

# Titration

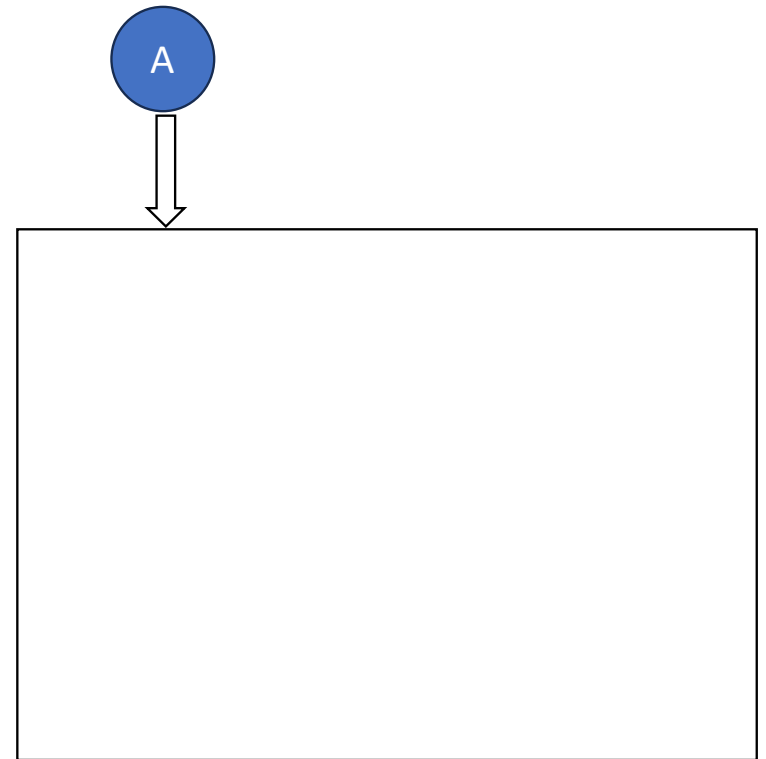
Chapitre C5

# Principe d'un titrage



**Combien de B  
dans le milieu ?**

# Principe d'un titrage



# Principe d'un titrage



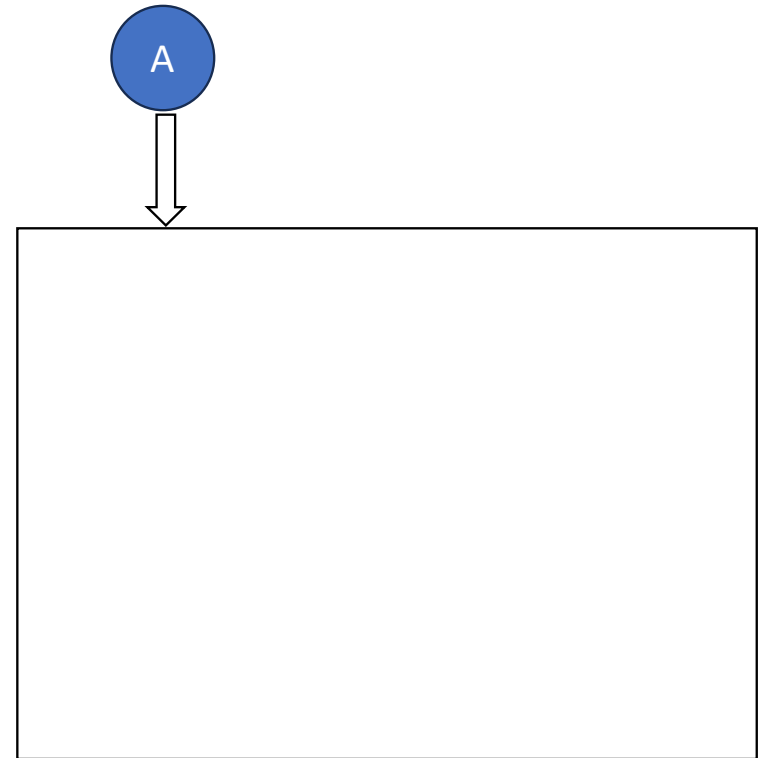
Nombre de A introduits : **1**



# Principe d'un titrage



Nombre de A introduits : **1**



# Principe d'un titrage



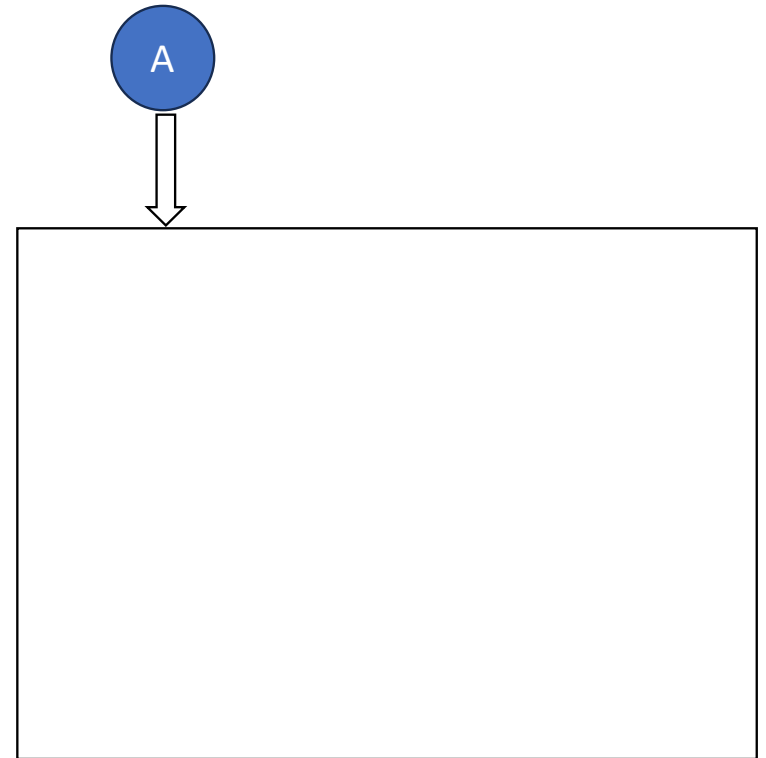
Nombre de A introduits : **2**



# Principe d'un titrage



Nombre de A introduits : **2**



# Principe d'un titrage



Nombre de A introduits : **3**

