

# Dosage du carbonate de calcium dans une coquille d'œuf

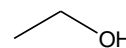
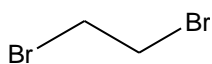
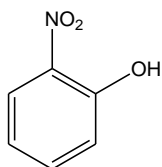
---

**Question simple** : formation d'un solide ionique – mise en solution d'un solide ionique (exemple du carbonate de calcium)

- ✓ Définir les termes suivants : produit de solubilité, solution saturée.
- ✓ Etablir la condition thermodynamique d'apparition du précipité à partir de ses ions en solution aqueuse.
- ✓ Définir la solubilité d'un solide ionique en solution et citer 2 facteurs influençant la solubilité.

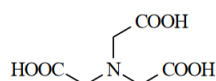
**Question ouverte** :

- ✓ Déterminer la teneur massique en ions carbonates et en ions calcium dans une coquille d'œuf. On expliquera notamment le principe de chaque dosage présenté.
- ✓ Proposer une synthèse du BAPTA à partir des réactifs organiques suivants :

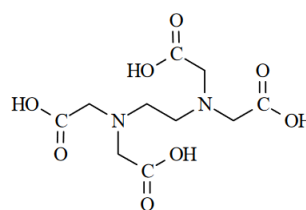


**Document 1** : ligands complexants du calcium

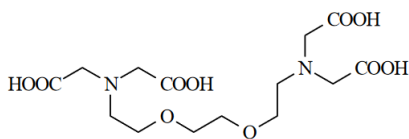
L'EDTA n'est pas sélectif des ions calcium (il complexe tous les cations métalliques, notamment les ions  $Mg^{2+}$ , ce qui est très gênant pour les biochimistes) et les propriétés acide-base sont telles qu'il peut difficilement être utilisé dans les milieux cellulaires, dont le pH est voisin de 7. Les biochimistes ont donc mis au point des analogues structuraux de l'EDTA comme l'EGTA ou le BAPTA.



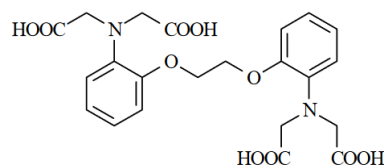
NTA



EDTA



EGTA



BAPTA

**Document 2** : titrage des ions calcium par l'EGTA.

Soit une solution A obtenue par dissolution de 1 g de coquille d'œuf dans un volume  $V_0 = 50$  mL. On ajoute 25 mL d'une solution tampon à  $\text{pH} = 10$ , 2 mL d'une solution de complexe Zn-EGTA de concentration voisine de  $1 \text{ mmol.L}^{-1}$ , puis 2 gouttes de solution de zincon. On titre alors lentement par une solution d'EGTA de concentration  $c = 6,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ . On observe un changement de coloration du bleu à l'orange, pour un volume versé  $v = 15,6$  mL.

Le zincon sera noté  $\text{HIn}^{3-}$  sous sa forme libre dans les conditions de pH utilisées. La forme complexante des ions métalliques est  $\text{In}^{4-}$ . Une solution de  $\text{HIn}^{3-}$  dans ces conditions de pH présente une couleur orange. Tous les complexes formés sont incolores sauf le complexe  $\text{ZnIn}^{2-}$  qui impose une coloration bleue aux solutions. Le zincon ne se complexe pas avec le calcium.

.Données

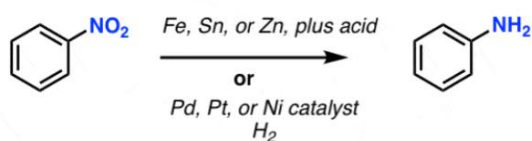
- Constante globale de complexation  
 $\beta([\text{Ca}(\text{EGTA})]^{2-}) = 10^{11}$  ;  $\beta(\text{ZnIn}^{2-}) \ll \beta([\text{Zn}(\text{EGTA})]^{2-}) \ll \beta([\text{Ca}(\text{EGTA})]^{2-})$
- L'EGTA est un tétraacide dont les  $\text{pK}_a$  sont : 2,0 ; 2,7 ; 8,9 ; 9,4
- Masses molaires atomiques en  $\text{g.mol}^{-1}$

Ca : 40      H : 1      C : 12      O : 16

**Document 3** : titrage des ions carbonates dans une coquille d'œuf.

On dissout une masse  $m = 1,00$  g de coquille d'œuf finement pulvérisée dans  $V_A = 50,0$  mL d'acide chlorhydrique de concentration en ion oxonium  $c_A = 1,00 \text{ mol.L}^{-1}$  (l'acide chlorhydrique est introduit en excès). On observe un dégagement gazeux important. Après complète disparition du solide, le mélange est placé sous aspiration sous vide pendant 15 minutes. La totalité de la solution est alors titrée par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration en ions hydroxyde  $c_B = 1,00 \text{ mol.L}^{-1}$ . L'équivalence est repérée par le virage de la phénolphtaléine pour un volume  $V_{\text{eq}} = 31,2$  mL.

