

Caractérisation physique et thermique des habitats aquatiques de l'Ain dans sa basse vallée et sur le tronçon alluvial à l'amont du barrage de Vouglans.

Hervé Piégay (coord.)



Equipe de recherche

- Irstea Lyon (HH) : Jérôme Le Coz, Benoît Camenen, André Paquier
- Irstea Lyon (Dynam) : Hervé Capra
- ENS / UMR 5600 : V. Wawrzyniak, J. Lejot, K. Michel, L. Bultingaire, V. Benacchio
- EMSE : D. Graillot, Henrique Dos Santos Delabary
- LSE : P. allemand, P. Grandjean



2 questions scientifiques

- caractériser les habitats aquatiques et mieux comprendre les facteurs physiques et thermiques affectant les populations piscicoles
- restaurer les flux sédimentaires de la basse vallée et maintenir durablement les écosystèmes aquatiques et riverains inféodés à une rivière dynamique



- une caractérisation des méso-habitats actuels et passés par imagerie
- une caractérisation de la thermie de la masse d'eau
- une analyse des relations nappe – rivière
- une caractérisation granulométrique des fonds
- un suivi de la mobilité des particules par transpondeurs
- une modélisation hydraulique 1D, localement 2D



Caractérisation des habitats aquatiques disponibles

- Caractérisation diachronique des habitats.
 - Analyse de photographies aériennes de l'IGN afin d'analyser l'évolution des méso-habitats sur les 50 dernières années (1960 à 2010).
- Caractérisation des méso-habitats actuels par imagerie aéroportée et mesures de terrain (profils ADCP couplés DGPS, profils en long et en travers).
 - lever une nouvelle ligne d'eau (la dernière date de 1999),
 - un profil en long du thalweg et les profils en travers qui ont changé.
- Restitution des zones d'ombre du chenal à l'échelle de la basse vallée à partir de données Lidar.
 - restituer un modèle d'élévation correspondant au toit de la végétation rivulaire. Une simulation des positions du soleil sous SIG à différents moments de la journée (matin / midi / soir), du mois (4 états par mois) et de l'année (12 états) permettra de générer une collection de cartes des ombres portées du lit du cours d'eau.



Caractérisation thermique

- Identification des apports phréatiques principaux en couplant thermographie aéroportée et déploiement de capteurs thermiques in situ
 - étude des zones d'échanges thermiques en lien avec le débit, les conditions de nappe, et la saison.
- Modélisation de la thermie du chenal en lien avec les apports phréatiques
 - analyse bibliographique des codes de propagation thermique qui seraient adaptés pour retrouver les distances à partir desquelles l'influence de l'apport ne se fait plus.
 - modélisation comparée à un calcul géométrique des échanges effectué à partir des gradients piézométriques.



Granulométrie et transport solide

- campagne granulométrique afin d'alimenter le modèle hydraulique et d'évaluer le gain en termes d'aires potentielles de fraie.
 - synthèse des données disponibles (Thèse A.J. Rollet)
 - campagne complémentaire de caractérisation (secteur d'injection de sédiments, secteur mobile).
 - suivi des PITs déjà présents dans le cours d'eau (secteur de Villette suite aux travaux de A. Alber et A.J. Rollet en 2008-2009).
 - déploiement de nouveaux PITs dans la zone d'injection sédimentaire de Varambon-Priay afin de déterminer les distances de parcours des particules et les débits-seuils de mise en mouvement.



Modélisation hydraulique

- modélisation 2D locale de chacun des deux sites, alimentée par les mesures ADCP de vitesse et bathymétrie, permettra de cartographier les vitesses et forces tractrices pour expliquer les mouvements de particules observés.
- modélisation hydraulique et morphodynamique 1D par biefs du transport solide, en vue d'estimer des préférendas d'habitat, notamment dans les secteurs de recharge sédimentaire.



	2011	2012	2013	2014	2015
Thermie	2 vols sur la basse vallée	2 vols sur la basse vallée	2 vols sur basse vallée et amont Vouglans	1 vol sur la basse vallée	
			12 Mois Post Doc Thermie	2 Mois post-doc Thermie	
		Stagiaire en hydrogéologie 6 mois	Stagiaire en hydrogéologie 6 mois		
			Stagiaire 6 mois (ombrage)		
Hydro-géomorphologie		Oct. Thèse	Thèse	Thèse	Thèse (oct.)
<i>habitat</i>	Caractérisation diachronique	Caractérisation actuelle			
<i>Campagne terrain + PIT</i>	Campagne bathy+ligne d'eau	Injection PIT	1 suivi PIT	1 suivi PIT	1 suivi PIT
<i>Granulométrie</i>	Campagne terrain				
		Stagiaire 6 mois	Stagiaire 6 mois	Stagiaire 6 mois	Stagiaire 6 mois
	Technicien 3 mois	Technicien 3 mois	Tech. 2 mois	Tech. 2 mois	Tech. 2 mois
Modélisation hydraulique			6 Mois CDD Ingénieur Modélisation	12 Mois CDD Ingénieur Modélisation	



	2011	2012	2013	2014	2015
Thermie	2 vols sur la basse vallée	2 vols sur la basse vallée	2 vols sur basse vallée et amont Vouglans	1 vol sur la basse vallée	
			12 Mois Post Doc Thermie	2 Mois post-doc Thermie	
		Stagiaire en hydrogéologie 6 mois	Stagiaire en hydrogéologie 6 mois		
			Stagiaire 6 mois (ombrage)		
Hydro-géomorphologie		Oct. Thèse	Thèse	Thèse	Thèse (oct.)
habitat	Caractérisation diachronique	Caractérisation actuelle →			
Campagne terrain + PIT	Campagne bathy+ligne d'eau	Injection PIT	1 suivi PIT	1 suivi PIT	1 suivi PIT
Granulométrie	Campagne terrain →				
	Stagiaire 6 mois →		Stagiaire 6 mois	Stagiaire 6 mois	Stagiaire 6 mois
	Technicien 3 mois	Technicien 3 mois	Tech. 2 mois	Tech. 2 mois	Tech. 2 mois
Modélisation hydraulique			6 Mois CDD Ingénieur Modélisation	12 Mois CDD Ingénieur Modélisation	



Images diachroniques

Date	Type	Mission	Résolution (cm)	Débit à Chazey (m3/s)	Développement Alqual	Luminosité	Distinction visuelle Radiers/Mouilles
21/04/1938	Photographiesaérienne N&B	IGN	77	Débit inconnu mais étiage	Moyen	Hétérogène	Mauvaise
24/08/1945	Photographiesaérienne N&B	IGN ?Mission 3130 3131	63	Débit inconnu mais étiage	Moyen		
07/05/1954	Photographiesaérienne N&B	IGN Mission 3030 3230	100	Débit inconnu mais étiage	Moyen		
29/09/1963	Photographiesaérienne N&B	IGN Mission 3127 3130	200	26	Moyen		
04/07/1971	Photographiesaérienne N&B	IGN Mission FR 2115 150	70	112	Moyen		
06/08/1980	Photographiesaérienne N&B	IGN Mission F 80 145	64	22	Fort		
11/04/1991	Photographiesaérienne N&B	IGN Mission F 3130 3131	100	44	Moyen		
23/03/1996	Photographiesaérienne N&B	IGN Mission F 3131 3132	63	190	Faible		
30/06/2000	Orthophoto graphie	IGN Mission FD 01-74	200	21	Très fort		
26/05/2005	Orthophotographie	IGN	50	91	Moyen		
01/11/2006	Image Satellitale	Quickbird	60	25	Moyen		
01/08/2007	Image Satellitale	Quickbird	60	44	Moyen		
03/02/2008	Photographie aérienne RGB		10	65	Moyen		
29/07/2009	Image Satellitale	Quickbird	240	18	Moyen		
06/08/2009	Orthophotographie	IGN	50	16	Moyen		
17/03/2010	Photographie aérienne RGB	Mission ULM (Convention EDF - UMR5600)	25	44	Moyen		
29/05/2010	Photographie aérienne RGB	Mission ULM (Convention EDF - UMR5600)	25	20	Faible		

Les images grisées sont celles retenues pour l'étude diachronique



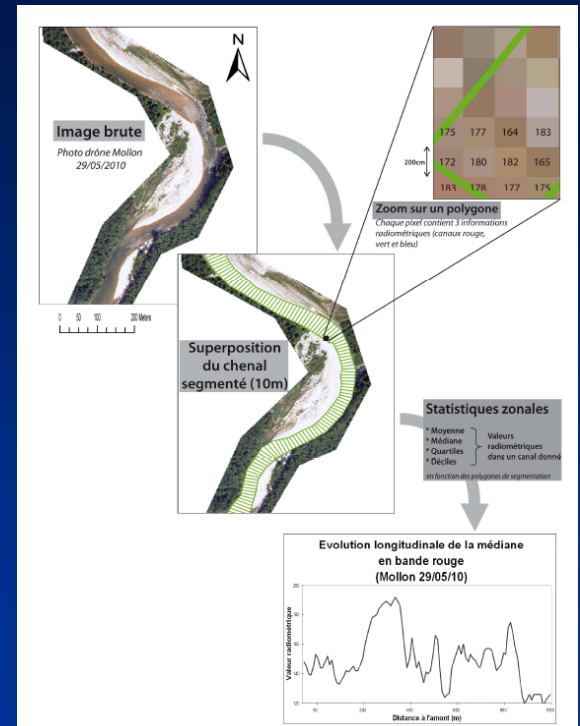
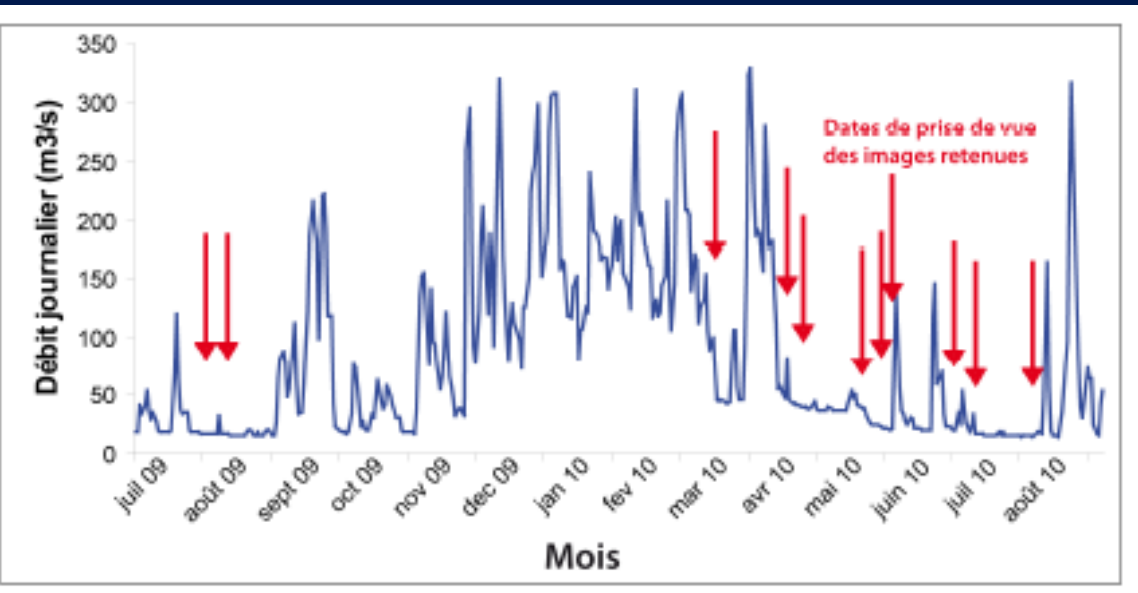
Mise en place d'une méthodologie d'étude diachronique des méso-habitats piscicoles à partir de photographies aériennes et d'images satellitaires



