

# Dosage par titrage

## I. Caractéristique d'une solution ①

### Rappel - Masse volumique d'une solution

La masse volumique  $\rho$  d'une solution est sa masse par unité de volume.

$$\rho_{solution} = \frac{m_{solution}}{V_{solution}}$$

$\rho_{solution}$  : masse volumique de la solution (en  $g.L^{-1}$ )

$m_{solution}$  : masse de la solution (en g)

$V_{solution}$  : volume de la solution (en L)

### Densité d'une solution

La densité d'une solution est le quotient de sa masse volumique  $\rho$  par celle de l'eau  $\rho_{eau}$ , les deux masses volumiques étant exprimées dans la même unité.

$$d = \frac{\rho_{solution}}{\rho_{eau}}$$

$d$  : densité de la solution (sans unité)

$\rho_{solution}$  : masse volumique de la solution (en  $g.L^{-1}$  par exemple)

$\rho_{eau}$  : masse volumique de l'eau (en  $g.L^{-1}$  par exemple)

### Pourcentage massique (ou titre massique) ♥

Le pourcentage massique  $\%P_m$  d'une solution est le quotient de la masse de l'espèce chimique étudiée, contenue dans un mélange, par la masse de ce mélange.

$$\text{pourcentage massique} = \%P_m = \frac{m_{\text{espèce}}}{m_{\text{mélange}}} \times 100$$

$\%P_m$  : pourcentage massique (en %)

$m_{\text{soluté}}$  : masse de l'espèce (en g) ou masse du soluté

$m_{\text{solution}}$  : masse du mélange (en g) ou masse de la solution



### ① Lien entre $\%P_m$ et $c$

*Carnet*  
**DE LABO**

Fiche 33 p 49

- Utiliser des pourcentages
- Calculer un pourcentage

### Pourcentage massique



<https://youtu.be/FhyDrWNHZQ0>

### ⚠ Éviter les erreurs

- Vérifier la cohérence des unités
- Ne pas confondre titre massique (en %) et concentration massique

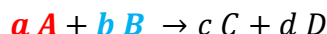
## II. Rappel 1<sup>ère</sup> : principe d'un titrage 2

### Définitions ♥

Doser une solution, c'est déterminer la concentration de la solution contenue dans le bécher ou l'erlenmeyer.

Lors d'un titrage, le **réactif titré A**, dont on cherche à **déterminer** la concentration  $C_A$  réagit avec le **réactif titrant B** de concentration  $C_B$  connue.

L'équation de la réaction support du titrage s'écrit :

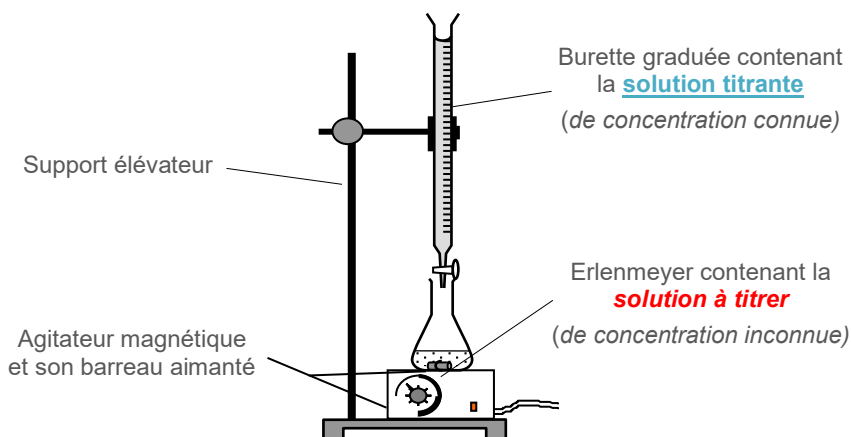


♥ Cette réaction chimique support de titrage doit être **totale et rapide**.

- On appelle **réactif titré**, une espèce chimique dont on souhaite déterminer expérimentalement la quantité de matière.
- On appelle **réactif titrant**, une espèce chimique dont on connaît la quantité de matière et qui réagit avec le réactif titré.

