

Egrin 2016

Interaction gouttes de pluie - transport de sédiments : étude expérimentale

Amina NOUHOU BAKO (Université d'Orléans, INRA) , Frédéric DARBOUX (INRA), François JAMES (Université d'Orléans), Carine LUCAS (Université d'Orléans)



Enjeux



Introduction

→ **Modèles d'érosion** : USLE (Wischmeier et Smith (1978)), EUROSEM (Morgan et al. (1998)), WEPP (Nearing et al. (1989)), LISEM (Roo et Jetten (1999)) etc ...

Introduction

→ **Modèles d'érosion** : USLE (Wischmeier et Smith (1978)), EUROSEM (Morgan et al. (1998)), WEPP (Nearing et al. (1989)), LISEM (Roo et Jetten (1999)) etc ...

→ **Efficacité ?**

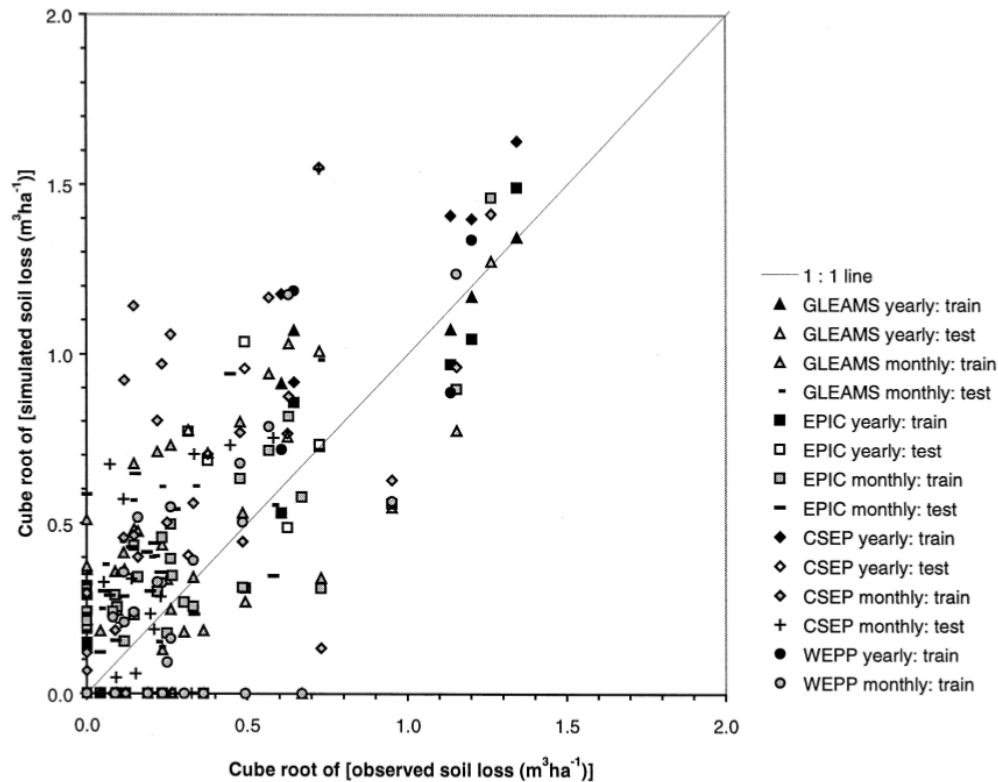


Figure1 : Efficacité des modèles d'érosion. Source : Jetten et al. (1999).

Cadre de l'étude : érosion diffuse

Érosion hydrique des sols :

- Ensemble de **processus** provoquant la dégradation du sol sous l'**action de l'eau**
- Processus : **Détachement** + **Transport** + **Sédimentation**

Cadre de l'étude : érosion diffuse

Érosion hydrique des sols :

- Ensemble de **processus** provoquant la dégradation du sol sous l'**action de l'eau**
- Processus : **Détachement** + **Transport** + **Sédimentation**
- 2 grands types d'érosion hydrique :

