

De quoi la tempête Alex a-t-elle été le catalyseur ?



JEUDI
09
déc
2021

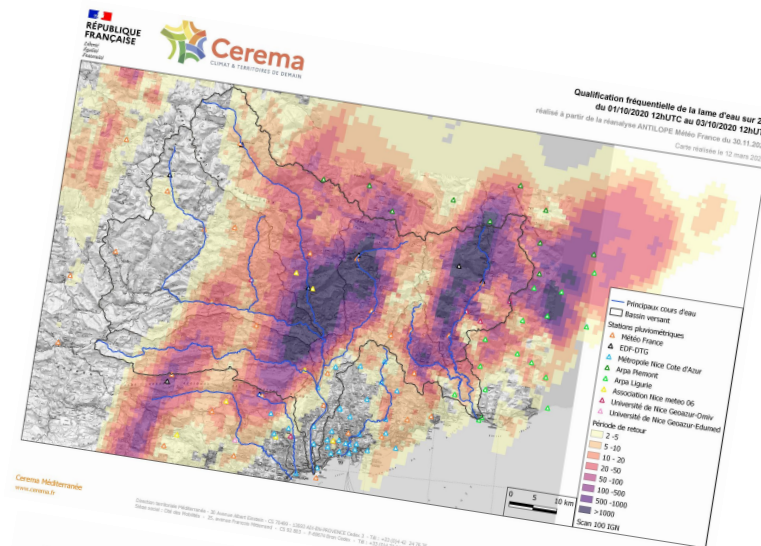
Aix-en-Provence

Amphithéâtre des 13 vents

Conférence technique territoriale organisée par le Cerema Méditerranée

RETEX HYDROLOGIE-ALEX

09/12/2021



DÉROULÉ DE LA PRÉSENTATION

Analyse des Pluies

Lame d'eau réanalysée avec les pluviographes de partenaires français et italiens
Qualification des Pluies ALEX

Analyse des Débits

Débits en temps réel et juste après la crise sur le réseau de mesure
Besoins d'informations complémentaires par modèles hydrauliques
 par modèles hydrologiques

Débits « 100 ans » ante-ALEX

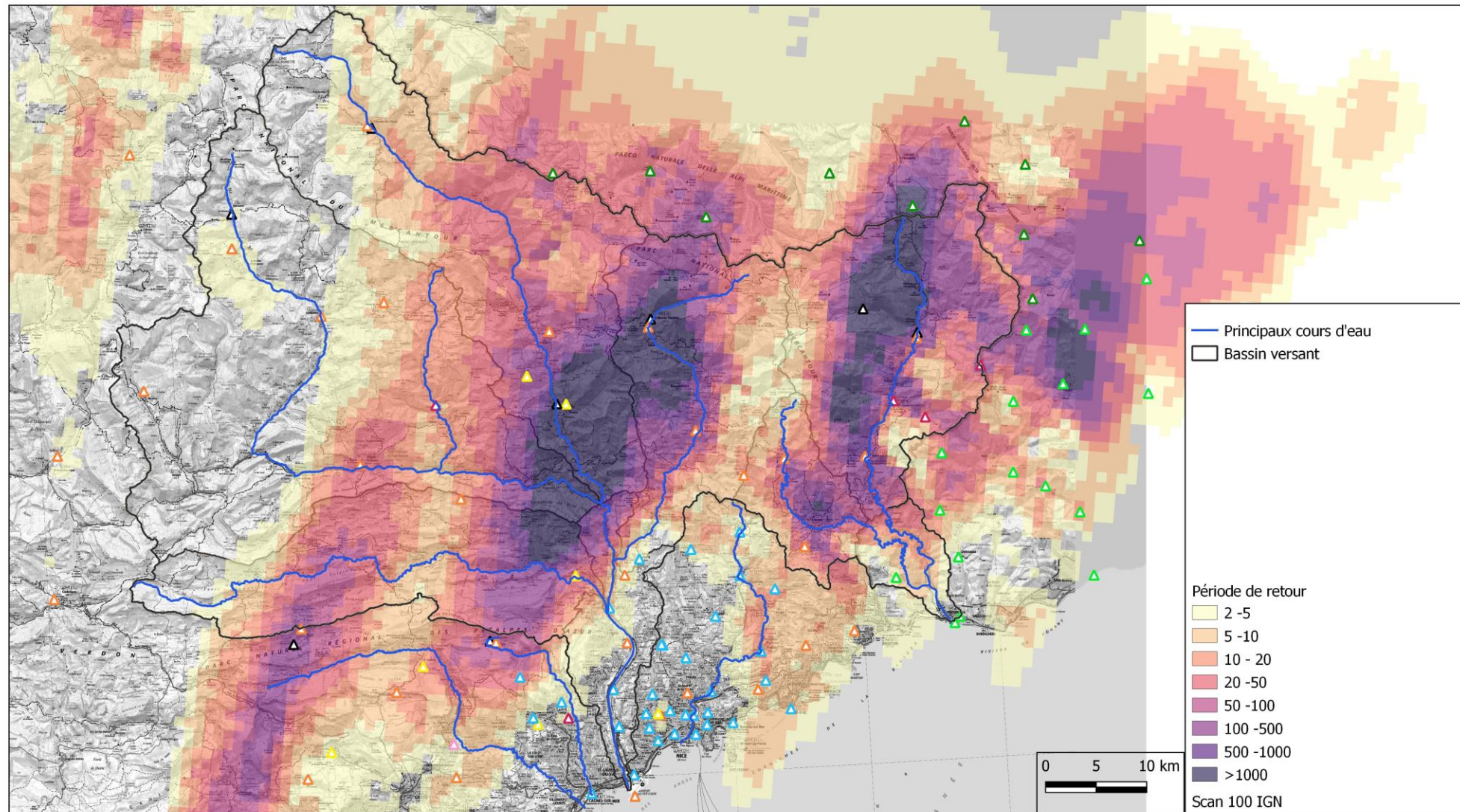
Passage vallée par vallée (Vésubie, Tinée, Roya)

Echanges

QUALIFICATION FRÉQUENTIELLE PLUIE 24H

Sources
Météo France
INRAE

Evènement majeur
sur de grands
secteurs
- Roya en rive droite
- Vésubie
- Zone autour de
confluence Tinée Var





RETEX HYDROLOGIQUE
22/03/2021

Réunion technique des
producteurs d'estimation de débit

Analyse des Débits Hydraulique



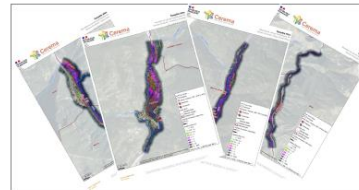
Analyse de la crue du 2 octobre 2020
 La Vésuble à la station hydrométrique d'Utelle [Pont du Cros]
 Rapport d'étude, juin 2021



Analyse de la crue du 2 octobre 2020
 La Tinée à la station hydrométrique de Tournefort [Pont de Tournefort]
 Rapport d'étude, juin 2021



Tempête ALEX
 Estimations de débits par méthode hydraulique 2D
 Rapport d'étude, juin 2021



Convention DGPR-Université Gustave Eiffel 2020
 n°2201238477 du 8 Juin 2020
 Action 8.2 :

Estimation des débits de pointe atteints par les petits cours d'eau des Alpes Maritimes lors de la tempête Alex, le 2 octobre 2020

Date: 28 juin 2021
 Auteur(s): Olivier Payrastré (Univ. Eiffel), Pierre Nicole (Univ. Eiffel)

Travail réalisé avec la contribution de (relevés de terrain):
 Paul Adagneau (DREAL), Laurent Rivostat (Cerema), François Bourgin (Inrae), Pascal Brel (Inrae), Pierre
 Brogniez (Université Côte d'Azur), Pascal Brunet (INRAE), Lisa Demoux (Université Côte d'Azur / Espaces),
 Eric Gaume (Univ Eiffel), Rabab Yassine (Université Côte d'Azur), et Ossia Méditerranée.

Nomenclature d'activité: RPS-120043
 Référence sur Numéro de contrat: Confidentialité: public

Université Gustave Eiffel
 Site de Nantes
 Département Géotechnique Environnement, Risques naturels et Sciences de la terre
 P1 de Distribution 03
 Allée des Forêts et Châssais, CS4, 44344 Bouguenais cedex.

Téléphone: 02 40 34 57 04
 Adresse électronique: olivier.payrastré@univ-eiffel.fr

Version

Date	Version	Modification	Responsable
28/06/2021	1	Version initiale	O. Payrastré
29/06/2021	2	Modifications de révisions	O. Payrastré et P. Nicole
30/06/2021	3	Suppression de doublons	P. Brogniez, P. Brel, P. Don
30/06/2021	4	Finalisation et validation	P. Brogniez

Destinataires :

DGPR/SRIN-HSCAPBERT M: Rodolphe Van Vlaenderen et Mme Margaret Herbaux
 DGPR/SRIN-HSCHAFIP Mr. Janet Bruno
 Université Gustave Eiffel Mme Jeanne-Sylvaine Guillon

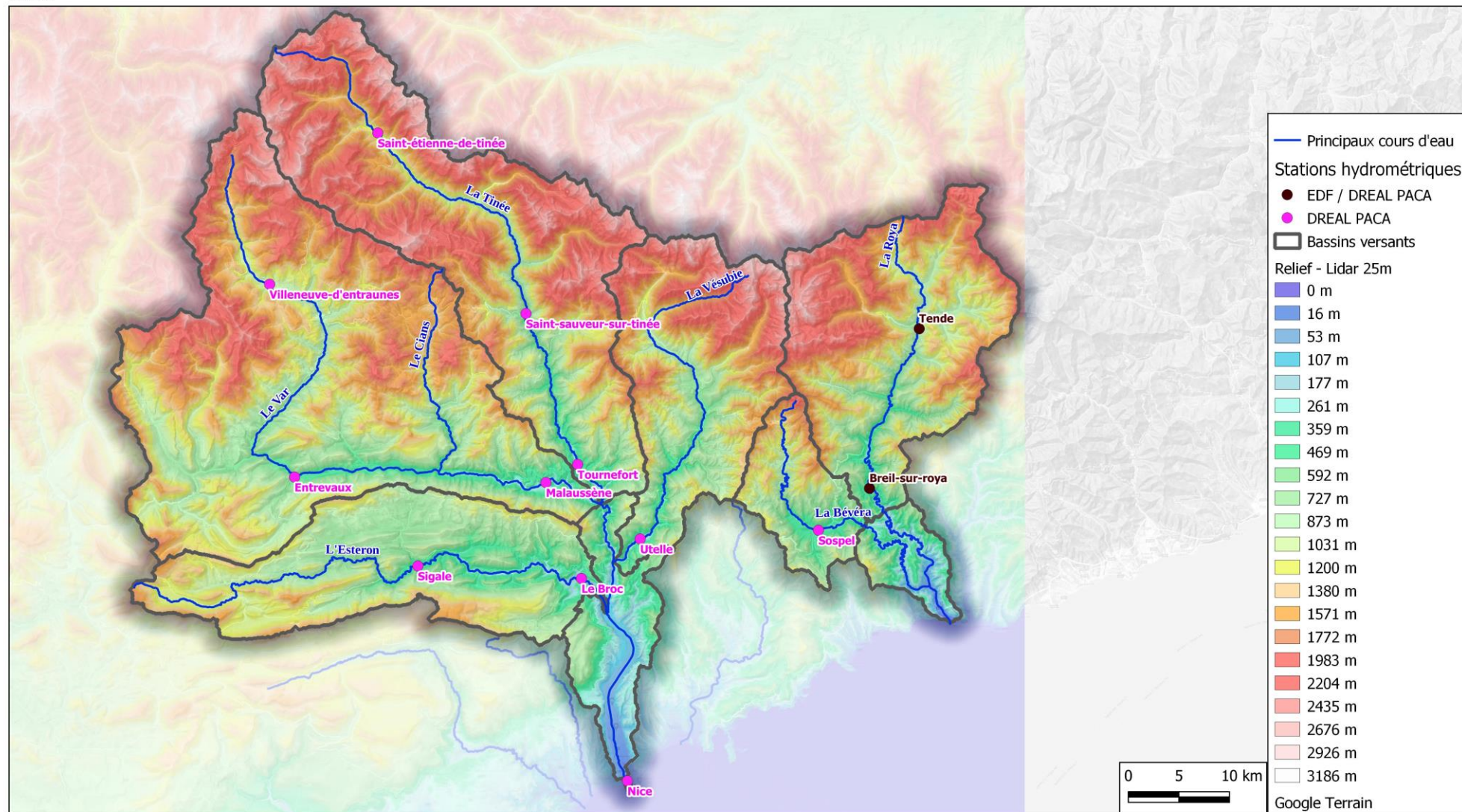


RETEX technique ALEX
 Inondations des 2 et 3 octobre 2020
 Expertise hydrologique – Rapport d'étape



STATIONS HYDROMÉTRIQUES

Présentations des stations où des mesures sont disponibles en temps réel (Vigicrue)