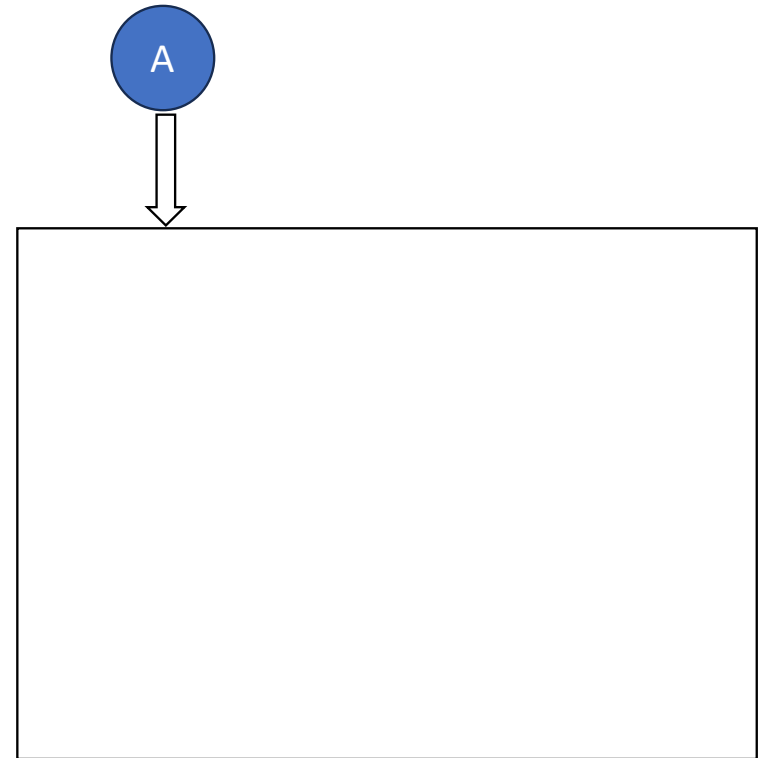




# Principe d'un titrage



Nombre de A introduits : **3**



# Principe d'un titrage



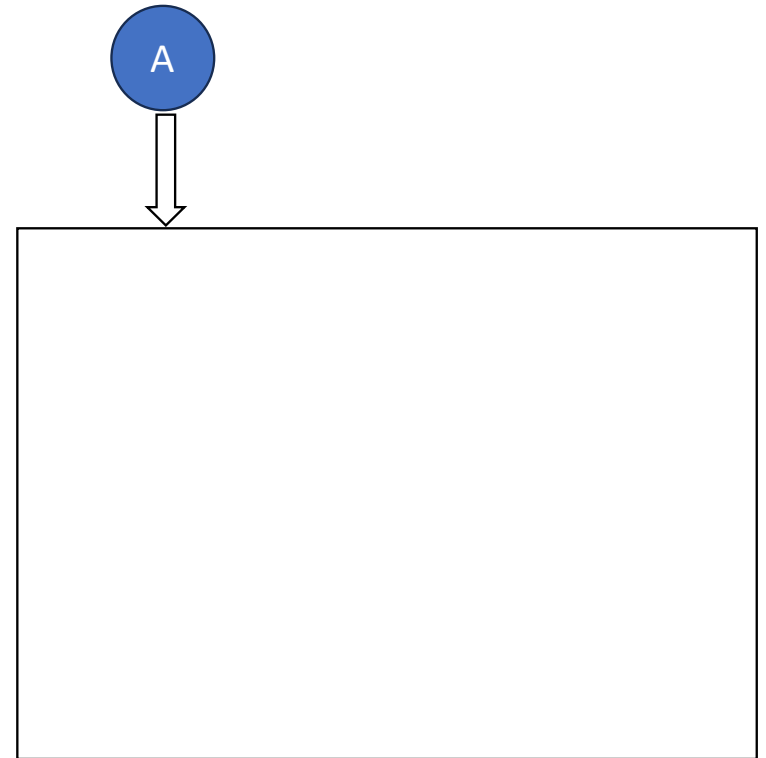
Nombre de A introduits : **4**



# 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



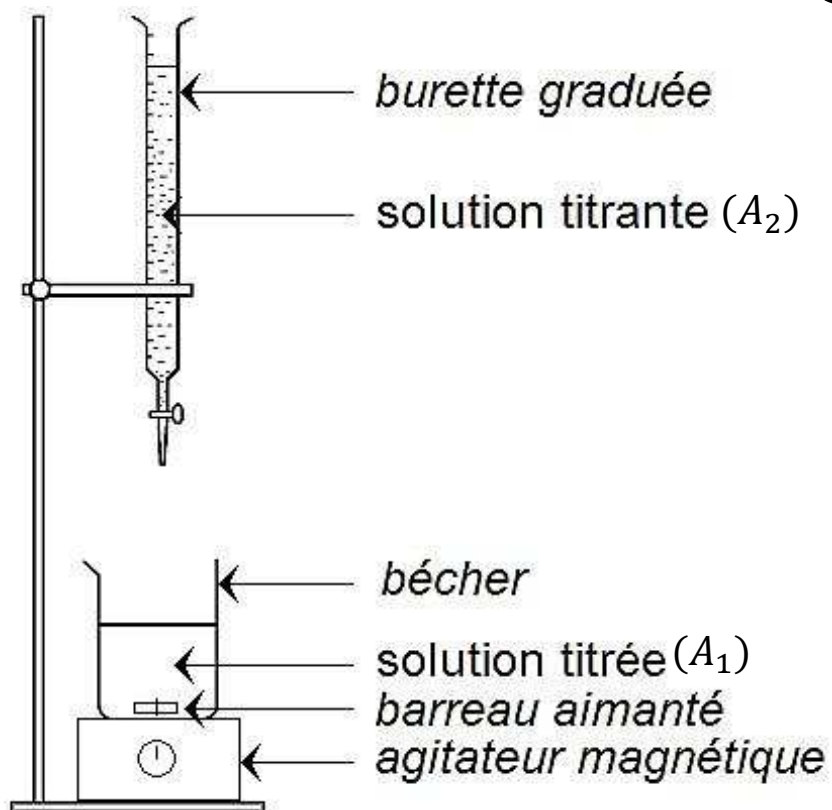
Nombre de A introduits : 5

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



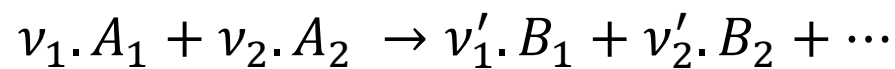
Montage permettant de réaliser un titrage  
(appareil de mesure à rajouter si nécessaire)

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  $A_2$ .

