d'eau. La carte page suivante localise les communes rencontrées en entretien.

Certaines thématiques ont été fréquentes lors des discussions à savoir :

- La vulnérabilité des communes aux inondations par débordements de l'Ain et de ses affluents ;
- La divagation de l'Ain et de ses affluents ;
- Les ouvrages de protection (digue) et les inondations par infiltration ou remontée de nappe ;
- L'intégration des zones inondables dans les documents d'urbanisme communaux ;
- Les remarques des communes sur l'enveloppe du PPRi actuel.

Données collectées auprès des communes

Lors des entretiens ou via des retours par courriers électroniques, les communes nous ont fourni divers documents (arrêtés de catastrophe naturel, articles de journaux, courriers, photos des inondations passées et rapport hydraulique).



Carte des communes rencontrées en entretien

COLLECTE DE DONNEES AUPRES DES PARTENAIRES DE L'ETUDE

Démarche adoptée

Le 11 avril 2016, une première réunion de comité de suivi de la présente étude s'est tenue à Pont d'Ain. Cette réunion avait notamment pour objectif de récapituler les études et éléments de connaissance qui pourront être mis à disposition et fournir des informations supplémentaires.

De façon générale, les différents partenaires associés à cette étude ont ensuite été contactés par SAFEGE pour récupérer des informations concernant notamment :

- Les données topographiques et bathymétriques disponibles de profils en travers des ouvrages d'art et du lit (mineur et majeur) de la Marne ;
- Toutes informations concernant les crues passées (laises de crue, niveau d'eau,...).

Données collectées

Données collectées aux archives

Le 28 juillet 2016, une visite des archives départementales à Bourg-en-Bresse a été réalisée pour collecter les données disponibles sur les événements historiques de crue, l'hydrologie de l'Ain et ses affluents et les levés topographiques des ouvrages de franchissements de l'Ain.

Les données recueillies sont particulièrement anciennes (hydrologie et rapport) ou incomplètes en termes de données (coupe des ouvrages de franchissement) pour être pleinement valorisables dans la présente étude.

Arrêtés de catastrophe naturelle

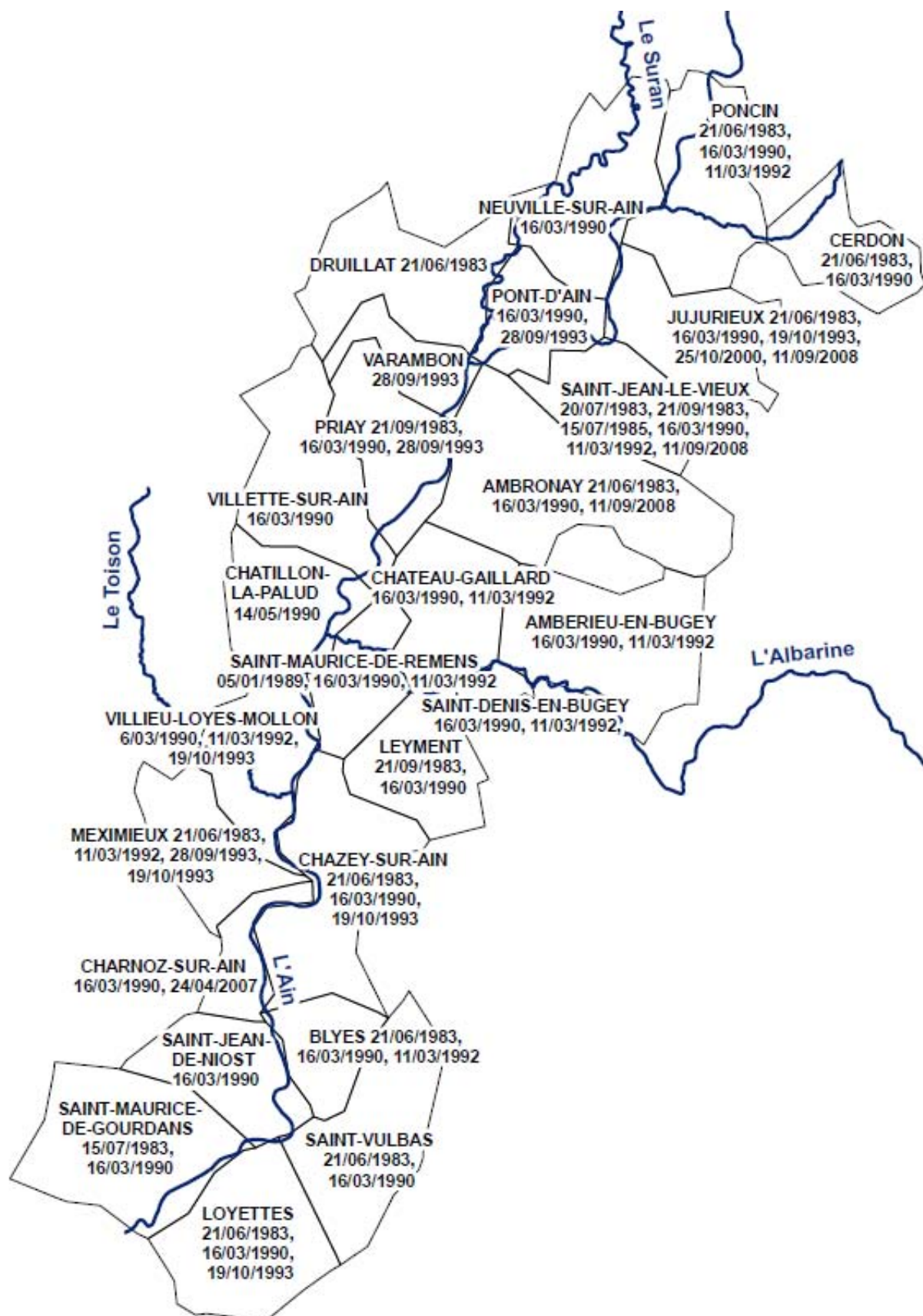
La base de données GASPARD permet de recenser l'ensemble des arrêtés de catastrophes naturelles (arrêtés CATNAT) qui ont été déclarés sur la zone d'étude.

On peut comparer les événements historiques avec les arrêtés de catastrophe naturelle. Les événements ayant entraîné un nombre conséquent d'arrêtés de catastrophe naturel par communes ont été les plus dommageables pour cette période (1983-2008).

Ainsi, **la crue de février 1990 de l'Ain a entraîné 22 déclarations de catastrophe naturelle soit 85% de l'ensemble de la zone d'étude.** Cette crue est également citée par les communes comme une des crues récentes ayant entraîné le plus de dégâts sur les enjeux.

De la même façon, on peut noter l'année 1983, avec 3 épisodes ayant entraîné des arrêtés de catastrophe naturelle (avec 1, 9 et 5 communes ayant un arrêté) et l'année 1991 avec 9 communes.

Il apparaît également que la commune de Saint-Jean-le-Vieux avec 6 arrêtés « inondations et coulées de boue » et la commune de Jujurieux avec 5 arrêtés ont été les plus touchées par des événements historiques.



Carte des arrêtés de catastrophe naturelle recensés par commune et leurs dates respectives pour le risque « inondations et coulées de boue »

LEVES BATHYMETRIQUES ET TOPOGRAPHIQUES

Ce chapitre décrit les méthodologies mises en œuvre pour les levés topographiques nécessaires à l'étude en distinguant :

- Les levés LIDAR¹, mis en œuvre par FIT-Conseil,
- Les levés bathymétriques² terrestres, mis en œuvre par HYDROTOPO.

Pour réaliser une modélisation hydraulique précise et de qualité, une connaissance minimale des lits mineurs³ des différents cours d'eau à modéliser est nécessaire. La démarche concernant les levés bathymétriques et topographiques est la suivante :

Sur l'Ain	<ul style="list-style-type: none"> ○ Le lit majeur est intégralement couvert par les levés LIDAR prévus. ○ Le lit mineur est couvert à environ 80% par les levés LIDAR déjà effectués par FIT-Conseil pour EDF. Nous comptons réutiliser ces levés dont la précision est suffisante (15±cm).
Sur les affluents : Albarine, Suran, Toison, Veyron	<ul style="list-style-type: none"> ○ Le lit majeur est intégralement couvert par les levés LIDAR prévus ○ Le lit mineur est relevé par HYDROTOPO dans le cadre du marché (avec une densité moyenne de 1 profil / 250m), ainsi que les ouvrages hydrauliques.

Levés bathymétriques terrestres

Les levés topographiques détaillés ici concernent exclusivement les lits mineurs et les ouvrages hydrauliques des cours d'eau du périmètre d'étude :

- L'**Ain**, sur la partie non couverte par les levés LIDAR en aval du barrage d'Allement, sur un linéaire de **400 mètres** environ (réalisation de deux profils en travers « terrestres »),
- La partie terminale du **Veyron**, sur un linéaire de **9300 mètres** environ,
- La partie terminale du **Suran**, sur un linéaire de **5500 mètres** environ,
- La partie terminale de l'**Albarine** sur un linéaire de **8900 mètres** environ,
- La partie terminale de la **Toison**, sur un linéaire de **2200 mètres** environ.

