

Titration

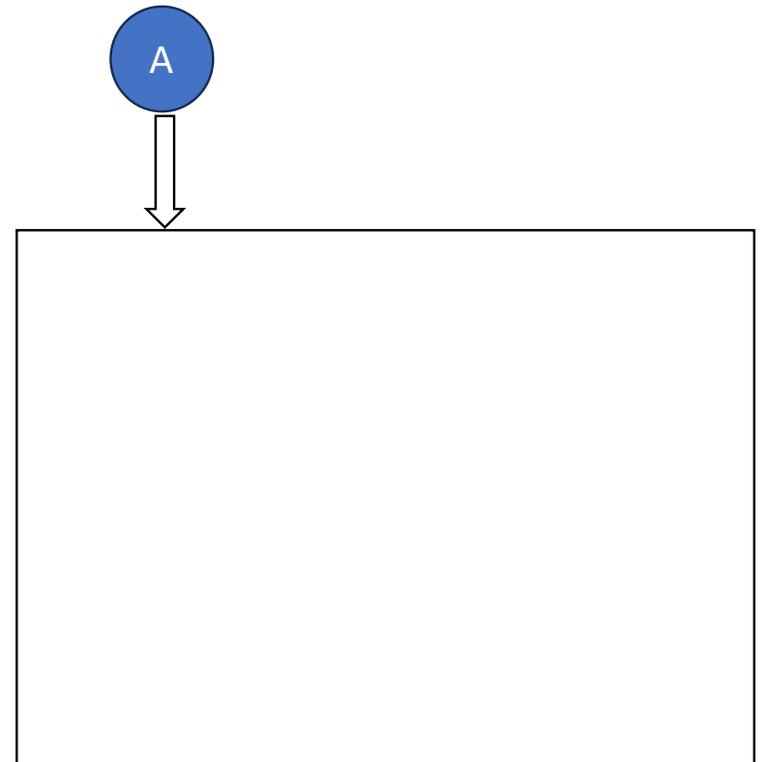
Chapitre C5

Principe d'un titrage



**Combien de B
dans le milieu ?**

Principe d'un titrage



Principe d'un titrage



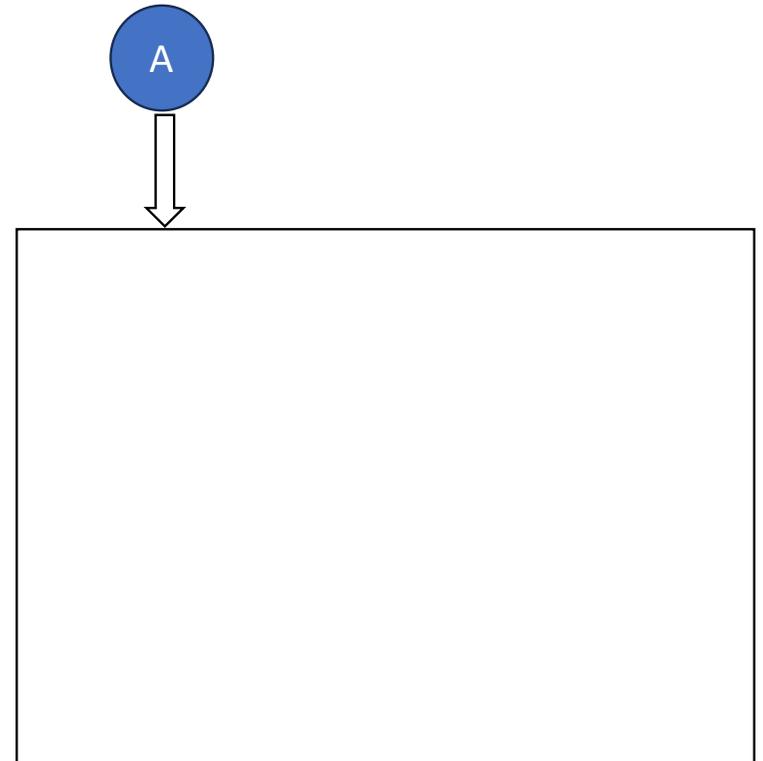
Nombre de A introduits : **1**



Principe d'un titrage



Nombre de A introduits : **1**



Principe d'un titrage



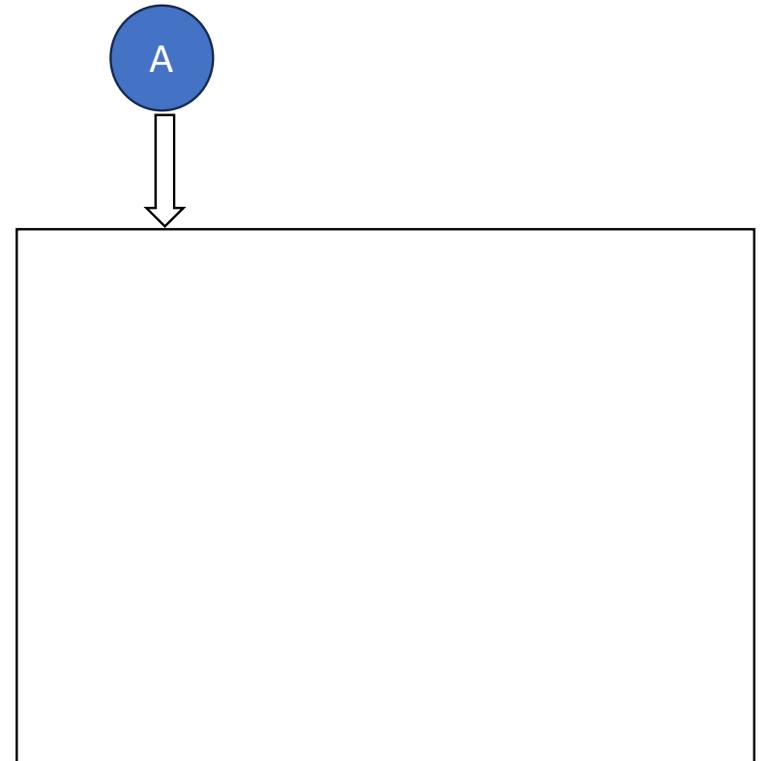
Nombre de A introduits : **2**



Principe d'un titrage



Nombre de A introduits : **2**



Principe d'un titrage



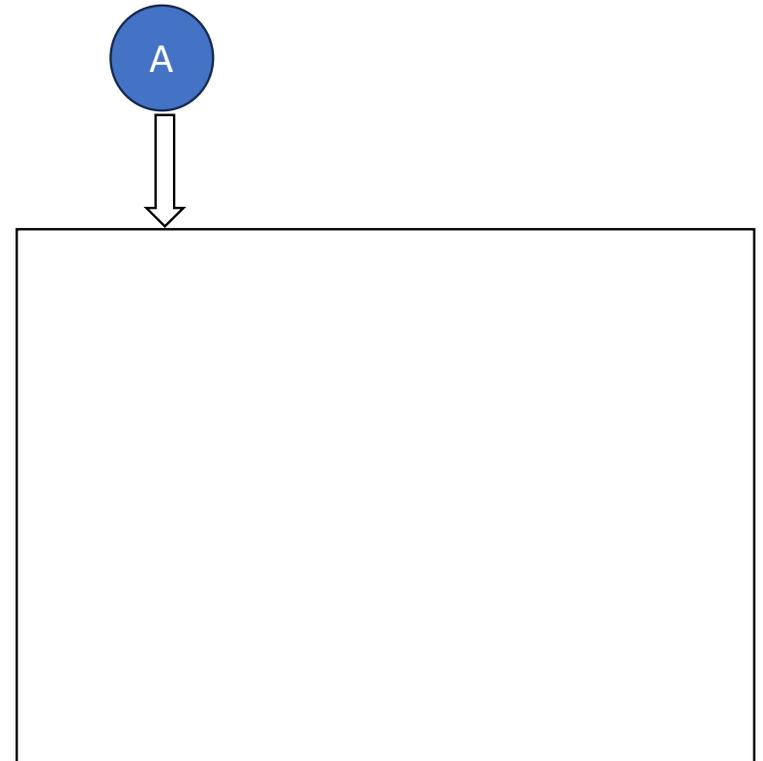
Nombre de A introduits : **3**



Principe d'un titrage



Nombre de A introduits : **3**



Principe d'un titrage



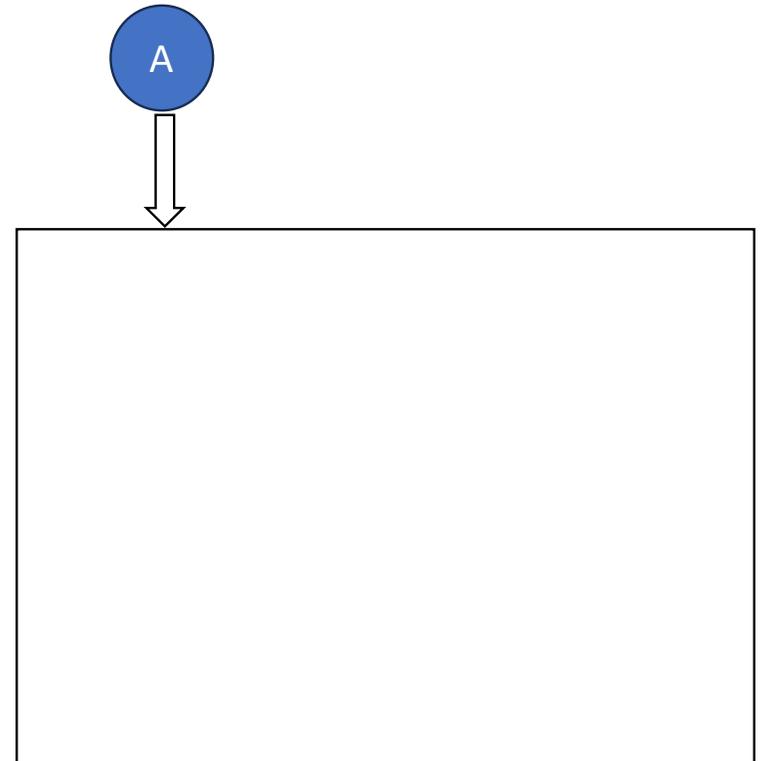
Nombre de A introduits : **4**



Principe d'un titrage



