Dima Dima Physique | TC | TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE — CHIMIE

Série N°2 : Extraction et séparation des espèces chimiques

CORRIGÉ INTÉGRALEMENT EXPLIQUÉ

Chaque réponse est accompagnée du raisonnement et des notions indispensables.

Méthode à retenir

Pour répondre à une question de chimie : (1) relever les données de l'énoncé ; (2) rappeler la règle ou le test adapté ; (3) appliquer cette règle aux observations ; (4) écrire une conclusion précise. Une observation positive révèle une espèce, mais ne prouve pas à elle seule que l'échantillon est pur.

Exercice 1 – Connaissances essentielles

1. Vrai.
Extraire, c'est prélever ou isoler une espèce d'un mélange en exploitant une propriété physique, par exemple sa solubilité.

2. Faux.
La **filtration** sépare un solide insoluble d'un liquide à l'aide d'un filtre ; elle ne sépare pas deux liquides miscibles.

3. Vrai.
Deux liquides non miscibles forment des phases distinctes après repos : on les sépare par décantation.

4. Vrai.
Pressage, infusion et macération sont bien des techniques d'extraction, employées dans des situations différentes.

5. Faux.
L'espèce doit être **bien soluble** dans le solvant d'extraction ; si elle y était peu soluble, elle passerait très peu dans ce solvant.

6. Vrai.
On trace le front au crayon dès la sortie de la plaque, avant que le solvant ne s'évapore.

7. Vrai dans le cadre du cours.
Deux taches bien séparées sur une piste révèlent généralement au moins deux constituants détectables avec cette méthode.

8. Faux.
Le rapport frontal $R_f = h/H$ est une division de deux longueurs exprimées dans la même unité : les unités se simplifient. R_f **est sans unité**.

Exercice 2 – Choisir la technique d'extraction

Association correcte.

Situation	Technique
Écraser les fruits pour extraire leur jus	Pressage
Faire bouillir une plante dans l'eau	Décoction
Verser l'eau bouillante sur des feuilles de thé	Infusion
Laisser des plantes séjourner à froid dans un liquide	Macération
Pétales au contact d'une matière grasse	Enfleurage

Pour choisir, repérer les mots-clés :
écraser → pressage ;
bouillir ensemble → décoction ;
verser sur → infusion ;
séjour à froid → macération ;
corps gras → enfleurage.

Exercice 3 – Filtration eau–sable

1. Nature du mélange.
Il est **hétérogène**, car le sable solide ne se dissout pas et reste distinct de l'eau.

2. Matériel.
- Un bécher contenant le mélange,
-Un entonnoir,
- Du papier filtre,
-Un support et un récipient collecteur (bécher ou erlenmeyer).

3. Noms des fractions.
Le liquide traversant le filtre s'appelle le **filtrat** (ici, essentiellement l'eau).
Le sable retenu dans le filtre est le **résidu**.

4. Et l'eau salée ?
Non. Le sel dissous traverse le papier filtre avec l'eau.
Pour le séparer, on utilise par exemple l'évaporation de l'eau ; la filtration ne retient que des particules suffisamment grosses.

Exercice 4 – Décantation de deux liquides

1. Identifier A et B.
Eau et huile sont non miscibles, d'où deux couches.
Puisque $\rho_{\text{huile}} < \rho_{\text{eau}}$, l'huile est au-dessus : **A = huile ; B = eau**.
La phase la plus dense reste en bas.

2. Utilité du robinet.
Après repos, placer un récipient sous l'ampoule, retirer le bouchon supérieur, ouvrir prudemment le robinet et recueillir **l'eau (phase du bas)**.
Fermer à l'interface, remplacer le récipient, puis récupérer **l'huile** séparément.

3. Pourquoi pas la filtration ?
Le papier filtre ne constitue pas une séparation adaptée de deux liquides : les deux peuvent le traverser.
La méthode appropriée utilise leur **non-miscibilité** et leur différence de masse volumique.

