Dima Dima Physique | TC | TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE — CHIMIE

Série N°3 : Synthèse 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 – Vérifier ses connaissances

1. Vrai.
Une synthèse transforme des **réactifs** en une ou plusieurs nouvelles espèces chimiques, appelées **produits**.

2. Faux.
Une espèce synthétique peut être **identique** à une espèce naturelle : « synthétique » décrit le mode d'obtention, pas obligatoirement la formule ou les propriétés.

3. Vrai.
On synthétise notamment des médicaments et des arômes alimentaires, selon les besoins.

4. Vrai.
La chimie lourde fabrique généralement des produits de base à grande échelle.

5. Faux.
La **chimie fine** fabrique souvent des produits complexes, spécialisés, en quantités plus faibles et à forte valeur ajoutée.

6. Vrai.
Le réfrigérant transforme les vapeurs en liquide qui retourne dans le ballon : les pertes de constituants volatils sont limitées.

7. Faux.
Après la réaction, le milieu peut contenir réactifs restants, sous-produits et solvants : il faut souvent **séparer, purifier et contrôler** le produit.

Exercice 2 – Vocabulaire de la synthèse

1. Compléter.
« Lors d'une **synthèse**, des espèces chimiques initiales appelées **réactifs** permettent d'obtenir des **produits**. » Les réactifs sont les substances de départ ; les produits sont ceux formés.

Exercice 2 – Suite

2. Compléter.
« Dans un montage à reflux, les vapeurs se **condensent** dans le **réfrigérant** puis retournent au ballon. » Cela évite qu'elles s'échappent du montage.

3. Compléter.
« Après la synthèse, une étape de **purification** peut être nécessaire. » Elle élimine les impuretés présentes avec le produit recherché.

Exercice 3 – Synthèse et espèces naturelles

1. Définition.
Une espèce chimique synthétique est obtenue grâce à une **transformation chimique réalisée volontairement** par l'être humain, par exemple au laboratoire.

2. Peut-elle être identique à l'espèce du fruit ?
Oui. Si les molécules ont la même structure chimique, il s'agit de la même espèce, quelle que soit son origine. Exemple : un arôme peut être présent dans un fruit et préparé par synthèse.

3. Deux domaines.
Santé : préparation de certains médicaments ;
alimentation : fabrication d'arômes.
On peut aussi citer les matériaux ou les cosmétiques.

4. Pourquoi l'origine ne suffit-elle pas ?
L'identité d'une espèce dépend de la nature des entités qui la constituent, pas du lieu où elle a été obtenue.
On utilise des tests et mesures pour comparer des échantillons.

Exercice 4 – Chimie lourde et chimie fine

Classement.

Chimie lourde	Chimie fine
Ammoniac industriel ; acide sulfurique ; soude	Médicaments spécialisés ; produits cosmétiques ; composant destiné à l'électronique

.

1. Critère.
La **nature et la finalité de la production** : grands produits de base fabriqués en très grandes quantités d'un côté ; produits spécialisés et plus élaborés de l'autre.

2. Quantités et valeur ajoutée.
Chimie lourde : volumes généralement **élevés** et valeur ajoutée par unité souvent moindre ;
Chimie fine : volumes plutôt **plus faibles** et valeur ajoutée par unité souvent plus grande.
Ce sont des tendances, pas des règles absolues.

3. Exemples d'utilisation.
Acide sulfurique : production d'engrais (chimie lourde).
Médicament spécialisé : traitement d'une maladie (chimie fine).

Exercice 5 – Pourquoi chauffer à reflux ?

1. Intérêt du chauffage.
L'augmentation de la température accélère souvent la transformation chimique : les réactifs réagissent plus rapidement.

2. Bécher ouvert sans réfrigérant.
Les espèces volatiles peuvent s'évaporer et quitter le récipient : perte de matière, modification de la composition et risque éventuel lié aux vapeurs.

3. Trajet des vapeurs.
Le liquide chaud se vaporise ; les vapeurs **montent** vers le réfrigérant vertical ; elles se refroidissent, **se condensent**, puis les gouttes **retombent** dans le ballon.

4. Volume presque constant.
Les substances évaporées reviennent en grande partie sous forme liquide.
Il n'y a donc pas de collecte de liquide à l'extérieur ; les pertes par évaporation sont réduites.

Exercice 6 – Annoter un montage à reflux

1. Lettres du dessin.
A : réfrigérant à eau ;
D : ballon à fond rond contenant le mélange ;
E : chauffe-ballon ;
F : support / socle du montage.
Le support assure la stabilité ;
le chauffe-ballon apporte l'énergie thermique.

2. Entrée et sortie d'eau.
Sur le schéma, **C est le raccord inférieur : entrée de l'eau froide** ;
B est le raccord supérieur : sortie de l'eau.
Il faut repérer la hauteur réelle des raccords plutôt que mémoriser des lettres.