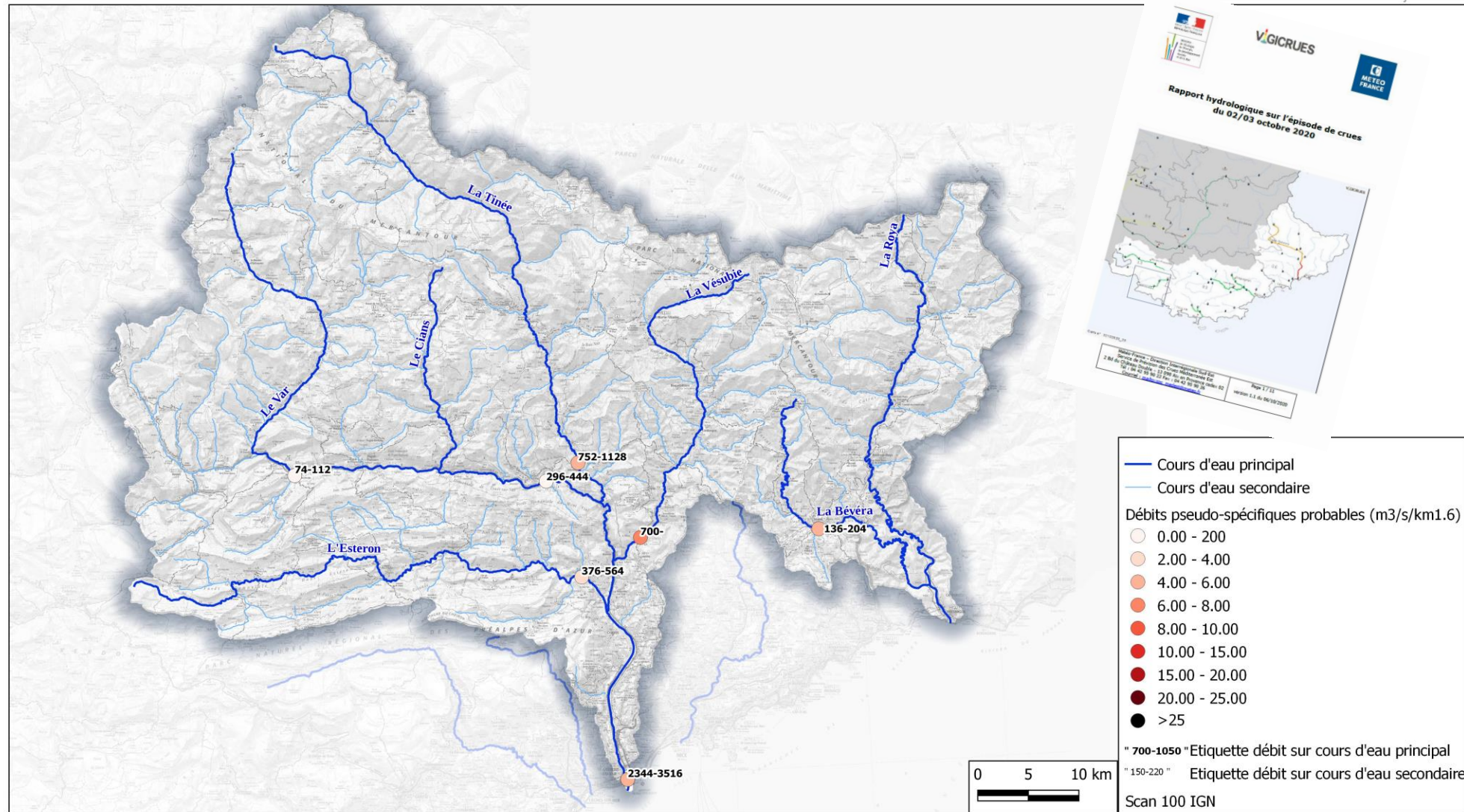


DÉBITS AUX STATIONS « A CHAUD »

Connaissance sur les débits disponible après la crue

SPC/DREAL UH

Extrait Rapport hydrologique sur l'épisode de crues du 02/03 octobre 2020



HYDRAULIQUE

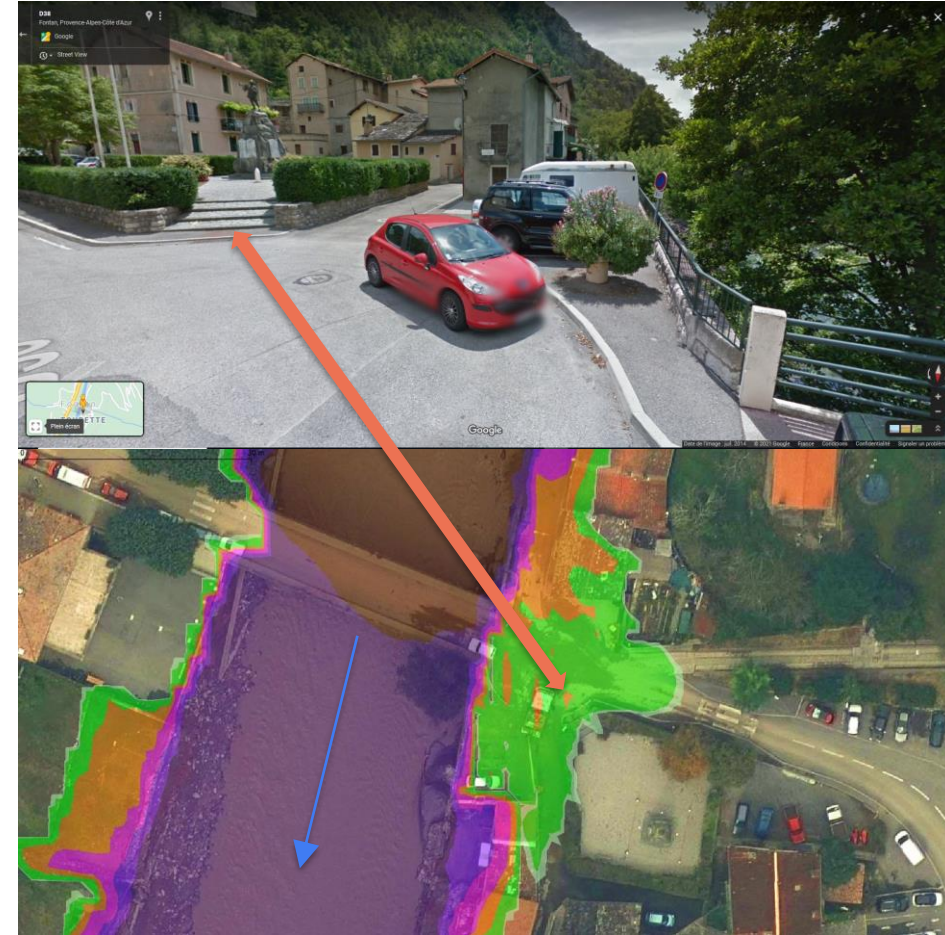
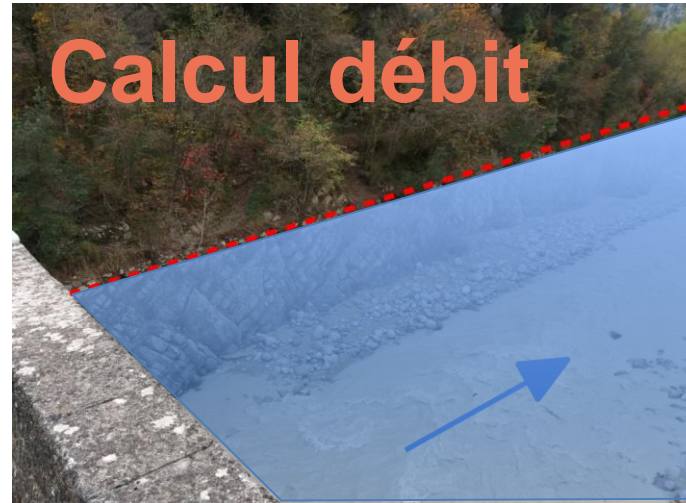
Convertir les
Traces ALEX
relevées
(terrain/images)
en quantité
d'eau (débits Q)
Hydraulique



HYDRAULIQUE

Convertir les
Traces ALEX
relevées
(terrain/images)
en quantité
d'eau (débits Q)

Hydraulique



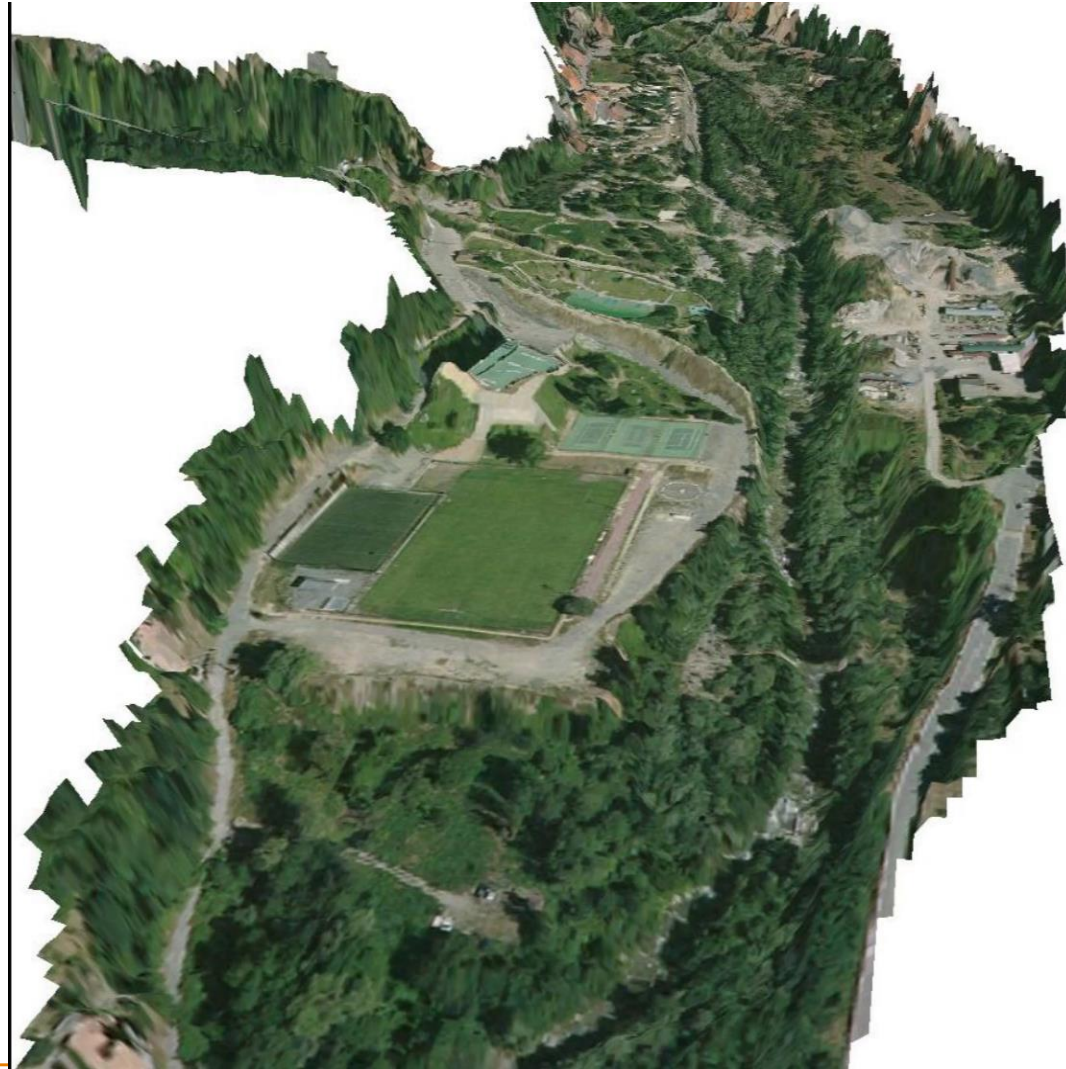
ESTIMATION DES DÉBITS PAR APPROCHES HYDRAULIQUES

Quelle Topographie?



