

# ATELIER HYDRO

## Mesure de débit

### CARNET DE TERRAIN



Mon nom : .....

Mon prénom : .....

#### Mon équipe :

- Injection (4 élèves) Dossard :.....
- Mesure manuelle de conductivité (5 élèves) Dossard :.....
- Prélèvement manuel (4 élèves)  
Dossard :.....
- Maîtres du temps (2 élèves)  
Dossard :.....



# Attention quand je travaille en rivière !

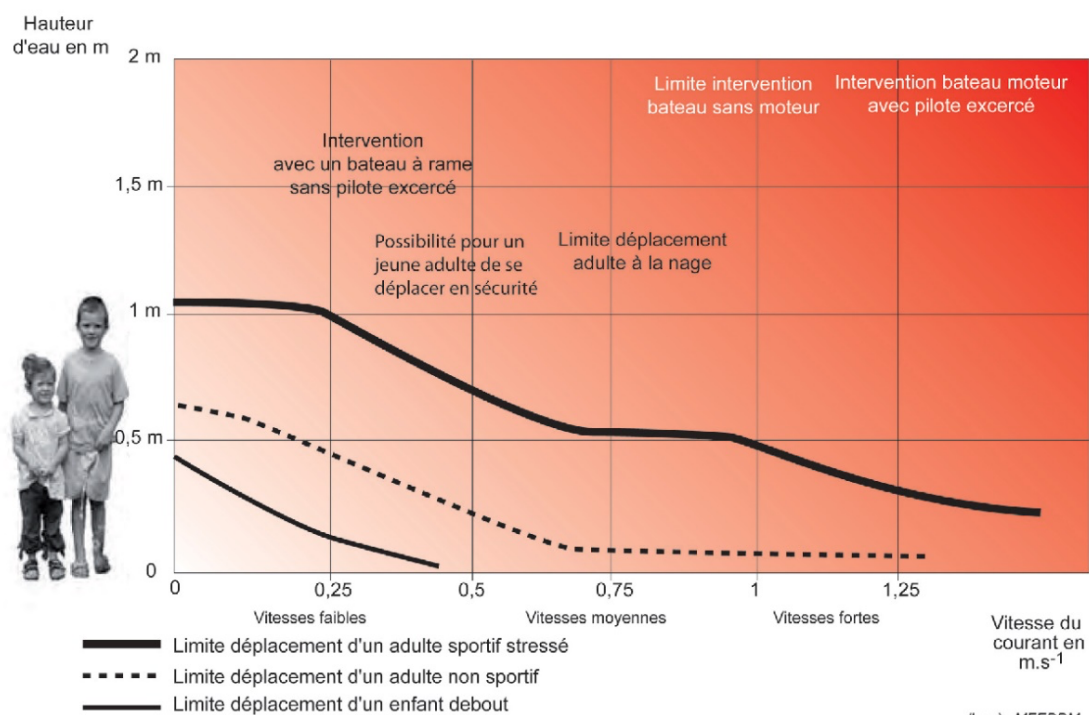


Figure 1 : Condition de déplacement des personnes dans l'eau.



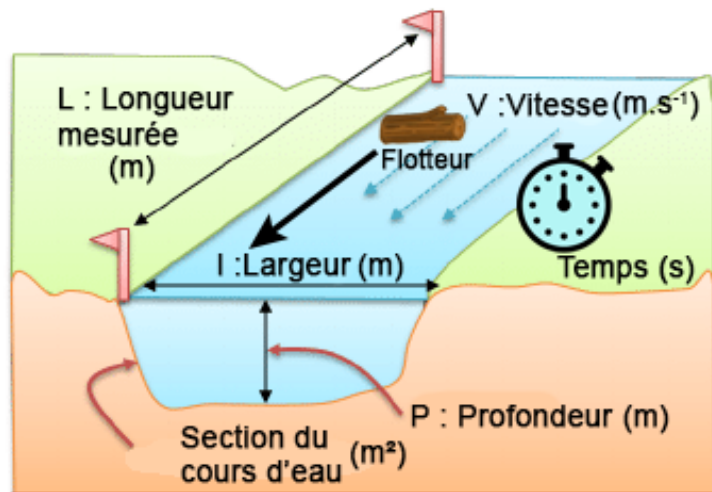
La **sécurité** est le premier critère de choix du tronçon de rivière étudié. Il doit être accessible sur toute sa longueur, être peu profond et présenter un débit raisonnable. Même des hauteurs d'eau faibles présentent un danger réel pour des vitesses d'écoulement supérieures à 0,25 m.s<sup>-1</sup>. Une reconnaissance du terrain est nécessaire pour l'enseignant qui veut réaliser des observations avec sa classe. Le jour J, en présence des élèves, il faut également être capable de renoncer au travail dans l'eau si les conditions ne s'y prêtent pas.