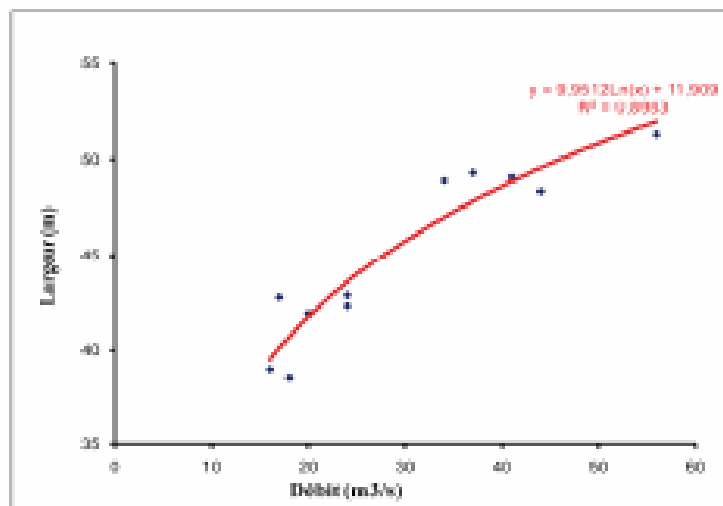
Thomas RASO

Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur de l'ENGEES

N	Dates	Noms de la mission	Clichés	Echelles	Type	Débîts (m3/s) à VOUGLANS	Dév. Algal	Luminosité	Distinction visuelle Radiers/Mouilles
1	16/08/1939	C3226-0071_1939_F3226	41	1:20.840	Photos aérienne N&B				
		C3226-0071_1939_F3226	42	1:20.910					
2	06/05/1953	C3228-0051_1953_F3227-3229	78	1:24.374	Photos aérienne N&B				
		C3228-0051_1953_F3227-3229	79	1:24.499					
		C3228-0051_1953_F3227-3229	80	1:24.488					
3	01/01/1960	C92PHQ1371	1126	1:20.403	Photos aérienne N&B				
		C92PHQ1371	1125	1:20.552					
4	23/06/1962	C3227-0031_1962_F3227	4	1:26.1962	Photos aérienne N&B				
	23/02/1962	C3227-0051_1962_F3226	53	1:25.207					
5	11/05/1965	C92PHQ1511	3497	1:20.716	Photos aérienne N&B				
		C92PHQ1511	3495	1:20.689					
6	10/06/1969	C3127-0061	1373	1:15.210	Photos aérienne N&B				
		C3127-0061	1396	1:15.235					
		C3127-0061	1447	1:15.201					
7	23/09/1975	C3228-0021_1975_F5226-3228	32	1:31.591	P. aérienne N&B				
8	14/0/1978	C3127-0051	326	1:15.387	Photos aérienne N&B				
		C3127-0051	328	1:15.434					
		C3127-0051	329	1:15.413					
9	18/04/1982	C3227-0021_1982_F3227-3227	106	1:31.647	P. aérienne N&B				
1	05/07/1984	C3127-0041_1984_F3127	117	1:30.974	P. aérienne N&B				
1	30/08/1986	C3227-0011_F3227-3227	195	1:28.696	Photos aérienne N&B				
	08/08/1986	C3226-0021_1986_F3226	3	1:31.123					
1	19.08.1989	C3426-0021	930	1:17.156	Photos aérienne N&B				
		C3426-0021	932	1:17.239					
1	15.06.1996	C96SAA13661_1996_FD25-39	875	1:26.159	Photos aérienne N&B				
		C96SAA13661_1996_FD25-39	895	1:26.090					
1	12/05/1998	CA98S00761	52	1:29.919	Photos aérienne N&B				
		CA98S00761	50	1:30.012					
1	23/06/2001	CA010S00802_2001_fd2539_205_c	865	1:25.905	Photos aérienne N&B				
		CA010S00802_2001_fd2539_205_c	705	1:25.078					



Influence du débit sur la largeur du chenal



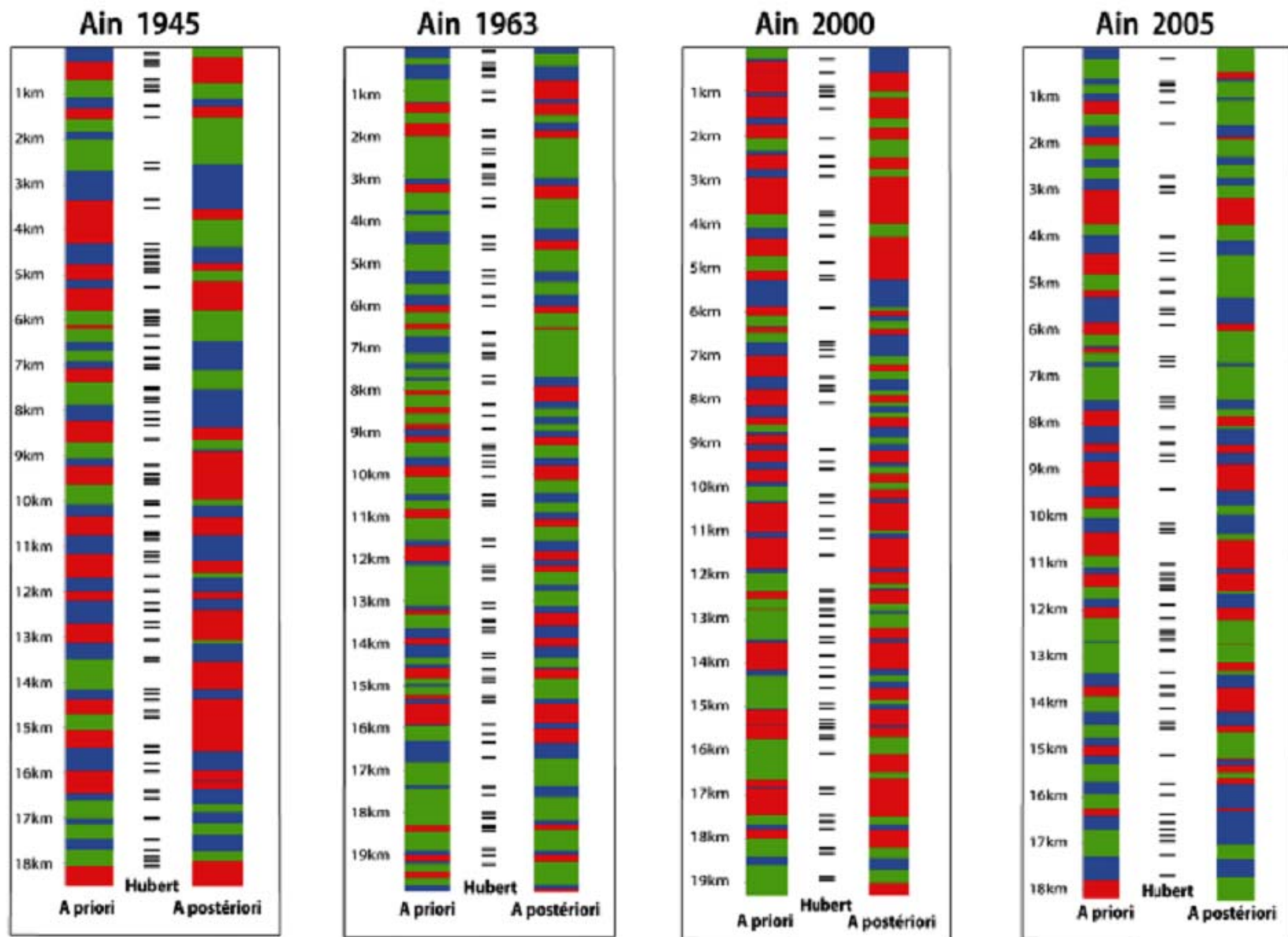
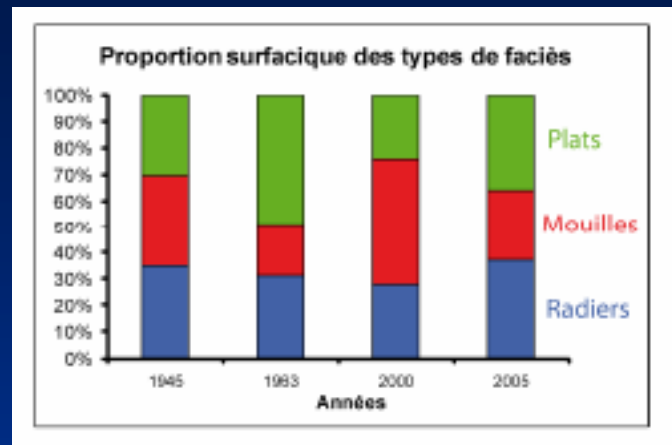
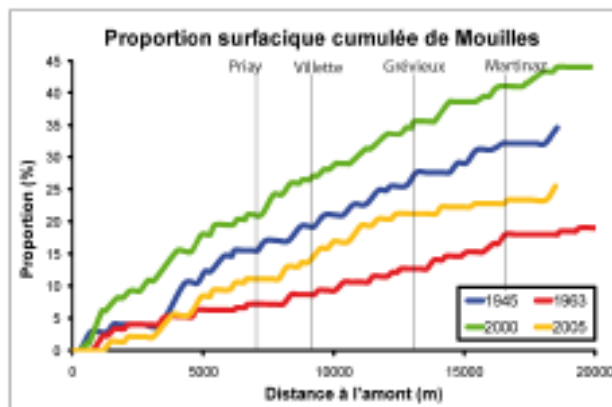
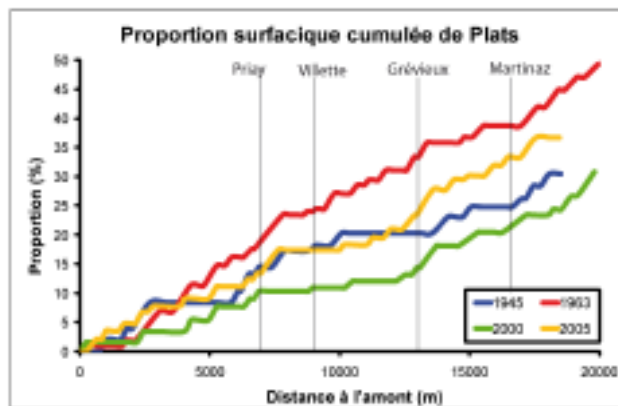
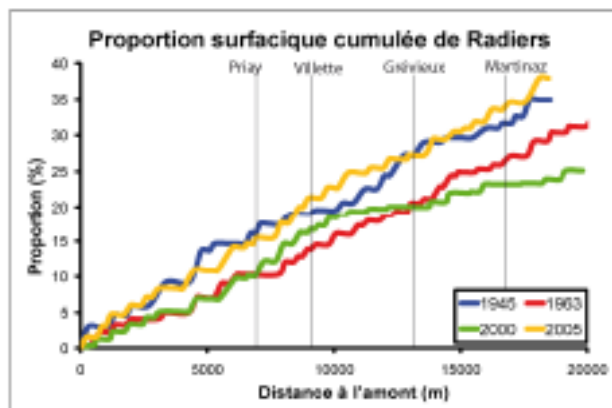
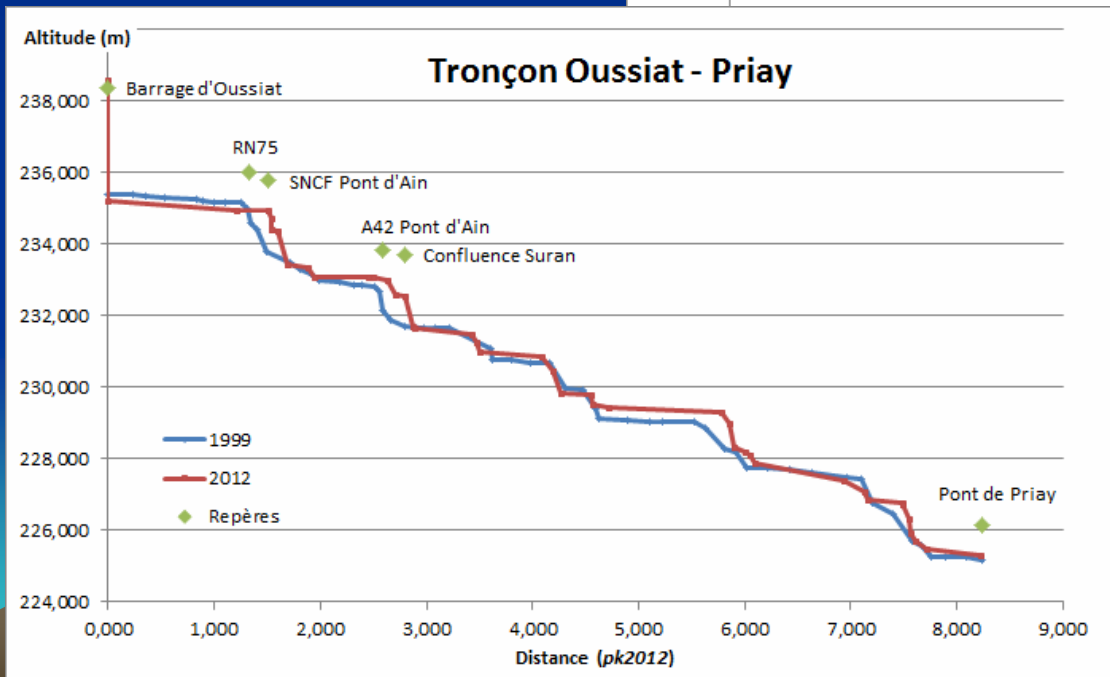
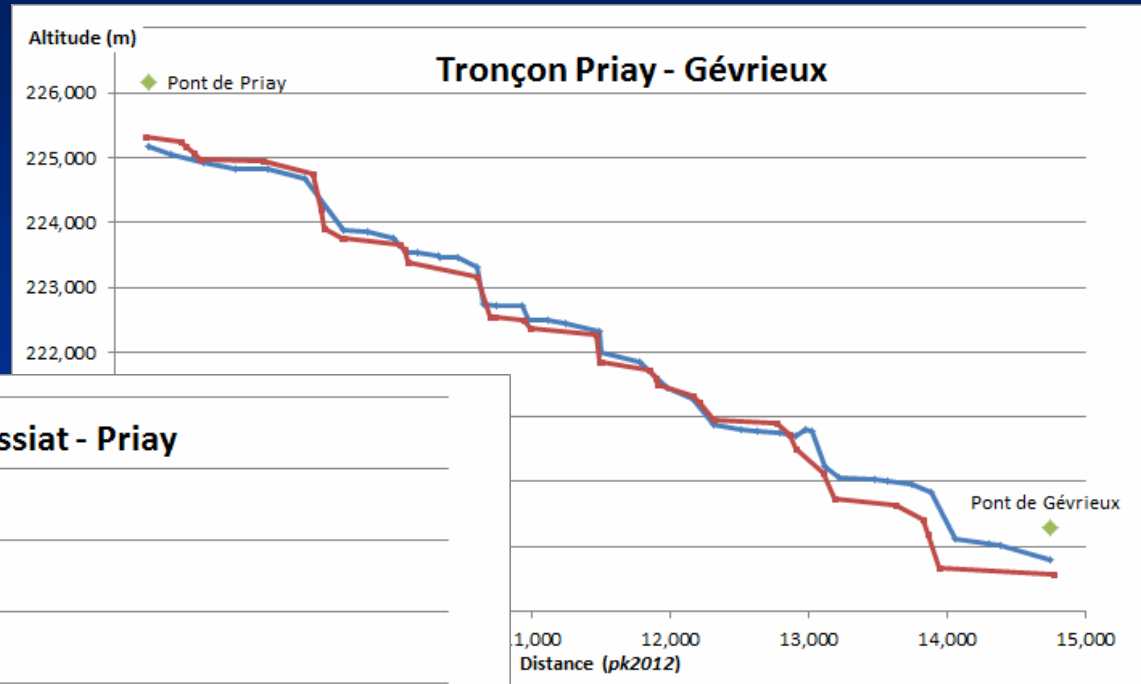


