

# Formation : Mesure de débits en rivière par la méthode LSPIV

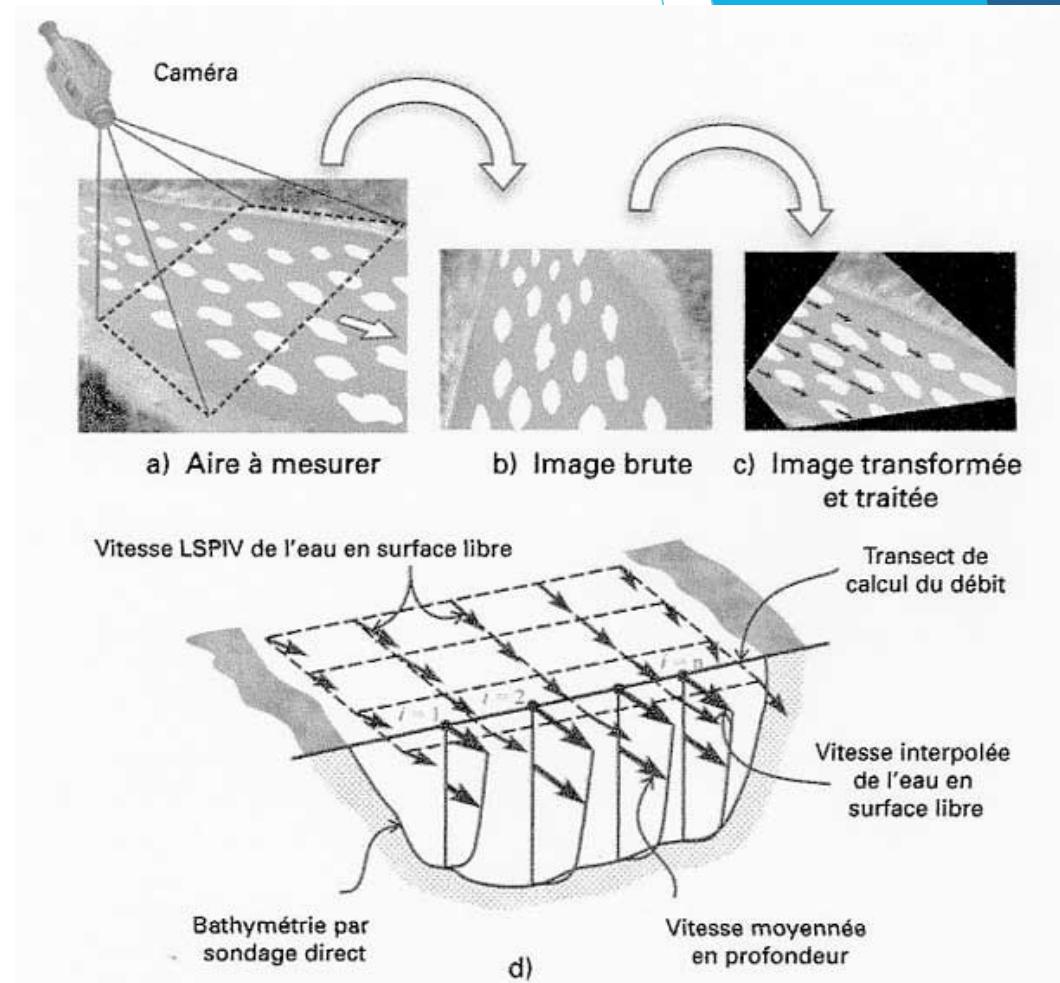
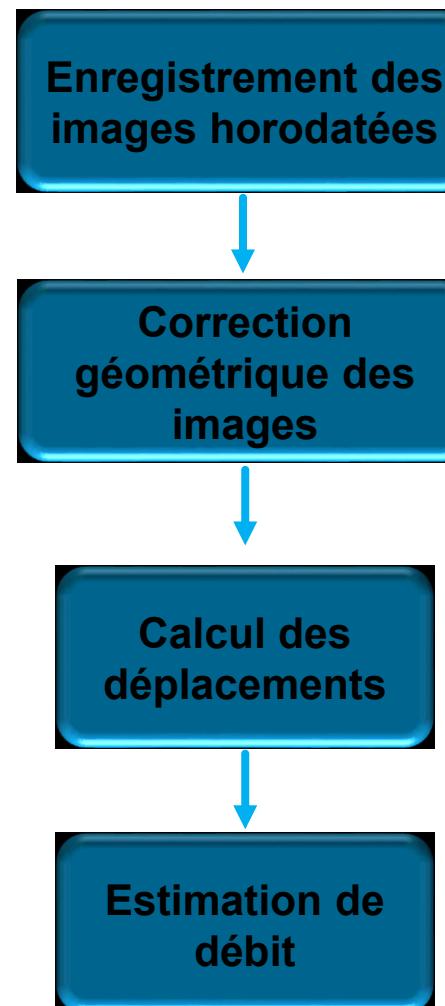
1-2 août 2023

# Plan de la présentation

- ▶ Présentation de la méthode
- ▶ Sélection d'un site
- ▶ Traitement des données dans Fudaa-LSPIV
  - ▶ Stabilisation des images
  - ▶ Mise à l'échelle et orthorectification
  - ▶ Calcul des vitesses de surface
  - ▶ Post-traitement
  - ▶ Intégration de la bathymétrie
  - ▶ Calcul du débit
- ▶ Enjeux
  - ▶ Facteurs environnementaux
  - ▶ Prises de mesure

# Concepts de base de la méthode LSPIV

- ▶ Analyse d'une séquence d'images pour mesurer les vitesses de surface à l'aide de traceurs
- ▶ Des données bathymétriques sur une section de la rivière se trouvant dans la vidéo nous permettent d'estimer la distribution verticale des vitesses à partir d'un coefficient de correction de vitesse (alpha)
- ▶ Permet de compléter les mesures de débits



# Sélection d'un site

## ► Caractéristiques

- Autorisation de vol (aéroport, présence de personne, réglementation municipale, etc.). Utilisation de la [carte interactive](#) de Transports Canada.
- Présence de traceurs
- Largeur de rivière (< 200 m)
- Végétation par-dessus la rivière
- Accès à une berge (préférable)
- Réseau cellulaire (préférable)

# Sélection du site

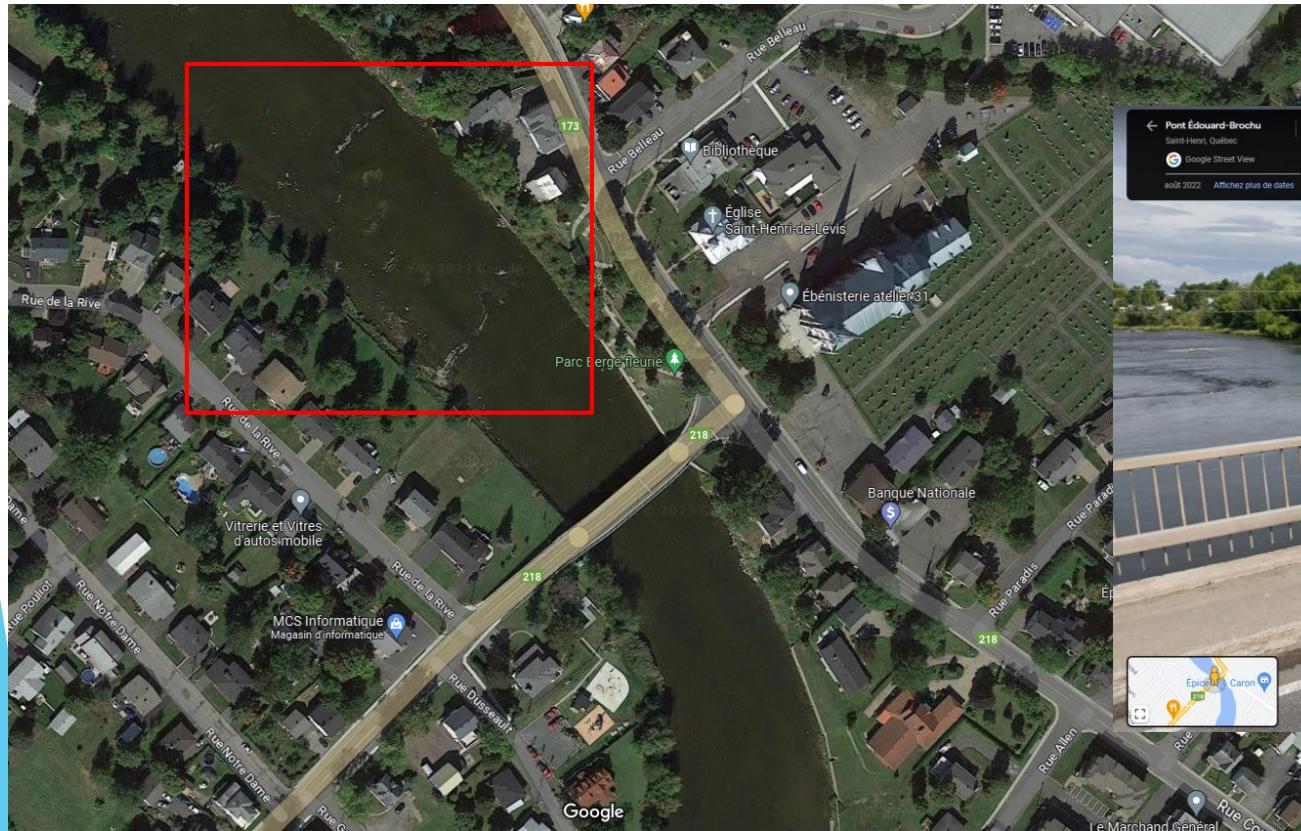
- ▶ Sites proposés pour la formation
  - ▶ Analyse préliminaire (sauf pour la présence de traceurs)

Station	Rivière	Autorisation de vol	Largeur de la rivière	Accessibilité des berges	Végétation	Présence de traceurs
023303	Etchemin	Oui	50 m	Possible	Faible	Oui
023432	Bras d'Henri	Oui	10 m	Oui	Modérée	Oui
050408	Sainte-Anne	Oui	80 m	Oui	Faible	-
050409	Bras du nord	Oui	30 m	Oui	Faible	Oui
050904	Saint-Charles	Non	30 m	-	Modérée	-
051001	Montmorency	Oui	30 m	Non	Faible	Oui

# Sélection du site

## ▶ Etchemin

- ▶ Présence de lumière sur le pont et achalandée
  - ▶ Difficile d'être près de l'eau pour le placement des cibles et prendre le niveau d'eau
  - ▶ Présence de traceurs et peu de végétation



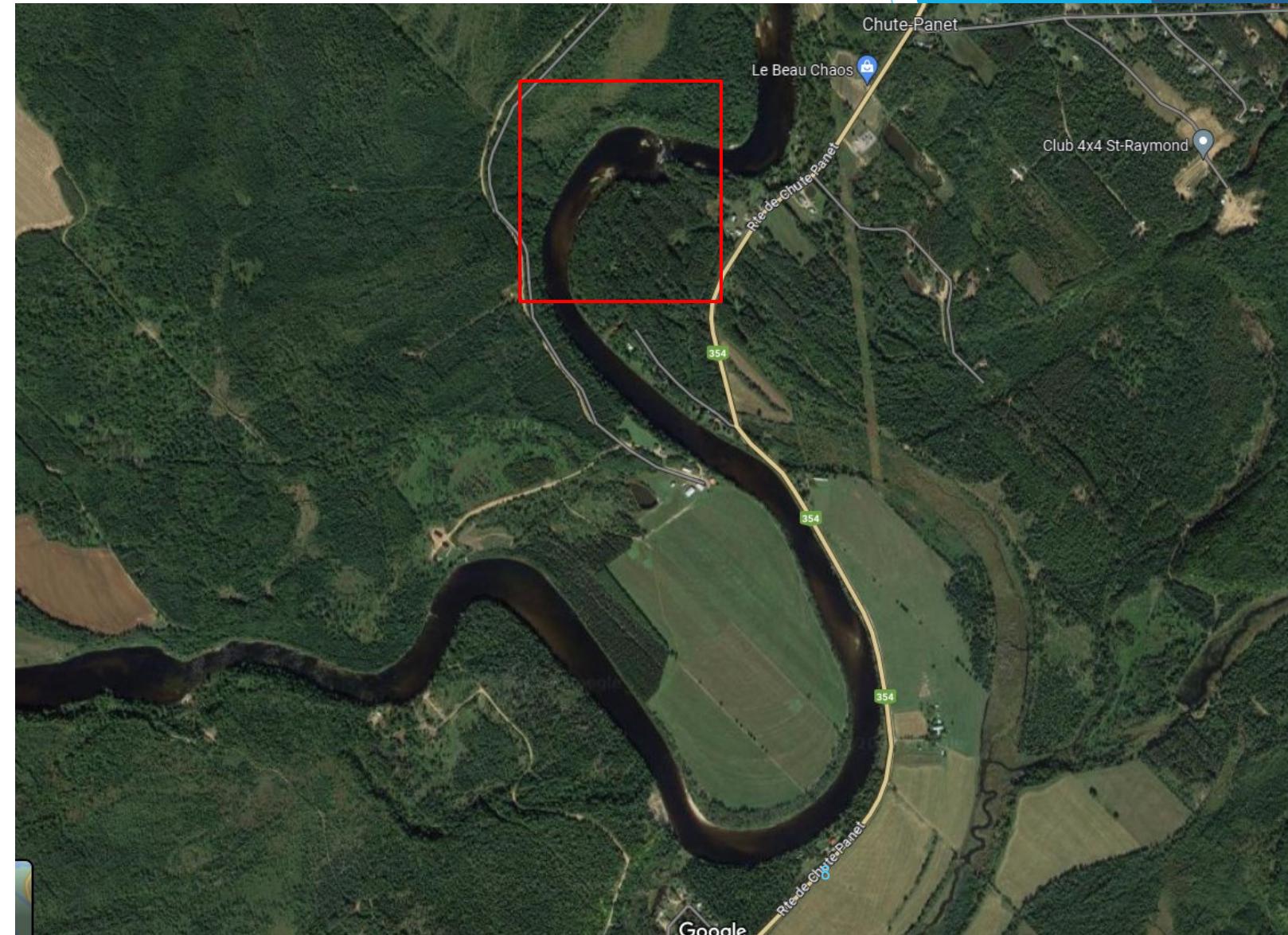
# Sélection du site

- ▶ Bras d'Henri
  - ▶ Peu achalandé et endroit sécuritaire pour se stationner
  - ▶ Présence de traceurs
  - ▶ Accès aux berges
  - ▶ Végétation modérée



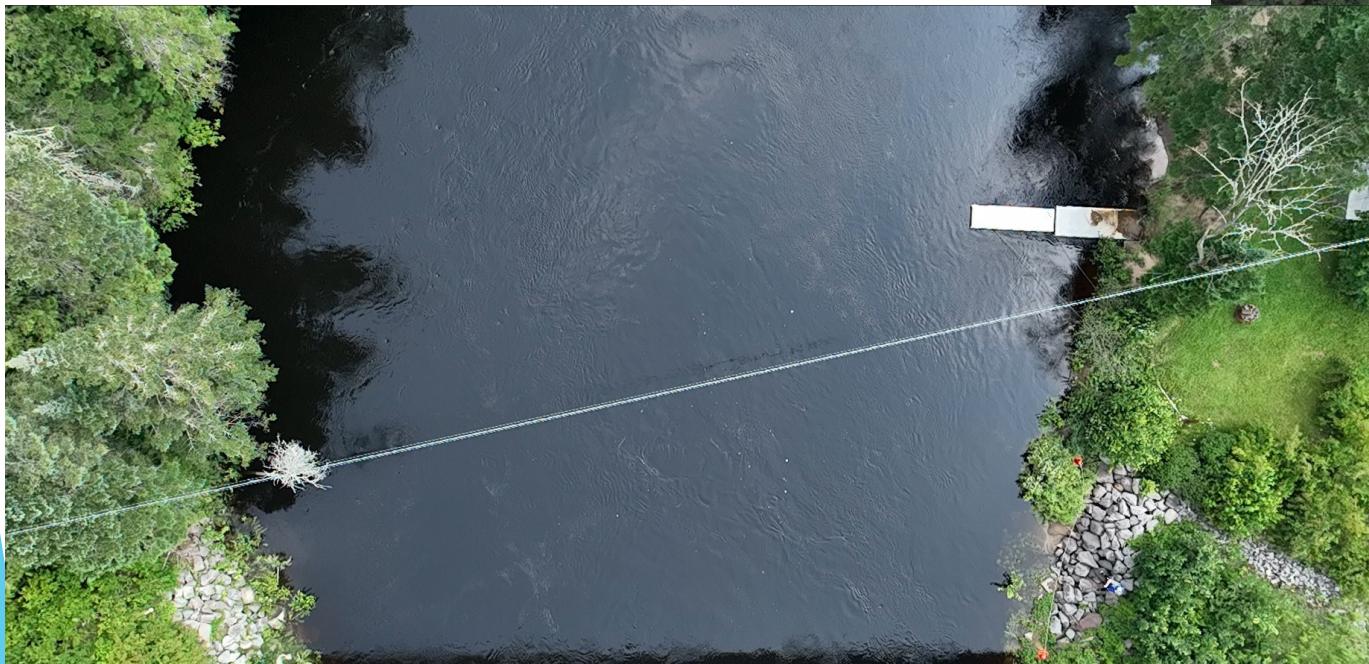
# Sélection du site

- ▶ Sainte-Anne
  - ▶ Pas de pont
  - ▶ Potentiel de traceurs
  - ▶ Semble avoir des accès à la rivière
  - ▶ Endroits sans végétation



