

# 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 ( $\geq 0,45 \mu\text{m}$ )  $\rightarrow$  colloïdes
  - Minérales ou organiques
  - Fermentation possible  $\rightarrow$  risque d'odeurs

$\rightarrow$  **BOUES PRIMAIRES**

## JUSTIFICATION

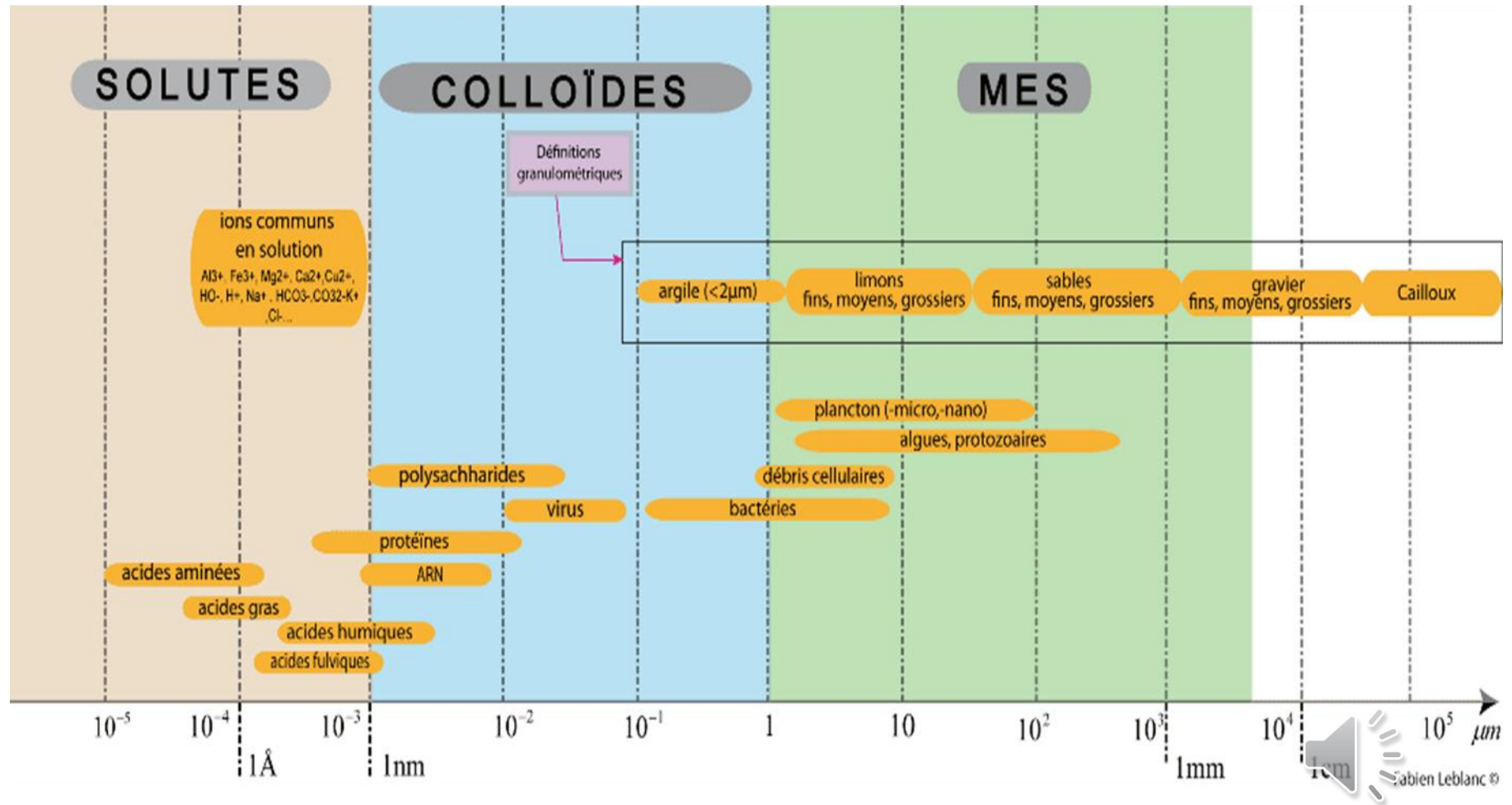
- Envasement
  - $\rightarrow$   $\downarrow$  aération  $\rightarrow$  risque d'anoxie  $\rightarrow$   $\downarrow$  autoépuration
  - $\rightarrow$  difficultés d'enracinement et de nidation
- Polluants adsorbés : métaux lourds, hydrocarbures, ...