### Montage du dosage ♥

On dose toujours la solution **titrée** par une solution **titrante**



On verse progressivement la solution titrante dans le mélange réactionnel à l'aide de la burette graduée. La solution titrante réagit avec la solution titrée.

On suit l'évolution d'une caractéristique du mélange réactionnel contenu dans le bécher : couleur, pH, conductivité,...

### Équivalence ♥

**L'équivalence d'un titrage est atteinte lorsque les réactifs (titrant et titré) ont été introduits en proportion stœchiométrique.**

Les deux réactifs sont alors totalement consommés.

- Avant l'équivalence, la solution titrante (burette) est le réactif limitant.
- Après l'équivalence, la solution titrée (prise d'essai) est le réactif limitant.

**L'équivalence correspond aussi à l'état du système chimique où il y a changement de réactif limitant.**

## 2 Détermination de la concentration de la solution titrante lors d'un titrage

L'équivalence est obtenue pour un volume versé de solution titrante appelé **volume équivalent**, noté  $V_E$  ou  $V_{\text{éq}}$ .

A l'équivalence, on note l'avancement de la réaction  $x_{\text{éq}}$  on peut construire le tableau d'avancement suivant :

Équation du titrage		$aA$	+	$bB$	$\rightarrow$	$cC$	+	$dD$
État du système	Avancement	Quantité de matière (en mol)						
État initial	$x = 0$	$n_A = C_A \times V_A$		$n_B = C_B \times V_{\text{éq}}$		0		0
à l'équivalence	$x = x_{\text{éq}}$	$n_A - a \times x_{\text{éq}} = 0$		$n_B - b \times x_{\text{éq}} = 0$		$c \times x_{\text{éq}}$		$d \times x_{\text{éq}}$

## Rappel - Titrage



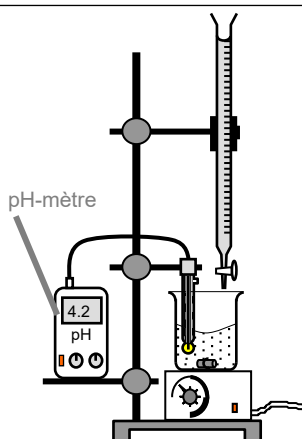
<https://youtu.be/b5pW7nXJxco>

# Carnet DE LABO

Fiche 57 p 86

- Principe d'un titrage
- Définition de l'équivalence
- Titrage avec suivi colorimétrique

## III. Titration pH-métrique 3



### Définition

Un titrage pH-métrique peut être envisagé lorsque la réaction support du titrage est une réaction **acido-basique**.

Lors d'un titrage pH-métrique, on ajoute un pH-mètre pour mesurer le pH dans le milieu réactionnel et suivre l'évolution du pH en fonction du volume de réactif titrant versé.

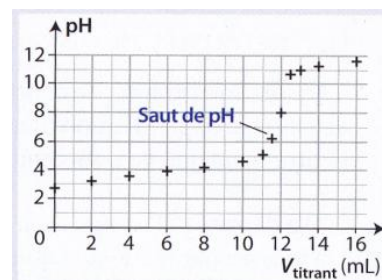
*On remplace l'erenmeyer par un bécher et on peut éventuellement ajouter un peu d'eau pour que la sonde de pH soit bien immergée.*

### Courbe obtenue

Lors d'un titrage pH-métrique, on observe la brusque variation de pH (appelée saut de pH) du graphe  $pH = f(V_{\text{titrant}})$ .

Ce saut correspond au changement de réactif limitant.

L'équivalence se trouve donc au niveau de ce saut de pH.



### Rappel indicateur coloré

Un indicateur coloré acido-basique est un couple acide/ base (noté  $H_{\text{ind}}/Ind^-$ ) dont les espèces acide et basique sont de couleurs différentes.