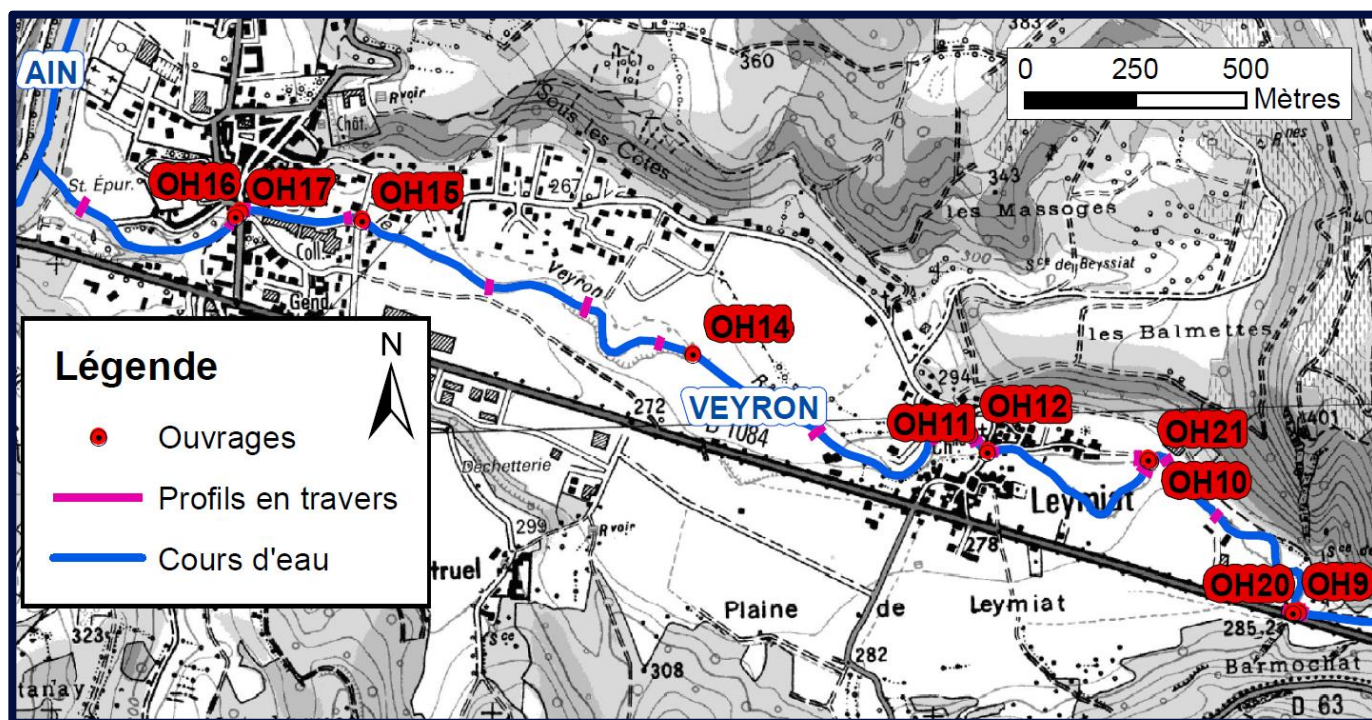
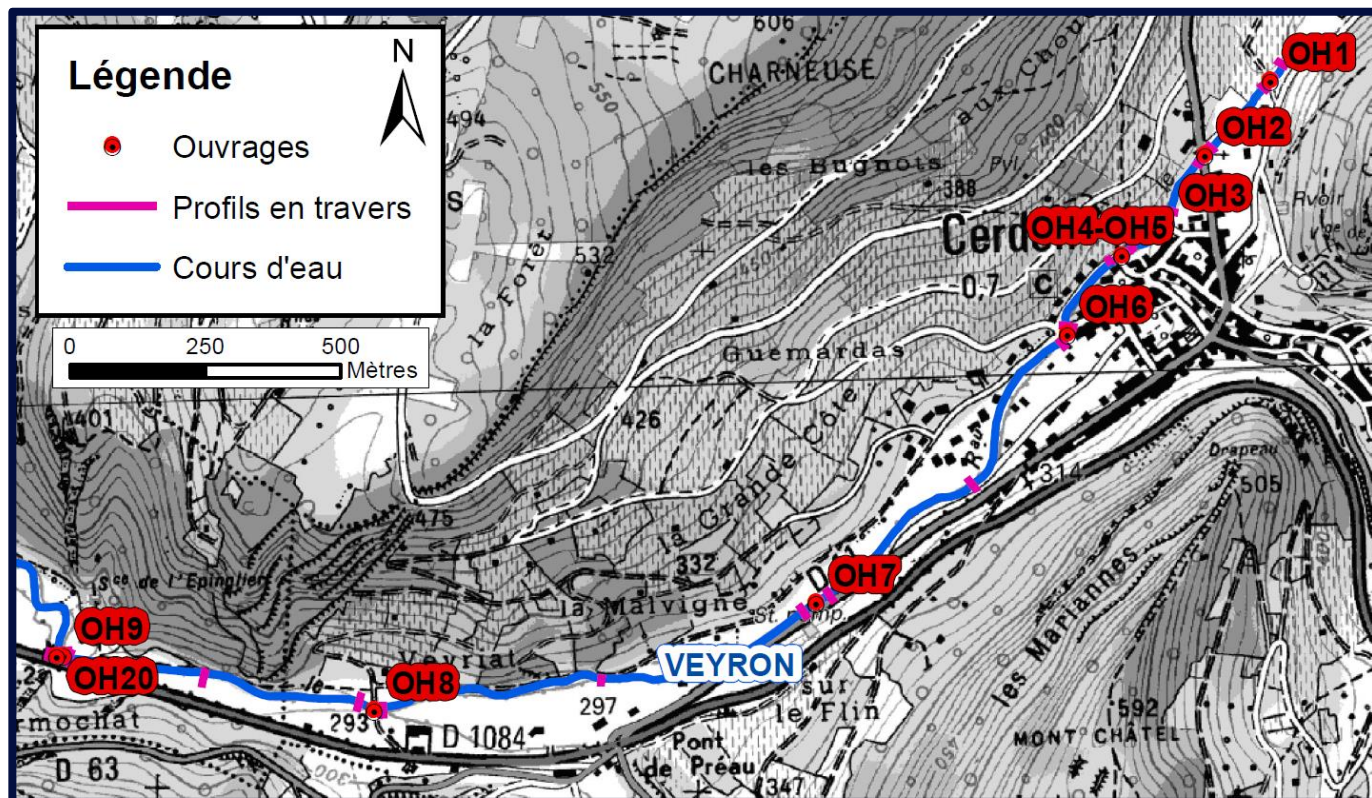
Sur les affluents, la densité est de **4 profils au kilomètre** en moyenne, plus un profil au voisinage de chaque ouvrage.

La localisation des levés est représentée par la carte de la page suivante. Les ouvrages sont indiqués en orange et les profils en travers en vert clair.

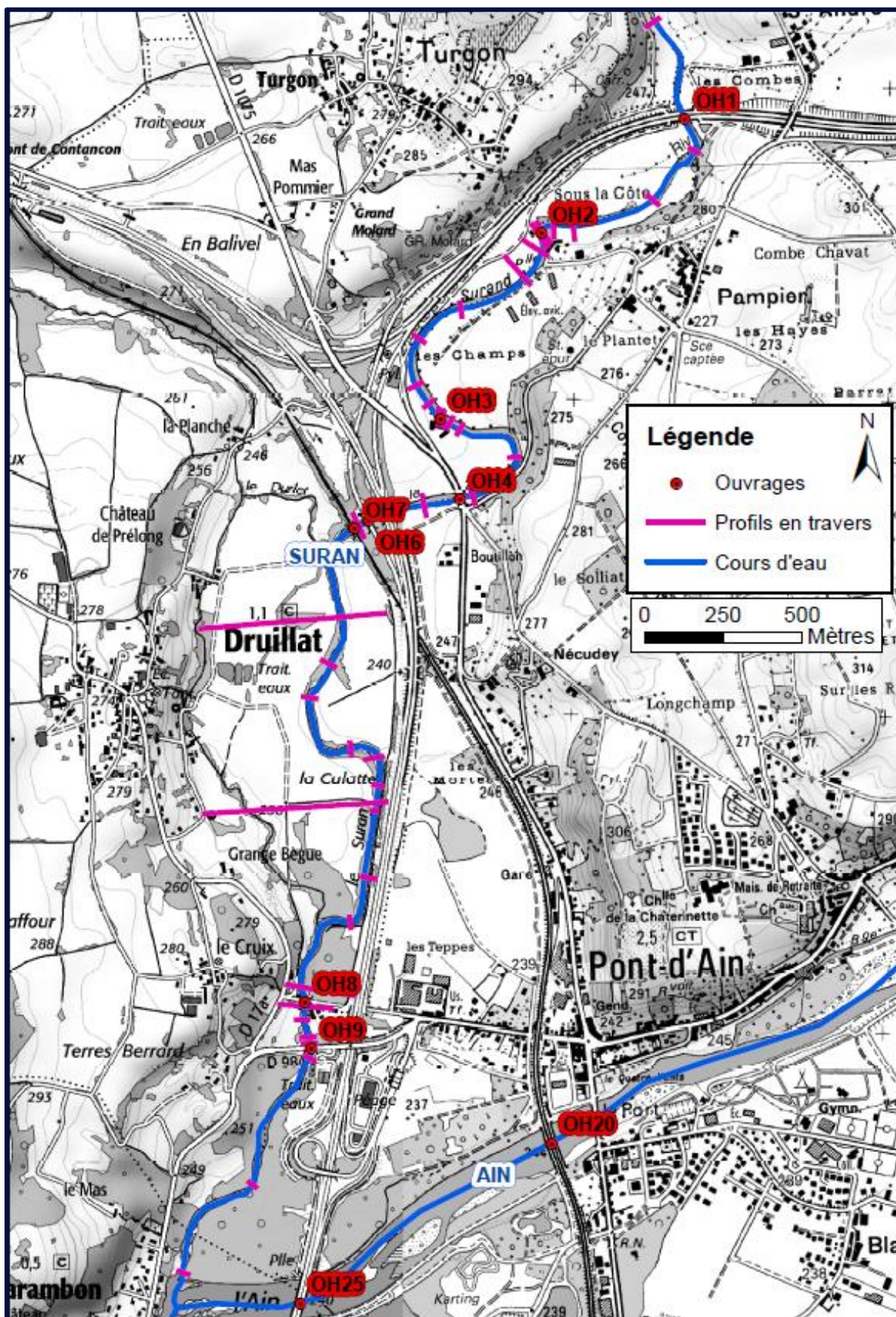
¹ "Light Detection And Ranging" : méthode de mesure aéroportée de la topographie par laser

² Mesure de la profondeur du lit mineur du cours d'eau

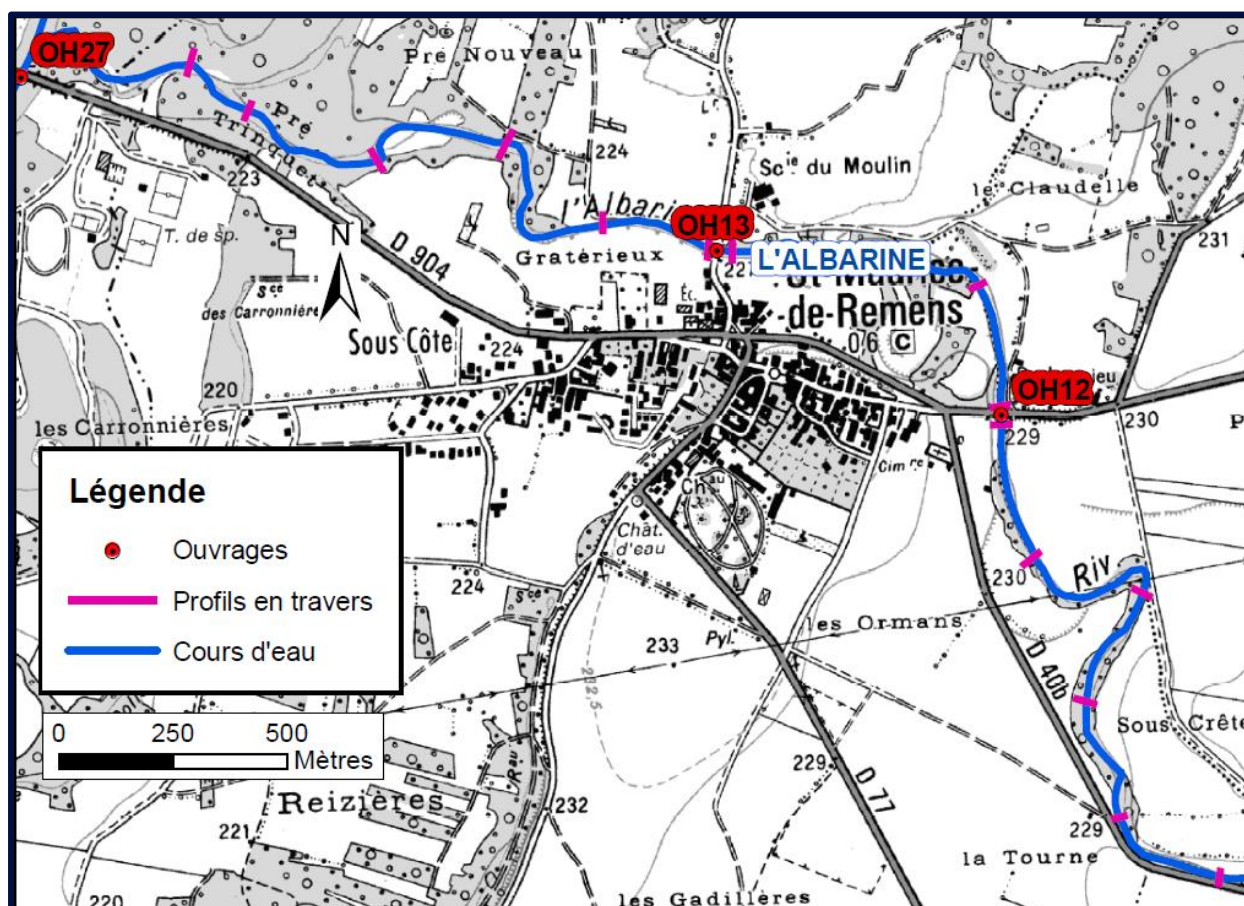
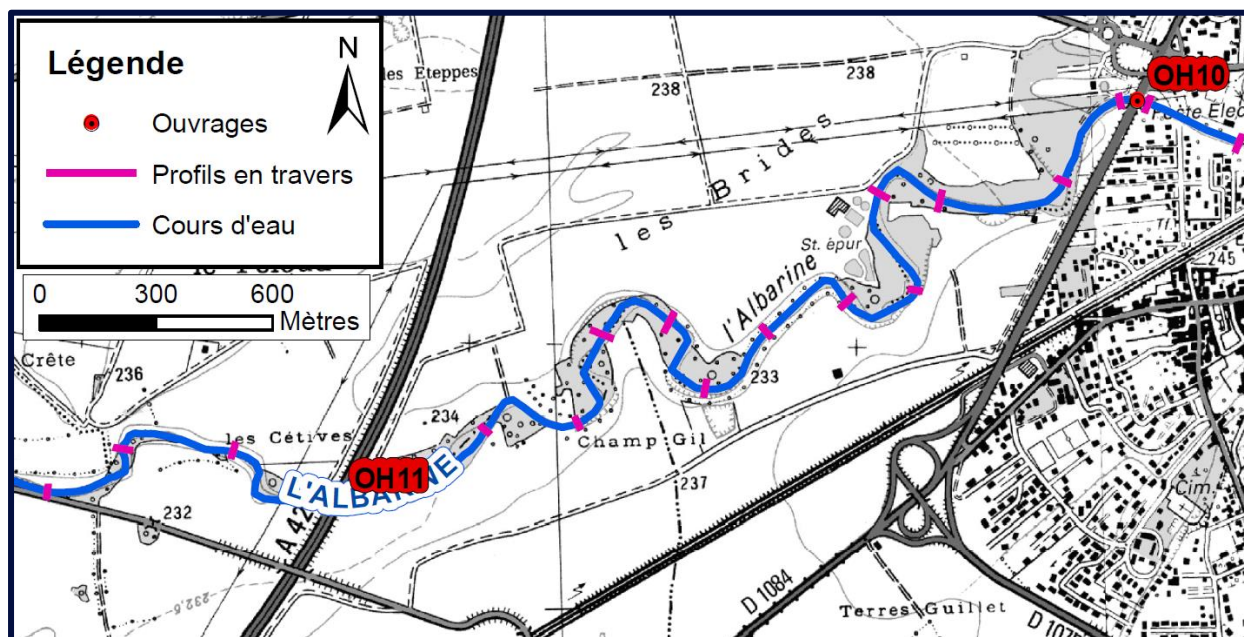
³ Espace délimité par les berges du cours d'eau (en opposition au lit majeur qui est l'espace occupé par le cours d'eau lors de ses crues les plus importantes)