# Traitement primaire

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

# Tailles des constituants d'une eau résiduaire



<http://technique.eau.free.fr>

# Forces appliquée à des particules en suspension dans un fluide

Gravité

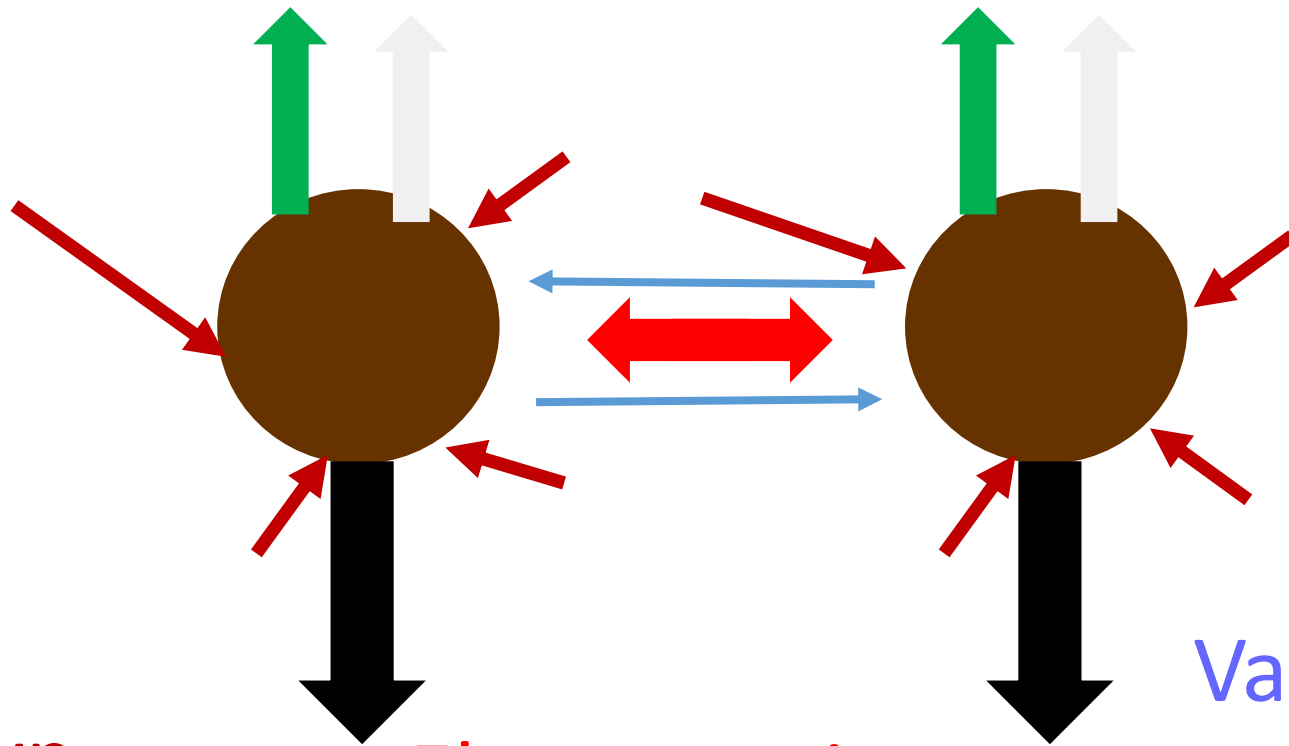
Archimède

Frottements

Brown

Electrostatique  
(répulsion)

