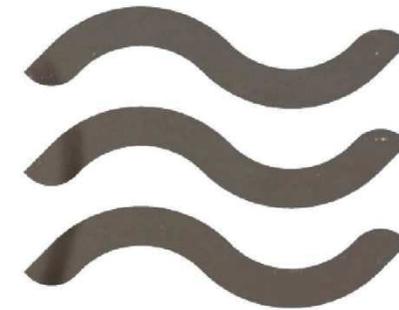


Jaugeage par dilution de traceur à injection globale

Exemple du NaCl et de la rhodamine

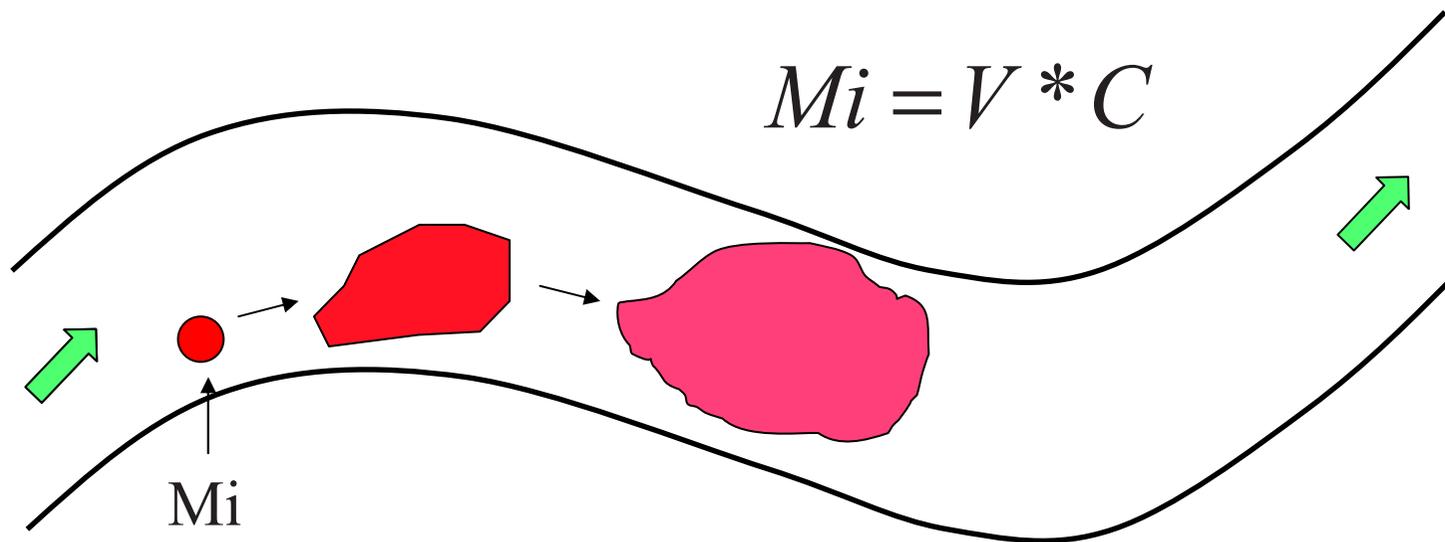
Groupe de travail :
EDF – CNR - Irstea



Méthodologie



- ◆ Basé sur la conservation de la masse
 - 1) On injecte une masse M_i d'un traceur dans la rivière
 - 2) Le traceur est mélangé par la rivière sous forme d'un nuage
 - 3) On doit retrouver la masse M_i du traceur dans l'intégration du volume du nuage et de sa concentration en traceur

