

Dosage par titrage direct d'une solution

On effectue des dosages dans de nombreux domaines.

- Industrie chimique
- Agroalimentaire
- Industrie électronique
- Recherche
- Analyses biomédicales
- Police scientifique
- Répression des fraudes
- Etc...



Titrage direct d'une solution

dosages

déterminer la concentration ou la quantité de matière d'une espèce chimique

Méthodes physiques

dosages par étalonnage

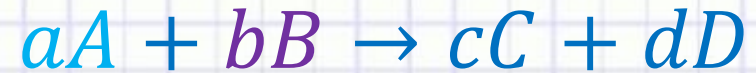
On mesure une grandeur physique que l'on compare à des valeurs connues (étalons)

Méthodes chimiques

dosages par titrage direct

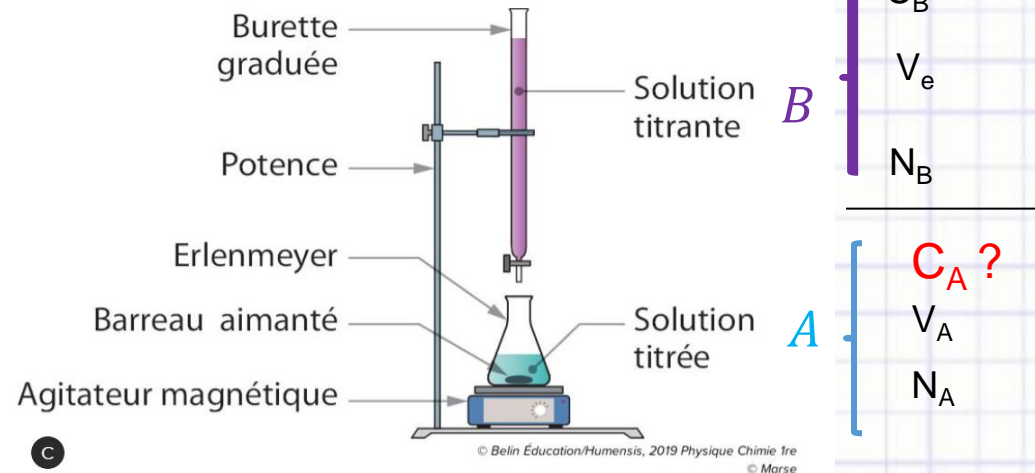
Le titrage consiste à faire réagir l'espèce chimique A à doser avec un réactif B dont on connaît la concentration, le réactif titrant. A est le réactif Titré

La réaction support du titrage doit être rapide, totale et unique

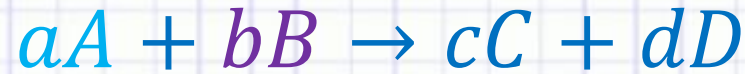


Pour effectuer ce titrage il faut être capable de repérer l'équivalence pour obtenir le volume à l'équivalence V_e .

Principe du titrage



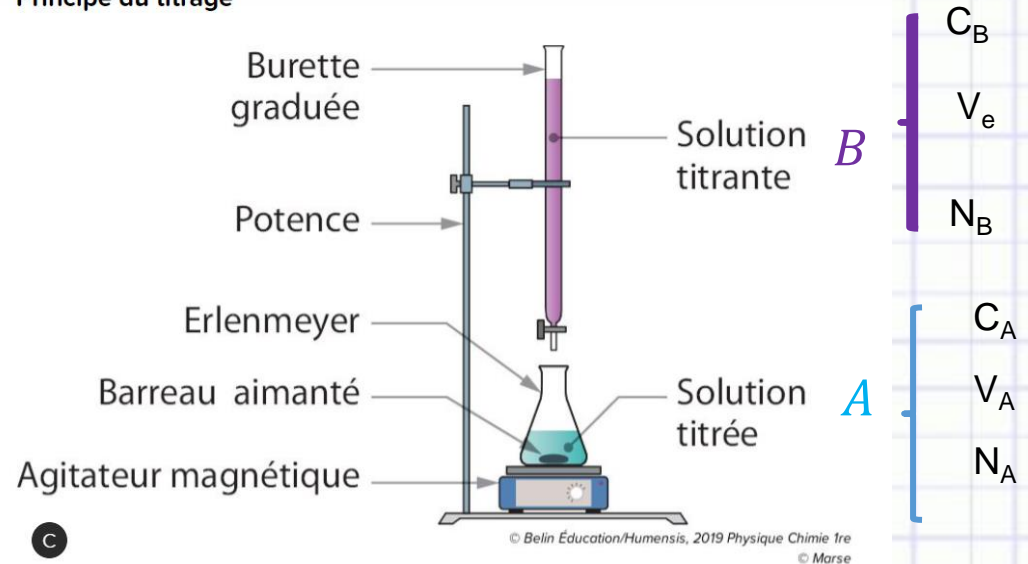
Définir l'équivalence et exploiter le titrage



L'équivalence est atteinte lorsque les réactifs sont dans les proportions stœchiométriques de l'équation support du dosage.

V_e est le volume de réactif titrant versé

Principe du titrage



A l'équivalence : $\frac{N_A}{a} = \frac{N_B}{b}$ D'où $\frac{C_A \times V_A}{a} = \frac{C_B \times V_e}{b}$

Si $a=b$ $C_A \times V_A = C_B \times V_e$ $C_A = \frac{C_B \times V_e}{V_A}$

On peut aussi faire un tableau d'avancement pour retrouver ces résultats

A l'équivalence les réactifs titrant B et titré A sont dans les proportions stœchiométriques.