Exercice 4 – Suite

4. Liquides miscibles.
Ils formeraient **une seule phase homogène** et ne pourraient pas être séparés par simple décantation.

Exercice 5 – Séparer un mélange : choisir la méthode

Tableau justifié.

Mélange	Technique et raison
Eau + sable	**Filtration** : sable insoluble retenu ; eau dans le filtrat.
Eau + huile	**Décantation** : liquides non miscibles en deux couches.
Espèce dissoute dans l'eau et plus soluble dans un solvant organique non miscible	**Extraction liquide–liquide** puis décantation : l'espèce passe surtout dans le solvant.
Plante aromatique + eau, huile essentielle entraînable à la vapeur	**Hydrodistillation** : vapeurs d'eau entraînent les substances volatiles, puis condensation.
Deux colorants sur une plaque	**CCM** : les espèces migrent différemment et donnent des taches distinctes.

Exercice 6 – Hydrodistillation

1. Technique.
C'est l'**hydrodistillation** ou entraînement à la vapeur d'eau.
Ce sont les **vapeurs d'eau** qui entraînent les espèces odorantes volatiles.

2. Rôle de chaque élément.
Le chauffage produit de la vapeur ; le réfrigérant refroidit les vapeurs et les transforme en liquide ; le récipient collecteur recueille le **distillat**.

3. Pourquoi l'eau froide ?
Le transfert de chaleur des vapeurs chaudes vers l'eau froide provoque leur **condensation** :
gaz $\rightarrow$ liquide.
Le refroidissement améliore la récupération.

4. Distillat pur ?
Non, pas nécessairement. Le distillat peut contenir de l'eau et plusieurs substances aromatiques ; on peut même distinguer une phase aqueuse et une phase huileuse.

5. Séparer deux phases.
Les verser dans une **ampoule à décanter**, attendre la séparation en couches puis récupérer chacune séparément à l'aide du robinet.

Exercice 7 – Extraction par solvant

1. Trois critères.
Le solvant S doit : (i) ne pas être miscible à l'eau ;
(ii) bien dissoudre l'espèce E ;
(iii) ne pas réagir chimiquement avec elle. Il faut aussi tenir compte de la sécurité.

2. Pourquoi agiter ?
L'agitation augmente le contact entre les deux liquides.
L'espèce E peut ainsi passer plus rapidement de l'eau vers S, où elle est plus soluble.

Exercice 7 – Suite

Après agitation, on laisse décanter.

3. Où va E ?
Majoritairement dans la **phase organique** S, car l'énoncé précise que E est beaucoup plus soluble dans S que dans l'eau.
« Majoritairement » ne signifie pas nécessairement « totalement ».

4. Quelle phase en haut ?
La phase organique S, car elle est **moins dense que l'eau**. La phase aqueuse est en bas.

5. Récupération.
Laisser reposer l'ampoule ;
vidanger la phase aqueuse inférieure dans un premier récipient ;
fermer le robinet à l'interface ;
recueillir séparément la phase organique colorée.
Cette phase constitue l'**extrait**.

Exercice 8 – Ordre des phases

1. Solvant S_1.
On compare directement les nombres puisque les unités sont identiques. : $\rho_1 = 0,80$ g/cm^3 $< \rho_{\text{eau}} = 1,00$ g/cm^3.
Donc S_1 **en haut ; eau en** .

2. Solvant S_2.
$\rho_2 = 1,25$ g/cm^3 $> 1,00$ g/cm^3.
Donc **eau en haut ;** S_2 **en bas**.

3. Pourquoi l'ordre change-t-il ?
Le liquide de plus grande masse volumique occupe la couche inférieure. Ce n'est donc pas l'appellation « organique » ou « aqueux » qui fixe l'ordre, mais la comparaison des masses volumiques.