Figure 12 : Agencement longitudinal des faciès d'écoulement sur 4 images de la basse rivière d'Ain : comparaison de la digitalisation manuelle (à priori), des ruptures détectées par le test d'Hubert et de l'identification par AFD+filtre (à postérieur)



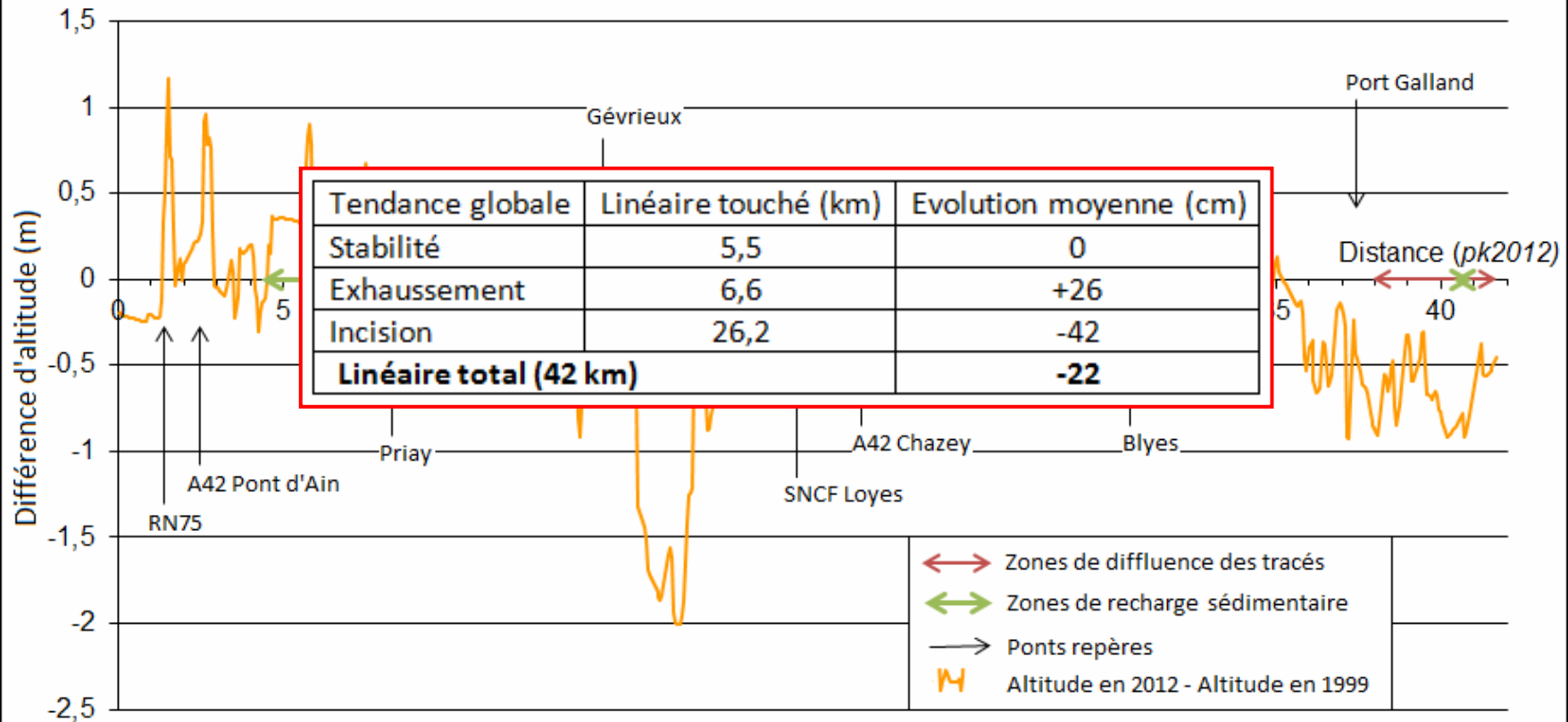


Evolution du profil en long : comparaison des profils de ligne d'eau

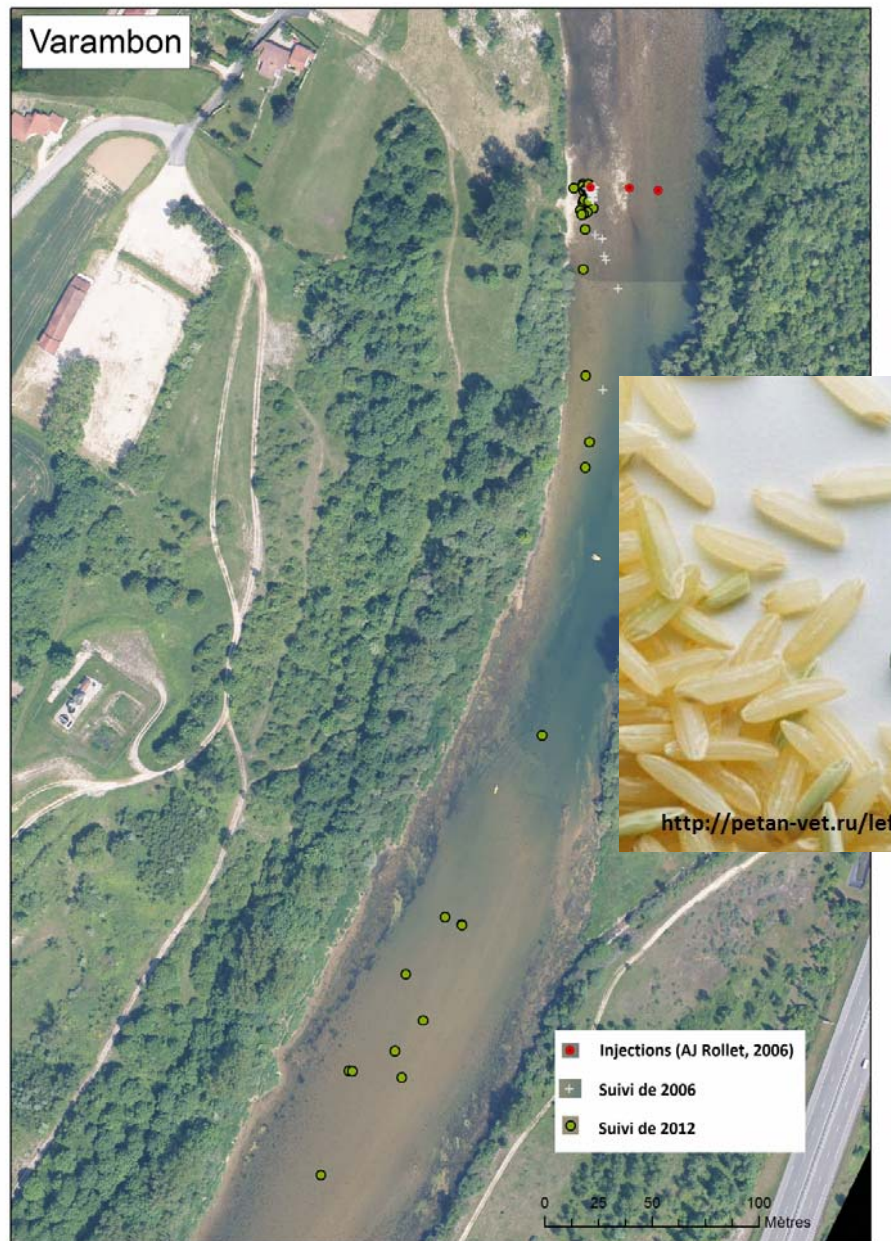


Evolution du profil en long : comparaison des profils de ligne d'eau