3. Pourquoi entrer par le bas ?
L'eau remplit progressivement l'enveloppe du réfrigérant, chasse l'air vers le haut et maintient une surface de refroidissement bien alimentée en eau.

4. Pierres ponces.
Elles fournissent des sites de formation des bulles : l'ébullition devient plus **régulière**, ce qui réduit les à-coups et les projections.
On les introduit avant de commencer le chauffage.

Exercice 7 – Réfrigérant à air ou à eau ?

1. Choix.
Pour une synthèse à **chauffage modéré**, un réfrigérant à air peut parfois suffire ; avec un chauffage plus important ou des vapeurs faciles à condenser seulement avec un refroidissement efficace, on privilégie un **réfrigérant à eau**.

2. Rôle commun.
Les deux retirent de la chaleur aux vapeurs et les **condensent** pour les renvoyer au ballon.

3. Reflux et distillation.
En **reflux**, le condensat retourne au ballon : le but est de chauffer sans perdre les constituants volatils.

Exercice 7 – Suite

En **distillation**, les vapeurs sont condensées puis *collectées à part* pour séparer ou récupérer une fraction.

4. Où arrive le condensat ?
Dans le **ballon réactionnel**, par gravité.

Exercice 8 – Remettre les étapes dans l'ordre

1. Ordre.
$b \to d \to c \to e \to a$.
D'abord introduire les réactifs ; effectuer le chauffage si nécessaire ; séparer le produit si besoin ; purifier si nécessaire ; enfin contrôler son identité et sa pureté.

2. Étapes facultatives.
Le **chauffage à reflux** n'est pas exigé par toutes les synthèses.
La **séparation** et la **purification** dépendent de l'état et de la composition du mélange final.

3. Pourquoi ne pas supposer le produit pur ?
Une synthèse peut être incomplète ; il peut rester des réactifs, du solvant ou des sous-produits. L'obtention d'un liquide ou d'un solide ne garantit donc pas son identité ni sa pureté.

Exercice 9 – Purification et identification

1. Distinguer trois notions.
Séparation : isoler une fraction du mélange.
Purification : retirer autant que possible les impuretés de cette fraction.
Identification : rechercher quelle est l'espèce chimique obtenue par comparaison ou test.

2. Pourquoi purifier après séparation ?
La fraction recueillie peut encore contenir d'autres espèces dissoutes ou des traces de réactifs.
Il faut donc parfois une opération supplémentaire.

3. Méthode étudiée.
La **chromatographie sur couche mince (CCM)** : analyser sur une même plaque le produit et un échantillon de référence, avec le même éluant, puis comparer les hauteurs des taches.

4. Couleur suffisante ?
Non. Des substances différentes peuvent avoir la même couleur, et des mélanges peuvent ressembler visuellement à une espèce pure.

Exercice 10 – Contrôle par chromatographie

1. Lire la plaque (page 4).
La piste **R présente une tache** et la piste **S en présente deux**.
Pour compter, on suit chaque piste verticale de la ligne de dépôt vers le front.

2. Pureté de S.
S ne paraît pas pur dans les conditions de l'expérience : deux taches correspondent à au moins deux constituants révélés.

3. Espèce commune ?
Oui, **une des taches de S est à la même hauteur que celle de R** : on a un indice que S contient l'espèce de référence R.

Exercice 10 – Suite

Une coïncidence de hauteur seule n'est pas une preuve absolue d'identité.

4. Suite.
Envisager une **purification** puis refaire une CCM de contrôle.
On vérifiera que la tache correspondant à l'impureté a disparu dans les conditions de l'analyse.

Exercice 11 – Comprendre les observations

1. Changements d'état.
Dans le ballon chaud : **vaporisation** du liquide.
Dans le réfrigérant : **condensation** des vapeurs en gouttelettes.

2. Eau froide.
L'eau de refroidissement reçoit de la chaleur des vapeurs ; celles-ci se condensent alors et redescendent.

3. Intérêt du retour.
Le reflux limite les **pertes de matière** : des réactifs ou solvants volatils restent dans le système, au lieu de s'échapper dans l'air.

4. Pas de distillat collecté.
Les gouttes condensées retournent **dans le même ballon**.
Une distillation les conduirait dans un récipient collecteur extérieur.

Exercice 12 – Choix d'une méthode de contrôle

1. Discuter les élèves.
Élève 1 : incorrect, même couleur ne prouve pas même espèce.
Élève 2 : pertinent, la CCM permet une comparaison des migrations.
Élève 3 : pertinent, plusieurs taches sur la piste suggèrent plusieurs constituants, donc une purification possible.