On peut s'en servir pour déterminer l'équivalence d'un titrage acido-basique. Pour cela, il suffit que **le pH à l'équivalence soit dans la zone de virage de l'indicateur coloré**

## Détermination du volume à l'équivalence ♥

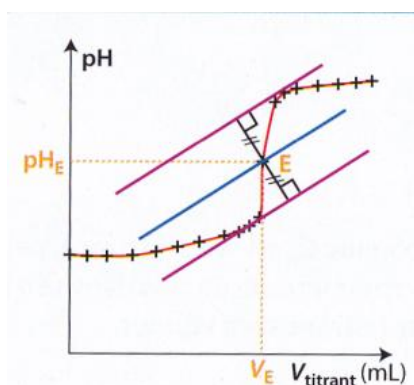
Pour déterminer les coordonnées ( $V_E$ ,  $pH_E$ ) du point équivalent et donc le volume équivalent  $V_E$ , il faut utiliser l'une des deux méthodes suivantes :

### Méthode des tangentes

C'est une méthode graphique.

- 1 Tracer une première tangente à la courbe (un peu avant le saut de pH)
- 2 Tracer une seconde tangente à la courbe après le saut (parallèle à la 1<sup>ère</sup> tangente)
- 3 Tracer une perpendiculaire aux 2 tangentes
- 4 Tracer une parallèle aux 2 tangentes passant par le milieu de la perpendiculaire
- 5 Le point d'intersection de la parallèle et de la courbe correspond au point d'équivalence.

Cette méthode permet de déterminer le volume à l'équivalence  $V_E$  et le pH à l'équivalence  $pH_E$ .



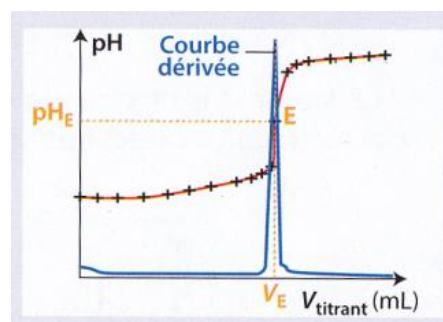
### Méthode de la courbe dérivée

- 1 Avec un logiciel adapté, on trace la courbe **dérivée** du pH par rapport à  $V_{\text{titrant}}$  en fonction du volume versé  $V_{\text{titrant}}$  (courbe dérivée de la courbe précédente) :

$$\frac{dpH}{dV_{\text{titrant}}} = f(V_{\text{titrant}})$$

- 2 Au point équivalent, cette courbe admet un extremum (maximum ou minimum).
- 3 L'abscisse nous donne  $V_E$ .

Cette courbe permet d'obtenir le volume à l'équivalence.



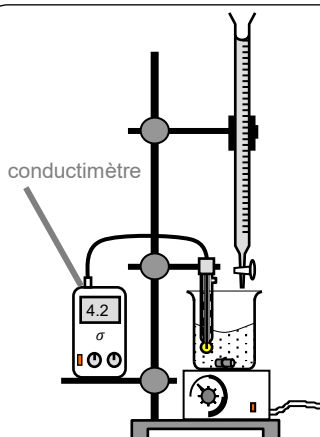
## IV. Titration conductimétrique 4

### Définition

Lorsque **des ions** interviennent dans la réaction support de titrage, on peut suivre l'évolution de la réaction par conductimétrie.

On ajoute un conductimètre pour mesurer la conductivité dans le milieu réactionnel.

*On remplace l'erenmeyer par un b cher et on ajoute un grand volume d'eau pour diminuer l'effet de dilution*



## Courbe obtenue ♥

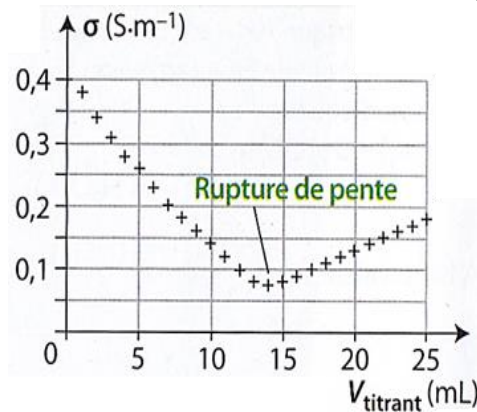
La courbe obtenue présente deux portions de droite.