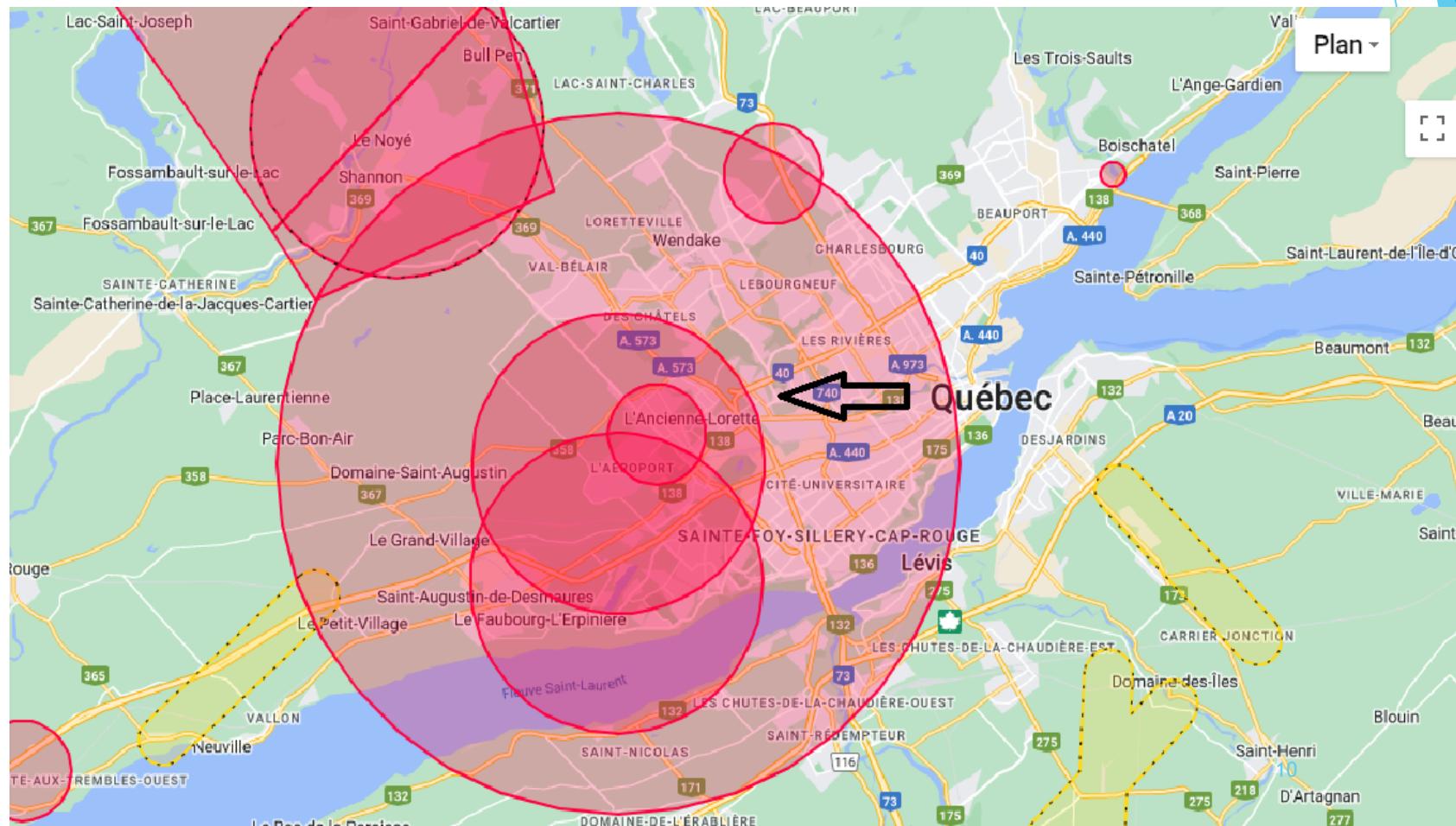
# Sélection du site

- ▶ Bras du Nord
  - ▶ Présence de traceurs
  - ▶ Végétation modérée
  - ▶ Réseau cellulaire faible
  - ▶ Fils électriques



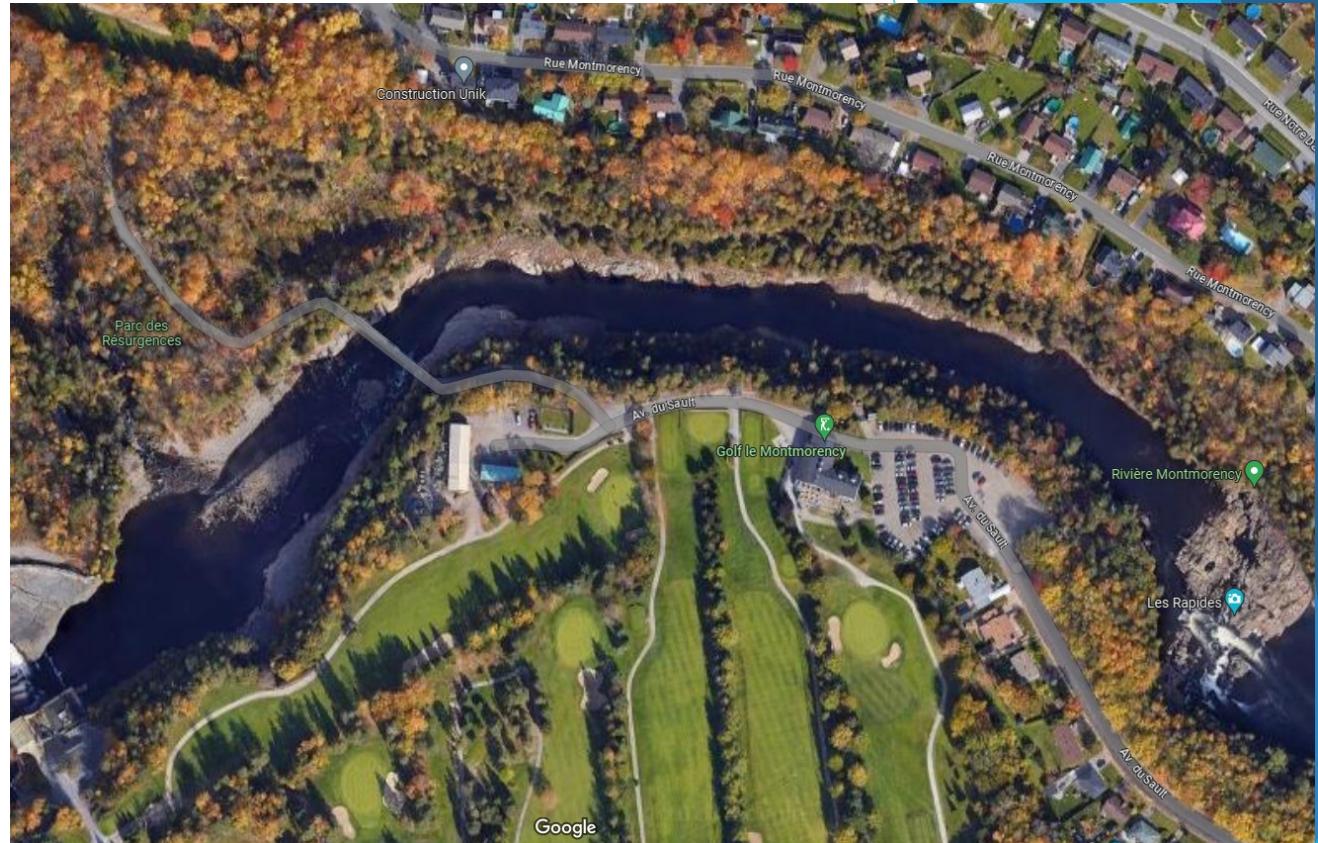
# Sélection du site

## ► Saint-Charles



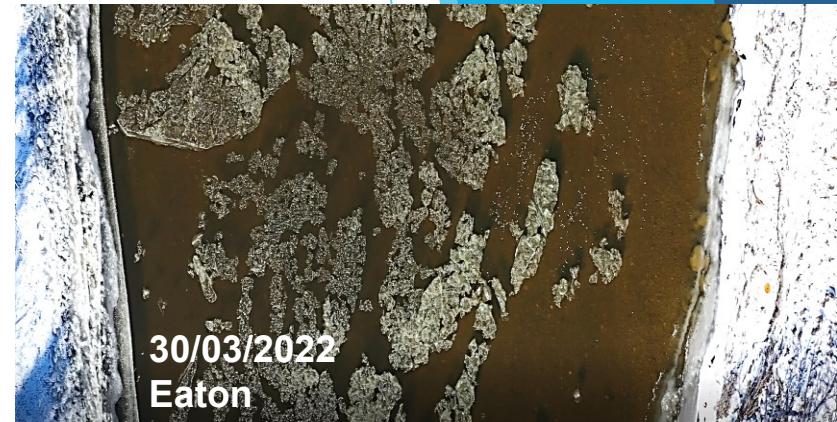
# Sélection du site

- ▶ Montmorency
- ▶ Les berges sont non accessibles
- ▶ Présence de traceurs
- ▶ Peu de végétation
- ▶ Près d'une zone ayant une interdiction de vol



# Traitement Fudaa

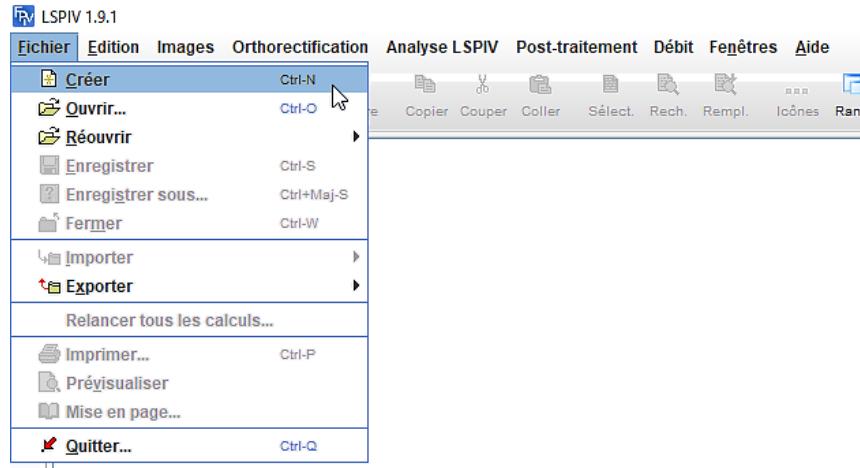
- ▶ Éléments nécessaires
  - ▶ Traceurs
  - ▶ Transect avec bathymétrie
  - ▶ Niveau d'eau
  - ▶ Distance entre deux points de repère
  - ▶ Environ 25% de berge de chaque côté (50% écoulement, 50% berges)
    - ▶ Idéalement : 33% écoulement, 67% berges



