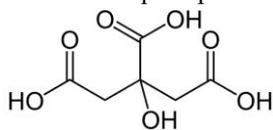


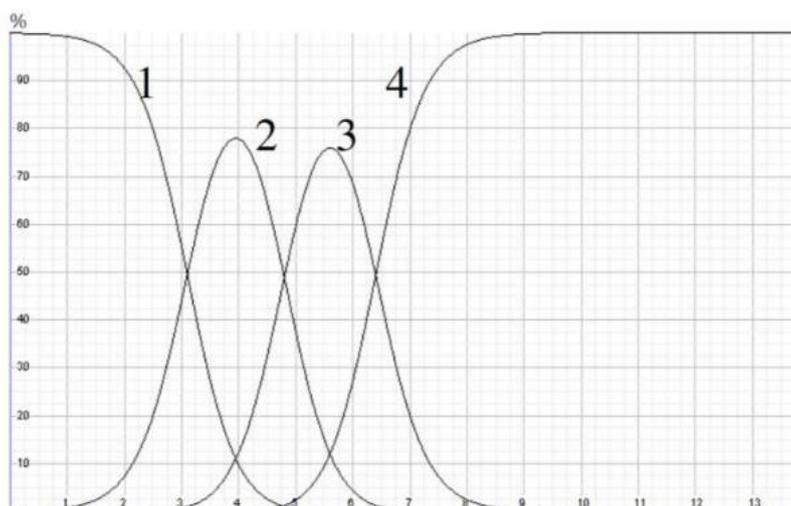
## Exercices de chimie sur les titrages par suivi pH-métrique

### Exercice 1 : l'acide citrique

L'acide citrique a pour formule



. C'est un triacide que l'on note de façon simplifiée H<sub>3</sub>A. Les courbes tracées ci-contre représentent les proportions de chacune des espèces acido-basiques de l'acide citrique en fonction du pH en abscisse.



#### I Les différentes acidités de l'acide citrique.

1) Justifier que l'acide citrique soit un triacide.

2) L'acide citrique est-il une molécule chirale ? Justifier.

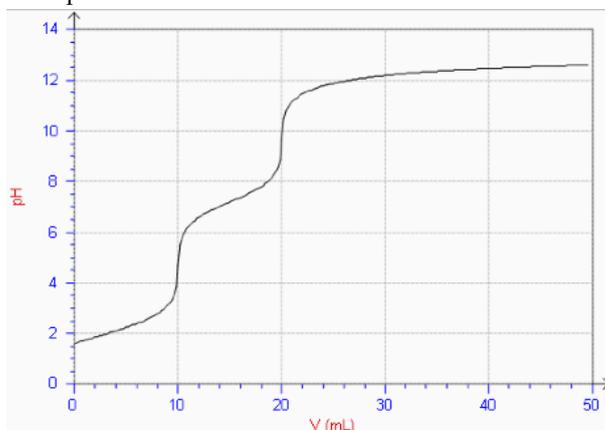
3) Ecrire les trois couples acido-basiques issus de l'acide citrique en utilisant la notation simplifiée. Identifier chacune des courbes.

4) Après avoir rappelé l'expression du pH d'une solution en fonction du pK<sub>a</sub> d'un couple et des concentrations de l'acide et de sa base conjuguée, déterminer pour quelle valeur de pH les concentrations en acide et en base de ce couple sont égales.

5) En déduire les trois pK<sub>a</sub> successifs de l'acide citrique.

#### II Titrage de l'acide citrique

Le titrage, par la soude, d'un polyacide par suivi pH-métrique peut prendre différentes allures. Par exemple, pour un diacide dont les deux pK<sub>a</sub> sont séparés d'au moins une valeur de 4 (pK<sub>a2</sub> - pK<sub>a1</sub> > 4), on observe deux sauts de pH avec deux équivalences. On dit que les deux acidités sont dosées l'une après l'autre. On obtient ainsi l'allure de courbe suivante :



Si les deux pK<sub>a</sub> sont proches (différences inférieures à 4), on observe qu'un seul saut de pH marquant l'équivalence : les deux acidités sont dosées en même temps. Il en va de même pour un triacide.

On lit sur l'étiquette d'un sachet de détartrant à destination des cafetières ou des bouilloires :

*Détartrant poudre : élimine le calcaire déposé dans les tuyaux de la machine.*

*Formule : 100% acide citrique, non corrosif pour les parties métalliques.*

*Contenance : 40,0 g.*

Afin de vérifier l'indication de l'étiquette du détartrant, on dissout le contenu d'un sachet dans un volume d'eau distillée égal à 2,00 L. La solution ainsi obtenue est notée S. On réalise alors le titrage pH-métrique d'une prise d'essai de 10,0 mL de la solution S par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium, (Na<sup>+</sup><sub>(aq)</sub> + HO<sup>-</sup><sub>(aq)</sub>), de concentration molaire égale à (1,00 ± 0,02) × 10<sup>-1</sup> mol.L<sup>-1</sup>.

