EXERCICE III – HYDRATATION LORS D'UN MARATHON (5 points)

Une marathonienne, âgée de 35 ans, court le marathon en 4 heures. En moyenne, la perte en eau d'une marathonienne est comprise entre 1,5 et 2,5 litres par heure de course. Consciente des risques de déshydratation, la marathonienne décide d'assurer ses besoins en eau à l'aide d'une boisson isotonique qui contient notamment des « sucres libres » et un colorant alimentaire, le bleu brillant.

Dans cet exercice, on s'interroge sur les risques liés aux quantités de bleu brillant et de « sucres libres » ingérées lors d'un marathon, si la marathonienne ne consomme que cette boisson.

Concernant le sucre, l'organisation mondiale de la santé (OMS) recommande que l'apport énergétique dû aux « sucres libres » ne dépasse pas 10% des besoins énergétiques journaliers.

Le bleu brillant est un composé chimique de couleur bleu-foncé utilisé comme colorant alimentaire (E133). La dose journalière admissible (DJA) pour ce colorant, quantité maximale qu'une personne peut consommer par jour sans risque pour sa santé, est de 12,5 milligrammes par kilogramme de masse corporelle.

La quantité de bleu brillant présente dans la boisson isotonique n'est pas indiquée. Pour la déterminer, on réalise l'expérience suivante :

- à partir d'une solution mère S_0 de bleu brillant de concentration molaire C_0 égale à 0,100 mmol.L^{-1}, on prépare par dilution six solutions aqueuse S_i (i variant de 1 à 6) de volume V = 100,0 mL en prélevant un volume V_i de solution mère ;
- après réglage du spectrophotomètre à la longueur d'onde de 630 nm, on mesure l'absorbance de chacune des solutions S_i ainsi que celle de la boisson.

Solution S_i	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6
Volume V_i de solution S_0 prélevé (en mL)	1,0	2,0	3,0	5,0	8,0	10,0
Absorbance	0,134	0,259	0,434	0,745	1,150	1,402

L'absorbance de la boisson isotonique est égale à 0,789.

Données :

- masse molaire moléculaire du colorant E133 : 793 g.mol^{-1} ;
- énergie apportée par les « sucres libres » contenus dans 100 mL de boisson isotonique : 68,5 kJ ;
- besoins énergétiques pour une femme d'âge compris entre 20 et 40 ans, le jour d'un marathon : 19×10^3 kJ

Questions préliminaires :

1. Déterminer le volume maximal de boisson isotonique que la marathonienne peut ingérer le jour du marathon pour suivre les recommandations de l'OMS concernant les « sucres libres ».

2. Calculer la valeur de la concentration molaire en bleu brillant de la solution S_5 obtenue par dilution.

Problème :

Lors d'un marathon, afin de compenser la totalité de sa perte en eau, la marathonienne consomme uniquement la boisson isotonique étudiée précédemment. Déterminer si la marathonienne respecte les recommandations concernant les « sucres libres » et le bleu brillant lors de ce marathon.

Le candidat est invité à prendre des initiatives, notamment à propos d'une donnée manquante, et à présenter la démarche suivie même si elle n'a pas abouti.
La démarche suivie est évaluée et nécessite donc d'être correctement présentée.