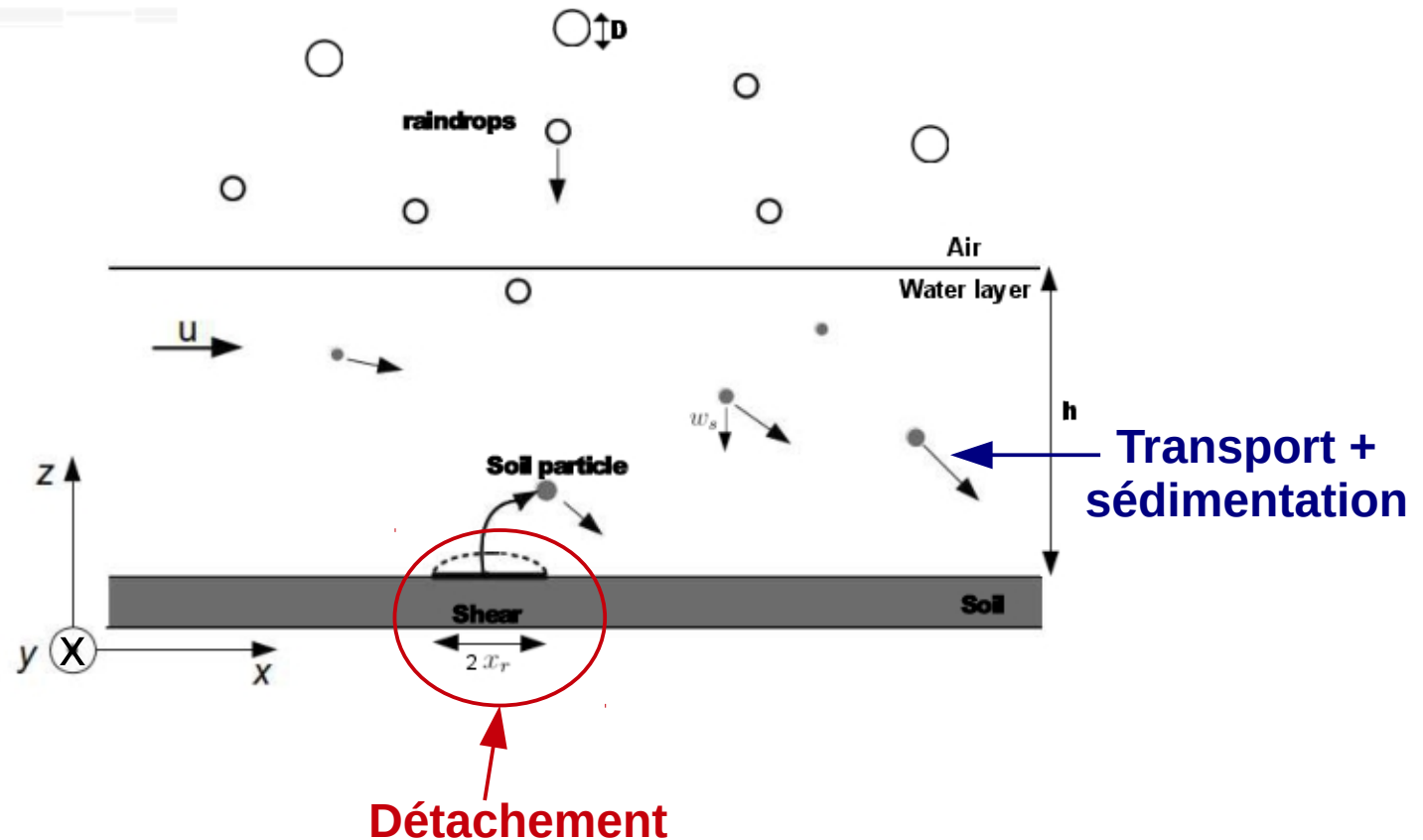
Érosion diffuse : faibles vitesses d'écoulement
faibles épaisseurs de lame d'eau



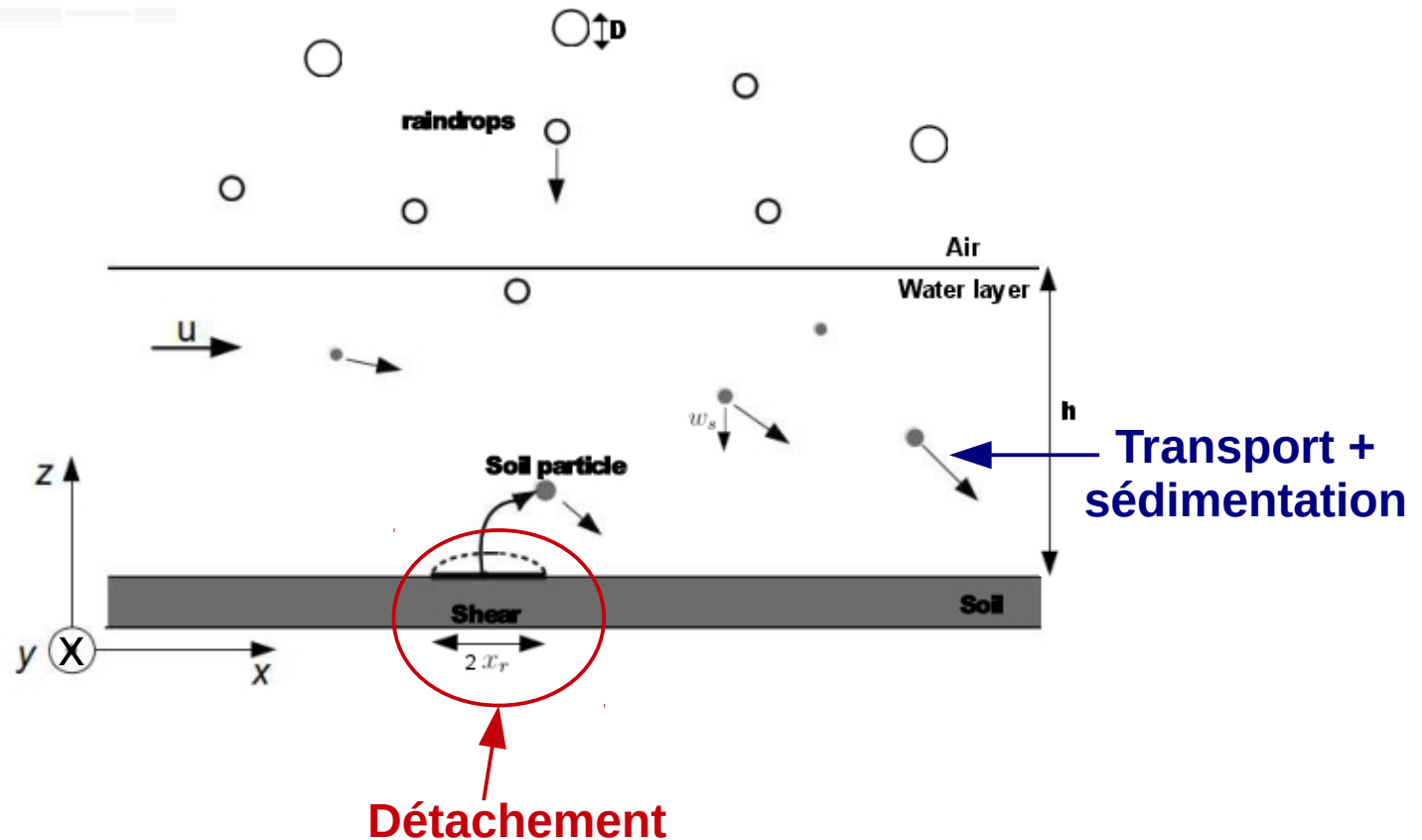
Érosion concentrée : fortes vitesses d'écoulement