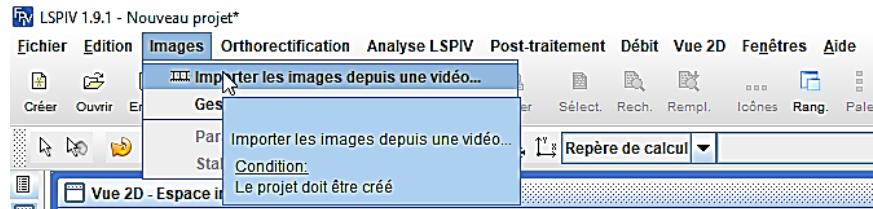
# Traitements Fudaa

## ▶ Importation de la vidéo et paramètres d'importation (environ 5 minutes)

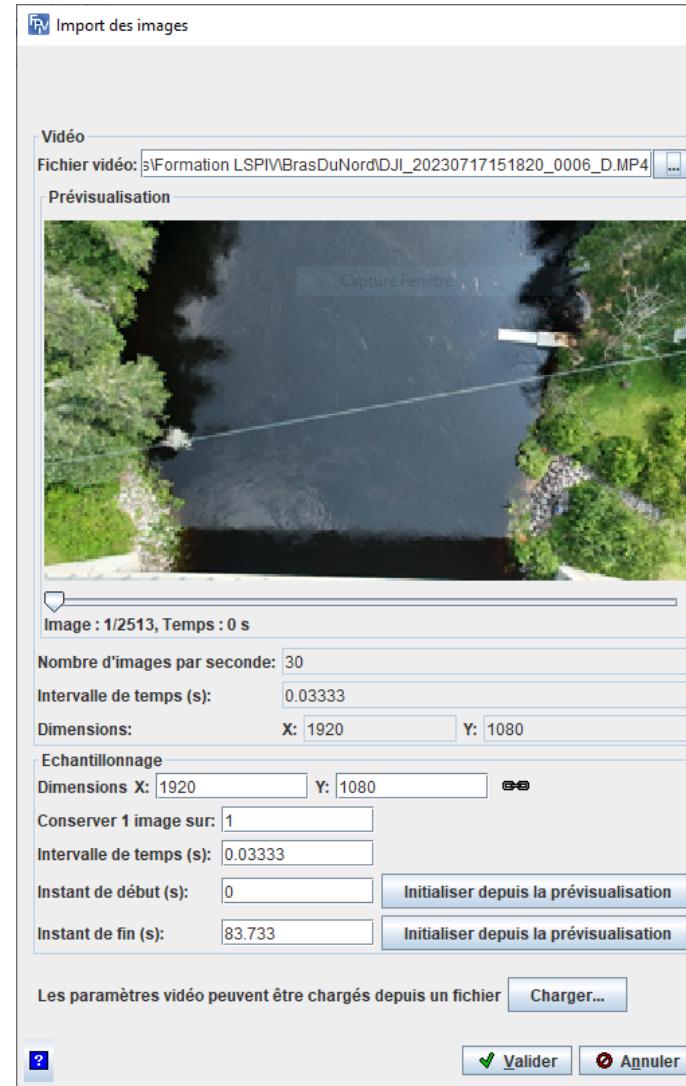
1



2



3



4



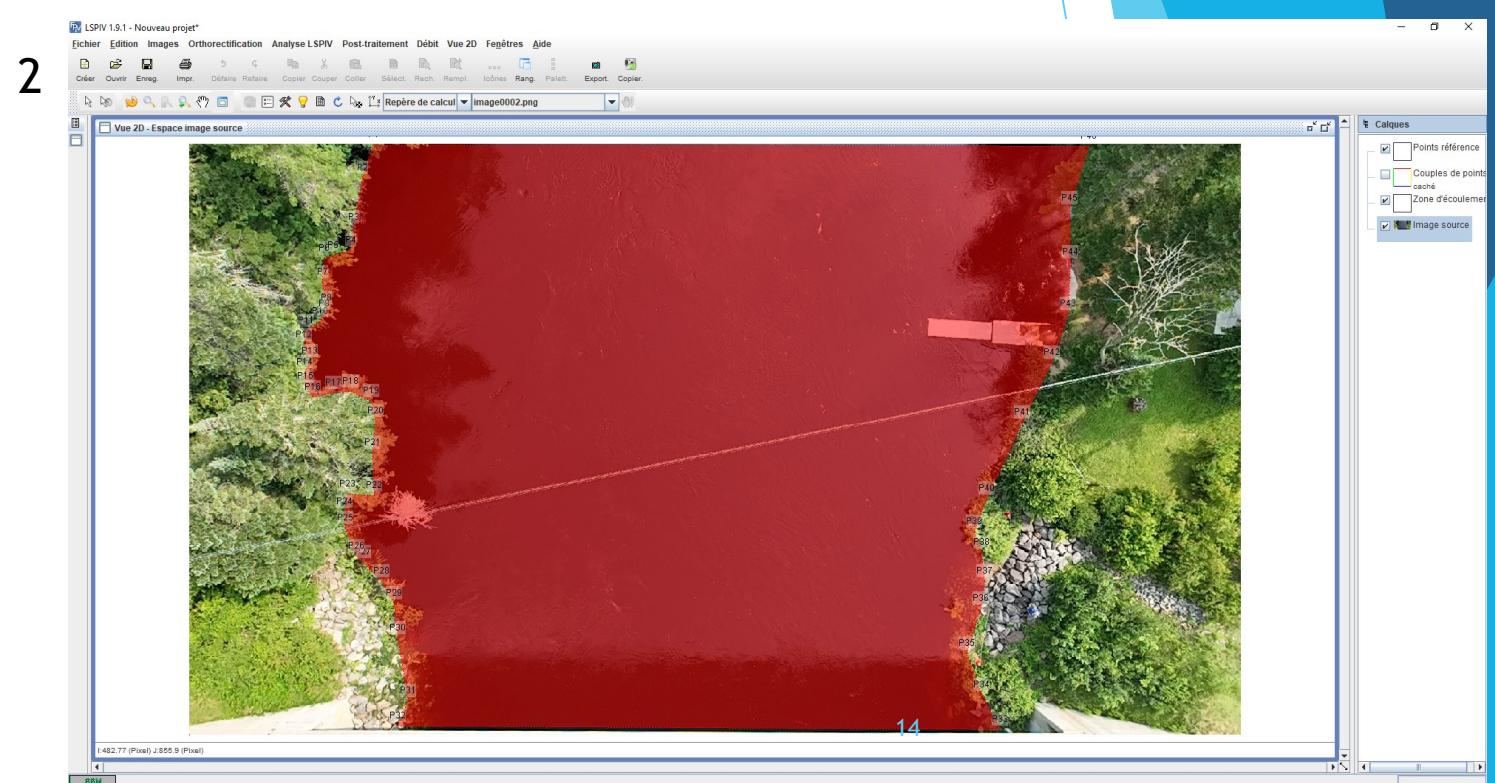
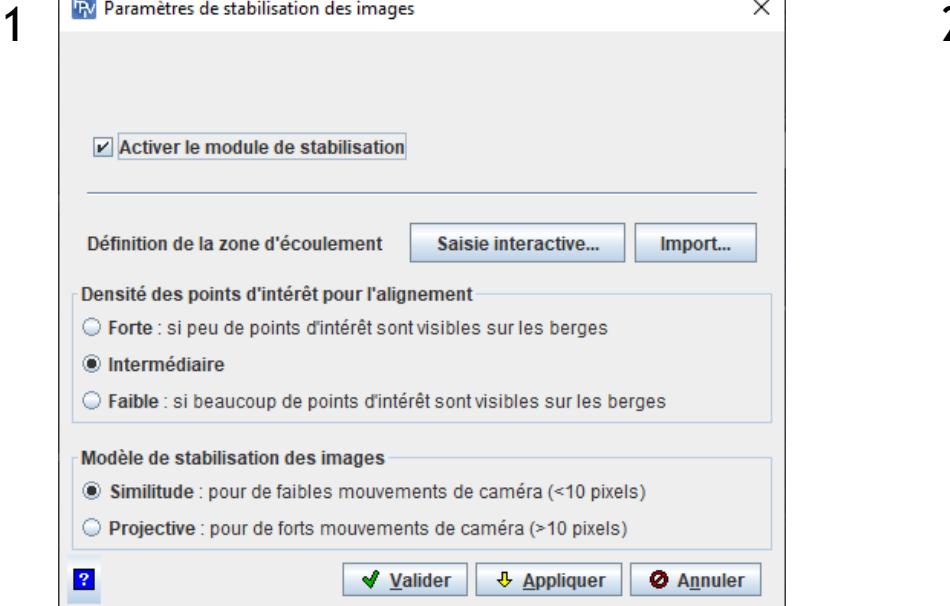
13

# Traitements Fudaa

## ▶ Stabilisation des images (environ 45 minutes)

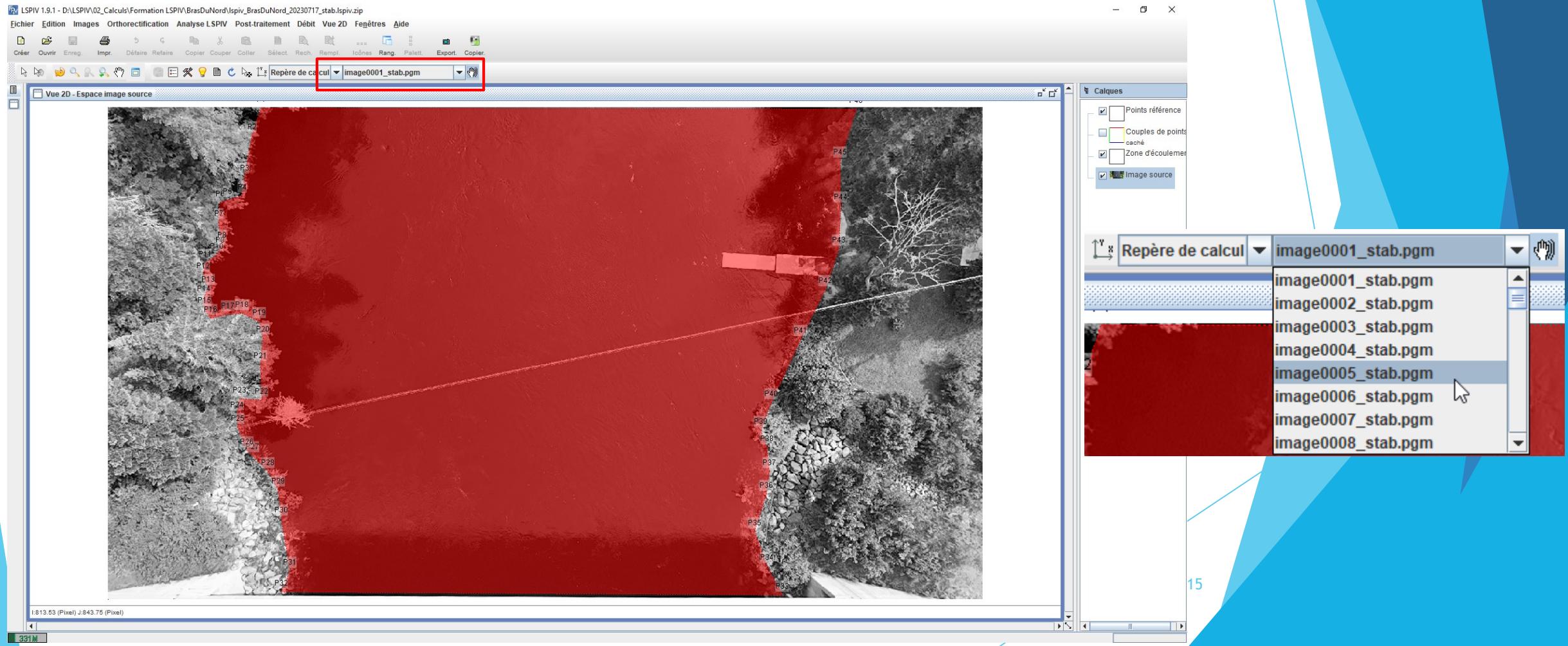
### ▶ Méthode SURF (Speeded Up Robust Features)

- ▶ Trouve des points d'intérêts sur les images
- ▶ Associe les points ayant des caractéristiques similaires



# Traitements Fudaa

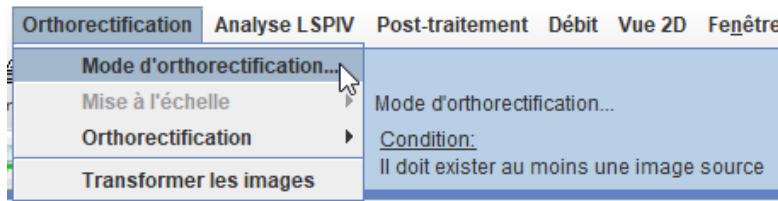
- ▶ Stabilisation des images (environ 45 minutes)



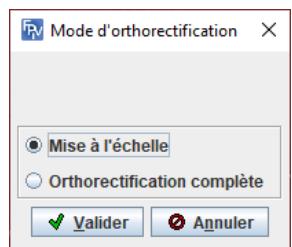
# Traitement Fudaa

- ▶ Mise à l'échelle (Environ 15 minutes\*\*)

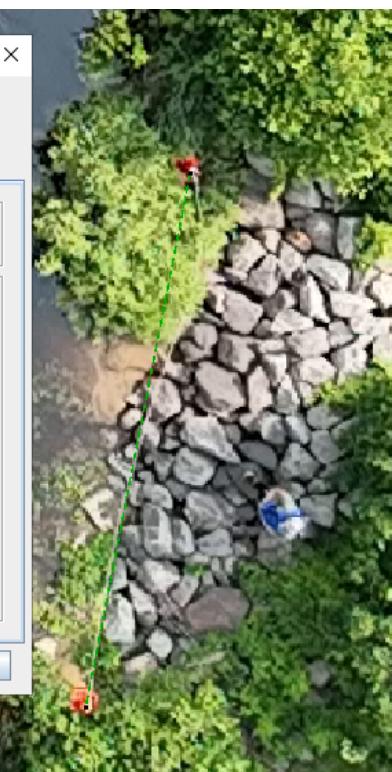
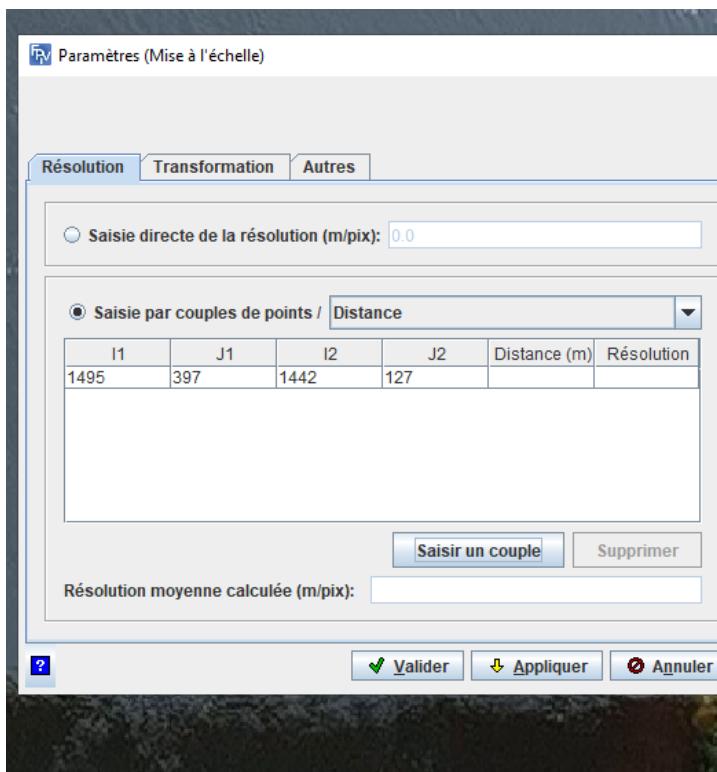
1



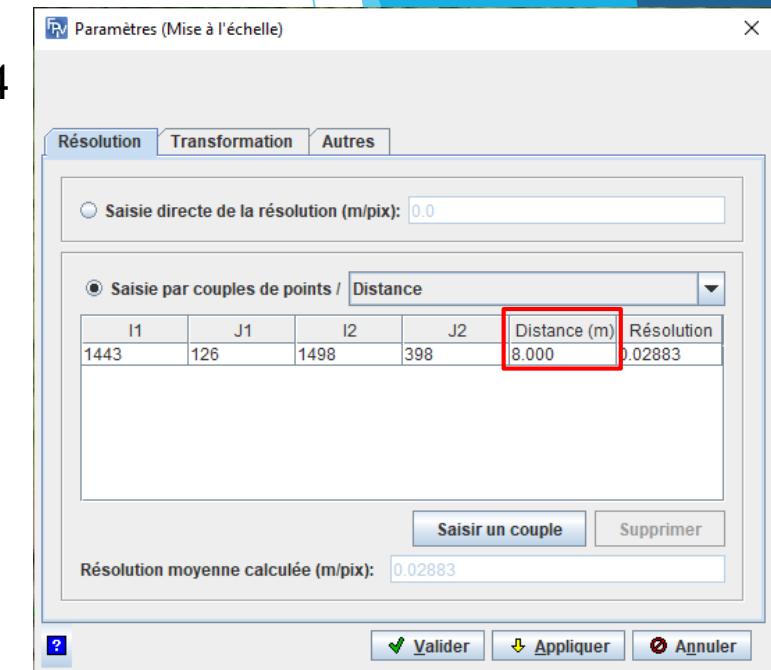
2



3



4

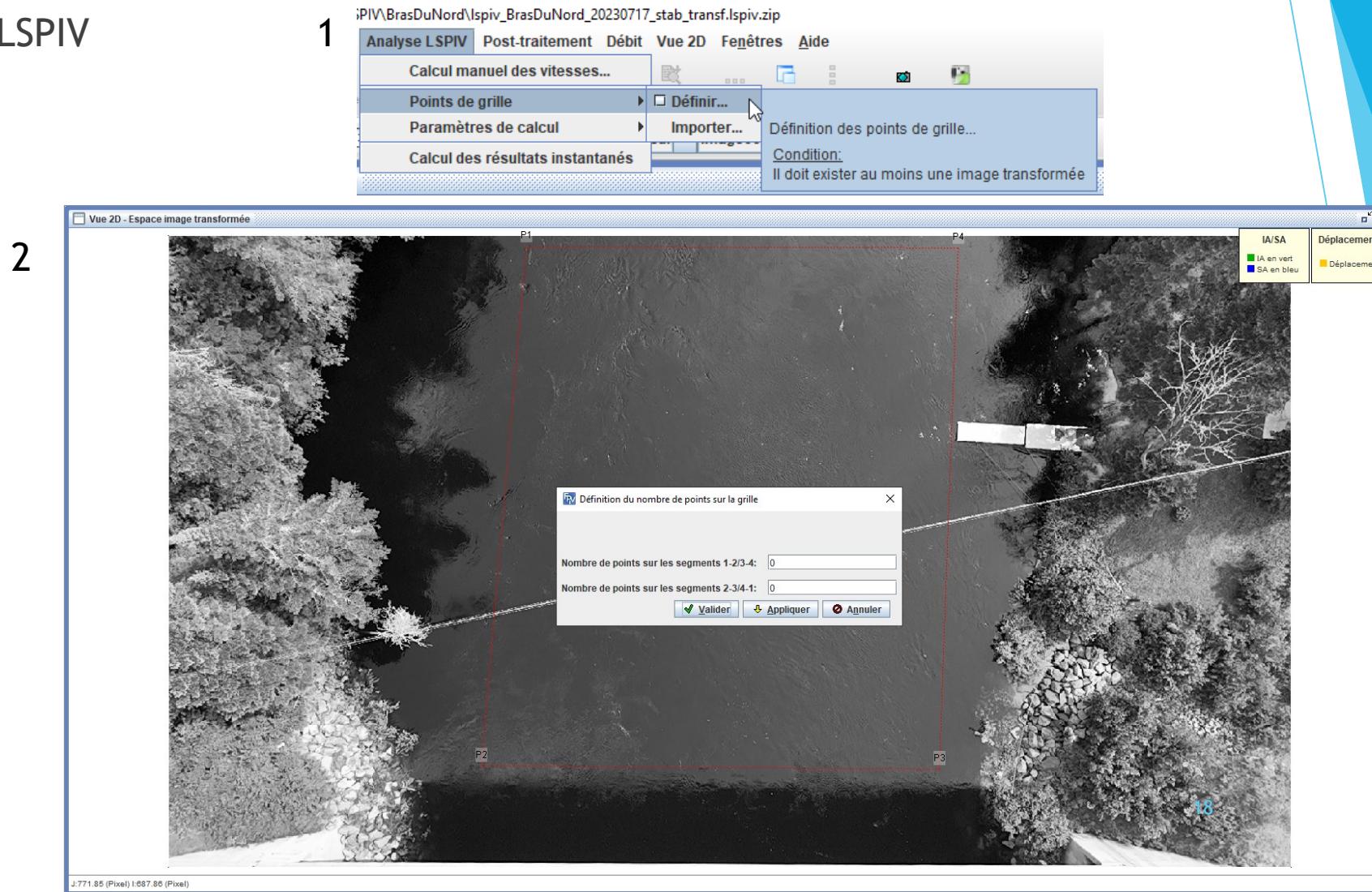


# Traitement Fudaa

- ▶ Analyse LSPIV
  - ▶ Création d'une grille où les vitesses de surface vont être calculées
  - ▶ Choix d'une aire d'interrogation
    - ▶ Assez grandes pour intégrer les traceurs. Assez petites pour représenter l'écoulement Recommandé : 30 pixels
  - ▶ Choix d'une aire de recherche
    - ▶ Zone où les motifs sont recherchés sur des images successives
  - ▶ Calcul des vitesses de surfaces
  - ▶ Possibilité de calculer les vitesses manuellement pour comparer les résultats