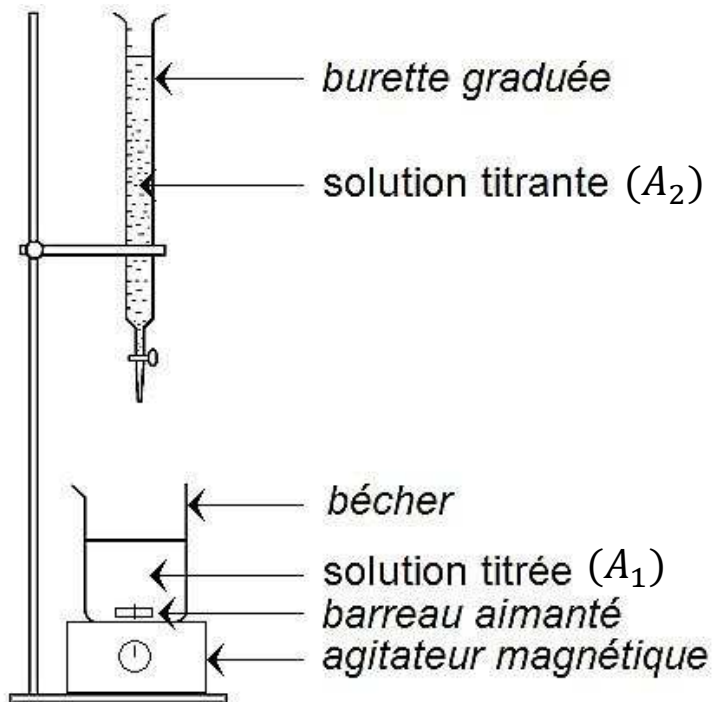
Le réactif  $A_1$  est appelé **réactif titré**.

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

**Réaction support (rapide et totale) :**



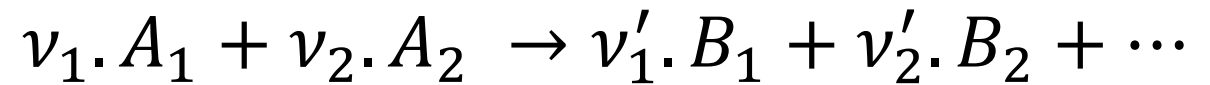
# Equivalence



Montage permettant de réaliser un titrage

(appareil de mesure à rajouter si nécessaire).

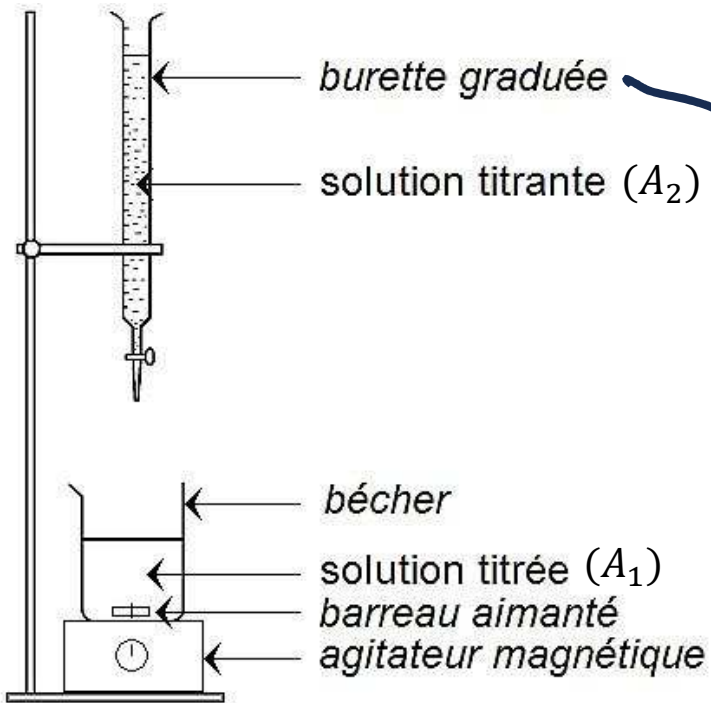
**Réaction support (rapide et totale) :**



**Proportions stœchiométriques :**

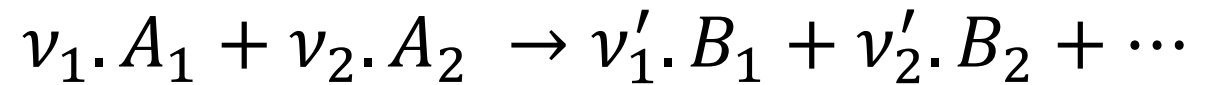
$$\frac{n_0(A_1)}{\nu_1} = \frac{n_{Eq}(A_2)}{\nu_2}$$