Nombre de A introduits : **4**



Principe d'un titrage



Nombre de A introduits : **5**

Propriété du milieu
réactionnel qui change de
manière abrupte
(facilement repérable)

Principe d'un titrage



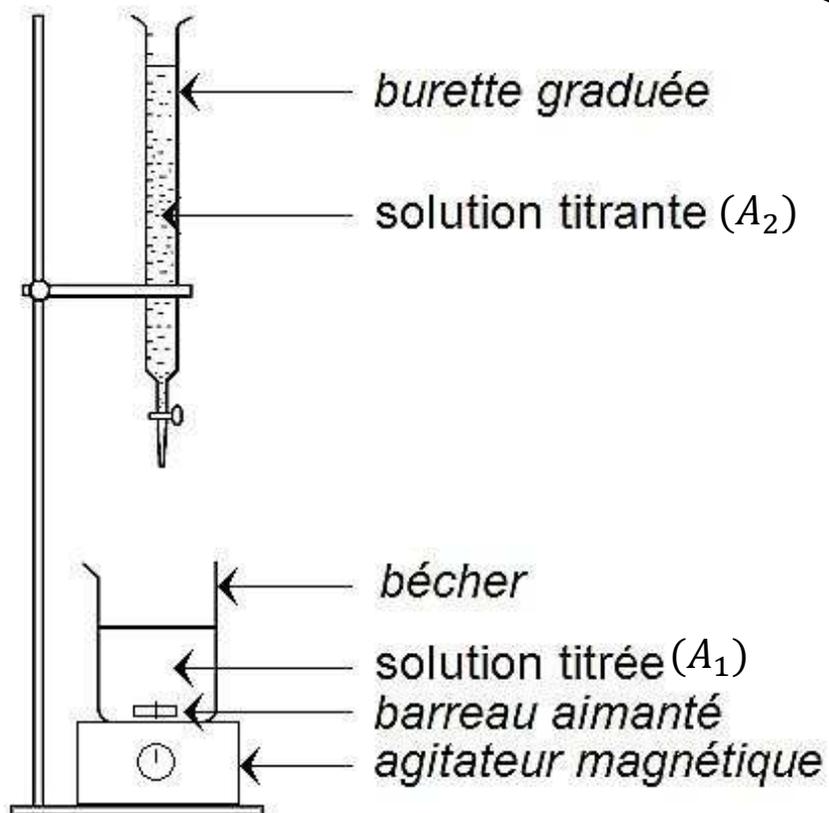
Nombre de A introduits : 5

Nombre de B présents au départ : $\frac{5-1}{2} = 2$

Importance de la
stœchiométrie

Propriété du milieu
réactionnel qui change de
manière abrupte
(facilement repérable)

Généralités



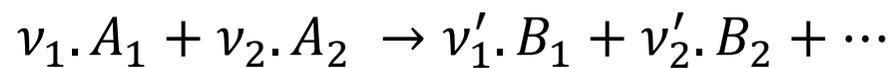
Montage permettant de réaliser un titrage
(appareil de mesure à rajouter si nécessaire)

Un titrage est une opération qui permet de **déterminer la quantité de matière** d'une espèce chimique A_1 dans une solution donnée en utilisant une réaction chimique avec une espèce chimique A_2 .