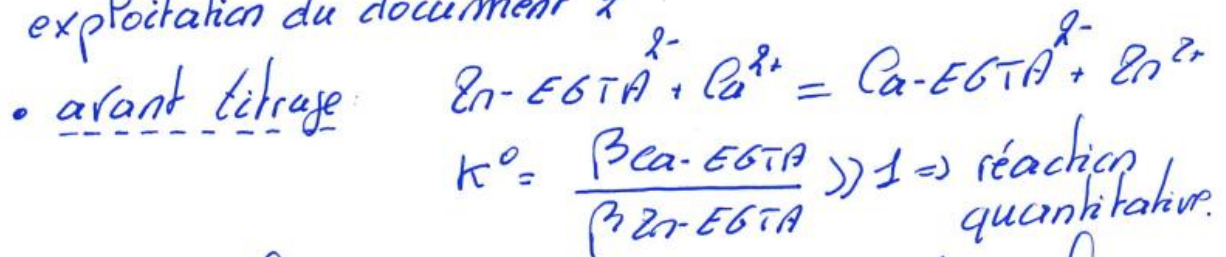
**Document 4** : banque de réactions



# Dosage du carbonate de calcium dans une coquille d'oeuf.

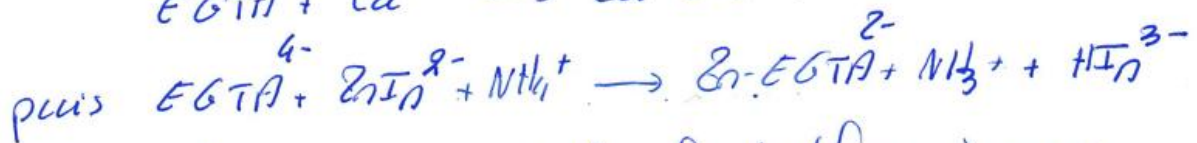
## Question ouverte:

① exploitation du document 2



$\Rightarrow$  complexat° de  $Zn^{2+}$  par  $HIn^{3-}$  pour donner le complexe  $ZnIn^{2-} \Rightarrow$  solut° bleue

• pendant le titrage:  $V < V_{eq}$



À l'équivalence: passage de la colorat° bleue à orange.

$$n_{EGTA_{\text{versé}}} = n_{Ca^{2+}} + n_{Zn-EGTA} = n_{Ca_0^{2+}}$$

$$\Rightarrow n_{Ca_0^{2+}} = C V_{eq} \quad \underline{\underline{AN: n_{Ca_0^{2+}} = 9,4 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot L^{-1}}}}$$

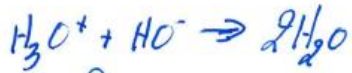
$$\Rightarrow m_{Ca} = M_{Ca} \times n_{Ca_0^{2+}} = 0,37 \text{ g.}$$

$\Rightarrow$  37% de calcium dans la coquille.

② exploitation du document 3



- Titrage de l'excès d'acide chlorhydrique.