L'équivalence se trouve au niveau de la rupture de pente.

Interprétation de la forme de la courbe :

- Faire l'inventaire des ions présents dans le mélange réactionnel (attention au réactif limitant !)
- Étudier l'évolution de leurs concentrations avant et après l'équivalence.

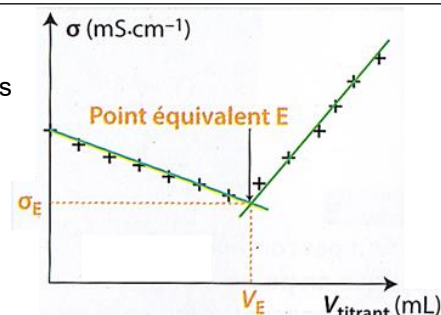
Utiliser les conductivités molaires ioniques et la loi de Kohlrausch pour interpréter la variation de la conductivité.



## Détermination du volume à l'équivalence ♥

Pour trouver le point équivalent, on trace les deux droites modélisant les points avant et après l'équivalence. Identifier leur point d'intersection.

L'abscisse de leur point d'intersection est le volume équivalent  $V_E$ .



### Dosage par titrage



[https://youtu.be/BYVOSN\\_PsNs](https://youtu.be/BYVOSN_PsNs)

### Allure des courbes



[https://youtu.be/BYVOSN\\_PsNs](https://youtu.be/BYVOSN_PsNs)

# Carnet DE LABO

Fiche 57 p 86

- Titrage avec suivi pH-métrique
- Titrage avec suivi conductimétrique



## Retour sur la problématique du chapitre

L'étiquette d'un jus d'orange indique que le jus contient environ 70 mg d'acide ascorbique (vitamine C) pour  $V_1 = 100 \text{ mL}$  de boisson. On souhaite vérifier cette information expérimentalement.

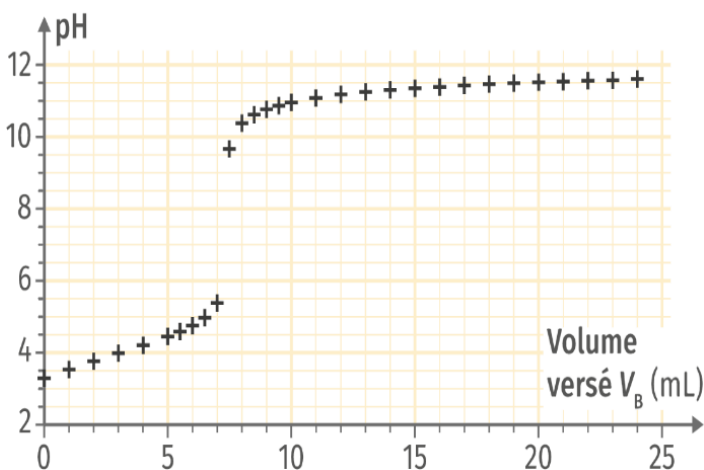
L'acide ascorbique est un acide de formule brute  $C_6H_8O_6$

On réalise le titrage avec suivi pH-métrique de  $V_1 = 100 \text{ mL}$  de jus par la soude de concentration  $c_B = 0,050 \text{ mol.L}^{-1}$ . La courbe  $pH = f(V)$  est représentée ci-contre avec  $V_B$  le volume de soude versé.