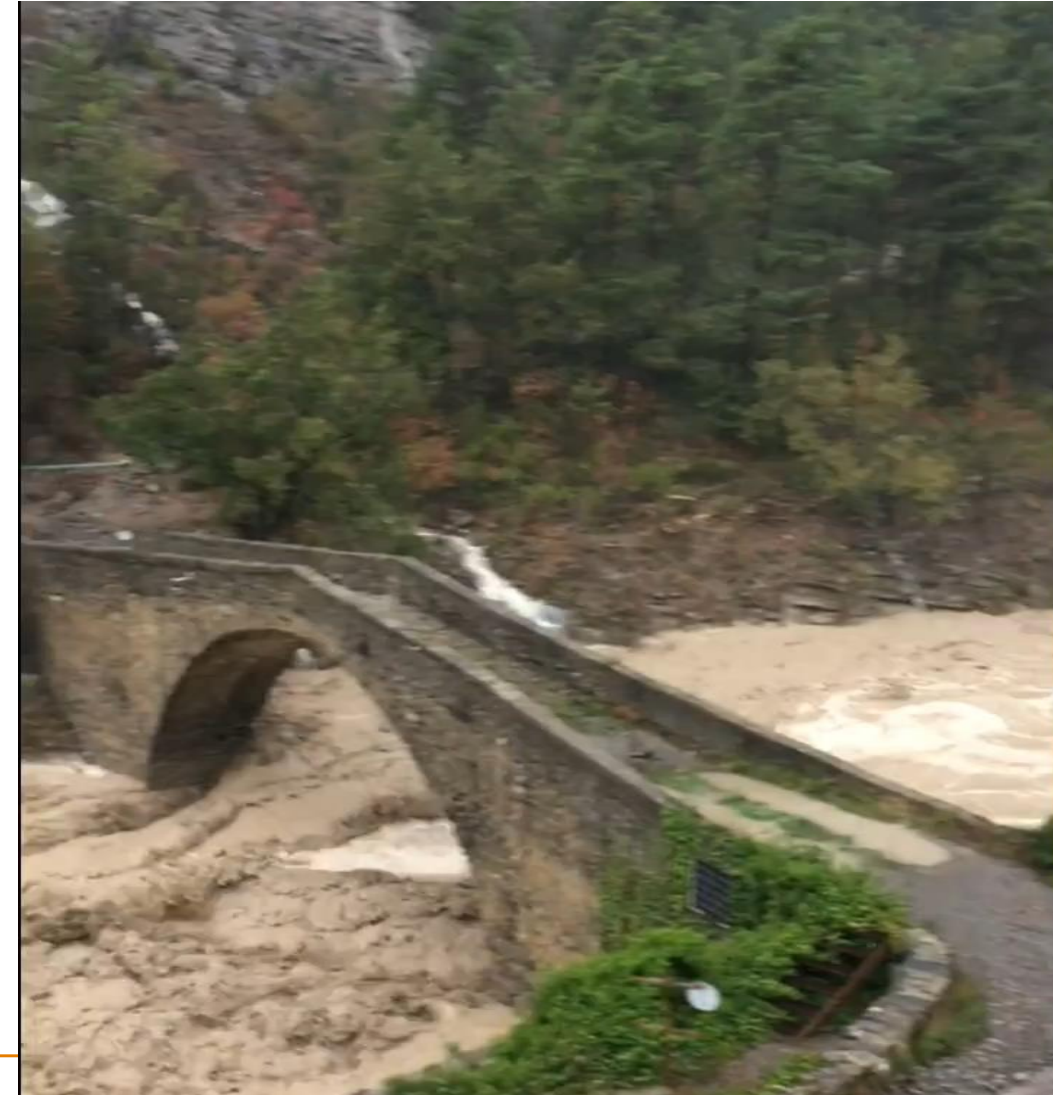
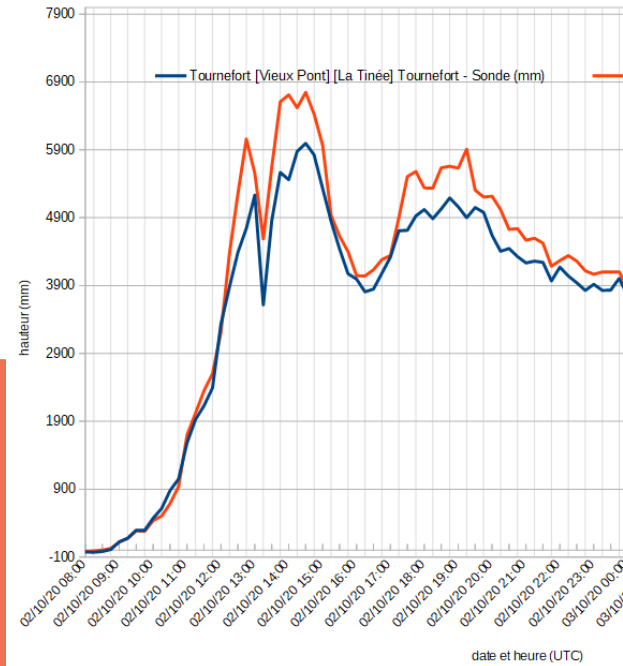
ESTIMATION DES DÉBITS PAR APPROCHES HYDRAULIQUES

Quelle Topographie?
Occupations du Sol?



ESTIMATION DES DÉBITS PAR APPROCHES HYDRAULIQUES

Quelle Topographie?
Occupations du Sol?
Fiabilité Mesures?



ESTIMATION DES DÉBITS PAR APPROCHES HYDRAULIQUES

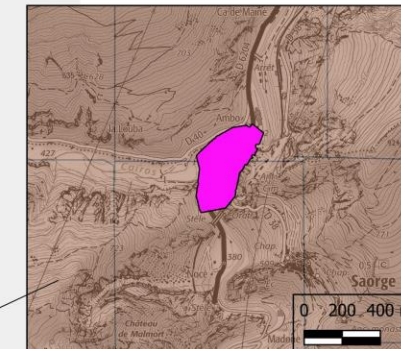
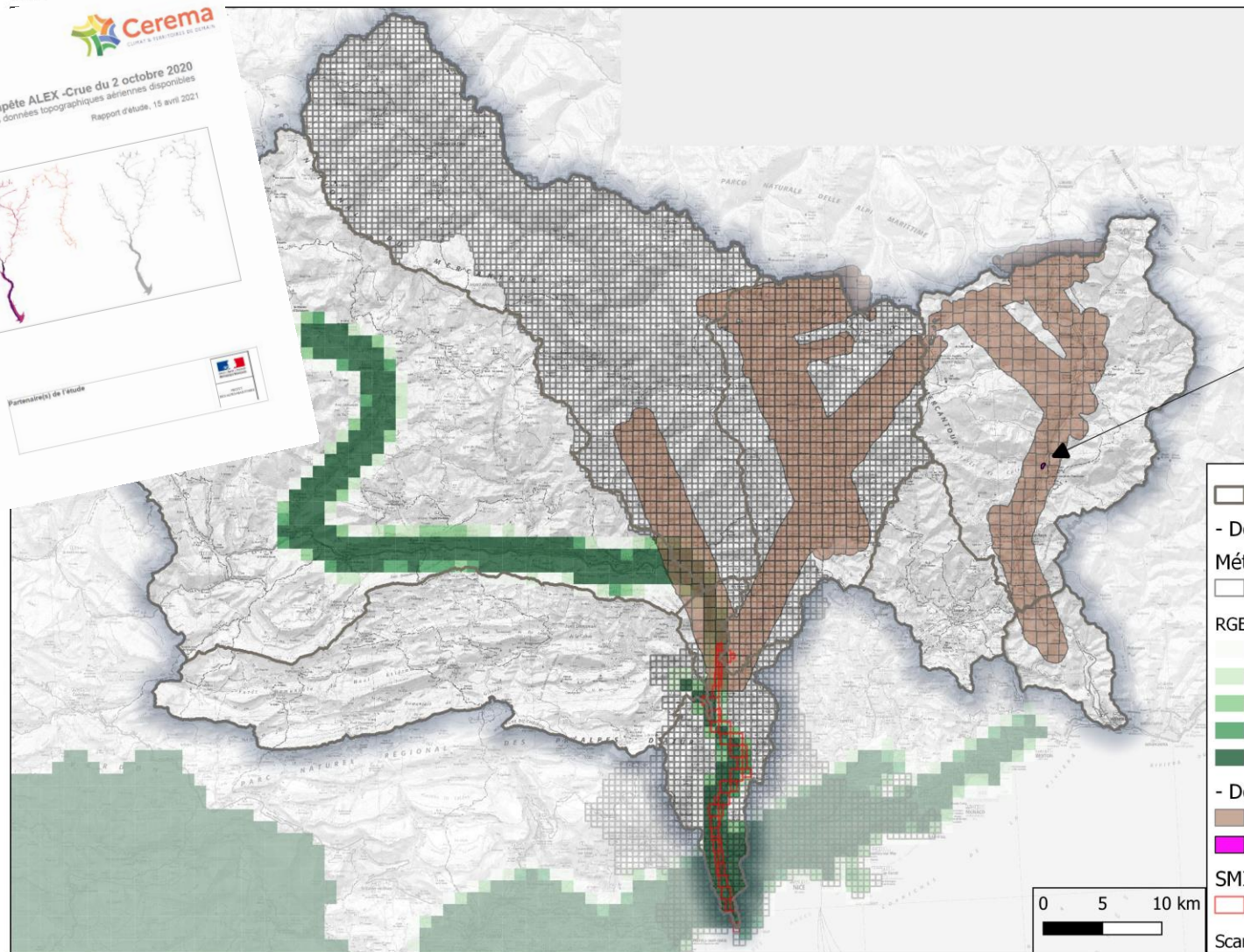
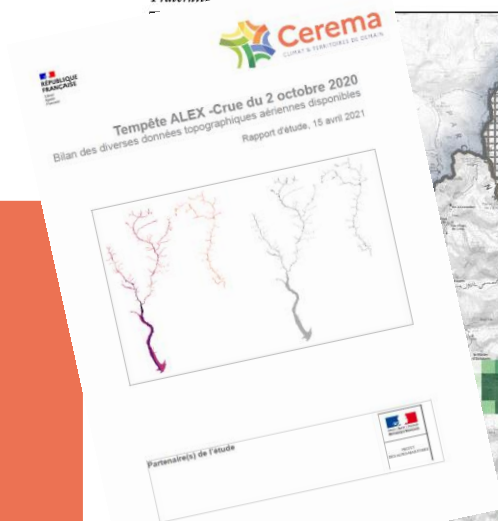
Quelle Topographie?
Occupations du Sol?
Fiabilité Mesures?

Ouvrages, Transport solide,
Modifications morphologies



Lidar

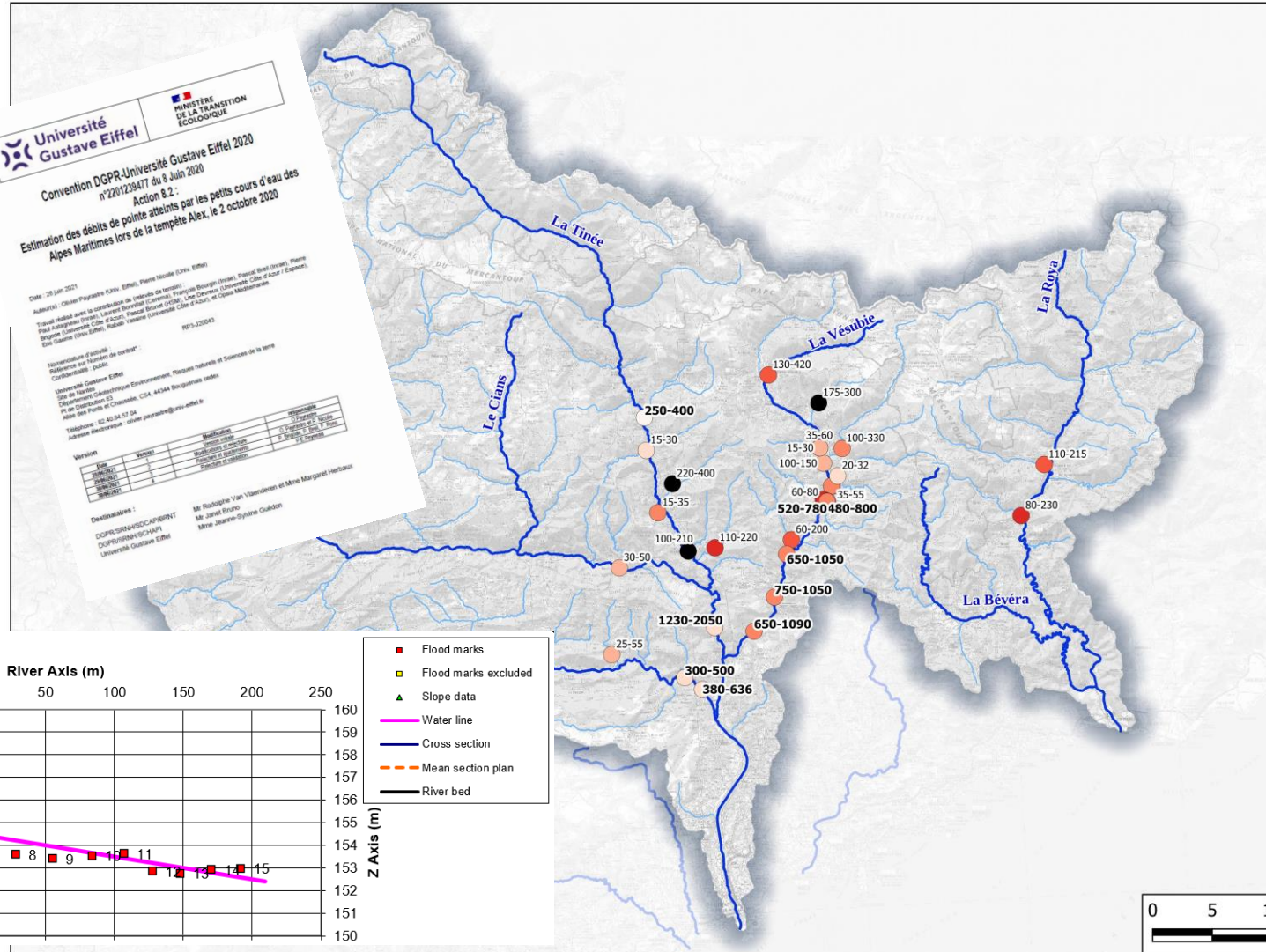
- IGN
- SMIAGE
- MNCA



- Bassin versant
- Données Lidar disponibles avant la tempête Alex :
Métropole Nice Côte d'Azur
□ levé réalisé entre juin et septembre 2018
- RGE Alti IGN (levé réalisé en 2007 ou 2012 sur la zone d'intérêt)
 - Entre 1 et 200000 points lidar par km2
 - Entre 200000 et 400000 points lidar par km2
 - Entre 400000 et 600000 points lidar par km2
 - Entre 600000 et 800000 points lidar par km2
 - Entre 800000 et 1000000 points lidar par km2
- Données Lidar disponibles après la tempête Alex
 - Lidar IGN (réalisé le 5/10/2020)
 - Relevé CD06 drone du 04/02/2021
 - SMIAGE Opsia (levé réalisé le 13/10/2020)
 - Scan100 IGN

