

Gestion des eaux usées

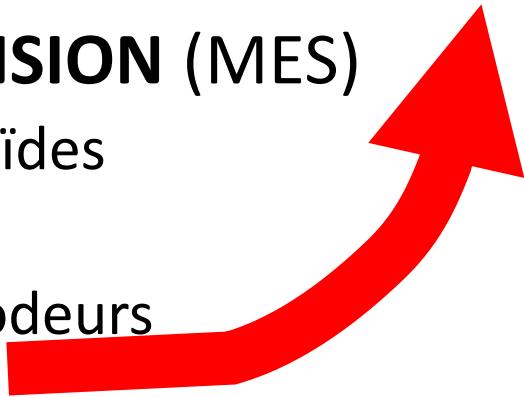
- Contexte général
- Caractérisation des eaux
- Gestion des eaux usées
 - Introduction
 - Les prétraitements
 - **Le traitement primaire**
 - Le traitement secondaire
 - Le traitement tertiaire
 - Le traitement des boues



Traitement primaire

FONCTION

POLLUTION INSOLUBLE

- Extraire les **MATIÈRES EN SUSPENSION (MES)**
 - Particules fines ($\geq 0,45 \mu\text{m}$) → colloïdes
 - Minérales ou organiques
 - Fermentation possible → risque d'odeurs
- BOUES PRIMAIRES
- 

JUSTIFICATION

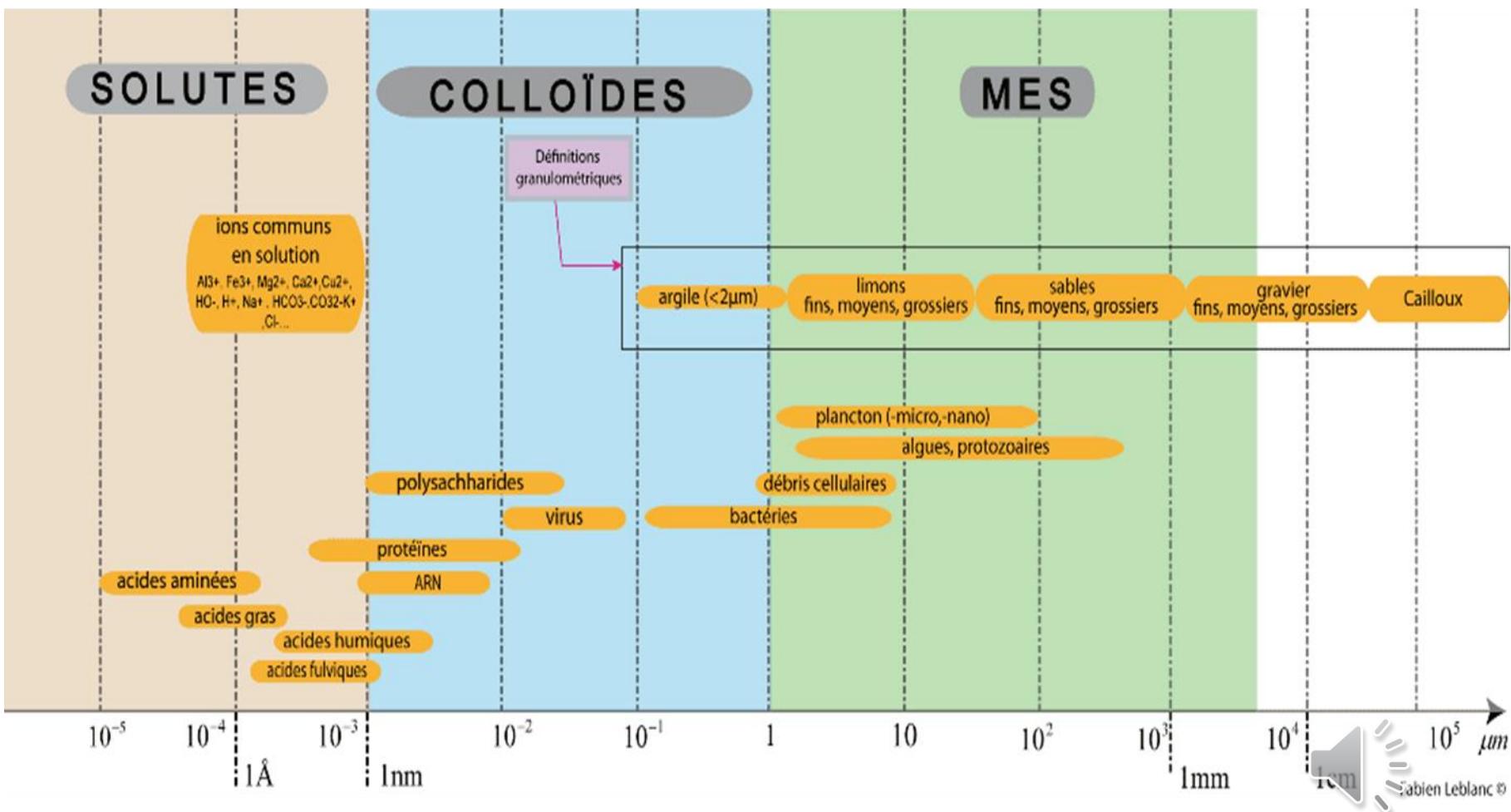
- Envasement
 - ↓ aération → risque d'anoxie → ↓ autoépuration
 - difficultés d'enracinement et de nidation
- Polluants adsorbés : métaux lourds, hydrocarbures, ...