Les mécanismes d'érosion diffuse pris en compte dans les modèles



Les mécanismes d'érosion diffuse pris en compte dans les modèles

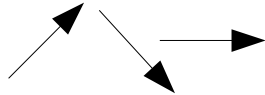


Objectif général de notre étude : étudier l'**effet des gouttes** de pluie dans les différents **processus** de l'érosion diffuse

État de l'art : effet des gouttes de pluie

- **Détachement** : rôle des gouttes = détachement des particules de sols
- **Transport** : rôle des gouttes =
 - Transport par **Splash**
 - **Translation** par la lame d'eau

État de l'art : effet des gouttes de pluie

- **Détachement** : rôle des gouttes = détachement des particules de sols
- **Transport** : rôle des gouttes =
 - Transport par **Splash**
 - **Translation** par la lame d'eau
- **Sédimentation** : rôle des gouttes ?
 - **Calibrations** de la vitesse de sédimentation : 
 - **Pas de mesures expérimentales...**

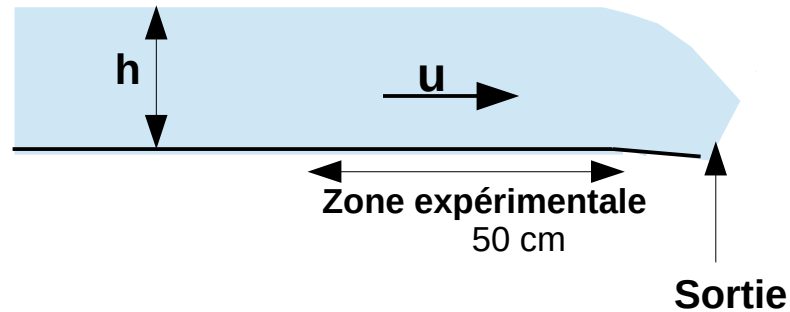
Objectif spécifique : **Étudier expérimentalement l'effet de la pluie sur la vitesse de sédimentation des particules**

A. Principe de l'étude

Détachement **éliminé** :