HYDRAULIQUE HYMEX

Estimations HYMEX



Université Gustave Eiffel

Convention DGPR-Université Gustave Eiffel 2020
n°2201239477 du 9 Juin 2020
Action 8.2 :
Estimation des débits de pointe atteints par les petits cours d'eau des Alpes Maritimes lors de la tempête Alex, le 2 octobre 2020

Date: 20 Juin 2021
Auteurs: Olivier Peyrache (UXV, EHEC), Pierre Nolle (UXV, EHEC)
Travail réalisé avec la contribution de Valérie de Lengre, Paul Allard (GEMM, Université Côte d'Azur), Laurent Bourde (Cerema), François Bourde (Cerema), Luc Couderc (Université Côte d'Azur / Espaces), Brice Couderc (Université Côte d'Azur), Valérie Couderc (Université Côte d'Azur), et Olympe Méditerranée (UXV, EHEC)

RFP-220643

Intitulé de l'étude: "Estimation des débits de pointe atteints par les petits cours d'eau des Alpes Maritimes lors de la tempête Alex, le 2 octobre 2020"

Université Gustave Eiffel
200 de France
Département Génie de l'Environnement, Risques naturels et Sciences de la Terre
19, rue des Sciences, CS4 44344 Boissières cedex
91000 Evry-Courcouronnes
Téléphone: 02 40 34 57 24
Adresse électronique: olivier.peyrache@gustave-eiffel.fr

Version	Version	Modifications	Approuvé
1	1	Création de l'étude	Olivier Peyrache
2	2	Intégration des données de terrain	Olivier Peyrache
3	3	Intégration des données de terrain	Olivier Peyrache
4	4	Intégration des données de terrain	Olivier Peyrache
5	5	Intégration des données de terrain	Olivier Peyrache
6	6	Intégration des données de terrain	Olivier Peyrache
7	7	Intégration des données de terrain	Olivier Peyrache
8	8	Intégration des données de terrain	Olivier Peyrache
9	9	Intégration des données de terrain	Olivier Peyrache
10	10	Intégration des données de terrain	Olivier Peyrache
11	11	Intégration des données de terrain	Olivier Peyrache
12	12	Intégration des données de terrain	Olivier Peyrache
13	13	Intégration des données de terrain	Olivier Peyrache
14	14	Intégration des données de terrain	Olivier Peyrache
15	15	Intégration des données de terrain	Olivier Peyrache

Responsables: M. Rodrigue Van Vliet et Mme Margot Vachon
DGPR/ENR/SCAR/ENR/UT
DGPR/ENR/SCAR/UT
Université Gustave Eiffel

Université Gustave Eiffel

HSM HydroSciences Montpellier
Etudier, Quantifier, prévoir les impacts du climat sur les activités humaines

INRAE

UNIVERSITÉ CÔTE D'AZUR

Cerema
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN

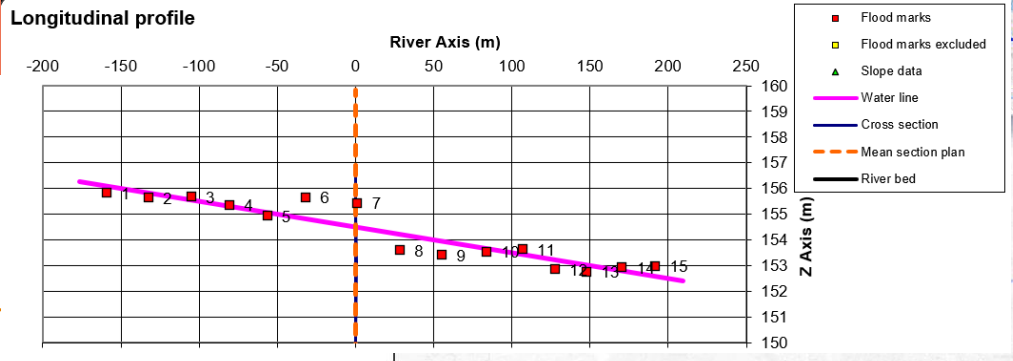
— Cours d'eau principal
— Cours d'eau secondaire

Débits pseudo-spécifiques probables (m³/s/km^{1.6})

- 0.00 - 200
- 2.00 - 4.00
- 4.00 - 6.00
- 6.00 - 8.00
- 8.00 - 10.00
- 10.00 - 15.00
- 15.00 - 20.00
- 20.00 - 25.00
- >25

" 700-1050 " Etiquette débit sur cours d'eau principal
" 150-220 " Etiquette débit sur cours d'eau secondaire

Scan 100 IGN

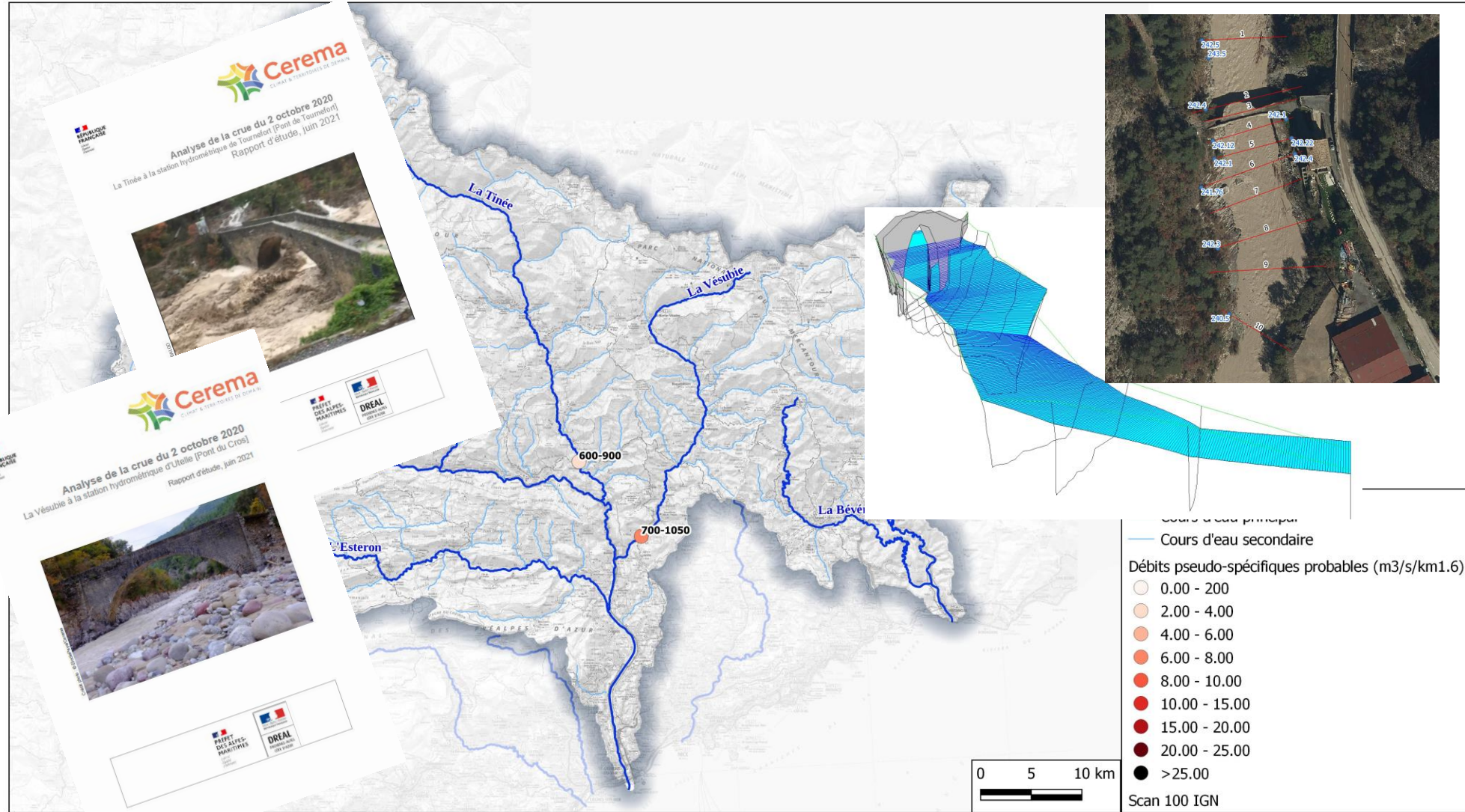


09/12/2021

Retex Hydrologique ALEX

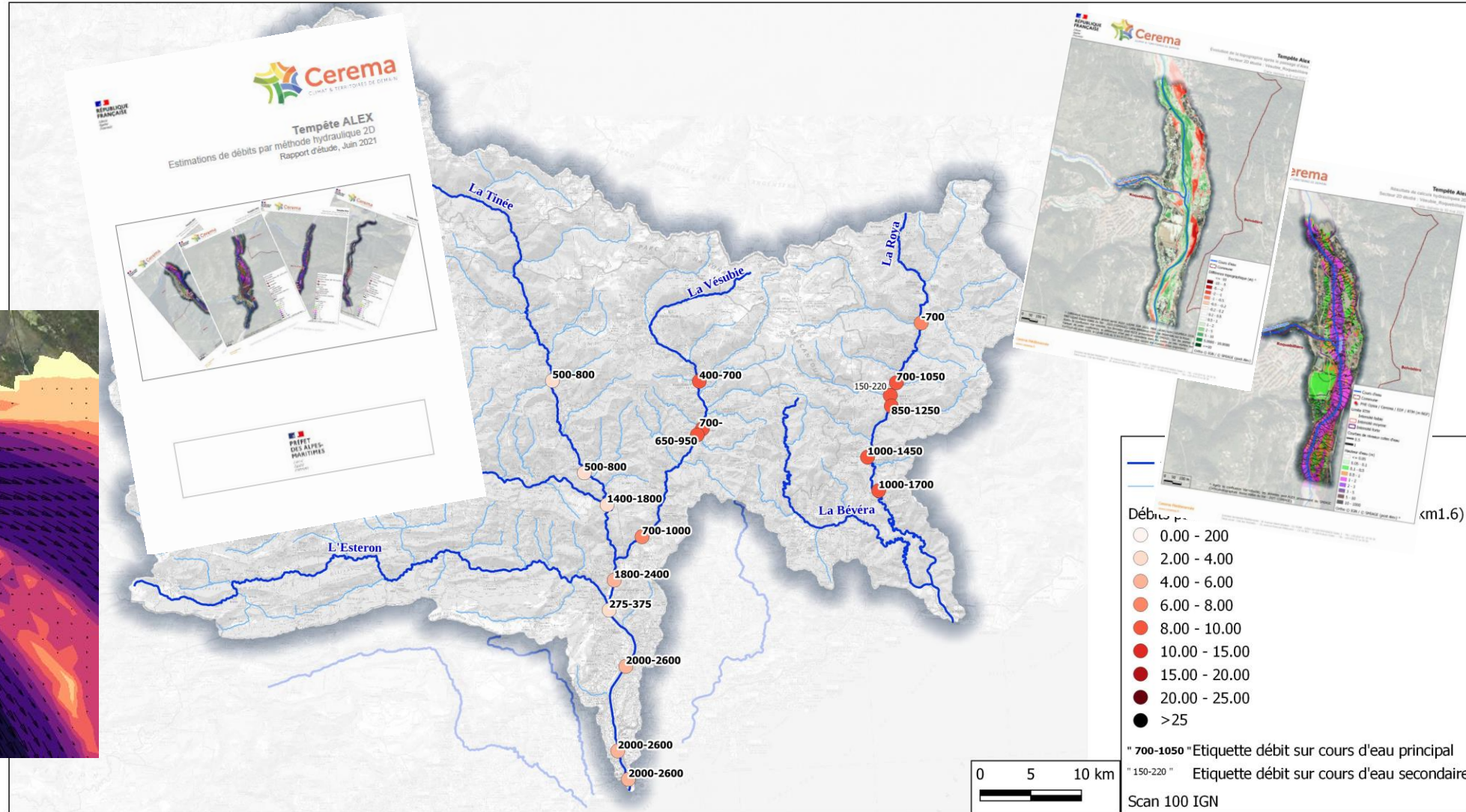
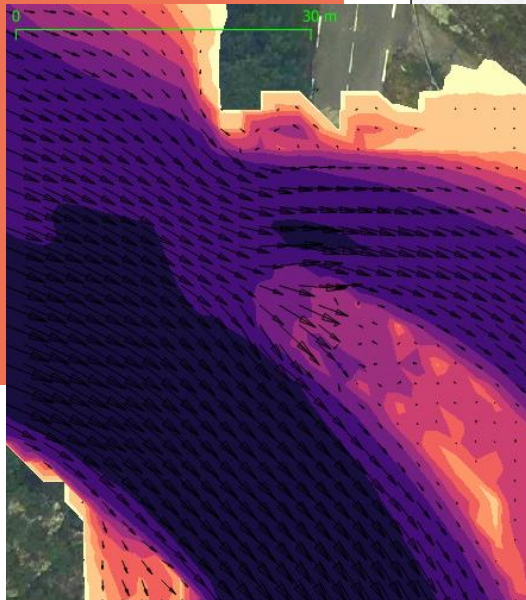
HYDRAULIQUE 1D