aA	$+$	bB	\rightarrow	cC	$+$	dD
$C_A \times V_A$		$C_B \times V_e$		0		0
$C_A \times V_A - a \times x$		$C_B \times V_e - b \times x$		$c \times x$		$d \times x$
$C_A \times V_A - a \times x_e = 0$		$C_B \times V_e - b \times x_e = 0$		$c \times x_e$		$d \times x_e$

$$x_e = \frac{C_A \times V_A}{a}$$

$$x_e = \frac{C_B \times V_e}{b}$$

D'où
$$\frac{C_A \times V_A}{a} = \frac{C_B \times V_e}{b}$$

Cas particulier : a=b=1

A	$+$	B	\rightarrow	C	$+$	D
$C_A \times V_A$		$C_B \times V_e$		0		0
$C_A \times V_A - x$		$C_B \times V_e - x$		x		x
$C_A \times V_A - x_e = 0$		$C_B \times V_e - x_e = 0$		x_e		x_e

$$x_e = C_A \times V_A$$

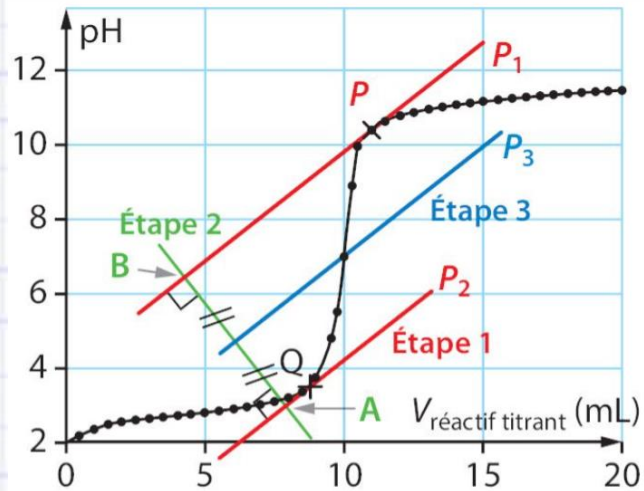
$$x_e = C_B \times V_e$$

$$C_A \times V_A = C_B \times V_e$$

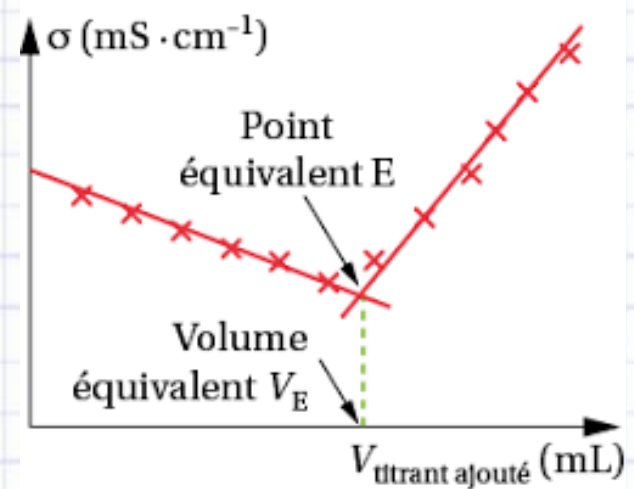
$$C_A = \frac{C_B \times V_e}{V_A}$$

Repérer l'équivalence

pH-métrie : saut de pH



Conductimétrie : rupture de pente



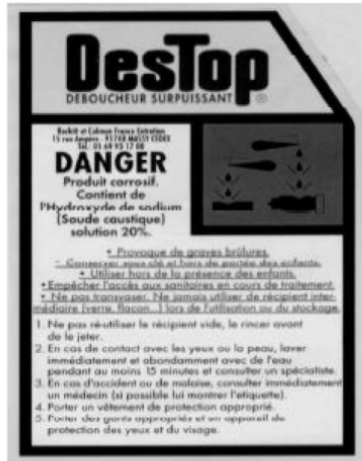
Colorimétrie: ajout d'un indicateur coloré changeant de couleur
Le pH à l'équivalence doit être dans la zone de virage de l'indicateur

Indicateurs colorés acido-basiques

Nom	Teinte acide	Zone de virage	Teinte basique
Bleu de bromophénol	Jaune	3,0 – 4,6	Bleu
Hélianthine	Rouge	3,1 – 4,4	Jaune
Rouge de méthyle	Rouge	4,4 – 6,2	Jaune
Bleu de bromothymol (BBT)	Jaune	6,0 – 7,6	Bleu
Rouge de crésol	Jaune	7,0 – 8,8	Rouge
Phénolphtaléine	Incolore	8,2 – 9,8	Rose
Jaune d'alizarine	Jaune	10,1 – 12,0	Rouge

Exemple : dosage du Destop

Sur l'étiquette d'un flacon de Destop, on peut lire: «Destop, déboucheur surpuissant, danger, produit corrosif, contient de l'hydroxyde de sodium (soude caustique) solution à 10 %». Il s'agit d'un pourcentage massique.



$M(\text{NaOH})=40\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$
Densité d'une solution de Destop $d=1,11$



Quelle est la concentration théorique C de la solution de Destop diluée 100 fois ?

