

IMPACT DE L'AJOUT D'ARGILE SUR LE TRANSPORT DE GOUTTES



INTRODUCTION



RÉPONDRE À UNE PROBLÉMATIQUE

Produits néfastes pour l'écosystème
et l'homme
Ruissellement et contamination des
sols
Dérive dans l'air

UN OBJECTIF FIXÉ

Mise en place du plan
Écophyto pour réduire de
moitié l'usage de pesticides
d'ici 2025

UNE ALTERNATIVE PLUS SAINTE POUR L'ENVIRONNEMENT

Utilisation de produits de
biocontrôle : mécanisme naturel
non néfaste pour l'homme, la faune
et la flore

SOMMAIRE

PROBLÉMATIQUE

Approfondir les connaissances physico-chimiques de l'argile kaolinite et étudier l'impact de l'ajout d'argile sur l'atomisation : obtenir des gouttes non soumises à la dérive et au ruissellement.



I. Présentation et caractérisation rhéologique d'un pesticide naturel

Connaître le régime d'atomisation à l'aide d'une étude rhéologique et approfondir les connaissances physiques de l'argile

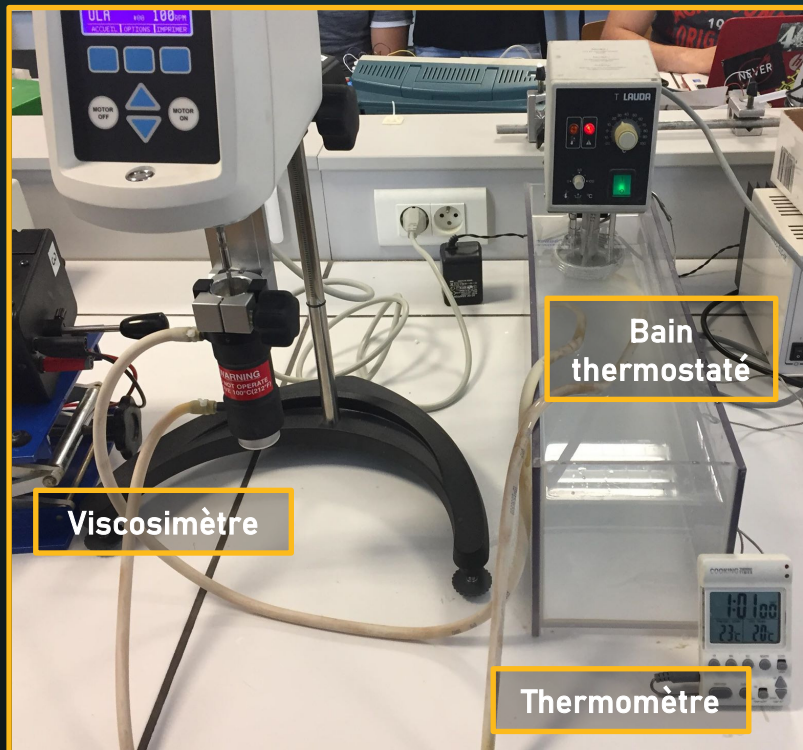
II. Mesure de la taille de gouttes

Étudier la granulométrie du mélange eau/argile pour obtenir une taille de gouttes optimale

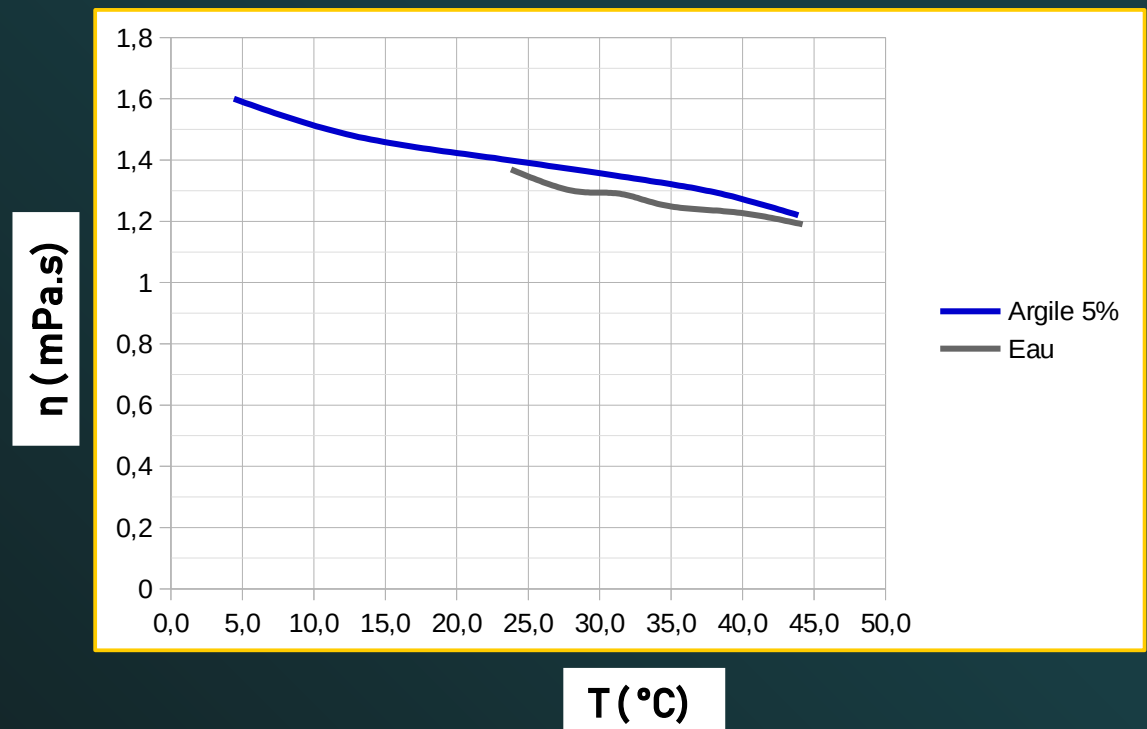
III. Étude de l'impact de l'ajout d'argile sur le pH

Approfondir les connaissances chimiques de l'argile et vérifier son impact sur le pH des sols

1. Mesure de la viscosité du mélange eau/argile



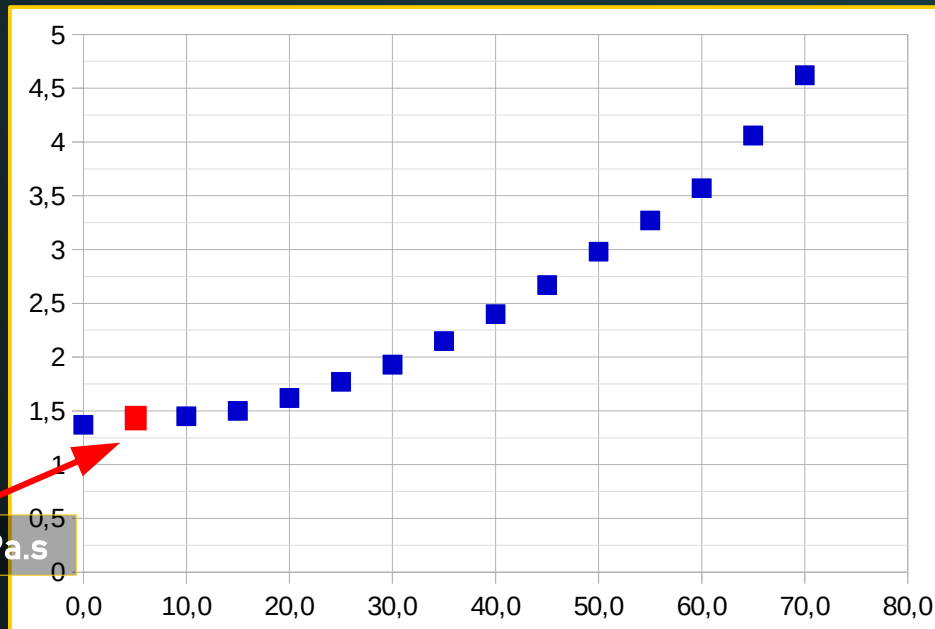
Mesure de la viscosité en fonction de la température