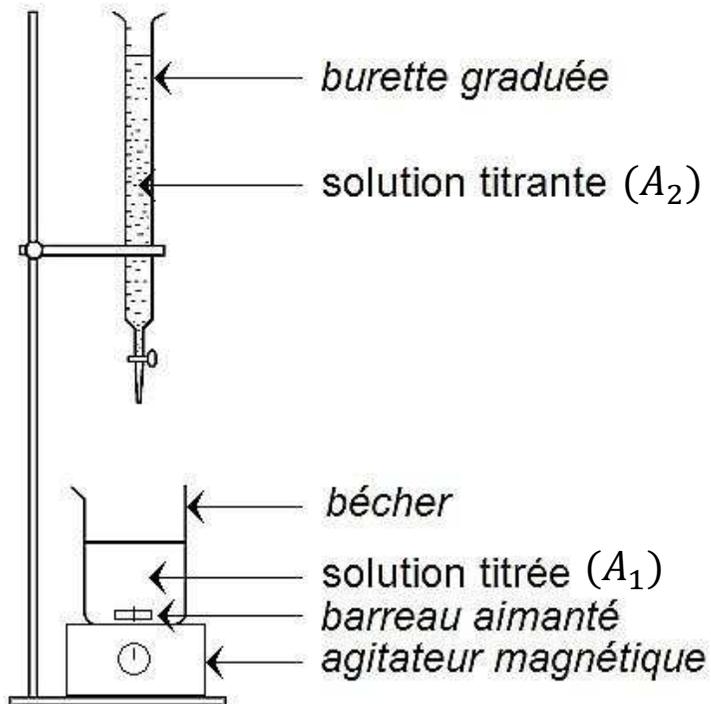
Le réactif A_1 est appelé **réactif titré**.

Le réactif A_2 est appelé **réactif titrant**.

Réaction support (rapide et totale) :



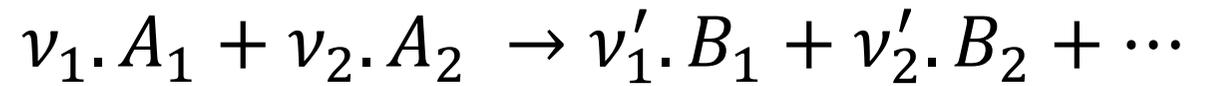
Equivalence



Montage permettant de réaliser un titrage

(appareil de mesure à rajouter si nécessaire).

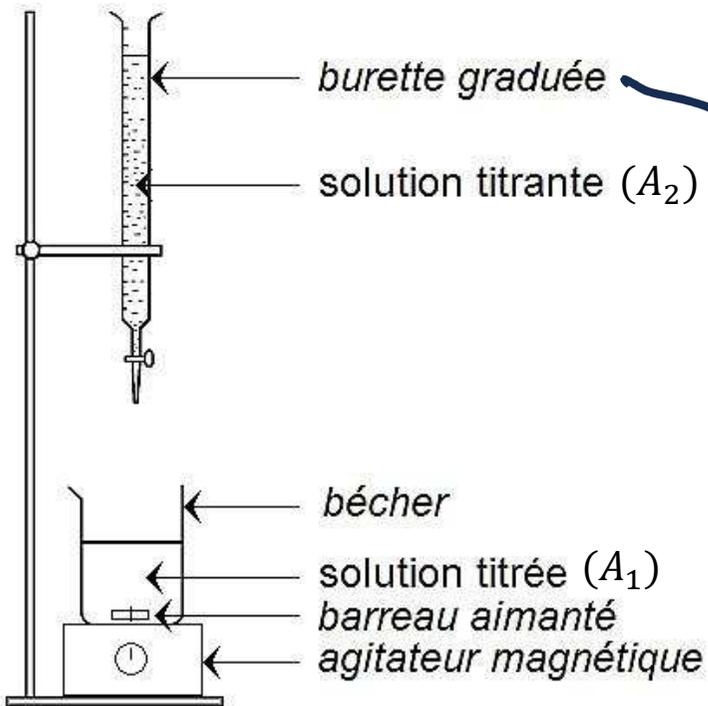
Réaction support (rapide et totale) :



Proportions stœchiométriques :

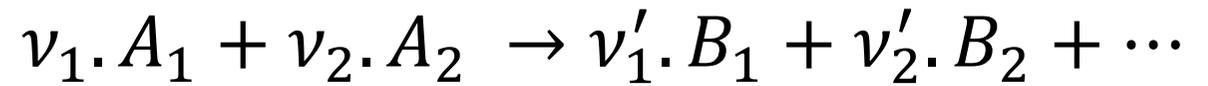
$$\frac{n_0(A_1)}{\nu_1} = \frac{n_{Eq}(A_2)}{\nu_2}$$

Equivalence



Montage permettant de réaliser un titrage
(appareil de mesure à rajouter si nécessaire).

Réaction support (rapide et totale) :

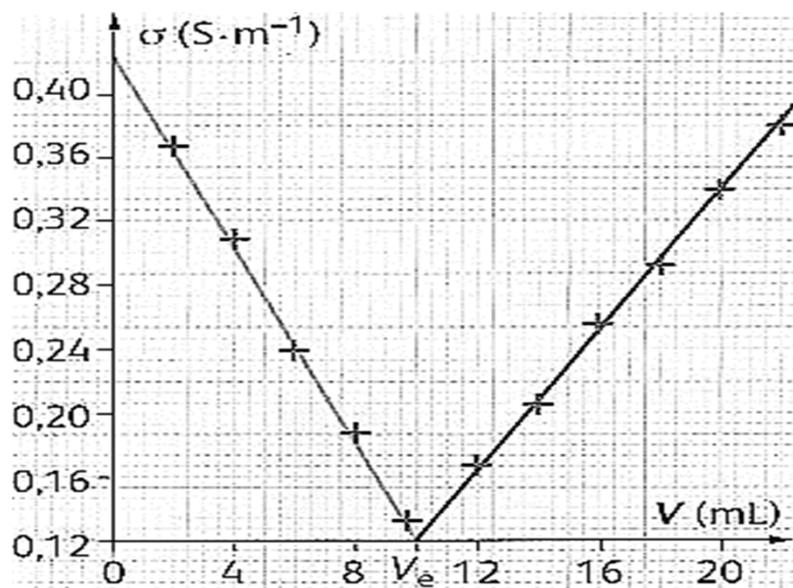


Proportions stœchiométriques :