On considère un litre de solution commerciale

$d=1,11$ donc $m=1,11\cdot 1000=1110\text{g}$

Masse de soude dans un litre

$m_{\text{NaOH}}=1110\cdot 10/100=111\text{g}$

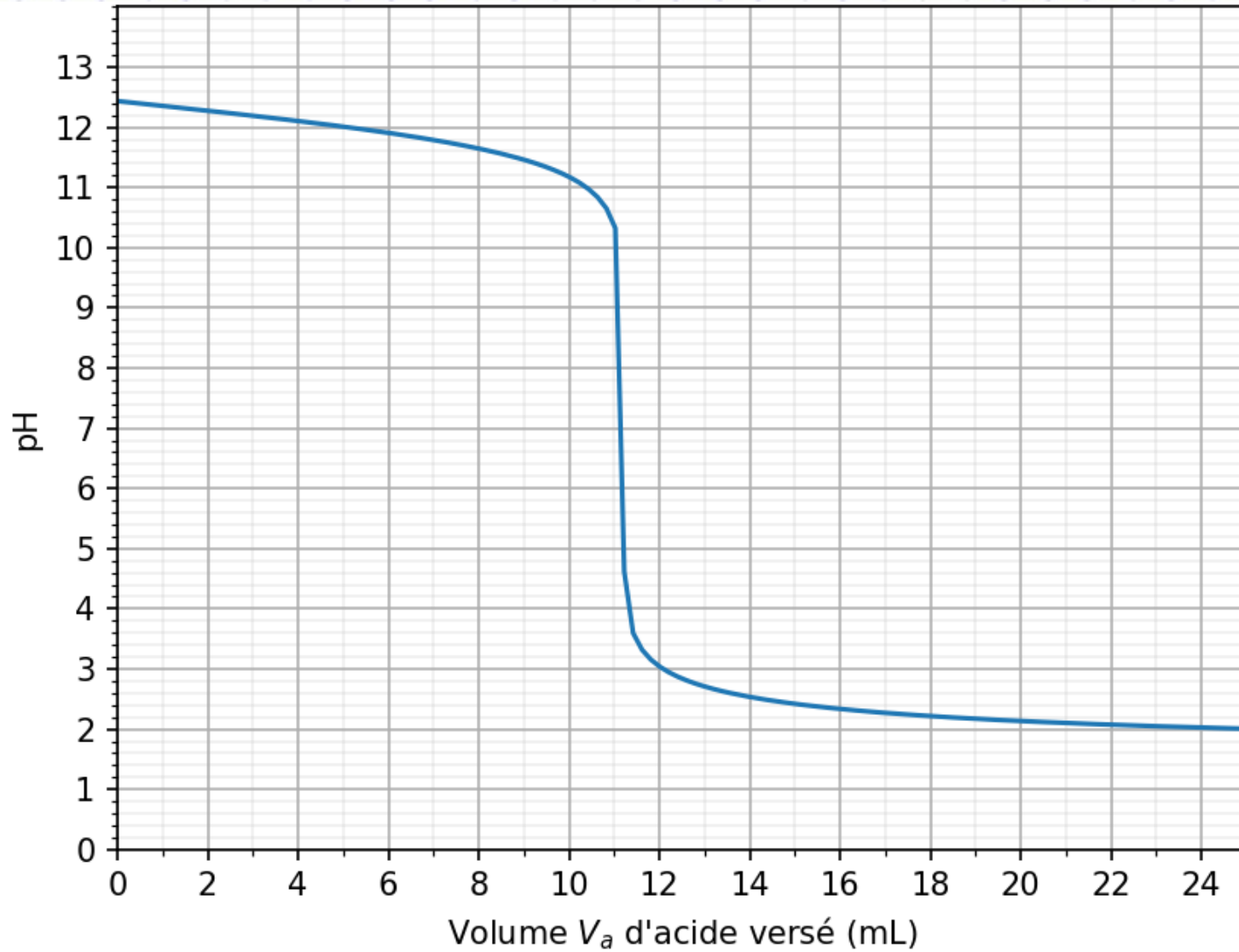
$M_{\text{NaOH}}=40\text{g/mol}$

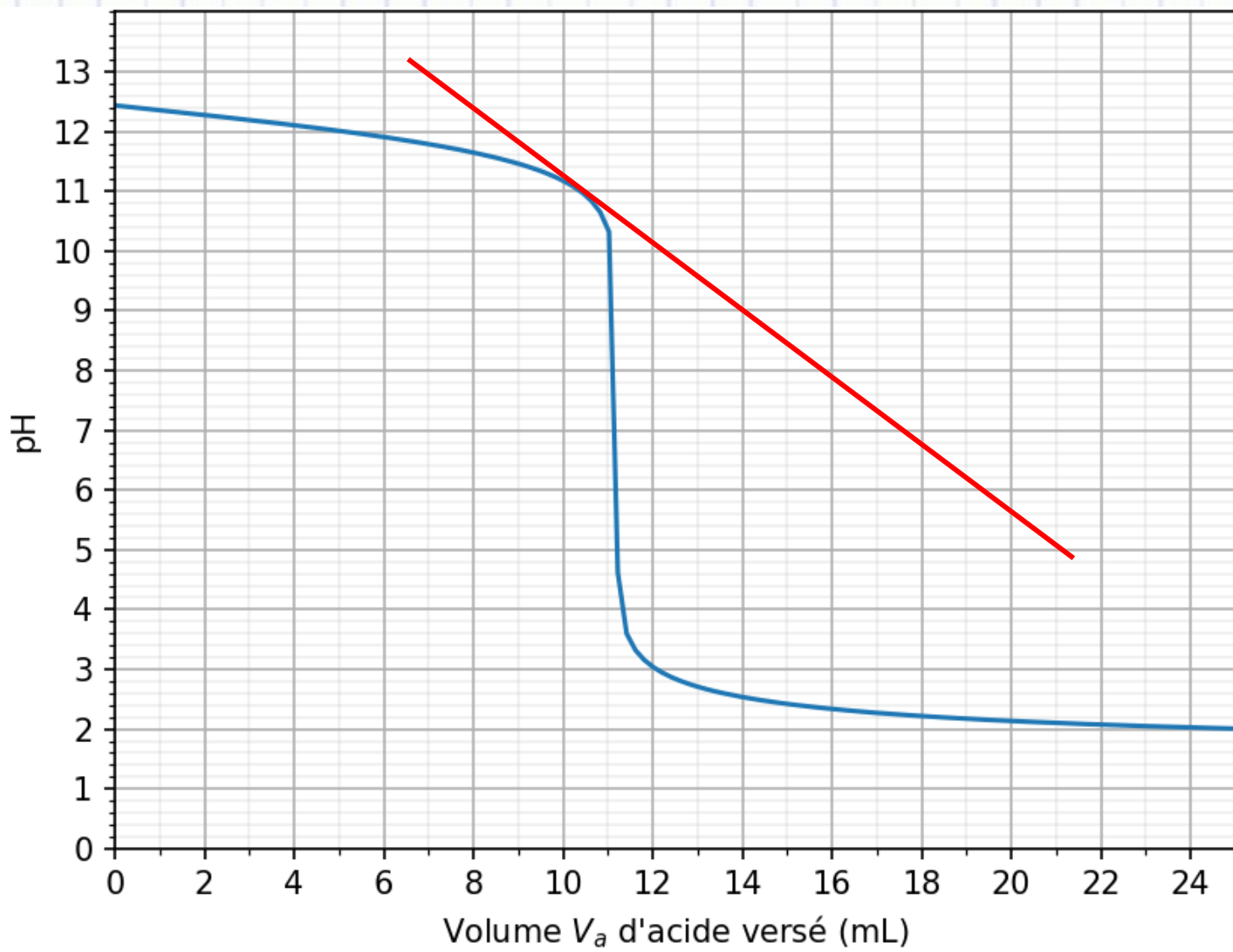
$$n_{\text{NaOH}} = \frac{m_{\text{NaOH}}}{M_{\text{NaOH}}} = \frac{111}{40} = 2,8\text{mol}$$