Stations
hydrométriques
Utelle (Vésubie)
Tournefort (Tinée)



HYDRAULIQUE 2D

Modélisations 2D
réalisée sur 18
secteurs



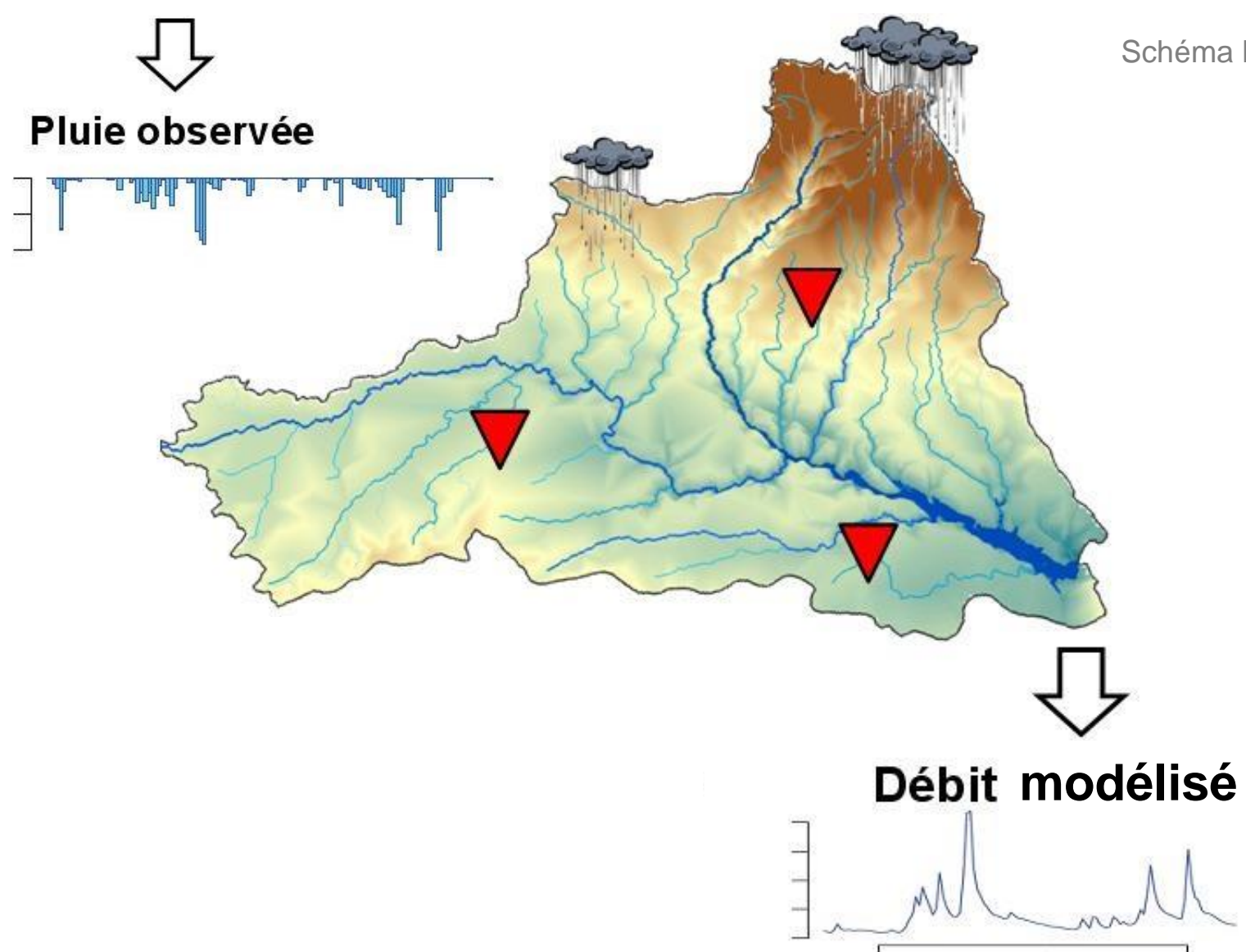
Analyse des Débits Hydrologie

Convertir de la
pluie en débit

Hydrologie

Hypothèses
Humidité sol,
infiltration,
ruissellement,
d'écoulements...

=> Vérif hydrauliques



HYDROLOGIE

- Modèle Cinecar



- Modèle KLEM



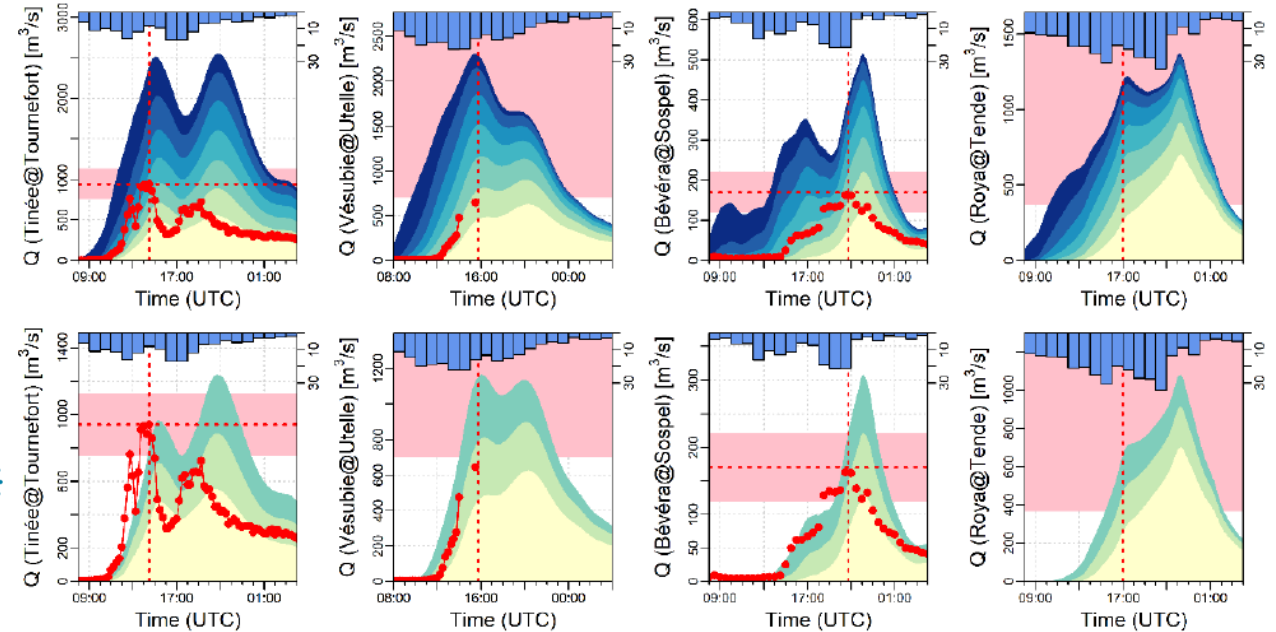
- Modèle MORDOR



- Modèle AQUAVAR



- Modèle SMASH



Pluies de bassin (ANTILOPE), débits simulés (SCS-CN + KLEM) et observés
 □ CN40 □ CN50 □ CN60 □ CN70 □ CN80 □ CN90 □ CN100 —●— Obs.

But: Comparer estimations hydrauliques aux modèles hydrologiques

Plus d'explications vallée/vallée



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*



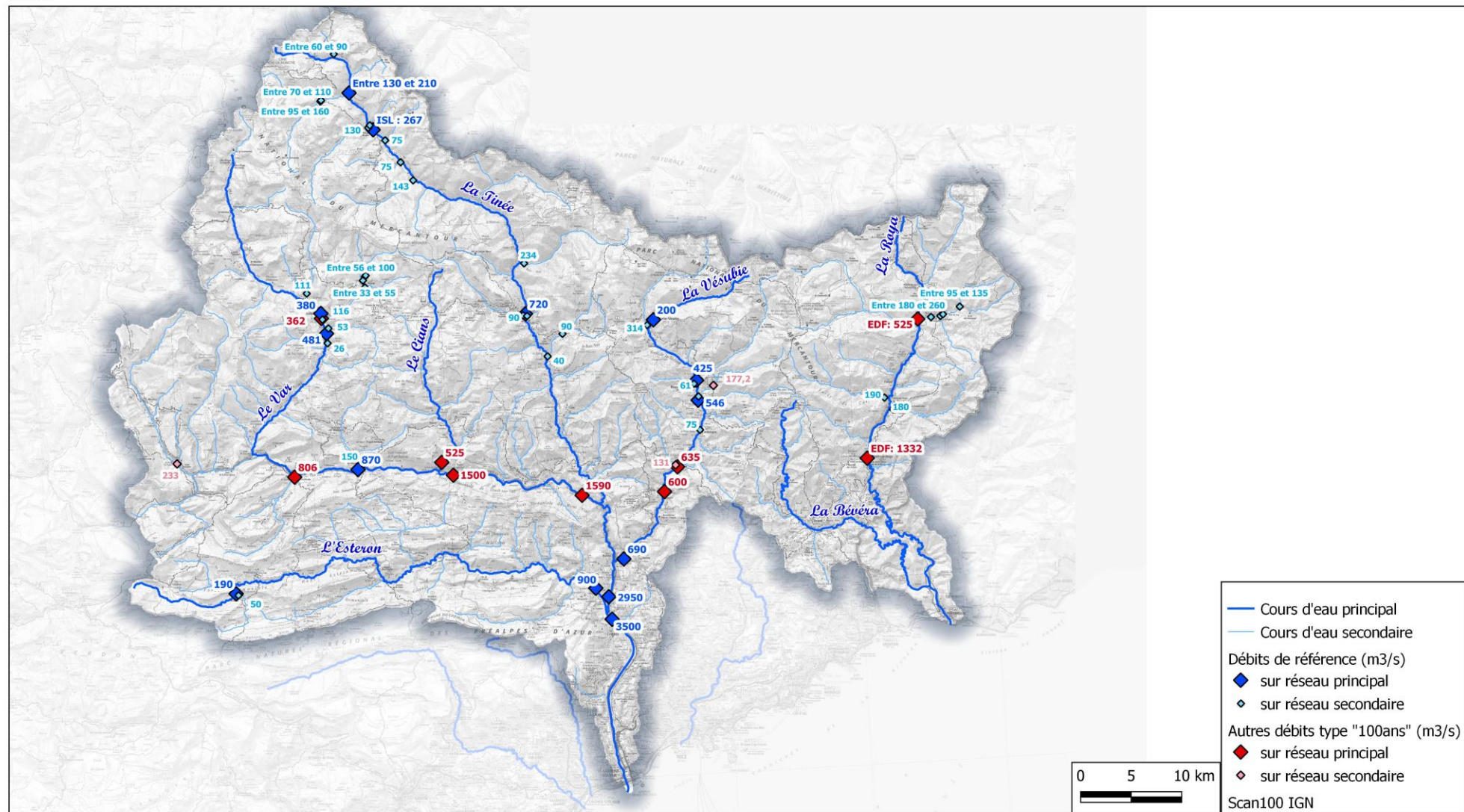
Connaissance des Débits « 100 ans » avant ALEX

DEBITS « 100 ANS » ANTE-ALEX

Extraits des données de débits de pointe disponibles dans les études PPRI

Compilation RTM

Base SHYREG
INRAE





RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Regard sur chaque vallée

PRÉSENTATION PAR COURS D'EAU

- **Graphiques montrant la superficie du bassin versant avec les débits de pointe**
 - Des réseaux de mesure
 - Des estimations hydrauliques
 - Des modélisations hydrologiques
 - Des données type « 100 ans » ante-ALEX
- **La fourchette en consensus par vallée**
- **La qualification de cette fourchette (> 100 ans - ~100 ans - <100 ans)**

WORKSHOP CONSENSUS 24/06/2021



• Travail pour passer vallée par vallée les estimations de débits

- Consensus Vésubie/Tinée/Roya
- Discussions Estéron/Var

- Autres cours d'eau => Graphiques fournis uniquement si des estimations hydrauliques sont disponibles



DIRECTION : Méditerranée

COMPTE RENDU

Réunion Visio du 24/06/2021

Workshop Consensus Retex Hydrologique

Avertissement

Les éléments présentés dans ce CR sont des éléments provisoires qui vont être amendés par les divers partenaires

Liste des participants

Nom Prénom	Organisme	Matin	Après-midi
Bonnifant Laurent	Cerema	X	X
Criado David	Cerema	x	x
Pons Frédéric	Cerema	X	X
Cardali Bernard	DDTM06	X	x
Billaud Felix	EauAzur	x	X
Roux Pierre	EauAzur		x
Faquet Emmanuel	EDF		x
Foucher Catherine	INRAE	x	x
Lanoire Sébastien	MNCA	x	X
Le Nouveau Nathalie	MNCA	x	
Quefellec Yann	ONF-RTM		
Guitel Cécile	ONF-RTM		
Kuss Damien	ONF-RTM	X	X
Nomis Stan	SMIAGE		
Selvan Leslie	SMIAGE		
Dreyfus Raphaëlle	SMIAGE		
Poggio Julie	SMIAGE		
Laroche Christophe	SPC (Météo France)		
Bigodé Pierre	UCA	x	
Gourbesville Philippe	UCA	X	x
Ghulami Masoud	UCA	X	X
Nicolle Pierre	UGE		X
Fayrasse Olivier	UGE	X	X