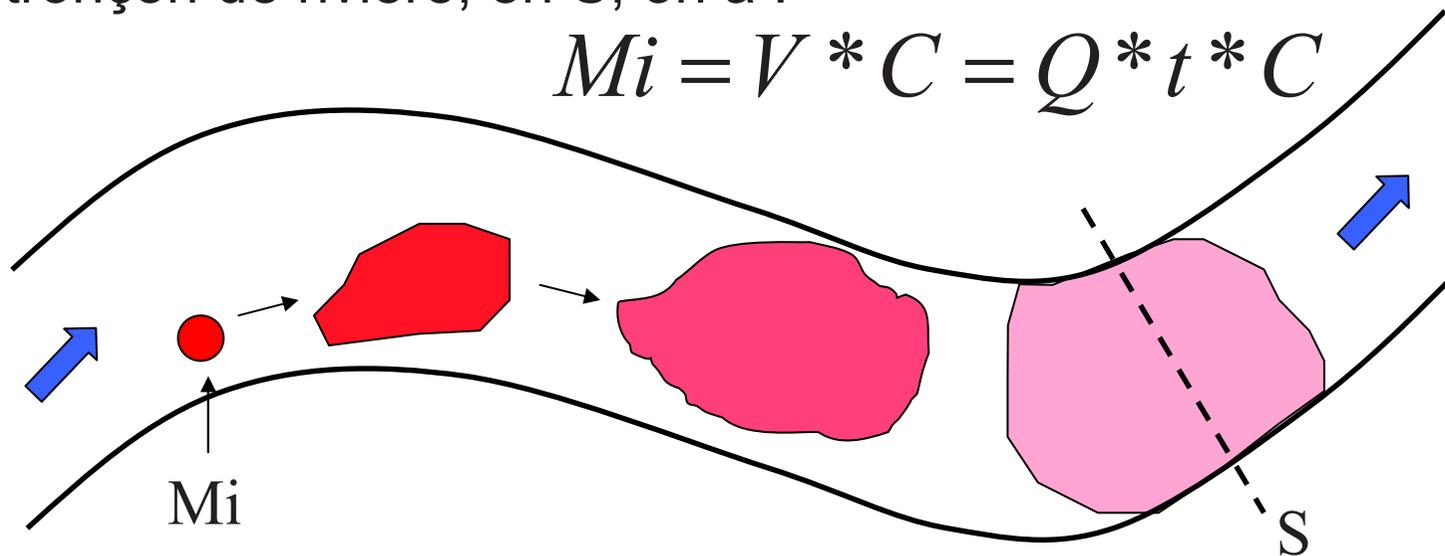


Méthodologie



- ◆ Basé sur la conservation de la masse
 - 1) On injecte une masse M_i d'un traceur dans la rivière
 - 2) Le traceur est mélangé par la rivière sous forme d'un nuage
 - 3) On doit retrouver la masse M_i du traceur dans l'intégration du volume du nuage et de sa concentration en traceur
 - 4) Si le mélange permet une répartition homogène du traceur sur un tronçon de rivière, en S , on a :

$$M_i = V * C = Q * t * C$$



Méthodologie



- ◆ Basé sur la conservation de la masse
 - Si on connaît M_i , que l'on mesure t et C , on a accès au débit de la rivière $Q = \frac{M_i}{C * t}$

- Méthode de mesure la plus proche du concept de débit $Q = \frac{V}{t}$

- ◆ Conditions nécessaires pour des mesures par dilution :

- Un bon mélange → concentration homogène ⇒ écoulements torrentiels, brassés
- Un bon traceur :
 - Bon marqueur, facile à détecter
 - Faible impact environnemental
 - Coût
 - Exemples de la rhodamine et du NaCl
- Pouvoir mesurer la concentration en traceur avec une forte fréquence temporelle