# Equivalence



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

**Réaction support (rapide et totale) :**



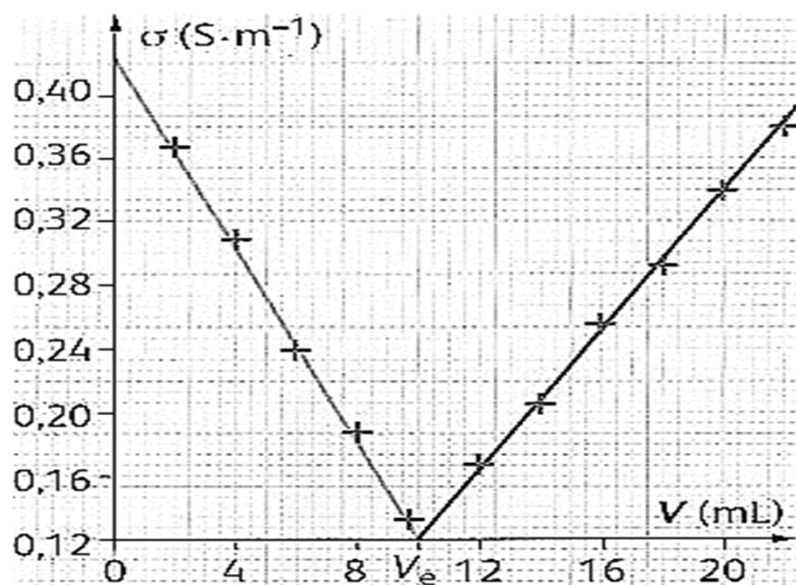
**Proportions stœchiométriques :**

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

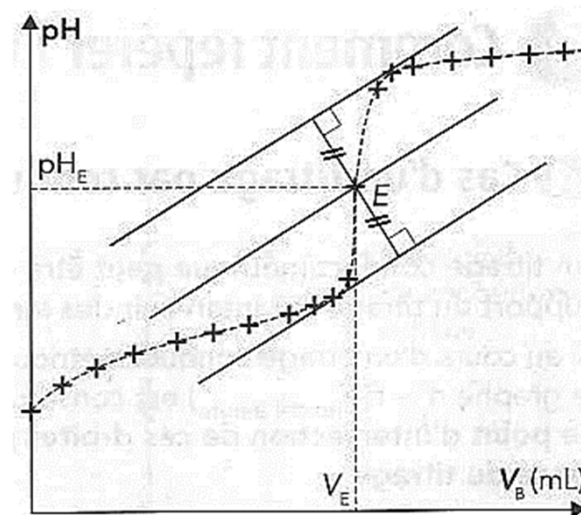
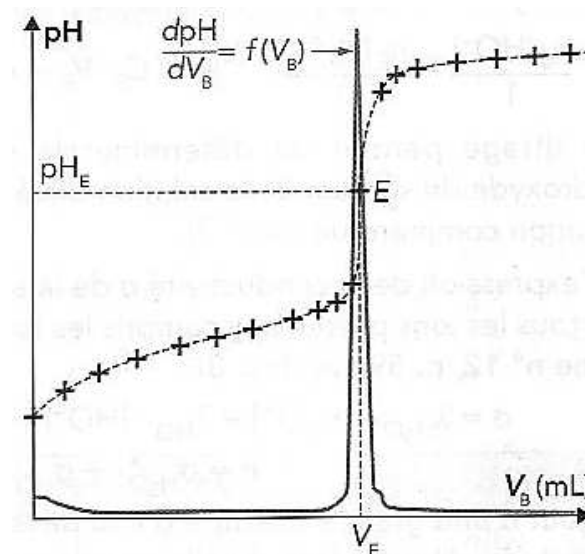
$$n_{Eq}(A_2) = c_2 \cdot V_{éq}$$



# Repérer l'équivalence



Exemple de courbe obtenue lors d'un titrage conductimétrique.



# Application 1

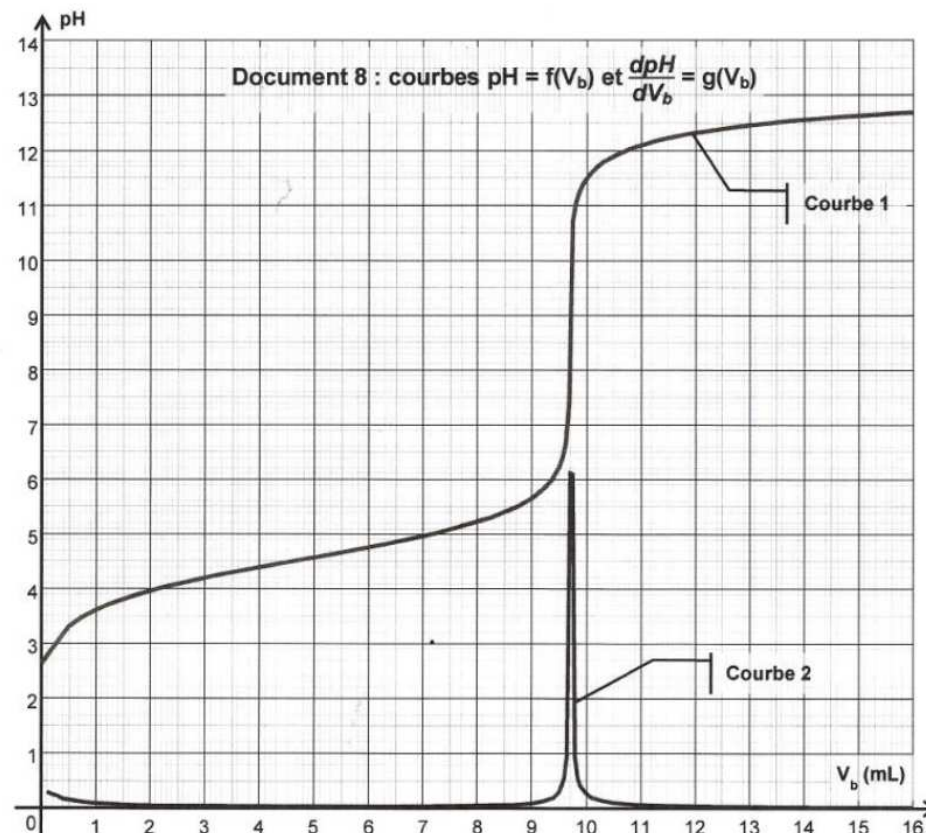
On réalise le titrage de l'ibuprofène contenu dans un comprimé d'« ibuprofène 400 mg » :