- $h > 3d$

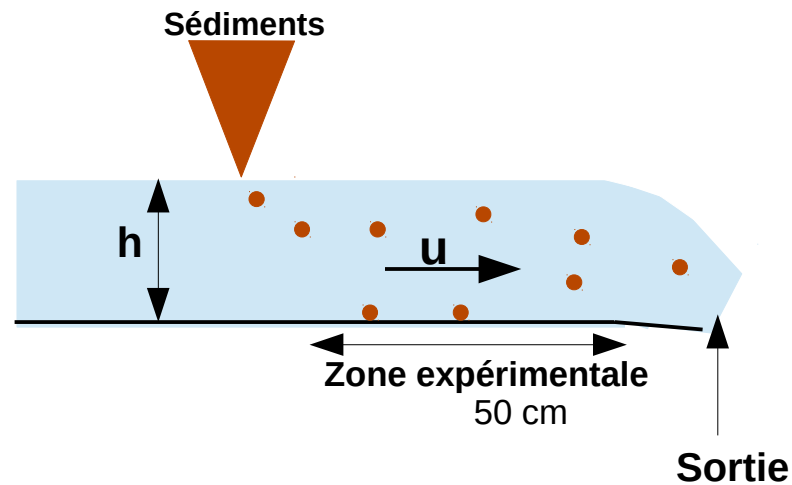
- fond rugueux



A. Principe de l'étude

Sédiments (100-200 μm)
au-dessus de la lame d'eau

Détachement éliminé :
- $h > 3d$
- fond rugueux

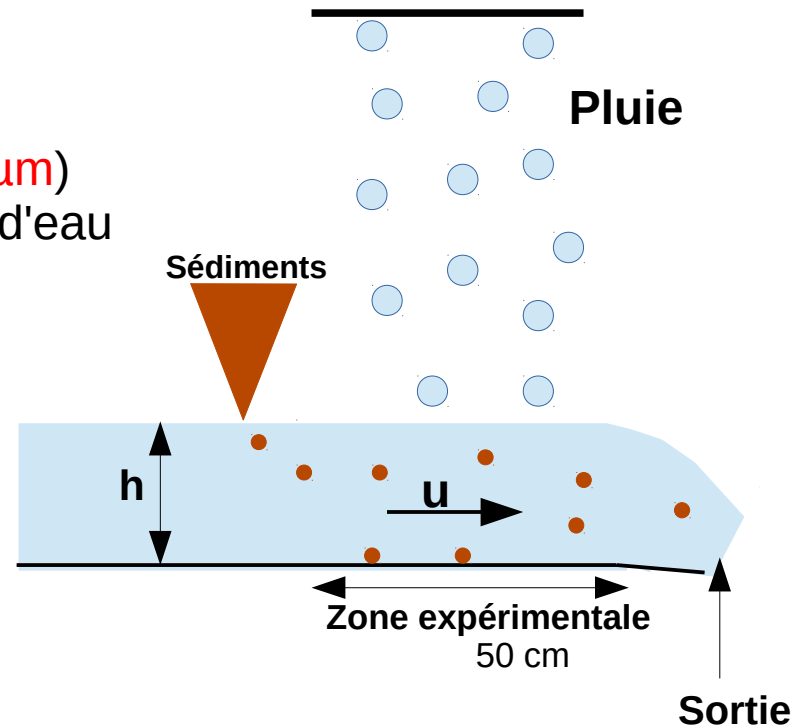


Les sédiments sont transportés par la lame d'eau avant de sédimenter

A. Principe de l'étude

Sédiments (100-200 μm)
au-dessus de la lame d'eau

Détachement éliminé :
- $h > 3d$
- fond rugueux

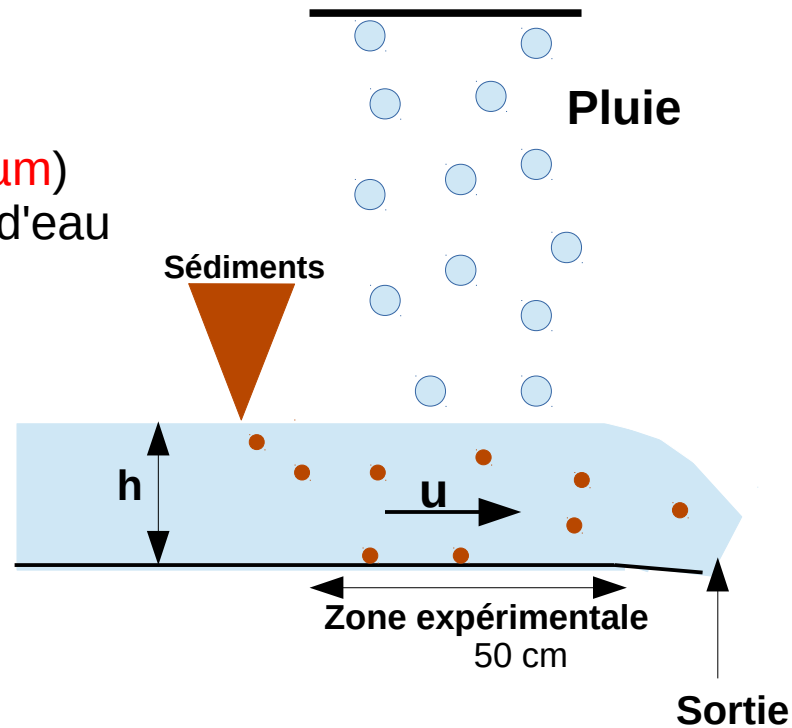


Les sédiments sont transportés par la lame d'eau avant de sédimenter

A. Principe de l'étude

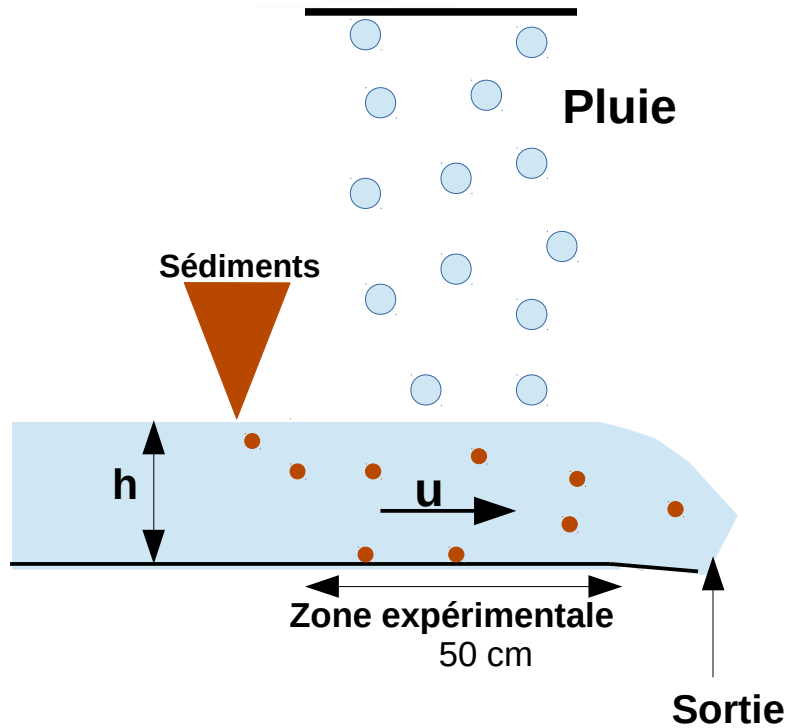
Sédiments (100-200 μm)
au-dessus de la lame d'eau

Détachement éliminé :
- $h > 3d$
- fond rugueux



- Pas de mesure directe de la vitesse de sédimentation
- Comparaison de la concentration à la sortie :
 - Sans pluie
 - Avec pluie

B. Dispositif expérimental



Dimensions : **1,5m x 0,5m**

1. Simulateurs de Pluie

→ Simulateur à buses oscillantes

Intensité (mm/h)	175 (écart-type=5)
Diamètre moyen (mm)	1,6
Énergie cinétique ($\text{J}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{m}^2$)	18

- **Avantage** : -permet de faire ressortir l'**effet des gouttes**
-**faible variation spatiale**
- **Inconvénient** : pluie **discontinue**

1. Simulateurs de Pluie

→ Simulateur à buses oscillantes

Intensité (mm/h)	175 (écart-type=5)
Diamètre moyen (mm)	1,6
Énergie cinétique (J.min ⁻¹ .m ²)	18

- **Avantage** : -permet de faire ressortir l'**effet des gouttes**
-**faible variation spatiale**
- **Inconvénient** : pluie **discontinue**