4. Densité suffisante ?
Non. Un bon solvant doit également ne pas être miscible à l'eau, bien dissoudre l'espèce ciblée, être chimiquement compatible et être choisi en tenant compte des risques.

Exercice 9 – Étapes d'une CCM

1. Ordre correct.
$D \to B \to C \to E \to A \to F$.
Tracer la ligne au crayon,
déposer les solutions,
mettre la plaque dans la cuve,
laisser migrer,
sortir et marquer immédiatement le front,
révéler les taches.

2. Dépôt au-dessus de l'éluant.
Si les dépôts trempent dans le liquide, ils peuvent se dissoudre directement dans la réserve d'éluant et quitter la plaque : la séparation serait faussée.

3. Phases.
La **phase mobile** est l'éluant qui monte par capillarité ; la **phase stationnaire** est la couche adsorbante fixée sur la plaque (souvent silice).

Exercice 10 – Lire un chromatogramme

1. Nombre de taches.
D'après le schéma : **A : une tache ; B : une tache ; X : deux taches**.
On compte les taches *sur chaque piste verticale*.

2. Échantillons apparemment purs.
A et B semblent contenir une seule espèce révélée chacun, donc paraissent purs **dans les conditions de cette CCM**.

3. Comparaison de X.
La tache haute de X est à la même hauteur que celle de A ; la tache basse de X est à la même hauteur que celle de B. Ainsi X contient **probablement les espèces révélées dans A et B**.

4. Deux lectures.
Verticale : on lit une piste de bas en haut pour compter les constituants révélés d'un même échantillon.
Horizontale : on compare les taches de différentes pistes situées à la même hauteur pour rechercher une espèce commune, à conditions expérimentales identiques.

Exercice 11 – Calculer un rapport frontal

1. Définition.
On mesure les distances depuis la *ligne de dépôt* : h jusqu'au centre de la tache et H jusqu'au front.
La formule est $R_f = \dfrac{h}{H}$.
Les deux distances ayant la même unité, R_f est sans unité.

2. Calculs détaillés.
$R_f(A) = \dfrac{1,5\text{ cm}}{6,0\text{ cm}} = \boxed{0,25}$.
$R_f(B) = \dfrac{3,0}{6,0} = \boxed{0,50}$.
$R_f(C) = \dfrac{4,8}{6,0} = \boxed{0,80}$.

3. Ordre croissant.
Les distances sont $1,5 < 3,0 < 4,8$ cm, donc $A < B < C$ pour la migration.

4. Plus entraînée.
C a parcouru la plus grande distance ($4,8$ cm) et possède le plus grand R_f ($0,80$).
C'est donc **l'espèce C**.

Exercice 12 – Exploiter une plaque graduée

1. Lecture du dessin.
Sur la plaque, une graduation verticale vaut 1 cm.
En comptant les intervalles à partir de la ligne rouge de dépôt jusqu'à la ligne marquée « front », on lit $H = 5$ cm.

2. La tache A est à deux graduations au-dessus du dépôt : $h_A = 2$ cm
.
La tache B est à quatre graduations : $h_B = 4$ cm.

3. Rapports frontaux.
$R_f(A) = \dfrac{h_A}{H} = \dfrac{2}{5} = \boxed{0,40}$.

Exercice 12 –Suite

$R_f(B) = \dfrac{h_B}{H} = \dfrac{4}{5} = \boxed{0,80}$.
Le rapport n'a pas d'unité.

4. Tache au dépôt.
La distance parcourue vaut alors $h = 0$. Par conséquent $R_f = 0/H = \boxed{0}$, tant que le front a parcouru une distance $H > 0$.

Exercice 13 – Choix d'un éluant

1. Meilleur éluant.
E_2. Deux taches bien séparées à mi-hauteur sont faciles à distinguer et leurs rapports frontaux peuvent être mesurés.