2. Même conditions.
La migration dépend de l'éluant et de la plaque.
Pour comparer les hauteurs ou les R_f, il faut utiliser la **même plaque, le même éluant et des conditions identiques**.

3. Une tache prouve-t-elle la pureté absolue ?
Non. Deux espèces peuvent avoir le même R_f ou certaines impuretés peuvent ne pas être révélées.
Une tache indique seulement l'absence d'autres constituants distinguables par cette CCM.

Exercice 13 – Bilan des étapes d'une synthèse

Tableau complété.

Étape	Objectif	Exemple
Synthèse	Former l'espèce recherchée à partir de réactifs.	Mélanger les réactifs et chauffer à reflux si besoin.
Séparation	Isoler la fraction contenant le produit.	Décantation ou filtration adaptée.
Purification	Éliminer des impuretés restantes.	Recristallisation d'un solide ou autre procédé adapté.
Contrôle	Vérifier identité et pureté apparente.	CCM avec référence.

Toutes les synthèses ne nécessitent pas toutes les opérations, mais il faut comprendre leur rôle distinct.

Problème 1 – Préparer un arôme

1. Objectif et espèces initiales.
Le but est de **fabriquer un arôme** par transformation chimique.
Les substances mises au départ dans le ballon sont les **réactifs** ; l'énoncé ne donne pas leur nom : on ne peut pas les inventer.

2. Reflux et pierres ponces.
Le chauffage accélère souvent la réaction ;
le réfrigérant condense les vapeurs et les renvoie au ballon, ce qui limite les pertes.
Les pierres ponces assurent une **ébullition régulière** en limitant les sursauts.

3. Sens de l'eau.
Elle **entre en bas** du réfrigérant et **sort en haut**, pour remplir correctement son enveloppe refroidissant.

4. Pourquoi refroidir ?
Un mélange chaud expose à des brûlures ou à des projections lors d'un transfert.
Le refroidissement rend les manipulations de séparation plus sûres ; certaines opérations doivent se faire à température adaptée.

5. Deux contrôles avec limites.
CCM avec référence : une tache à la même hauteur suggère la présence de l'espèce recherchée, mais ne démontre pas à elle seule l'identité.
Observation d'une propriété physique (aspect, odeur par méthode sûre et autorisée, température de changement d'état si appropriée) : elle fournit un indice, mais plusieurs espèces peuvent partager une propriété semblable.

Problème 2 – Contrôle d'un produit de synthèse

1. Nombre de taches .
La piste A montre **une tache** (haute).
B montre **une tache** (basse).
Le produit P montre **deux taches**, l'une haute et l'autre basse.

2. Références présentes.
La tache haute de P est alignée avec A et sa tache basse avec B.
P contient donc **probablement les espèces repérées par A et B**.

3. Pourquoi P n'est pas pur ?
Une espèce pure donne idéalement une seule tache révélée.
Ici, les deux taches sur P signalent **au moins deux constituants détectés** dans les conditions de cette CCM.

4. Avant commercialisation.
D'abord **purifier** le produit en choisissant une méthode adaptée ; puis refaire une **CCM de contrôle** et d'autres analyses pour établir son identité et sa qualité ; enfin vérifier sa **sécurité** et sa conformité aux exigences applicables.
La seule CCM ne suffit pas à autoriser une commercialisation.

Problème 3 – Choisir et justifier un montage

1. Risque du bécher ouvert E1.
À chaud, les espèces volatiles peuvent s'évaporer et s'échapper : **pertes de réactifs ou de produit**, émission de vapeurs et efficacité diminuée.

2. Intérêt de E2.
Le ballon et le réfrigérant vertical constituent un **montage à reflux** : les vapeurs condensées reviennent au ballon, permettant de chauffer tout en limitant les pertes.
Le montage ne doit pas être hermétiquement fermé.

3. Réfrigérants à air et à eau.
Leur **rôle est le même** : refroidir et condenser les vapeurs.
Celui à air utilise l'air ambiant et convient à certaines situations de chauffage modéré ; celui à eau dispose d'une circulation d'eau froide et assure généralement un refroidissement plus efficace.

4. CCM comparative.
Déposer sur la même ligne le produit et la référence, avec des pipettes distinctes ; placer la plaque dans une cuve, laisser migrer le même éluant, marquer le front, révéler et comparer les taches alignées.
On peut aussi compter les taches de la piste du produit.

5. Bilan rédigé.
« Une synthèse chimique permet de préparer une espèce recherchée à partir de réactifs.
Le chauffage à reflux, lorsqu'il est nécessaire, accélère la transformation tout en limitant les pertes par évaporation. À la fin, on peut avoir à séparer le produit du mélange, puis à le purifier.
Enfin, des contrôles permettent de rechercher son identité et sa pureté : obtenir un produit ne signifie pas automatiquement qu'il est pur. »