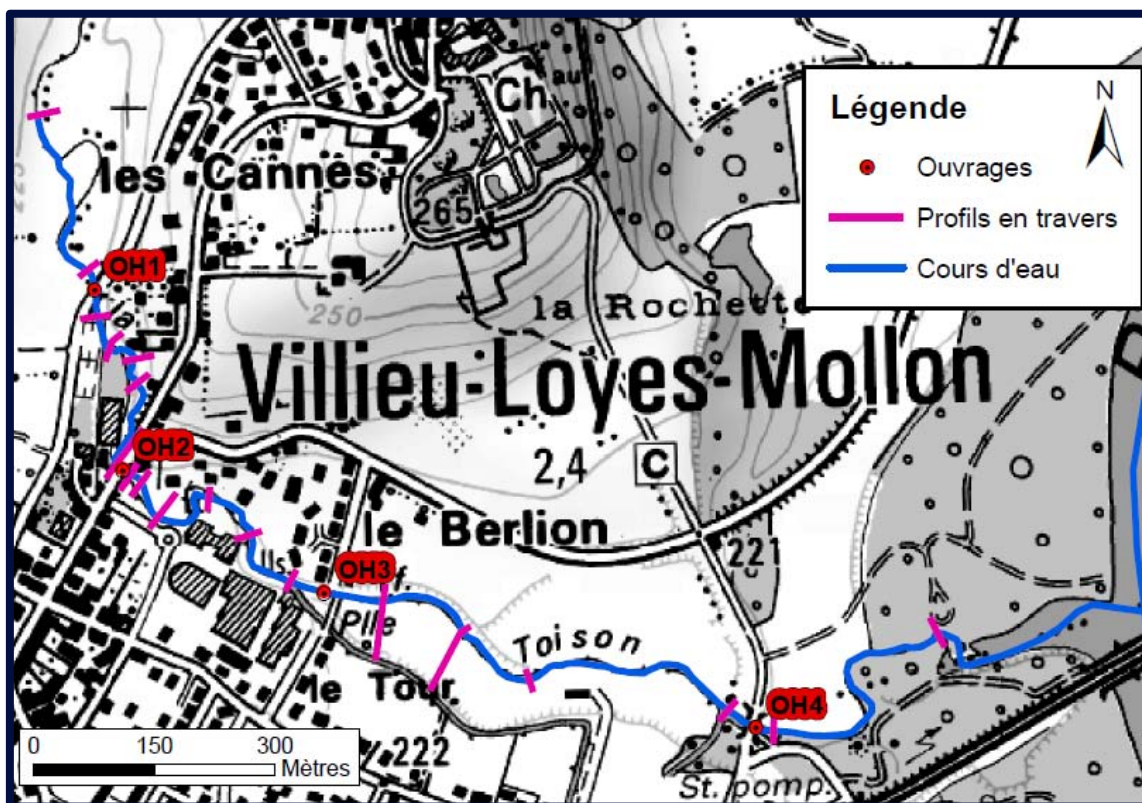
Localisation des levés sur le Veyron



Localisation des levés sur le Suran



Localisation des levés sur l'Albarine



Localisation des levés sur le Toison

Levés LIDAR aérien

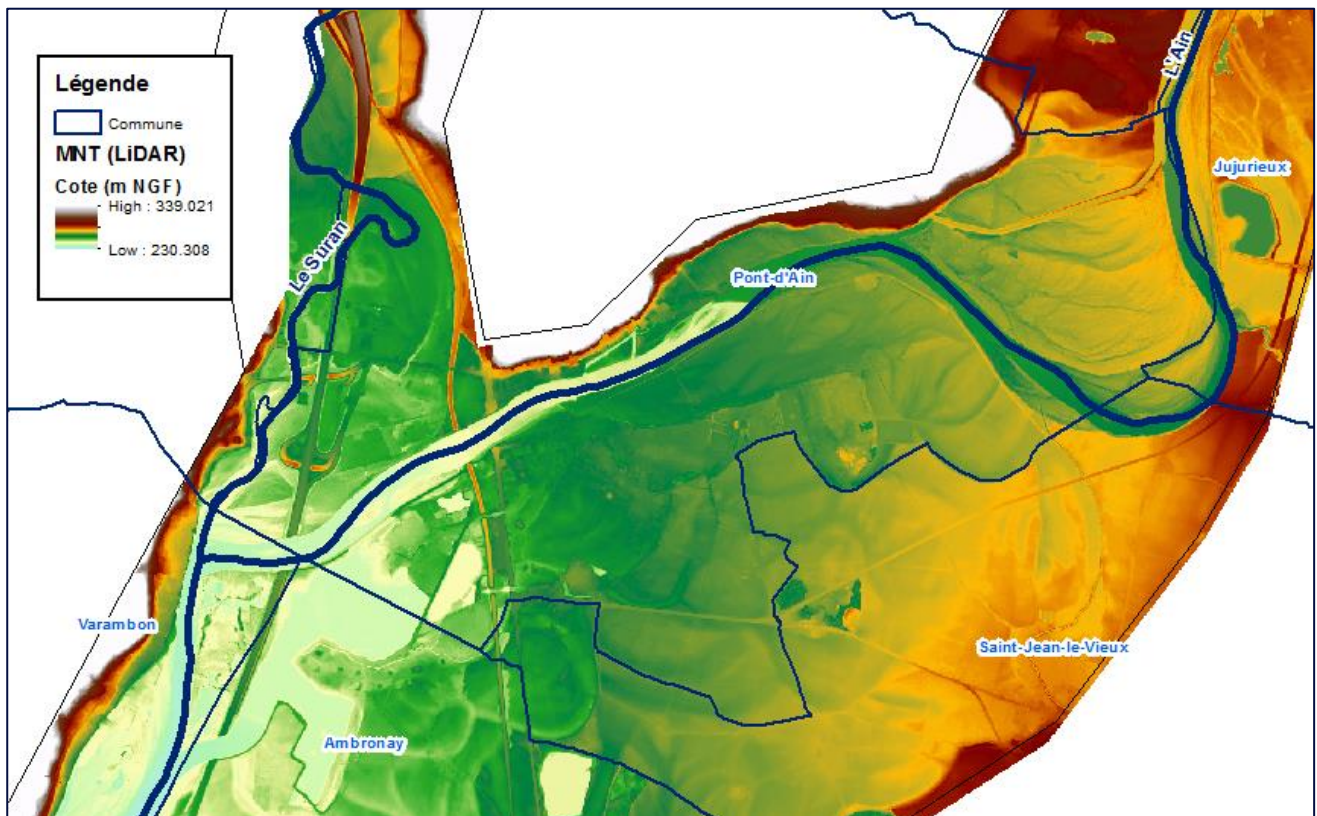
Les mauvaises conditions météorologiques de mars à mai 2016 n'ont pas permis au prestataire chargé de la topographie de réaliser les levés aériens avant que les feuilles de la végétation n'aient complètement repoussé.

Une fois que le feuillage est développé, les conditions pour acquérir le minimum de points au sol (et donc une bonne qualité de levés) ne sont plus réunies sur l'ensemble du périmètre d'étude.

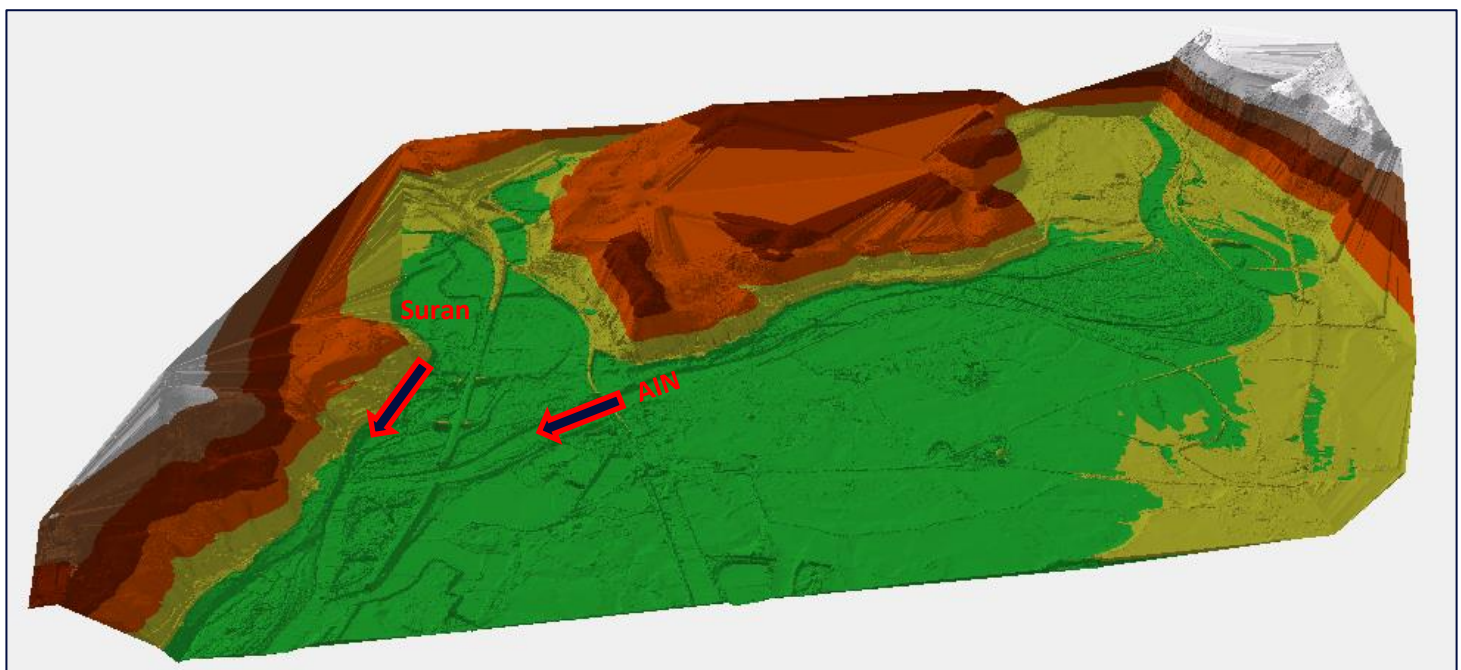
L'acquisition des données LIDAR a donc été réalisée en Novembre 2016, en absence de végétation.

Les données ont été traitées par le prestataire et sont actuellement en cours de validation par les services de l'IGN.