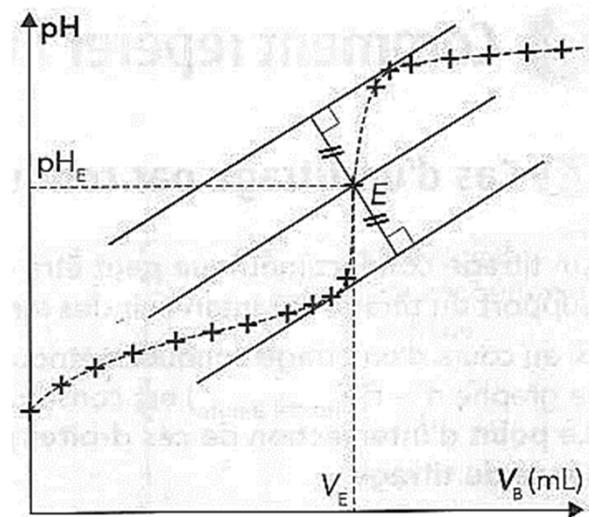
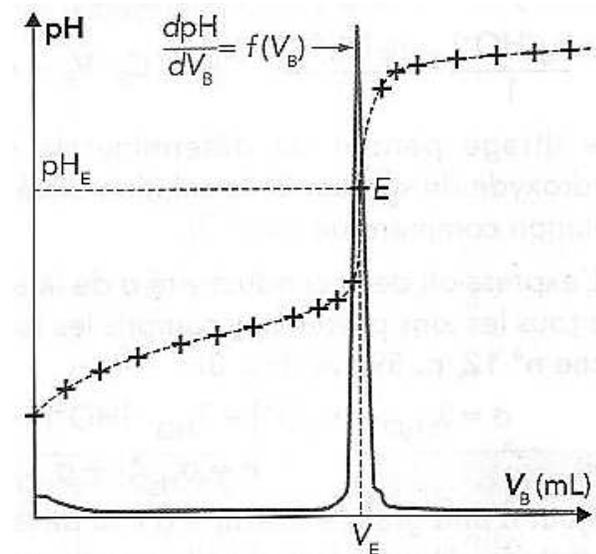
$$\frac{n_0(A_1)}{\nu_1} = \frac{n_{Eq}(A_2)}{\nu_2}$$

$$n_{Eq}(A_2) = c_2 \cdot V_{éq}$$

Repérer l'équivalence



Exemple de courbe obtenue lors d'un titrage conductimétrique.



Application 1

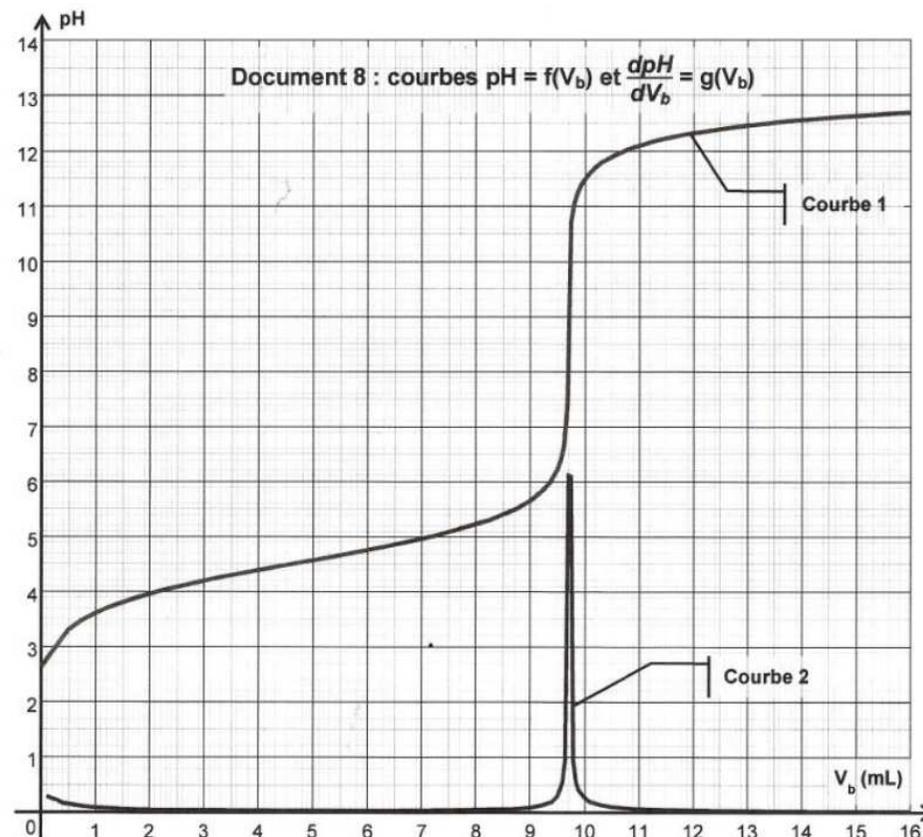
On réalise le titrage de l'ibuprofène contenu dans un comprimé d'« ibuprofène 400 mg » :

- On réduit en poudre le comprimé dans un mortier à l'aide d'un pilon ;
- On sépare la molécule active des excipients par dissolution dans l'éthanol que l'on évapore ensuite (les excipients sont insolubles dans l'éthanol) ;
- On introduit la poudre obtenue dans un bécher et on ajoute environ 40 mL d'eau distillée ;
- Le titrage est effectué à l'aide d'une burette graduée contenant une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ($Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$) de concentration molaire apportée $c_b = 0,20 \text{ mol.L}^{-1}$.
- Le titrage est suivi par pH-métrie.

La masse m d'ibuprofène titré est-elle celle attendue?

Données :

Masse molaire de l'ibuprofène : $M(C_{13}H_{18}O_2) = 206 \text{ g.mol}^{-1}$.



Indicateur coloré	Couleur acide	Zone de virage	Couleur basique
Vert de bromocrésol	jaune	3,8 – 5,4	bleu
Phénolphtaléine	incolore	8,2 – 10	rose
Jaune d'alizarine	jaune	10,1 – 12,0	rouge-orangé

Application 2 : Basicité d'un béton (Mines PSI 2016)

L'hydroxyde de calcium $Ca(OH)_{2(s)}$ confère à l'eau qui se trouve dans les pores du béton (solution interstitielle) un caractère fortement basique.