Plus la température augmente, plus la viscosité de l'argile diminue

1. Mesure de la viscosité du mélange eau/argile

Mesure de la viscosité en fonction de la concentration



$\eta = 1,41 \text{ mPa.s}$

Pourcentage d'argile

Plus la concentration d'argile est grande,
plus la viscosité augmente

$$\rho = 1041,9 \text{ kg.m}^{-3}$$

$$D_v = 9,72 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$d_{buse} = 1,5 \text{ mm}$$

$$S = \pi (d_{buse}/2)^2$$

Nombre de Reynolds :
(Argile 5%)

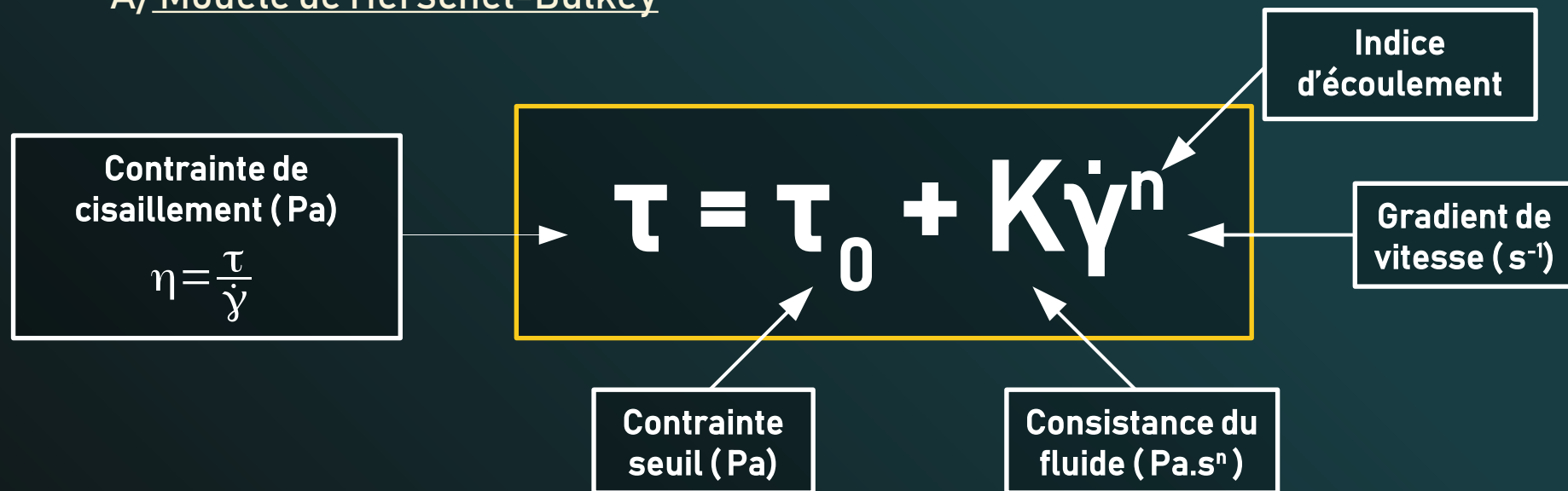
$$R_e = \frac{\rho \frac{D_v}{S} d_{buse}}{\eta}$$



$$R_e = 6,1 \cdot 10^3$$

2. Caractérisation du comportement du fluide

A/ Modèle de Herschel-Bulkey



- Si $\tau_0 = 0$ et $n=1$: Comportement Newtonien
- Si $\tau_0 = 0$ et $n>1$: Comportement rhéoépaississant
- Si $\tau_0 = 0$ et $n<1$: Comportement rhéofluidifiant
- Si $\tau_0 \neq 0$ et $n=1$: Modèle de Bingham

PRÉSENTATION ET CARACTÉRISATION

MESURE DE LA TAILLE DE GOUTTES

IMPACT DE L'ARGILE SUR LE PH DES SOLS

B/ Exploitation des résultats

Concentration	K	n	τ_0	η (mPa.s)	Re
5 %	0,0013	0,9934	0,0037	1,24	6932,5
10 %	0,0018	0,9684	0,0075	1,45	5928,5
15 %	0,0022	0,9478	0,0136	1,55	5545,0
20 %	0,0026	0,9429	0,0236	1,78	4829,4
25 %	0,0029	0,9357	0,0326	1,89	4548,3

τ (Pa)

- Fluide newtonien à des faibles concentrations
- Fluide rhéofluidifiant à des concentrations plus élevées

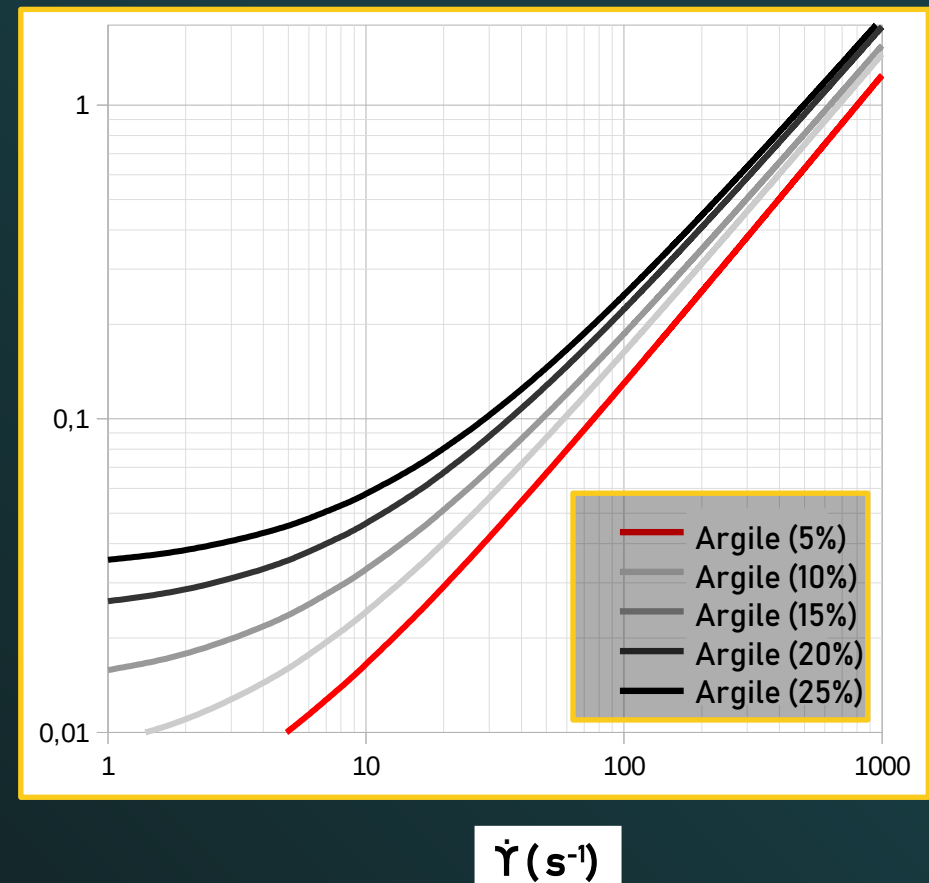
Rappel s:

$$\tau = \tau_0 + K\dot{\gamma}^n$$

et

$$\eta = \frac{\tau}{\dot{\gamma}}$$

Modélisations de Herschel-Bulkey



3. Mesure de la tension de surface par méthode de pesée de gouttes

Loi de Tate :
$$\gamma = \frac{m g}{2 \pi r_{\text{capillaire}}}$$

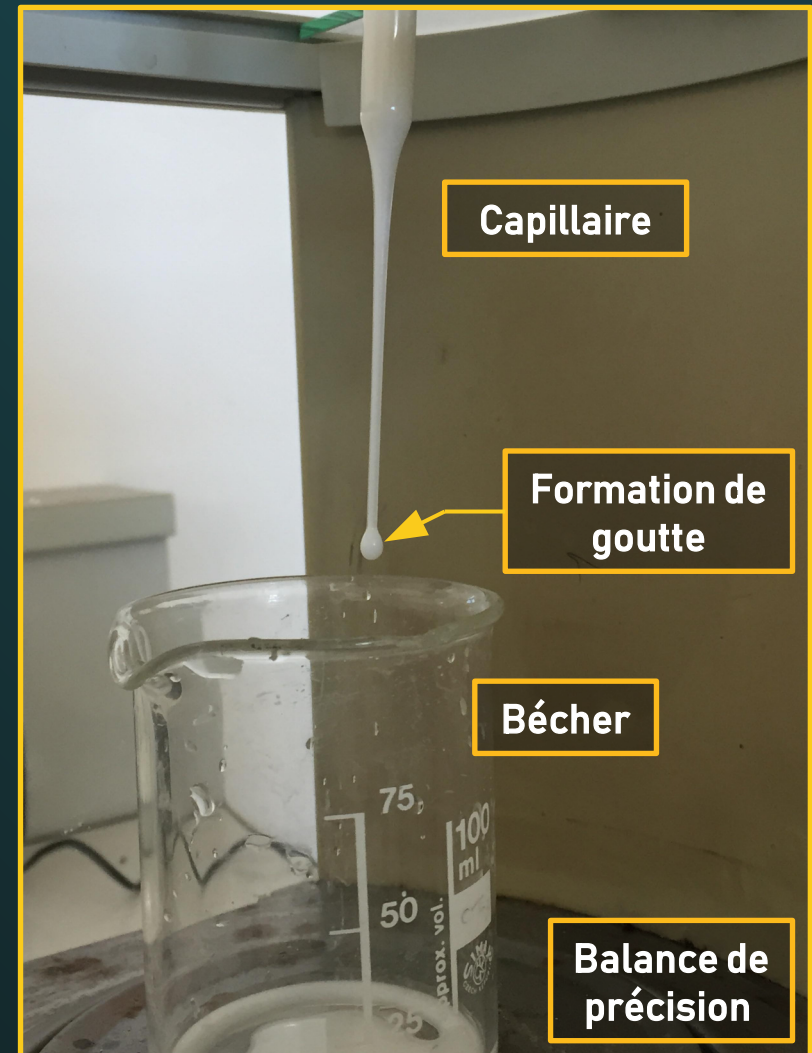
Avec : $m = [2,73 \pm 0,03] \times 10^{-5} \text{ kg}$
 $r_{\text{capillaire}} = 0,7 \text{ mm}$
 $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$

⇒
$$\gamma = [6,08 \pm 0,06] \times 10^{-2} \text{ N.m}^{-1}$$

Nombre de Weber :
(Argile 5%)

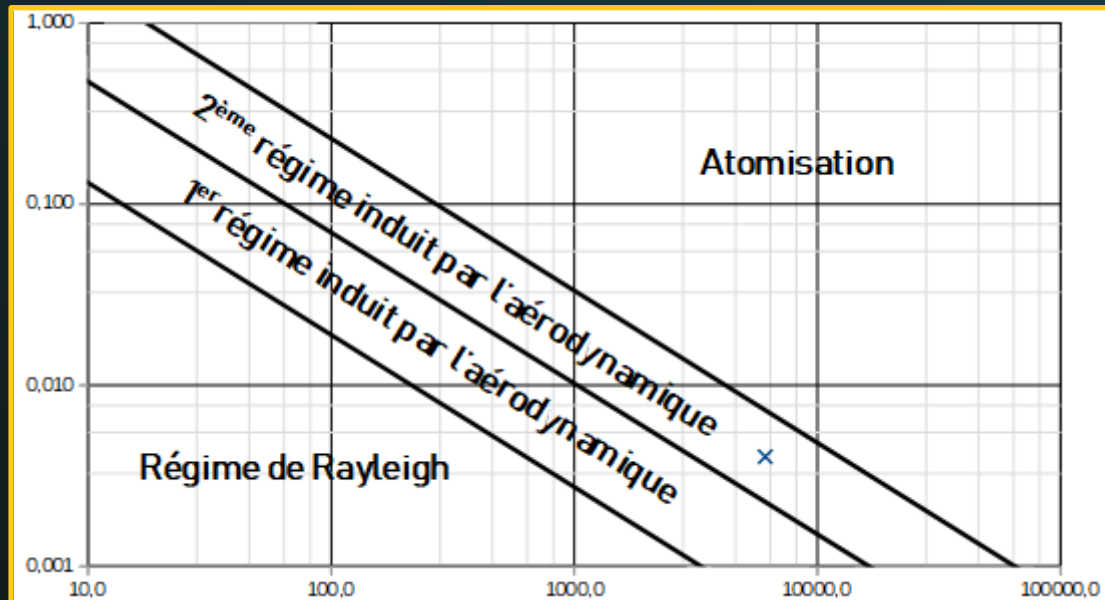
$$W_e = \frac{\rho \left(\frac{D_v}{S} \right)^2 d_{\text{buse}}}{\gamma}$$

⇒
$$W_e = 7,8.10^2$$



Bilan

Classification des régimes de rupture d'un jet liquide

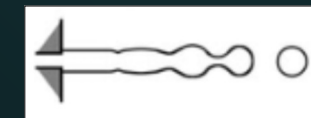
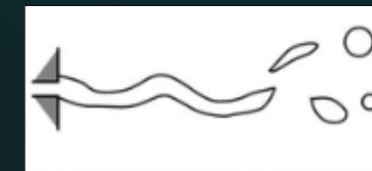
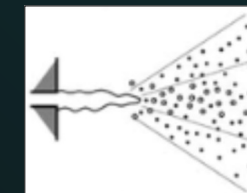


Nombre de Reynolds

Nombre d'Ohnesorge



Modèle de Rayleigh

1^{er} régime induit par
l'aérodynamique2^{ème} régime induit par
l'aérodynamique

Atomisation

Nombre de Ohnesorge :

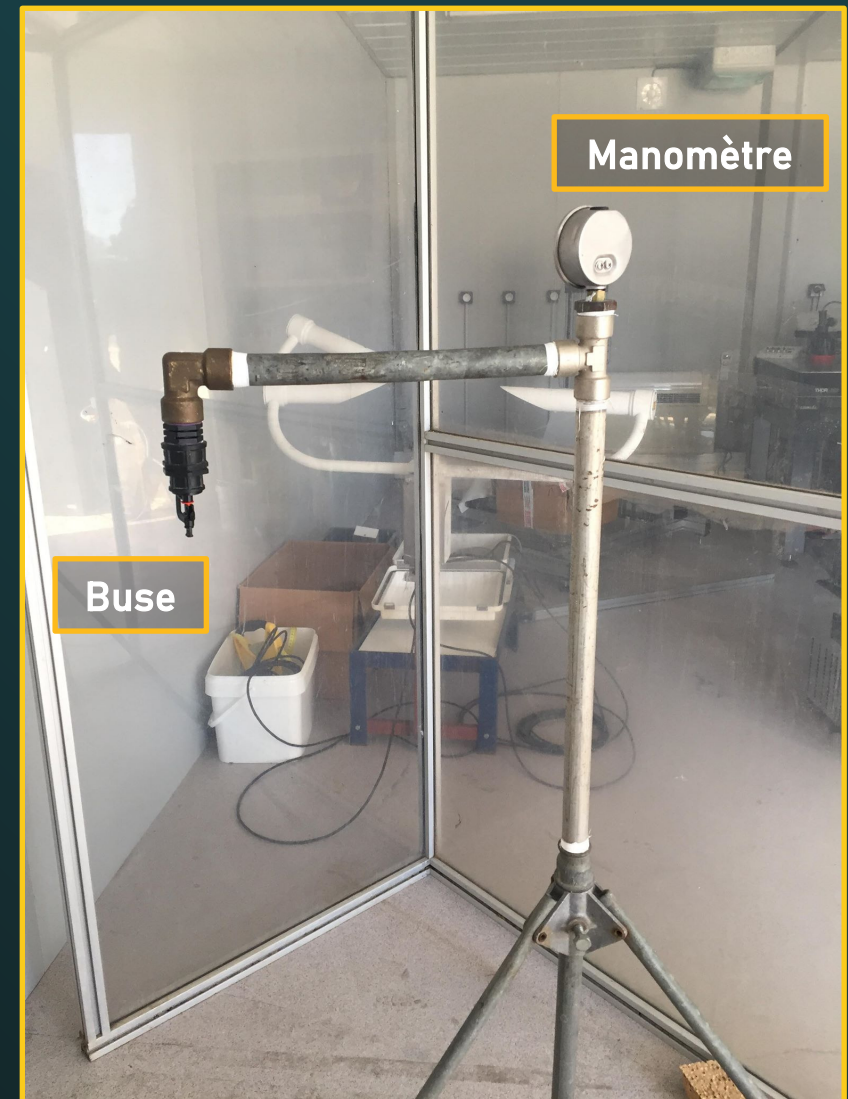
(Argile 5%)