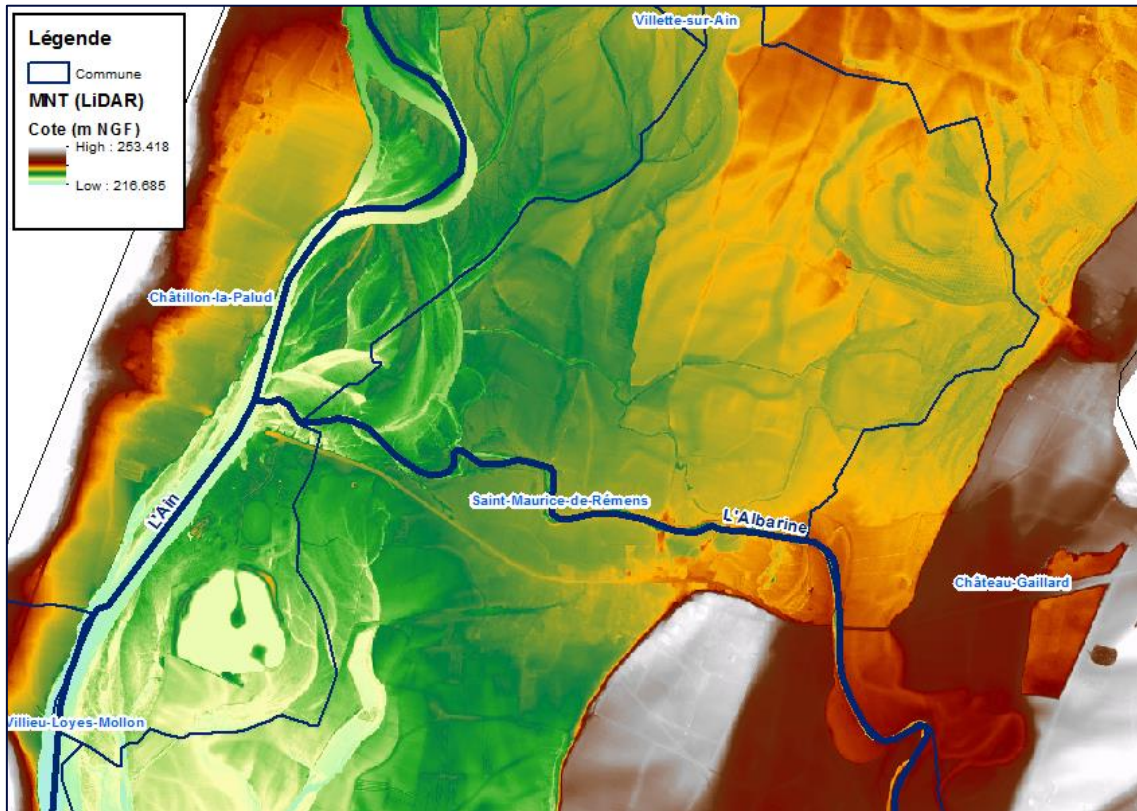
Les visualisations pages suivantes sont des extraits du LIDAR réalisé.



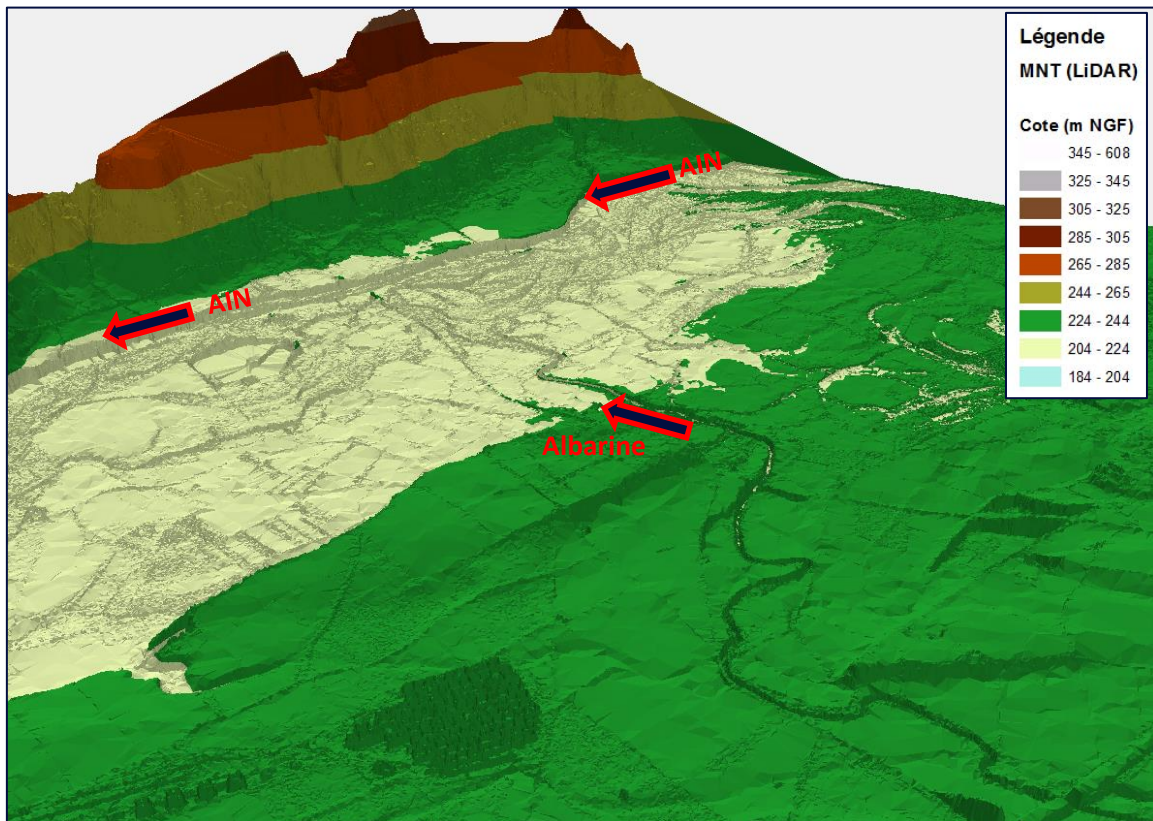
Visualisation 2D dans le secteur de Pont d'Ain et de Druilat (Confluence Suran)



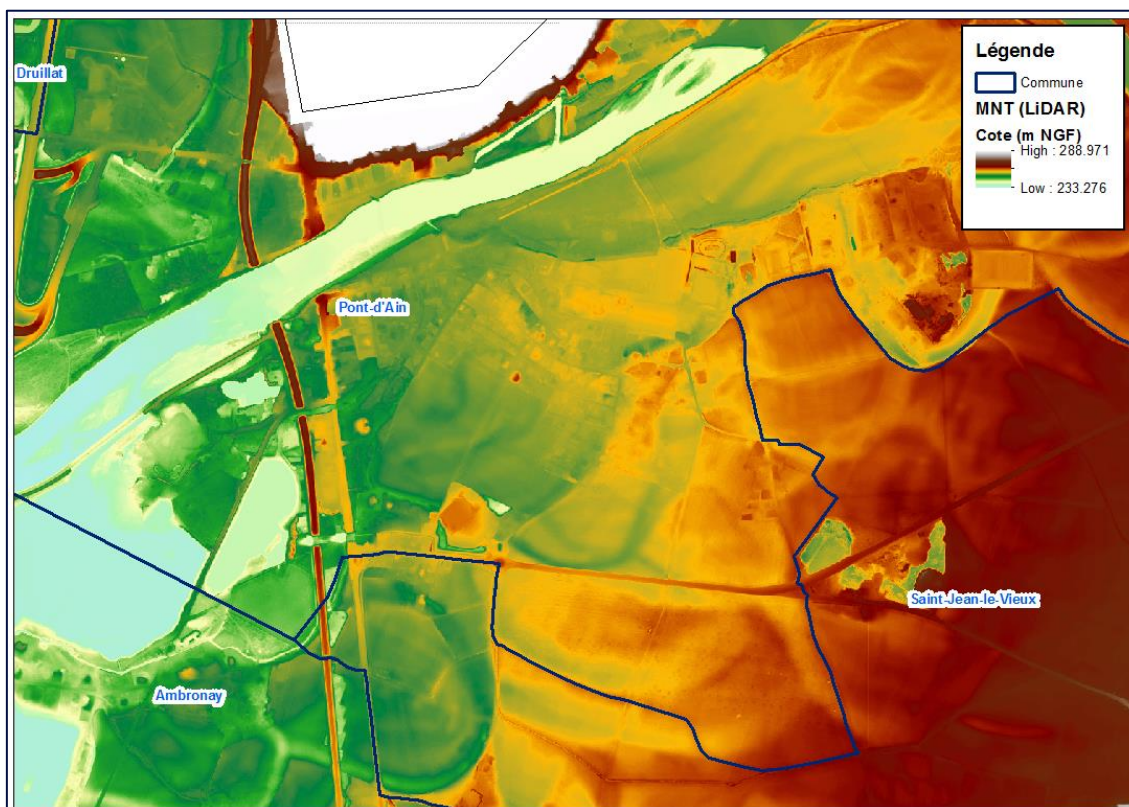
Visualisation 3D dans le secteur de Pont d'Ain et de Druilat (Confluence Suran)



Visualisation 2D dans le secteur de Saint-Maurice-de-Rémens (Confluence Albarine)



Visualisation 3D dans le secteur de Saint-Maurice-de-Rémens (Confluence Albarine)



Visualisation 2D dans le secteur de Pont d'Ain

Levés complémentaires

A la suite de la collecte de données, il est apparu qu'il n'existe quasiment aucun plan précis des ouvrages de franchissement de l'Ain. Or, ces données sont importantes au regard des objectifs de modélisation l'étude. En effet, les ouvrages peuvent avoir une influence notable sur les hauteurs d'eau car ils peuvent générer des pertes de charge qui rehaussent localement la ligne d'eau.

Des laisses de crue ont également été identifiées lors de l'enquête auprès des communes et des partenaires de l'étude.

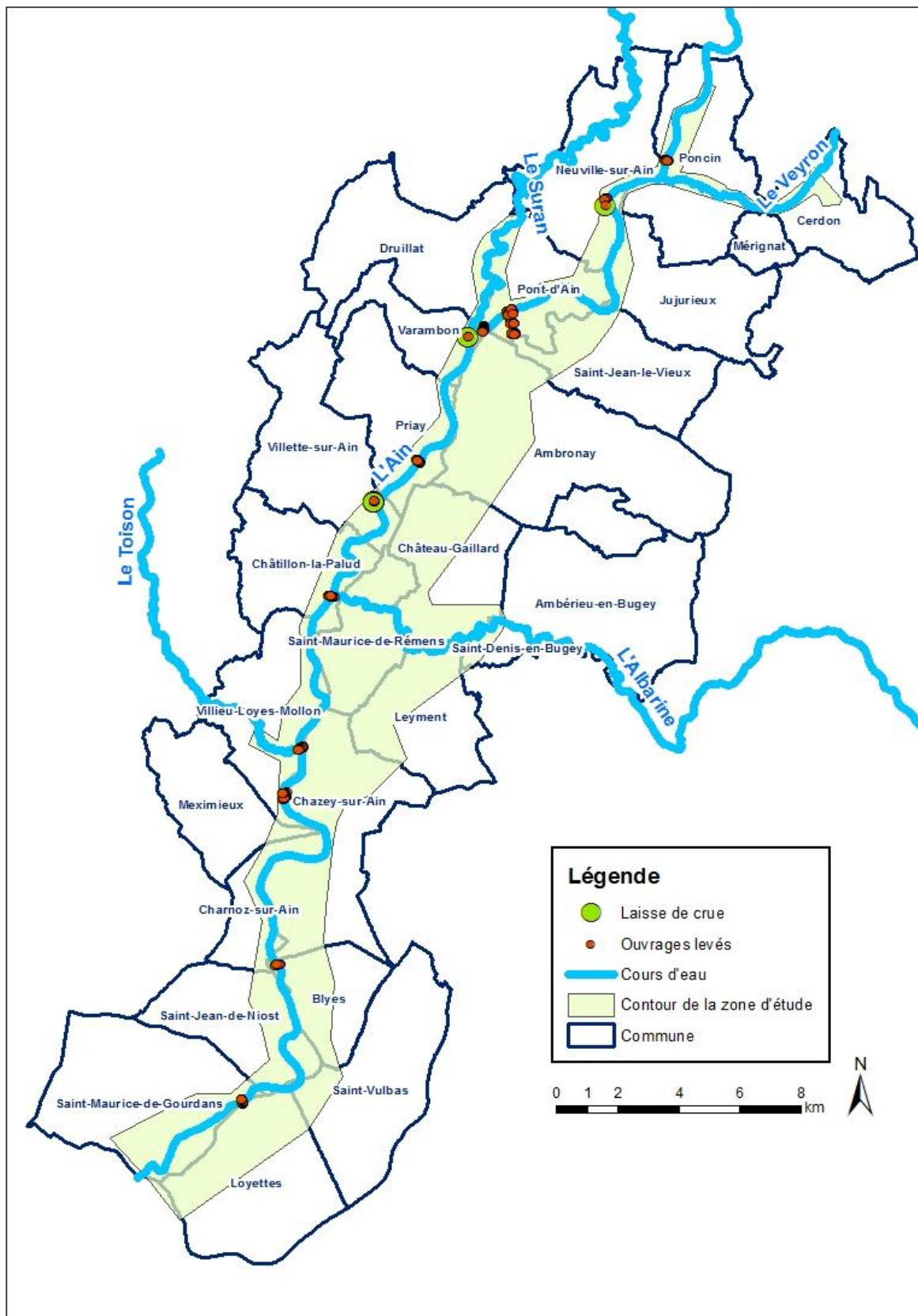
Des levés complémentaires ont donc réalisés par HYDROTOPO pour combler ces lacunes.