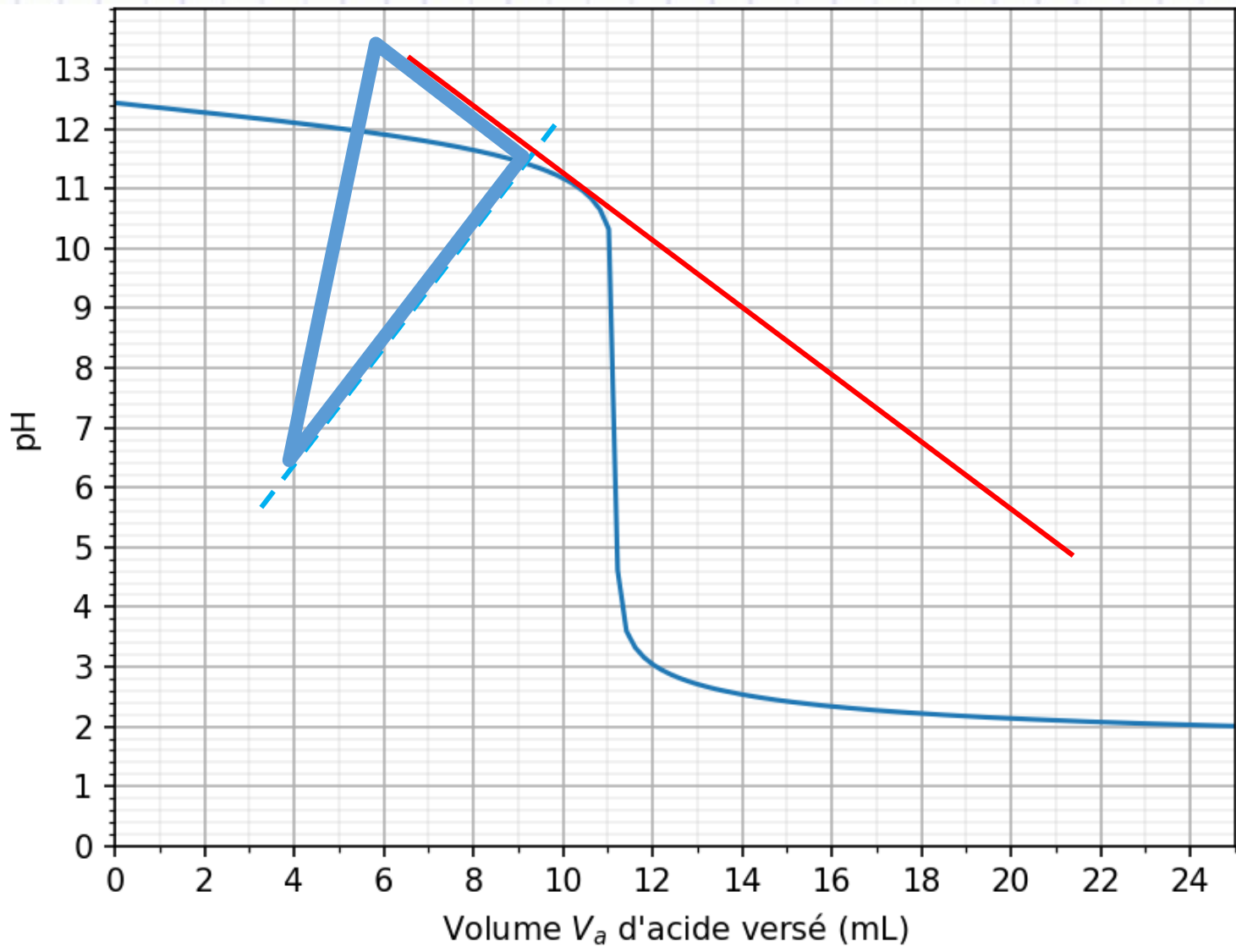
$$C = \frac{C_0}{100} = 2,8 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$$

