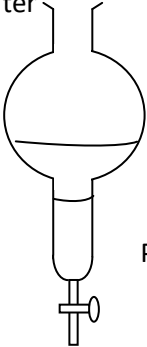


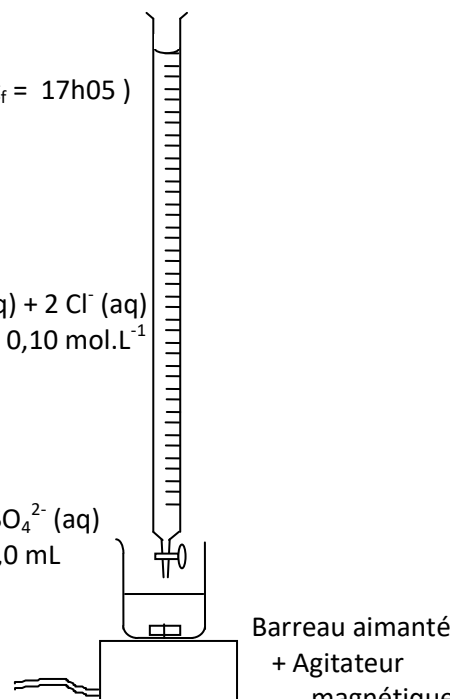
De l'eau pour l'énergie **CORRIGE**

A - Travail sur l'échantillon n°1 : Une eau de production brute à recycler in situ

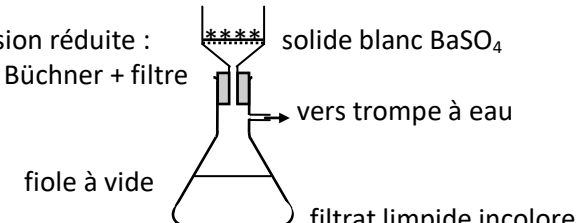
Support de la communication orale pour l'appel n°1 APP & ANA	Compte-rendu des manipulations (à l'initiative du candidat) REA, VAL & COM
<p>1° Stratégie de séparation des espèces chimiques Mélange liquide hétérogène avec une phase aqueuse importante et une petite couche huileuse en surface Mais trop petite quantité d'huile pour une séparation liquide-liquide directe Donc choix d'un solvant extracteur pour réaliser une extraction liquide-liquide suivie d'une séparation des 2 phases, aqueuse et organique, après décantation dans une ampoule à décanter. Critères de choix du solvant extracteur : espèce chimique soluble, solvant non miscible avec l'eau, solvant le moins dangereux et le moins polluant possible. D'après le doc 3, 2 solvants extracteurs possibles : cyclohexane et substitut de white spirit répondant aux 2 premiers critères. Pour le critère sécurité choix du substitut de white spirit mais température d'ébullition non déterminée d'où problème pour évaporation (point 3°) donc solvant retenu : cyclohexane en prenant des précautions pour le manipuler (blouse, gants, lunettes, hotte ou bras articulé). Réaliser 2 extractions successives avec 2 x 20 mL de solvant extracteur pour avoir un meilleur rendement.</p> <p>2° Paramètre de qualité de l'eau / aux équipements D'après le doc 1, mesurer le pH de la phase aqueuse avec un pHmètre étalonné. Le pH doit être compris entre 6,5 et 8,5 pour éviter tout problème sur les installations.</p> <p>3° Protocole de détermination de la teneur en huile -Sécher la phase organique avec un desséchant pour éliminer les traces d'eau de la séparation dans l'ampoule à décanter. -Tarer un ballon de 100 mL, soit m_B la masse à vide. -Filtrer sur papier filtre et recueillir le filtrat dans le ballon taré. -Evaporer le solvant à l'évaporateur rotatif. -Peser le ballon + l'huile, soit m_{BH} la masse de l'ensemble. -En déduire la masse de l'huile : $m_H = m_{BH} - m_B$ dans l'échantillon de volume $V = 100$ mL.</p>	<p>1° Extraction liquide-liquide Schéma de la décantation :</p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="margin-left: 20px;"> <p>Phase organique jaune : huile + cyclohexane (V = 20 mL)</p> <p>Phase aqueuse incolore (V = 100 mL)</p> </div> </div> <p>La phase organique surnage car la densité du cyclohexane (0,78) est inférieure à celle de l'eau (1).</p> <p>2° Phase aqueuse : $pH_{\text{mesuré}} = 6,1$ à 25 °C Cette valeur est inférieure aux valeurs de référence donc c'est un facteur favorable à la corrosion ou à la formation de dépôts. Le pH de cette eau devra être corrigé par addition de base avant recyclage in situ.</p> <p>3° Pesées : $m_B = 62,11$ g et $m_{BH} = 62,91$ g Calcul : $m_H = m_{BH} - m_B = 0,80$ g La teneur en huile de l'échantillon est de 0,80 g dans 100 mL soit 8,0 g dans 1 litre d'eau. D'après le tableau, la teneur maximale autorisée en pétrole dans une eau pour réinjection in situ est de 42 mg/L. Ici la quantité est environ 200 fois supérieure donc cette eau est beaucoup trop huileuse : un déshuilage est indispensable pour satisfaire la qualité requise pour l'injection.</p>