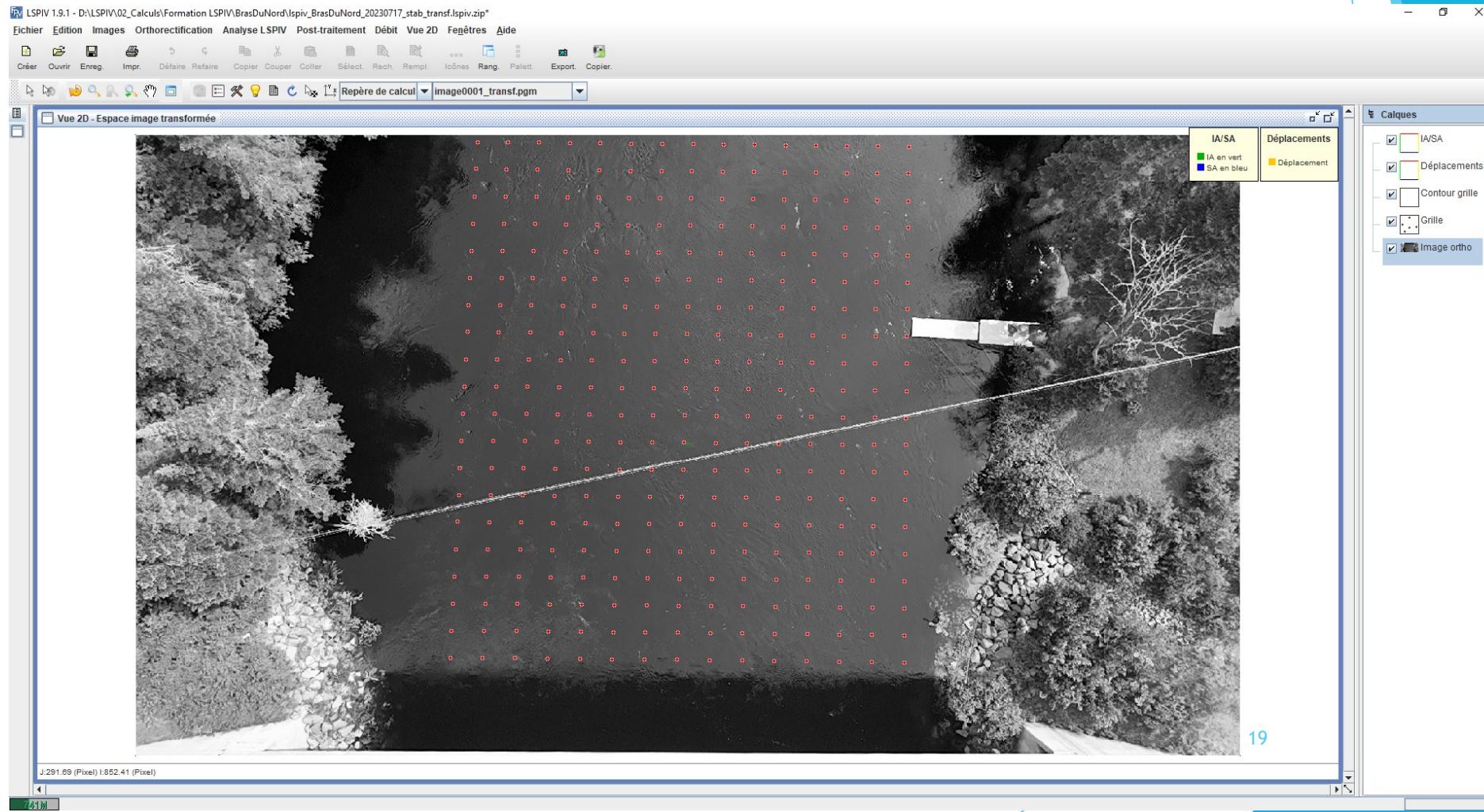
# Traitement Fudaa

## ► Analyse LSPIV



# Traitements Fudaa

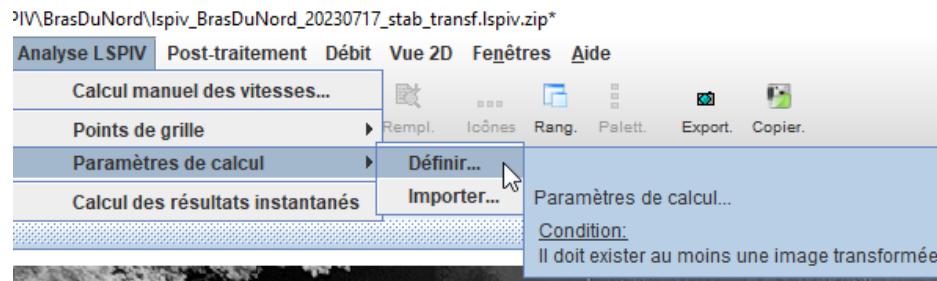
## ► Analyse LSPIV



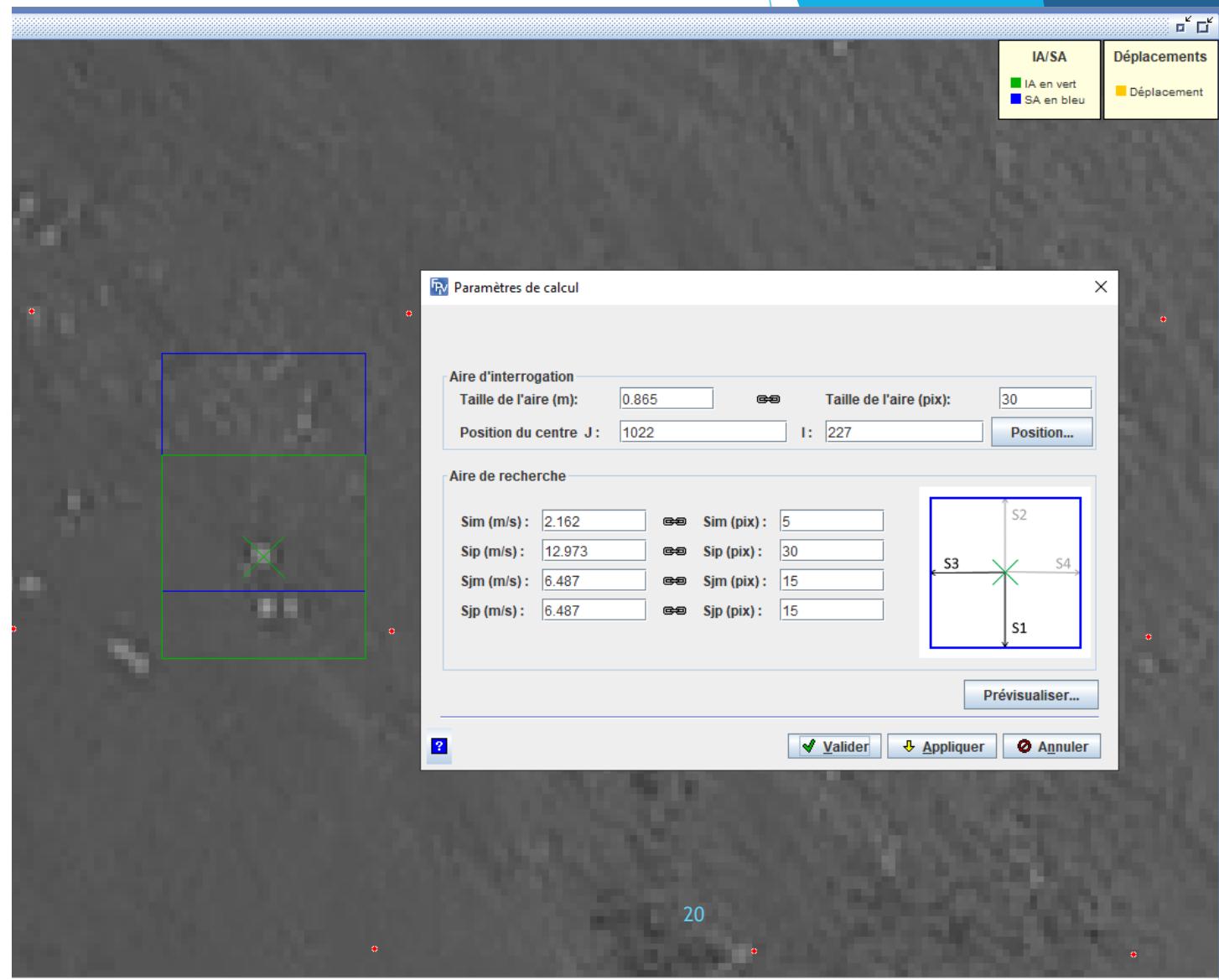
# Traitement Fudaa

- ▶ Analyse LSPIV (environ 30 minutes)

1

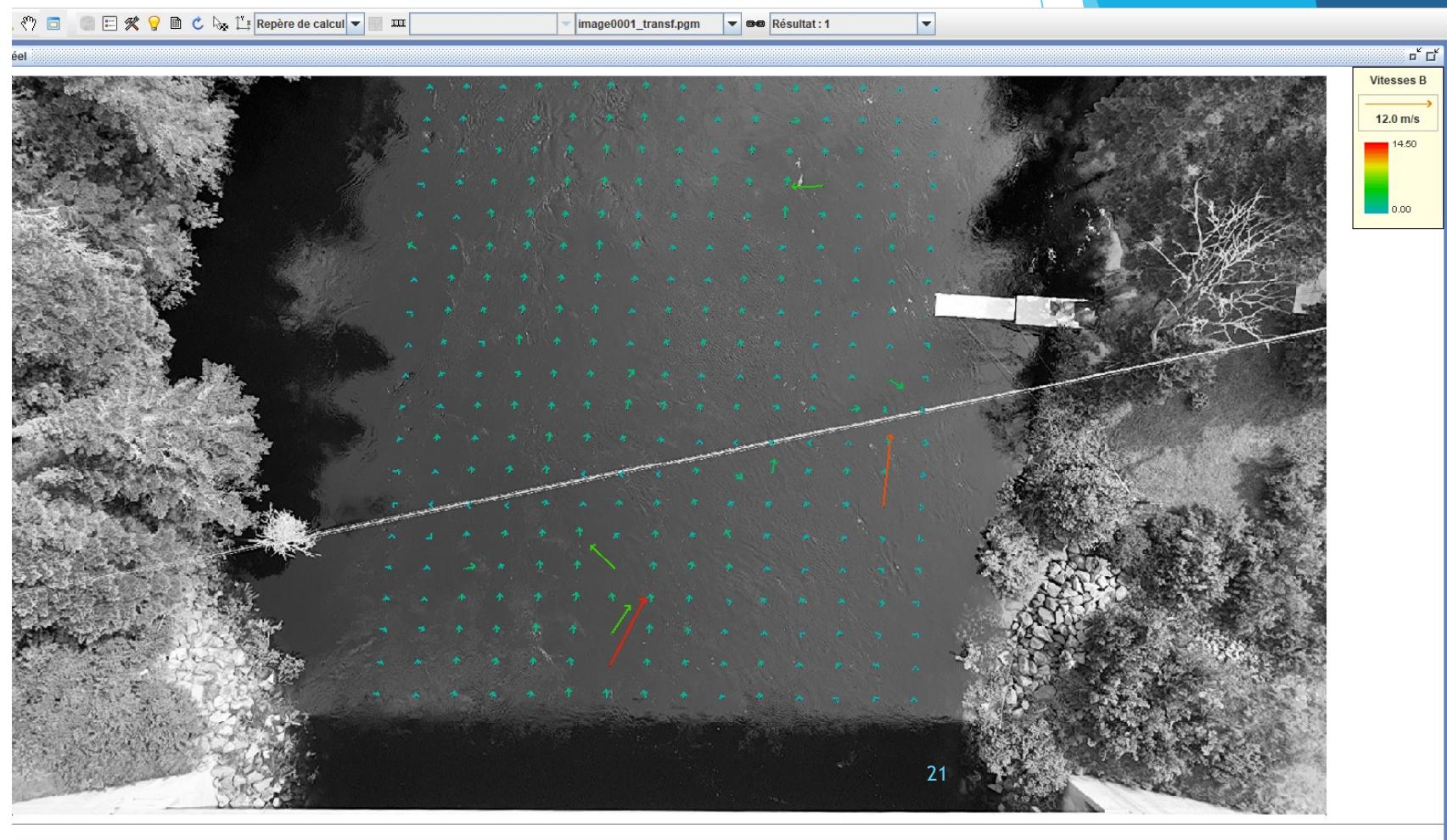


2



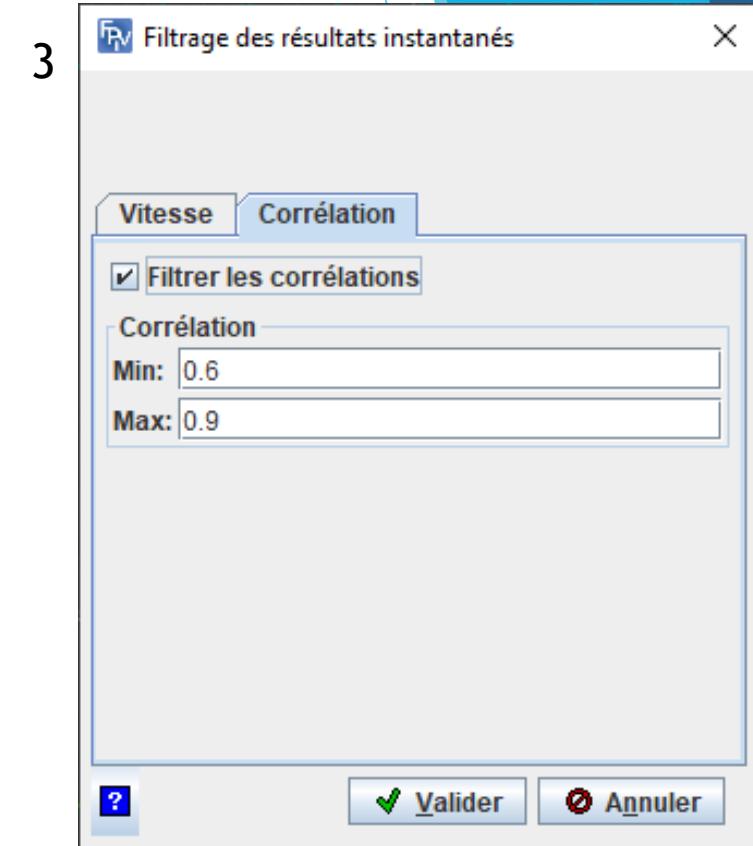
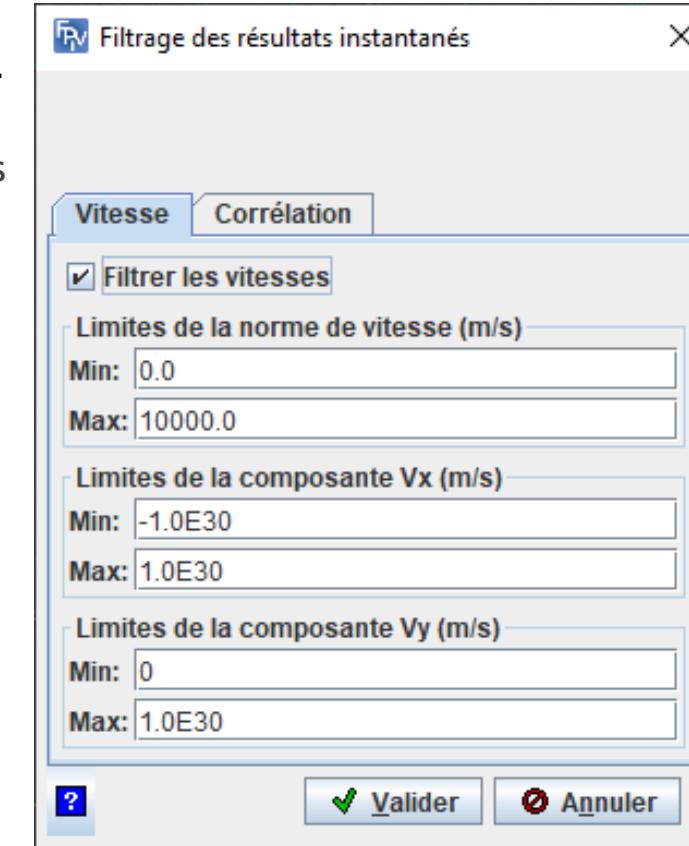
# Traitement Fudaa