Traitement primaire

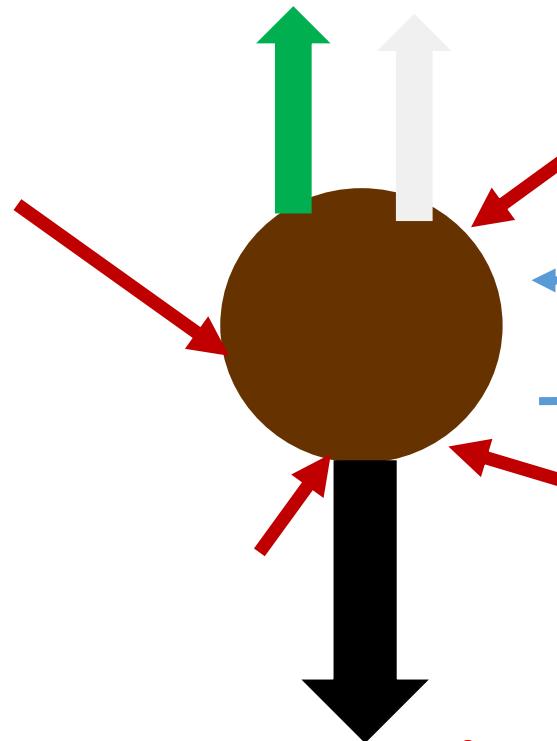
| Diamètre de la particule [μm] | Type de particules | Temps de décantation pour 1m d'eau | Surface spécifique [m^2/m^3] |
|--|--------------------|------------------------------------|---|
| 10^4 | gravier | 1s | 10^2 |
| $10^2 \text{ à } 10^3$ | sable | 10 s à 2 minutes | $10^3 \text{ à } 10^4$ |
| 10 | limon | 2 heures | 10^5 |
| 1 | Argile «grossière» | 2 jours | 10^6 |
| 10^{-1} | bactérie | 8 jours | $10^7 \text{ à } 10^8$ |
| $10^{-3} \text{ à } 10^{-1}$ | Colloïdes fins | 2 à 20 ans |  |