Différence d'altitude entre 1999 et 2012



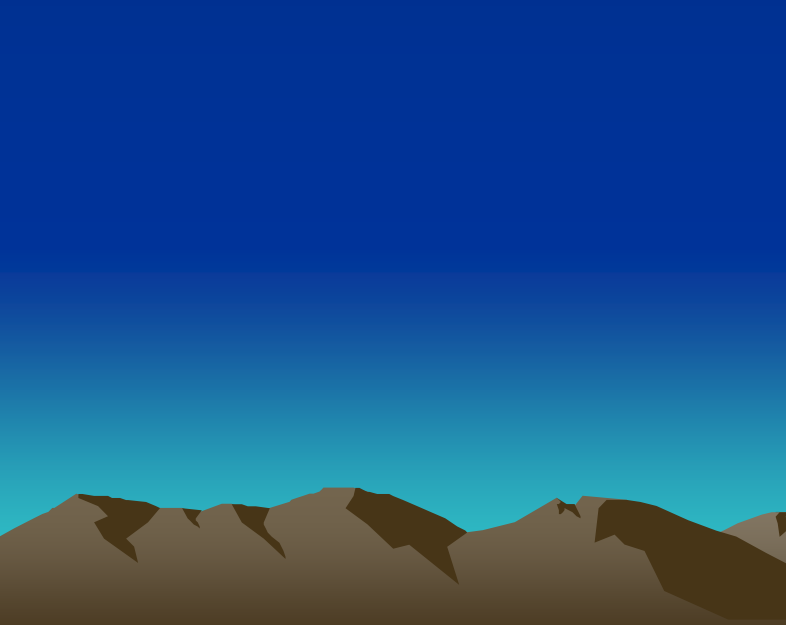
Varambon



Gévrieux



Suivi morphologique de la recharge



a)

19/07/05



25 50 Meters

$Q = 18 \text{ m}^3$

b)

22/02/06

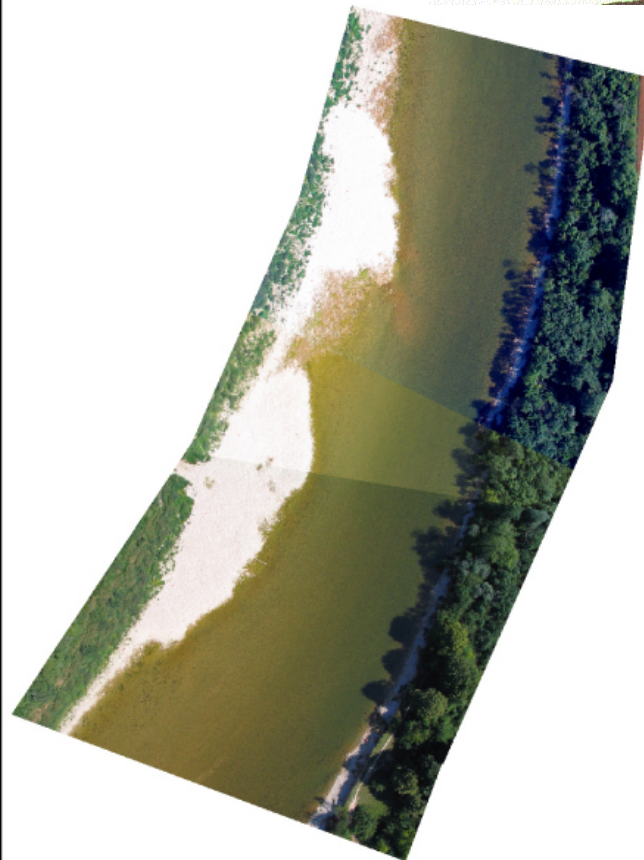


0 25 50 Meters

$Q = 93 \text{ m}^3$

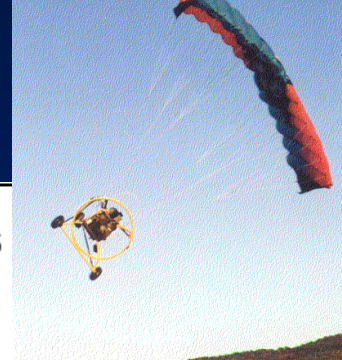
c)

30/06/06

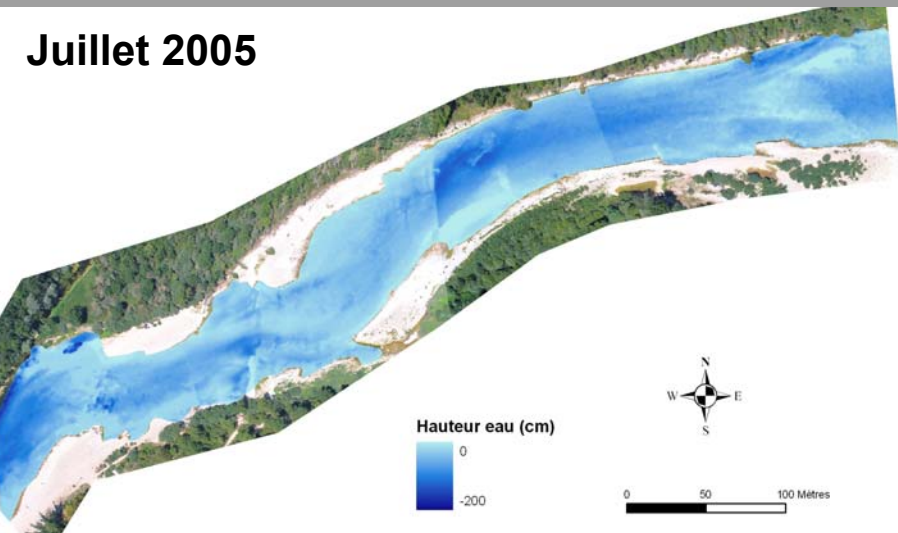


0 25 50 Meters

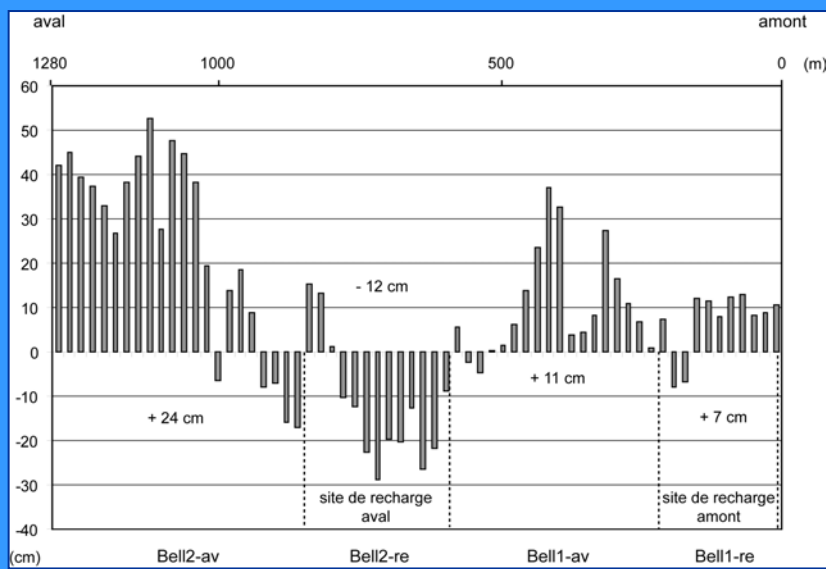
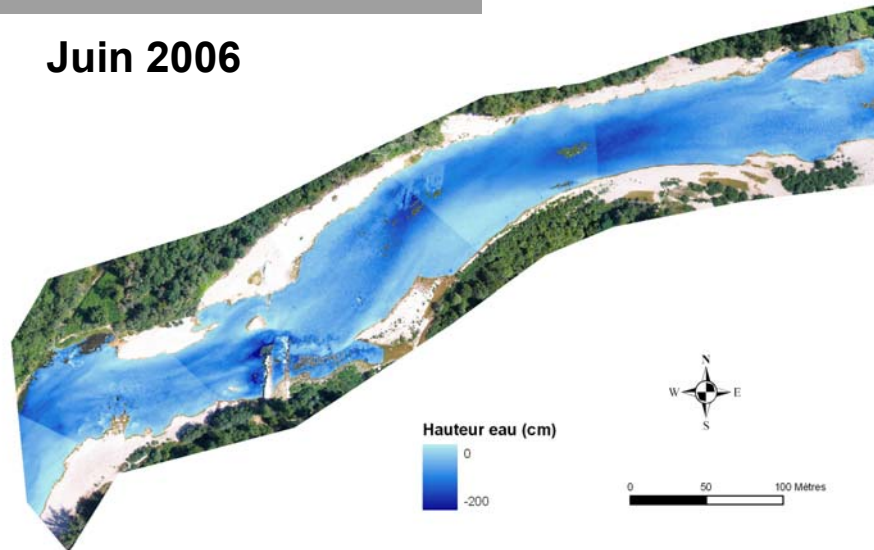
$Q = 16 \text{ m}^3$