On étudie une solution aqueuse recueillie à la surface d'un béton, modélisée par une solution contenant des ions Ca^{2+} et HO^- compte tenu de la solubilité de l'hydroxyde de calcium.

Le volume prélevé est égal à $V_0 = 100$ mL, il est titré par une solution d'acide chlorhydrique ($H_3O^+ + Cl^-$) concentré de concentration $c_A = 0,50$ mol.L⁻¹. Le titrage est suivi par conductimétrie : la conductivité σ de la solution titrée est mesurée en fonction du volume V de titrant ajouté. La courbe expérimentale est présentée figure 1.

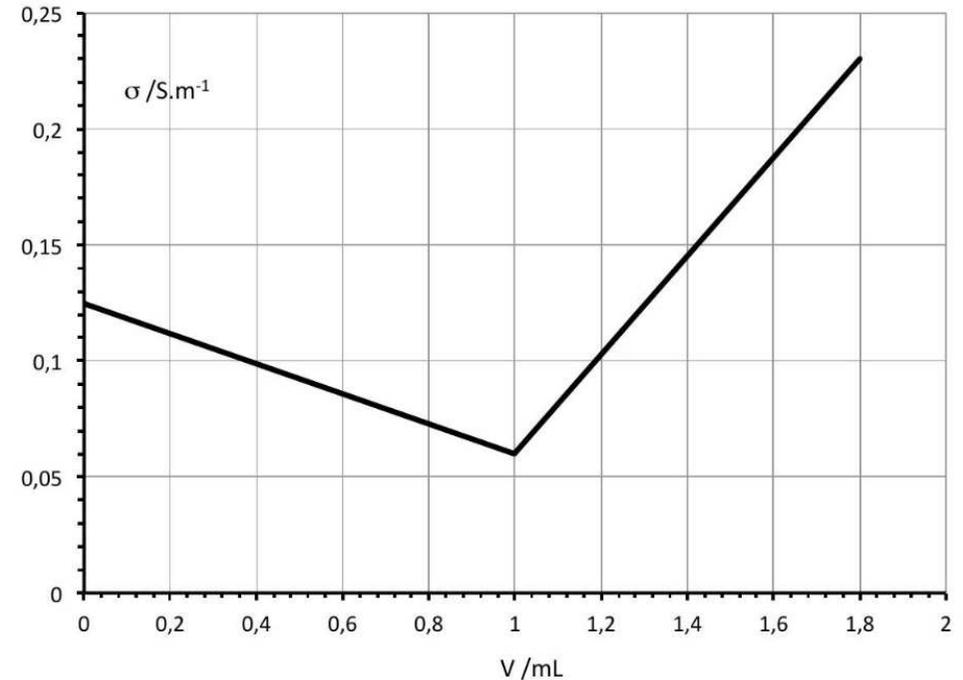


Figure 1 – Suivi conductimétrique du dosage de la solution recueillie en surface du béton.

1. Écrire la réaction de titrage et indiquer la valeur de sa constante d'équilibre à 298 K.
2. Quel est le pH de la solution prélevée à la surface du béton ?
3. Justifier qualitativement mais de façon détaillée l'allure de la courbe conductimétrique $\sigma = f(V)$ obtenue.
4. Dessiner en la justifiant l'allure de la courbe qui aurait été obtenue à l'occasion d'un suivi pH-métrique. Préciser la valeur du pH au point équivalent.

Application 2 : Basicité d'un béton (Mines PSI 2016)

On étudie une solution aqueuse recueillie à la surface d'un béton, modélisée par une solution contenant des ions Ca^{2+} et HO^- compte tenu de la solubilité de l'hydroxyde de calcium. Le volume prélevé est égal à $V_0 = 100$ mL, il est titré par une solution d'acide chlorhydrique ($H_3O^+ + Cl^-$) concentré de concentration $c_A = 0,50$ mol.L⁻¹. Le titrage est suivi par conductimétrie : la conductivité σ de la solution titrée est mesurée en fonction du volume V de titrant ajouté. La courbe expérimentale est présentée figure 1.

Données : conductivités molaires ioniques Λ^0 en mS.m².mol⁻¹

Ion	H_3O^+	HO^-	Cl^-	Ca^{2+}
Λ^0	35,0	19,8	7,6	11,9

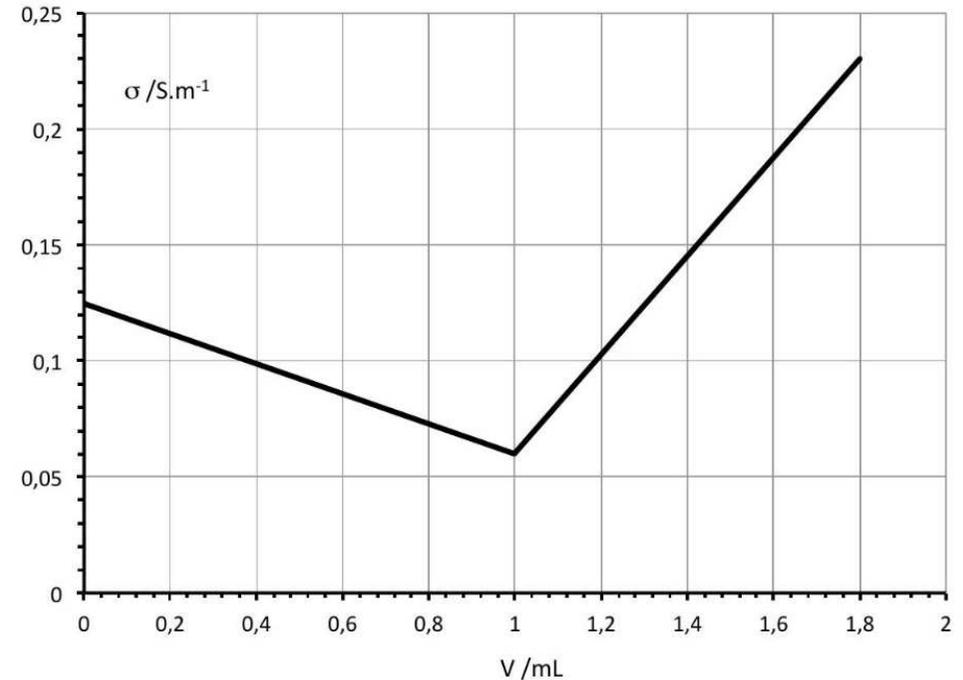
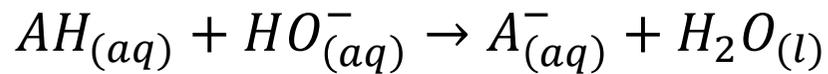


Figure 1 – Suivi conductimétrique du dosage de la solution recueillie en surface du béton.