Des centrales hydroélectriques équipent certains cours d'eau de l'académie. Il en résulte des variations soudaines de débit qui génèrent un risque important qu'il faut absolument prendre en compte en évitant ces cours d'eau ou en travaillant avec des guides professionnels.



## Jaugeage au sel du débit d'un cours d'eau : sur le terrain

### Première partie : Estimation du débit à l'aide d'un flotteur



$l \approx \dots\dots\dots \text{m}$

$P \approx \dots\dots\dots \text{m}$

$S \approx \dots\dots\dots \text{m}^2$

Calcul de la section :

$$S = l \times P$$

$L \approx \dots\dots\dots \text{m}$

$\text{Temps} \approx \dots\dots\dots \text{s}$

$\text{Vitesse moyenne} \approx \dots\dots\dots \text{m/s}$

Calcul de la vitesse moyenne :

$$V_m = \frac{L}{\text{Temps}}$$

Pour prendre en compte le gradient de vitesse entre le fond et la surface, on lui affecte un coefficient de 2/3

$V \approx \dots\dots\dots \text{m/s}$

Calcul de la vitesse

$$V = \frac{2}{3} \times V_m$$

Le débit  $Q$  est exprimé en  $\text{m}^3/\text{s}$ , il correspond au volume d'eau qui traverse la section par unité de temps

$V \approx \dots\dots\dots \text{m}^3/\text{s}$

Calcul du débit

$$Q = V \times S$$

### Deuxième partie : préparation de la solution à injecter

a. Calcul de la masse de sel :

Pour un petit cours d'eau, on choisit un dosage de l'ordre de 2000 g de NaCl pour 1  $\text{m}^3/\text{s}$

Masse de sel à injecter =  $\dots\dots\dots \text{g}$

Masse à injecter (en grammes)

$$M = Q \times 2000$$

b. Préparation de la saumure :

i. Volume de dissolution de la saumure :

La solubilité du sel dans l'eau froide est de 360 g/l et tout le sel doit être dissous avant injection. On choisit donc un ratio de 5 litres pour 1 kg de sel pour être certains de tout dissoudre. Pour une masse de  $\dots\dots\dots \text{kg}$  de sel, il faut au moins  $\dots\dots\dots \text{L}$  d'eau.

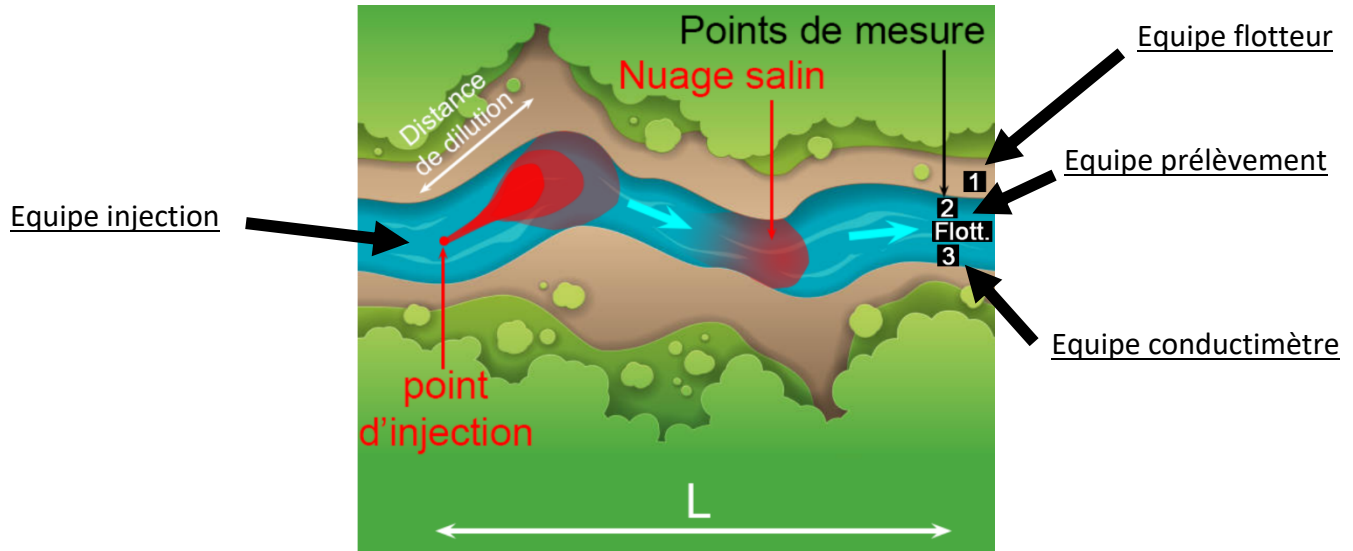
ii. Paramètres initiaux :