- 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<sup>-1</sup>. Le titrage est suivi par conductimétrie : la conductivité  $\sigma$  de la solution titrée est mesurée en fonction du volume  $V$  de titrant ajouté. La courbe expérimentale est présentée figure 1.

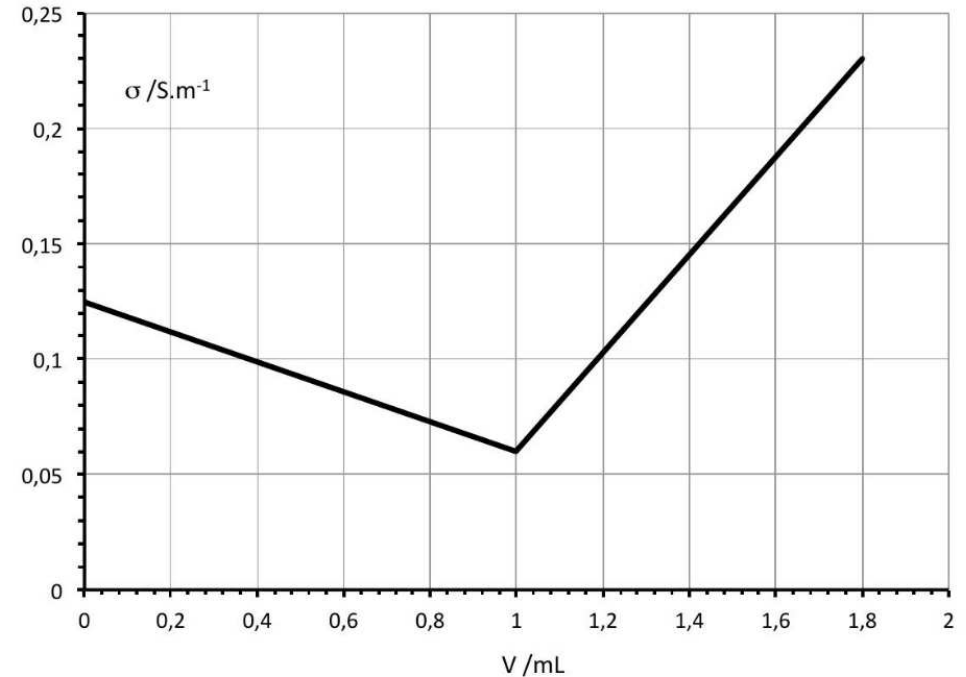


Figure 1 – Suivi conductimétrique du dosage de la solution recueillie en surface du béton.

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<sup>-1</sup>. Le titrage est suivi par conductimétrie : la conductivité  $\sigma$  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  $\Lambda^0$  en mS.m<sup>2</sup>.mol<sup>-1</sup>**

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

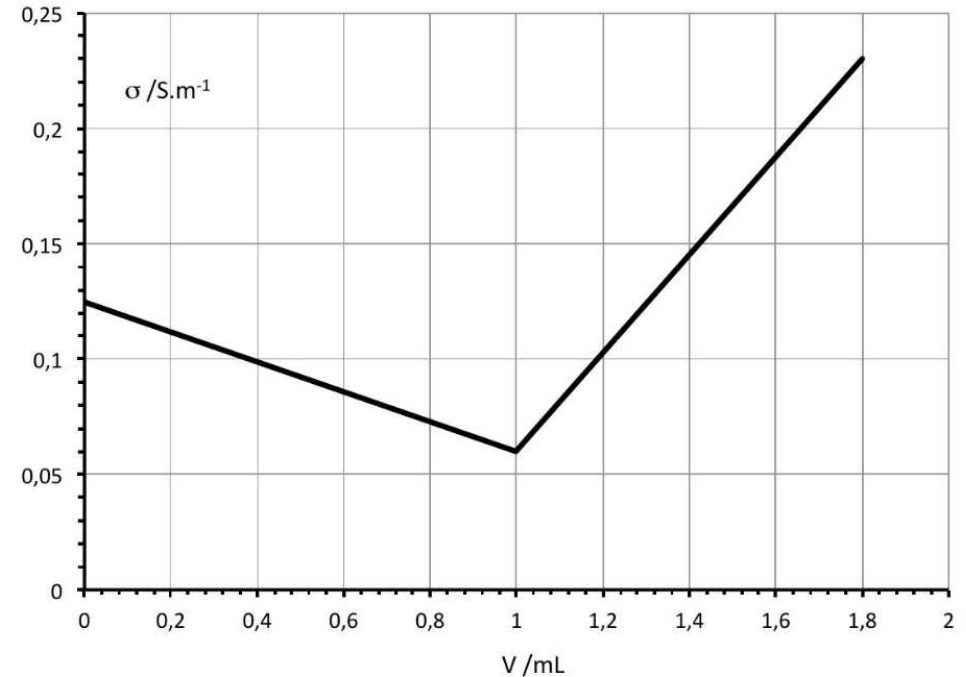
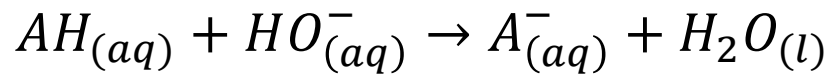


Figure 1 – Suivi conductimétrique du dosage de la solution recueillie en surface du béton.