1. Écrire la réaction de titrage et indiquer la valeur de sa constante d'équilibre à 298 K.
2. Quel est le pH de la solution prélevée à la surface du béton ?
3. Justifier qualitativement mais de façon détaillée l'allure de la courbe conductimétrique $\sigma = f(V)$ obtenue.
4. Dessiner en la justifiant l'allure de la courbe qui aurait été obtenue à l'occasion d'un suivi pH-métrique. Préciser la valeur du pH au point équivalent.

Titration d'un acide faible par une base forte



Avant l'équivalence:

$$[AH] = \frac{c_a \cdot V_0 - c_b \cdot V}{V_0 + V} = \frac{c_b \cdot (V_{eq} - V)}{V_0 + V}$$

$$[A^-] = \frac{c_b \cdot V}{V_0 + V}$$

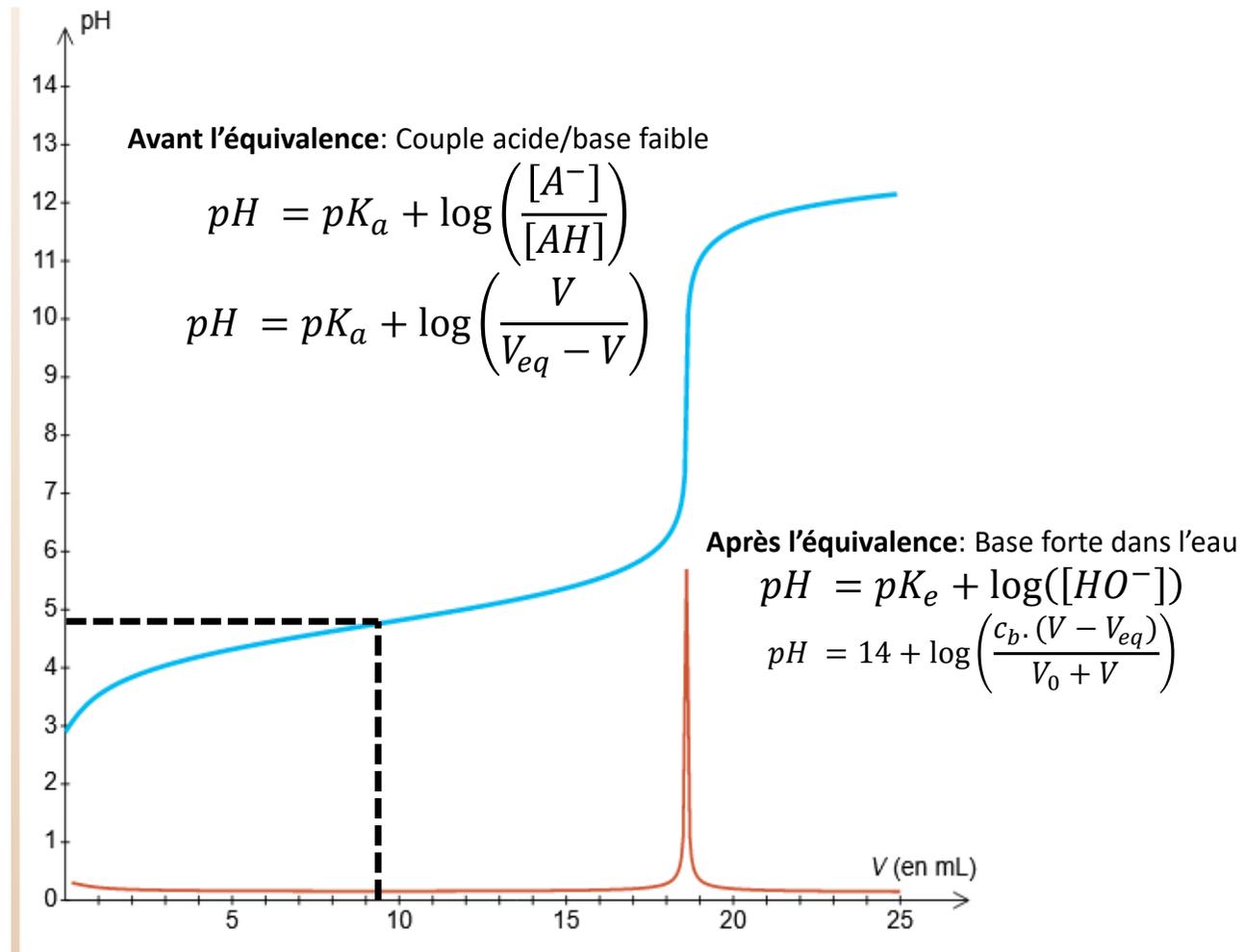
$$[HO^-] = 0$$

Après l'équivalence:

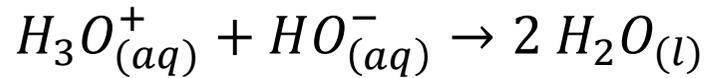
$$[AH] = 0, [A^-] = \frac{c_b \cdot V_{eq}}{V_0 + V} \text{ et } [HO^-] = \frac{c_b \cdot (V - V_{eq})}{V_0 + V}$$

A savoir :

A la demie équivalence ($V_b = \frac{V_{eq}}{2}$), on a $pH = pK_a$



Titration d'un acide fort par une base forte



Avant l'équivalence :

$$[H_3O^+] = \frac{c_a \cdot V_0 - c_b \cdot V}{V_0 + V} = \frac{c_b \cdot (V_{eq} - V)}{V_0 + V}$$
$$[HO^-] = 0$$