L'équation de la réaction, support du titrage, est la suivante : AH<sub>3(aq)</sub> + 3 HO<sup>-</sup><sub>(aq)</sub> → A<sup>3-</sup><sub>(aq)</sub> + 3 H<sub>2</sub>O(l)

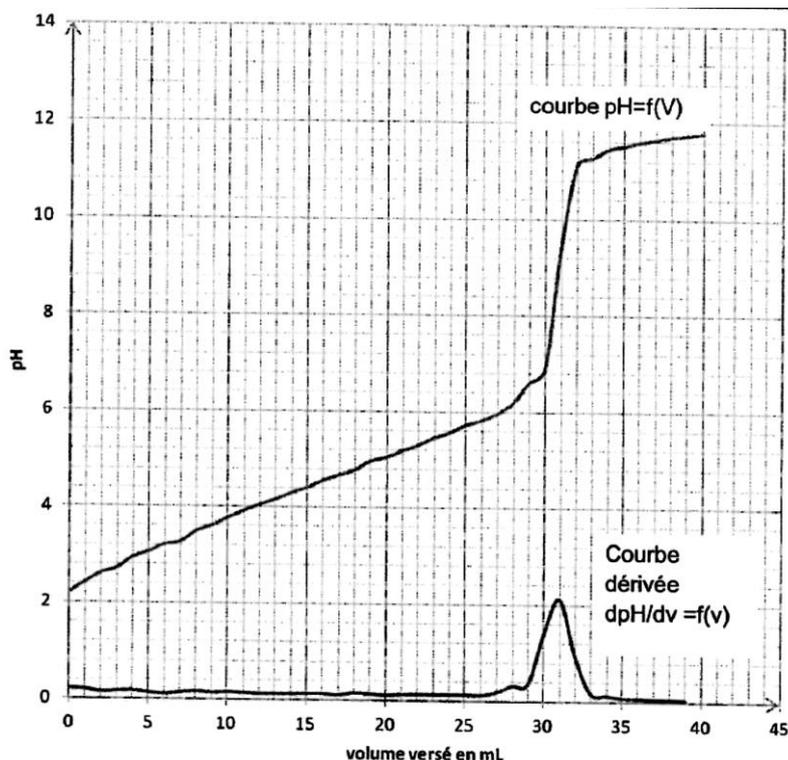
On obtient la courbe suivante :

- 1) Justifier qu'on observe qu'un seul saut de pH.
- 2) Justifier l'équation de la réaction support de titrage.
- 3) À partir de l'exploitation des courbes données, déterminer la concentration molaire d'acide citrique de la solution titrée.
- 4) Calculer le pourcentage en masse, noté  $p$ , d'acide citrique dans le sachet de détartrant.
- 5) L'incertitude  $\Delta p$  sur le pourcentage en masse  $p$  est donnée par la relation

$$\Delta p = p \sqrt{\left(\frac{\Delta C_B}{C_B}\right)^2 + \left(\frac{\Delta V_{eq}}{V_{eq}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta V_A}{V_A}\right)^2 + \left(\frac{\Delta V}{V}\right)^2}$$

La précision relative de la verrerie étant de 0,5 % et celle sur le volume équivalent estimée à 1 %, déterminer l'incertitude relative sur le pourcentage en masse  $p$ .

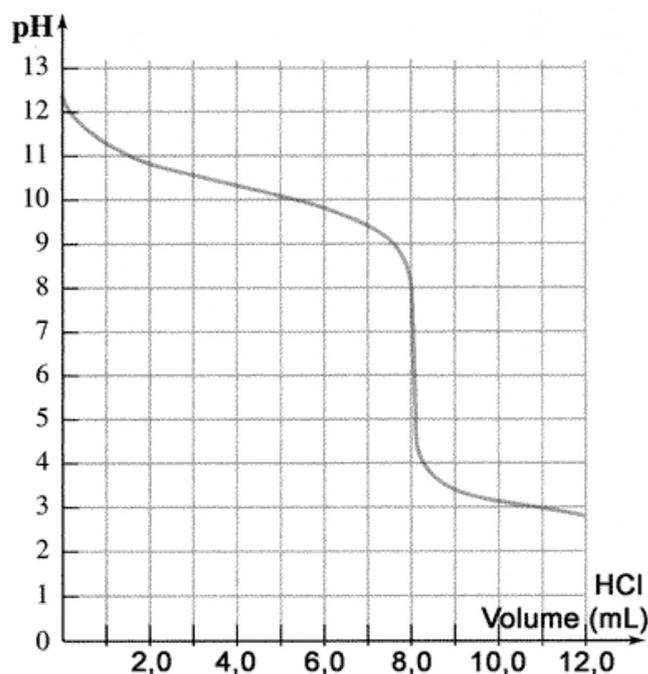
Le résultat obtenu pour le pourcentage en masse  $p$  est-il en cohérence avec l'étiquette ? Justifier.



## Exercice 2 : titrage d'une base

On titre une base noté B par une solution titrante lors d'un titrage par suivi pH-métrique. On obtient la courbe ci-contre.

- 1) Quelle est la solution titrante habituellement utilisée ?
- 2) Donner la réaction support du titrage.
- 3) Faire le schéma annoté du titrage.
- 4) Parmi les indicateurs colorés proposés, lequel utiliseriez-vous pour le titrage présenté ? Justifier la réponse et préciser comment l'équivalence est repérée.



Indicateur coloré	Teinte acide	Zone de virage	Teinte basique
Hélianthine	Rouge	3,1 – 4,4	Jaune
Vert de bromocrésol	Jaune	3,8 – 5,4	Bleu
Bleu de bromothymol	Jaune	6,0 – 7,6	Bleu
Rouge de crésol	Jaune	7,2 – 8,8	Rouge
Phénolphtaléine	Incolore	8,2 – 10,0	Rose
Rouge d'alizarine	Violet	10,0 – 12,0	Jaune
Carmin d'indigo	Bleu	11,6 – 14,0	Jaune