X : Présence complète x : présence partielle



09/12/2021

Retex Hydrologique ALEX





RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Cerema

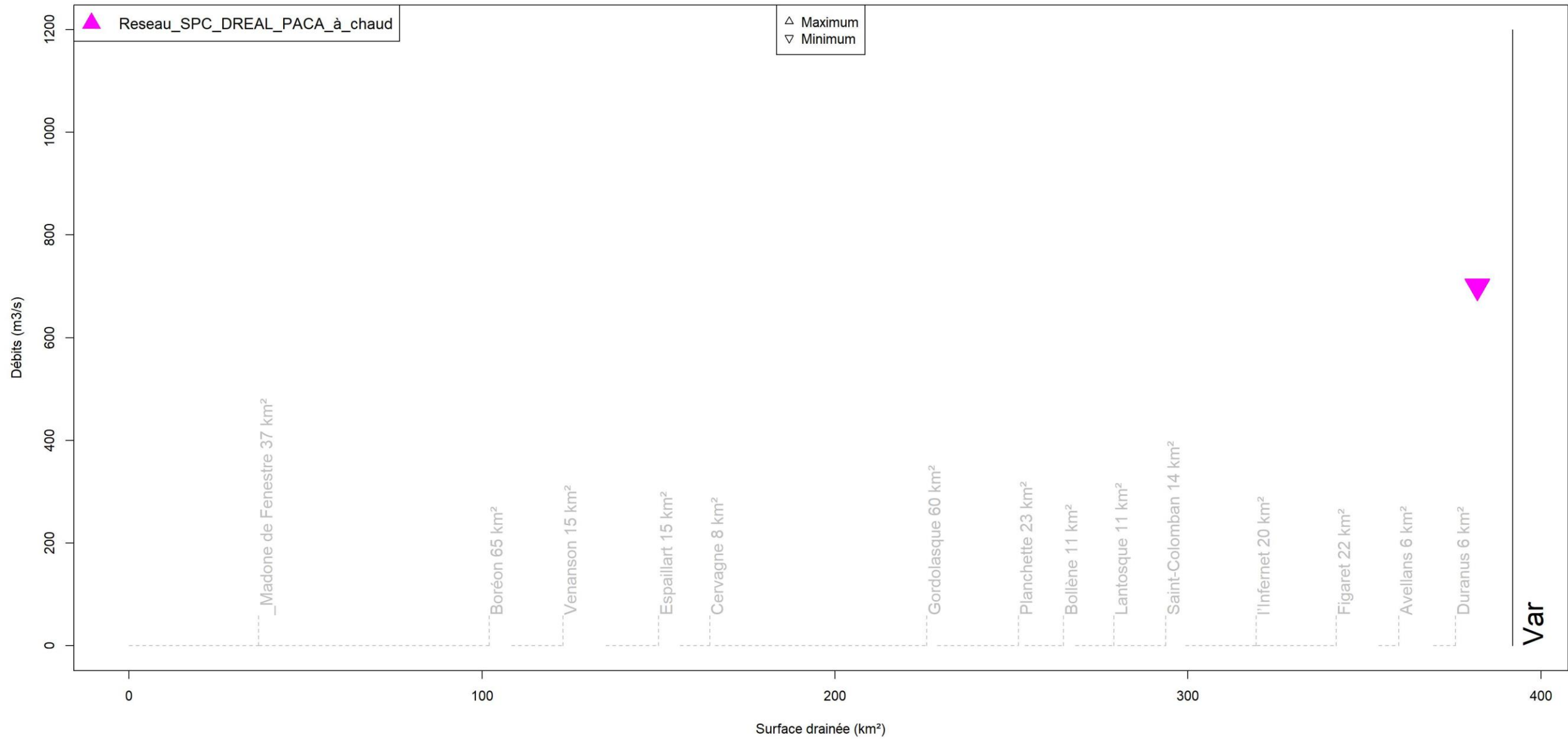
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN

Vésubie

Exemple détaillé

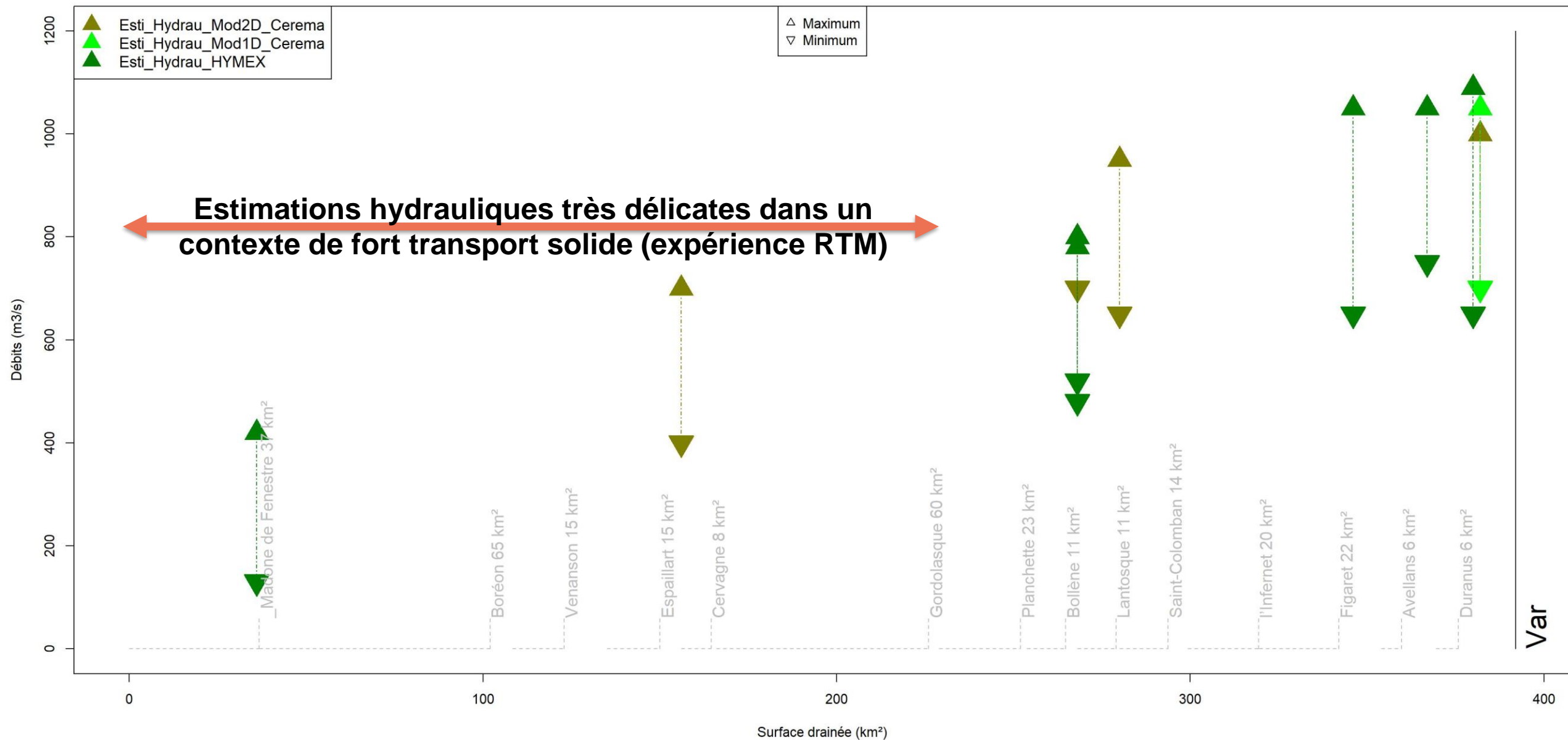
1 valeur sur la Vésubie avec le réseau

Vésubie : comparaison des débits de pointe entre méthodes (Réseau)



Rive	Gauche	Saint-Martin-Vésubie			Roquebillière			La Bollène-Vésubie	Lantosque		Utelle	Duranus	Levens	
	Droite	Saint-Martin-Vésubie			Venanson	Roquebillière			Lantosque		Utelle			

Objet : comparaison des débits de pointe entre méthodes (Esti_Hydraulique)

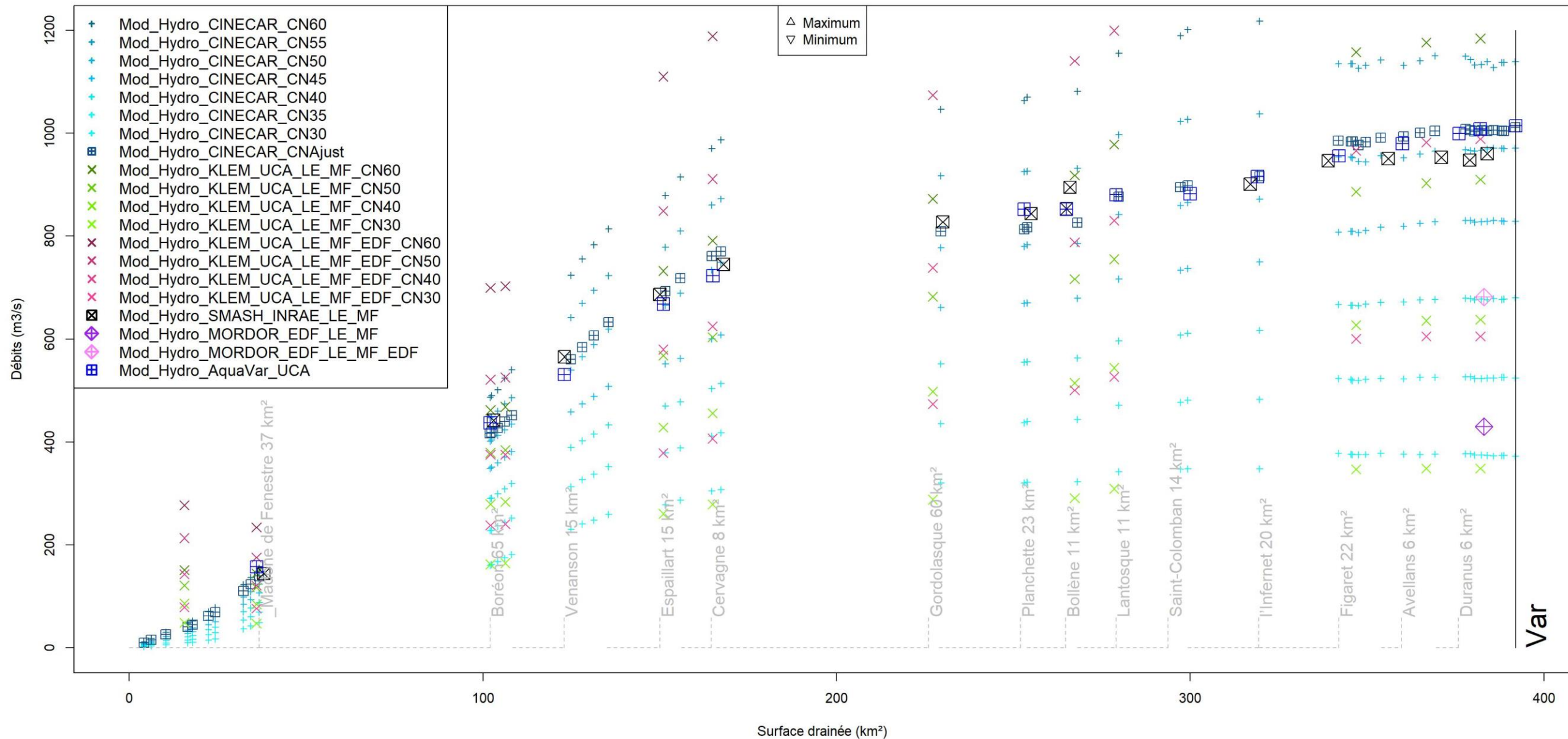


Rive

Gauche	Saint-Martin-Vésubie			Roquebillière		La Bollène-Vésubie	Lantosque	Utelle	Duranus	Levens
Droite	Saint-Martin-Vésubie		Venanson	Roquebillière		Lantosque		Utelle		

Var

Figure 1 : comparaison des débits de pointe entre méthodes (Mod_Hydrologique)