- ▶ Analyse LSPIV
  - ▶ Résultats bruts
  - ▶ Obtiens un champ de vitesse pour toutes les paires d'images consécutives



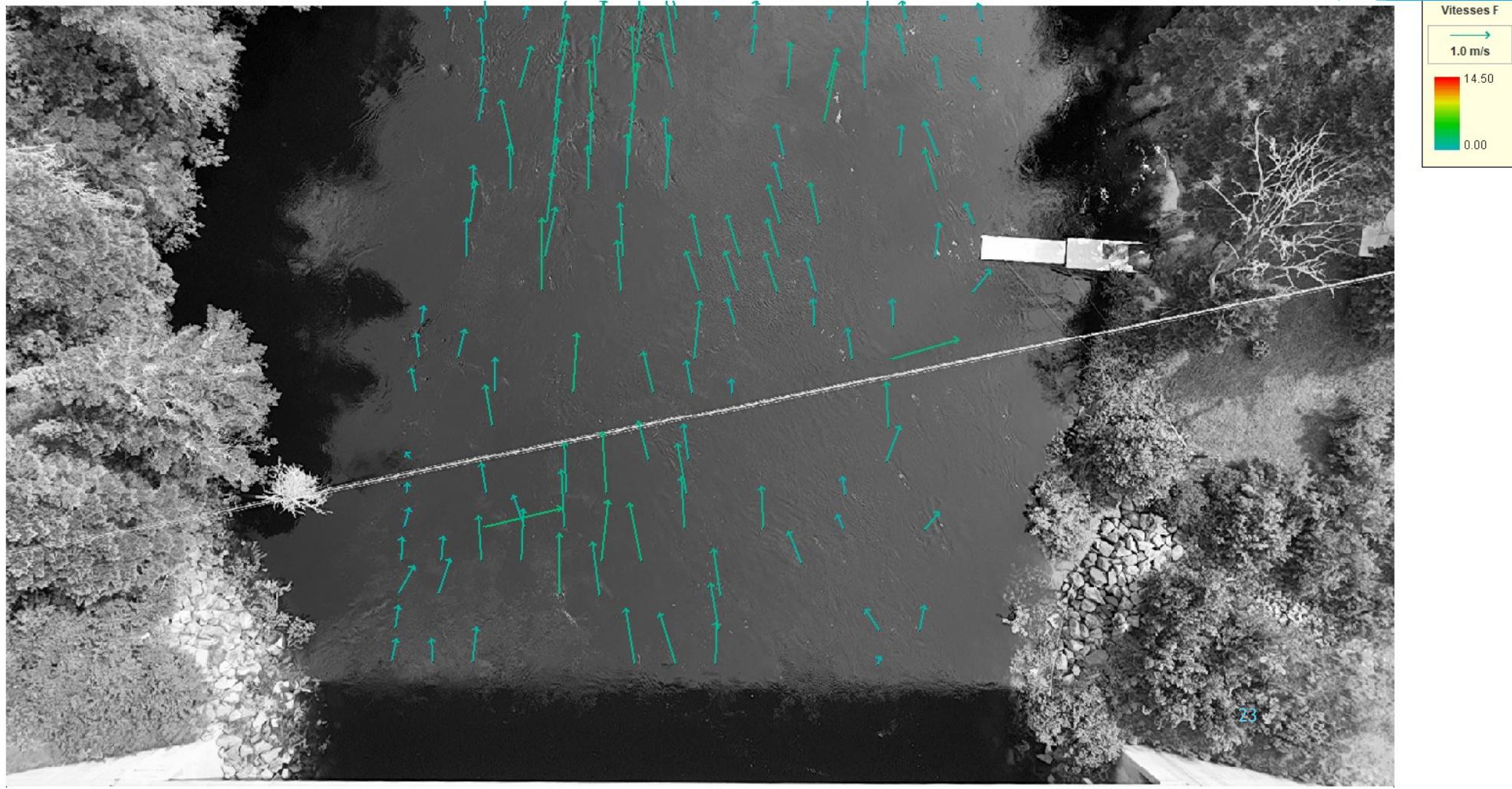
# Traitement Fudaa

- ▶ Post-traitements
  - ▶ Filtre des vitesses
  - ▶ Filtre de corrélation
    - ▶ Dépends du type de traceurs



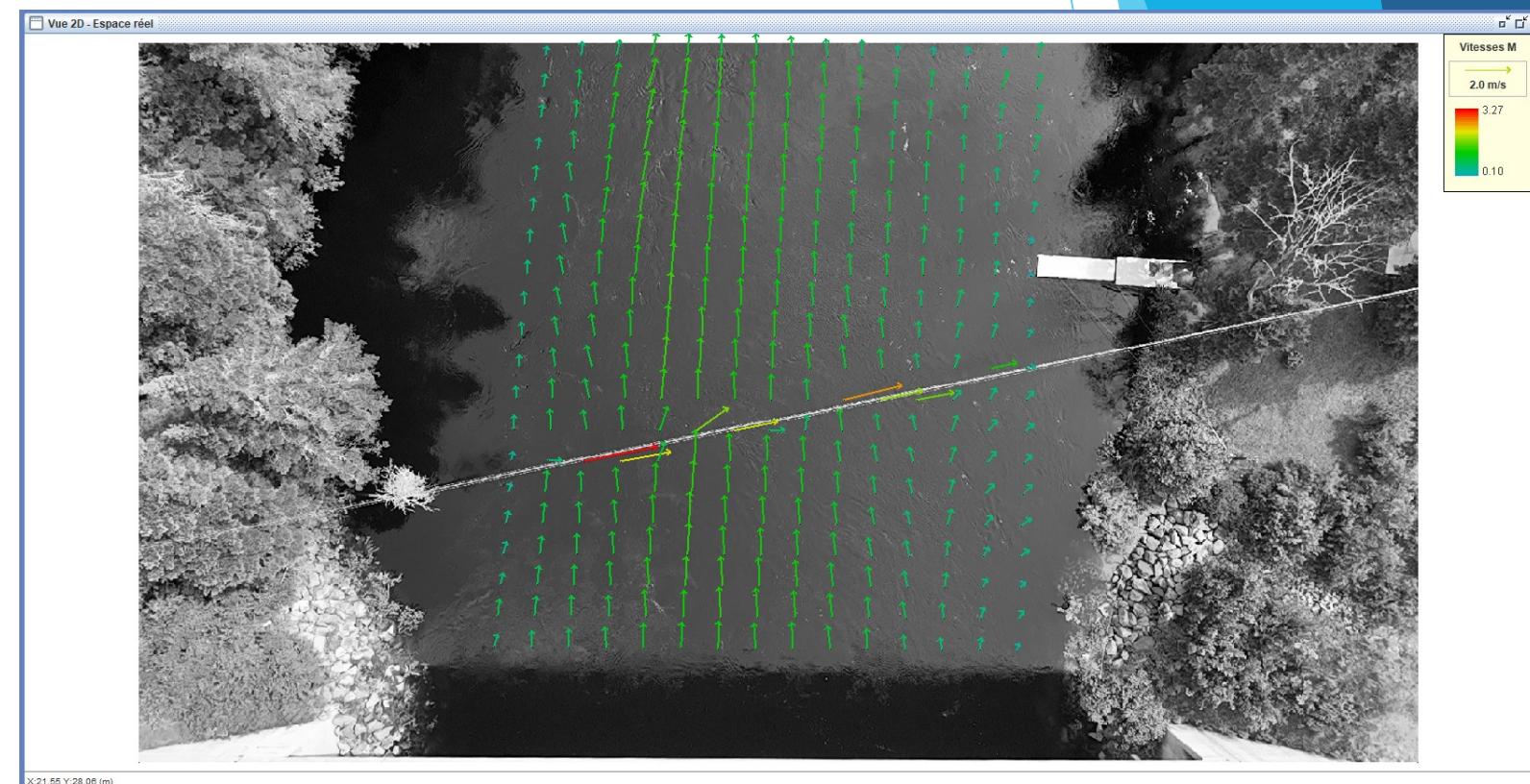
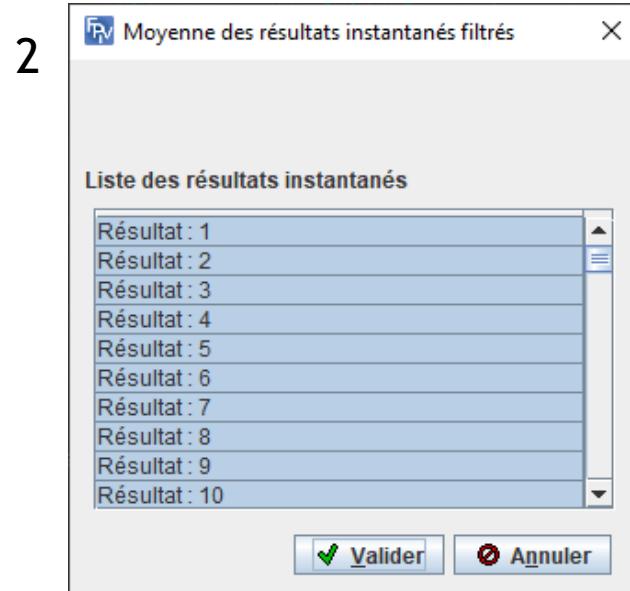
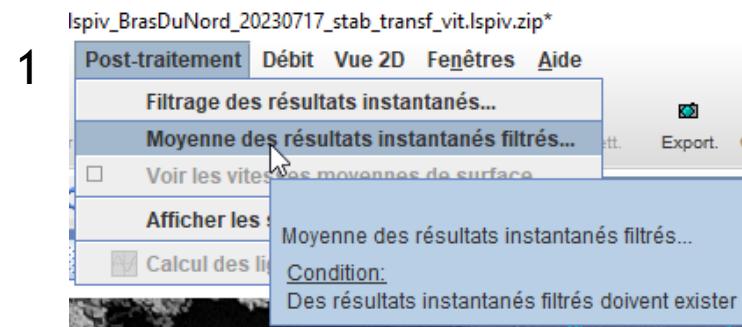
# Traitements Fudaa

## ► Post-traitements



# Traitement Fudaa

- ▶ Post-traitements
  - ▶ Moyenne des résultats instantanés filtrés

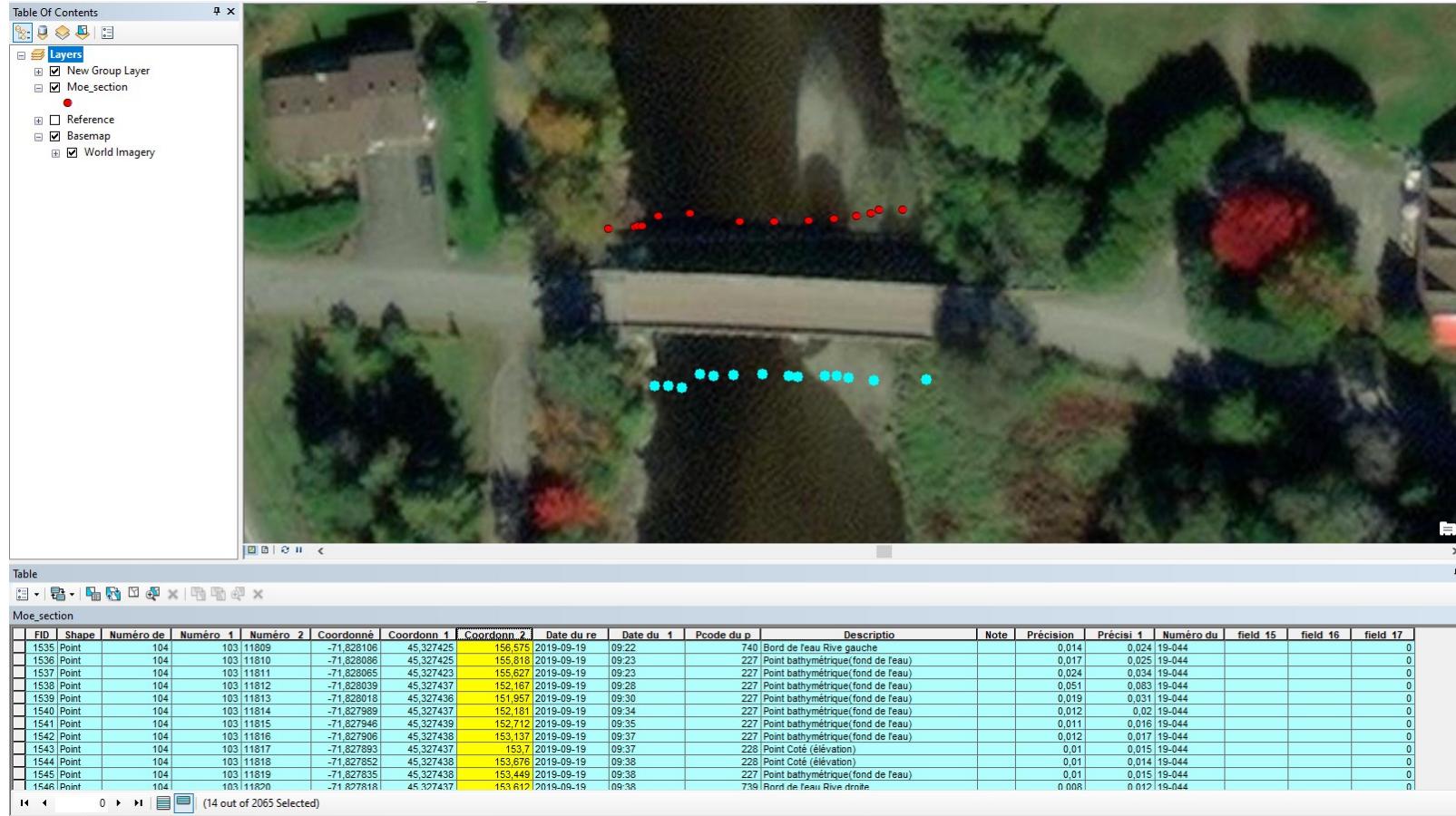


# Traitement Fudaa

- ▶ Intégration de la bathymétrie
  - ▶ Une ou plusieurs sections transversales dans l'image
  - ▶ Peut-être faites après la prise de mesure
  - ▶ Possible d'utiliser la bathymétrie d'un ADCP
  - ▶ On doit avoir l'une des deux options suivantes :
    - ▶ 1) les élévations du lit sur un transect et un niveau d'eau
    - ▶ 2) un transect ayant des profondeurs lors de l'acquisition

