

<p>Seconde</p> <p>Thème : La pratique du sport</p> 	<h2 style="color: magenta; text-decoration: underline;">ECE : EFFET THERMIQUE DES DISSOLUTIONS</h2>
--	---

DESCRIPTIF DE SUJET DESTINE AU PROFESSEUR

Compétences exigibles du B.O.	Système chimique. Réaction chimique.	Pratiquer une démarche expérimentale pour mettre en évidence l'effet thermique d'une transformation chimique ou physique.
Tâches à réaliser par le candidat	<p>Dans ce sujet on demande au candidat de :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Proposer un protocole expérimental pour mettre en évidence l'effet thermique des dissolutions. Le réaliser. • Exploiter les mesures obtenues pour répondre à la problématique posée. 	
Compétences évaluées Coefficients respectifs	<p>Cette épreuve permet d'évaluer les compétences :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analyser (ANA) ; coefficient 2 • Réaliser (REA) ; coefficient 2 • Valider (VAL) ; coefficient 2 	
Préparation du poste de travail	<p>Précaution de sécurité : précautions usuelles. Le port de gants et de lunettes est conseillé.</p> <p>Prévoir :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Imprimer à l'avance les solutions partielles ou totales pour les élèves en grande difficulté. • Relier le capteur de température à la centrale d'acquisition. L'ordinateur est en fonctionnement et le logiciel (Latis Pro par exemple) est paramétré : 100 points et la durée d'acquisition est de 40 secondes. 	
Déroulement de l'épreuve Gestion des différents appels	<p>Minutage conseillé :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analyser (20 min conseillées) • Réaliser (20 min conseillées) • Valider (20 min conseillées) <p>Il est prévu 3 appels obligatoires de la part du candidat. Lors de l'appel 1, l'examineur vérifie le protocole Lors de l'appel 2, l'examineur vérifie une mesure réalisée par le candidat. Lors de l'appel 3, l'examineur vérifie l'exploitation des mesures.</p> <p>Le professeur observe le candidat en continu. Dans la partie « réaliser » le professeur est attentif sur la façon dont le candidat évolue dans l'environnement du laboratoire, organise son poste de travail, utilise le matériel avec pertinence, respecte les procédures et les règles de sécurité.</p>	
Remarques	1 séance d'1 heure.	
Auteur	Nadia Marion – lycée En Forêt – Montargis (45)	

1. Pour chaque poste

Paillasse élèves :

- 5 béchers de 50 mL (ou un seul que l'élève nettoiera à chaque fois)
- 1 éprouvette graduée de 10 mL
- 1 coupelle de pesée
- 1 spatule
- 1 agitateur en verre
- 1 sonde de température reliée à une centrale d'acquisition
- 1 support vertical avec système de fixation pour la sonde
- 1 ordinateur équipé d'un logiciel d'acquisition de données
- 1 balance
- 1 pissette d'eau distillée
- 5 flacons étiquetés contenant 10 g de chacun des solides ioniques suivants :
nitrate d'ammonium, chlorure de sodium, sulfate de magnésium anhydre, thiosulfate de sodium anhydre, thiosulfate de sodium pentahydraté.
- un flacon de récupération des solutions.
- papier "essuie tout".

Paillasse professeur :

- 1 balance
- 1 jeu de 5 flacons étiquetés contenant 10g des solides ioniques :
nitrate d'ammonium, chlorure de sodium, sulfate de magnésium anhydre, thiosulfate de sodium anhydre, thiosulfate de sodium pentahydraté.

Documents mis à disposition des élèves :

- notice du logiciel (Latis Pro, Synchronie, Regressi...)

2. Particularités du sujet, conseils de mise en œuvre

L'ordinateur est allumé et les paramètres de l'acquisition sont déjà réglés (nombre de points 100 et durée de l'acquisition 40 s). La sonde est reliée à la centrale d'acquisition et maintenue fixée au support vertical.