Le tableau ci-dessous récapitule les laisses de crue levées et la carte page suivante les localise.

Caractéristiques des laisses de crue relevées

Communes	X (Lambert 93)	Y (Lambert 93)	Z (NGF)	Date des laisses de crues
Varambon	879174.42	6551526.58	236.30	14-02-1990
Varambon	879176.92	6551525.84	236.06	21-03-1978
Villette-sur-Ain	876101.12	6546166.05	227.90	1944
Villette-sur-Ain	876099.61	6546142.97	226.78	1979.1982
Villette-sur-Ain	876099.62	6546142.96	226.83	1980.2001

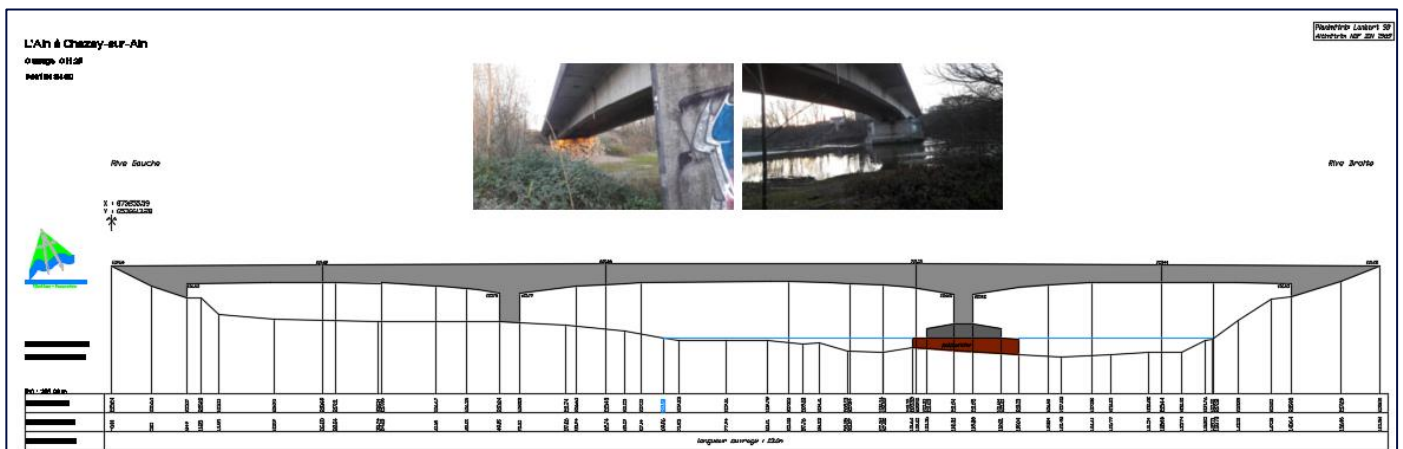
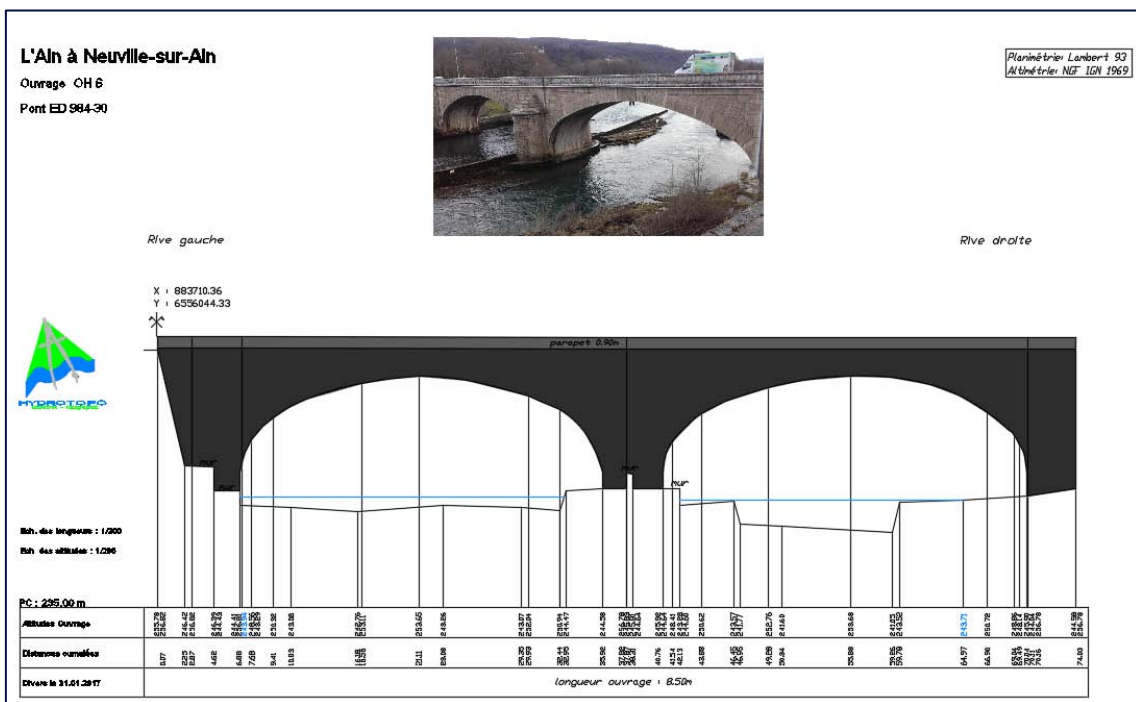
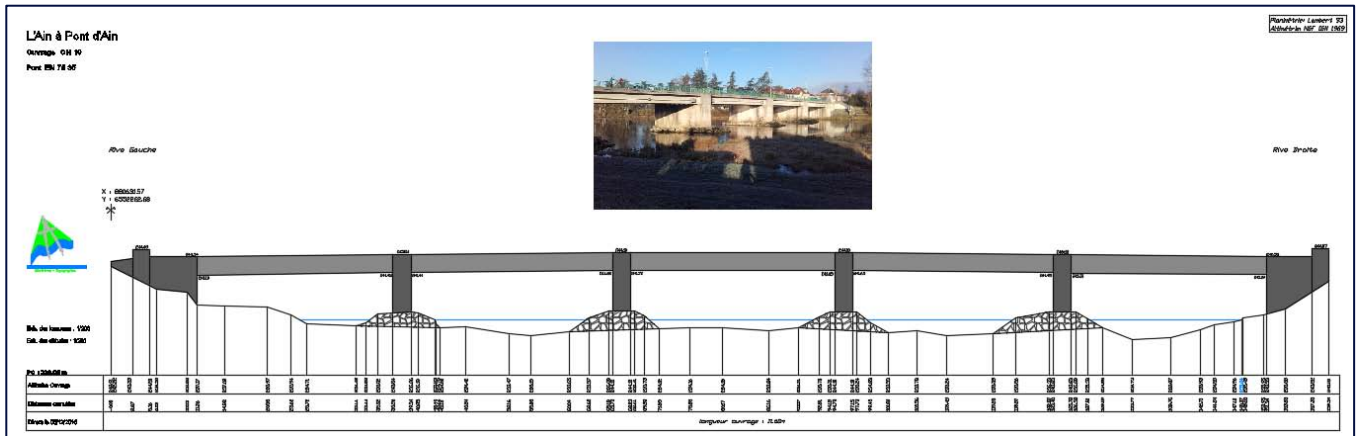
Communes	X (Lambert 93)	Y (Lambert 93)	Z (NGF)	Date des laisses de crues
Villette-sur-Ain	876099.62	6546142.97	226.93	1978
Villette-sur-Ain	876099.60	6546142.97	227.05	1977
Villette-sur-Ain	876099.58	6546142.99	227.14	1983.1999
Villette-sur-Ain	876099.55	6546142.99	227.26	1990.1991
Villette-sur-Ain	876099.58	6546143.00	227.46	1950.1945.1935
Villette-sur-Ain	876099.57	6546142.97	227.50	1957.1882
Villette-sur-Ain	876099.57	6546143.00	227.95	1944
Neuville sur Ain	883688.21	6555834.63	247.83	22.12.1991



Localisation des laisses de crue et ouvrages levés par HYDROTOPO

SYNTHESE du rapport de phase 1 : Enquête et phénomènes naturels

Etude hydraulique et cartographie de l'aléa inondation de l'Ain entre le barrage d'Allement et le Rhône



Exemple de coupes des ouvrages levés sur l'Ain

HYDROLOGIE

Crues historiques

Au niveau de Pont D'Ain : l'étude PPRi existante ([Réf. 1]) analyse les données de la station de Pont d'Ain et signale que les crues ont principalement lieu dans la période hivernale. Les évènements significatifs suivants sont relevés pour cette station :

Date de la crue	Débit de pointe (m ³ /s)
Décembre 1961	1900
Mai 1983	1470
Septembre 1965	1340
Janvier 1983	1290

On peut noter également que pour le PPRi existant, le calage du modèle a été réalisé à l'aide de la crue de 1977 dont le débit de pointe a été évalué à 1340 m³/s au pont de Priay. L'apport de l'Albarine a été évalué à 80 m³/s.

Au niveau de Chazey-sur-Ain : les données de la station de Chazey-sur-Ain sont disponibles dans la Banque Hydro depuis 1958. L'étude PPRi existante utilise cependant une chronique de maxima historiques reconstitués à partir de 1918.

La crue récente la plus importante relevée est celle de février 1990 avec un pic de crue le 15 février de 1860 m³/s.

Les épisodes significatifs survenus depuis un siècle sont détaillés ci-dessous.

Année	Débit (m ³ /s)
1918	2230
1957	2230
1928	2100
1950	2050
1944	1970
1990	1860
1935	1900
1991	1730

On peut noter que ces débits sont tous inférieurs à une crue centennale, dont le débit est estimé à 2950 m³/s.

Analyse pluviométrique

Une étude réalisée par SAFEGE en 2000 a permis de déterminer **le gradex des pluies du bassin de l'Ain**. Le gradex des pluies de bassin a été composé localement à partir des données d'une dizaine de stations pluviométriques.

Des données de lames d'eau radar au pas de temps journalier moyennées sur le bassin versant drainé aux stations hydrométriques ont été fournies par le SPC pour :

- l'Ain à Chazey-sur-Ain ;
- l'Ain à Pont d'Ain ;
- l'Albarine à Pont-Saint-Denis (Saint-Denis-en-Bugey) ;
- le Suran à Pont d'Ain.

Ces échantillons nous ont permis de déterminer, à l'aide d'une loi Gumbel, les gradex de lames d'eau pour une pluie de 1 jour et de 2 jours récapitulés dans le tableau ci-dessous.