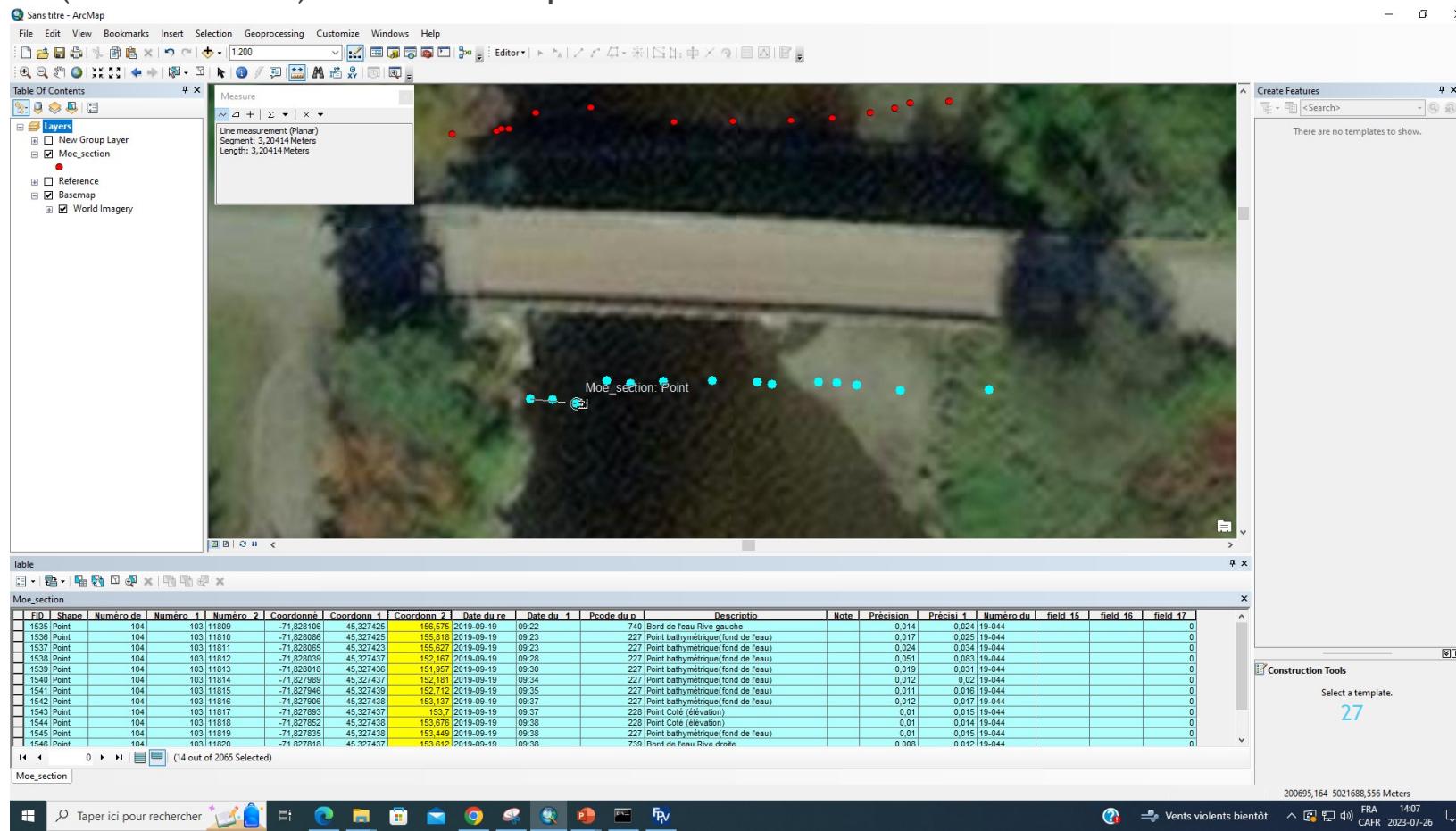
# Traitement Fudaa

## ► Préparation des données bathymétriques - Élévation et niveau d'eau



# Traitement Fudaa

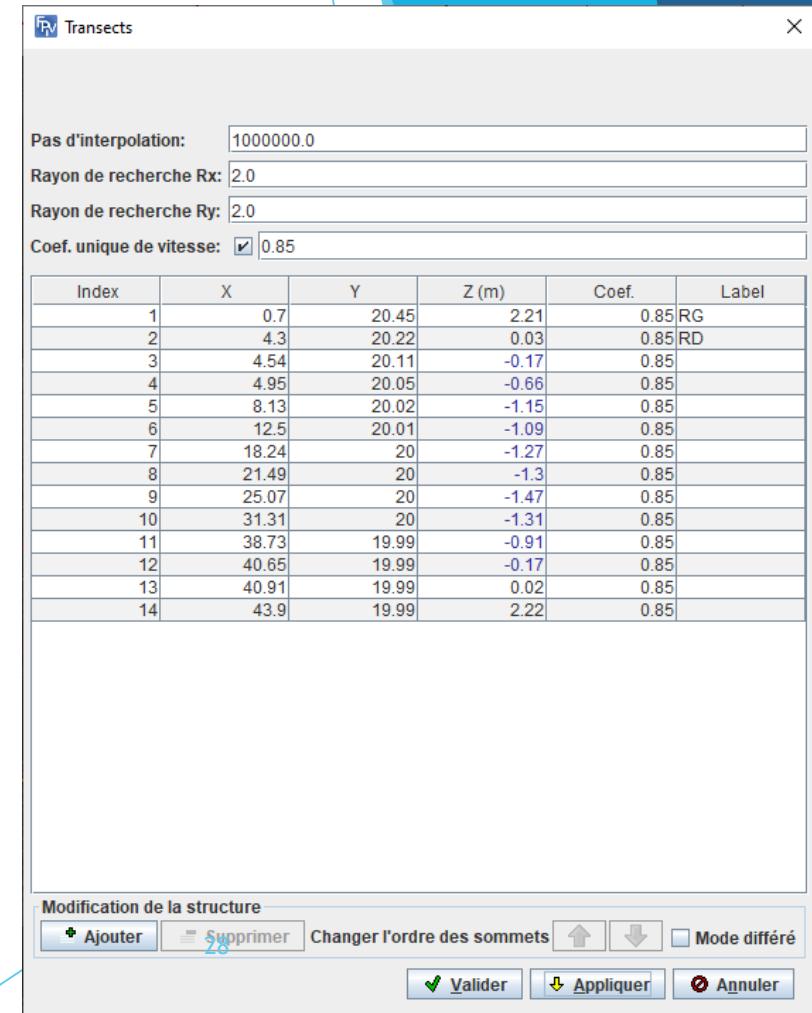
- ▶ Préparation des données bathymétriques - Élévation et niveau d'eau
  - ▶ Calcul des distances (en mètres) entre le point le plus éloigné sur la rive gauche (haut de talus) et les autres points



# Traitement Fudaa

- ▶ Préparation des données bathymétriques - Élévation et niveau d'eau
  - ▶ Calcul des élévations et distances locales

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	description	x	y	z	dist	dist_VF	elev_local_30mars22		distance talus haut	0,7
2	Talus. haut	-71,6321	45,42325	199,873	0	0,7	2,213			
3	Talus. bas	-71,6321	45,42328	197,693	3,6	4,3	0,033			
4	Bord de l'eau Rive gauche	-71,6321	45,42329	197,485	3,84	4,54	-0,175	niveau d'eau - 2022-03-30	197,66	
5	Point bathymétrique(fond d	-71,6321	45,42329	197,003	4,25	4,95	-0,657			
6	Point bathymétrique(fond d	-71,6321	45,42332	196,509	7,43	8,13	-1,151			
7	Point bathymétrique(fond d	-71,6321	45,42336	196,573	11,8	12,5	-1,087			
8	Point bathymétrique(fond d	-71,6321	45,42341	196,387	17,54	18,24	-1,273			
9	Point bathymétrique(fond d	-71,632	45,42344	196,356	20,79	21,49	-1,304			
10	Point bathymétrique(fond d	-71,632	45,42347	196,191	24,37	25,07	-1,469			
11	Point bathymétrique(fond d	-71,632	45,42352	196,354	30,61	31,31	-1,306			
12	Point bathymétrique(fond d	-71,632	45,42359	196,755	38,03	38,73	-0,905			
13	Bord de l'eau Rive droite	-71,632	45,4236	197,489	39,95	40,65	-0,171			
14	Talus. bas	-71,632	45,4236	197,678	40,21	40,91	0,018			
15	Talus. haut	-71,632	45,42363	199,881	43,2	43,9	2,221			



# Traitement Fudaa

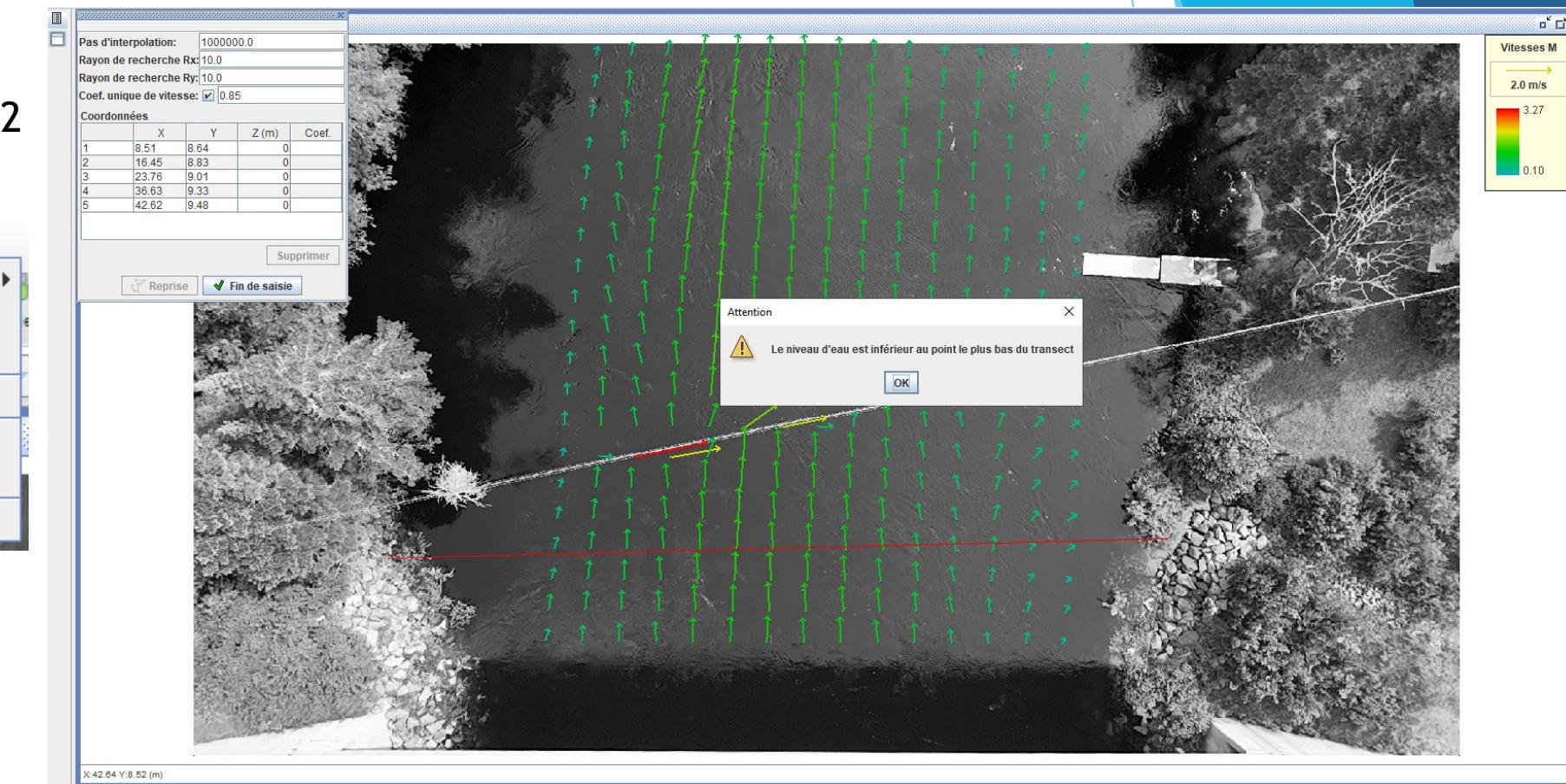
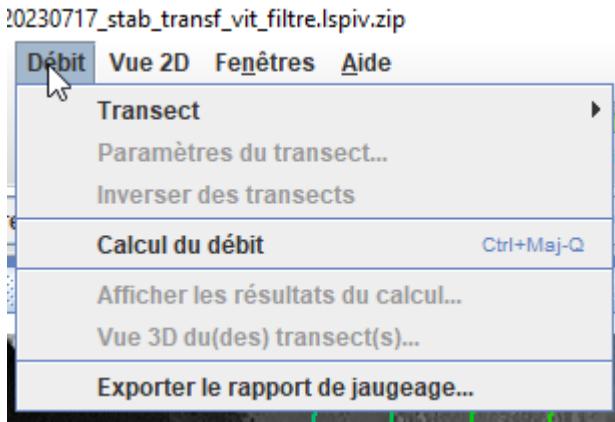
- ▶ Préparation des données bathymétriques - Profondeur avec ADCP
  - ▶ Directement les données sur la profondeur et les distances
  - ▶ Attention à la prise de mesure pour les distances

A	B	C	D	E	F	G
1 Distance Traveled (Ref: BT) (142)	VB River Depth (551)	dist_corr	profondeur_corr			
2	0	0	8,25	0		
3	0,25	0,369	8,5	-0,369		
4	3,65410684	0,635	11,9041068	-0,635	distance niveau d'eau	8,25
5	3,92747987	0,572	12,1774799	-0,572		
6	4,23734225	0,705	12,4873423	-0,705		
7	4,5057475	0,848	12,7557475	-0,848		
8	4,88047892	0,833	13,1304789	-0,833		
9	5,34623819	1,38	13,5962382	-1,38		
10	5,81877082	1,446	14,0687708	-1,446		
11	6,30770665	1,75	14,5577067	-1,75		
12	6,9371249	2,221	15,1871249	-2,221		
13	7,525197	2,418	15,775197	-2,418		
14	8,14408351	2,902	16,3940835	-2,902		
15	8,86457251	3,251	17,1145725	-3,251		
16	9,58844336	3,247	17,8384434	-3,247		
17	10,20597162	3,421	18,4559716	-3,421		
18	11,00968642	3,395	19,2596864	-3,395		
19	11,77371675	3,471	20,0237168	-3,471		
20	12,46621621	3,768	20,7162162	-3,768		
21	13,19726531	3,803	21,4472653	-3,803		
22	13,89713147	3,888	22,1471315	-3,888		
23	14,57053156	4,006	22,8205316	-4,006		
24	15,15644891	4,107	23,4064489	-4,107		
25	15,75921467	4,219	24,0092147	-4,219		
26	16,31986123	4,195	24,5698612	-4,195		
27	16,83692607	4,393	25,0869261	-4,393		