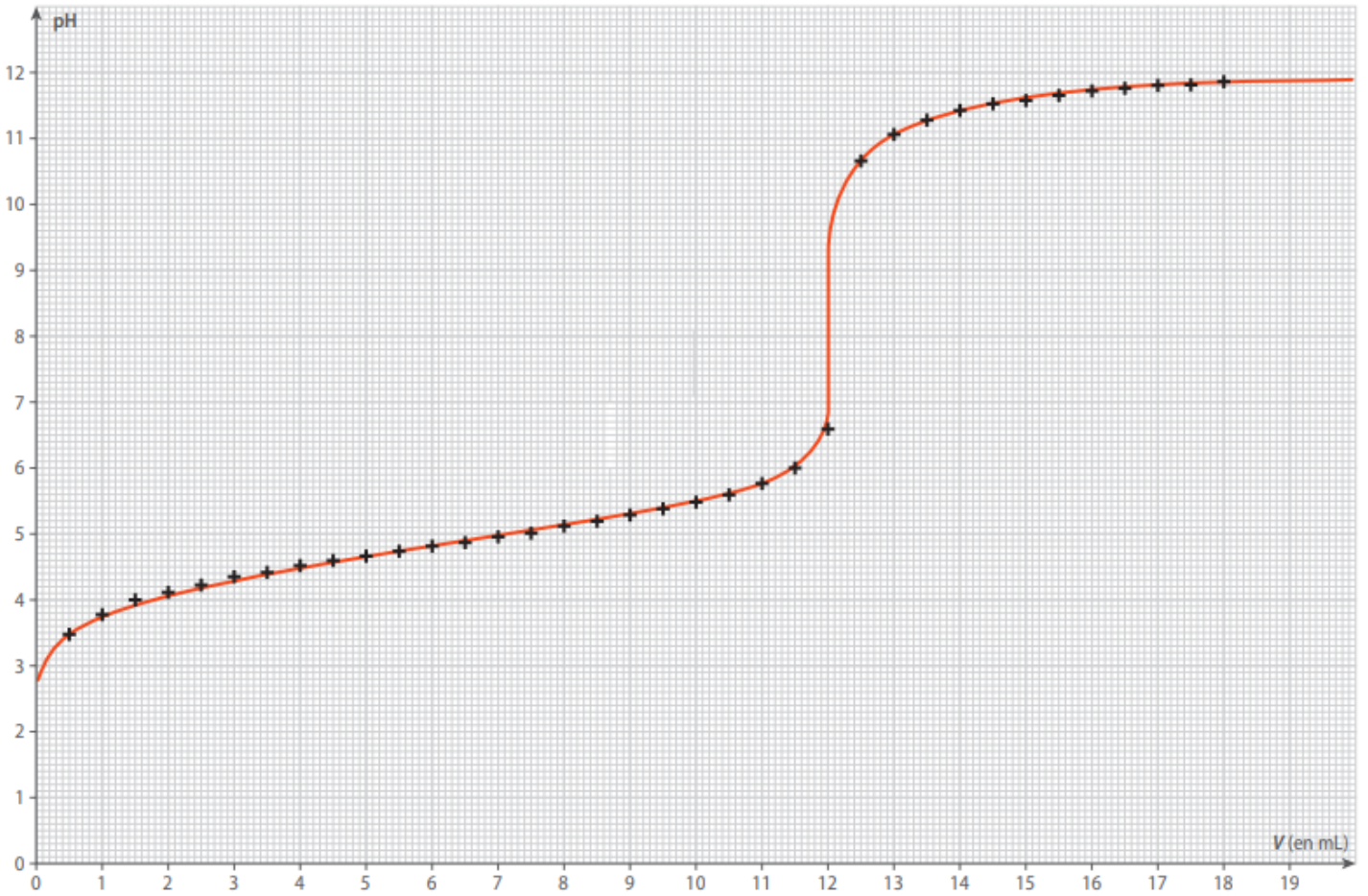
Vérifier l'information portée sur l'étiquette du jus.