Il faudra :

- cocher l'onglet "ajouter les courbes" pour pouvoir contrôler les enregistrements successifs réalisés par l'élève.
- choisir dans les propriétés de la courbe : "traits avec ronds"

ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT

Compétences travaillées (capacités et attitudes) :

- **ANA** : proposer une stratégie pour répondre à un problème posé ; proposer un protocole expérimental.
- **REA** : réaliser un dispositif expérimental ; maîtriser certains gestes techniques.
- **VAL** : exploiter et interpréter des mesures pour valider ou infirmer une hypothèse.

ANA

REA

VAL

20

CONTEXTE

Théo part cet été en trekking au Parc National Torres del Paine situé au Chili. En juillet, le temps est imprévisible et les vents souvent forts et violents font baisser les températures. Théo se dit qu'il pourrait emmener des "pochettes de chaud" avec lui pour se réchauffer en cas de besoin ainsi que des "pochettes de froid" en cas de contusions ou de douleurs musculaires pendant la marche. Ces pochettes ont une action instantanée et sont à usage unique. Il pense qu'il pourrait faire des économies en les fabriquant lui-même. Il fait alors des recherches sur internet et demande à son professeur de chimie de lui fournir un peu de matériel et des solides ioniques pour faire ses essais.



Parc National Torres del Paine (Wikipédia)

Il s'agira pour vous d'aider Théo dans sa démarche et d'en déduire s'il est intéressant pour lui de fabriquer ses pochettes plutôt que de les acheter.

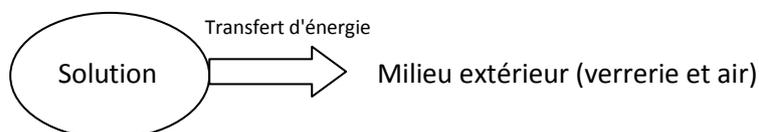
DOCUMENTS A VOTRE DISPOSITION

Document 1 : Comment fonctionnent les pochettes de "chaud" et de "froid"?

Les poches contiennent un solide ionique et de l'eau séparés par une paroi interne. En appuyant sur la poche et en la secouant, la paroi se rompt et les deux constituants se mélangent. En fonction de la nature du solide ionique présent, sa dissolution dans l'eau provoque une élévation ou une diminution rapide de la température de la poche.

Document 2 : Quelques définitions

- Une transformation est exothermique lorsqu'elle s'accompagne d'une libération d'énergie sous forme de chaleur. La solution cède de l'énergie au milieu extérieur donc la température du milieu extérieur augmente.



- Une transformation est endothermique lorsqu'elle s'accompagne d'une absorption d'énergie. L'énergie provient du milieu extérieur donc la température du milieu extérieur diminue.



- Une transformation est athermique lorsqu'il n'y a pas d'échange d'énergie avec le milieu extérieur.
- L'énergie transférée s'exprime en Joule (symbole J). On utilise souvent le kilojoule (KJ) : 1 KJ = 1000 J
- La solubilité est la masse maximale de soluté que l'on peut dissoudre dans un volume donné de solvant.

Document 3 : Caractéristiques des solides ioniques qui sont à votre disposition

Solides ioniques	Nitrate d'ammonium NH_4NO_3	Chlorure de sodium NaCl	Sulfate de magnésium anhydre MgSO_4	Thiosulfate de sodium anhydre $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	Thiosulfate de sodium hydraté $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
Solubilité en g des solides dans un volume d'eau de 1 mL (à 20°C)	1,9	0,36	0,34	0,70	0,68
Masse molaire en g.mol^{-1}	80	58	120	158	248
Energie en KJ transférée lors de la dissolution d'une mole de solide	26	3,9	91	8,4	47
Prix en euros au kg catalogue fournisseur	36	8	14	19	15
Sécurité					

Document 4 : Utilisation d'un capteur de température

Vous disposez d'une sonde de température reliée à un ordinateur. Les paramétrages d'acquisition ont été réalisés et permettent de faire un suivi de l'évolution de la température, au cours du temps, pendant 40 s. Pour mesurer la température, il faut appuyer sur la touche F10. Pour stopper l'acquisition avant 40 s, on appuie sur la touche ESC.

