EXERCICE III – ÉTUDE D'UNE LOTION CAPILLAIRE (5 points)

L'objectif de cet exercice est l'étude de la composition d'une lotion capillaire.

Cette lotion capillaire est un mélange hétérogène de deux phases liquides non-miscibles contenant des substances actives permettant de prévenir l'apparition des pellicules et de limiter la chute des cheveux.

La photographie ci-contre d'un flacon de 300 mL de cette lotion capillaire met en évidence ces deux phases. Le fabricant indique que la phase huileuse représente 7 % en volume alors que la phase hydroalcoolique représente 93 % en volume.

Voici un extrait de ce que l'on peut lire sur l'étiquette de ce flacon.
Ingrédients : Eau, pétrole léger désodorisé et coloré par de la chlorophylle, alcool dénaturé, camphre, huiles essentielles (bergamote, citron, orange), chlorure de sodium (0,1 % en masse).



Flacon de la lotion capillaire

Données

- Miscibilité : l'eau et l'alcool sont totalement miscibles ; l'eau et le pétrole sont non miscibles.
- Solubilité de quelques espèces chimiques dans l'eau et le pétrole :

	Eau	Pétrole	Chlorophylle	Alcool	Camphre	Huilles essentielles	Chlorure de sodium
Eau		Faible	Faible	Forte	Faible	Nulle	Forte
Pétrole			Forte	Faible	Forte	Forte	Faible

- Pourcentage massique : le pourcentage massique d'une espèce dissoute dans une solution est égal au rapport de la masse de cette espèce dissoute sur la masse totale de la solution. Cette grandeur n'a pas d'unité et s'exprime usuellement sous la forme d'un pourcentage.
- Comparaison des électronégativités : $\chi(O) > \chi(C) \approx \chi(H)$

1. Les deux phases de la lotion capillaire

1.1. Sachant que l'alcool dénaturé est essentiellement constitué d'éthanol, proposer une interprétation de la grande miscibilité de l'eau et de l'alcool.

1.2. Donner la composition chimique de chacune des phases présentes dans la lotion.

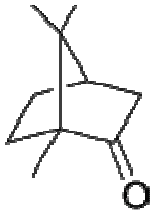
1.3. Que peut-on dire de la densité de la phase hydroalcoolique par rapport à celle de la phase huileuse ? Donner une réponse argumentée.

1.4. Proposer une méthode permettant de séparer les deux phases de la lotion, puis de vérifier les pourcentages en volume des deux phases indiqués par le fabricant, en précisant la verrerie utilisée.

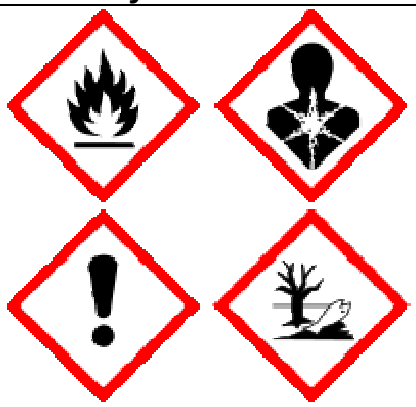
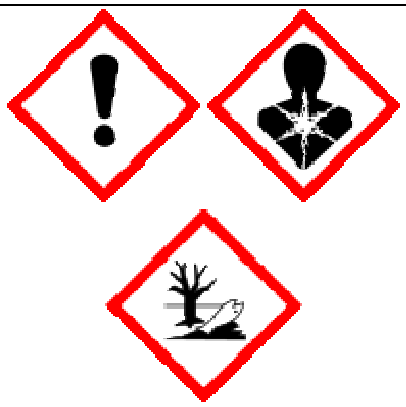
2. Vérification de la présence de camphre dans la phase huileuse

Le camphre, présent dans la phase huileuse de la lotion capillaire, est un composé oxygéné possédant des propriétés antiseptiques et exerçant une action stimulante sur le cuir chevelu.
Afin de contrôler la présence de camphre dans la phase huileuse, on réalise une chromatographie sur couche mince. L'éluant utilisé est un mélange de cyclohexane et d'éthanoate d'éthyle. La révélation du chromatogramme se fait dans une cuve à diiode.

Formule du camphre



Pictogrammes de sécurité :

cyclohexane	éthanoate d'éthyle	diiode
		

2.1. À quelle famille de composés organiques appartient le camphre ?

2.2. Rédiger le protocole de cette chromatographie sur couche mince en listant tout le matériel et les produits nécessaires à sa réalisation dans les conditions de sécurité et indiquer le résultat attendu.