Gradex des lames d'eau pour 4 bassins versants de la zone d'étude déterminés à partir d'une loi Gumbel – Source : données SPC et Météo France

Bassin	Gradex des lames d'eau de 1 jour (mm)	Gradex des lames d'eau de 2 jours (mm)
L'Ain à Pont d'Ain	7.0	10.3
L'Ain à Chazey-sur-Ain	6.8	9.7
L'Albarine à Pont-Saint-Denis	10.2	11.1
Le Suran à Pont d'Ain	10.9	11.6

 **Remarque**

On a pu constater que les gradex des lames d'eau radar sur l'Ain sont nettement inférieurs aux gradex de bassin de l'étude de 2000 (7 et 6.8 mm contre 11.1 mm pour 1 jour par exemple). Ces valeurs anormalement basses pourraient traduire un problème dans la fiabilité de la donnée d'entrée.

Dans la suite de l'étude les gradex de bassin tels que calculés par Safège dans l'étude de 2000 sont conservés pour l'Ain. Pour les affluents, les gradex des lames d'eau radars semblent plus fiables et sont donc valorisés.

Pour réaliser une analyse hydrologique à l'aide du gradex **des affluents de l'Ain**, les gradex des pluies de durée égale au temps caractéristique des bassins versants sont nécessaires.

Pour déterminer les gradex de pluies des affluents, la démarche suivante a été mise en œuvre :

- Détermination du rapport entre le gradex des pluies journalières entre la station d'Ambérieu et celles de Cerdon et Châtillon-la-Palud ;
- Calcul des gradex de pluies de durée égale au temps caractéristiques des bassins versants à l'aide des coefficients de Montana de la station d'Ambérieu ;
- Transposition des gradex de pluie aux stations de Cerdon et de Châtillon-la-Palud ;
- Abattement des gradex « ponctuels » en gradex moyenné sur le bassin versant à l'aide du

facteur suivant :
$$K = \frac{1}{1 + \frac{\sqrt{S}}{30\sqrt[3]{t}}}$$

avec S la superficie du bassin en km²

et t la durée de la pluie en h

Cette démarche nous permet donc d'obtenir les gradex des bassins versants pour les affluents suivants :

Gradex des pluies des bassins versants des affluents

	Suran	Veyron	Albarine	Toison
Station pluviométrique de référence	Cerdon	Cerdon	Châtillon-la-Palud	Châtillon-la-Palud
Superficie des bassins versants (km ²)	349	44	288	33
Durée caractéristique (h)	47	8	18	8
Gradex pluie (mm)	22.62	13.87	10.72	12.36

Pour le bassin versant du Suran et de l'Albarine, deux sources de données pluviométriques sont disponibles (les lames d'eau radar fournies par le SPC et les données ponctuelles aux stations). Le tableau suivant permet de comparer le gradex calculé à partir de ces deux sources de données.

Gradex des pluies des bassins versants des affluents

	Suran	Albarine
S (km ²)	358	308
K	0.82	0.83
Gradex abattus Cerdon (mm)	11.7	11.9
Gradex abattus Chatillon (mm)	10.3	10.5
Gradex Lames d'eau radar (mm)	10.9	10.2

Les gradex des pluies ponctuelles abattues sont très proches des gradex des lames d'eau radar. Pour rester cohérent avec le gradex pris en compte pour l'Ain, il a été choisi d'utiliser les postes pluviométriques pour les affluents. Cette hypothèse permet également d'être sécuritaire.

CONCLUSION

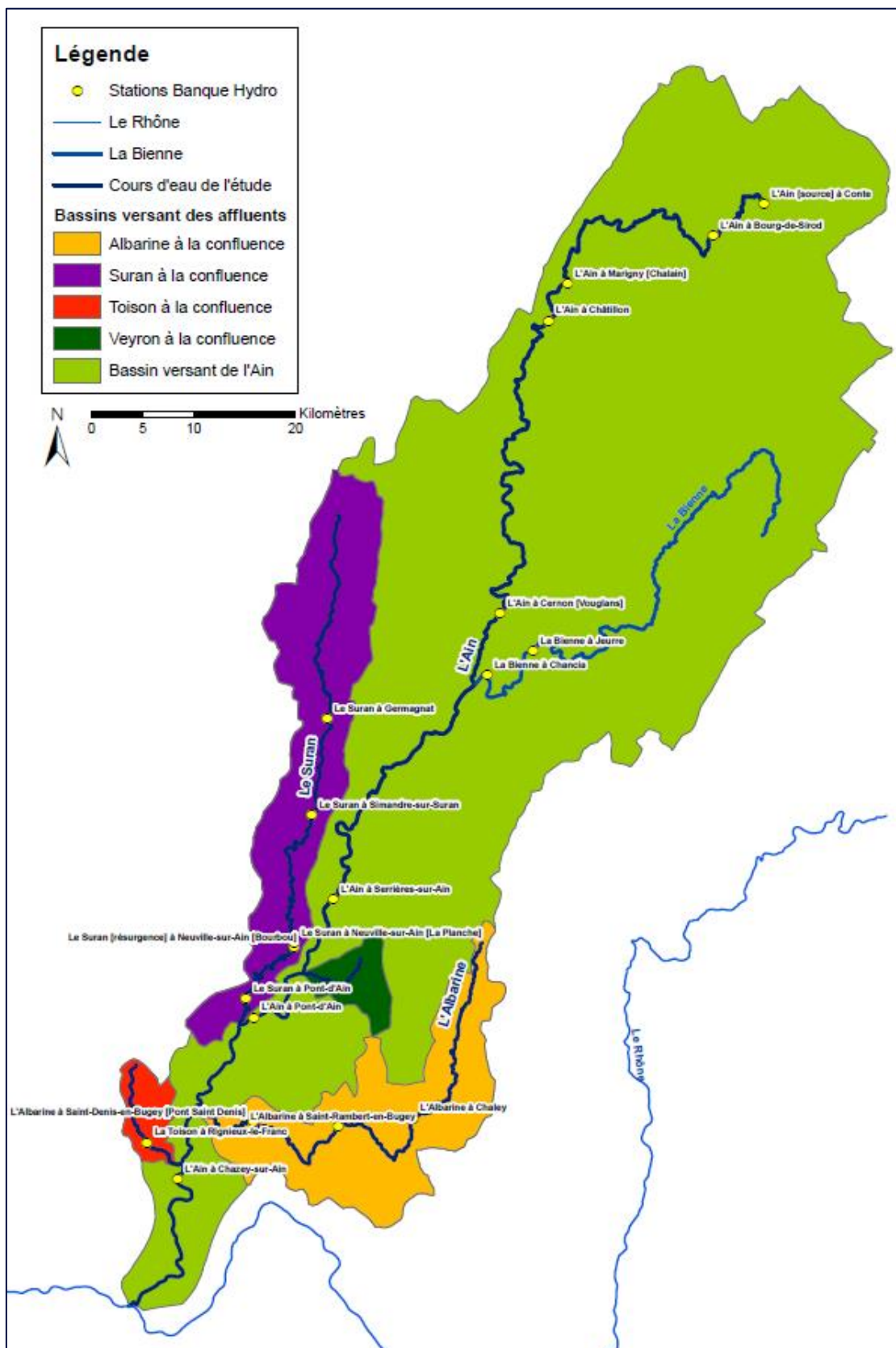
Les tableaux suivants permettent de récapituler les caractéristiques pluviométriques prises en compte pour chaque bassin versant.

Récapitulatif des gradex des pluies des bassins versants de l'Ain et des affluents

Bassin Versant de l'Ain (1961-1998)	Echantillonnage	1 jour	2 jours
	max annuel		11.1

	Suran	Veyron	Albarine	Toison
Station pluviométrique de référence	Cerdon	Cerdon	Châtillon-la-Palud	Châtillon-la-Palud
Superficie des bassins versants (km ²)	349	44	288	33
Durée caractéristique (h)	47	8	18	8
Gradex pluie (mm)	22.62	13.87	10.72	12.36

Analyse hydrologique pour l'Ain



Stations hydrométriques de la Banque Hydro exploitées dans l'étude

La particularité du bassin versant de l'Ain est que son hydrologie est influencée par la présence d'un barrage EDF situé en amont de la zone d'étude. Ce barrage de Vouglans a pour rôle la production d'électricité mais il régule également les crues par le stockage réalisé dans son réservoir. Il est également à noter que les barrages situés à l'aval du barrage de Vouglans n'écarteraient pas les crues. Ainsi, la Bienne, dont l'apport au débit de l'Ain est non négligeable (bassin versant de la Bienne de 790km² au droit de sa confluence avec l'Ain et bassin versant de l'Ain de 1120km² au droit du barrage de Vouglans).



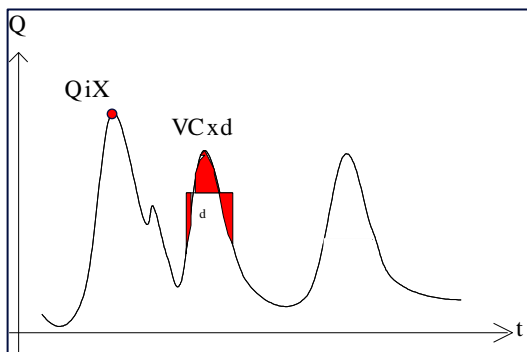
L'hydrologie de l'Ain antérieure à la construction du barrage (1968) est qualifiée de naturelle tandis que celle postérieure à sa création est influencée par le barrage.
Une double analyse doit donc être effectuée en distinguant ces 2 périodes.

Les données d'hydrologie naturelle disponibles via la Banque Hydro concernent la période 1959-1968 soit moins de 10 ans. Le rapport du PPRi réalisé par SOGREAH en 1998 exploite une chronique historique de débits maximaux annuels reconstitués sur la période (1913-1998), dont une partie n'est pas disponible sur la Banque Hydro.

Les données issues de la bibliographie ont donc été valorisées au maximum car elles permettent d'étendre l'analyse à une période plus grande de 55 ans.

Le graphique ci-dessous représente quelques variables utilisées pour la caractérisation statistique des régimes de crues :

- QiX : il s'agit du débit de pointe atteint au cours d'un épisode donné,
- VCXd : il s'agit du volume moyen maximal calculé sur une durée d variable, représentative de la dynamique de crue (concrètement d varie de quelques heures à quelques jours),



Deux durées servent à caractériser les crues localement :

- Le temps de montée (temps nécessaire pour passer du débit de base au débit de pointe),
- La durée caractéristique de crue D, qui correspond à la durée pendant laquelle la moitié du débit de pointe est dépassé.

L'application de la méthode du GRADEX sur l'échantillon à la station de Chazey-sur-Ain **des débits naturels** puis sur celui des **débits influencés** a donc permis d'obtenir les Qix et Vcxd suivants, en pratiquant une analyse de sensibilité sur :

- La méthode (Gradex Brut / Gradex Progressif),
- La durée de base de l'extrapolation (1 jour / 40 heures / 2 jours).



A noter

L'occurrence d'une crue est la probabilité qu'une crue donnée se produise chaque année (par exemple 1 chance sur 10 pour une crue d'occurrence 10 ans).
Dans la suite de l'étude, les crues sont identifiées par leur occurrence. Ainsi, une crue d'occurrence 10 ans (soit la crue décennale) est notée Q10.

Dans le cadre de l'étude, il est proposé de considérer les débits de référence suivants :

- **Pour les crues d'occurrence de 2 à 20 ans** : les débits de l'Ain proposés sont les **débits influencés**. Pour ces périodes de retour, seul Q20 est extrapolé par la méthode du gradex. On propose donc de considérer :

- **Q2 = 912 m³/s**
- **Q5 = 1152 m³/s**
- **Q10 = 1334 m³/s**
- **Q20 = 1547 m³/s**

(pour Q20, on retient la valeur issue du gradex progressif pour une durée de 1 jour)

- **Pour les crues d'occurrence de 50 et 70 ans** : 3 alternatives sont possibles :

- Considérer l'hydrologie « naturelle » de l'Ain soit :
 - **Q50 = 2425 m³/s**
 - **Q70 = 2571 m³/s**(gradex brut pour une durée de 40h)
- **Considérer une extrapolation par la méthode du gradex en partant de la crue décennale influencée mais sans considérer de stockage dans le barrage Vouglans** :
 - **Q50 = 1911 m³/s**
 - **Q70 = 2062 m³/s**(gradex progressif pour une durée de 1 jour)
- Considérer une extrapolation par la méthode du gradex en partant de Q10 influencé mais en considérant le stockage du barrage de Vouglans.