Une fois l'acquisition réalisée, faire un clic droit de la souris sur le graphique. Une fenêtre apparaît. Sélectionner "réticule" pour faire une lecture graphique de la température.

Pour une lecture encore plus précise, il faut utiliser la fonction "calibrage" accessible dans la fenêtre activée par un clic droit de la souris sur le graphique. La courbe est alors redimensionnée.

TRAVAIL A EFFECTUER

1. Analyse du problème (15 à 20 min conseillées)

Rédigez en quelques lignes le protocole à suivre pour mesurer la température initiale avant dissolution du solide dans l'eau puis la température finale quand la dissolution vient de s'achever. Pour cela, on veillera à ne pas dépasser la limite de solubilité du solide dans l'eau. Vous préciserez donc la masse maximale (en g) de solide ionique à utiliser et qui sera la même pour toutes les expériences sachant que le volume d'eau distillée utilisé sera de 10 mL.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

APPEL N°1	Appeler le professeur pour lui présenter le protocole
------------------	--

2. Réalisation du protocole (20 minutes conseillées)

On pèsera à chaque fois la même masse de solide. Elle sera égale au nombre entier le plus proche de la masse maximale déterminée précédemment. Le volume d'eau distillée sera toujours égal à 10 mL.
 Réalisez les mesures puis complétez le tableau ci-dessous.

Solides ioniques	Nitrate d'ammonium NH_4NO_3	Chlorure de sodium $NaCl$	Sulfate de magnésium $MgSO_4$	Thiosulfate de sodium anhydre $Na_2S_2O_3$	Thiosulfate de sodium hydraté $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$
Température initiale (°C)					
Température finale (°C)					

APPEL N°2	Appeler le professeur pour réaliser devant lui une mesure
------------------	--

3. Exploitation des mesures (20 minutes conseillées)

3.1. Complétez le tableau en utilisant les qualificatifs suivants pour l'effet thermique des dissolutions : exothermique, endothermique et athermique.

Solides ioniques	Nitrate d'ammonium NH_4NO_3	Chlorure de sodium $NaCl$	Sulfate de magnésium $MgSO_4$	Thiosulfate de sodium anhydre $Na_2S_2O_3$	Thiosulfate de sodium hydraté $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$
Effet thermique de la dissolution					

3.2. Quels solides ioniques choisiriez-vous en considérant que Théo ne souhaite pas trop charger ses valises pour fabriquer :

- Des pochettes de froid ? Expliquer brièvement votre choix.

.....
.....

- Des pochettes de chaud ? Expliquer brièvement votre choix.

.....
.....

3.3. Pour faire des pochettes de froid, Théo pense utiliser des sachets plastiques type Ziploc® jetables dans lesquels il introduirait 100 mL d'eau. Pour abaisser la température de l'eau de 20°C, il faut que le milieu extérieur apporte une énergie d'environ 10 kJ. En supposant qu'il n'y a pas de pertes thermiques durant la dissolution, quelle masse de nitrate d'ammonium doit-il peser ?

.....
.....
.....

3.4. Le prix d'une pochette au nitrate d'ammonium vendue dans le commerce est : 3,95 euros.

Est-ce intéressant pour Théo de faire ses pochettes de froid ? (on considère le prix d'un sachet plastique négligeable). Expliquez.

.....
.....
.....

APPEL N°3	Appeler le professeur pour lui présenter l'exploitation ou en cas de difficulté.
------------------	---

3.5. Questions bonus :

- Est-il important de préciser pour l'étude de l'effet thermique des dissolutions qu'un solide est hydraté ou anhydre ?

.....
.....
.....

- Pourquoi les pochettes de "froid" sont elles souvent vendues dans des emballages de couleur bleue tandis que les pochettes de "chaud" sont vendues dans des emballages de couleur rouge ?

.....
.....
.....

Le candidat est en situation d'évaluation, l'examinateur ne doit pas fournir d'explicitation des erreurs ni de la démarche à conduire. Ses interventions sont précises, elles servent de relance pour faire réagir le candidat ou bien pour lui permettre d'avancer pour être évalué sur d'autres compétences.