$$O_h = \frac{\sqrt{W_e}}{R_e}$$

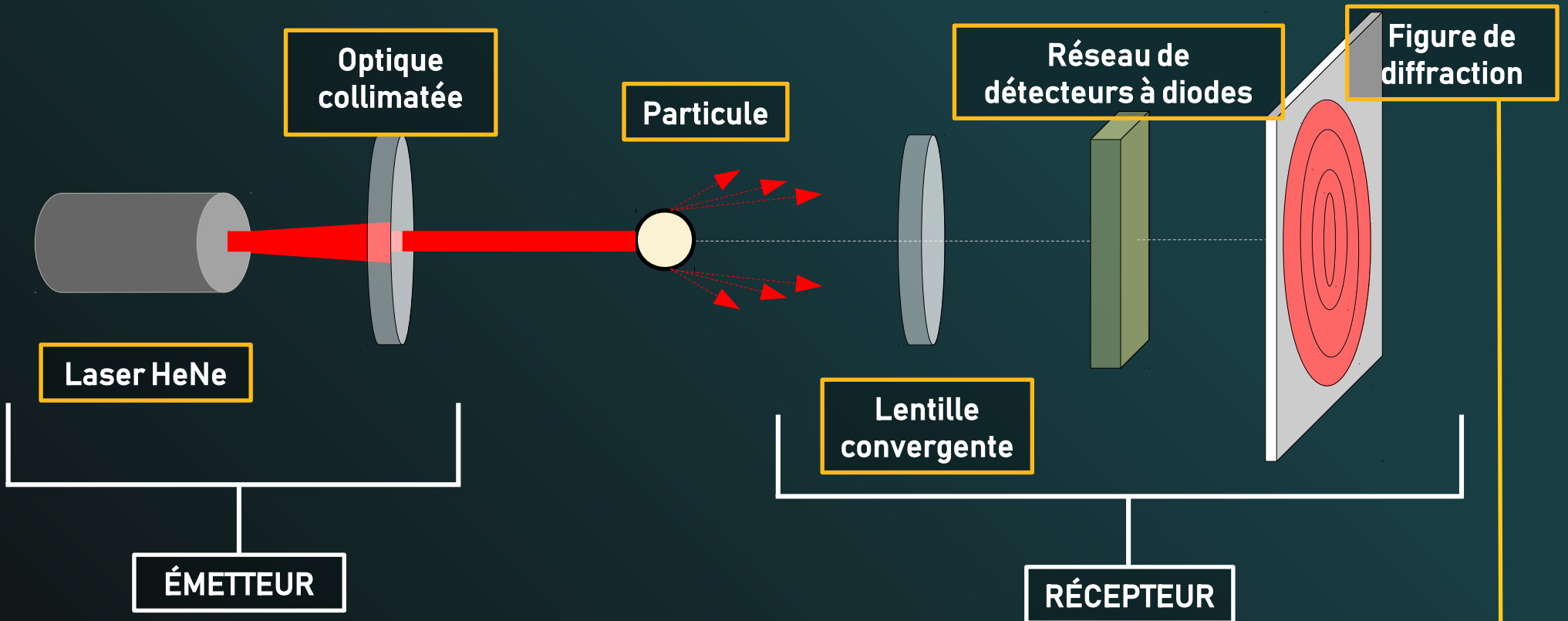


$$O_h = 4,0.10^{-3}$$

1. Présentation des expériences

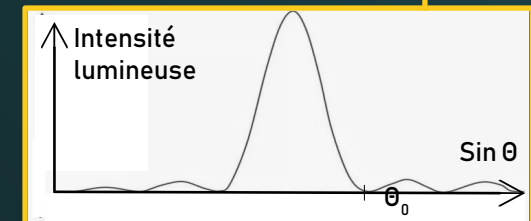


2. Principe de la granulométrie par diffraction LASER



APPROXIMATION DE FRAUNHOFER

- Particules sphériques
- Diamètre des particules supérieur à la longueur d'onde ($\lambda = 632,8 \text{ nm}$)
- Particules suffisamment éloignées les unes des autres
- Diffraction de la lumière avec la même intensité quelle que soit leur taille