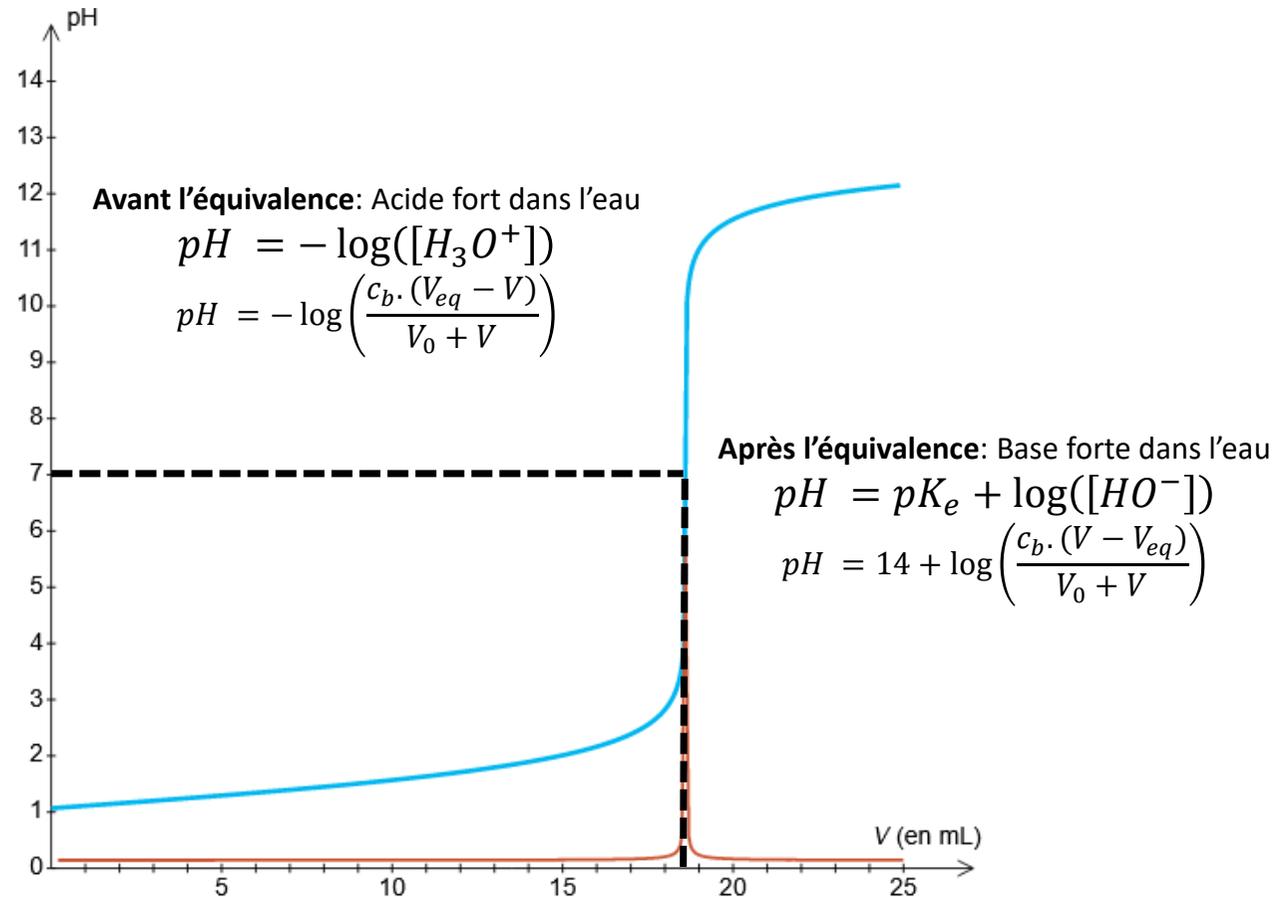
A l'équivalence: $[H_3O^+] \approx [HO^-] \approx 0$

Après l'équivalence:

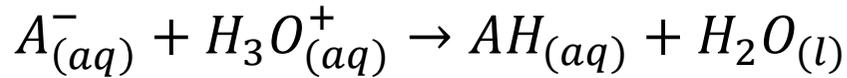
$$[H_3O^+] = 0 \text{ et } [HO^-] = \frac{c_b \cdot (V - V_{eq})}{V_0 + V}$$

A savoir :

A l'équivalence, on a $pH = 7$



Titration d'une base faible par un acide fort



Avant l'équivalence:

$$[A^-] = \frac{c_b \cdot V_0 - c_a \cdot V}{V_0 + V} = \frac{c_a \cdot (V_{eq} - V)}{V_0 + V}$$