Les erreurs détectées par le professeur en continu ou lors d'un appel sont forcément suivies d'un questionnement ouvert si ces erreurs conduisent l'élève à une impasse.

1. ANALYSE DU PROBLEME

La compétence ANA est mobilisée et évaluée lors de l'appel 1.

Les critères retenus pour l'évaluation de la compétence ANA sont les suivants :

proposer une stratégie pour répondre à la problématique ; concevoir un protocole expérimental.

Le candidat doit être capable :

- d'utiliser les solubilités des solides pour déterminer la masse maximale à dissoudre ;
- d'élaborer un protocole pour mesurer la température initiale et finale.

Si l'élève répond aux exigences de l'appel 1, le niveau obtenu est A pour la compétence ANA.

Si certains points sont flous ou non présents, l'examinateur pourra les faire préciser au candidat à l'aide de questions ouvertes. L'examinateur attend que le candidat sache corriger seul un oubli ou une maladresse. Si le candidat y parvient le niveau acquis pour ANA reste le **niveau A**.

Si malgré le questionnement ouvert de l'examinateur, les réponses sont toujours incomplètes, l'examinateur fournira au candidat une solution partielle adaptée en fonction des besoins du candidat. Le niveau acquis est alors le **niveau B**. Des exemples de solutions partielles permettant d'apporter une aide ciblée dans la proposition du protocole sont proposés ci-après. Cette liste n'est pas exhaustive. On pourra aussi imaginer apporter une solution partielle à l'oral plutôt que par une fiche « coup de pouce » pour valider les points correspondant à l'appel 1.

Si deux solutions partielles sont fournies au candidat, le niveau acquis est le **niveau C**.

Si malgré les deux solutions partielles, le candidat est toujours en échec, le niveau acquis est le **niveau D**. La solution totale lui est fournie.

Exemples de solutions partielles

Solution partielle 1 (appel 1) : je ne sais pas déterminer la masse de solide à utiliser !

Le document 2 donne une définition de la solubilité. De plus, sur le document 3, on donne la solubilité des solides ioniques dans un volume de 1 mL d'eau ce qui permet de déterminer pour chaque solide ionique la masse maximale à peser.

Solution partielle 2 (appel 1) : je ne sais pas comment utiliser les solubilités du document 3 !

Les solubilités indiquent la masse maximale de solide que vous pouvez dissoudre dans 1 mL d'eau sans que la solution devienne saturée. Il faut en déduire la masse maximale à dissoudre dans 10 mL d'eau pour chacun des 5 solides.

Comme cette masse devra être ensuite la même pour tous les solides, il faudra conserver la plus petite des 5 masses.

Solution partielle 1 (appel 1) : je ne sais pas rédiger le protocole !

Vous devez expliquer comment vous allez mesurer les températures initiales et finales. Pour cela, quel est le matériel à utiliser, quels sont les gestes à réaliser et dans quel ordre? Regardez ce qui est à votre disposition sur votre paillasse.

Solution partielle 2 (appel 1) : je ne sais pas rédiger le protocole !

- Comment mesurer les 10 mL d'eau et peser les 3 g de solides?
- Est-il préférable de mettre verser l'eau sur le solide ou l'inverse?
- A quel moment faut-il lancer l'acquisition de la température?
- A quoi sert l'agitateur en verre?

Exemple de solution totale (appel 1)

Vous devez peser au maximum 3,4 g de solide ionique. Au delà la solution de sulfate de magnésium est saturée.

On choisira de peser 3,0 g.

On mesure un volume de 10 mL d'eau distillée avec l'éprouvette graduée que l'on verse dans un bécher. On plonge la sonde du thermomètre dans l'eau. On appuie sur la touche F10 et en même temps, on introduit rapidement dans le bécher les 3,0 g de solide ionique. On agite avec l'agitateur en verre jusqu'à la fin de l'acquisition (40 s).

2. Réalisation du protocole proposé

La compétence REA est mobilisée et évaluée lors de l'appel 2.