Tailles des constituants d'une eau résiduaire



Forces appliquée à des particules en suspension dans un fluide

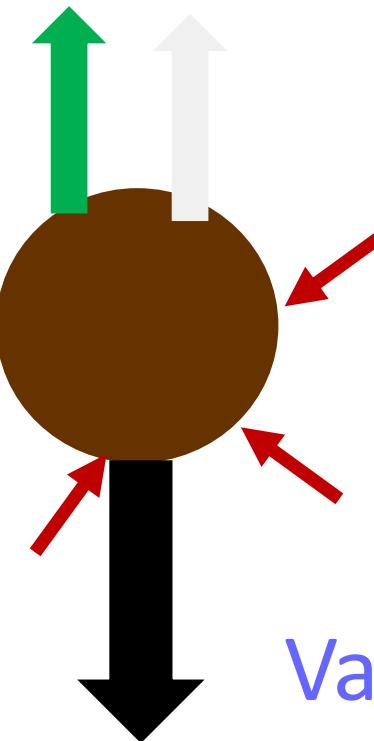
Gravité



Archimète

Electrostatique
(répulsion)

Frottements



Brown

Van der
Waals
(attraction)⁵

Forces appliquée à des particules en suspension dans un fluide

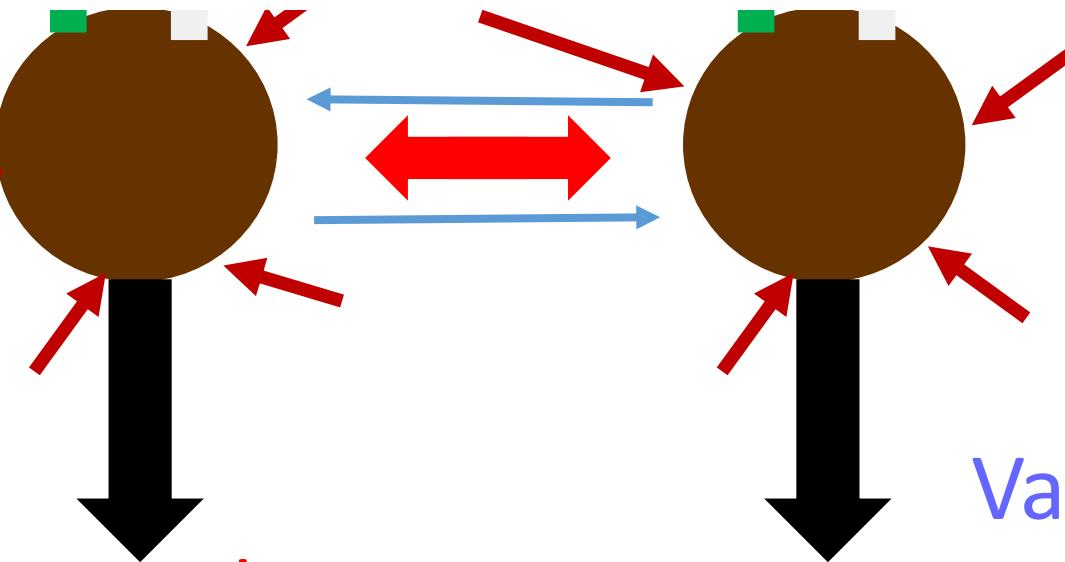
Gravité



Archimède

Forces apparemment appliquées à des particules **fines** en suspension dans un fluide → **suspension colloïdale**