2. Pourquoi pas E_1 et E_3 ?
E_1 entraîne très peu les constituants : ils restent près du dépôt.
Avec E_3, les deux migrent presque jusqu'au front et se chevauchent.
Dans les deux cas, la **séparation est insuffisante**.

3. Rôle de la solubilité.
Une espèce bien entraînée par la phase mobile a tendance à migrer davantage.
Sa migration dépend aussi de son interaction avec la phase stationnaire : la séparation résulte de la différence d'affinité des constituants pour les deux phases.

Problème de synthèse 1 – Arômes d'une plante

1. Entraînement à la vapeur.
Le chauffage de l'eau produit des vapeurs qui entraînent des substances aromatiques volatiles de la plante.
On refroidit ensuite ce mélange gazeux pour obtenir un distillat liquide.

2. Changements d'état.
Dans le ballon : **vaporisation** (liquide → gaz).
Dans le réfrigérant : **liquéfaction/condensation** (gaz → liquide).

3. Deux précautions.
Fixer correctement le montage avec un support ; ne jamais chauffer un système fermé et vérifier la circulation de l'eau froide.
Porter lunettes et blouse.

4. Récupération des couches.
Introduire le distillat dans une ampoule à décanter,
laisser au repos,
vidanger la phase du bas
puis récupérer l'autre dans un second récipient.
Sans masse volumique indiquée, **on ne peut pas dire laquelle des deux couches est en haut**.

5. Distillat brut pur ?
Non. L'énoncé indique deux phases, aqueuse et huileuse, donc au moins deux constituants ; le distillat brut est un mélange hétérogène.

Problème de synthèse 2 – Extraction d'un colorant

1. Solvant d'extraction.
C'est le **solvant organique ajouté (15 mL)**.
Il convient car il ne se mélange pas à l'eau et dissout mieux le colorant C.

2. Pourquoi la couche supérieure est-elle colorée ?
Le solvant est moins dense que l'eau : il flotte.
Le colorant y est plus soluble et y passe majoritairement après agitation ; **la phase organique supérieure se colore**.

3. Récupération.
Attendre deux couches stables,
vidanger la phase aqueuse du bas,
fermer à l'interface,
puis recueillir la phase organique colorée séparément.

4. Extraction ou filtration ?
L'**extraction** transfère une espèce dissoute vers un autre solvant grâce à une différence de solubilité.
La **filtration** retient un solide insoluble ; aucun solide à retenir n'est mentionné ici.

5. Vérifier la composition.
Réaliser une **CCM** de l'extrait :
déposer un peu de solution,
laisser monter l'éluant, révéler.
Deux taches distinctes signifient au moins deux constituants détectés ; une tache n'est pas une preuve absolue de pureté.

Problème de synthèse 3 – Identifier par CCM

1. Rapports des références.
$H = 8,0$ cm.
Donc $R_f(A) = \dfrac{2,0}{8,0} = \boxed{0,25}$;
$R_f(B) = \dfrac{5,6}{8,0} = \boxed{0,70}$.

2. Rapports de X.
Pour la première tache de X : $R_{f1} = 2,0/8,0 = \boxed{0,25}$.
Pour la seconde : $R_{f2} = 5,6/8,0 = \boxed{0,70}$.

3. Conclusion.
Les deux taches de X coïncident en hauteur avec A et B.
On conclut que X contient **probablement les deux espèces des références**.
X ne semble pas pur, car deux constituants sont révélés.

4. Mêmes conditions.
R_f dépend de la plaque, de l'éluant et des conditions expérimentales.
Comparer des taches obtenues sur des plaques ou avec des éluants différents n'autoriserait pas une identification fiable par hauteur.

5. Exemple d'extraction avant CCM.
Si l'espèce recherchée se trouve dans une solution aqueuse et est plus soluble dans un solvant organique non miscible, réaliser une **extraction liquide–liquide** dans une ampoule à décanter ; prélever la phase enrichie puis la déposer sur la plaque CCM.