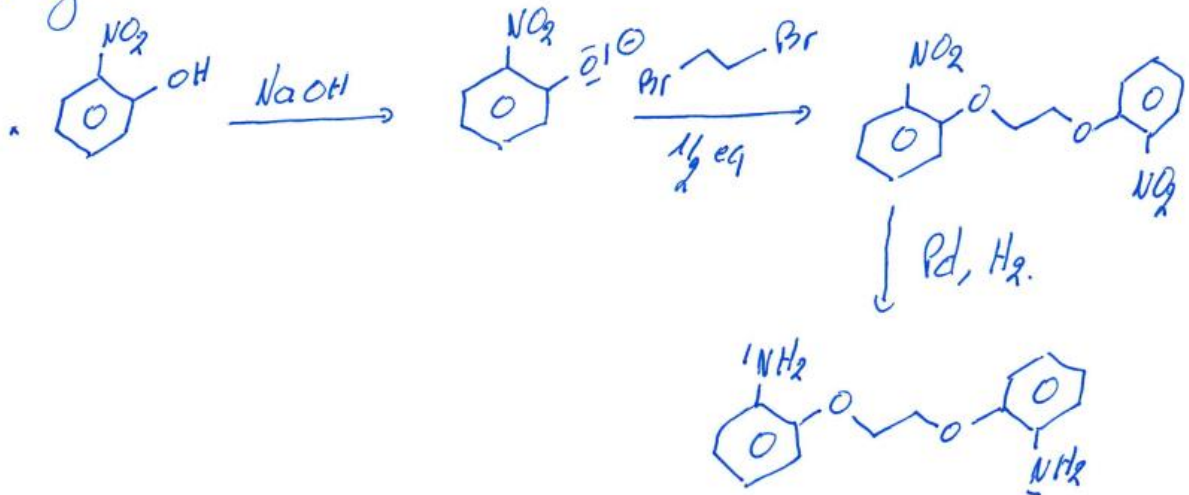
A l'équivalence:  $m_{\text{HO}^- \text{ réag.}} = m_{\text{H}_3\text{O}^+ \text{ exc.}}$

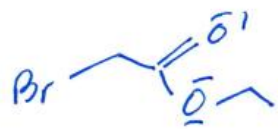
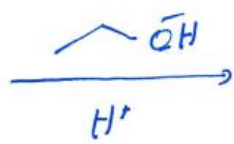
$$\Rightarrow m_{\text{H}_3\text{O}^+ \text{ (a)}} = 2 m_{\text{CO}_3^{2-}} = m_{\text{H}_3\text{O}^+ \text{ initial}} - m_{\text{H}_3\text{O}^+ \text{ exc.}}$$

$$\Rightarrow m_{\text{CO}_3^{2-}} = \frac{C_A V_A - C_B V_B}{2} \quad \underline{\text{AN}}: m_{\text{CO}_3^{2-}} = 9,4 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

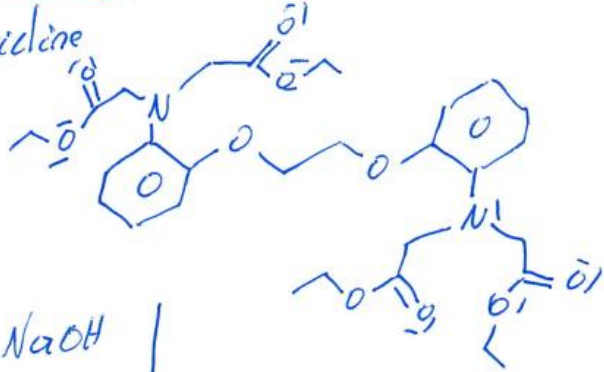
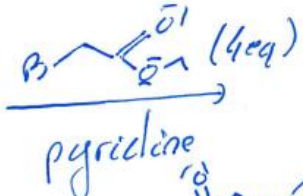
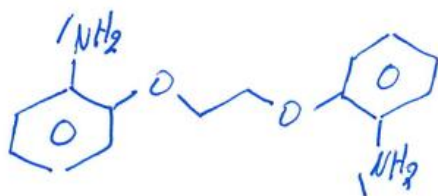
$$m_{\text{CO}_3^{2-}} = m_{\text{CO}_3^{2-}} \times \frac{1}{M_{\text{CO}_3^{2-}}} = 0,56 \text{ g.} \Rightarrow 56\% \text{ de carbonate dans la coquille}$$

③ Synthèse du BAPTA

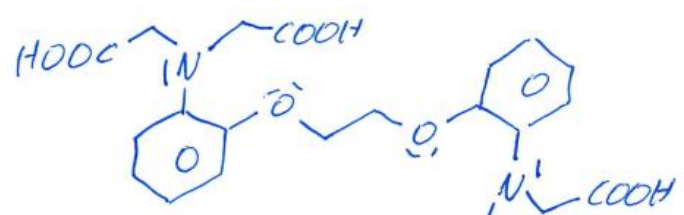




protect<sup>o</sup> par estérificat<sup>o</sup> de l'acide carboxylique pour l'alkylat<sup>o</sup> d'Hofmann



1) NaOH  
2) H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>



EGTA.

Questions posées à l'étudiante:

- représenter le complexe formé entre Ca<sup>2+</sup> et EGTA
- nom du complexe ?