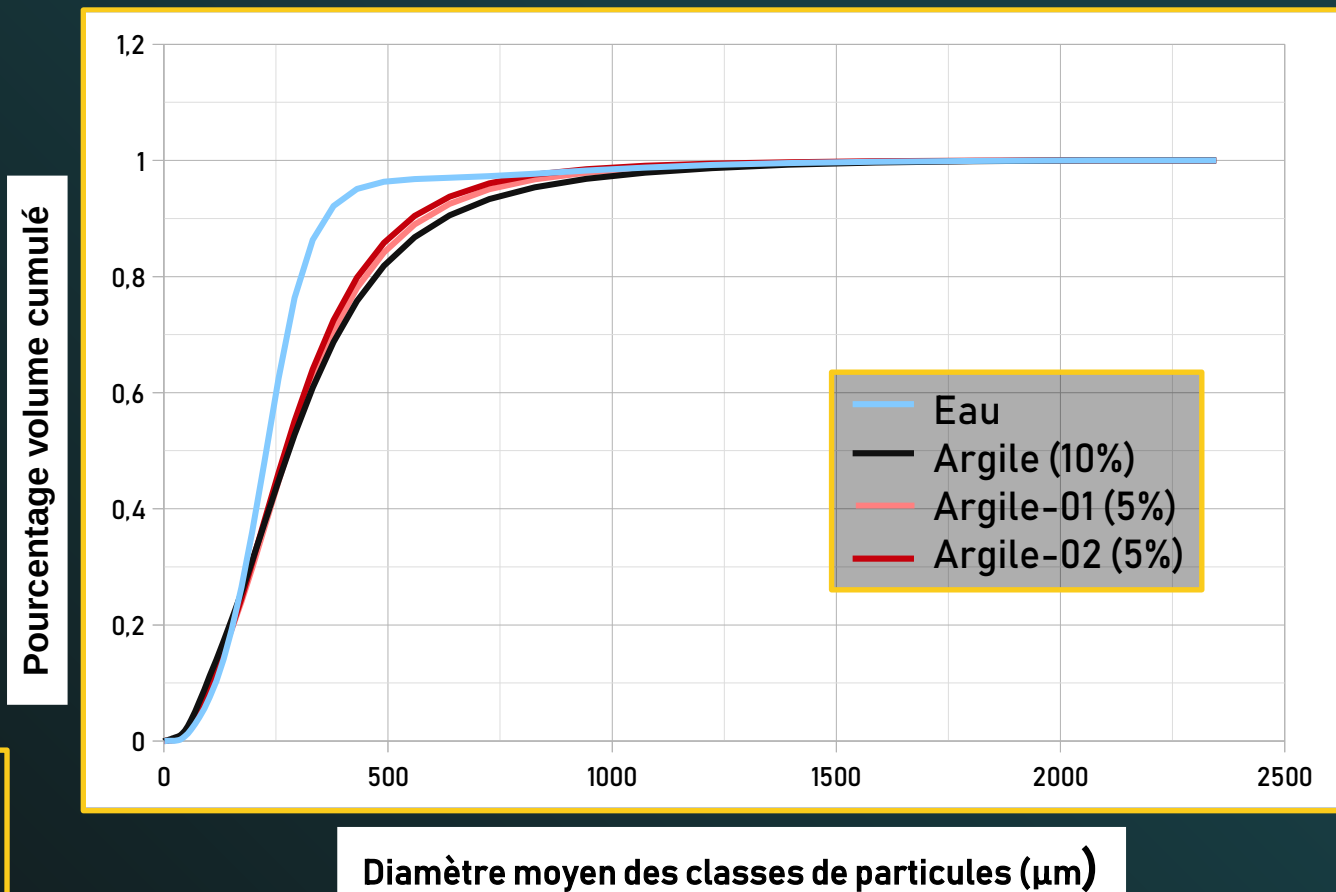
3. Exploitation des résultats

	D_{v50} (μm)
Eau	283,6
Argile-01 (5%)	290,5
Argile-02 (5%)	288,3
Argile (10%)	315,2

$$D_{\text{idéal}} = 220 \text{ μm}$$

$$100 \text{ μm} < D_{\text{idéal}} < 350 \text{ μm}$$

Graphique de distribution des tailles des particules



1. Particularité de l'argile kaolinite

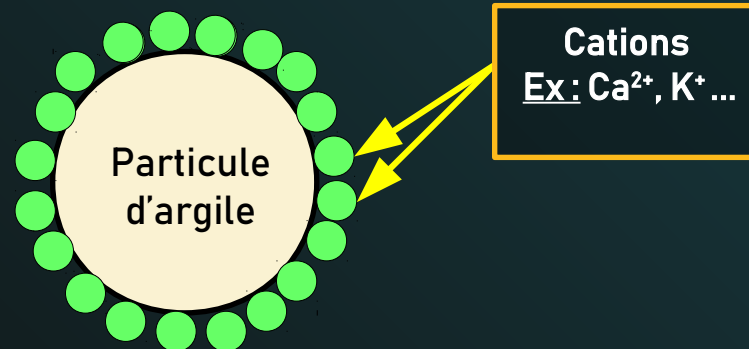
- Formule de l'argile Kaolinite :



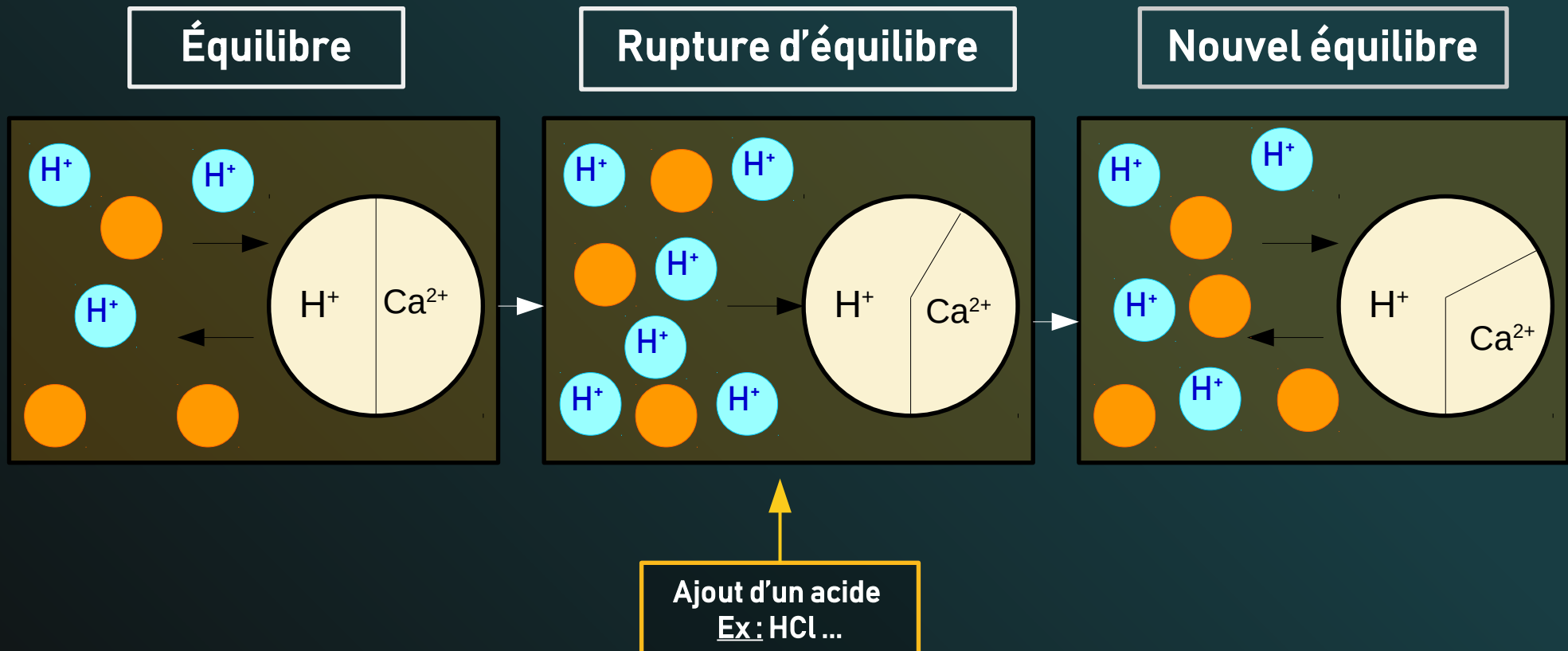
- Capacité d'échange cationique (CEC) : 3 à 15 meq/100g

└─ capacité du sol à retenir et à échanger les éléments nutritifs étant facilement disponibles pour les plantes

- Colloïde négatif :