Juillet 2005



Juin 2006

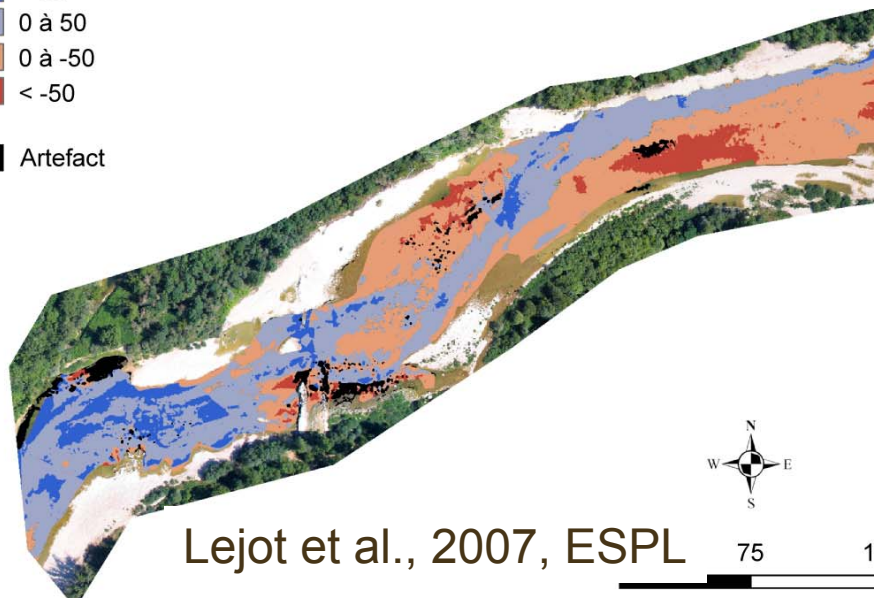


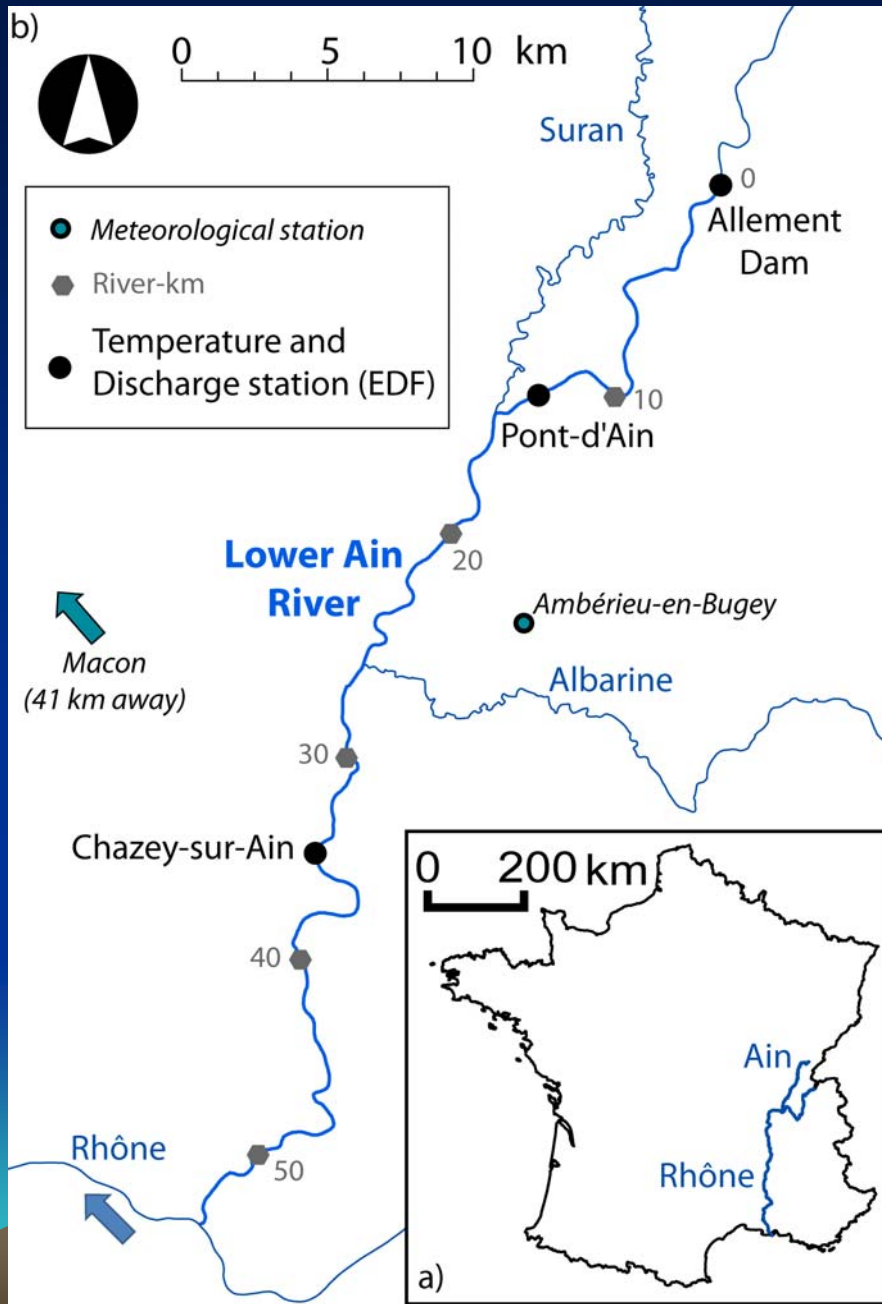
	Surface (m ²)	Volume (m ³)	Bilan de la charge (m ³)
Exhaussement	52138	18200	+ 12312
Incision	31075	5888	

Hauteur eau (cm)

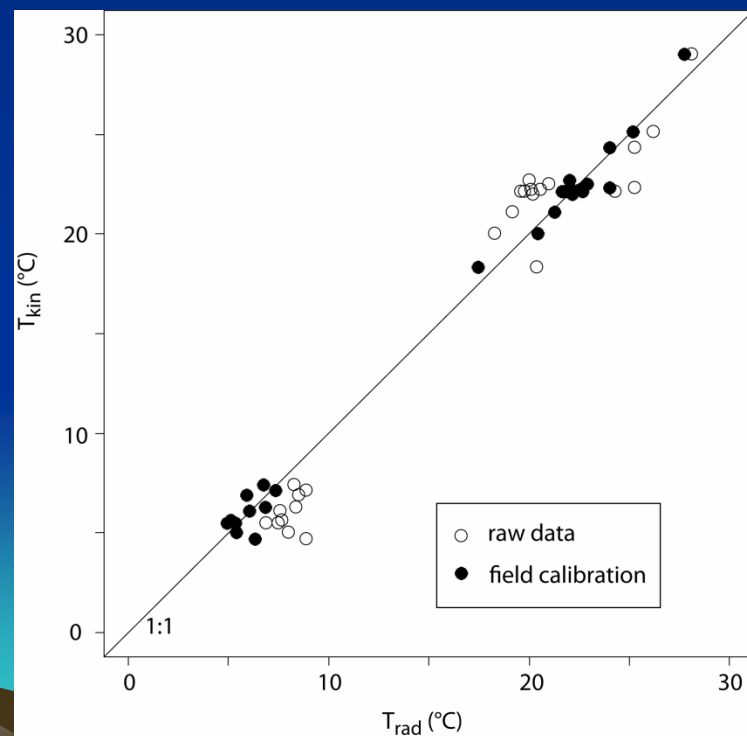
- > 50
- 0 à 50
- 0 à -50
- < -50

Artefact



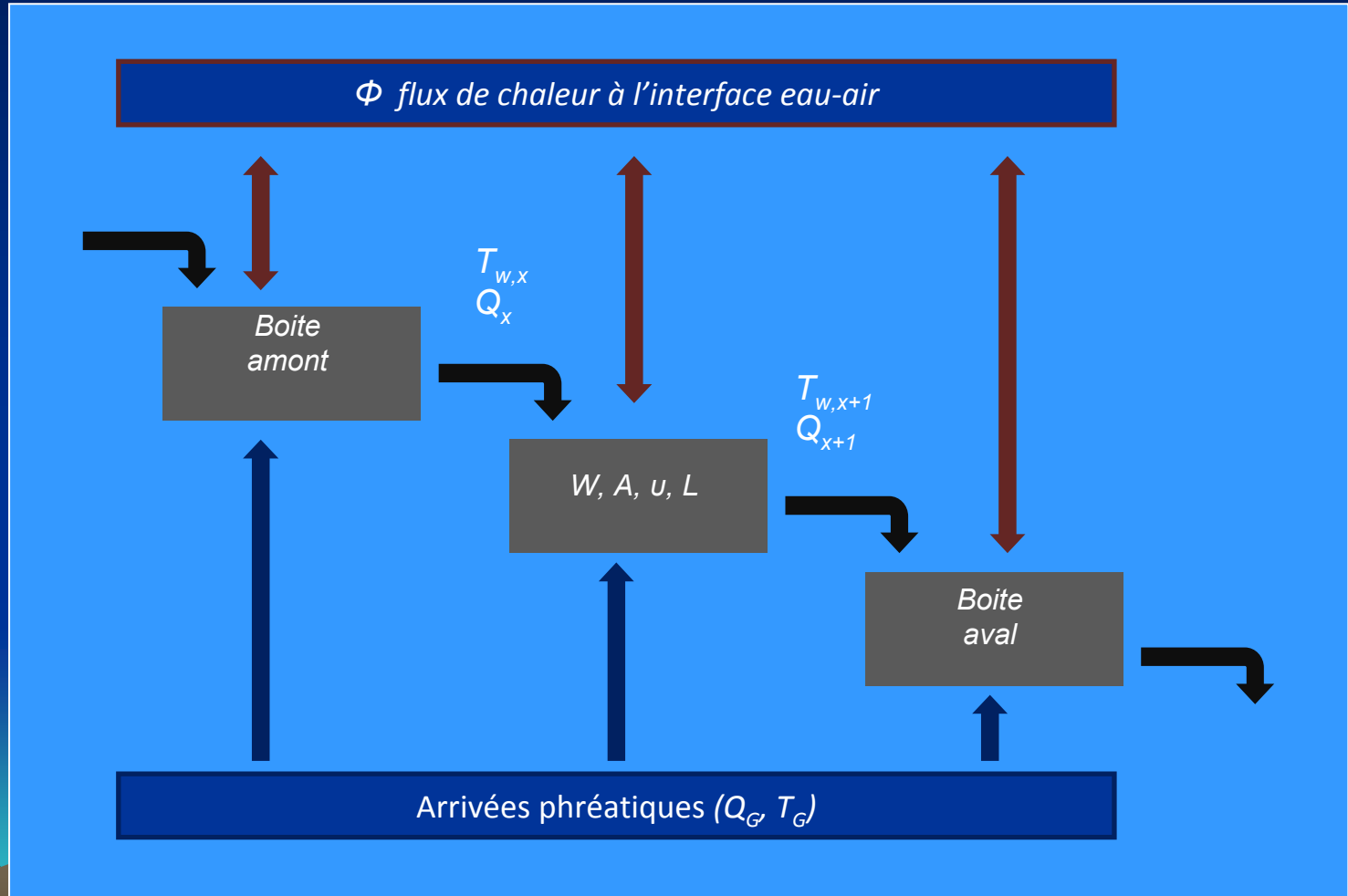


Date	Heure	Résolution (m)	Température de l'air (°C)	Débit journalier ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$) à Pont d'Ain
30 Juillet 2010	15:00 à 16:00	1.50	25.3	14.3
Février 2011	12:30 à 13:30	1.67	10.3	30.7
28 Juin 2011	17:45 à 18:30	0.70	31.2	13.4
29 Février 2012	14:50 à 15:45	0.69	13.3	66.6