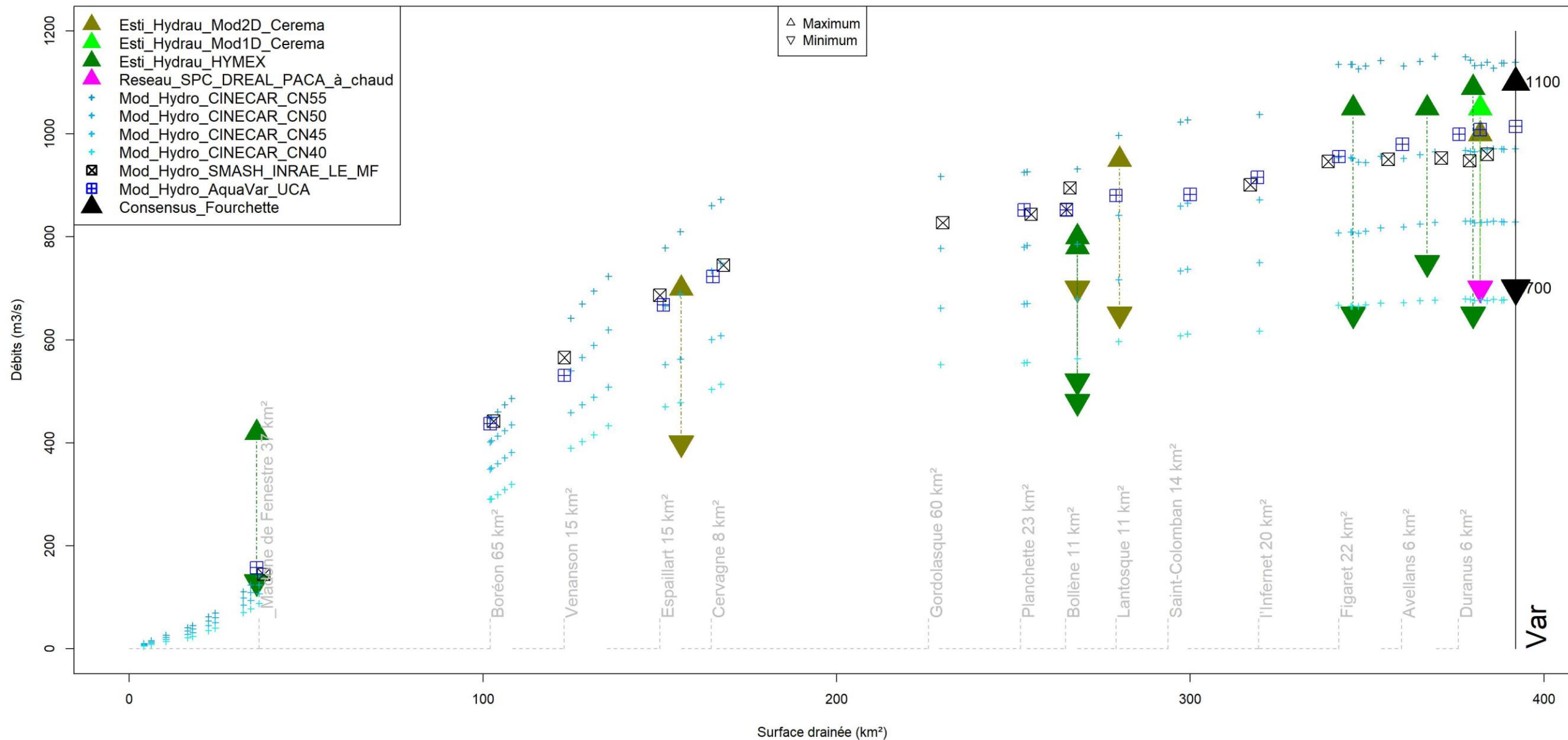
Rive

Gauche	Saint-Martin-Vésubie			Roquebillière			La Bollène-Vésubie	Lantosque	Utelle	Duranus	Levens	
Droite	Saint-Martin-Vésubie		Venanson	Roquebillière			Lantosque		Utelle			

Var

Fourchette de Débits de pointe

Figure : comparaison des débits de pointe entre méthodes (Qx_Hydrau_Hydro)

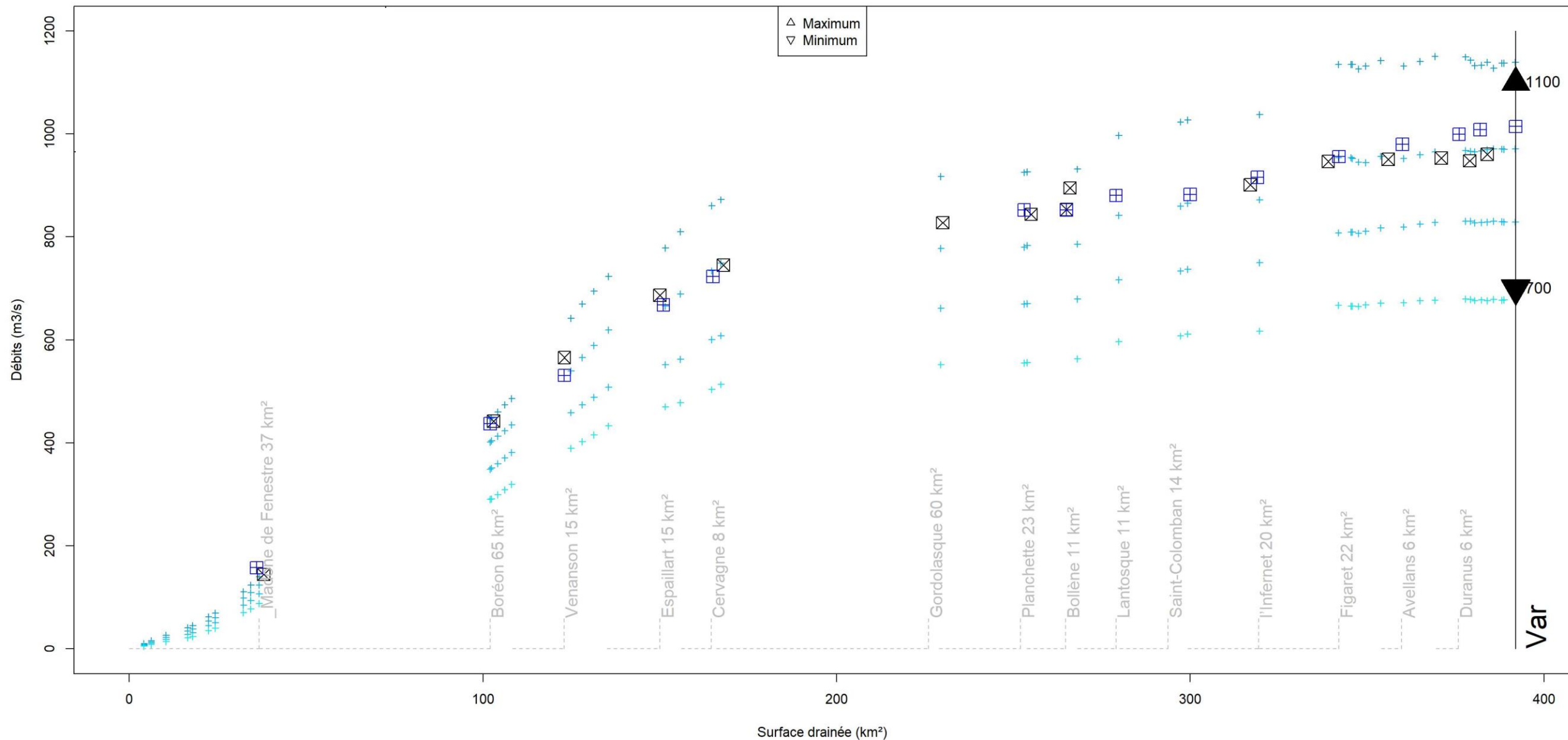


Rive

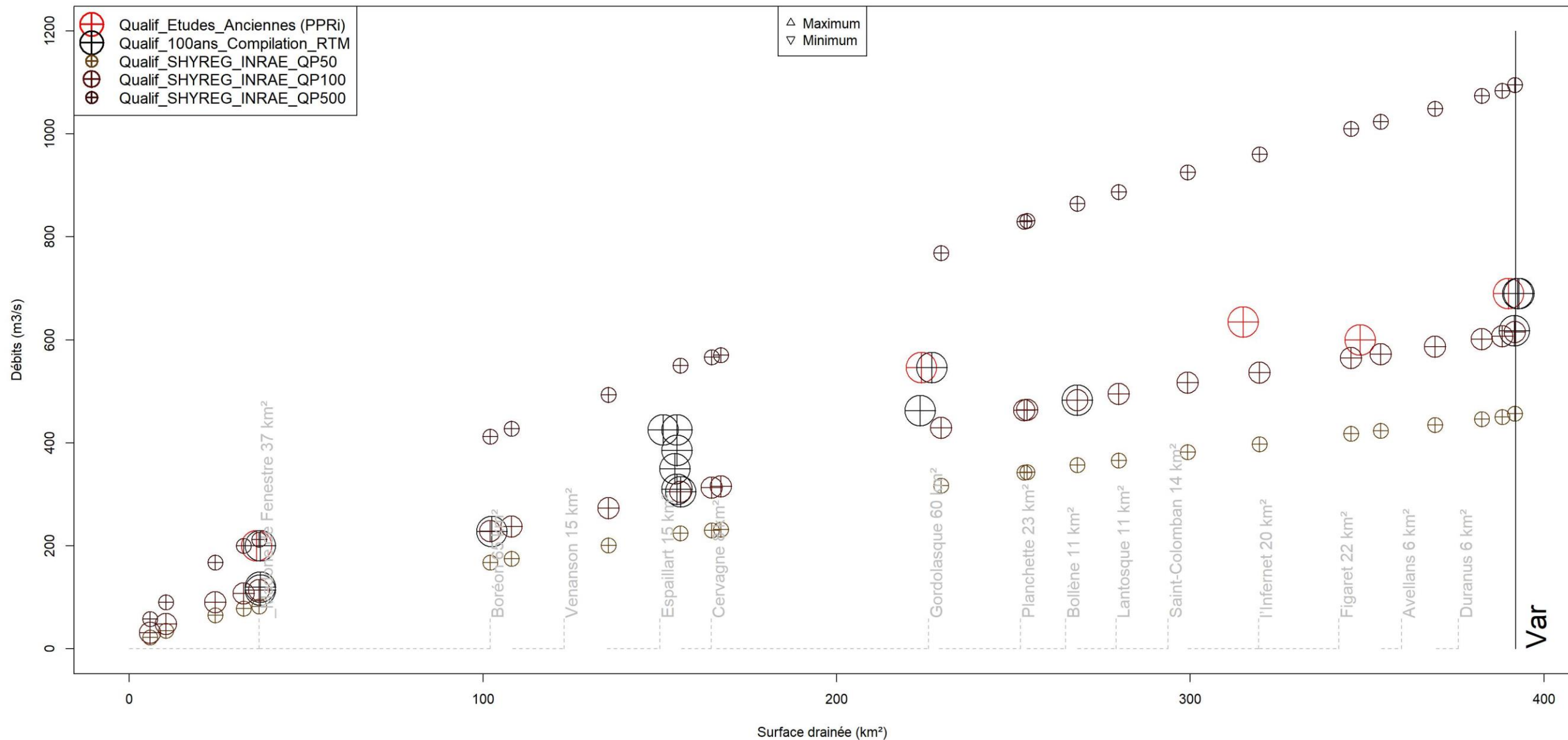
Gauche	Saint-Martin-Vésubie			Roquebillière			La Bollène-Vésubie	Lantosque		Utelle	Duranus	Levens
Droite	Saint-Martin-Vésubie		Venanson	Roquebillière			Lantosque		Utelle			

Fourchette de Débits de pointe

Tableau : comparaison des débits de pointe entre méthodes (Qx_Consensus)



Rive	Communes
Gauche	Saint-Martin-Vésubie, Roquebillière, La Bollène-Vésubie, Lantosque, Utelle, Duranus, Levens
Droite	Saint-Martin-Vésubie, Venanson, Roquebillière, Lantosque, Utelle

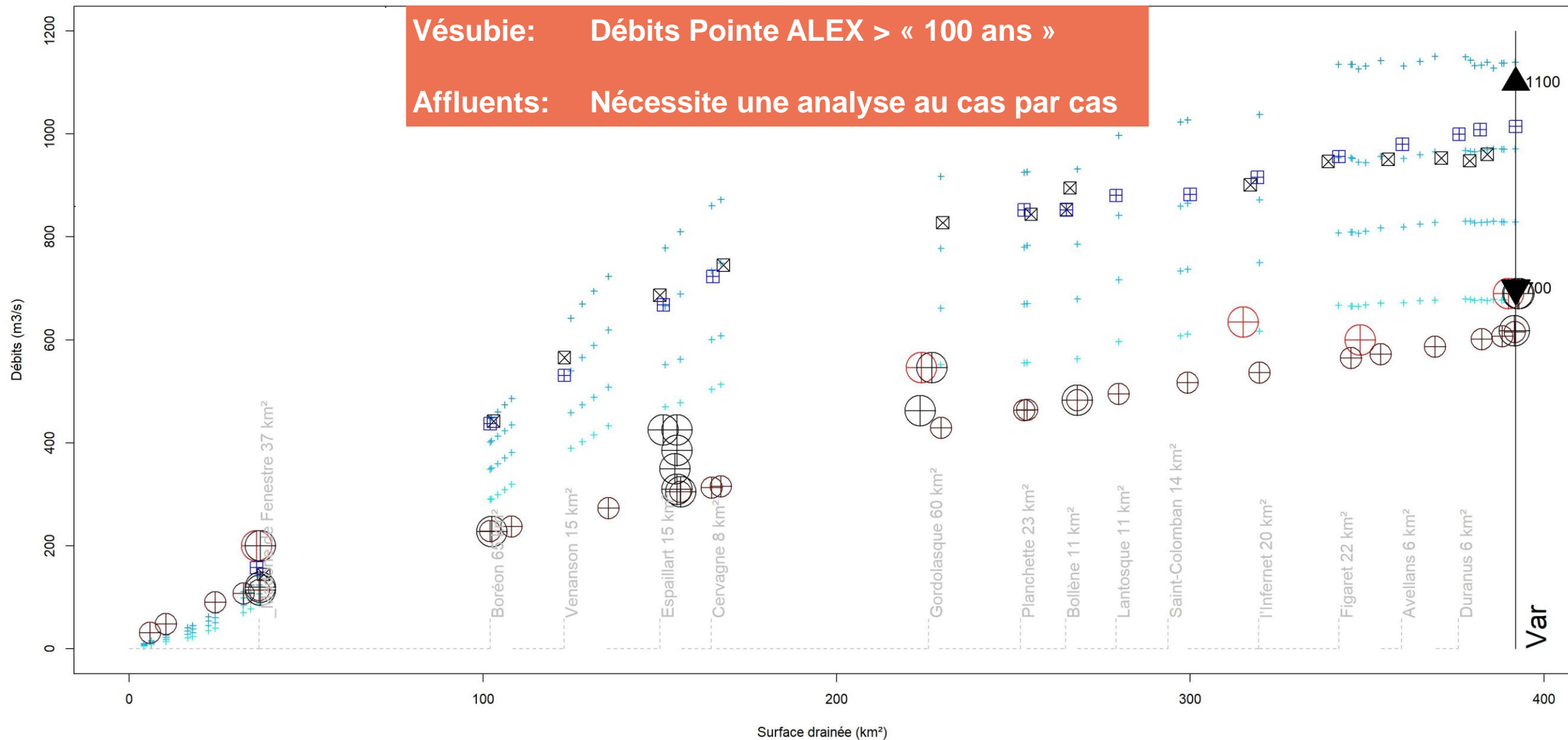


Rive	Qualification	Drained Surface (km²)	Discharge (m³/s)
Gauche	Saint-Martin-Vésubie	~10	~50
	Roquebillière	~150	~400
Droite	Saint-Martin-Vésubie	~10	~50
	Venanson	~140	~200