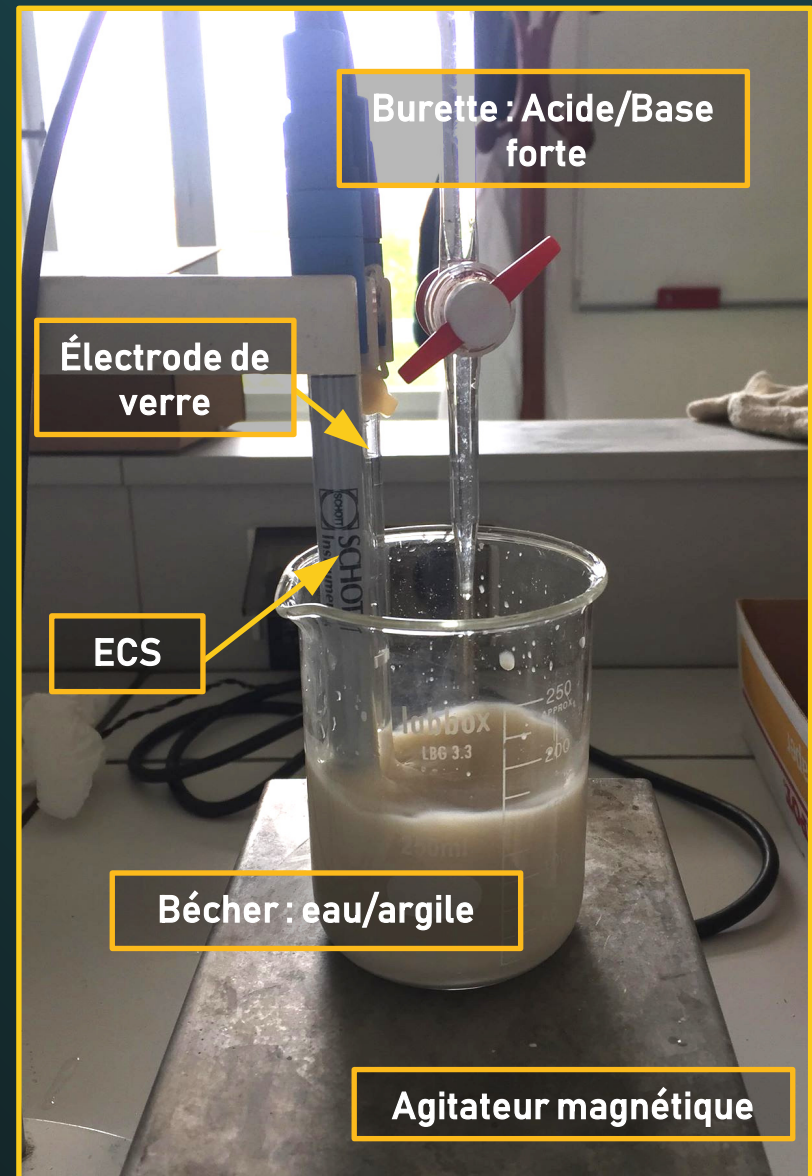
2. Pouvoir tampon

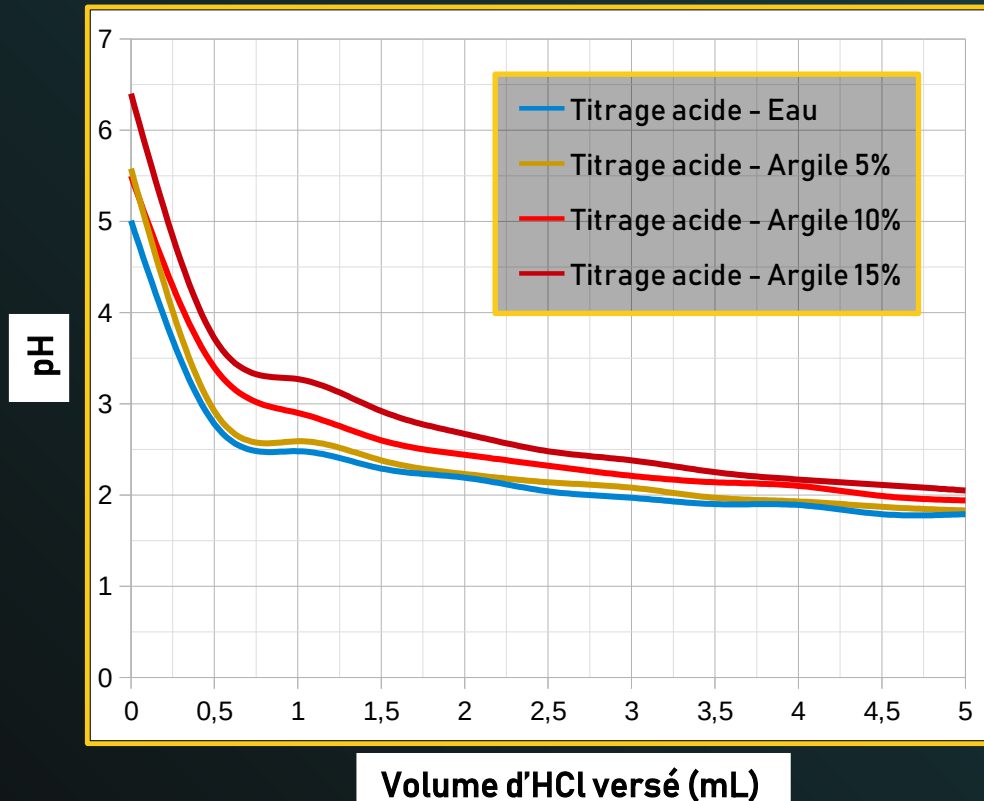


3. Mise en évidence du pouvoir tampon de l'argile

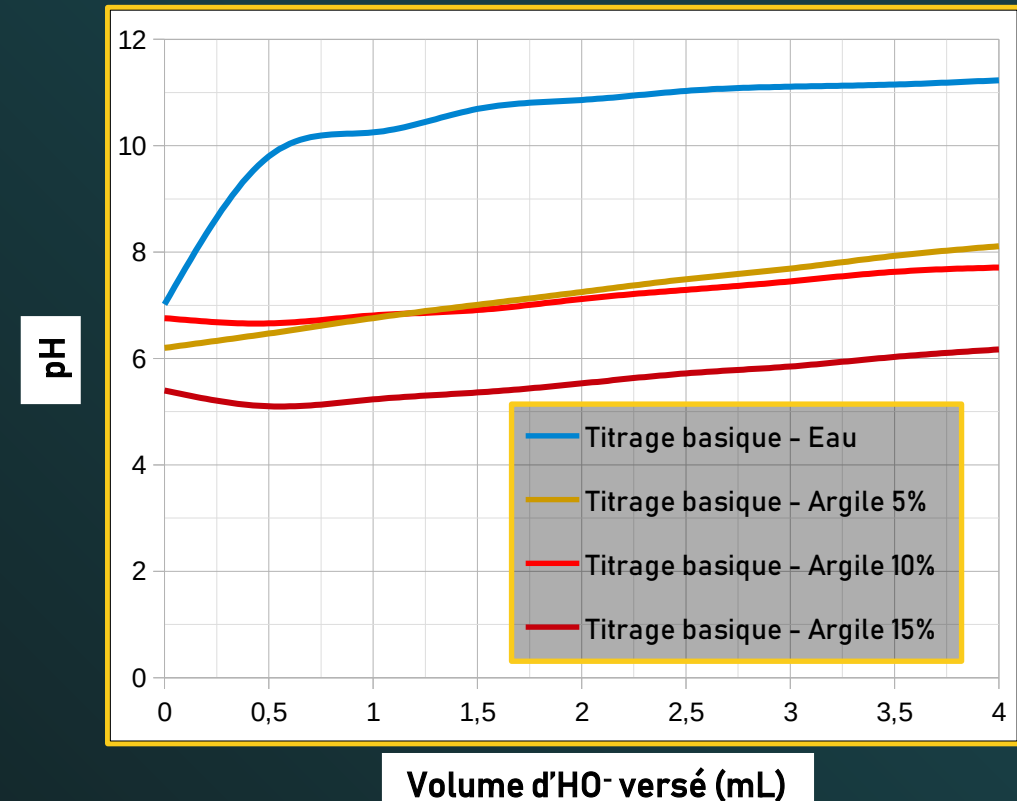
A/ Présentation de l'expérience

- Mesure de la variation du pH lors de l'ajout d'une solution d'acide chlorhydrique HCl de concentration à $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$
- Mesure de la variation du pH lors de l'ajout d'une solution de soude de concentration à $0,01 \text{ mol.L}^{-1}$



B/ Exploitation des résultatsEvolution du pH en milieu acide fort

Plus la concentration d'argile est grande, plus la variation de pH sera faible pour un même volume d'acide versé