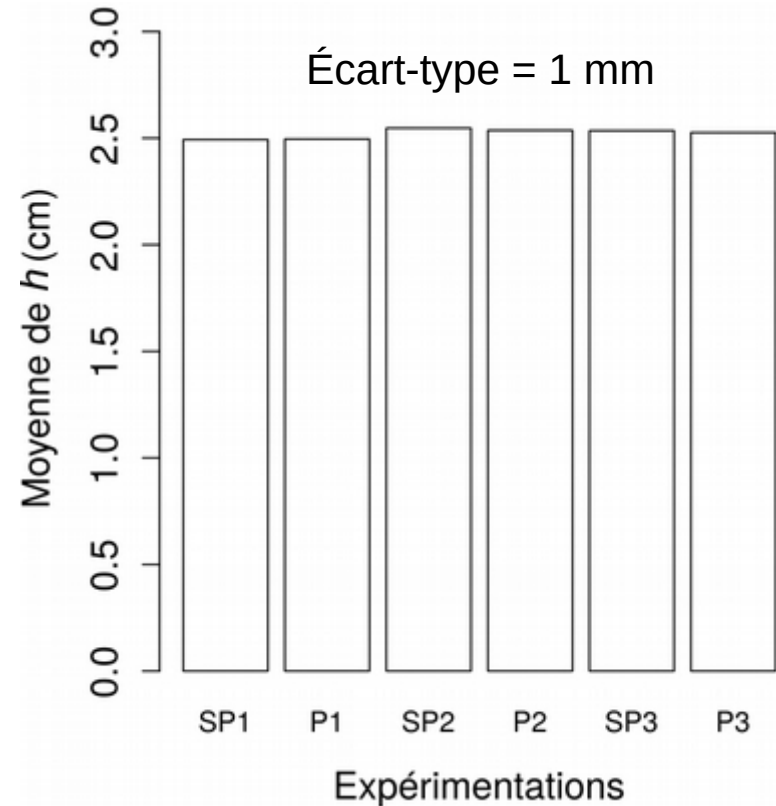
→ Simulateur à tuyau poreux

Intensité (mm/h)	50 (écart-type=10)	35 (écart-type=7)	13 (écart-type=3)
Diamètre moyen (mm)	3	3	3
Énergie cinétique (J.min ⁻¹ .m ²)	30	19	7

- **Avantages** : pluie **continue**
- **Inconvénient** : variabilité spatiale **plus importante**

2. Conditions hydrodynamiques

Hauteur d 'écoulement

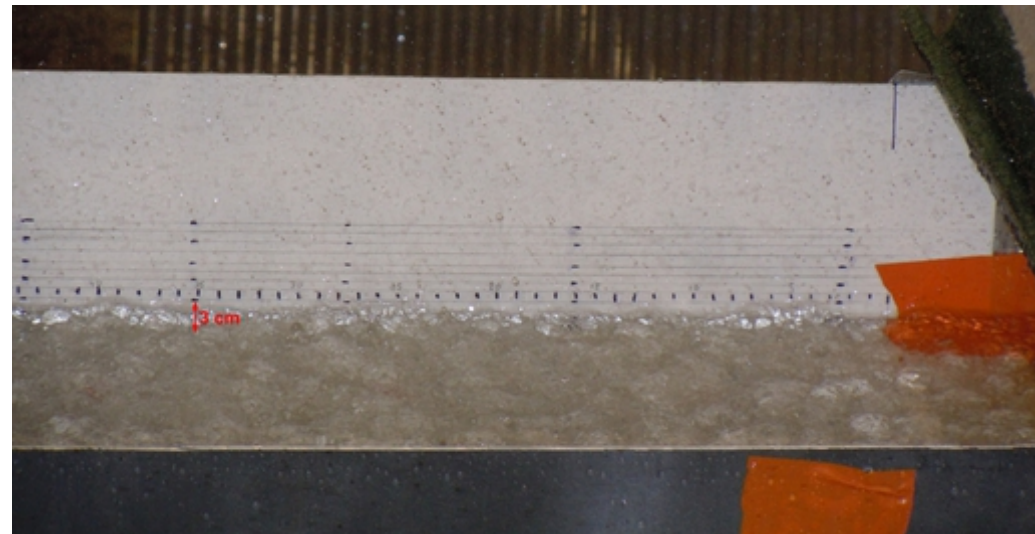
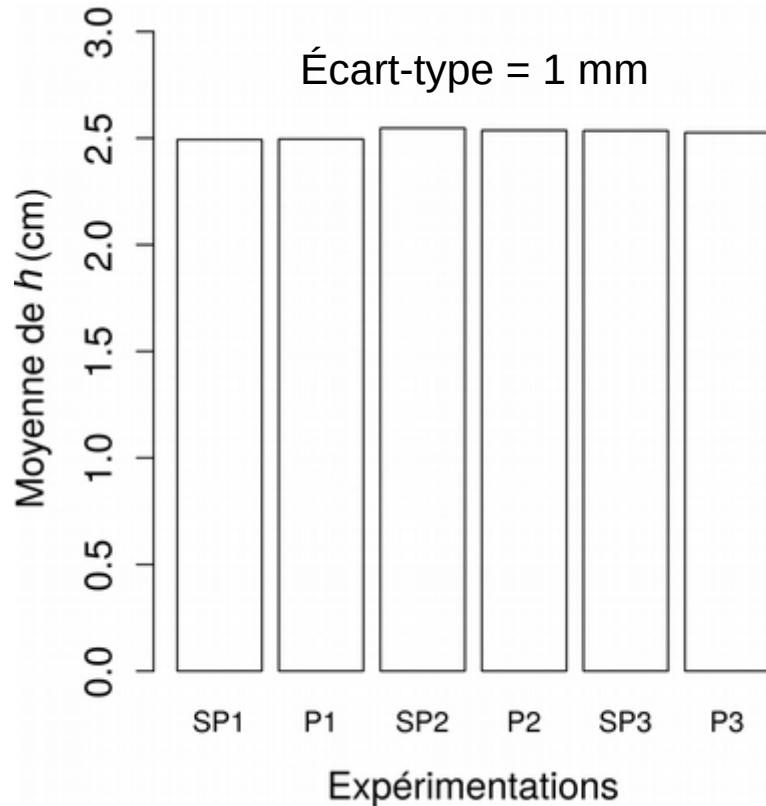


SP_i : $i^{\text{ème}}$ expérience **sans pluie**
P_i : $i^{\text{ème}}$ expérience **avec pluie**