$$[AH] = \frac{c_a \cdot V}{V_0 + V}$$

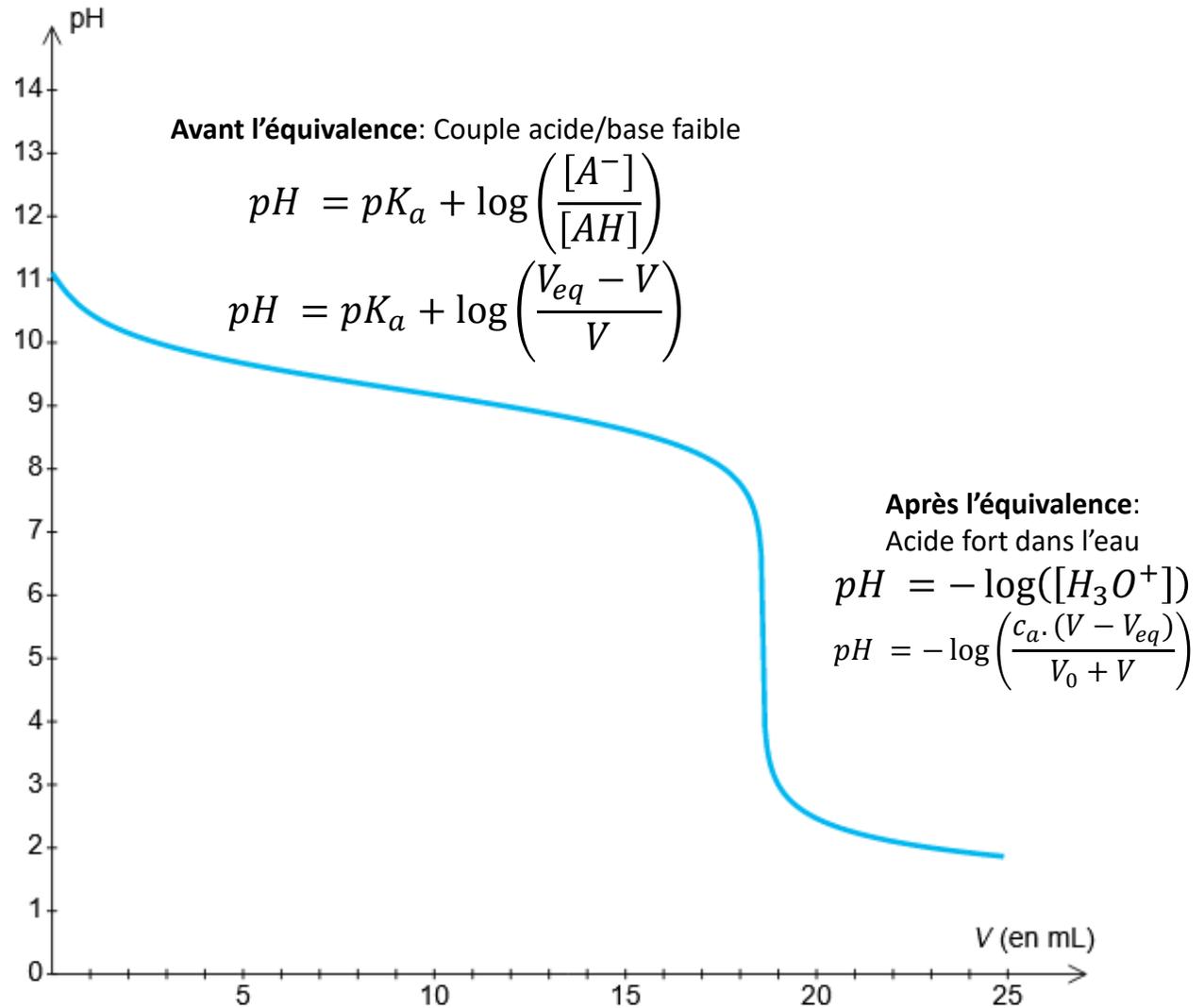
$$[H_3O^+] = 0$$

Après l'équivalence:

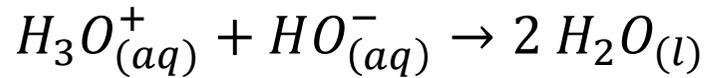
$$[A^-] = 0, [AH] = \frac{c_a \cdot V_{eq}}{V_0 + V} \text{ et } [H_3O^+] = \frac{c_a \cdot (V - V_{eq})}{V_0 + V}$$

A savoir :

A la demie équivalence ($V_b = \frac{V_{eq}}{2}$), on a $pH = pK_a$



Titration d'une base forte par un acide fort



Avant l'équivalence :

$$[HO^-] = \frac{c_b \cdot V_0 - c_a \cdot V}{V_0 + V} = \frac{c_a \cdot (V_{eq} - V)}{V_0 + V}$$

$$[H_3O^+] = 0$$

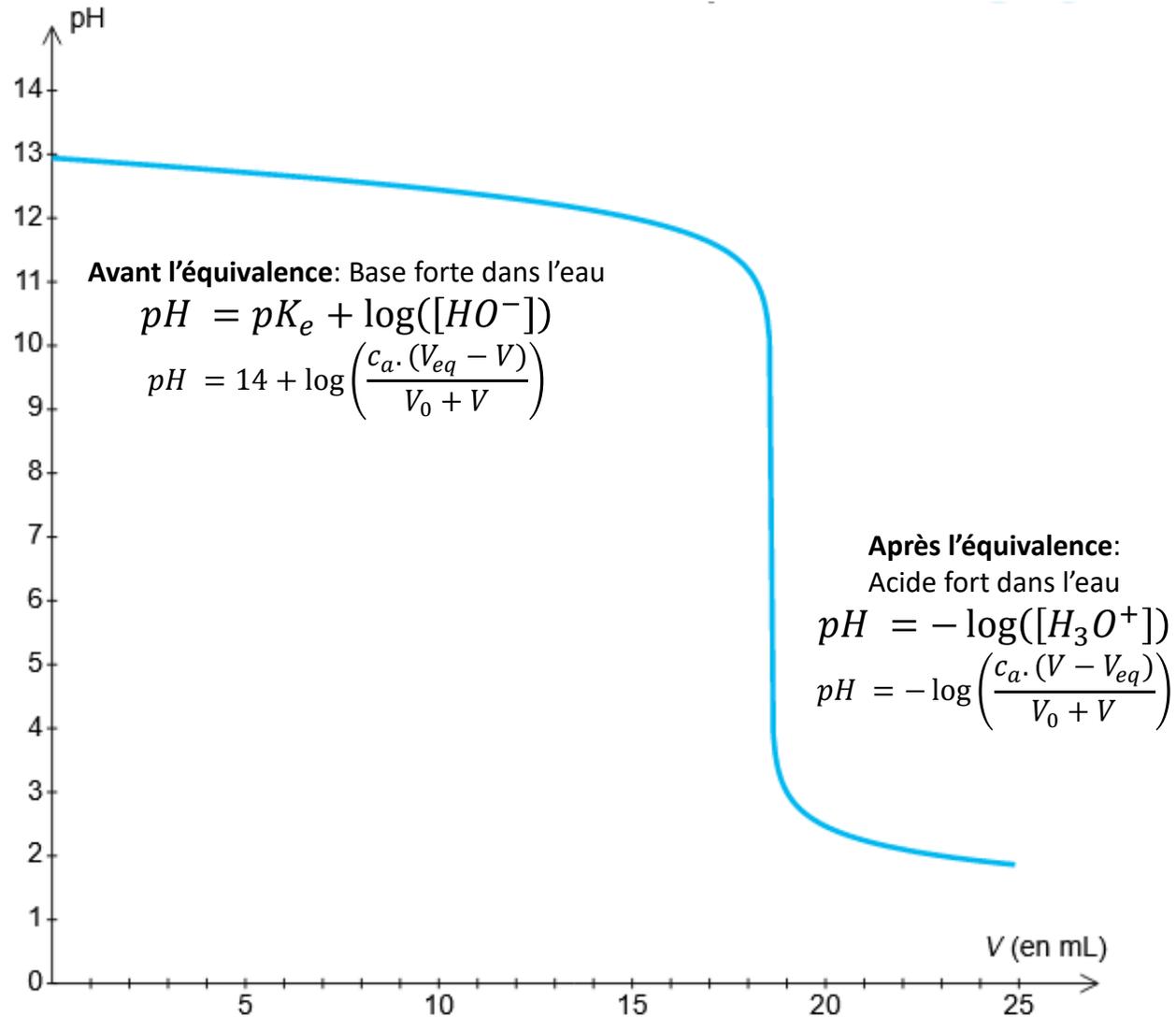
A l'équivalence: $[H_3O^+] \approx [HO^-] \approx 0$

Après l'équivalence:

$$[HO^-] = 0 \text{ et } [H_3O^+] = \frac{c_a \cdot (V - V_{eq})}{V_0 + V}$$

A savoir :

A l'équivalence, on a $pH = 7$



Pour s'entraîner

https://www.hatier-clic.fr/miniliens/mie/2020/9782401073364/Simulateur_titrage_accueil/index.html