Evolution du pH en milieu basique fort

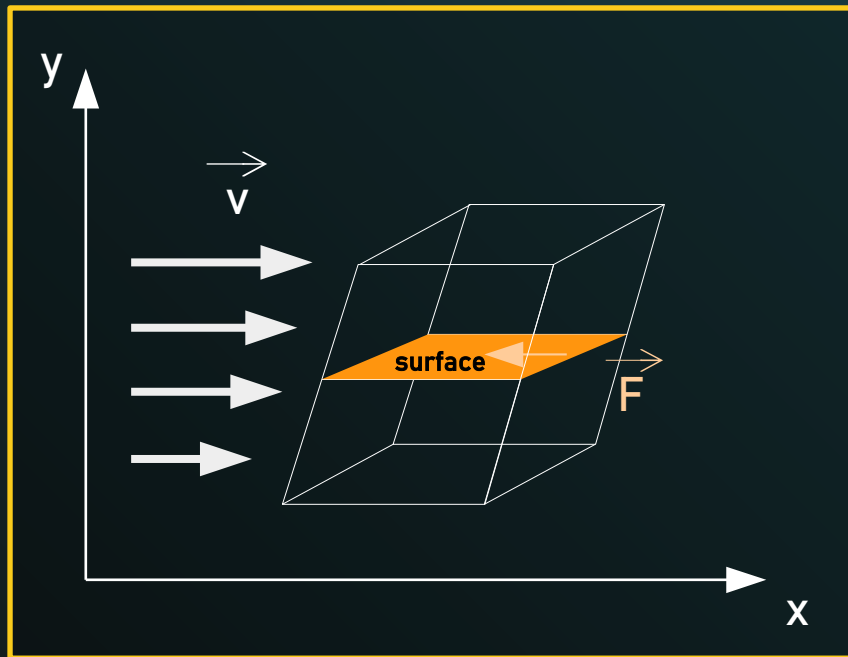
Plus la concentration d'argile est grande, plus la variation de pH sera faible pour un même volume de base versée

CONCLUSION

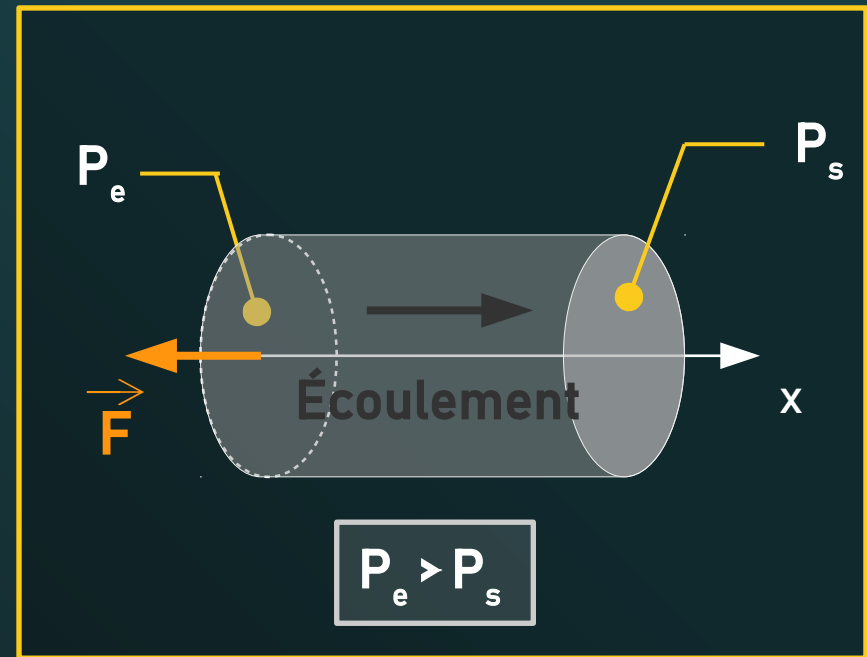
	Résultats de l'étude	Limites
Rhéologie	<ul style="list-style-type: none"> - Comportement newtonien pour argile à 5 %, au-delà tendant vers le rhéofluidifiant - 2^{ème} régime induit de l'aérodynamique 	Gradient de vitesse $\dot{\gamma}_{\max} < 10^5 \text{ s}^{-1}$
Granulométrie	Argile à 5 % $100 \mu\text{m} < D_{v50} < 350 \mu\text{m}$ → Dérive et ruissellement ± évité	Concentration non constante pour cause de sédimentation de l'argile
pH-métrie et pouvoir tampon	Pouvoir tampon de l'argile mis en évidence	CEC plutôt faible avec l'argile Kaolinite → Sol faible-moyen

ANNEXE 1: Viscosité

Cas général



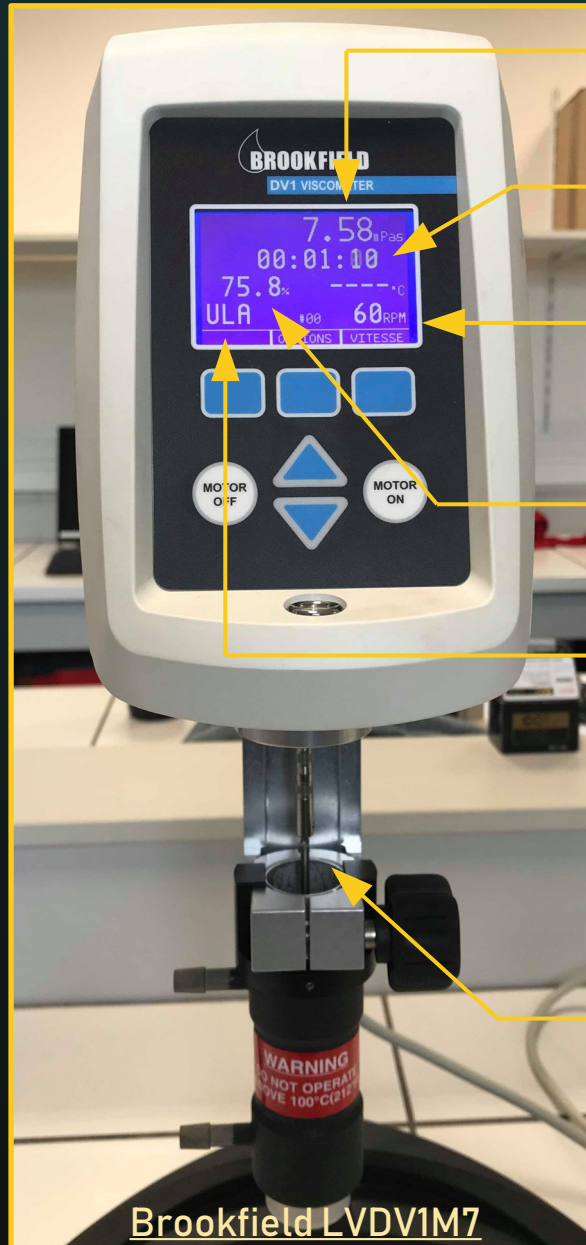
Cas particulier



Force de cisaillement :

$$d\vec{F} = \eta \frac{dv_x}{dy} S \vec{u}_x$$

ANNEXE 2 : Viscosimètre



Viscosité (mPa.s)

Temps d'acquisition

Vitesse de rotation
(Tour par minute)

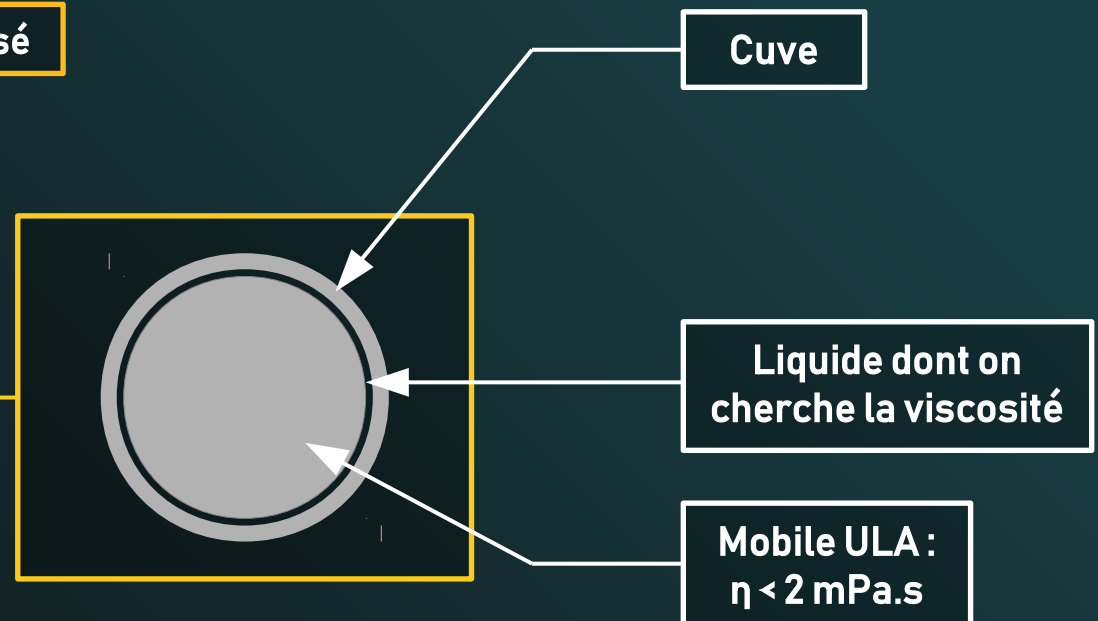
Pourcentage de couple
de torsion maximal