Après discussion avec EDF, la probabilité que le barrage atténue peu ou pas ces deux crues est élevée, il est proposé de retenir les valeurs intermédiaires en gras ci-dessus.

- **Pour la crue d'occurrence 100 ans** : le débit centennal proposé est le **débit naturel**. Il s'agit d'un choix dicté par la réglementation sur les PPRi, qui impose de ne pas considérer les ouvrages de stockage pour la crue de référence.

La gamme de débits obtenue par la méthode du gradex progressif et du gradex brut est comprise entre 2622 et 2952 m³/s selon la durée de pluie retenue (1 jour, 40h et 2 jours) et la méthode utilisée. Par critère sécuritaire, on propose de prendre en compte la méthode du gradex brut de durée 1 jour :

- **Q100 = 2952 m³/s**



Cette valeur est cohérente avec celle retenue par SOGREAH lors de l'élaboration des PPRi en 1999 de 3000m³/s à Chazey-sur-Ain.

Analyse hydrologique pour les affluents de l'Ain

Les bassins versants des affluents de l'Ain considérés dans la présente étude ne sont pas influencés par le barrage de Vouglans. Leur hydrologie est naturelle et une double analyse n'est donc pas nécessaire.

L'application de la méthode du GRADEX sur l'échantillon des débits naturels a permis d'obtenir les Q_{ix} et V_{cxd} pour les affluents suivants :

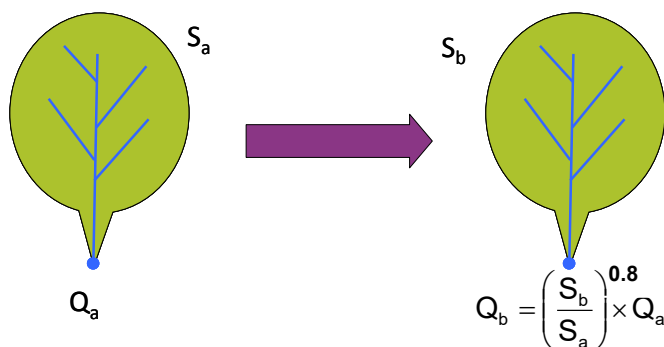
- Le Suran ;
- L'Albarine ;
- Le Toison.

Le bassin versant du Veyron n'est pas jaugé. Pour déterminer l'hydrologie de ce bassin versant, une méthode alternative de reconstruction des débits par transposition depuis un bassin versant similaire et jaugé a été appliquée.

Les valeurs de débits de crue ont été transposées en considérant le rapport des surfaces des bassins versants à la puissance 0,8 (formule de Myer). Cette méthode de transposition est illustrée par le schéma ci-après.

Bassin de référence jaugé

Bassin d'application



Avec S_a = surface du bassin versant de référence jaugé

Q_a = débit du bassin versant de référence jaugé

S_b = surface du bassin versant d'application

Q_b = débit du bassin versant d'application

Méthode de transposition par la formule de Myer

Une transposition à partir du bassin versant du Toison et une à partir de l'Albarine ont été réalisées. L'application de la méthode du GRADEX sur l'échantillon des débits naturels a permis d'obtenir les Q_{ix} et V_{cxd} à partir des données de ces deux bassins.

Dans la suite de l'étude, la transposition du bassin de l'Albarine est retenue pour la détermination des débits du Veyron. En effet, cette transposition est sécuritaire et la plus appropriée compte tenu de contexte géographique et topographique similaire des bassins versants.

Débits de référence pour notre zone d'étude

En conclusion, les débits de référence qui sont exploités dans la présente étude sont résumés dans le tableau ci-dessous pour chaque cours d'eau.



*En ce qui concerne l'Ain, la méthode choisie est la suivante ; une **extrapolation par la méthode du gradex en partant de Q10 influencé mais sans considérer de stockage dans le barrage Vouglans (gradex progressif pour une durée de 1 jour).***

Tableau 1. Débits de référence pris en compte

	Ain (entrée du modèle)	Ain (Pont d'Ain)	Ain (Chazey-sur-Ain)	Suran	Albarine	Toison	Veyron
Q2	825	843	910	90	114	15	25
Q5	1043	1058	1150	108	145	21	32
Q10	1210	1221	1335	122	169	25	38
Q20	1402	1414	1546	140	195	31	44
Q50	1732	1748	1911	175	238	41	57
Q70	1869	1886	2062	191	255	46	63
Q100	2674	2698	2950	209	325	51	70

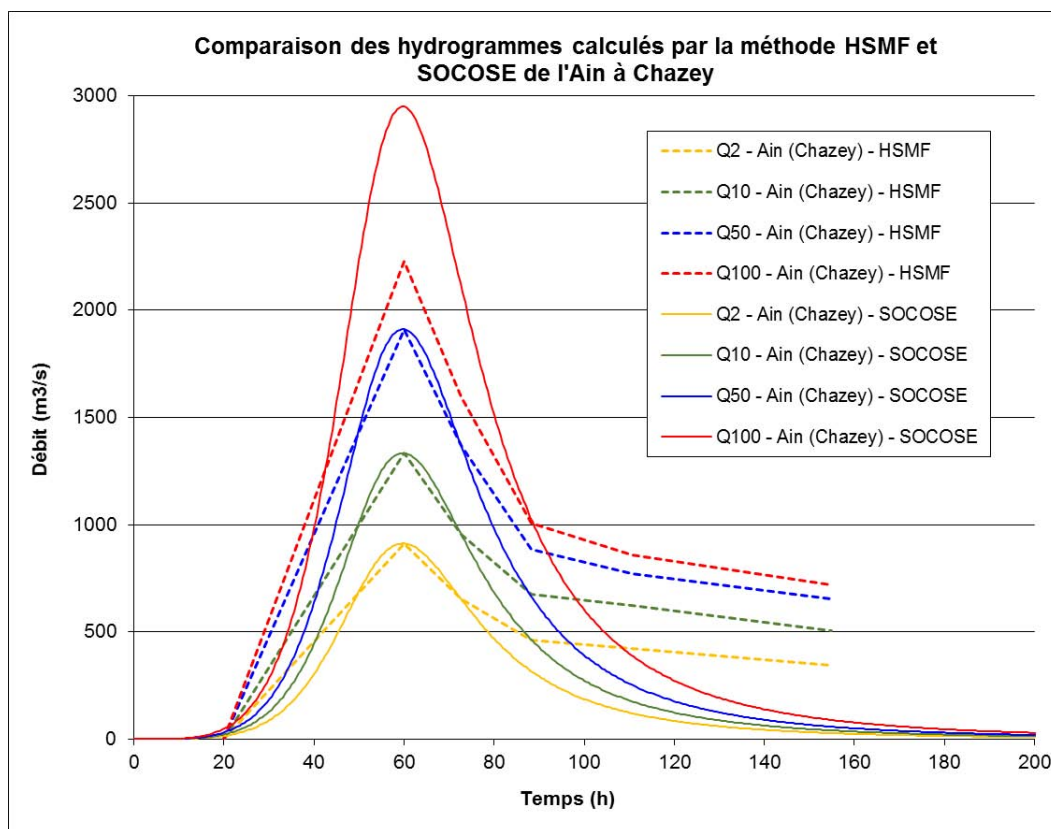
Hydrogrammes synthétiques

Les hydrogrammes au droit de la station de Chazey-sur-Ain sur l'Ain ont ainsi été déterminés à partir de la méthode HSMF et de la méthode de SOCOSE (formule analytique) et sont représentés page suivante.

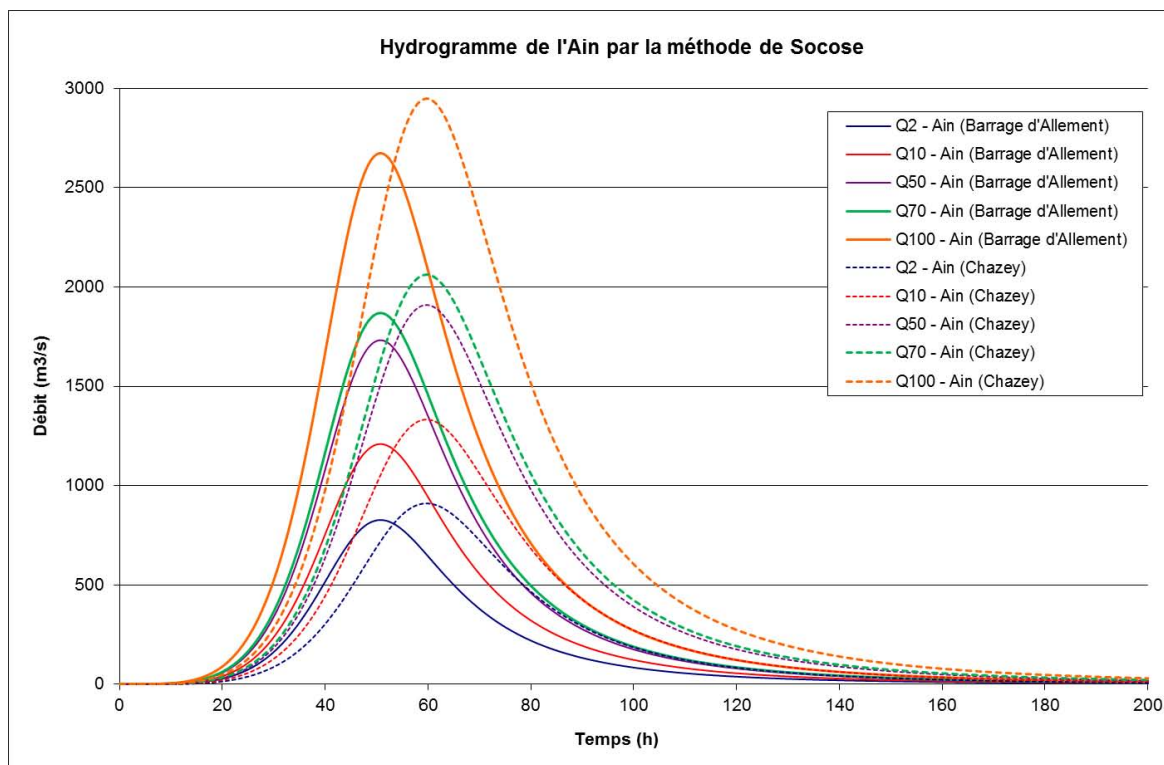
Les hydrogrammes qui seront imposés en entrée de modèle sont également représentés page suivante.



Dans la suite de l'étude, les hydrogrammes pris en compte sont ceux de la méthode analytique (notés SOCOSE dans le graphe ci-après).