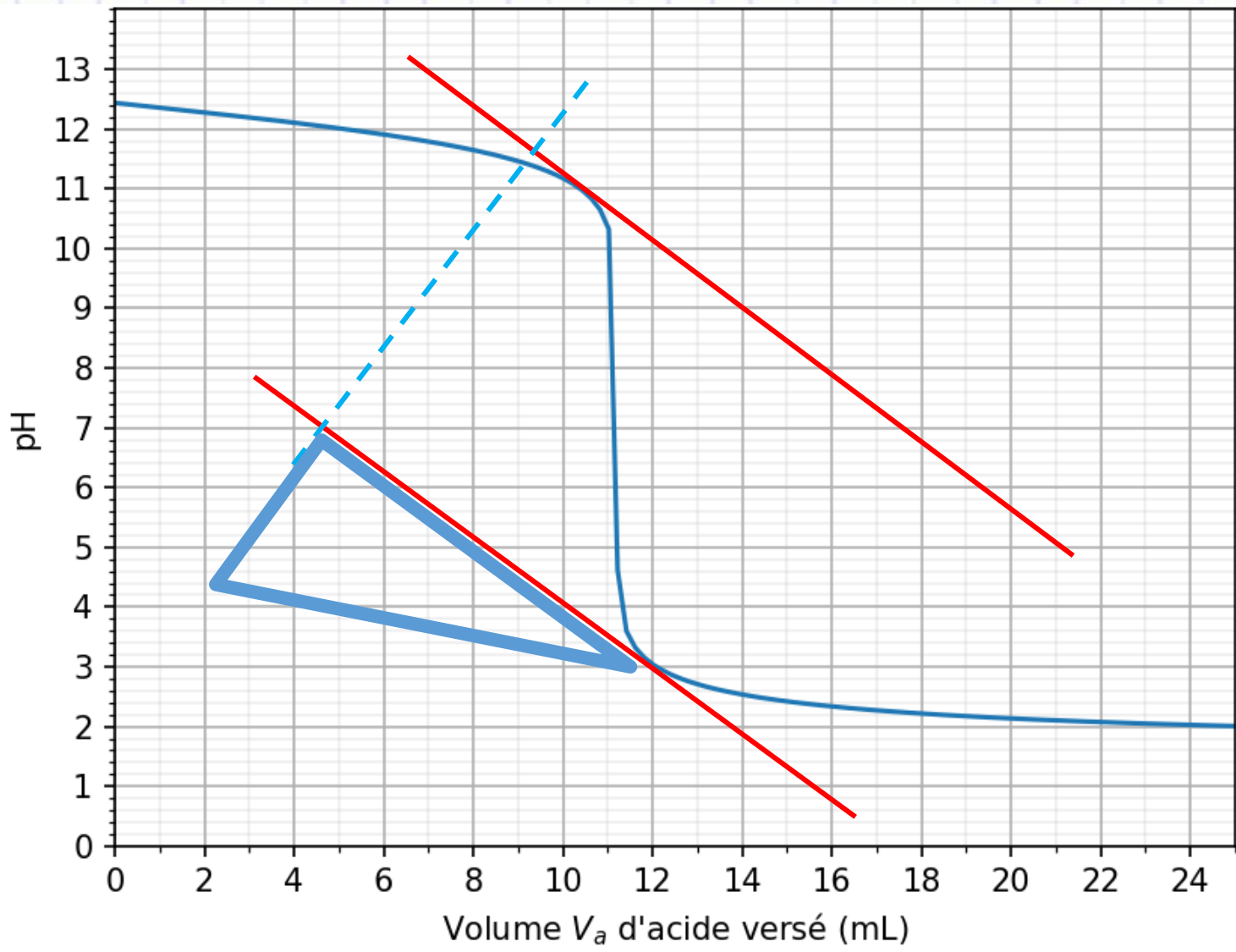
$C_0=2,8\text{mol/L}$

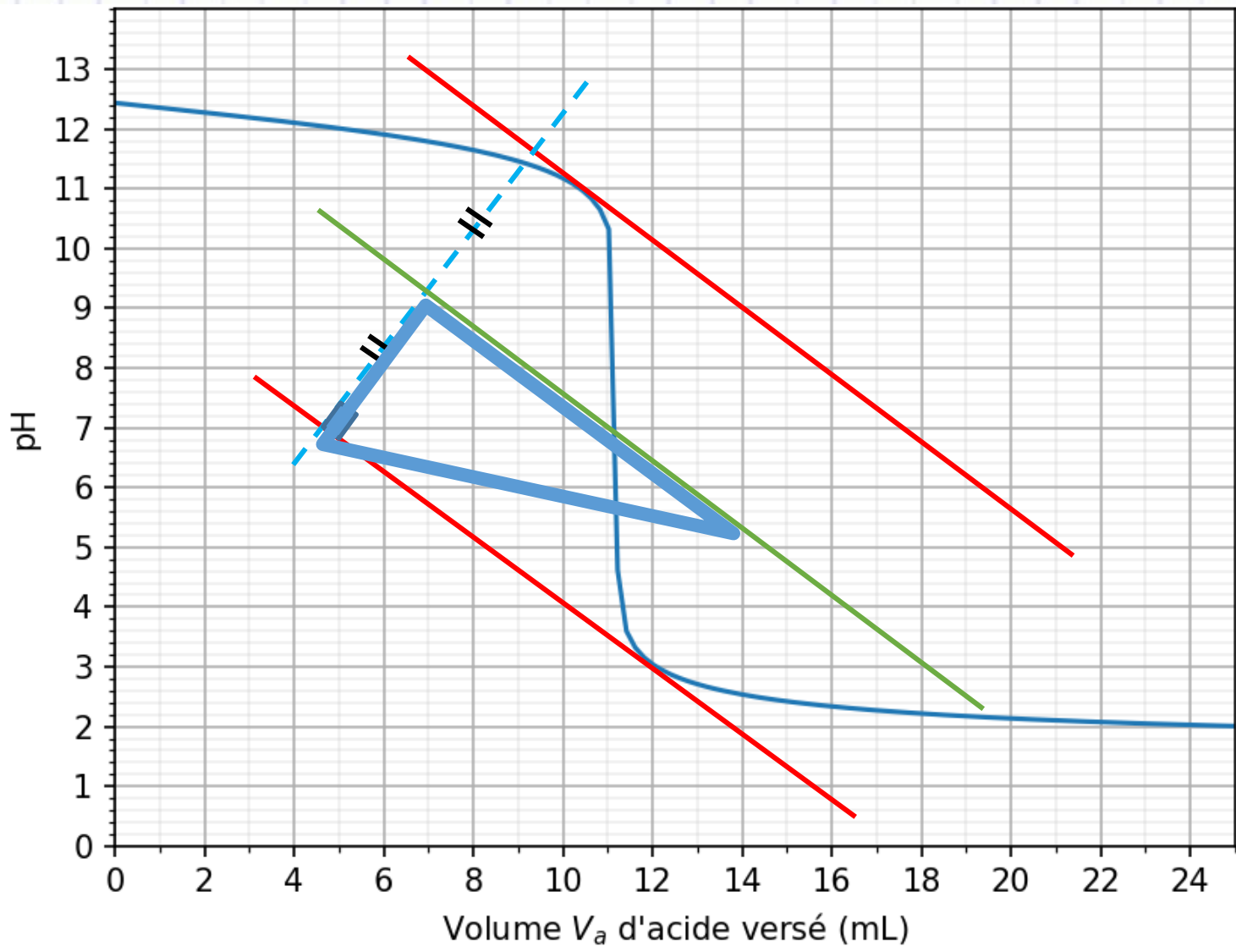
Méthode des tangentes

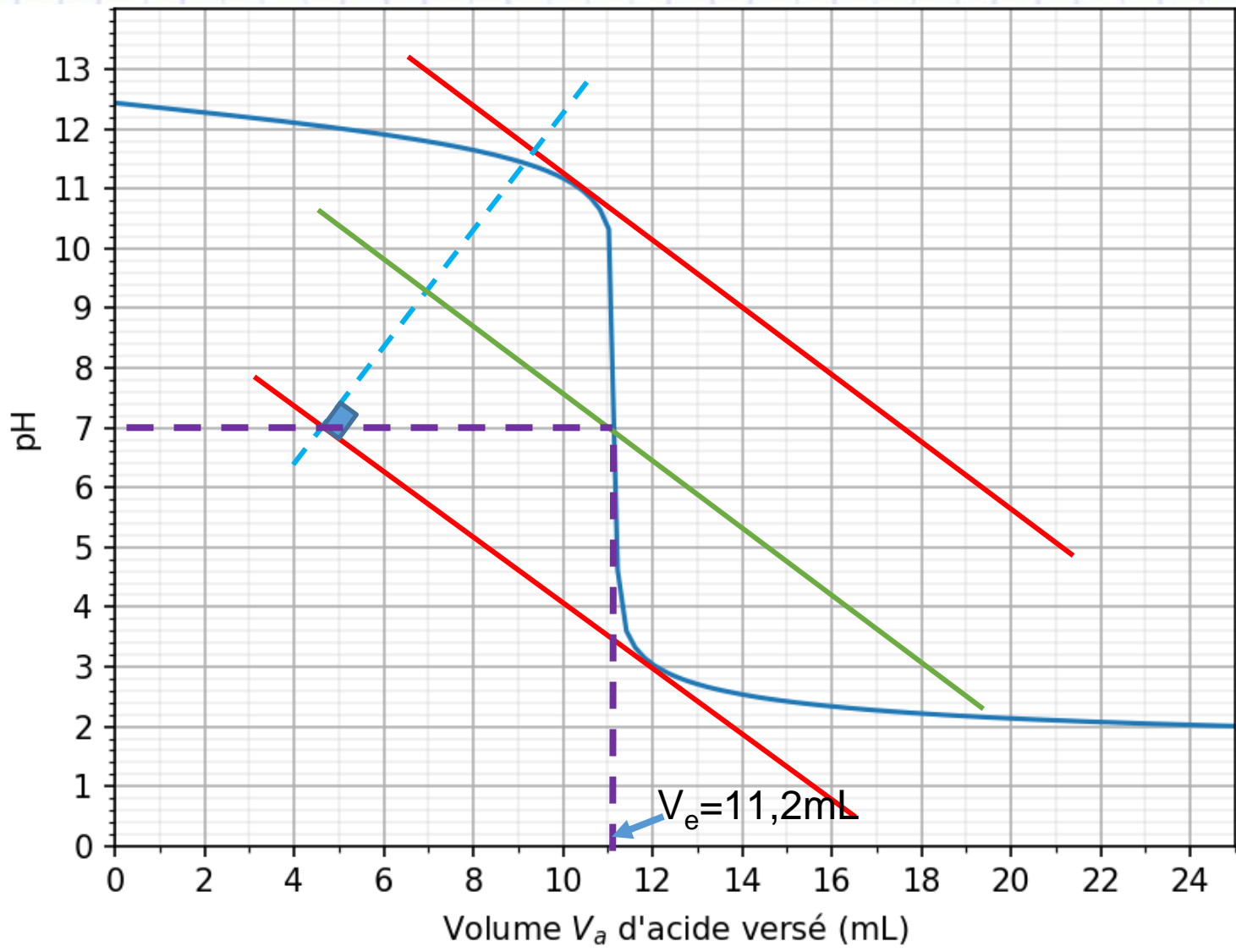