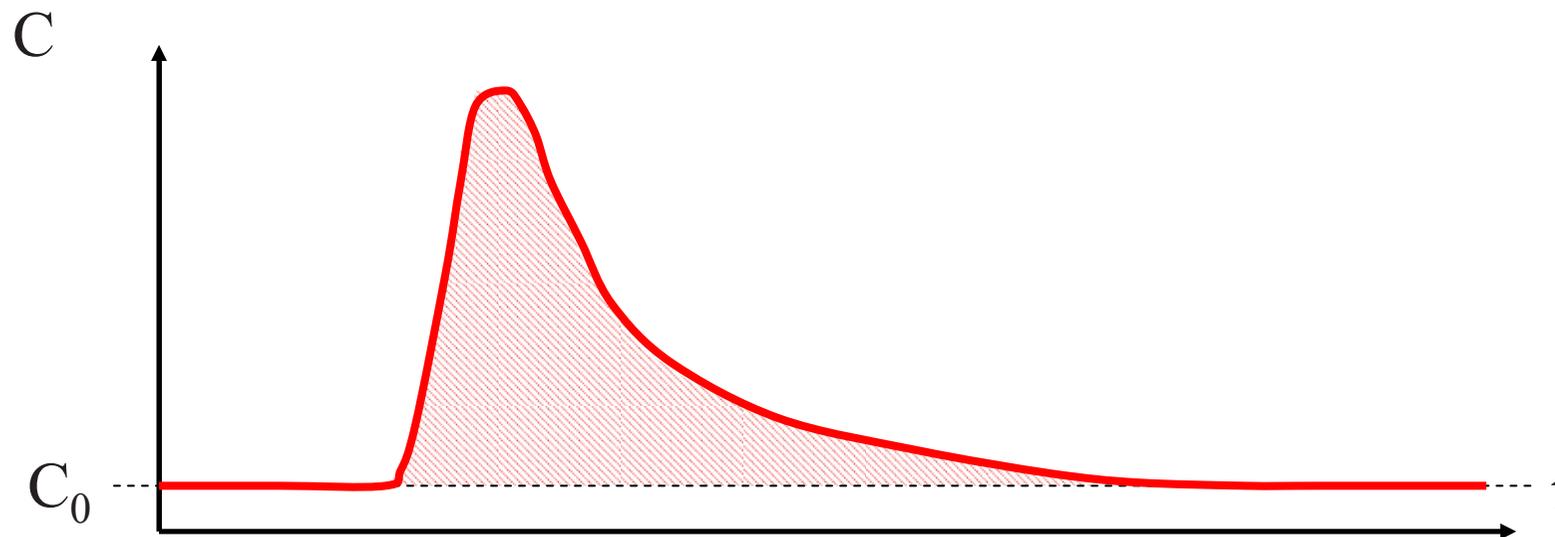
Jaugeage par dilution de NaCl



◆ Méthode

- Injection d'une masse M_i de sel dans la rivière → augmentation de la conductivité
- Suivi de la conductivité / concentration en NaCl en une section de bon mélange

■ Calcul du débit
$$Q = \frac{M_i}{\int (C - C_0).dt}$$



Jaugeage par dilution de NaCl



◆ Matériel :

- Traceur : sel de cuisine NaCl
- Une sonde de conductivité calibrée en concentration de NaCl
- Une station d'acquisition

◆ Exemple : le SalinoMadd (Madd Technologies)



- ◆ Sonde de conductivité
- ◆ Sonde de température
- ◆ Loi d'étalonnage
- ◆ Échantillonnage max = 1s
- ◆ Calcul du débit in situ
- ◆ Mémorisation de 15 jaugeages

Jaugeage par dilution de NaCl : en pratique



1. Installation du capteur

- Choix du tronçon de mesure
- Mise en eau de la sonde :
 - Section de bon mélange
 - Dans une veine d'écoulement (pas dans une recirculation, pas de bulles d'air)
- Mise en température du capteur
- Lancement de l'enregistrement : calcul de la concentration de base



Jaugeage par dilution de NaCl : en pratique



2. Injection du sel

- Environ 5 à 10 g.L⁻¹.s⁻¹ de débit à diluer dans l'eau de rivière
- Injection globale