On mesure à la balance la masse exacte de NaCl utilisée :  $M = \dots\dots\dots \text{g}$

On mesure la conductivité initiale du cours d'eau :  $C_i = \dots\dots\dots \mu\text{S}/\text{cm}$

## Troisième partie : Injection et mesures

Mise en place des 4 équipes :



- I. **L'équipe d'injection** prépare la saumure et réalise l'injection à  $T_0=0$ 
  - Poubelle de 80 L
  - Agitateur
  - Balance
  - Coupelle/bac
  - Sel
- II. **L'équipe flotteur** gère l'application (1 personne) et le chronomètre donne le top toutes les 5'' (1 personne)
  - Flotteur polystyrène
  - Tablette
  - Thermomètre PASCO
  - Conductimètre PASCO
- III. **L'équipe conductimètre** lit à haute voix la conductivité (1 personne) et note les valeurs (n personnes)
  - Conductimètre WTW
  - n Carnets de terrain
- IV. **L'équipe prélèvement** prélève 1 volume identique toutes les 5 secondes et le verse dans un seau, durant toute la manip.
  - n béciers
  - n seaux

### Déroulement de la mesure :

L'équipe 1 est en amont. Elle prépare la saumure et l'injecte, elle doit avertir les autres équipes du moment de l'injection (cri, coup de sifflet...). La poubelle doit être rincée plusieurs fois. Au signal de l'équipe 1, l'équipe 2 lance à la fois les mesures dans l'application et commence à donner le top toutes les 5 secondes. A partir du signal de l'équipe 1, l'équipe 3 mesure la conductivité électrique toutes les 5 secondes et la note. L'équipe 4 commence à prélever de l'eau toutes les 5 secondes dans les seaux à l'aide du bécier. L'opération se termine quand la conductivité mesurée est redevenue la conductivité initiale.

Tableau de mesures manuelles

Temps (s)	Conductivité (μS/cm)	Temps (s)	Conductivité (μS/cm)	Temps (s)	Conductivité (μS/cm)	Temps (s)	Conductivité (μS/cm)
T <sub>0</sub> =0		200		400		600	
5		205		405		605	
10		210		410		610	
15		215		415		615	
20		220		420		620	
25		225		425		625	
30		230		430		630	
35		235		435		635	
40		240		440		640	
45		245		445		645	
50		250		450		650	
55		255		455		655	
60		260		460		660	
65		265		465		665	
70		270		470		670	
75		275		475		675	
80		280		480		680	
85		285		485		685	
90		290		490		690	
95		295		495		695	
100		300		500		700	
105		305		505		705	
110		310		510		710	
115		315		515		715	
120		320		520		720	
125		325		525		725	
130		330		530		730	
135		335		535		735	
140		340		540		740	
145		345		545		745	
150		350		550		750	
155		355		555		755	
160		360		560		760	
165		365		565		765	
170		370		570		770	
175		375		575		775	
180		380		580		780	
185		385		585		785	
190		390		590		790	
195		395		595		795	

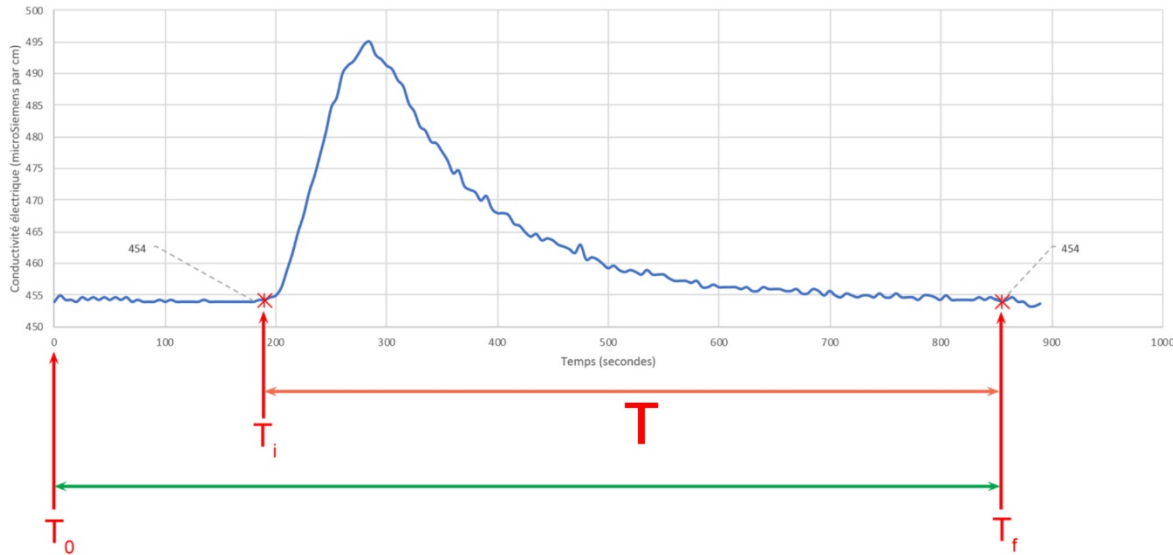
Prélèvement manuel (Equipe 4)