Les critères retenus pour l'évaluation de la compétence REALISER sont les suivants :

Suivre un protocole ; utiliser le matériel de manière adaptée ; effectuer des mesures avec précision.

Le candidat doit être capable lors de l'appel 2 de réaliser le protocole proposé avec soin :

- Effectuer une pesée avec précision en ayant au préalable taré la coupelle de pesée.
- Mesurer 10 mL d'eau distillée avec une éprouvette sans erreur de lecture.
- Plonger la sonde dans le bécher contenant les 10 mL d'eau.
- Lancer l'acquisition en même temps qu'il introduit rapidement et sans pertes le solide dans le bécher.
- Agiter le mélange pendant toute l'acquisition.
- Relever avec suffisamment de précision les températures initiales et finales en s'aidant des fonctions "réticule" et "calibrage" si nécessaire.

L'examineur observera le candidat pendant la préparation du montage et la réalisation des mesures. Si nécessaire, il interviendra oralement (sous forme de questions) et de façon très ponctuelle. Si le candidat corrige sa maladresse seul, le niveau acquis sera le **niveau A**. Si malgré le questionnement ouvert de l'examineur, la réalisation du protocole ou le tracé de la courbe sont imparfaits, l'examineur fournit au candidat une solution partielle à l'oral ou une solution partielle écrite, adaptée en fonction des besoins du candidat. Le niveau acquis est alors le **niveau B**.

Si deux solutions partielles sont fournies au candidat, le niveau acquis est le **niveau C**.

Si malgré les deux solutions partielles, le candidat est toujours en échec, le niveau acquis est le **niveau D**. La solution totale lui est fournie : le professeur réalise une dissolution et montre comment on effectue une mesure ou bien il donne la solution totale des relevés de température des 5 solides s'il reste peu de temps au candidat.

Exemples de solutions partielles

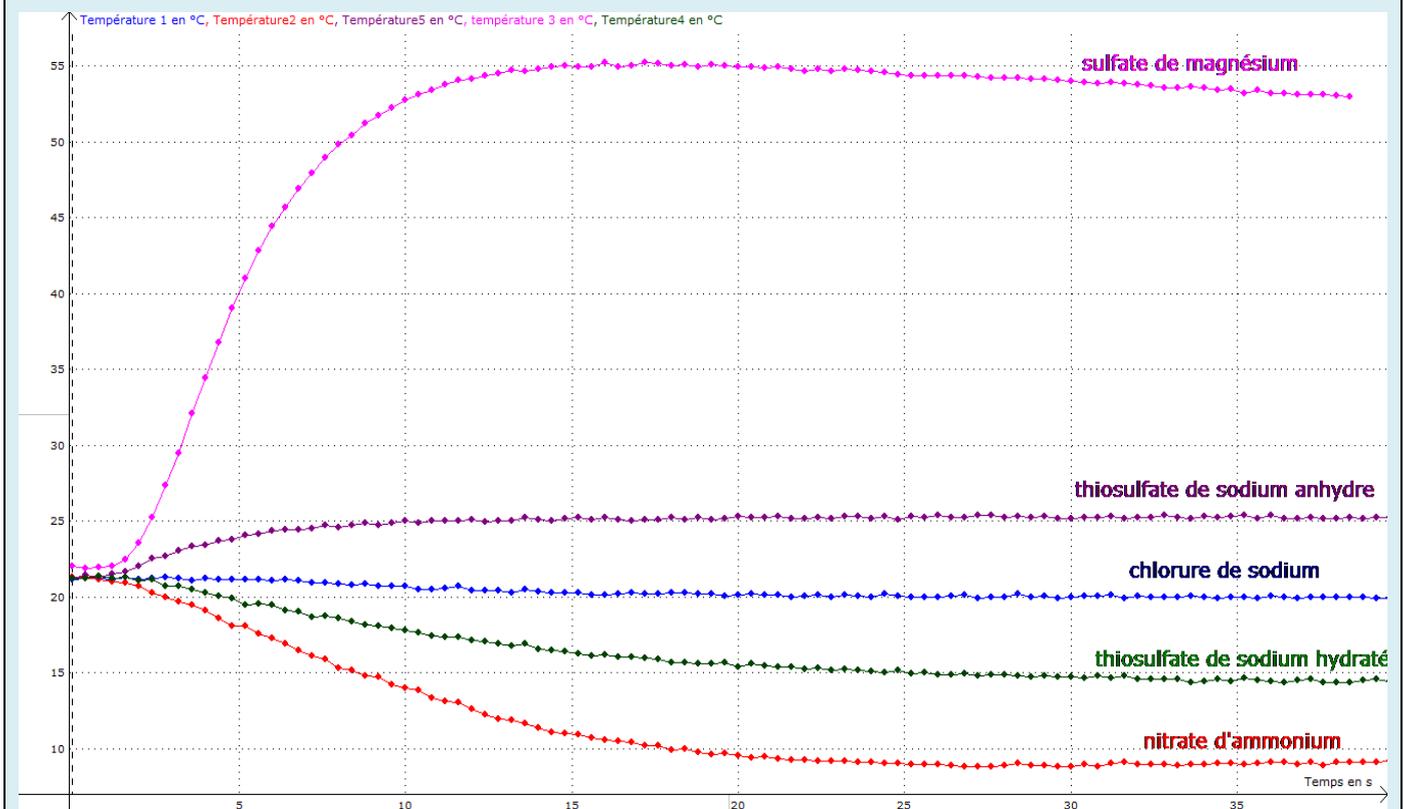
Solution partielle 1 (appel 2): je suis perdu(e) avec mon protocole !

