TITRAGES CHIMIQUES

— TERMINALE – PHYSIQUE-CHIMIE —

1. TITRER : PRINCIPE ET VOCABULAIRE 2. RELATION À L'ÉQUIVALENCE

Un **titrage** détermine la quantité de matière du **réactif titré** en le faisant réagir avec un **réactif titrant** de concentration connue, versé à la burette.

- réaction de titrage **totale**, **rapide** et **unique** ;
- **équivalence** : réactifs mélangés dans les **proportions stœchiométriques**, tous deux entièrement consommés ; volume versé V_E ;
- méthode **destructive**, sans gamme d'étalons.

Pour $a\,\mathrm{A} + b\,\mathrm{B} \rightarrow$ produits (A titré, B titrant) :

$$\frac{c_\mathrm{A} V_\mathrm{A}}{a} = \frac{c_\mathrm{B} V_E}{b} \qquad (a = b = 1 : c_\mathrm{A} V_\mathrm{A} = c_\mathrm{B} V_E)$$

Composition du système ($H_3O^+ + HO^- \longrightarrow 2\,H_2O$)

$V < V_E$	limitant : titrant HO^-	reste H_3O^+
$V = V_E$	les deux	ni l'un ni l'autre
$V > V_E$	limitant : titré H_3O^+	HO^- en excès

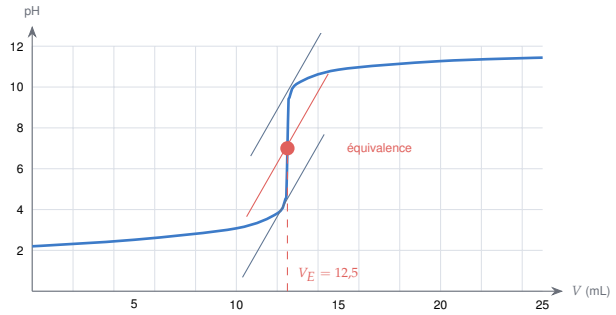
3. TITRAGE AVEC SUIVI PH-MÉTRIQUE

On relève le pH après chaque ajout. Autour de l'équivalence, le pH varie brutalement : c'est le **saut de pH**.

Repérer V_E

au milieu du saut : **méthode des tangentes** (deux tangentes parallèles, puis leur parallèle équidistante) ou **maximum de la dérivée** $\frac{\mathrm{d\,pH}}{\mathrm{d}V}$.

Exemple : $V_\mathrm{A} = 20{,}0\,\mathrm{mL}$ de HCl, soude à $c_\mathrm{B} = 1{,}00 \times 10^{-2}\,\mathrm{mol/L}$, $V_E = 12{,}5\,\mathrm{mL}$:
$c_\mathrm{A} = \frac{c_\mathrm{B} V_E}{V_\mathrm{A}} = 6{,}25 \times 10^{-3}\,\mathrm{mol/L}$; pH initial = 2,2.

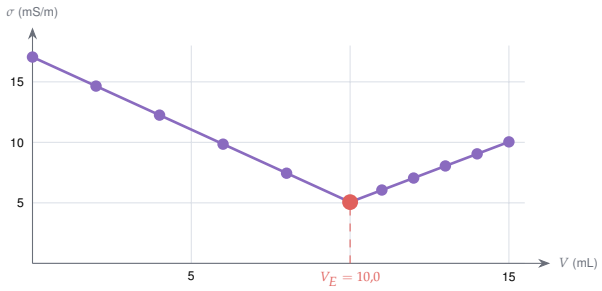


Acide fort titré par une base forte : saut de pH et méthode des tangentes.

4. TITRAGE AVEC SUIVI CONDUCTIMÉTRIQUE

On relève σ après chaque ajout : les ions n'ont pas la même λ, donc σ **change de pente** à l'équivalence. On ajoute $230\,\mathrm{mL}$ d'eau : la dilution devient négligeable et l'on obtient des **segments de droite** (V_E inchangé).

- **avant** V_E : H_3O^+ (λ grande) remplacé par Na^+ (λ petite) : $\Delta\sigma \propto 5{,}01 - 35{,}0 < 0$, σ **décroît** ;
- **après** V_E : on ajoute Na^+ et HO^- : $\Delta\sigma \propto 5{,}01 + 19{,}9 > 0$, σ **croît** ;
- Cl^- est **spectateur**.



*V_E à l'**intersection des deux droites** (écarter les points proches de V_E).*

5. PRÉPARER LA SOLUTION À TITRER

Solution commerciale : **titre massique** t (% en masse) et **densité** d ($\rho = d \times \rho_\mathrm{eau}$, $\rho_\mathrm{eau} = 1{,}00\,\mathrm{g/mL}$).

$$c_0 = \frac{t \times \rho \times V}{M \times V} \qquad c_0 V_0 = cV$$

Sécurité : toujours verser **l'acide dans l'eau**, gants et lunettes.

Exemple : HCl à 37 %, $d = 1{,}18$, $M = 36{,}5\,\mathrm{g/mol}$

1. un litre pèse $1{,}18 \times 1000 = 1180\,\mathrm{g}$;
2. il contient $0{,}37 \times 1180 = 437\,\mathrm{g}$ de HCl ;
3. $c_0 = \frac{437}{36{,}5 \times 1{,}0} = 12{,}0\,\mathrm{mol/L}$;
4. pour $500{,}0\,\mathrm{mL}$ à $0{,}10\,\mathrm{mol/L}$: $V_0 = \frac{cV}{c_0} = 4{,}2\,\mathrm{mL}$, pipette graduée puis fiole jaugée.

À RETENIR

- Réaction de titrage : totale, rapide, unique.
- Équivalence : $\frac{c_A V_A}{a} = \frac{c_B V_E}{b}$.
- pH-métrie : V_E au milieu du saut de pH.
- Conductimétrie : V_E à l'intersection des droites.
- Avant V_E le titrant est limitant, après le titré.

pierre-carree.fr