Qualification du Débits de pointe

Objet : comparaison des débits de pointe entre méthodes (Qx_Qualif100ans)

Vésubie: Débits Pointe ALEX > « 100 ans »
Affluents: Nécessite une analyse au cas par cas



Rive

Gauche	Saint-Martin-Vésubie			Roquebillière		La Bollène-Vésubie	Lantosque	Utelle	Duranus	Levens
Droite	Saint-Martin-Vésubie		Venanson	Roquebillière		Lantosque		Utelle		



**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



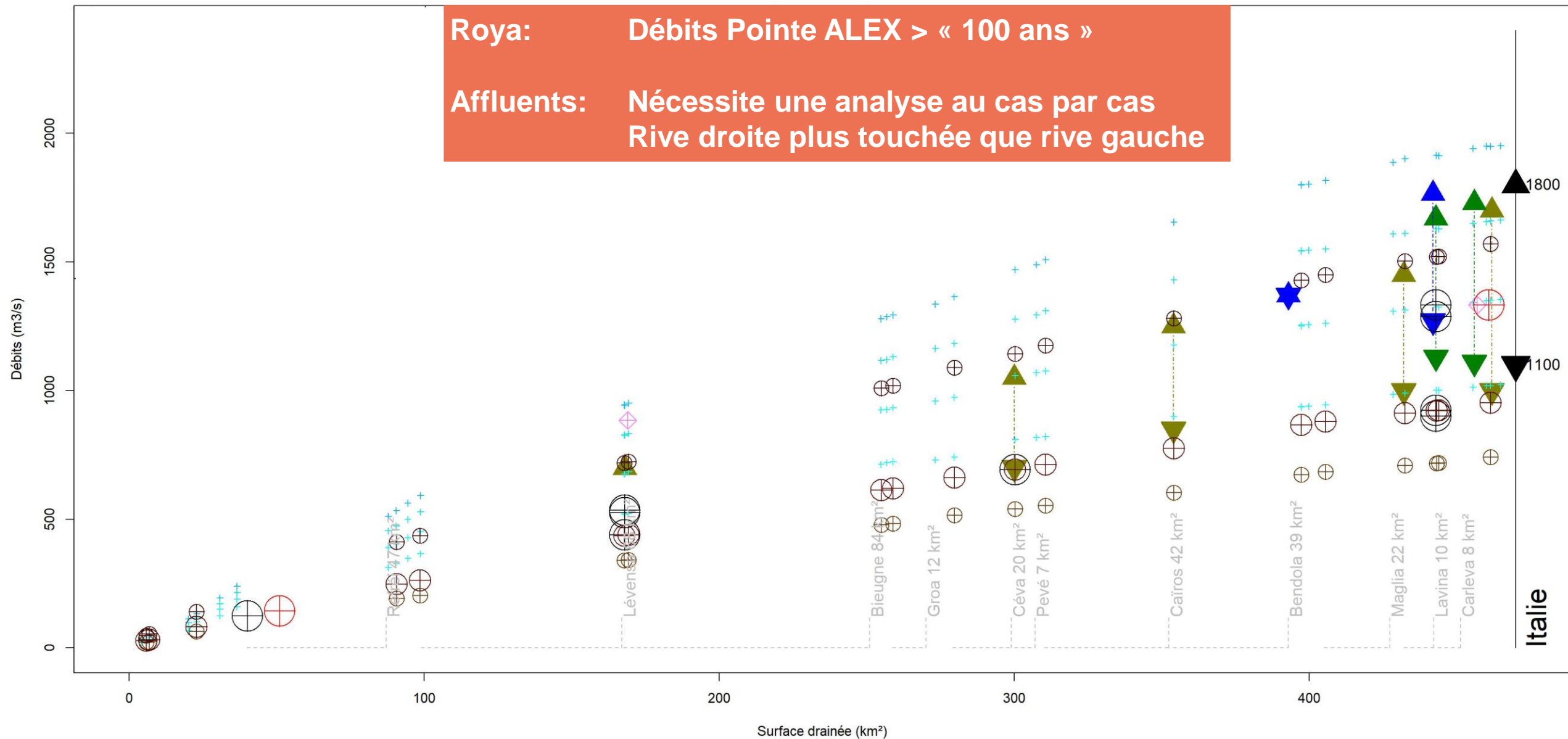
Cerema

CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN

Roya

Roya: Débits Pointe ALEX > « 100 ans »

Affluents: Nécessite une analyse au cas par cas
Rive droite plus touchée que rive gauche



Rive

Gauche	Tende			La Brigue		Fontan	Saorge		Breil-sur-Roya	
Droite	Tende					Fontan	Saorge		Breil-sur-Roya	



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*



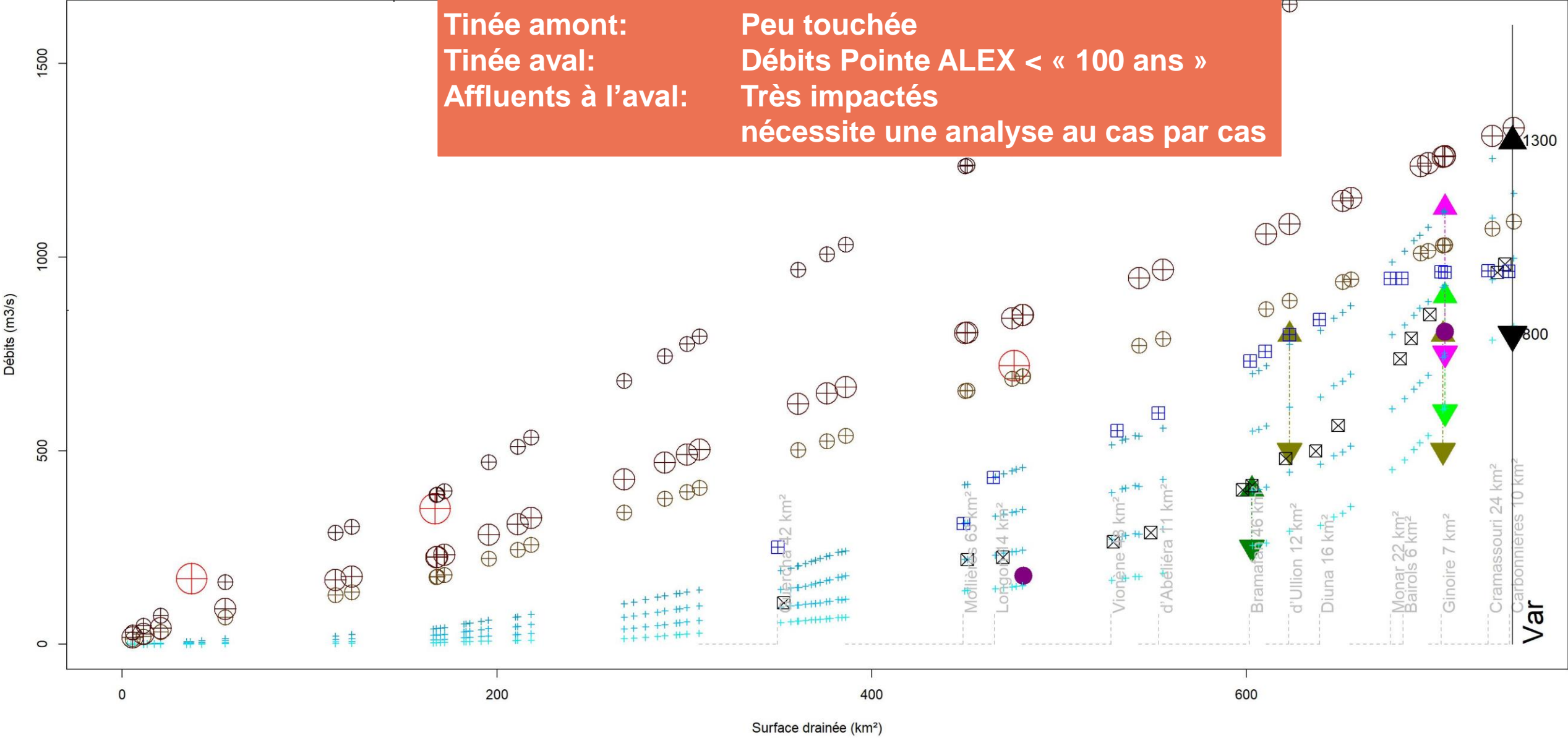
Cerema

CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN

Tinée

Objet : comparaison des débits de pointe entre méthodes (Qx_QualifMultiAns)

Tinée amont: Peu touchée
Tinée aval: Débits Pointe ALEX < « 100 ans »
Affluents à l'aval: Très impactés
 nécessite une analyse au cas par cas



Rive	Gauche	Droite	Saint-Dalmas-le-Selvage	Saint-Dalmas-le-Selvage	Saint-Étienne-de-Tinée	Saint-Étienne-de-Tinée	Isola	Isola	Saint-Sauveur-sur-Tinée	Roure	Saint-Sauveur-sur-Tinée	Rimplas Valdebou Marie	Ilonse	Clans	Bairols	La Tour Utelle	Tournefort
------	--------	--------	-------------------------	-------------------------	------------------------	------------------------	-------	-------	-------------------------	-------	-------------------------	------------------------	--------	-------	---------	----------------	------------

DES DÉBITS MAJEURS SUR DE NOMBREUX SECTEURS

Au stade de connaissance actuelle

Bassin Var

- **Sur le bassin versant de la Roya**

- Sur la Roya: Débits Pointe ALEX > « 100 ans »
- Affluents: Nécessite une analyse au cas par cas
Rive droite plus touchée que rive gauche
- Parties amont et affluents: Problématique majeure de transport solide

- **Sur le bassin versant de la Vésubie**

- Sur la Vésubie: Débits Pointe ALEX > « 100 ans »
- Affluents: Nécessite une analyse au cas par cas
- Parties amont et affluents: Problématique majeure de transport solide

- **Sur le bassin versant de la Tinée**

- Sur la Tinée amont: Peu touchée
- Sur la Tinée aval: Débits Pointe ALEX < « 100 ans » mais important
- Affluents Tinée aval: Nécessite une analyse au cas par cas et souvent problématique majeure de transport solide

- **Sur le bassin versant Estéron, Var amont, Var aval**

Débits Pointe ALEX < « 100 ans » ou référence

**Débits ALEX majeurs sur Roya et Vésubie
Transport solide majeur sur des affluents amont de la Roya/Vésubie et
certains affluents intermédiaires de la Tinée**



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité



Cerema

CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN

Echanges


PRÉFET
DES ALPES-
MARITIMES
Liberté
Égalité
Fraternité

Nice, le 29 OCT. 2021

Le préfet des Alpes-Maritimes

à

Destinataires [Liste in fine]

Objet : Tempête Alex – Retour d'expérience technique – Données hydrométéorologiques

Pièces jointes : tableau et cartographie des débits

Le caractère exceptionnel des crues générées par la tempête Alex dans les vallées de la Vésubie de la Tinée et de la Roya, le 2 octobre 2020, les classe au regard de l'histoire, comme des événements de référence.

Leur compréhension technique et la quantification des paramètres évaluables qui les caractérisent, sont essentiels pour la planification et le dimensionnement des aménagements et la bonne appréhension d'éventuelles crises.

Parmi ces paramètres, les débits maximaux des cours d'eau sont des données de base que je souhaite partager, tout en soulignant que ces seules estimations ne permettent pas de comprendre totalement les conséquences du fonctionnement torrentiel marqué par un fort charriage des alluvions.