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:

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

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

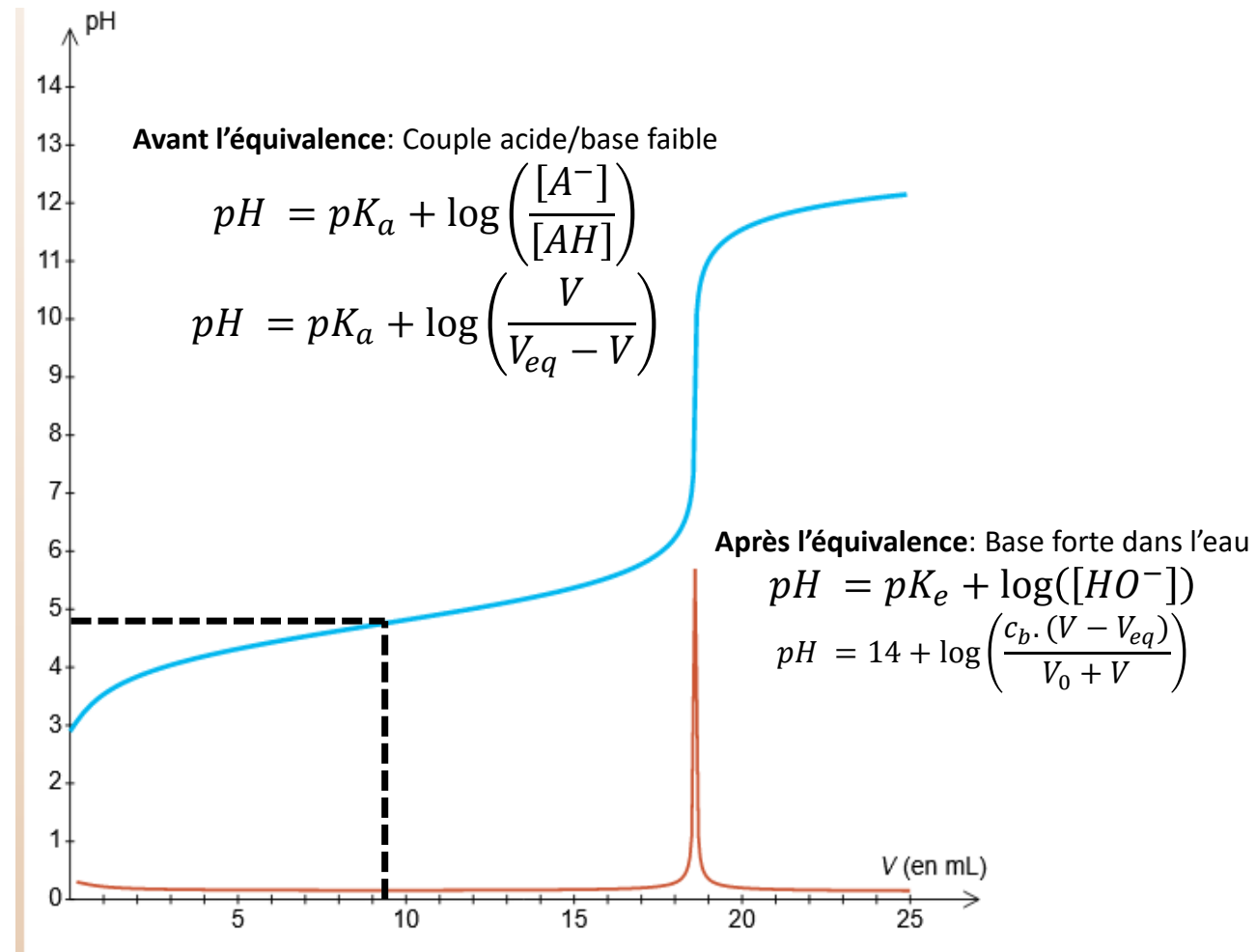
$$[HO^-] = 0$$

Après l'équivalence:

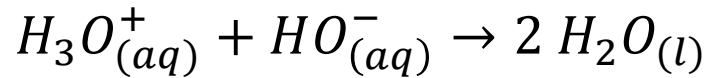
$$[AH] = 0, [A^-] = \frac{c_b \cdot V_{eq}}{V_0 + V} \text{ et } [HO^-] = \frac{c_b \cdot (V - V_{eq})}{V_0 + V}$$