N° du seau	1	2	3	4
Conductivité (μS/cm)				

# Jaugeage au sel du débit d'un cours d'eau : retour au labo

## Première partie : Méthode des prélèvements

### 1. Détermination du temps de passage à l'aide de la courbe



$T_f$  : temps de passage (s)

$[C_i]$  : la concentration initiale de NaCl dans la rivière ( $g/m^3$ )

$$\rightarrow [C_i] = \frac{\text{Conductivité initiale}}{2} = \quad g/m^3$$

$[C_m]$  : la concentration moyenne de NaCl pendant la mesure ( $g/m^3$ ) = conductivité électrique de l'eau du seau n/2

$$\rightarrow [C_m] = \frac{\text{Conductivité électrique moyenne}}{2} = \quad g/m^3$$

$\Delta[C_m]$  : l'élévation moyenne de la concentration de NaCl ( $g/m^3$ )

$$\rightarrow \Delta[C_m] = [C_m] - [C_i] = \quad g/m^3$$

M : masse de sel injectée (g)

$$\rightarrow M = \quad g$$

Q : débit ( $m^3/s$ )

V : le volume d'eau dans lequel le sel s'est dissout ( $m^3$ )

$$(1) \quad Q = \frac{V}{T_f} \leftrightarrow V = Q \times T_f$$

$$(2) \quad \Delta[C_m] = \frac{M}{V} \leftrightarrow M = \Delta[C_m] \times V$$

On remplace V par son expression liée au débit (1) :

$$M = \Delta[C_m] \times Q \times T$$

$$Q = \frac{M}{([C_m] - [C_i]) \times T_f}$$

$$Q = \frac{\quad}{\quad} = \quad m^3/s$$

## Deuxième partie : Méthode graphique

1. Ouvrir le fichier .csv à l'aide de Microsoft Excel ou Libre office Calc
2. Déterminer précisément dans le fichier  $T_i$  et  $T_f$ , puis calculer  $T$  en secondes

$T$  : temps de passage (s)

$$\rightarrow T = \quad s$$

$$T = T_f - T_i$$

$[C_i]$  : la concentration initiale de NaCl dans la rivière ( $g/m^3$ )

$$\rightarrow [C_i] = \frac{\text{Conductivité initiale}}{2} = \quad g/m^3$$

3. A l'aide du tableur, calculer  $[C_m]$  la concentration moyenne sur l'intervalle  $T_i \rightarrow T_f$  avec la fonction = moyenne (AA : AA).
4. A partir de là, les calculs sont identiques à la première partie en substituant seulement  $T$  à  $T_f$ .

$[C_m]$  : la concentration moyenne de NaCl pendant la mesure ( $g/m^3$ )

$$\rightarrow [C_m] = \frac{\text{Conductivité électrique moyenne}}{2} = \quad g/m^3$$

$\Delta[C_m]$  : l'élévation moyenne de la concentration de NaCl ( $g/m^3$ )

$$\rightarrow \Delta[C_m] = [C_m] - [C_i] = \quad g/m^3$$

$M$  : masse de sel injectée (g)

$$\rightarrow M = \quad g$$

$Q$  : débit ( $m^3/s$ )

$V$  : le volume d'eau dans lequel le sel s'est dissout ( $m^3$ )

$$(1) \quad Q = \frac{V}{T} \leftrightarrow V = Q \times T$$

$$(2) \quad \Delta[C_m] = \frac{M}{V} \leftrightarrow M = \Delta[C_m] \times V$$

On remplace  $V$  par son expression liée au débit (1) :

$$M = \Delta[C_m] \times Q \times T$$

$$Q = \frac{M}{([C_m] - [C_i]) \times T}$$

$$Q = \frac{\quad}{\quad} = \quad m^3/s$$