Frottements

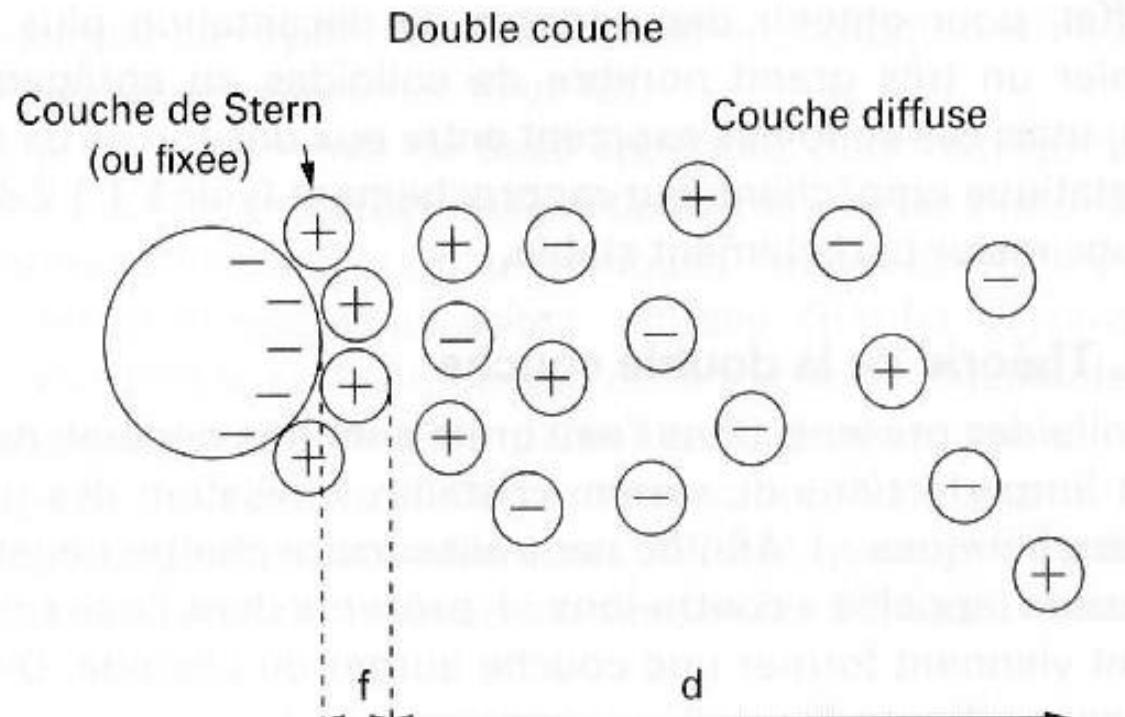


Brown