### Données :

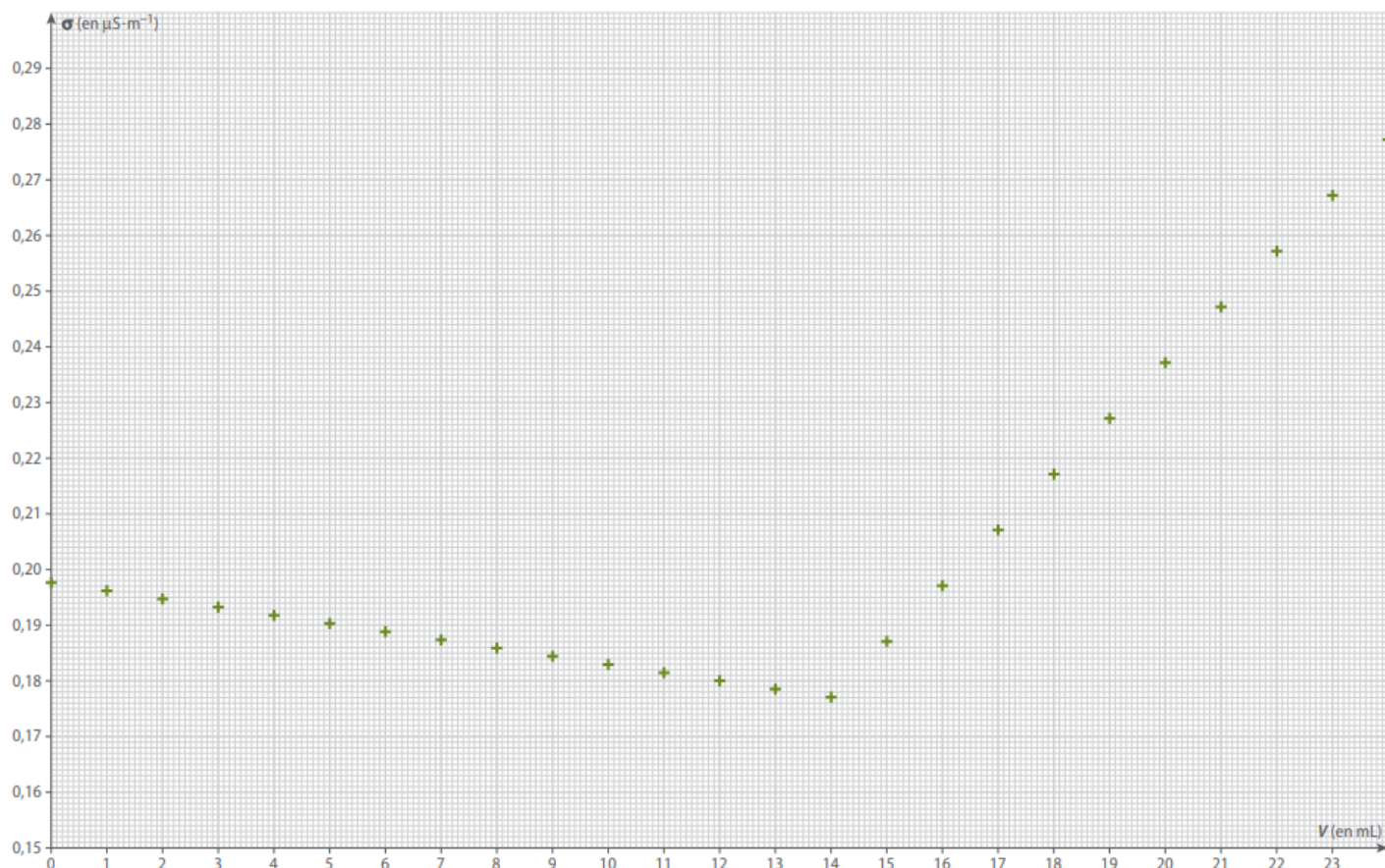
- Couples acide-base :  $C_6H_8O_6(aq) / C_6H_7O_6^-(aq)$ ,  $H_3O^+(aq) / H_2O(\ell)$  et  $H_2O(\ell) / HO^-(aq)$
- Masse molaire de l'acide ascorbique :  $M = 176,0 \text{ mol}^{-1}$