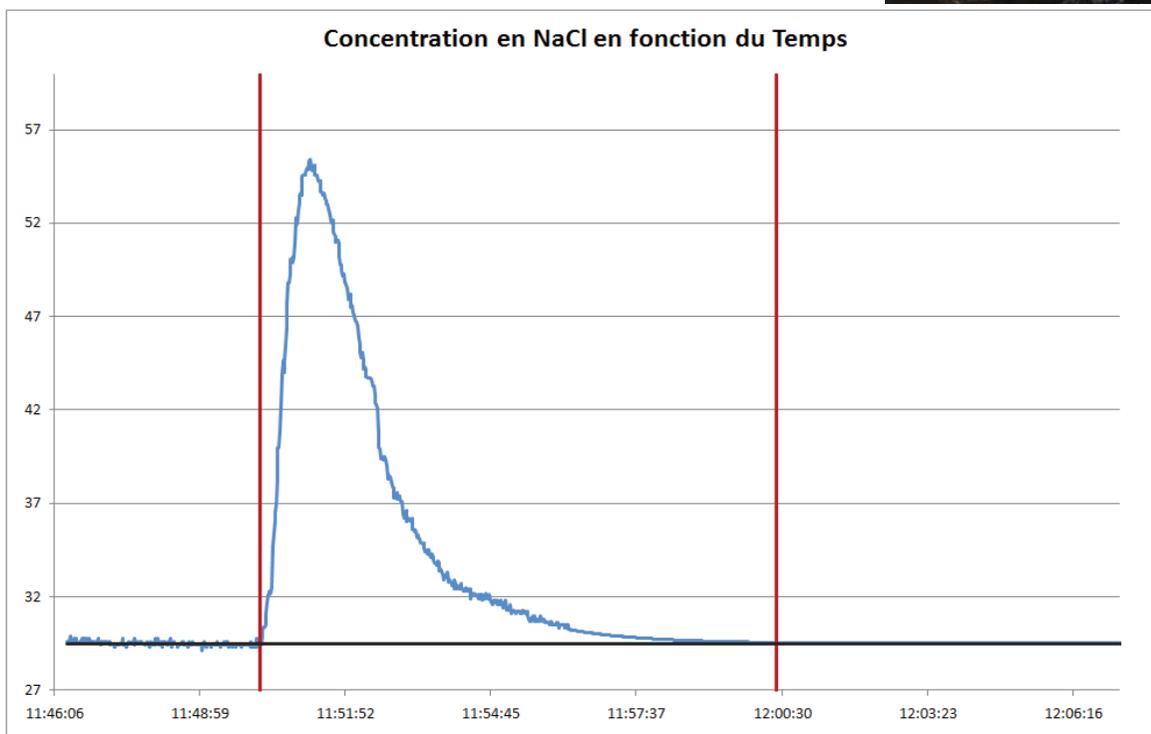


Jaugeage par dilution de NaCl : en pratique



3. Calcul du débit

- Mesure de la conductivité
- Conversion en concentration
- Intégration du nuage et calcul du débit



Jaugeage par dilution de NaCl



- ◆ Validation de la technique à DTG par intercomparaison
 - ◆ Intercomparaison avec des méthodes de référence
 - ◆ 24 jaugeages, $25 \text{ l/s} < Q < 1640 \text{ l/s}$
 - ◆ Référence :
 - ◆ μ -moulinet
 - ◆ dilution à Q constant de Rhodamine