De l'eau pour l'énergie **CORRIGE**

B - Travail sur l'échantillon n°2 : Une eau d'injection

Support de la communication pour l'appel n°2 APP & ANA	
<p>1° <i>Equation support du titrage</i> $\text{SO}_4^{2-} (\text{aq}) + \text{Ba}^{2+} (\text{aq}) \rightarrow \text{BaSO}_4 (\text{s})$</p> <p>2° <i>Expression de la concentration massique des sulfates</i> A l'équivalence, réactifs introduits en proportions stoechiométriques donc entièrement consommés d'où, d'après l'équation : $n (\text{SO}_4^{2-})_{\text{dosé}} = n (\text{Ba}^{2+})_{\text{introduit}} \Leftrightarrow [\text{SO}_4^{2-}] \times V (\text{SO}_4^{2-}) = [\text{Ba}^{2+}] \times V (\text{Ba}^{2+}) \Leftrightarrow [\text{SO}_4^{2-}] = [\text{Ba}^{2+}] \times V (\text{Ba}^{2+}) / V (\text{SO}_4^{2-})$ Concentration massique en sulfates : $C_m (\text{SO}_4^{2-}) = [\text{SO}_4^{2-}] \times M (\text{SO}_4^{2-})$</p>	
Protocole distribué collé	Compte-rendu des manipulations (à l'initiative du candidat) REA, VAL & COM
<p>Prélever 250,0 mL d'eau à analyser.</p> <p>Chauffer l'échantillon à 70 °C et maintenir la température pendant l'addition.</p> <p>Ajouter, sous agitation, 25,0 mL d'une solution de chlorure de baryum à 0,10 mol.L⁻¹. Utiliser un goutte à goutte lent sur 10 minutes.</p>	<p>Volume d'échantillon à doser : 250,0 mL donc prélèvement avec fiole jaugée de 250 mL pour une plus grande précision du dosage et 250 mL versés dans un bécher de 400 mL.</p> <p>$\theta_{\text{milieu}} = 70 \text{ } ^\circ\text{C}$</p> <p>Durée addition réactif : 10 min ($t_i = 16\text{h}55 / t_f = 17\text{h}05$) Utilisation d'une burette graduée de 25,0 mL pour goutte à goutte précis</p> <p>Schéma du montage expérimental :</p> <p style="margin-left: 40px;">Burette graduée : Solution titrante $\text{Ba}^{2+} (\text{aq}) + 2 \text{Cl}^- (\text{aq})$ de concentration connue 0,10 mol.L⁻¹ ici $V_{\text{ajouté}} = 25,0 \text{ mL}$</p> <p style="margin-left: 40px;">Bécher : Solution à titrer contenant $\text{SO}_4^{2-} (\text{aq})$ de volume précis connu 250,0 mL</p> <div style="text-align: right; margin-right: 20px;">  <p>Barreau aimanté + Agitateur magnétique</p> </div> <p>Au fur et à mesure de l'addition du réactif titrant, opacification et couleur blanchâtre du milieu car formation du sulfate de baryum solide.</p>

De l'eau pour l'énergie **CORRIGE**

Protocole distribué collé	Compte-rendu des manipulations (à l'initiative du candidat) REA, VAL & COM
<p>Laisser reposer et refroidir.</p> <p>Peser le papier filtre rond et la coupelle.</p> <p>Filtrer sous pression réduite. Rincer à l'eau distillée pour éliminer les autres ions non précipités.</p> <p>Vérifier que le filtrat est bien limpide et ne contient pas d'ions sulfate.</p> <p>Récupérer le papier filtre avec le précipité dans la coupelle. Sécher à l'étuve à 120 °C pendant 20 minutes. Déterminer la masse m de précipité.</p> <p>En déduire la concentration massique des sulfates dans l'échantillon.</p> $C_m = \frac{m_{\text{précipité}}}{V_{\text{échantillon}}} \times \frac{M(\text{SO}_4^{2-})}{M(\text{BaSO}_4)}$	<p>Repos et refroidissement jusqu'à 25-30 °C Le précipité blanc s'est déposé au fond du bécher.</p> <p>Pesée : m_0 (coupelle + filtre) = 46,67 g</p> <p>Schéma de la filtration sous pression réduite :</p> <div style="text-align: center;">  <p style="text-align: right; margin-right: 50px;">solide blanc BaSO₄</p> <p style="text-align: center;">entonnoir Büchner + filtre</p> <p style="text-align: right; margin-right: 50px;">vers trompe à eau</p> <p style="text-align: left; margin-left: 50px;">fiole à vide</p> <p style="text-align: right; margin-right: 50px;">filtrat limpide incolore</p> </div> <p>Test des ions sulfate sur le filtrat :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Principe : verser 2 ou 3 mL de filtrat dans un tube à essais et ajouter quelques gouttes de chlorure de baryum. -Résultat : aucun précipité blanc (test négatif) donc pas d'ions sulfate dans le filtrat. La réaction utilisée pour le dosage a bien été totale. <p>Pesée après 20 min de séchage à 120 °C : m_T (coupelle + filtre + solide) = 46,88 g Calcul de la masse de précipité : $m_{\text{BaSO}_4} = m_T - m_0 = 0,21$ g</p> <p>Concentration massique des sulfates dans l'échantillon : $C_m = (0,21 / 0,250) \times (96,1 / 233,4) = 0,35$ g/L</p> <p>Cette eau est trop chargée en ions sulfate pour être réinjectée directement. Un traitement préalable par précipitation des sulfates et filtration du précipité est nécessaire.</p>

Conclusion : **COM** Conclusion générale des manipulations & réponse à la problématique « Eau pour l'énergie »

Dans ce TP, nous avons analysé 2 échantillons d'eau de l'industrie pétrolière. Les 2 échantillons se sont avérés non conformes par rapport aux critères, quantité de pétrole dans l'eau et teneur en ions sulfate, pour pouvoir être réutilisés directement sans risque ni pour les équipements ni pour l'environnement. Le contrôle qualité de l'eau, ressource vitale, est donc indispensable tout au long du processus pour tendre vers l'objectif d'un rejet proche de zéro en 2020 et pour continuer à assurer, dans de bonnes conditions, la production de carburants pour le secteur des transports pendant la phase de transition énergétique.