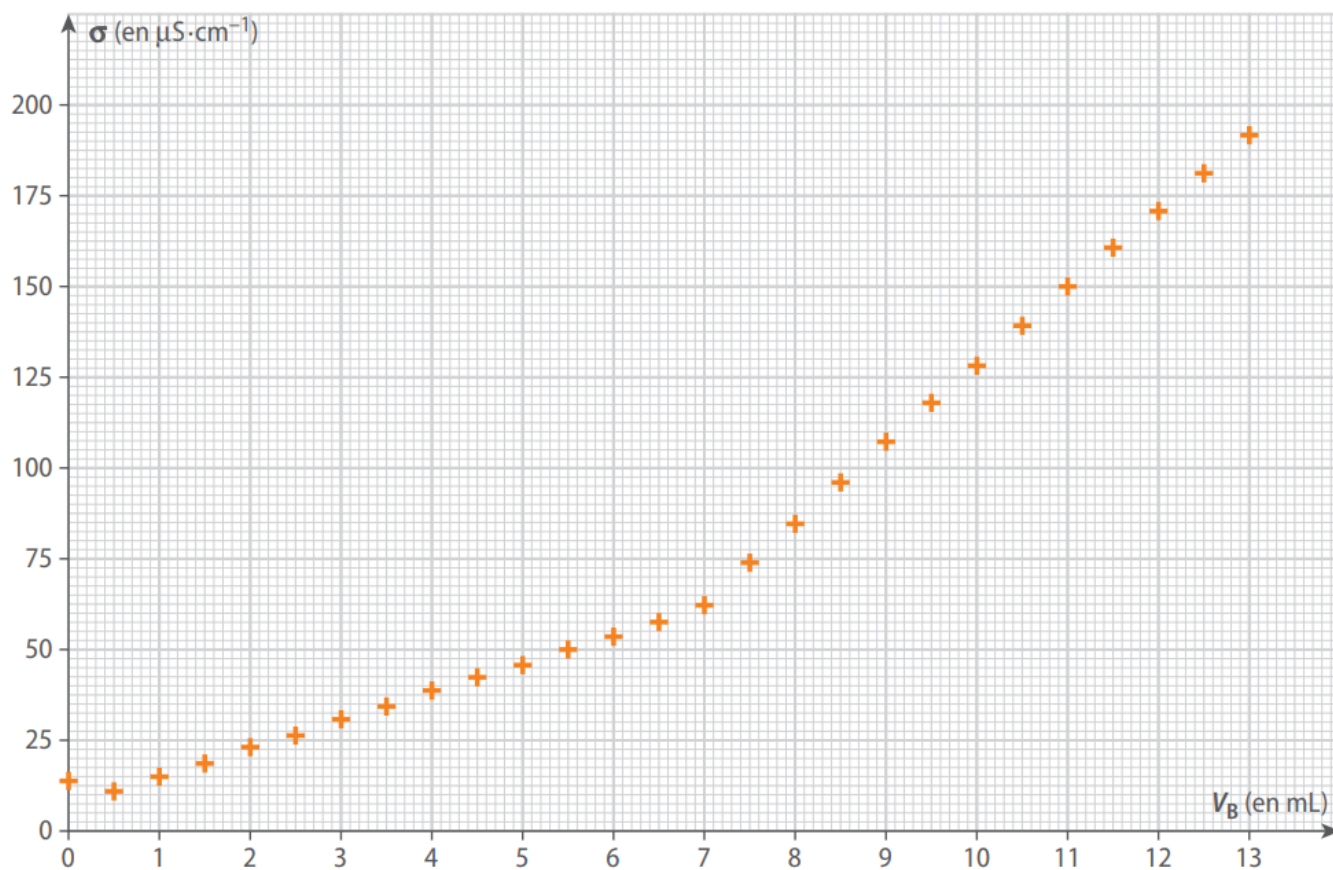
Préparer une communication orale sans note afin d'expliquer la problématique du chapitre en **3 minutes**.

Exercice 41 p 106

## Exercice 40 p 106



## Exercice 52 p 111



## Exercice 49 p 109