# Traitement Fudaa

## ► Ajouter un transect

1



# Traitemet Fudaa

## ► Paramétrage du transect et calcul du débit

3

Transects

Pas d'interpolation: 1000000.0

Rayon de recherche Rx: 1.0

Rayon de recherche Ry: 3.0

Coef. unique de vitesse:  0.9

Index	X	Y	Z (m)	Coef.	Label
1	8.25	8.64	0	0.9	RG
2	8.51	8.65	-0.37	0.9	
3	11.91	8.74	-0.64	0.9	
4	12.19	8.75	-0.57	0.9	
5	12.51	8.76	-0.7	0.9	
6	12.78	8.77	-0.85	0.9	
7	13.15	8.78	-0.83	0.9	
8	13.62	8.79	-1.38	0.9	
9	14.09	8.81	-1.45	0.9	
10	14.58	8.82	-1.75	0.9	
11	15.21	8.84	-2.22	0.9	
12	15.8	8.86	-2.42	0.9	
13	16.41	8.87	-2.9	0.9	
14	17.14	8.89	-3.25	0.9	
15	17.86	8.91	-3.25	0.9	
16	18.48	8.93	-3.42	0.9	
17	19.28	8.95	-3.4	0.9	
18	20.04	8.98	-3.47	0.9	
19	20.73	9	-3.77	0.9	
20	21.46	9.02	-3.8	0.9	
21	22.16	9.04	-3.89	0.9	
22	22.84	9.06	-4.01	0.9	
23	23.42	9.07	-4.11	0.9	
24	24.02	9.09	-4.22	0.9	
25	24.59	9.11	-4.2	0.9	
26	25.1	9.12	-4.39	0.9	

Modification de la structure

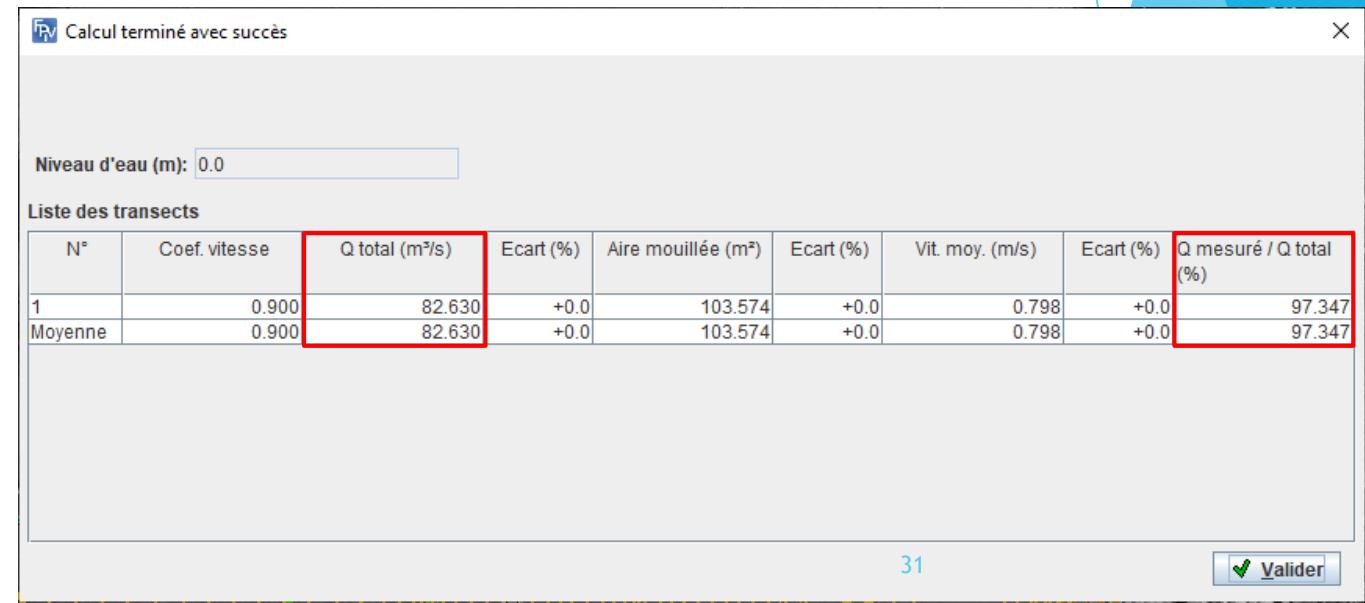
Ajouter  Supprimer Changer l'ordre des sommets   Mode différé

Valider  Appliquer  Annuler

4



5



# Traitement Fudaa

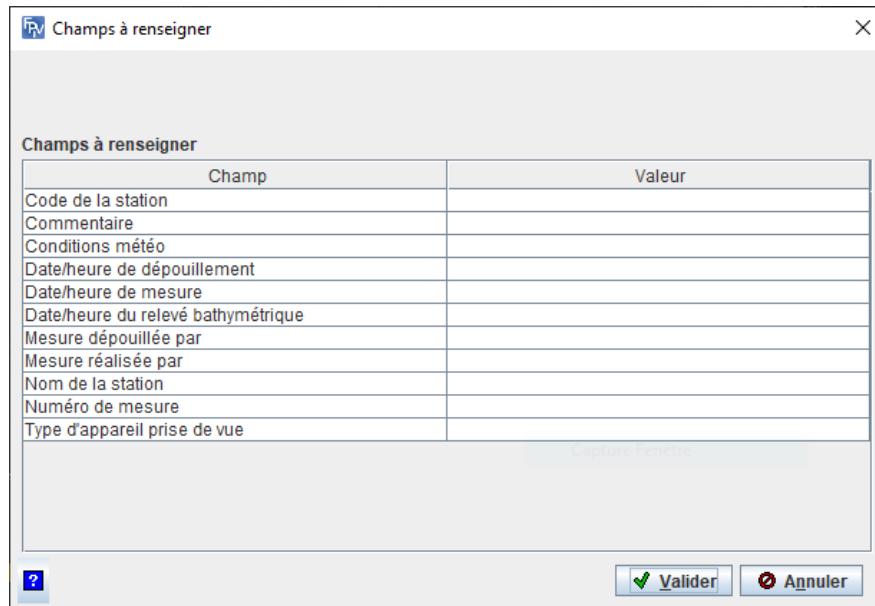
## ► Exportation du rapport

d\_20230717\_stab\_transf\_vit.lspiv.zip

1



2

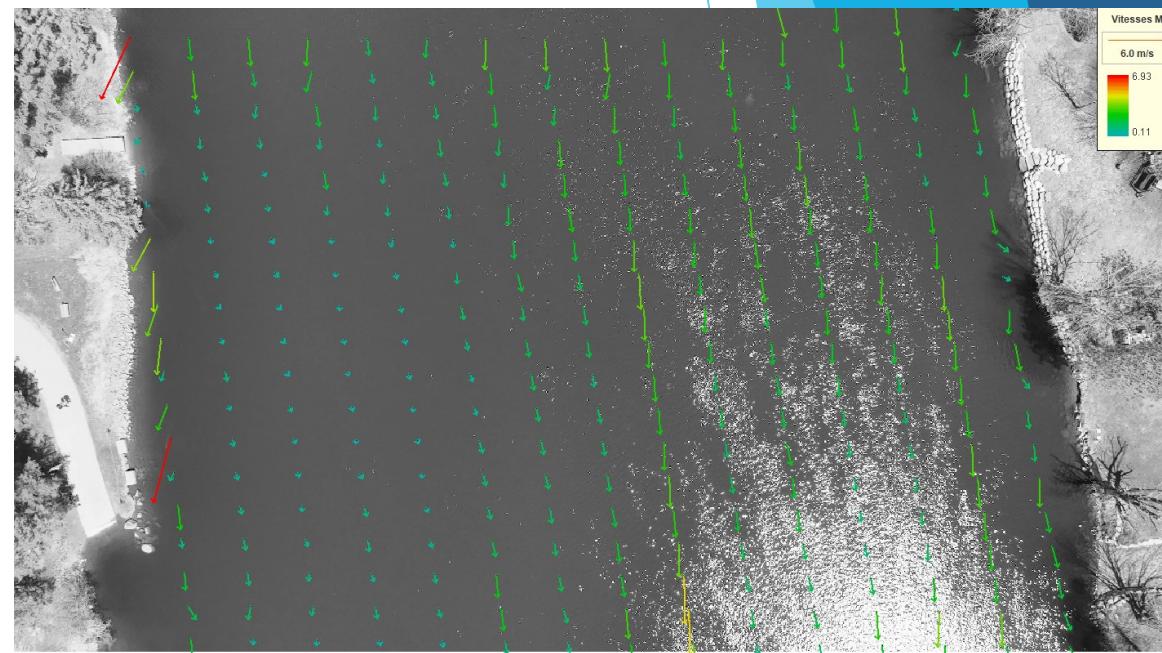
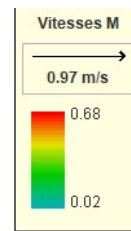
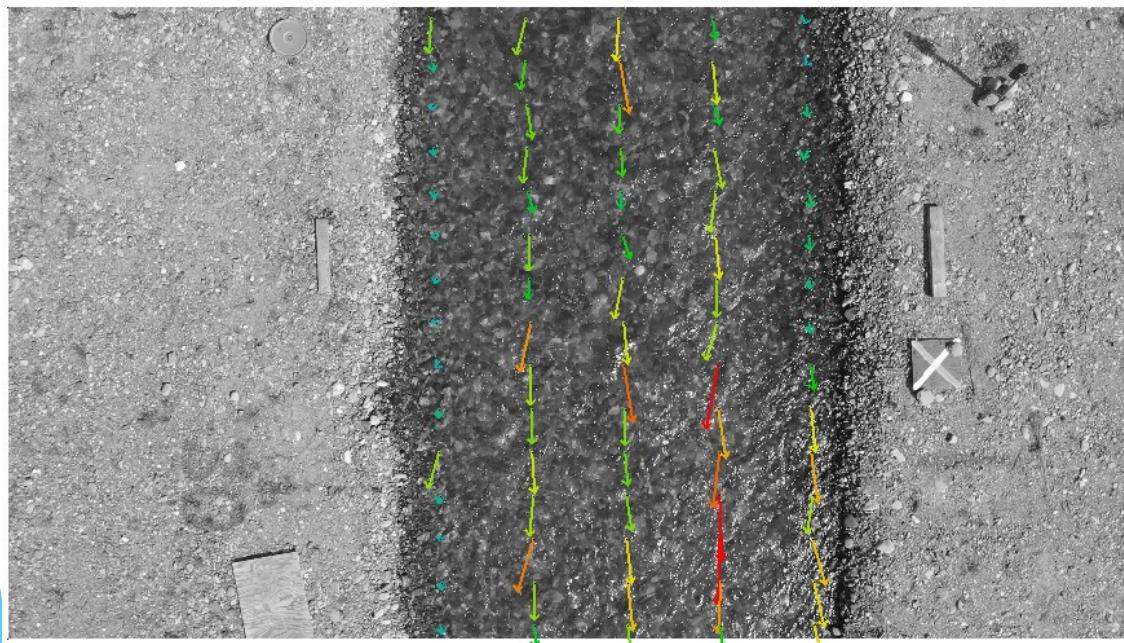


3

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1	Nom du projet:	V2_Ispiv_BrasDuNord_20230717_stab	Version Fudaa-LSPIV:	1.9.1														
2	Code Station:	-																
3	Nom de station:	-																
4																		
5	Hauteur d'eau:	0 m																
6	Mesure réalisée par:	-																
7	Mesure dépouillée par:	-																
8																		
10	<b>Echantillonnage vidéo</b>																	
11	Nom du fichier:	DJI_20230717151820_0006_D.N	Début:	15 s														
12	Images conservées:	1 / 2																
13																		
14	<b>Paramètres des images</b>																	
15	Appareil de prise de vue:	-																
16	Nombre d'images utilisées:	898																
17																		
18	<b>Stabilisation des images Active</b>																	
19	Densité des points:	Intermédiaire																
20	Modèle de stabilisation:	Similitude																
21	<b>Paramètres de l'orthorectification</b>																	
22	Mode:	Mise à l'échelle																
23	Nombre de GRP:	-																
24	Xmin: 0 m	Xmax: 54.931 m																
25	Ymin: 0 m	Ymax: 30.899 m																
26	<b>Paramètres LSPIV</b>																	
27	Taille de l'aire d'interrogation:	30 pix	<->	0.858 m														
28	Taille de l'aire de recherche	S1: 10 pix	<->	4.292 m/s	S2: 40 pix	<->	17.166 m/s											
29	S3: 15 pix	<->	6.437 m/s	S4: 15 pix	<->	6.437 m/s												

# Enjeux

## ► Éclairage et zone d'ombre



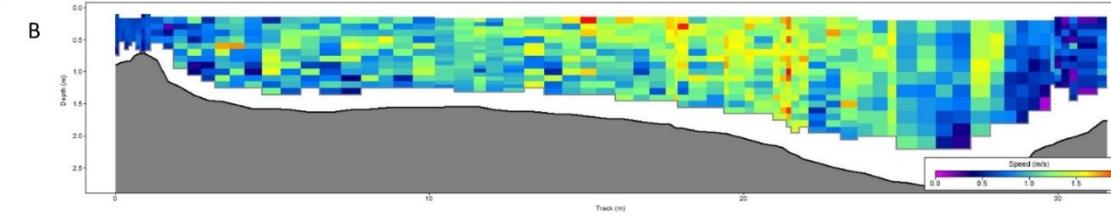
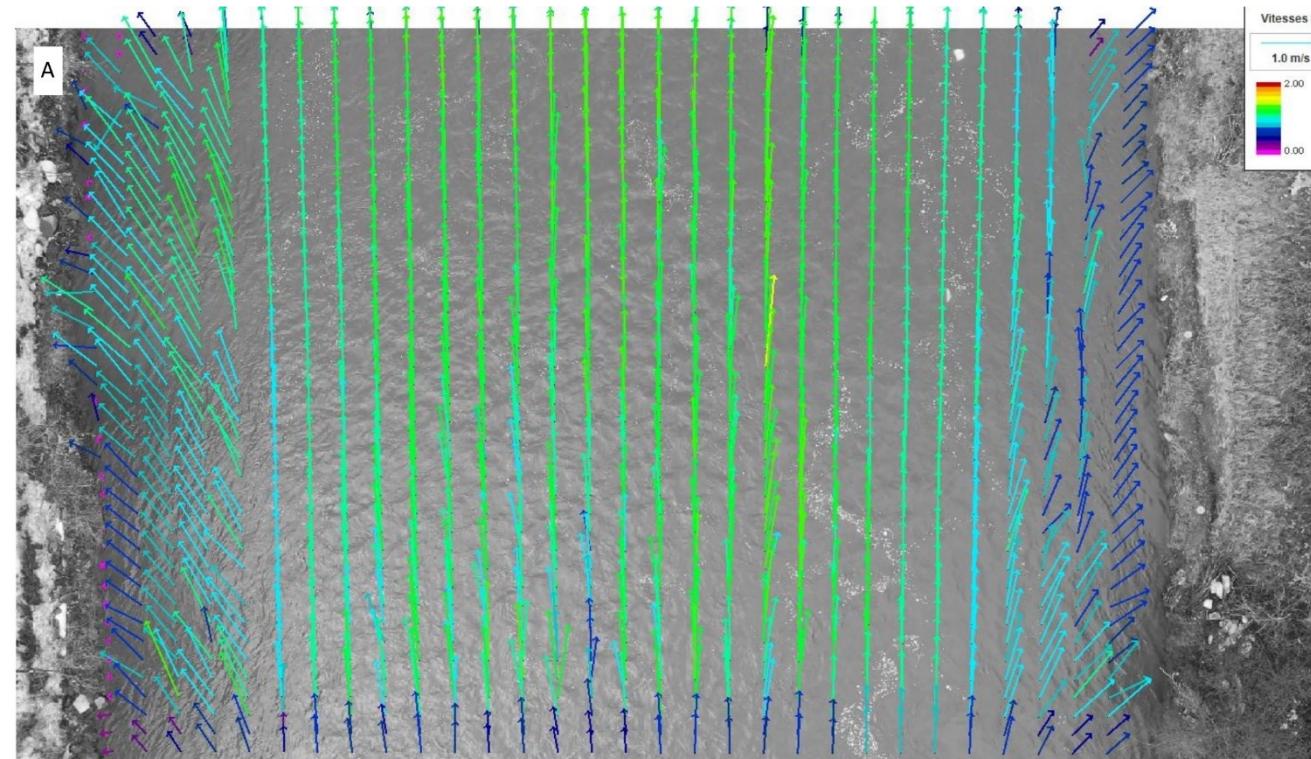
# Enjeux

- ▶ Accès à la rivière
- ▶ Inondations : Accès aux berges pour prendre un niveau d'eau et placer les cibles pour la mise à l'échelle
- ▶ Terrain escarpé, herbes à puces, terrain privé, trop de végétation, etc.