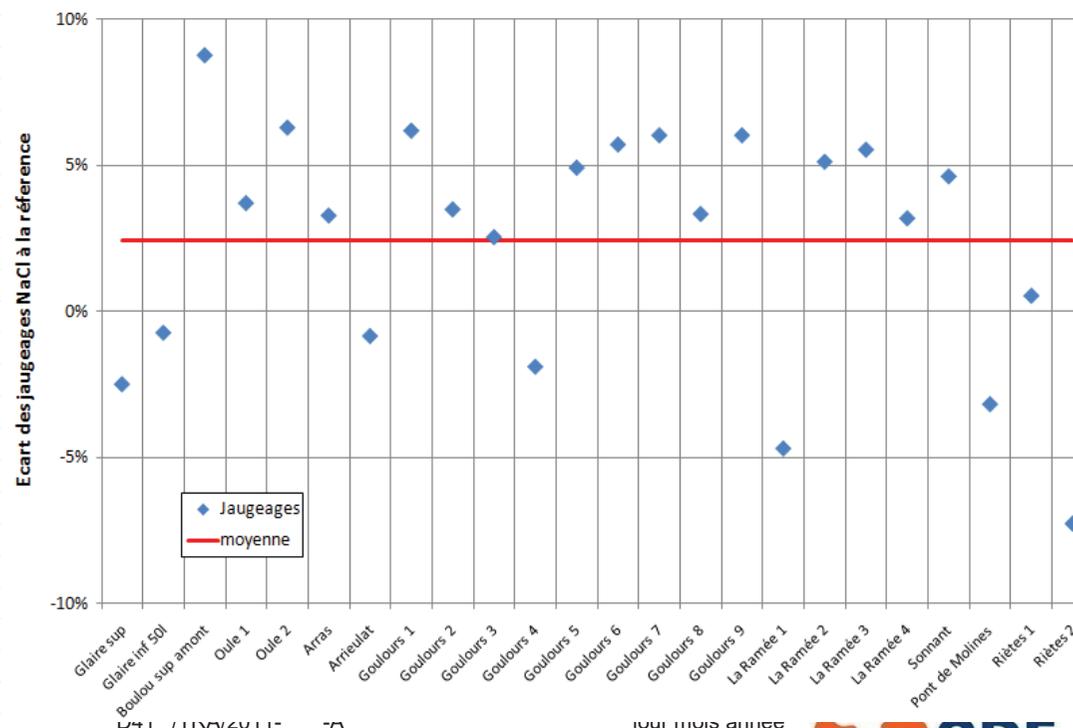


Jaugeage par dilution de NaCl



- ◆ Validation de la technique à DTG par intercomparaison
 - ◆ Très bons résultats d'intercomparaison
 - ◆ Leger biais de +2,5% (adsorption/absorption de traceurs, pertes à l'injection, etc...), écart type de 4%

N°	Nom	Q salino (l/s)	Q référence	Méthode réf	Différence %
1	Glaire sup	41.24	42.3	Dilution cst	-2.5%
2	Glaire inf 50l	73.75	74.3	Dilution cst	-0.7%
3	Boulou sup amont	34.7	31.9	Dilution cst	8.8%
4	Oule 1	26.03	25.1	μ-moulinet	3.7%
5	Oule 2	26.68	25.1	μ-moulinet	6.3%
6	Arras	1291	1250	Dilution cst	3.3%
7	Arrieulat	1626	1640	Dilution cst	-0.9%
8	Goulours 1	66.9	63	Dilution cst	6.2%
9	Goulours 2	65.2	63	Dilution cst	3.5%
10	Goulours 3	64.6	63	Dilution cst	2.5%
11	Goulours 4	61.8	63	Dilution cst	-1.9%
12	Goulours 5	66.1	63	Dilution cst	4.9%
13	Goulours 6	66.6	63	Dilution cst	5.7%
14	Goulours 7	66.8	63	Dilution cst	6.0%
15	Goulours 8	65.1	63	Dilution cst	3.3%
16	Goulours 9	66.8	63	Dilution cst	6.0%
17	La Ramée 1	688	722	μ-moulinet	-4.7%
18	La Ramée 2	759	722	μ-moulinet	5.1%
19	La Ramée 3	762	722	μ-moulinet	5.5%
20	La Ramée 4	745	722	μ-moulinet	3.2%
21	Sonnant	181	173	μ-moulinet	4.6%
22	Pont de Molines	455	470	μ-moulinet	-3.2%
23	Riètes 1	190	189	μ-moulinet	0.5%
24	Riètes 2	140	151	CT	-7.3%
				moyenne	2.4%
				écart-type	4.1%



JUILLET 2011



Jaugeage par dilution de NaCl



◆ Limitations de la technique

- Rivières torrentielles, bon brassage sur des tronçons courts
- Petit débit ($< 1\text{ m}^3/\text{s}$) : 5 à 10 g/L/s de sel $\rightarrow 1\text{ m}^3/\text{s} \Rightarrow 5$ à 10kg
- Impact environnemental
 - + 10% de C au prélèvement sur qq secondes \Rightarrow faible

◆ Intérêts de la technique

- Jaugeages de rivières torrentielles (impossible avec autres techniques), ou avec de faibles tirants d'eau (torrents montagne)
- Matériel très peu encombrant
- Traceur facile à trouver
- Jaugeage rapide :
 - Répétition des mesures
 - Jaugeage en conditions non permanentes