**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 :

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

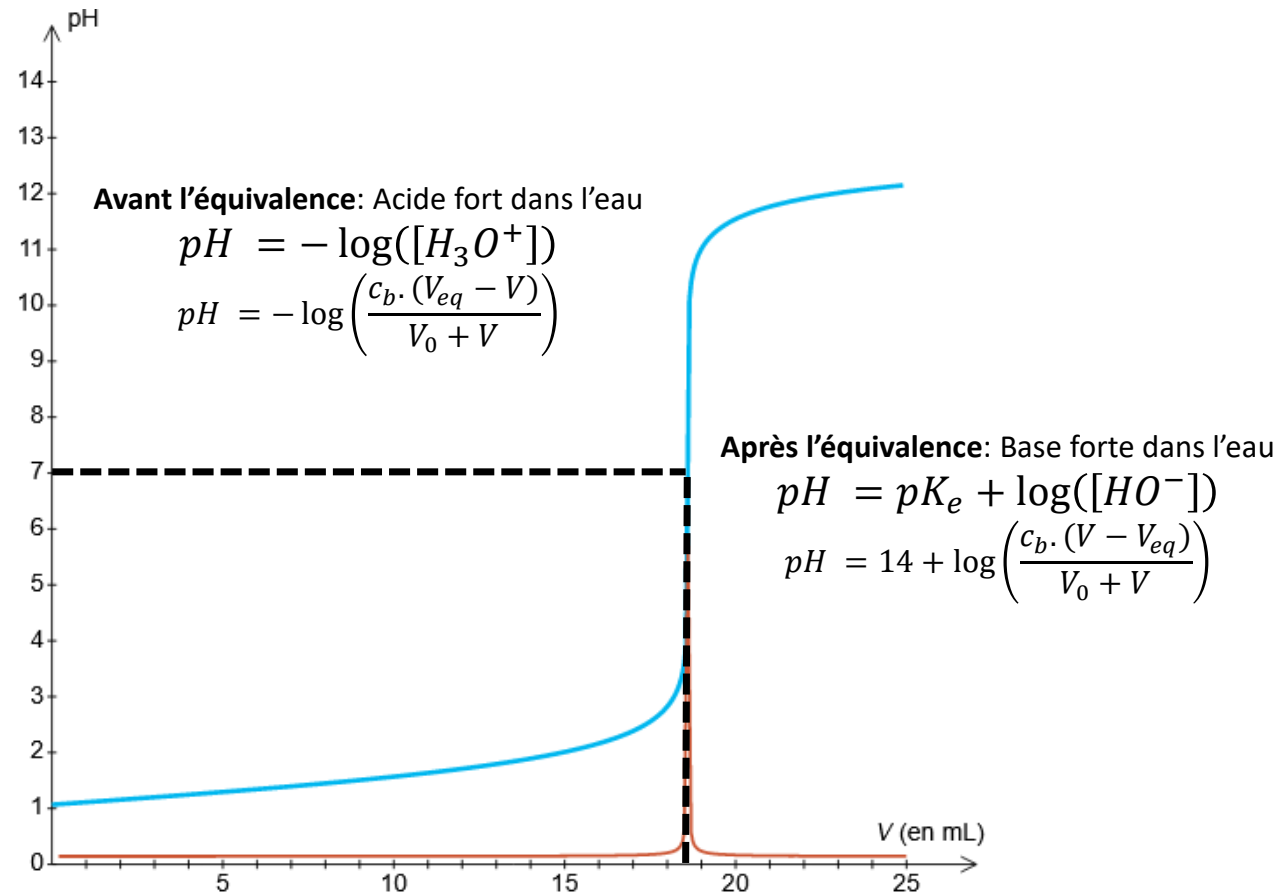
A l'équivalence:  $[H_3O^+] \approx [HO^-] \approx 0$

Après l'équivalence:

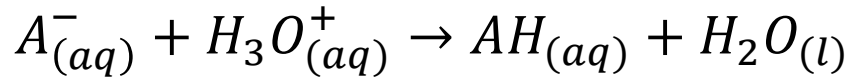
$$[H_3O^+] = 0 \text{ et } [HO^-] = \frac{c_b \cdot (V - V_{eq})}{V_0 + V}$$

**A savoir :**

A l'équivalence, on a  $pH = 7$



# Titration d'une base faible par un acide fort



Avant l'équivalence:

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

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

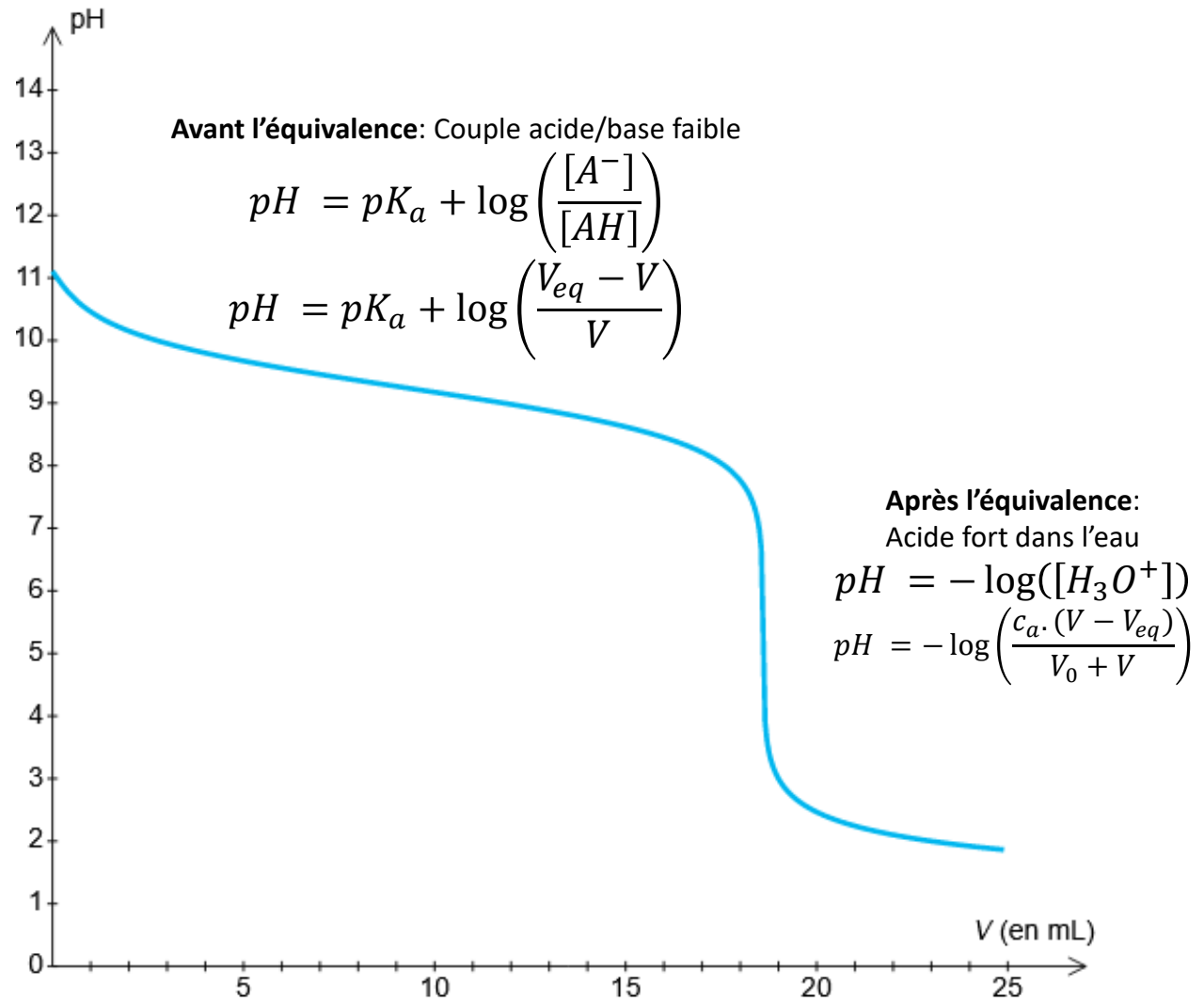
$$[H_3O^+] = 0$$

Après l'équivalence:

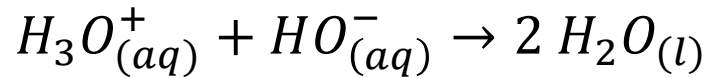
$$[A^-] = 0, [AH] = \frac{c_a \cdot V_{eq}}{V_0 + V} \text{ et } [H_3O^+] = \frac{c_a \cdot (V - V_{eq})}{V_0 + V}$$

**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 :

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

$$[H_3O^+] = 0$$

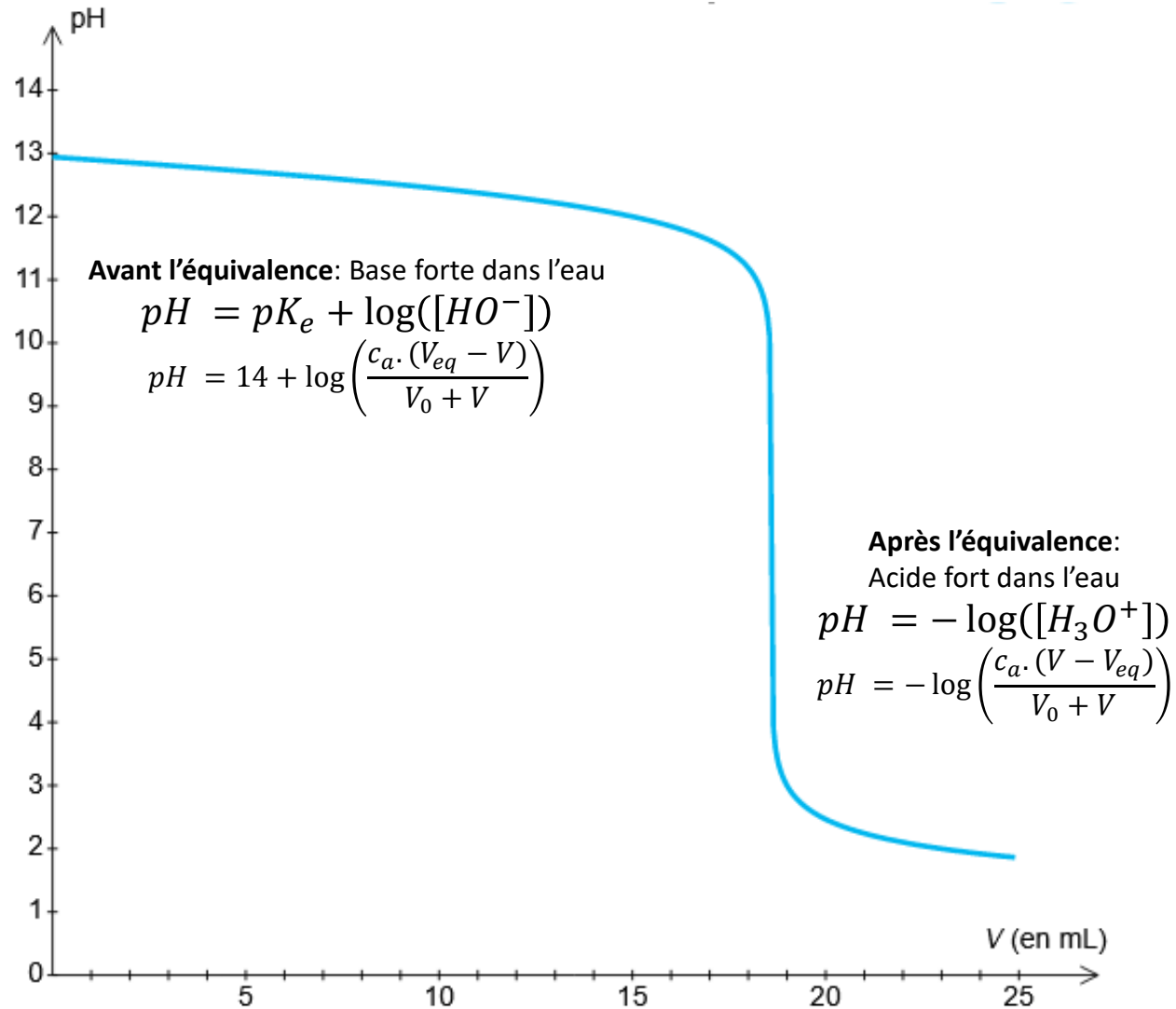
A l'équivalence:  $[H_3O^+] \approx [HO^-] \approx 0$

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