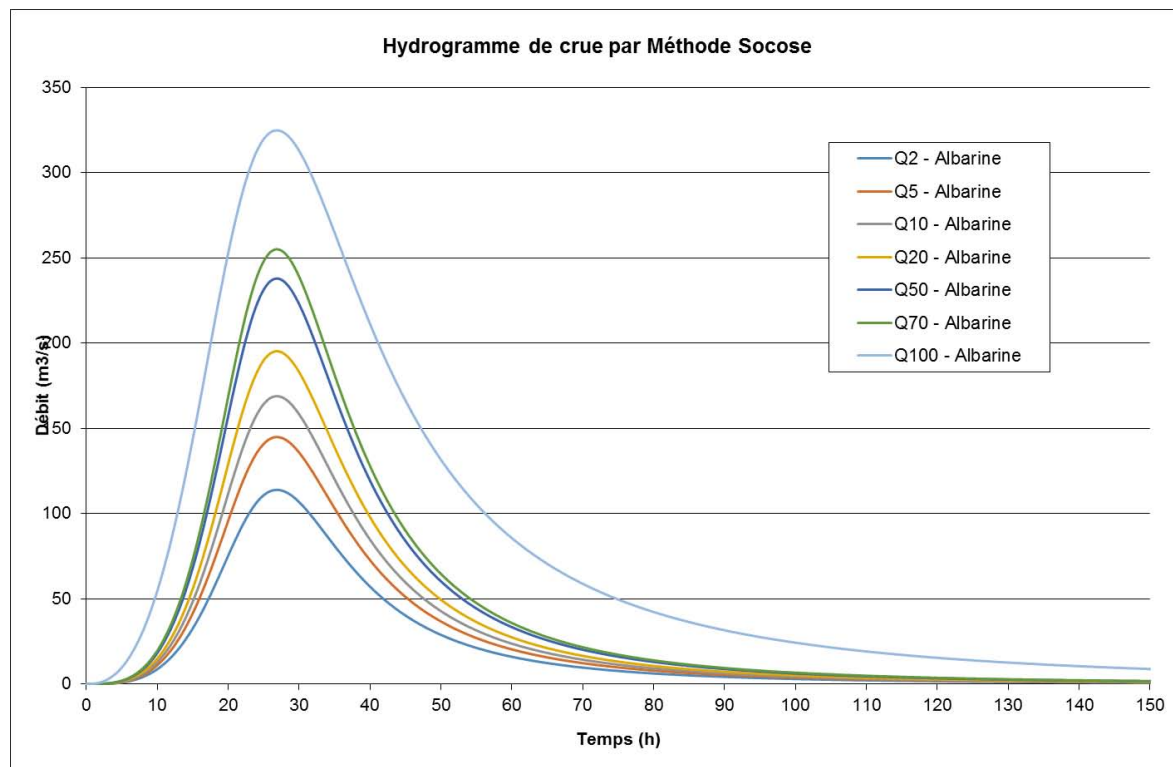
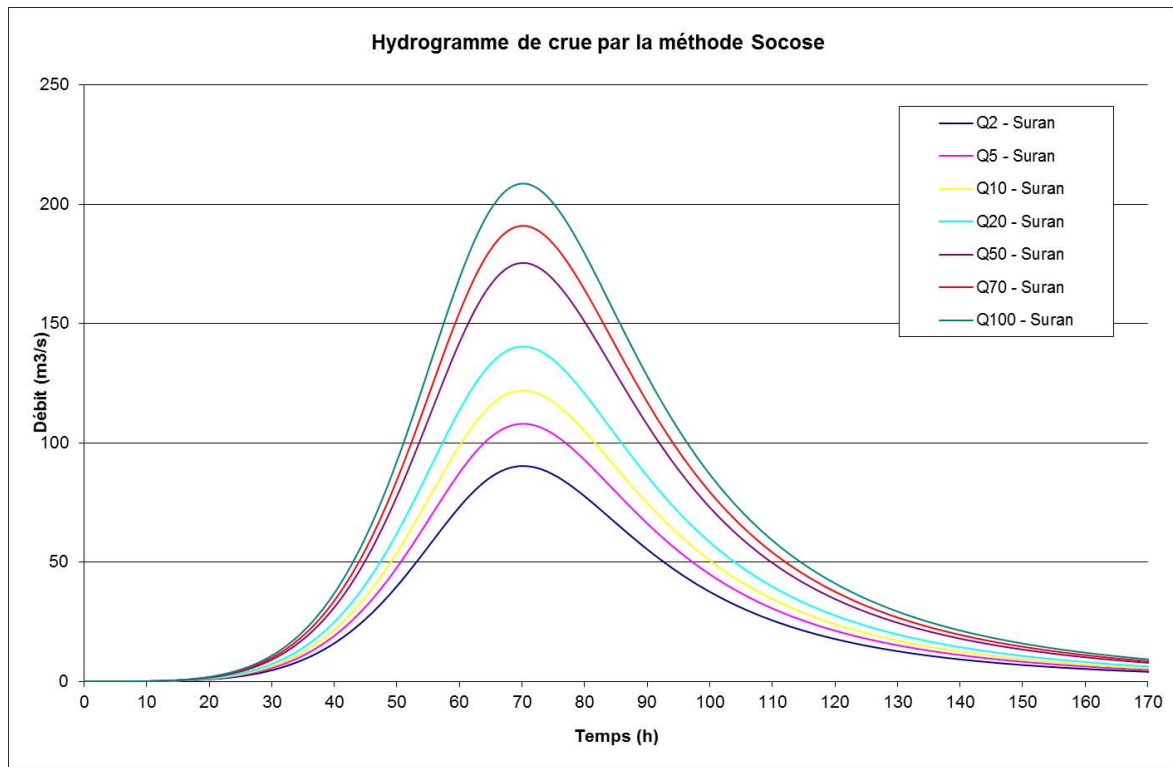


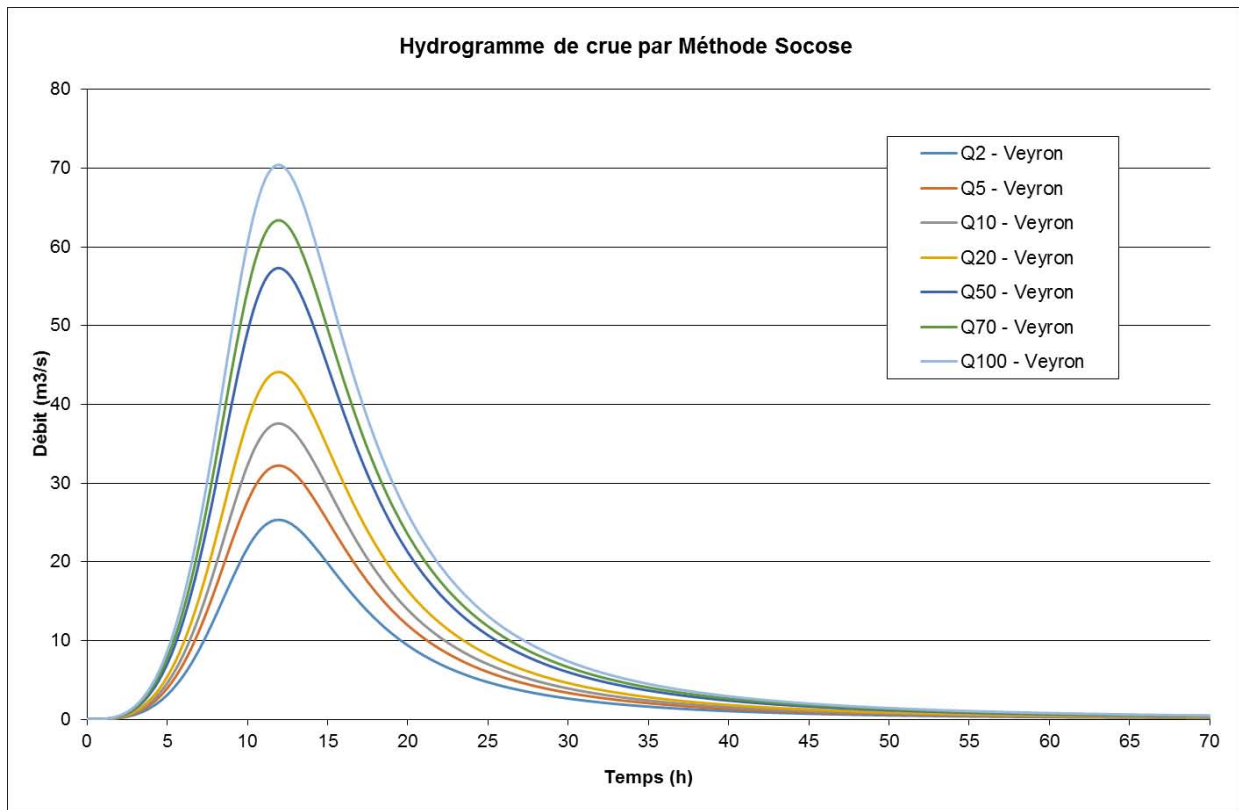
Comparaison des hydrogrammes HSMF et SOCOSE pour l'Ain à la station de Chazey-sur-Ain



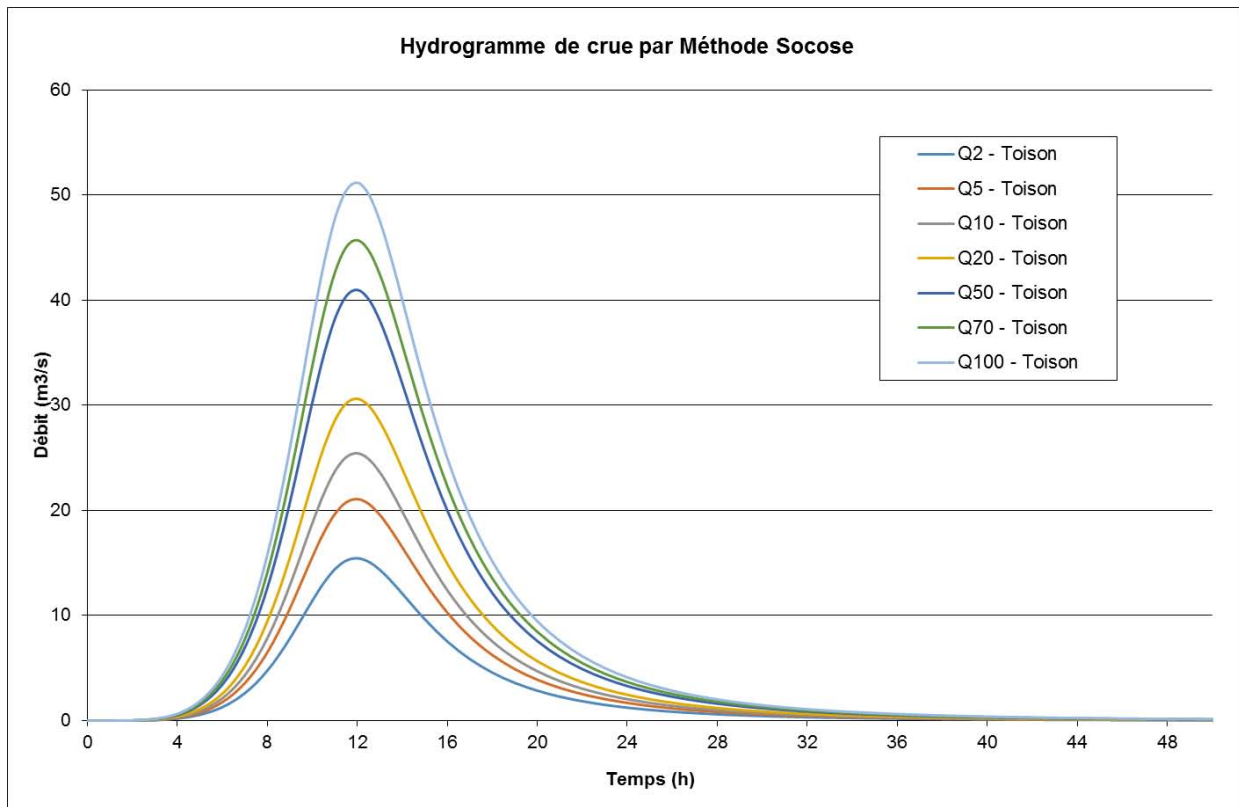
Hydrogramme analytique de l'Ain à Chazey-sur-Ain et transposé en entrée du modèle à l'aval du barrage d'Allement - Débits influencés sauf pour Q100 (débit naturel)

Pour les bassins versants des affluents, la méthode par la formule analytique a été utilisée pour déterminer les hydrogrammes synthétiques.





Hydrogramme analytique du Veyron à Cerdon



Hydrogramme analytique du Toison à la station de Rignieux-le-Franc

SUITE DE L'ETUDE

Eléments de Mission		1 ere phase étude												Planning prévisionnel de la mission											
		Avr - Sept. 2016		Janv - Mars 2016		avr-17		mai-17		juin-17		juil-17		août-17		sept-17		oct-17							
		s1	s2	s1	s2	s1	s2	s3	s4	s1	s2	s3	s4	s1	s2	s3	s4	s1	s2	s3	s4				
1	Levés terrestres																								
2	Recherche données existantes, visites terrain																								
3	Hydrologie																								
4	Levés topographiques LIDAR																								
5	Levés bathymétriques complémentaires																								
6	Modélisation hydraulique																								
7	Cartographie																								
		Attente lacement des travaux LIDAR + Levés		terrestres complémentaires		Période de pré-validation des données LIDAR et Topographiques		Période de validation du modèle hydraulique		Marge de sécurité pour le respect des débits globaux de 9 mois et la validation des cartographies															

Direction départementale des territoires de l'Ain
 Service Urbanisme Risques
 Unité Prévention des Risques



Etude hydraulique et cartographie de l'aléa inondation de l'Ain entre le barrage d'Allement et le Rhône

Planning prévisionnel de la mission

● Réunions avec la DDT ● Réunions publiques ● Réunions avec le comité de suivi