Exploitation du volume à l'équivalence

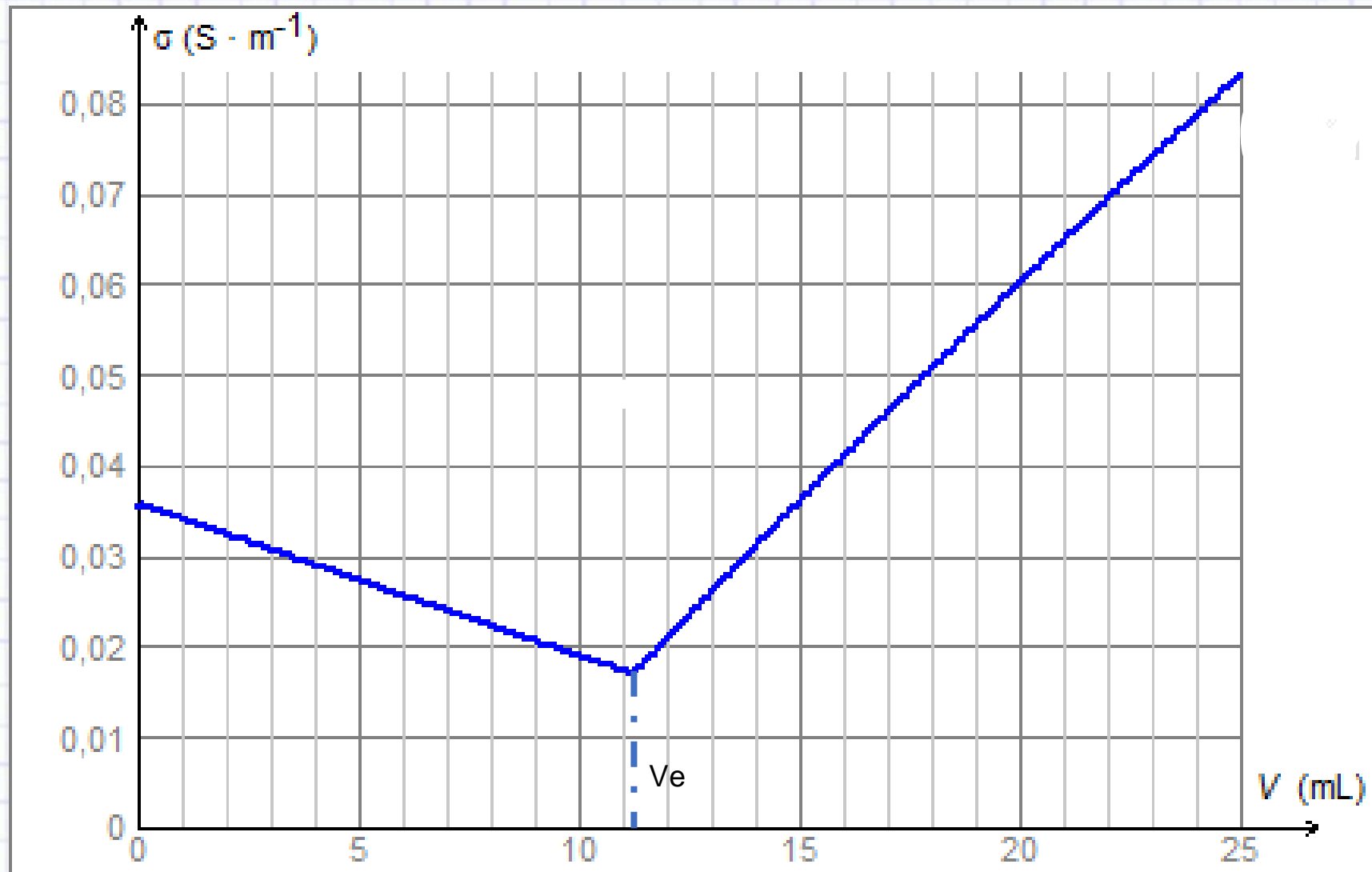
$$C_A = \frac{C_B \times V_e}{V_A}$$

$$C_A = \frac{0,025 \times 11,2}{10}$$