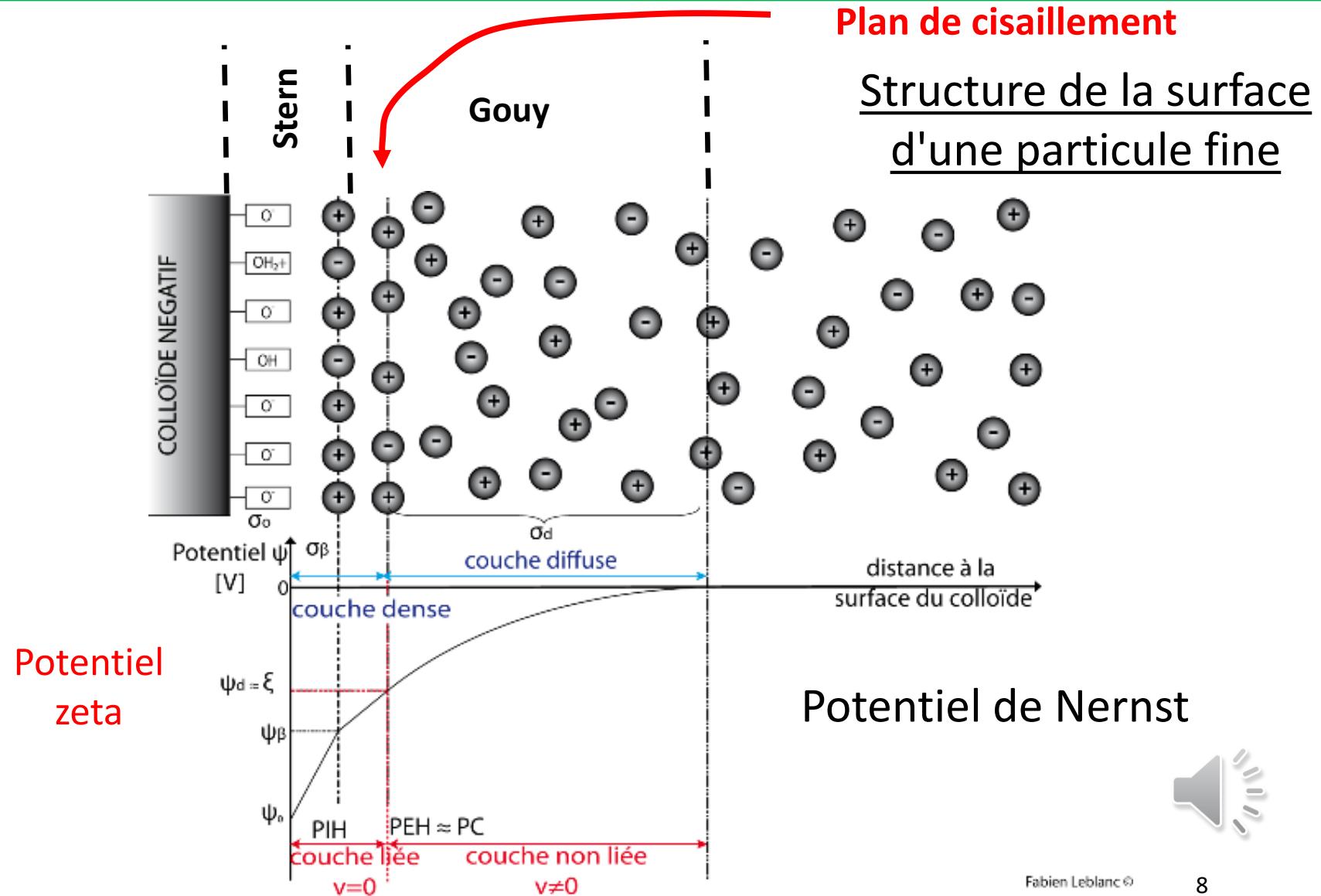
Electrostatique
(répulsion)