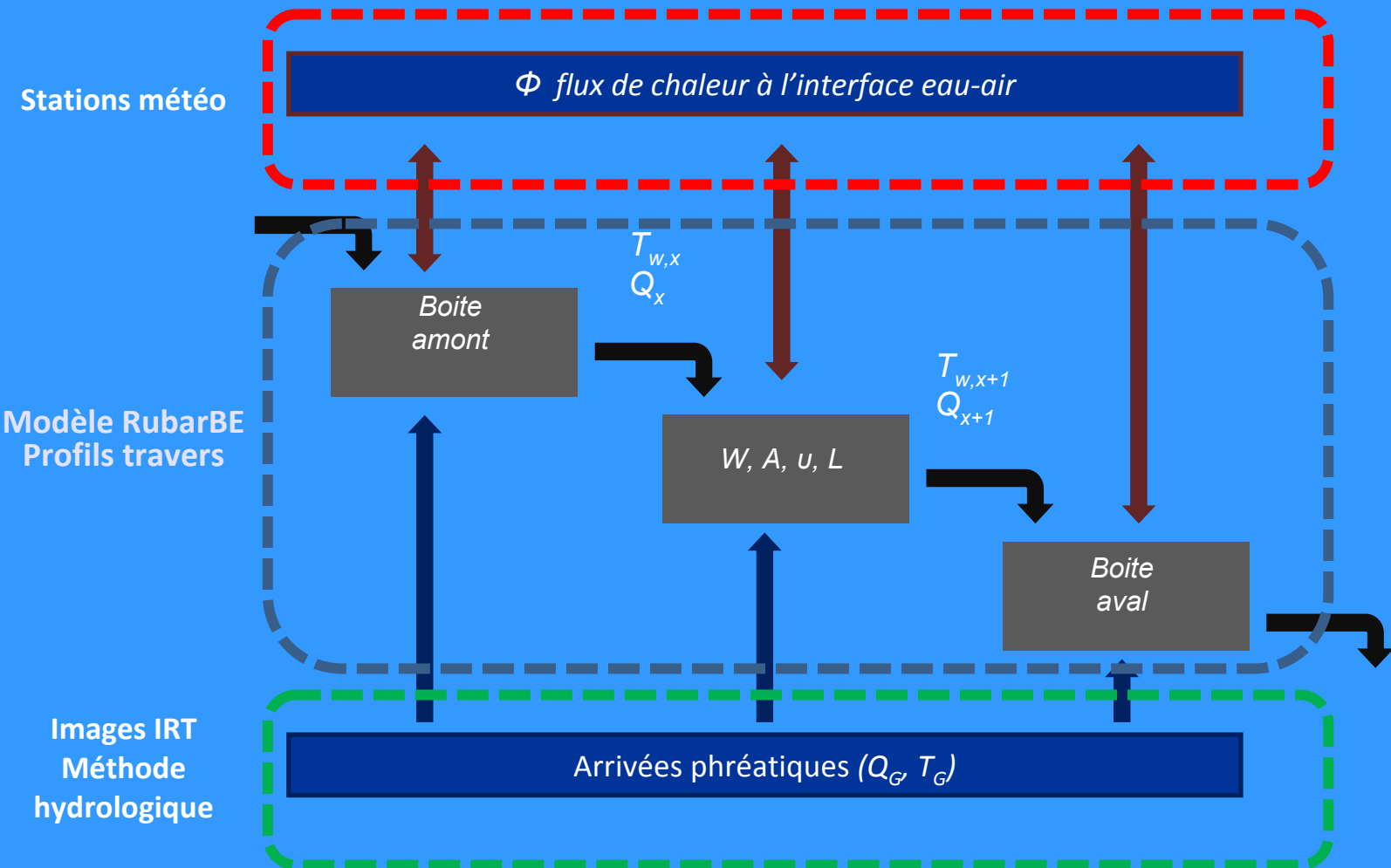


Modèle de température de l'eau 1D :

21 km entre Pont-d'Ain et Chazey-sur-Ain



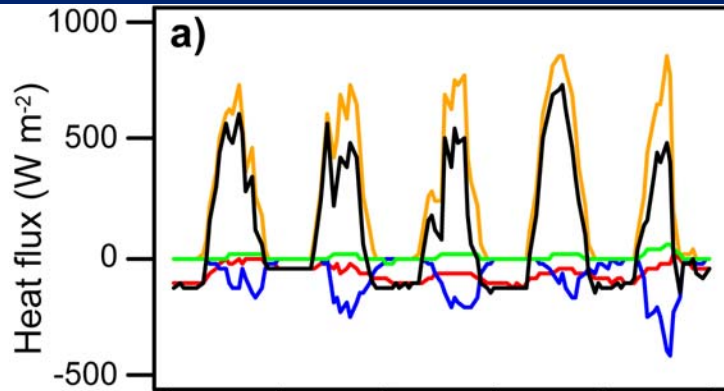
Modèle de température de l'eau 1D



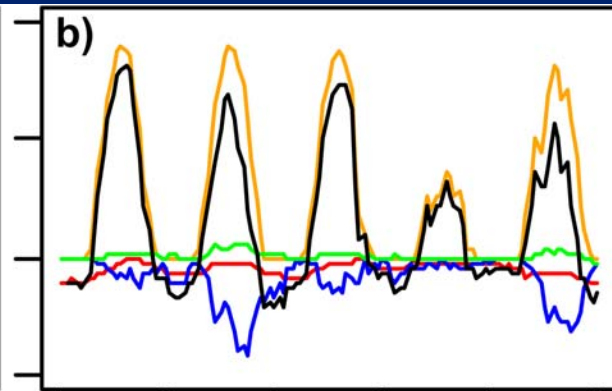
Flux de chaleur

$$\text{Flux total} = \text{Radiations solaires} + \text{Radiations émises par l'eau} + \text{Evaporation} + \text{Chaleur sensible}$$