$$C_A = 0,028 \text{ mol/L}$$

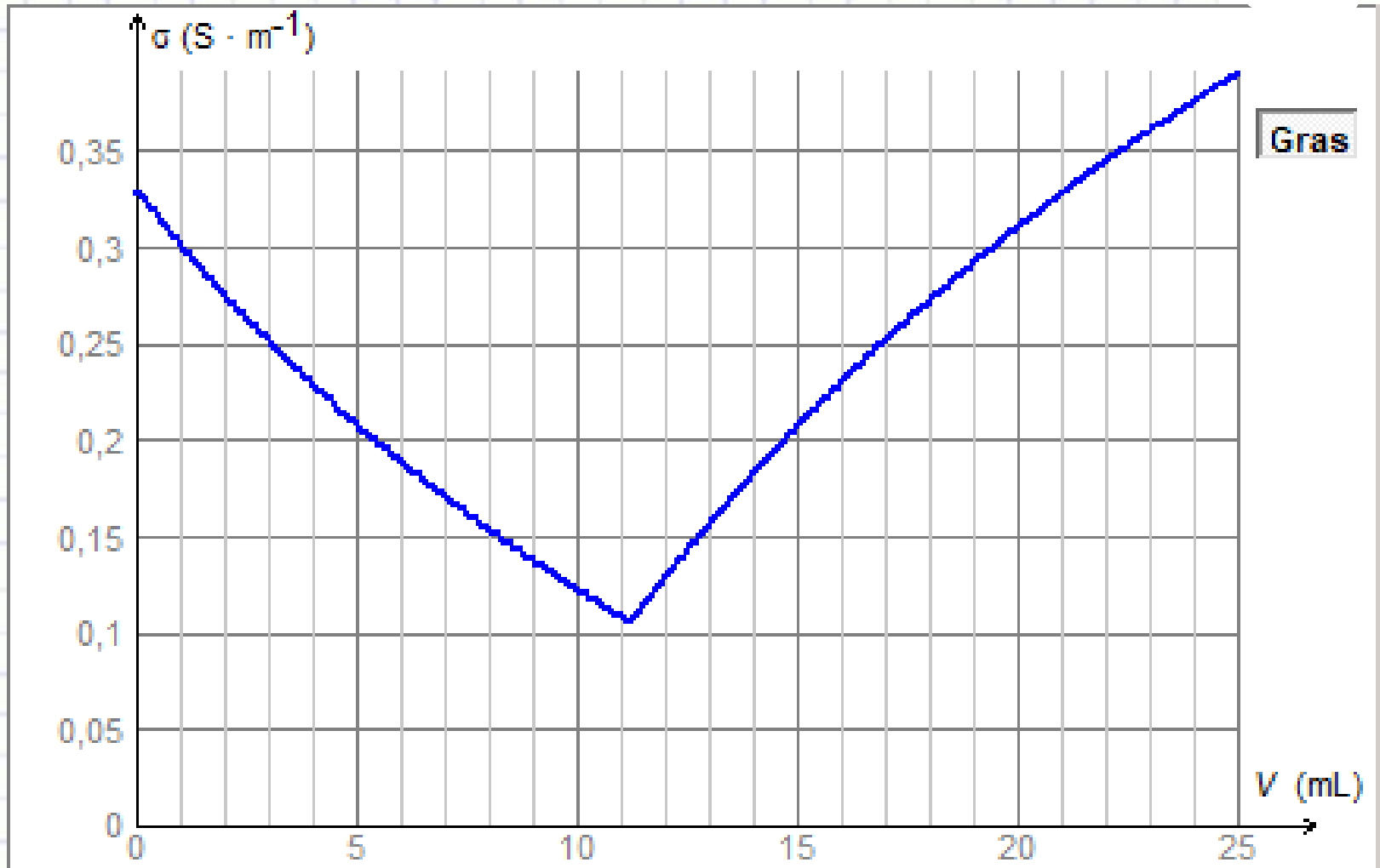
$$C = \frac{C_0}{100} = 2,8 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$$