3. Titrage des ions chlorure présents dans la phase hydroalcoolique

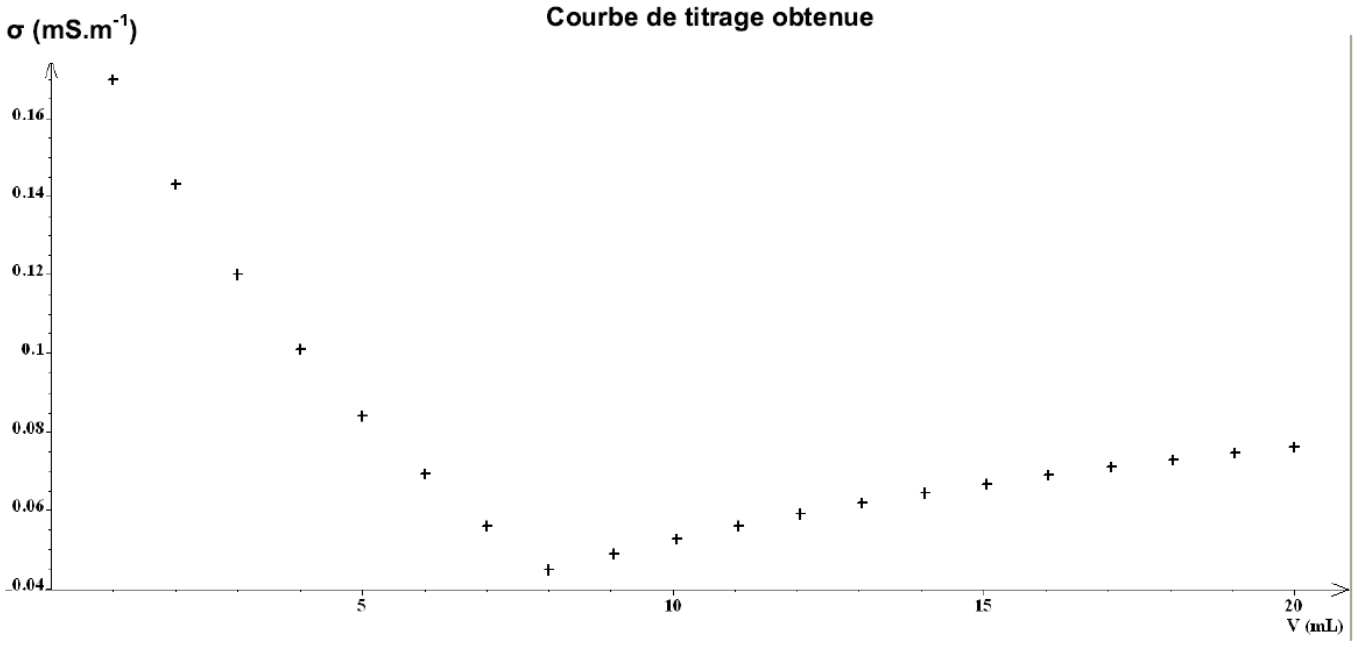
On désire maintenant vérifier expérimentalement la valeur du pourcentage massique du chlorure de sodium ($Na^+_{(aq)}$ + $Cl^-_{(aq)}$) dissous dans la phase hydroalcoolique de la lotion capillaire pour la comparer à la valeur indiquée sur son étiquette. Pour cela, on réalise un titrage des ions chlorure par une solution titrante de nitrate d'argent de formule chimique ($Ag^+_{(aq)}$ + $NO_3^-{}_{(aq)}$) et de concentration molaire $C = 2{,}00 \times 10^{-2}$ mol.L^{-1}. Ce titrage est suivi par conductimétrie.

Protocole expérimental du titrage conductimétrique
- Prélever un volume d'essai V_{ESSAI} = 10,0 mL de la phase hydroalcoolique de la lotion capillaire.
- Introduire la prise d'essai dans un bécher de 250 mL et ajouter environ 200 mL d'eau distillée.
- Remplir la burette graduée avec la solution titrante de nitrate d'argent.
- Installer le dispositif de suivi conductimétrique et d'agitation.
- Verser la solution de nitrate d'argent, millilitre par millilitre, dans le bécher et noter la valeur de la conductivité σ du mélange réactionnel après chaque ajout.
- Tracer le graphe $\sigma = f(V)$ montrant l'évolution de la conductivité σ du mélange réactionnel en fonction du volume V de solution de nitrate d'argent versé.

Action des ions argent (I) sur les ions chlorure

Lorsqu'on met en présence des ions argent (I) Ag^+ et des ions chlorure Cl^-, il se produit une réaction de précipitation instantanée et totale conduisant à la formation de particules solides de chlorure d'argent. L'équation de la réaction modélisant cette transformation chimique s'écrit :

$$Ag^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} \rightarrow AgCl(s)$$



Données :

- masses molaires atomiques : M(Na) = 23,0 g.mol^{-1} ; M(Cl) = 35,5 g.mol^{-1} ; M(Ag) = 107,9 g.mol^{-1};
- masse volumique de la phase hydroalcoolique de la lotion capillaire ρ = 975 g.L^{-1};

La conductivité σ d'une solution est égale à la somme des conductivités des ions en solution : $\sigma = \sum \sigma_i$;

- la conductivité σ_i d'un ion X_i est proportionnelle à sa concentration molaire $\sigma_i = \lambda_i.[X_i]$;
- conductivités molaires ioniques a 25°C :

Ion	Na^+	Cl^-	Ag^+	NO_3^-
λ (en mS.m².mol^{-1})	5,01	7,63	6,19	7,14

3.1. Avec quelle verrerie a-t-on prélevé le volume d'essai V_{ESSAI} = 10,0 mL ?

3.2. Donner deux arguments pour justifier l'ajout d'environ 200 mL d'eau distillée à la prise d'essai.

3.3. Interpréter qualitativement le changement de pente observé sur le graphe σ = f(V).

3.4. Rappeler la définition de l'équivalence d'un titrage.

3.5. L'étiquette d'un flacon de lotion capillaire indique un pourcentage massique en chlorure de sodium voisin de 0,1 % dans la phase hydroalcoolique. Cette information est-elle exacte ?

Cette dernière question nécessite des prises d'initiative de la part du candidat. Toute démarche engagée, même non aboutie sera valorisée.