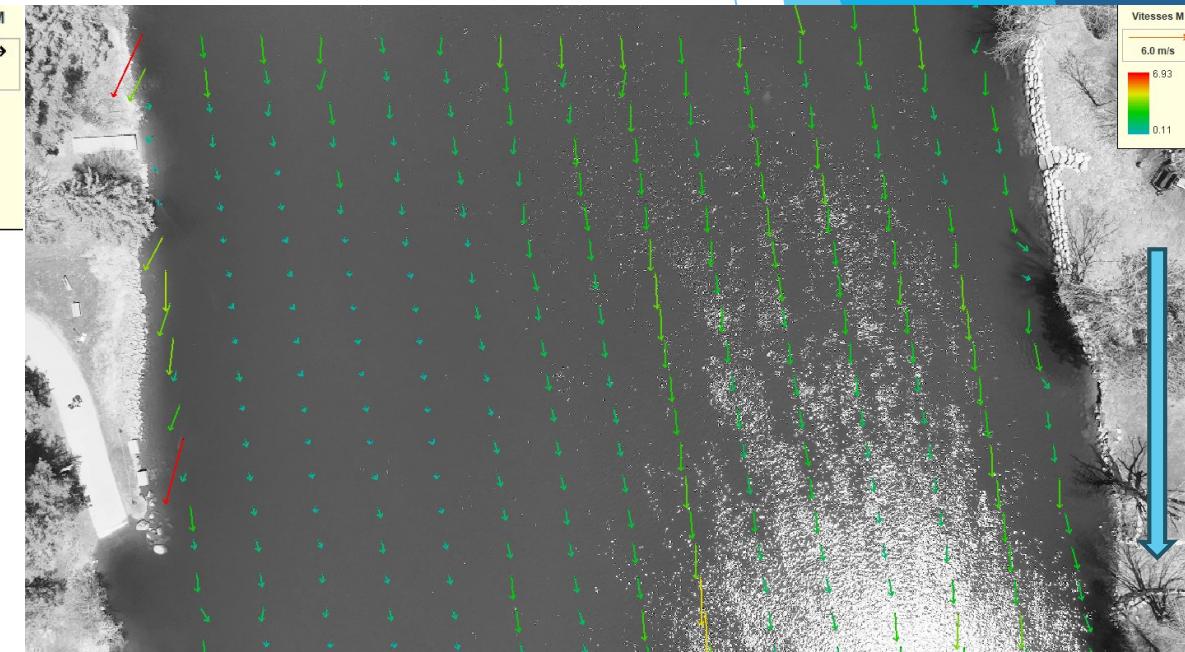
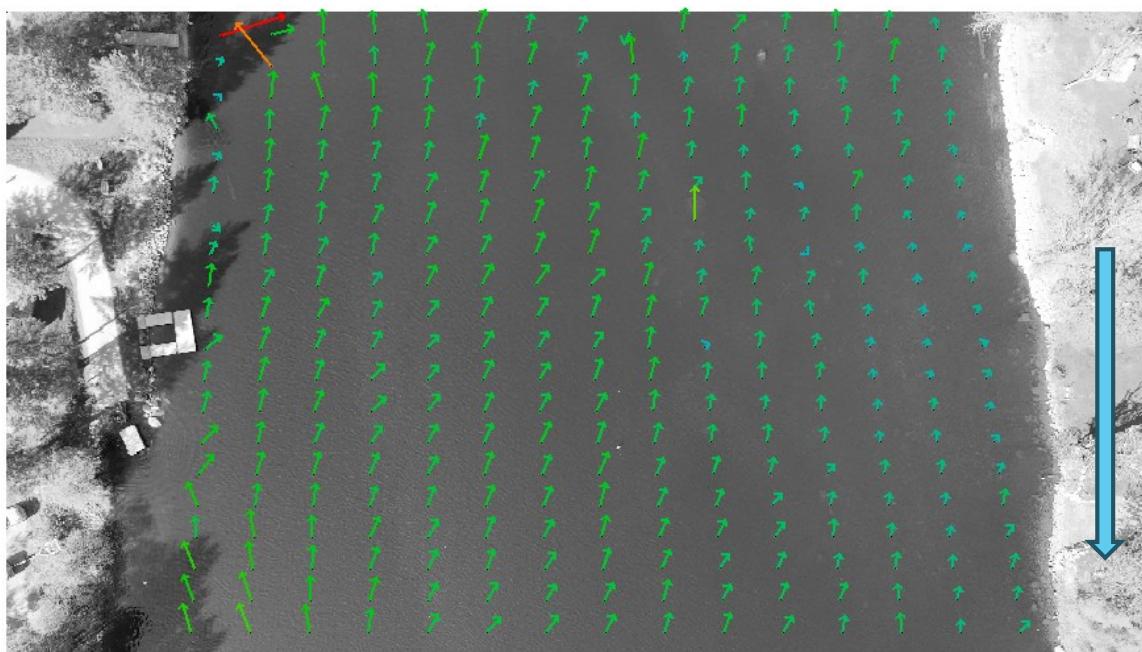
# Enjeux

- ▶ Traceurs : Peuvent être localisé



# Enjeux

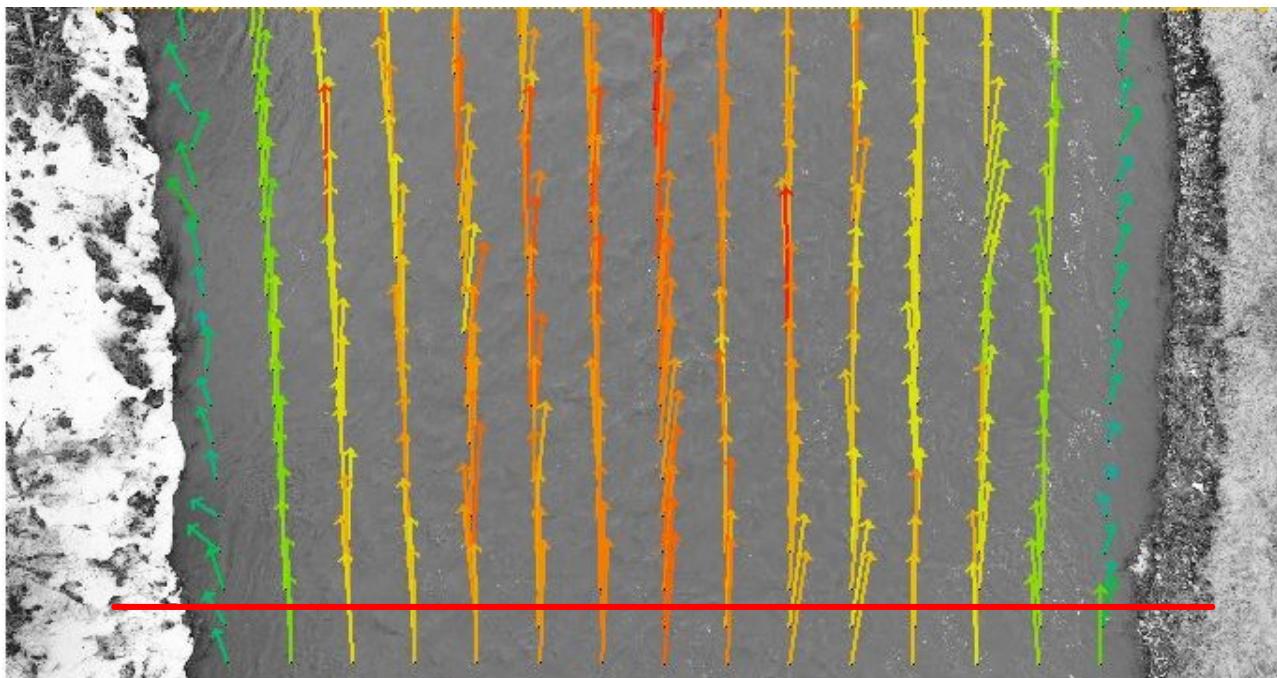
## ► Effet du vent sur le calcul des vitesses de surface



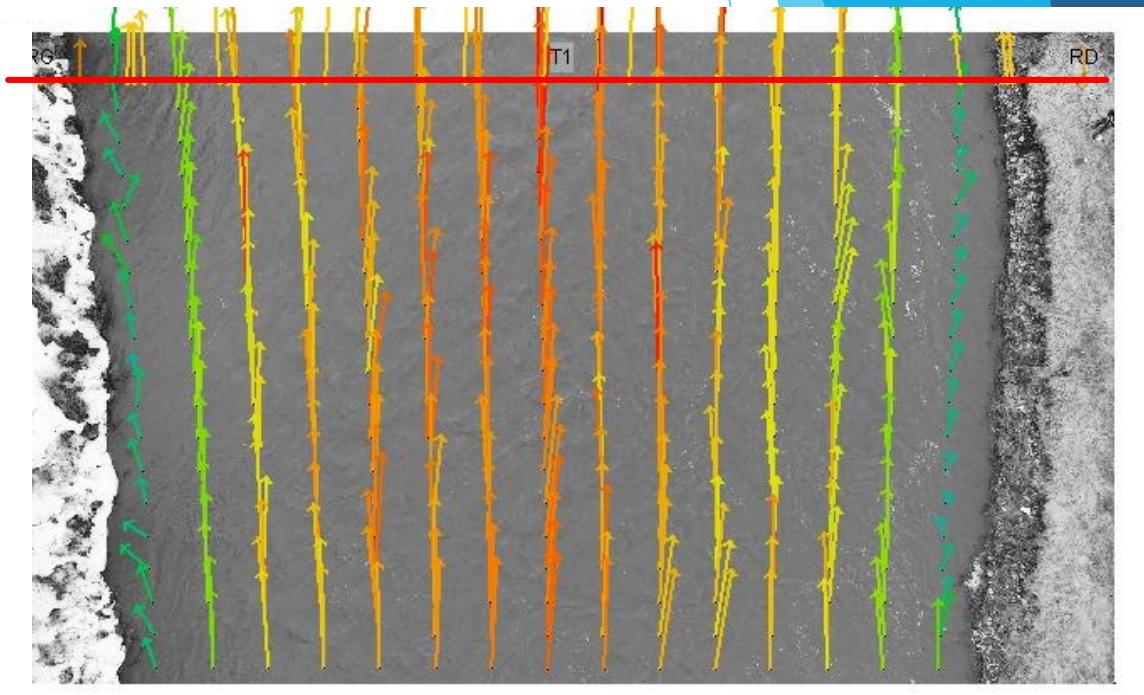
# Enjeux

- ▶ Effet de la position de la section bathymétrique sur le débit

Alpha 0,85 : 111,4 m<sup>3</sup>/s

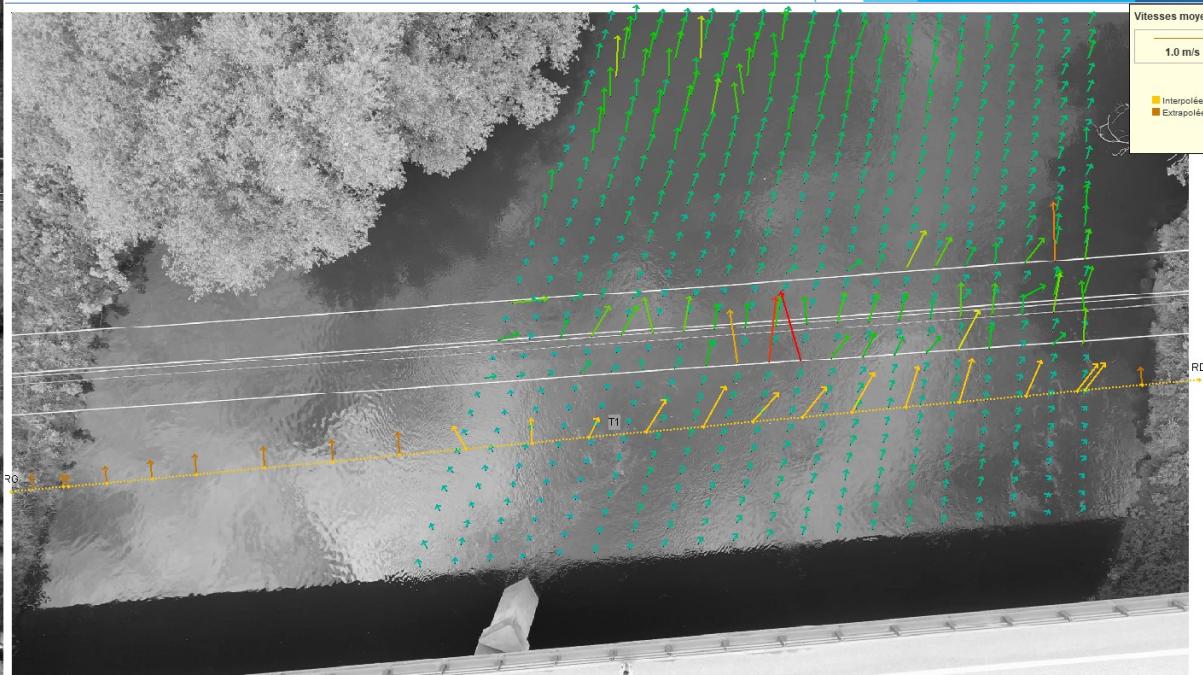
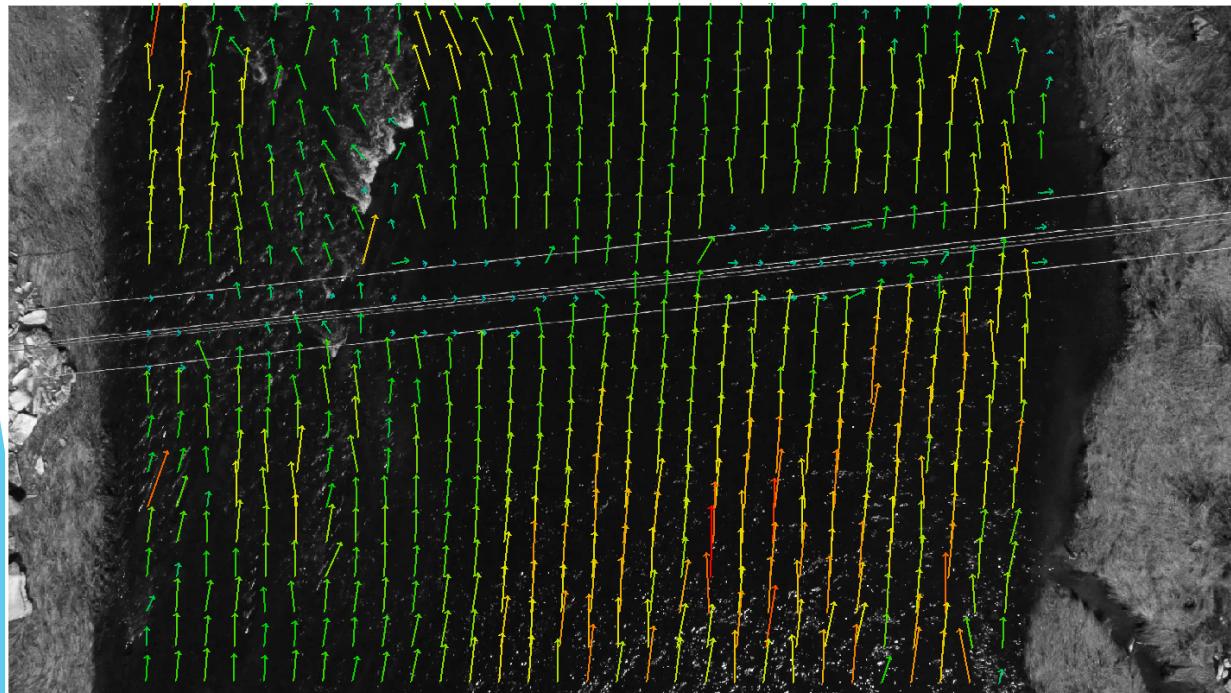


Alpha 0,85 : 116,5 m<sup>3</sup>/s



# Enjeux

## ► Impact de la végétation et autres obstacles



# Enjeux

- ▶ Effet de la pluie ou de la neige
  - ▶ Possible d'obtenir de bons résultats
  - ▶ Peut affecter les vitesses et la direction de l'écoulement (dans Fudaa)
  - ▶ À valider

Questions ?