Van der  
Waals  
(attraction)<sup>5</sup>



# Forces appliquée à des particules en suspension dans un fluide

Gravité

Archimède

Frottements

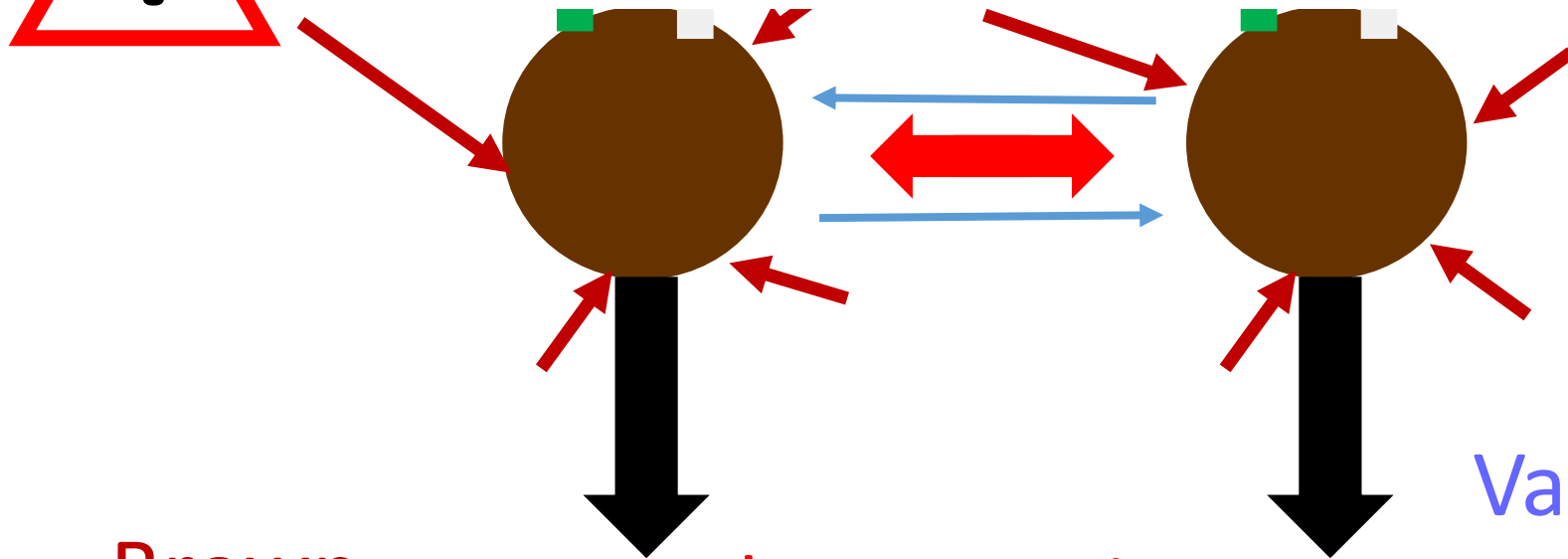


Forces apparemment appliquées à des particules fines en suspension dans un fluide → **suspension colloïdale**

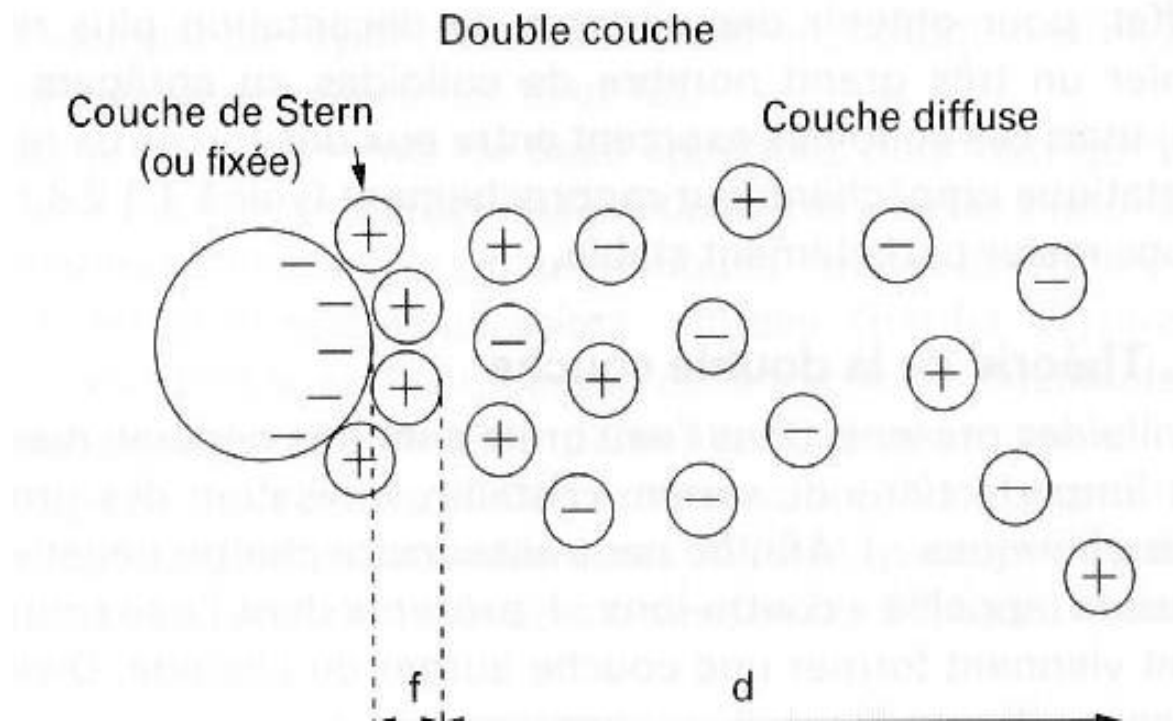
Brown

Electrostatique  
(répulsion)

