2023 Réunion Jour 1

EXERCICE I – L'EAU DE BOISSON DES POULES (9 points)

Dans un élevage, l'eau de boisson des poules doit être constamment traitée. Elle doit être désinfectée tout au long de la chaîne de distribution, par exemple avec du peroxyde d'hydrogène H_2O_2, aussi appelé eau oxygénée.

Afin d'éviter le développement d'une flore intestinale pathogène et de servir de vermifuge, le *pH* de l'eau doit être constamment maintenu entre 5,5 et 6,5.

Données :

- Masse molaire du peroxyde d'hydrogène : $\mathcal{M}(H_2O_2) = 34{,}0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
- Couples d'oxydoréduction mis en jeu :
  - H_2O_2 (aq) / H_2O(l)
  - O_2 (g) / H_2O_2 (aq)
  - MnO_4^- (aq) / Mn^{2+} (aq)
- Réaction de dismutation du peroxyde d'hydrogène :

$$2\ H_2O_2\ (aq) \rightleftarrows 2\ H_2O(l) + O_2\ (g)$$

C'est une réaction spontanée mais lente à température ambiante, voire très lente à la température d'un réfrigérateur.

Le récipient contenant le peroxyde d'hydrogène doit être conservé à l'abri de la lumière afin de ne pas accélérer la réaction de dismutation.

- Valeurs de pK_A à 25 °C du couple acide-base associé :
  - au peroxyde d'hydrogène : H_2O_2 (aq) / HO_2^-(aq) $\quad pK_A = 11{,}7$
  - à l'acide acétique : $C_2H_4O_2$ (aq) / $C_2H_3O_2^-$(aq) $\quad pK_A = 4{,}8$
- Valeurs de la concentration standard $C^0 = 1{,}0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

PARTIE A : Le traitement de l'eau de boisson d'un élevage industriel de poules

L'oxydosane est un décontaminant et acidifiant des eaux de boisson pour animaux. Il est notamment utilisé dans les élevages de poules pondeuses.

C'est une solution composée notamment de peroxyde d'hydrogène. La concentration en masse en peroxyde d'hydrogène dans celle-ci est de 248 g · L^{-1}.

Mode d'emploi (d'après le fabricant GEOSANE) :

Norme 1 : Pour la désinfection et l'acidification (présence de poules dans l'élevage)

- Incorporer OXYDOSANE à raison de 100 mL à 200 mL pour un total de 1000 L d'eau.
- Dose à adapter en fonction du *pH* souhaité et de la désinfection nécessaire.

Norme 2 : Durant le vide sanitaire (absence de poules dans l'élevage)

- Incorporer OXYDOSANE à raison de 2,00 L pour un total de 100 L d'eau.
- Temps de contact : au minimum 1 h.
- Faire suivre d'un long rinçage.

A. Décontamination de l'eau en fin de chaine des abreuvoirs

Afin de vérifier que l'eau de boisson de l'élevage est toujours désinfectée en fin de chaîne, l'éleveur prélève V_1 = 20,00 ± 0,05 mL de cette eau et décide de déterminer sa concentration c_1 en quantité de matière de peroxyde d'oxygène H_2O_2.

Pour cela, il procède au titrage du peroxyde d'oxygène présent dans le volume V_1 prélevé, par une solution de permanganate de potassium (K^+ (aq), MnO_4^-(aq)) acidifiée de concentration en quantité de matière d'ions permanganate égale à $[MnO_4^-]_i = c_0 = (1{,}00 \pm 0{,}04) \times 10^{-3}$ mol · L^{-1}.

L'équation de la réaction support du titrage est la suivante :

$$2\ MnO_4^-\ (aq)\ +\ 6\ H^+\ (aq)\ +\ 5\ H_2O_2\ (aq)\ \rightarrow\ 2\ Mn^{2+}\ (aq)\ +\ 8\ H_2O\ (l)\ +\ 5\ O_2\ (g)$$

Lors de ce titrage colorimétrique, le volume obtenu à l'équivalence est de $V_{éq}$ = (6,60 ± 0,05) mL.

L'incertitude type $u(c_1)$ sur la concentration c_1 se calcule à l'aide de la formule :

$$u(c_1) = c_1 \sqrt{\left(\frac{u(V_{éq})}{V_{éq}}\right)^2 + \left(\frac{u(V_1)}{V_1}\right)^2 + \left(\frac{u(c_0)}{c_0}\right)^2}$$

Couleur des espèces chimiques en solution :

Ion permanganate MnO_4^-	Ion hydrogène H^+	Peroxyde d'oxygène H_2O_2	Ion manganèse Mn^{2+}
Violette	Incolore	Incolore	Incolore

A.1 Faire la liste du matériel nécessaire pour réaliser le titrage.

A.2 Écrire les demi-équations électroniques mises en jeu lors du titrage permettant de retrouver l'équation de la réaction d'oxydo-réduction support du titrage.

A.3 Définir l'équivalence du titrage et indiquer comment la repérer expérimentalement.

A.4 Déterminer la valeur de la concentration c_1 et de son incertitude type associée $u(c_1)$.

A.5 Indiquer quelle norme, 1 ou 2, l'éleveur a suivi.

Le fabricant préconise de placer le bidon d'OXYDOSANE, une fois ouvert, dans un endroit sombre et frais. Il peut ainsi être conservé pendant un mois. Passé ce délai, la désinfection n'est plus garantie.

A.6 Justifier le mode de conservation.

PARTIE B : Le traitement de l'eau de boisson des poules d'un particulier

Un particulier possédant des poules doit aussi acidifier l'eau de boisson pour le bien-être et la bonne santé de ses poules. Le *pH* de cette eau doit être de 6 environ. Pour cela, il dilue du vinaigre dans de l'eau et obtient ainsi une solution aqueuse d'acide acétique de concentration en quantité de matière $c_3 = 1{,}60 \times 10^{-3}$ mol · L^{-1}.

B.1. Étude de la formule de la molécule d'acide acétique

B.1.1 Écrire la formule topologique de l'acide acétique.

B.1.2 Entourer le groupe fonctionnel et nommer la famille à laquelle il appartient.

B.1.3 Donner le nom de l'acide acétique dans la nomenclature internationale.

B.2. L'acide acétique en solution

L'équation de la réaction modélisant la transformation chimique entre l'acide acétique et l'eau s'écrit :

$$C_2H_4O_2\,(aq) + H_2O\,(l) \rightleftarrows C_2H_3O_2^-\,(aq) + H_3O^+\,(aq)$$

B.2.1 Représenter le diagramme de prédominance associé au couple $C_2H_4O_2$ (aq) / $C_2H_3O_2^-$ (aq).

B.2.2 Exprimer la constante d'acidité K_A du couple $C_2H_4O_2$ (aq) / $C_2H_3O_2^-$ (aq).

B.2.3 À partir de l'expression de la constante d'acidité K_A, retrouver la relation :

$$pH = pK_A + \log\left(\frac{[C_2H_3O_2^-(aq)]}{[C_2H_4O_2(aq)]}\right)$$

B.2.4 Calculer le *pH* réel de cette solution et vérifier si le particulier respecte la norme d'acidification pour l'eau de boisson de ses poules.

Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie, même si elle n'est pas aboutie. La démarche est évaluée et nécessite d'être correctement présentée.