Mobile utilisé

Remarques

Validité au-delà de 10 %

Valeur idéale proche de 100 % mais
pas égale car sinon mesure non
exploitable



Cuve

Liquide dont on
cherche la viscosité

Mobile ULA :
 $\eta < 2 \text{ mPa.s}$

Brookfield LVDV1M7

ANNEXE 3 : Loi de Tate

Système : goutte de masse m

Bilan des forces : - Poids $P = m g$

- Tension superficielle

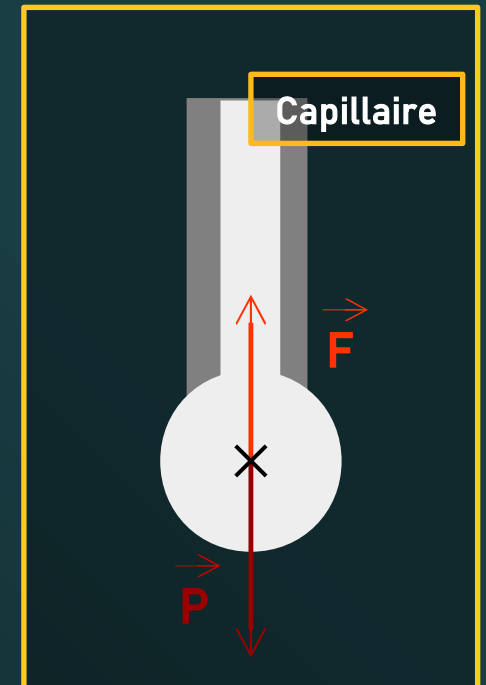
$$F = 2 \pi r_{\text{capillaire}} \gamma$$

Au moment où la goutte se détache :

$$P = F$$



$$m = \frac{2 \pi r_{\text{capillaire}} \gamma}{g}$$

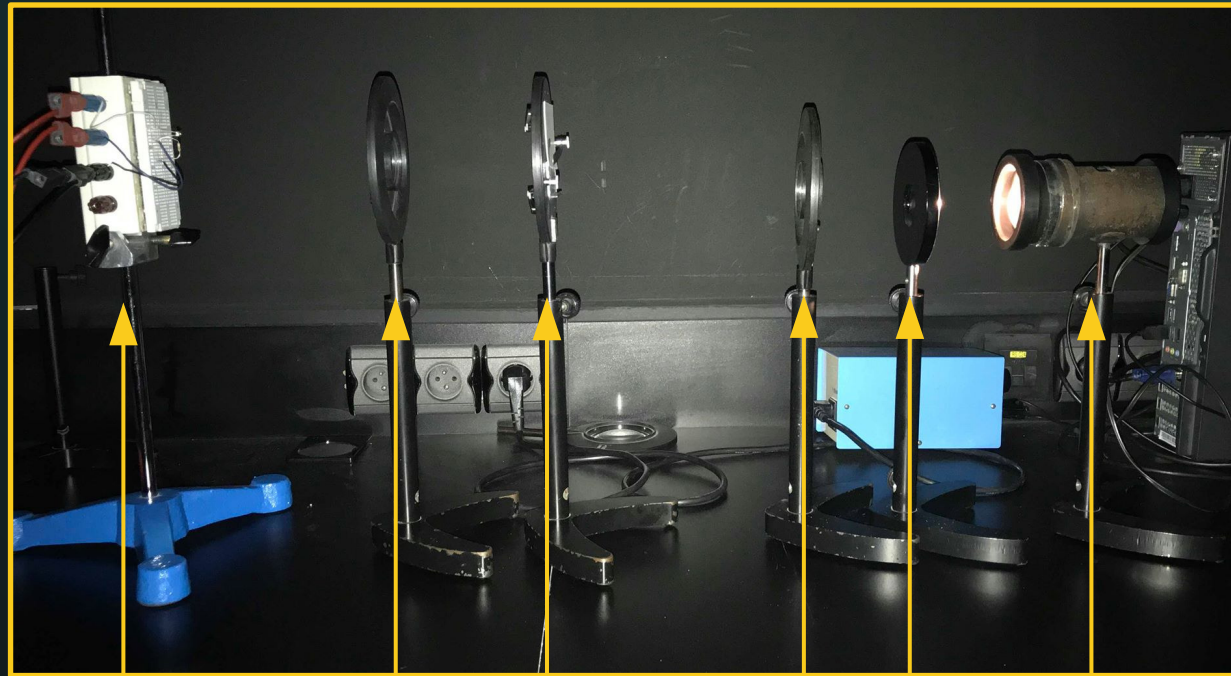


ANNEXE 4 : Granulomètre SPRAYTEC

- ① Source LASER HeNe
- ② Optique collimatée
- ③ Zone de mesure
- ④ Optique de Fourier
- ⑤ Réseau de détecteurs à diodes
- ⑥ Système d'acquisition rapide de données
- ⑦ Banc optique



ANNEXE 5 : impact de l'argile sur la photosynthèse



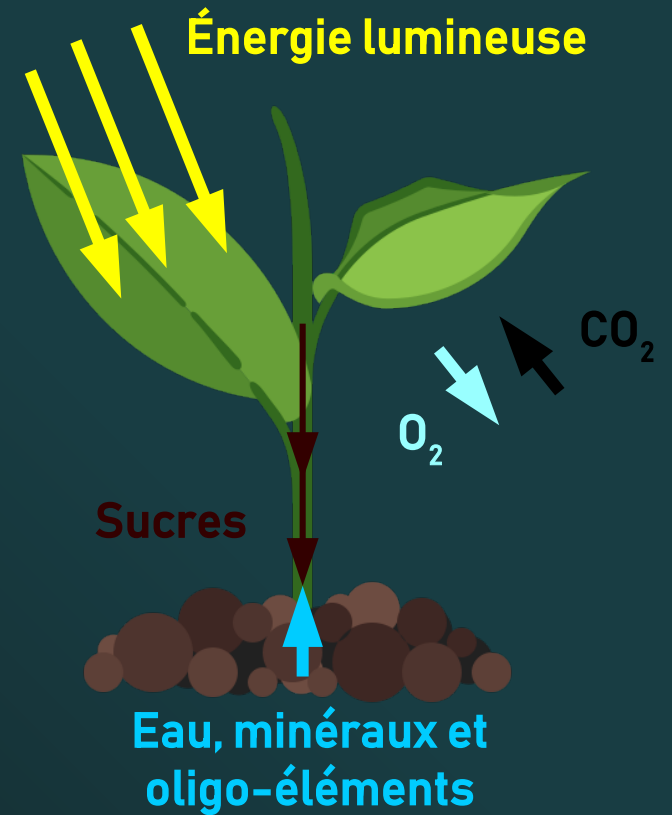
Montage
Photodiode

Lame en verre
d'argile

Lentilles
convergentes

Diaphragme

Lumière
blanche



Sans la lame d'argile :
 $I = 100 \text{ mLux}$

Avec la lame d'argile :
 $I = 50-70 \text{ mLux}$