Van der  
Waals  
(attraction)<sup>6</sup>



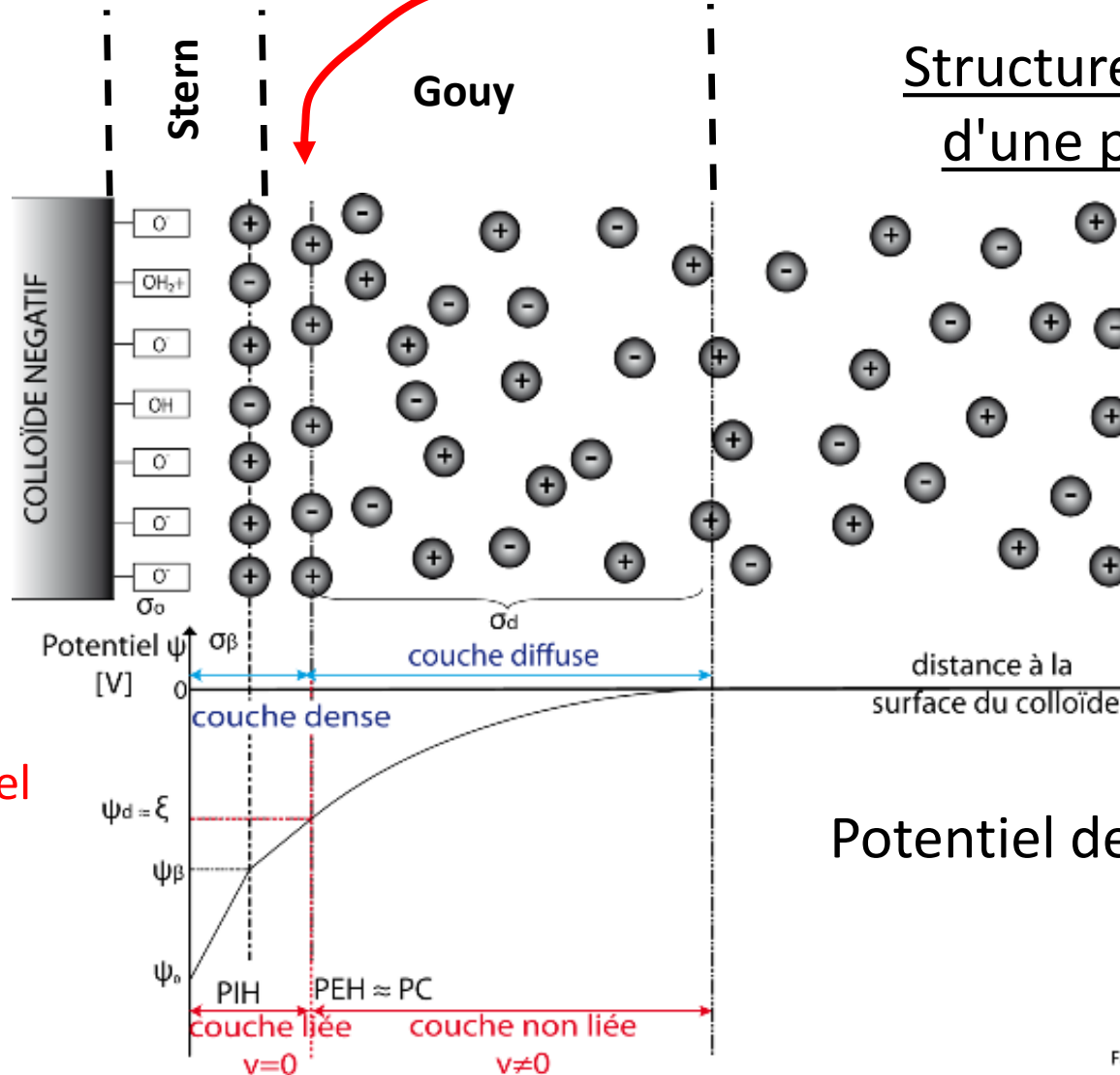
# Coagulation – flocculation



# Coagulation – flocculation

**Plan de cisaillement**

Structure de la surface  
d'une particule fine



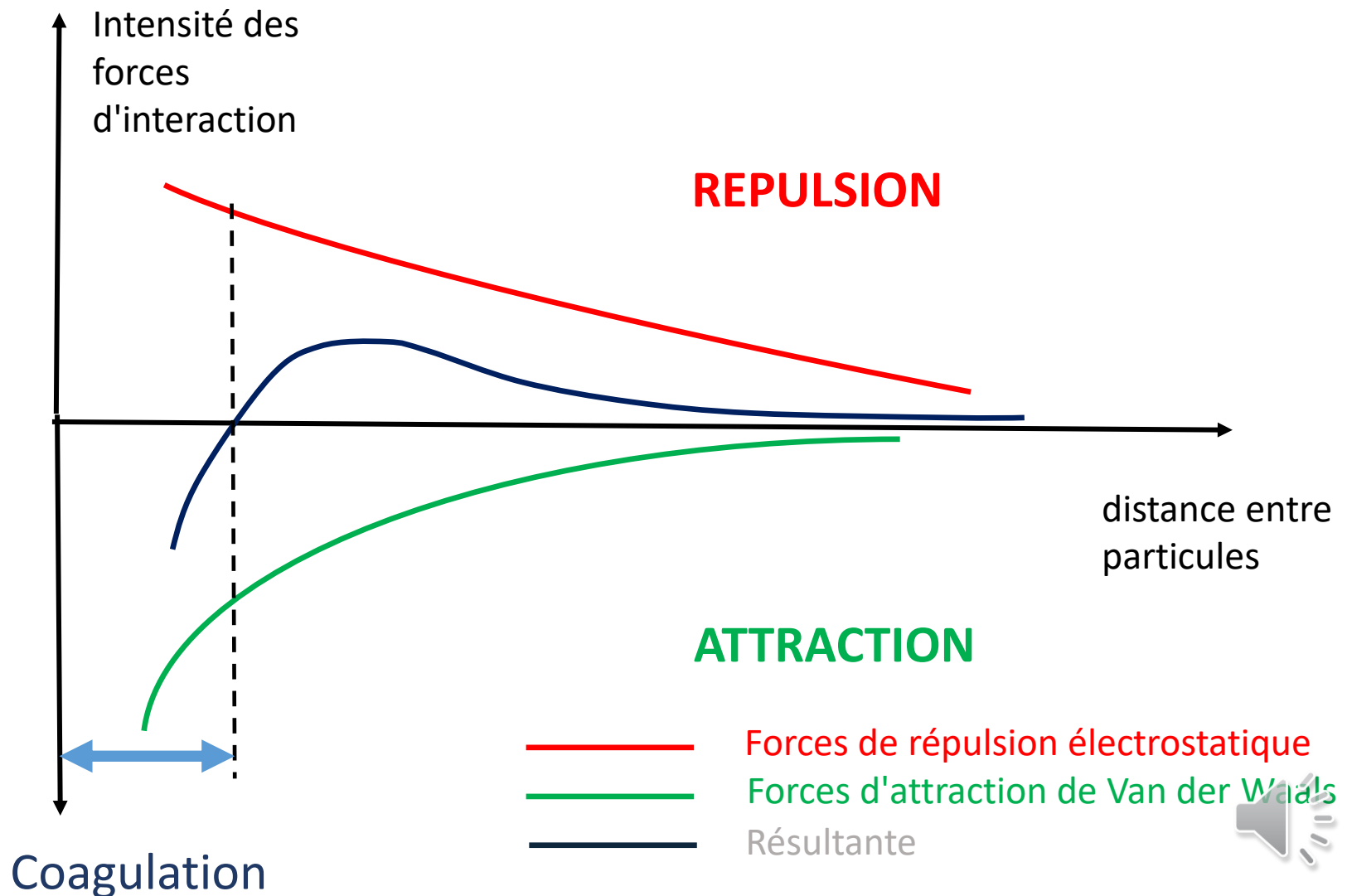
**Potentiel  
zeta**

**Potentiel de Nernst**





# Coagulation – flocculation



# 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 →  $\text{Fe}^{+++}$  et  $\text{Al}^{+++}$  → **microfloculation**
  - Préfloculation → adjonction d'un polyélectrolyte : polymère naturel (amidon, gomme de Guar, gélatines, ...) ou synthétique (polyacrilamide, polyvinylpyridinium, polyacrylate, ...) → **microfloculation**



# Floculation

- Objectifs

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

- Processus en 2 temps

- microfloculation

- = 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

- macrofloculation

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



# Floculation

## • Facteurs

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