Mesures avant Pluie

2. Conditions hydrodynamiques

Hauteur d'écoulement



Mesures avant Pluie

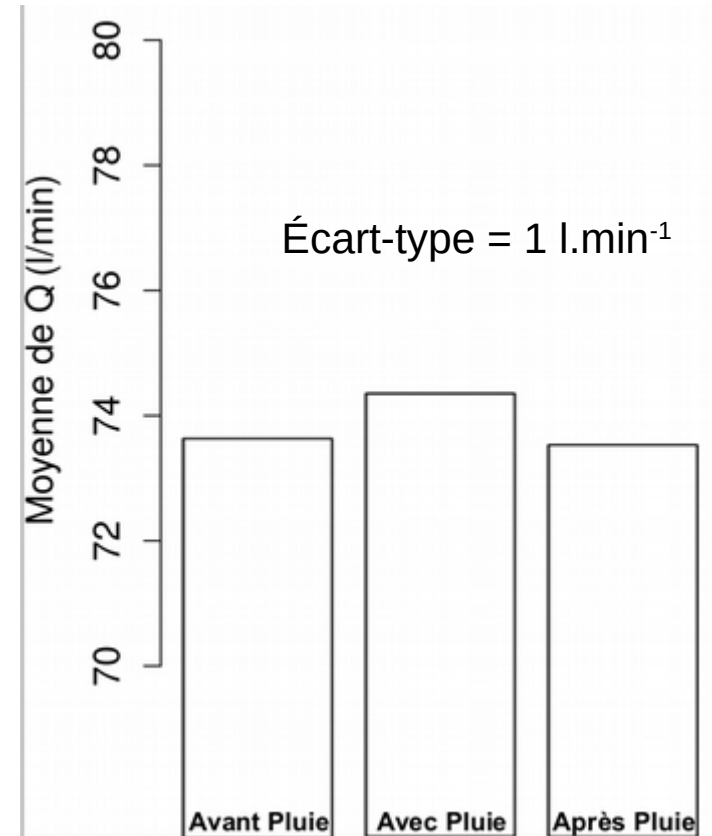
Pas de mesures avec Pluie :
estimation visuelle

2. Conditions hydrodynamiques

Débit d 'écoulement



Réglage du débit



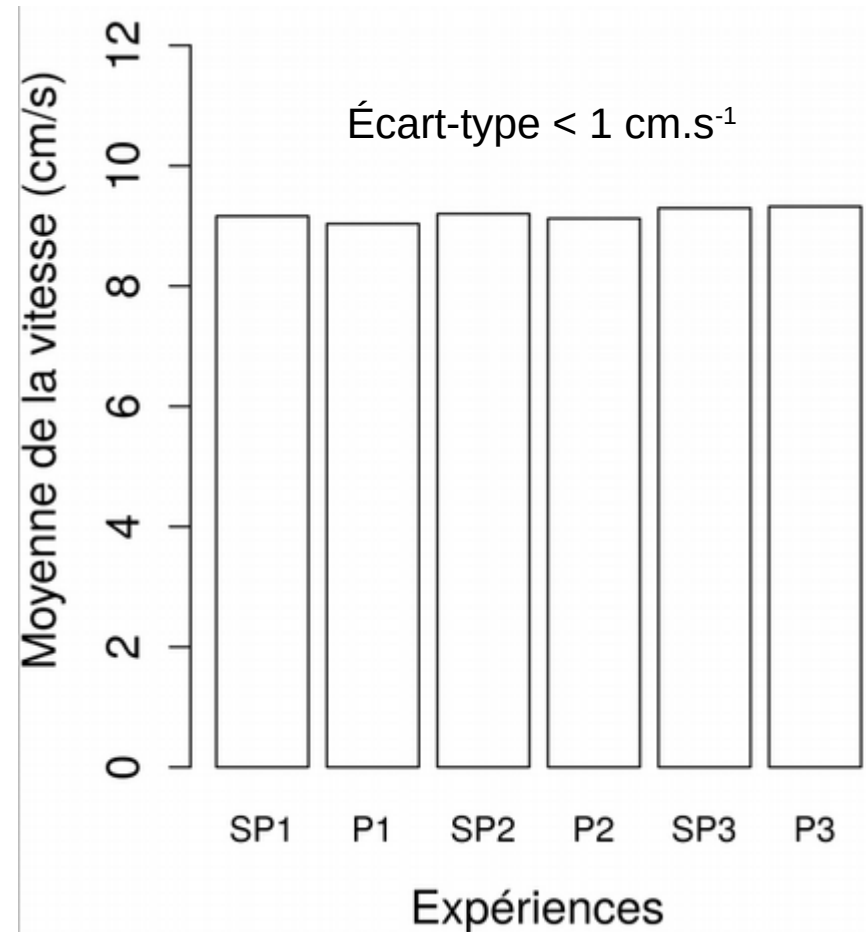
Contribution de la pluie : **0.8 l.min⁻¹**