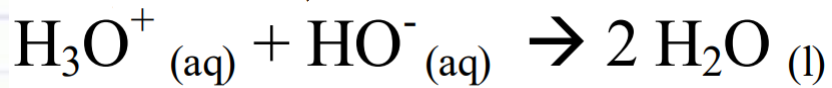
Dosage conductimétrique du Destop



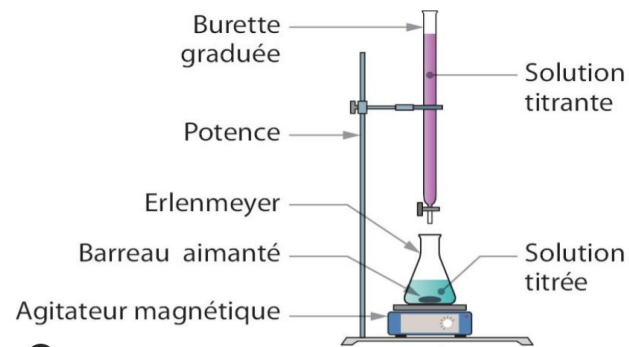
Simulation sans ajout d'eau

On ajoute un grand volume d'eau à la solution titrée pour que l'électrode trempe bien dans la solution mais aussi pour pouvoir négliger la variation de conductivité liée à la dilution dans la loi de Kohlrausch.

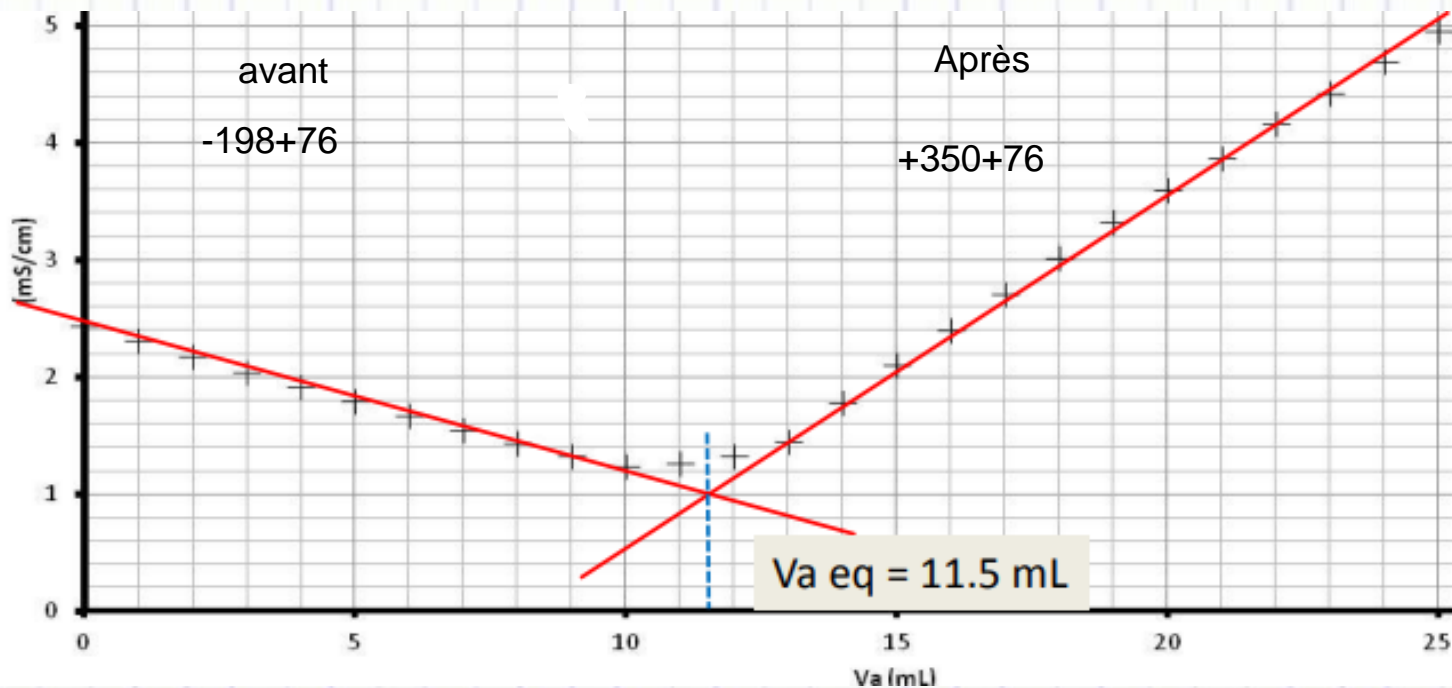




Principe du titrage



$$\sigma = [\text{Na}^+] \lambda_{\text{Na}^+} + [\text{OH}^-] \lambda_{\text{OH}^-} + [\text{NH}_4^+] \lambda_{\text{NH}_4^+} + [\text{Cl}^-] \lambda_{\text{Cl}^-} + [\text{H}_3\text{O}^+] \lambda_{\text{H}_3\text{O}^+}$$



$\lambda(\text{m}^2 \cdot \text{S} \cdot \text{mol}^{-1})$	$350 \cdot 10^{-4}$	$50 \cdot 10^{-4}$	$76 \cdot 10^{-4}$	$198 \cdot 10^{-4}$
ion	H_3O^+	Na^+	Cl^-	HO^-