Van der
Waals
(attraction)

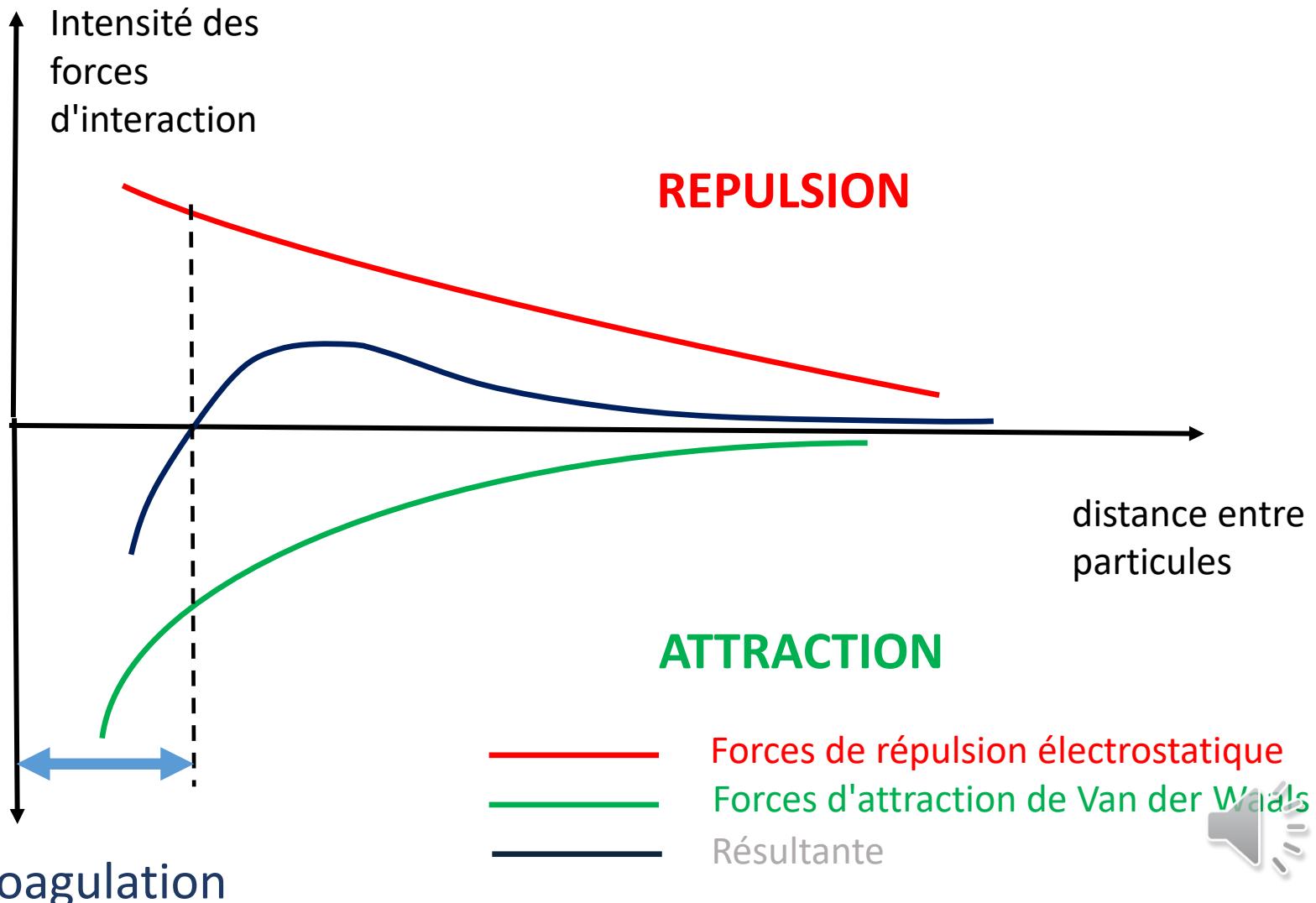
Coagulation – flocculation



Coagulation – floculation



Coagulation – flocculation



D'après Edeline : l'épuration physico-chimique des eaux

Coagulation

- Objectif : déstabiliser une suspension colloïdale
- Processus
 - neutralisation des charges → **diminution des forces de répulsion**
 - compression des couches répulsives → **diminution de la distance entre particules**



Coagulation

- Méthodes
 - **Coagulation mécanique** → rapprochement suffisant via une agitation intense
 - **Coagulation physico-chimique**
 - Coagulation électrostatique → neutralisation des forces électrostatiques répulsives par mélange d'un électrolyte à la suspension
 - Coagulation par adsorption → adjonction d'ions fortement chargés qui se fixent sur la particule et s'associent entre eux par polymérisation → Fe^{+++} et Al^{+++} → **microfloculation**
 - Préfloculation → adjonction d'un polyélectrolyte : polymère naturel (amidon, gomme de Guar, gélatines, ...) ou synthétique (polyacrilamide, polyvinylpyridinium, polyacrylate, ...) → **microfloculation**



Flocculation

- Objectifs

- Former des particules (**flocs**) sédimentables
- Améliorer la **filtrabilité** d'une suspension (déshydratation des boues)

- Processus en 2 temps

- microflocculation

- = agrégation des particules neutralisées → microflocs ($0,01 \mu\text{m} \rightarrow 1 \text{ à } 10 \mu\text{m}$)
- provoquée par mouvement brownien ($\div T^\circ$) et polymérisation des sels métalliques hydratés

- macroflocculation

- = regroupement de microflocs → **flocs** ($1 \text{ à } 10 \mu\text{m} \rightarrow \text{quelques mm}$)
- provoquée par "floculants" et/ou agitation mécanique induite



Flocculation

- Facteurs
 - Contacts (chocs) → agitation (orthocinétique)
 - Concentration /!\ risque de déflocculation si excès
 - Nature des floculants → formation de flocs volumineux et solides
 - (**coagulants** après polymérisation)
 - Silice activée
 - Polymères organiques naturels (alginates)
 - Polymères organiques synthétiques anioniques, cationiques ou non ioniques
 - ...