2. Conditions hydrodynamiques

Vitesse d'écoulement



Très peu de différence entre les vitesses avec et sans pluie



3. Apport en sédiments



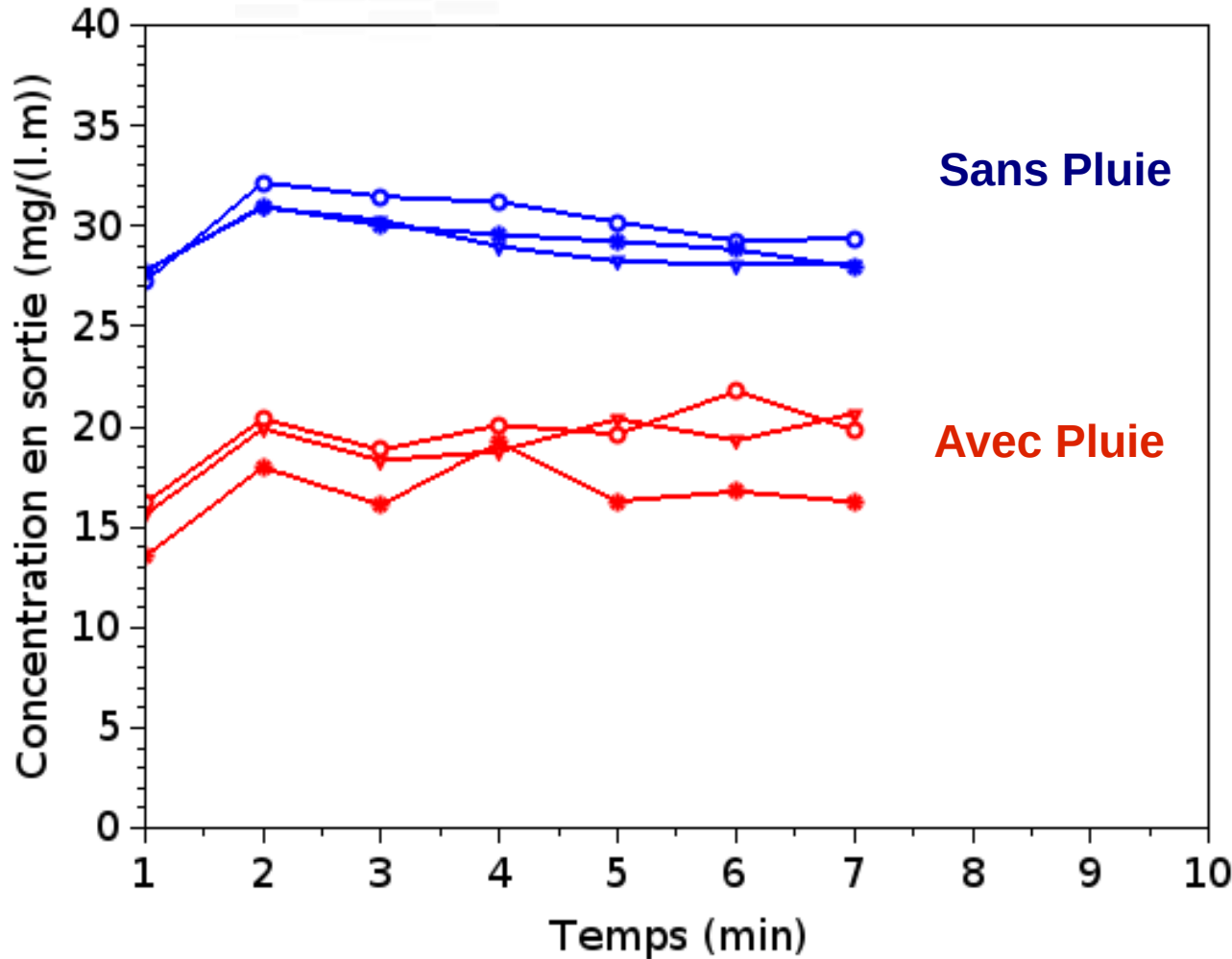
- Débit de sédiments :**
- contrôlé par un **moteur** (mode micro-pas)
 - **apport homogène** sur toute la largeur du banc
 - **$0.23 \text{ g.min}^{-1}.\text{cm}^{-1}$ de largeur** du banc
(écart-type= $0.02 \text{ g.min}^{-1}.\text{cm}^{-1}$)