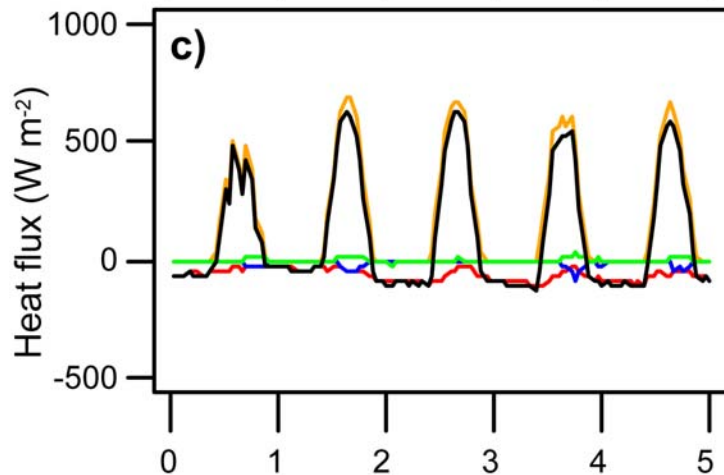
28/7/10
–
1/8/10



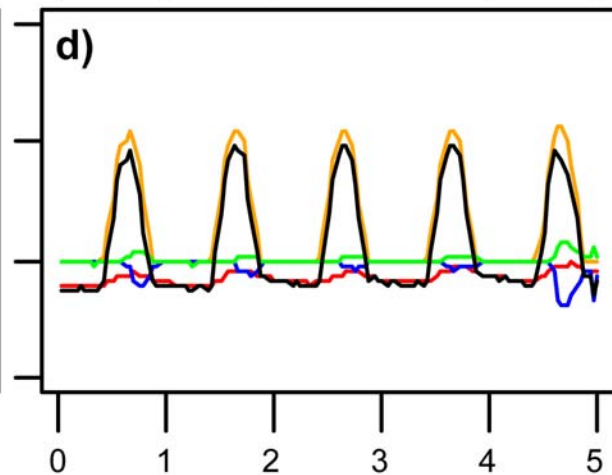
26/6/11
–
30/06/11



4/2/11
–
8/2/11



27/2/12
–
2/3/12



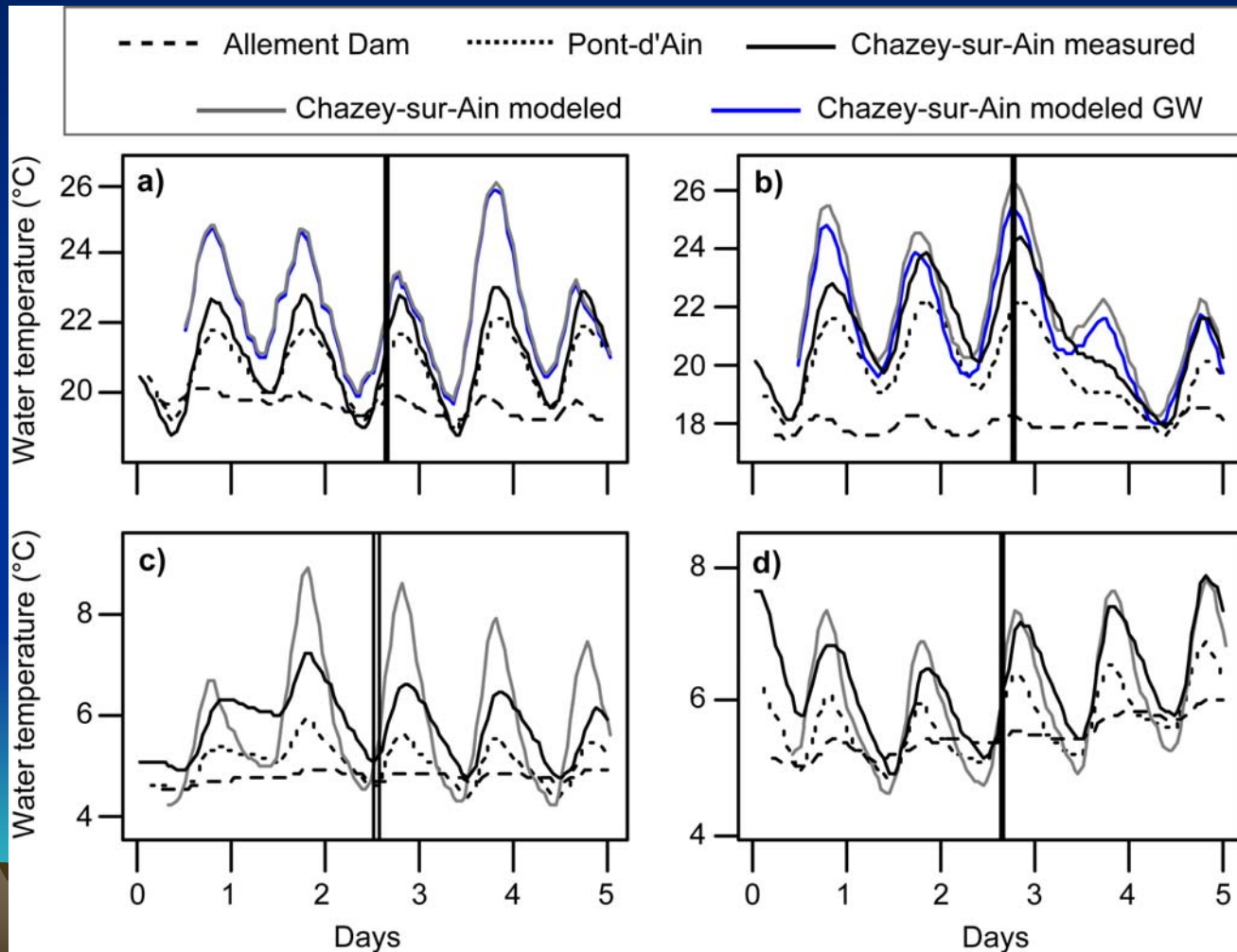
Résultats modèle

Sans apports
phréatiques

Avec apports
phréatiques

28/7/10
–
01/08/10

4/2/11
–
8/2/11



26/6/11
–
30/06/11

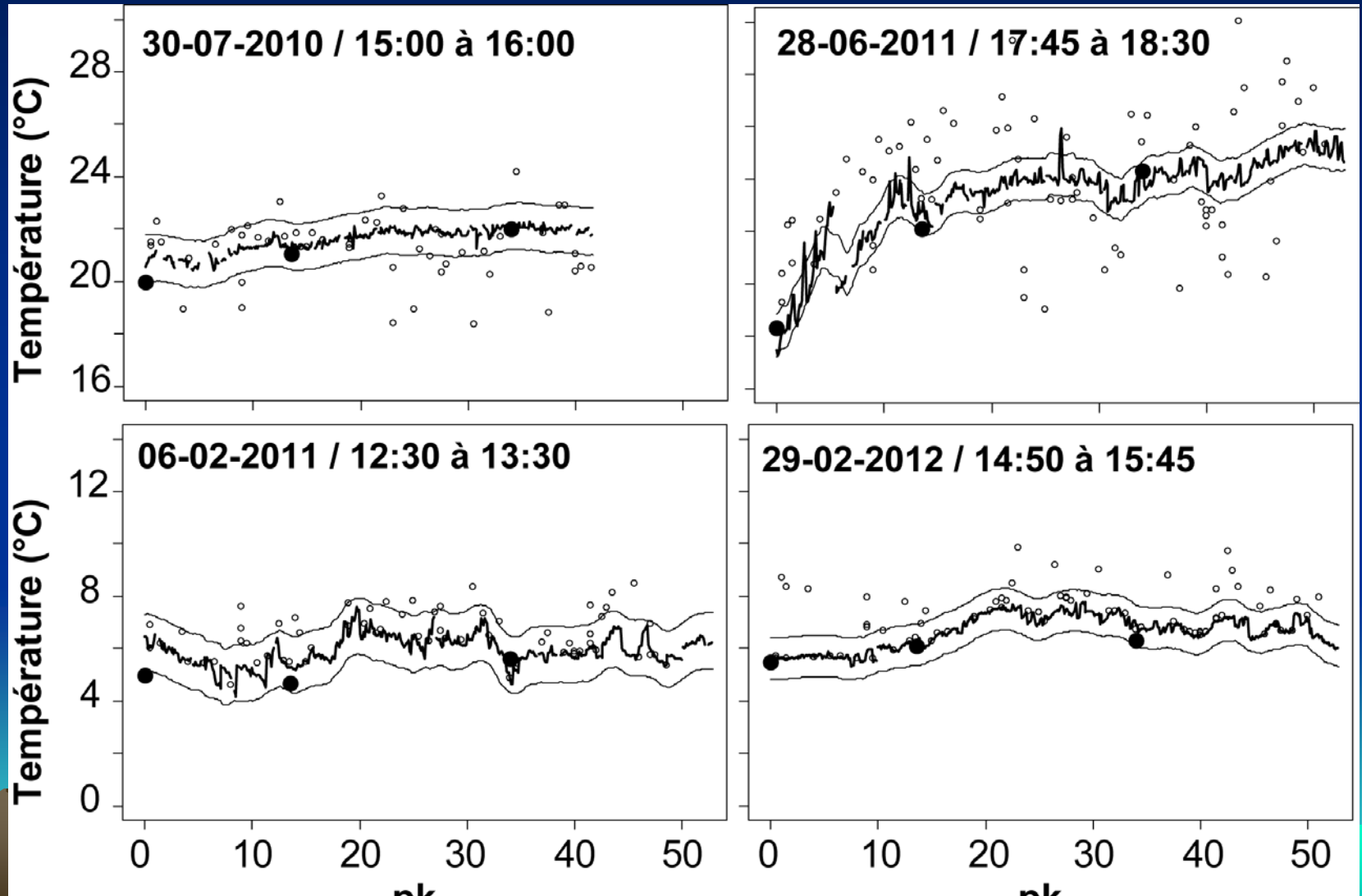
27/2/12
–
2/3/12

Modèle de température

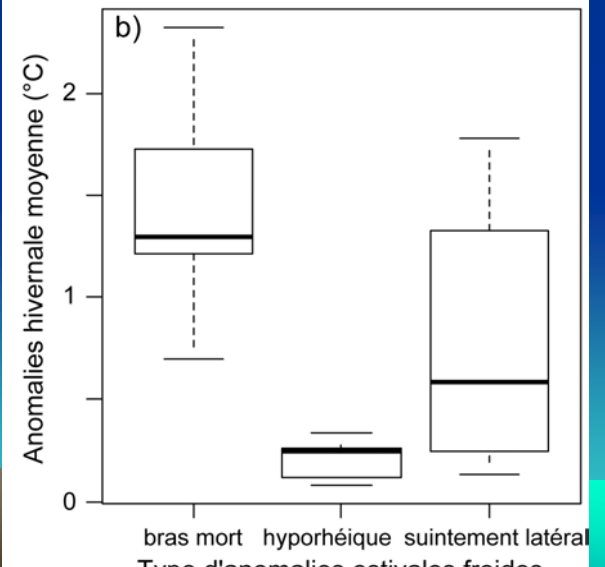
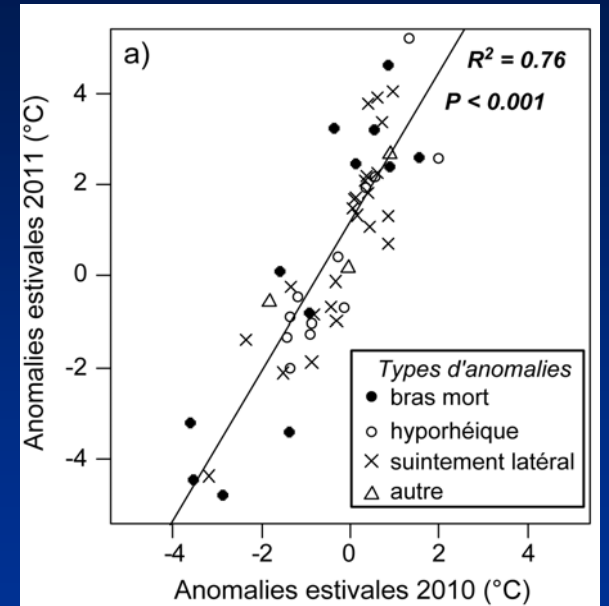
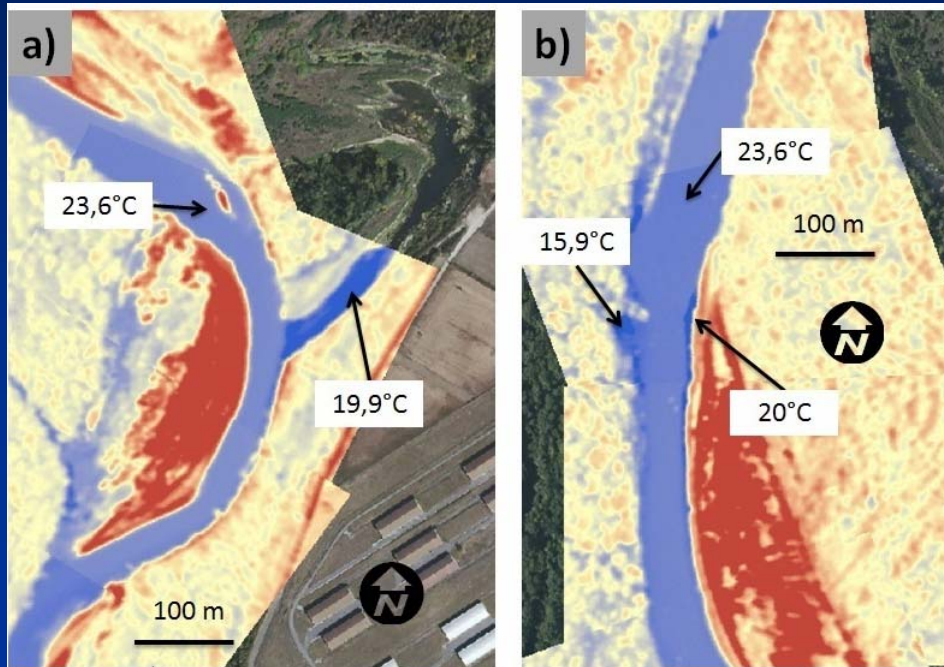
- Incertitudes du modèle similaire aux études précédentes (Sinokrot and Stefan, 1993; Younus et al., 2000; Caissie et al., 2007; Carrivick et al., 2012)
- **Incertitudes associées à :**
 - profondeur moyenne estimée
 - données météo
 - interception des radiations solaires par végétation
- **Flux de chaleur à l'interface eau-air :** explique les changements temporels de T°
- **Intégration des arrivées phréatiques au modèle**
- **Refroidissement de $-0,6^{\circ}\text{C}$ lorsqu'elles représentent 16% du débit**



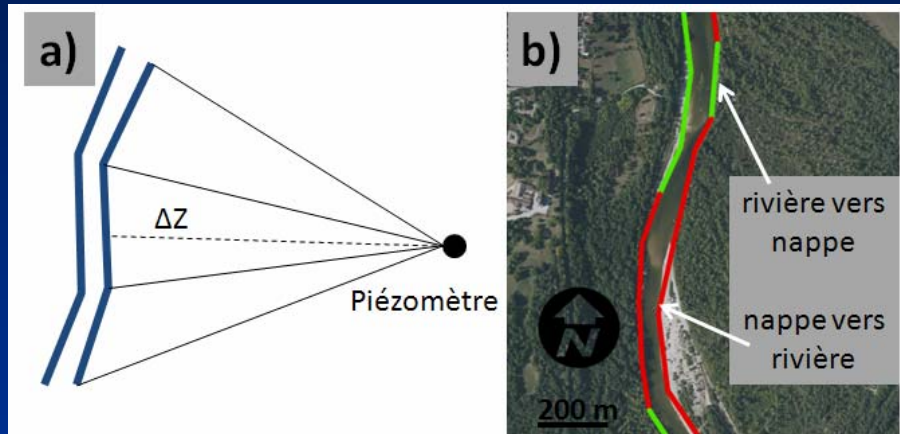
Profils de température de l'eau & anomalies