C. Résultats expérimentaux

Résultats expérimentaux : Buses Oscillantes

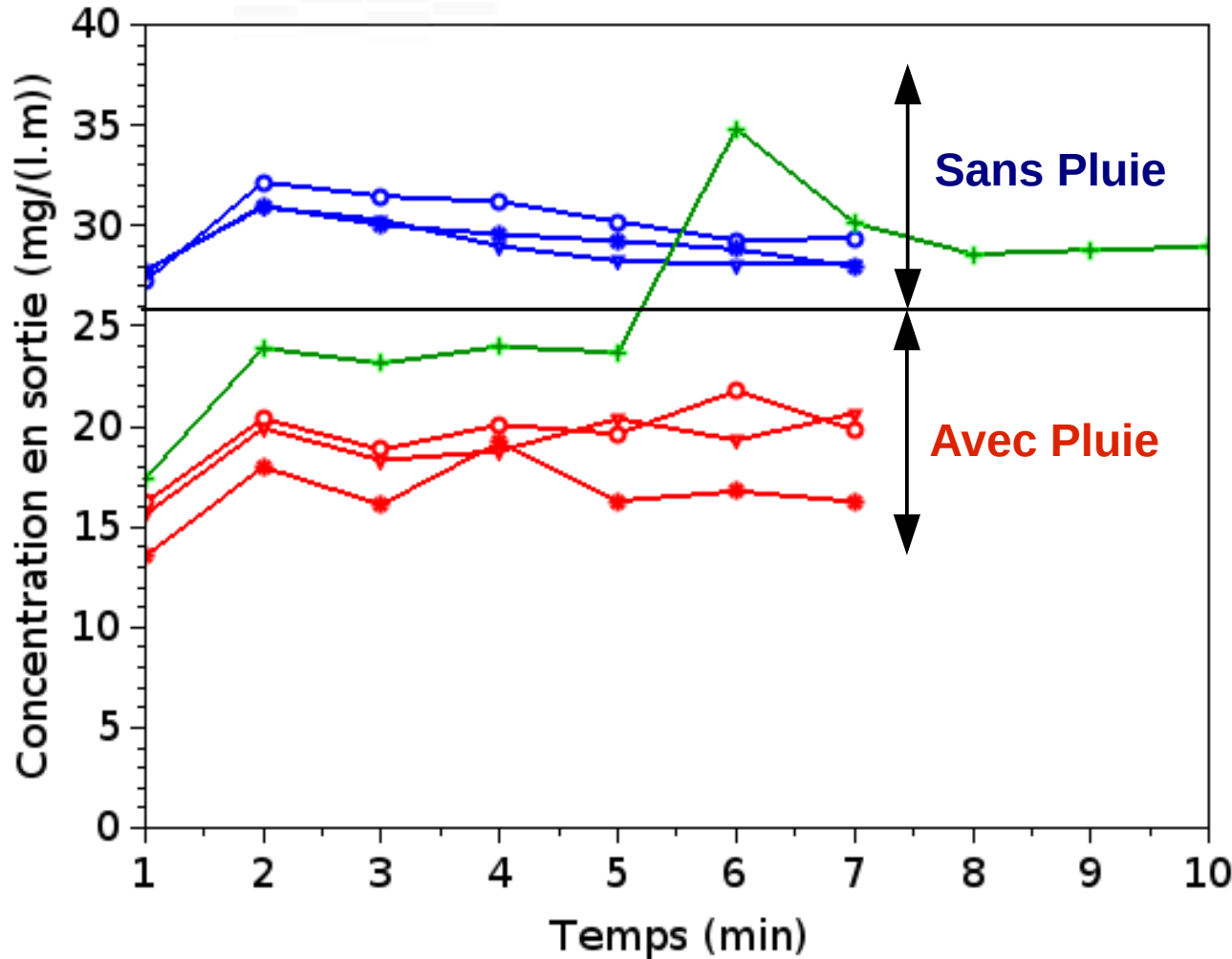
Sédiments à l'exutoire



- Environ **35%** de moins **avec la pluie**

Résultats expérimentaux : Buses Oscillantes

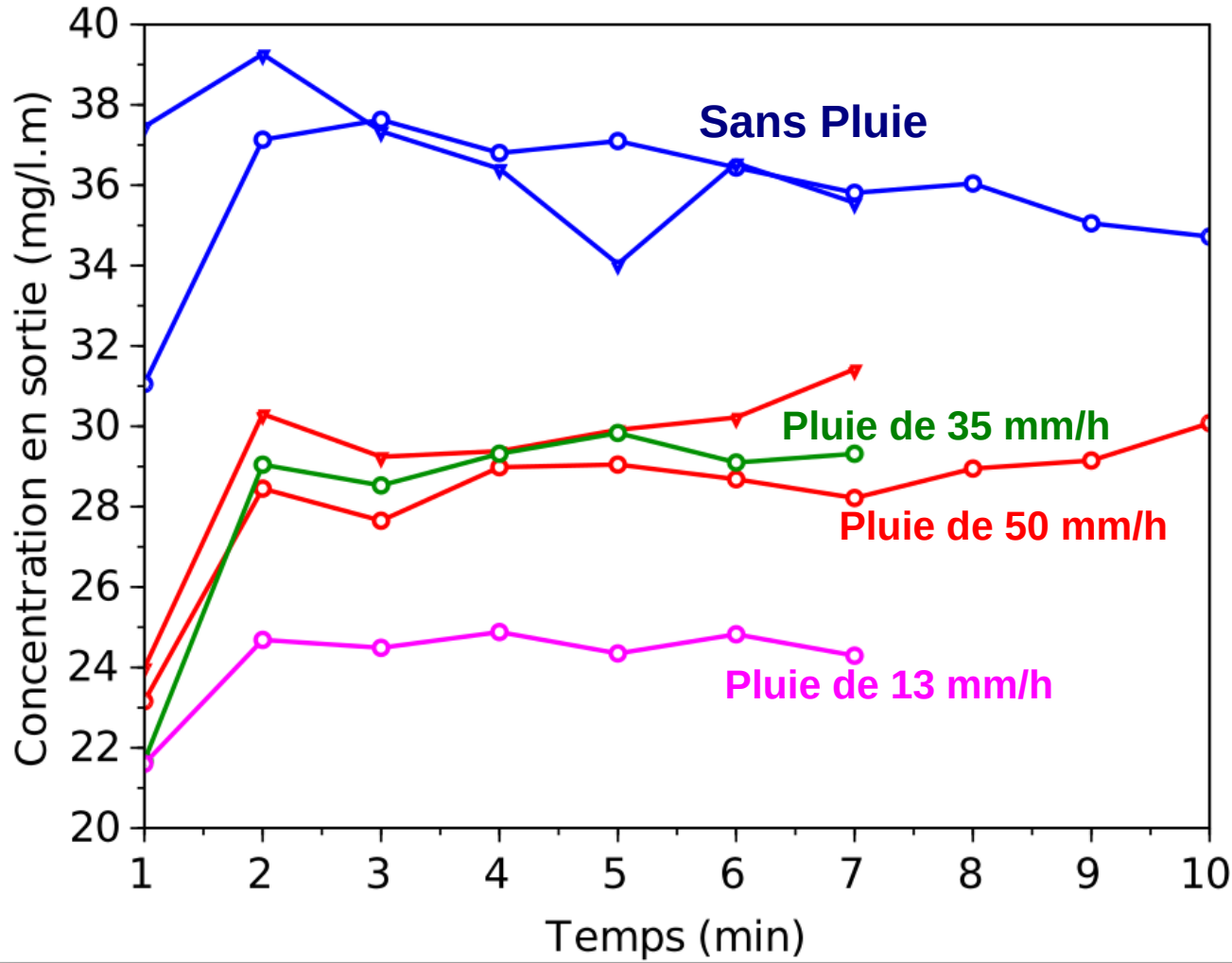
Sédiments à l'exutoire



- Environ **35%** de moins **avec la pluie**
- La pluie **accélère la sédimentation** des particules

Résultats expérimentaux : Tuyaux Poreux

Sédiments à l'exutoire



- La pluie **accélère la sédimentation** des particules
- Pas de répétitions des expériences!
- L'effet de la pluie ne semble pas linéaire !

Mécanisme sous-jacent ?

Conclusions et perspectives

- La pluie **a bien un effet sur la vitesse de sédimentation** des particules !
- La pluie accélère la **sédimentation** des particules !
- Besoin d'autres expériences :
 - pour **quantifier** l'effet de la pluie
 - pour **comprendre** le mécanisme sous-jacent (**idées bienvenues!**)

Article en lien : **Nouhou-Bako et al. (2016)**.
Earth Surface Processes and Landforms. Accessible en ligne