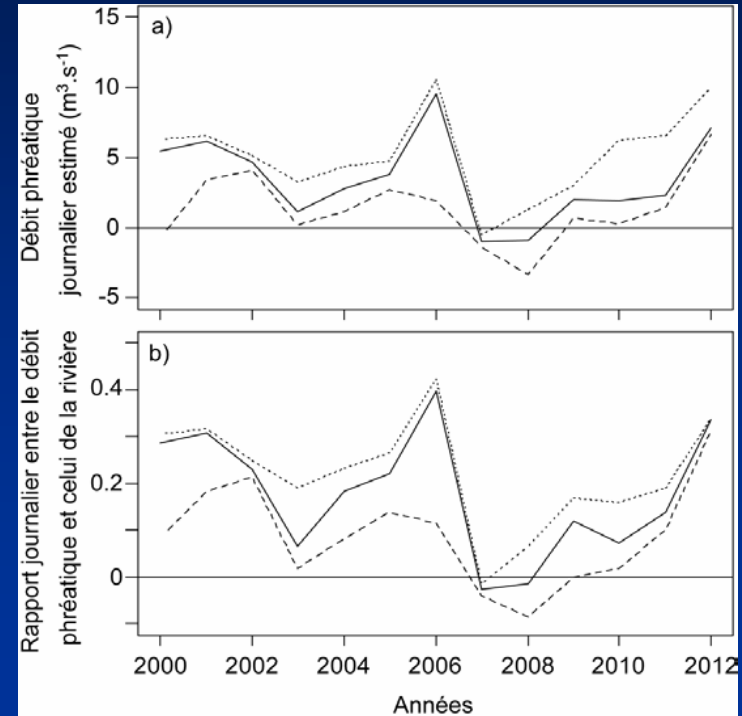
3 types d'anomalies



Liens avec l'hydrogéologie?



Modifiée de Dos Santos Delabary, 2012



Identification des zones d'échange
Meilleure estimation du Q phréatique
Autres conditions de Q phréatique

- Méthode géomatique (stage de Dos Santos Delabary, 2012)
- Modèle hydrogéologique (équipe de Didier Graillot EMS)

IMAGERIE INFRAROUGE THERMIQUE ET MODÉLISATION HYDROGÉOLOGIQUE POUR L'IDENTIFICATION DES ZONES D'ÉCHANGES ENTRE NAPPE ET RIVIÈRES

– APPLICATION À LA BASSE VALLÉE DE
L'AIN -

Henrique DOS SANTOS
DELABARY



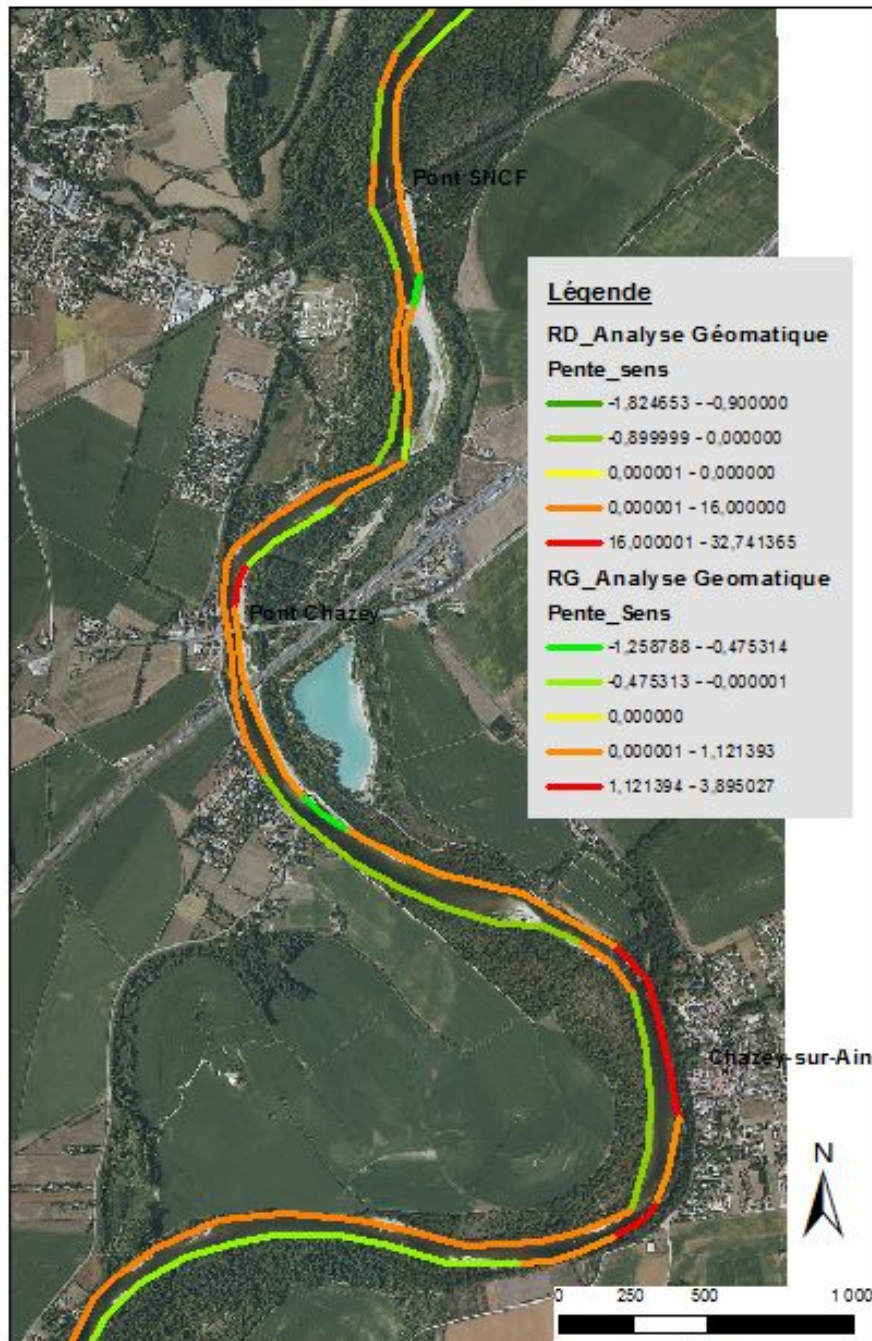
Carte modelé

Ne considère pas la hauteur
d'eau de la rivière

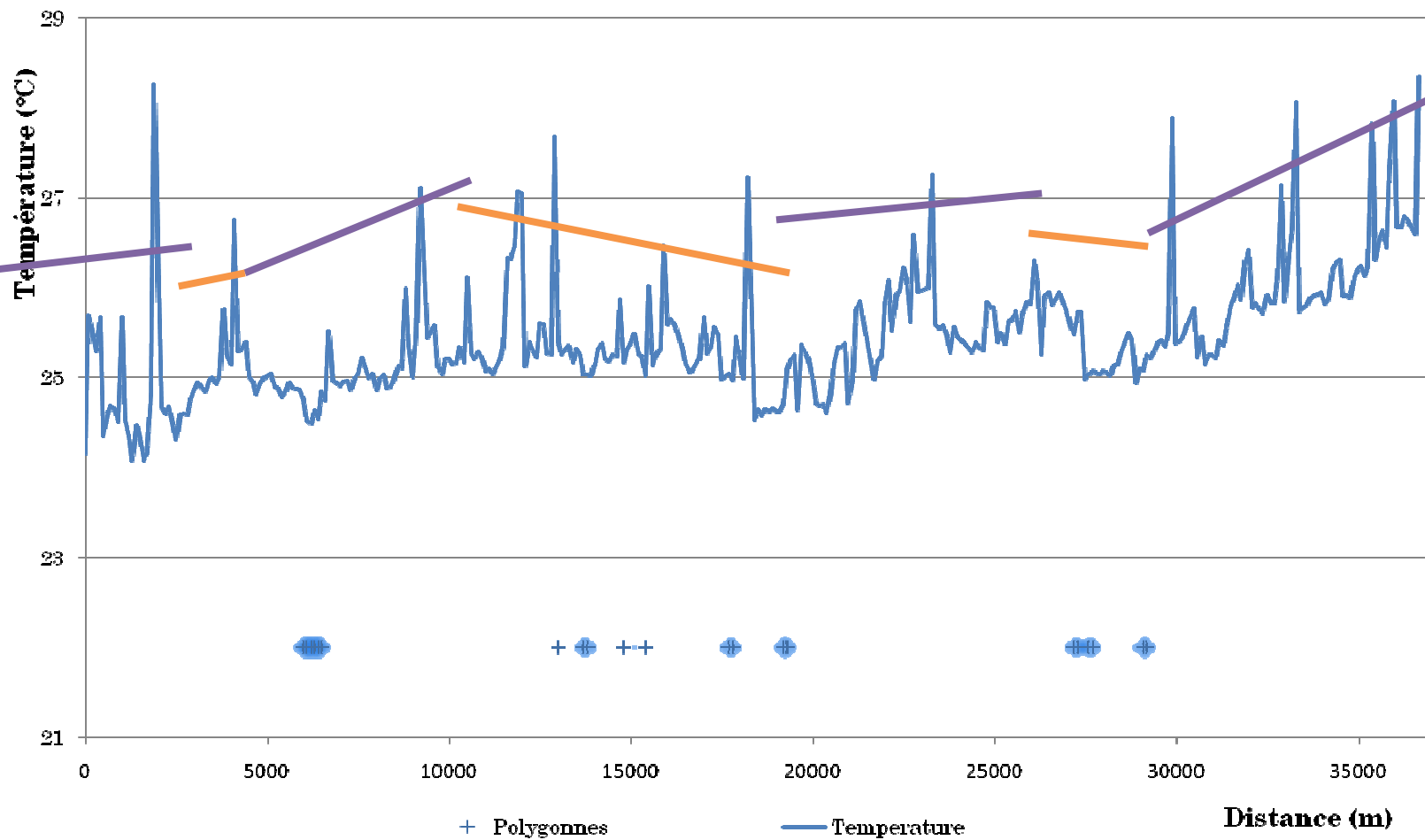


Loi de Darcy : $Q = k \cdot i \cdot S$

Carte géomatique



Profil Thermique RG



2013?

- Géomorphologie (recrutement d'un post-doc)
 - diachronique
 - caractérisation de l'habitat (granulo+hauteur d'eau)
 - secteur amont de Vouglans
 - PIT
 - Ombrage
- Thermie
 - nouvelles acquisitions thermiques / simulations
- Hydraulique (recrutement d'un post-doc)
 - modèle 1D + acquisitions terrain