Vous devez peser 10 g de solide. Mesurez un volume de 10 mL d'eau distillée avec l'éprouvette graduée que l'on verse dans un bécher. Plongez la sonde du thermomètre dans l'eau. Appuyez sur la touche F10 et en même temps, introduisez rapidement dans le bécher les 3,0 g de solide ionique. Agitez avec l'agitateur en verre jusqu'à la fin de l'acquisition (40 s).

Solution partielle 1 (appel 2) : je n'arrive à lire les températures !

Le document 4 vous explique comment procéder (fonctions "réticule" et "calibrage").

Exemple de solution totale (appel 2) : je n'ai pas réussi à relever la température !



3. Exploitation des mesures

La compétence VAL est mobilisée et évaluée lors de l'appel 3.

**Les critères retenus pour l'évaluation de la compétence VALIDER sont les suivants :
exploiter des informations, des mesures ; analyser des résultats de façon critique.**

Le candidat doit être capable lors de l'appel 3 :

- de compléter le tableau en s'aidant du document 2.
- de choisir les solides adéquats pour réaliser les pochettes et notamment de choisir en priorité les solides pour lesquels l'effet thermique de dissolution est le plus important.
- d'en déduire qu'il est intéressant de fabriquer soi-même ses pochettes de froid.

L'examineur observera les candidats pendant la phase d'exploitation. Si nécessaire, il interviendra oralement (sous forme de questions) et de façon très ponctuelle. Les candidats ne seront alors pas pénalisés. De la même façon un candidat demandant une aide très ciblée et bien explicitée ne le sera pas non plus. Dans tous ces cas le **niveau A** pour le domaine de compétences VAL est obtenu.

Si le candidat réalise l'ensemble de l'exploitation demandée de manière satisfaisante mais avec quelques interventions de l'examineur concernant une difficulté ou erreur non identifiée au départ par le candidat mais résolue ensuite par celui-ci après un questionnement (par exemple, une erreur de calcul), **le niveau acquis est B.**

Le candidat reste bloqué dans l'exploitation de ces mesures, malgré les questions posées par l'examineur. Des éléments de solutions lui sont apportés (solution partielle), ce qui lui permet de poursuivre la tâche. **Le niveau acquis est C.**

Si malgré l'aide apportée, le candidat est toujours en échec, le niveau acquis est le **niveau D.** La solution totale lui est fournie.

Exemples de solutions partielles

Solution partielle 1 (appel 3) : je n'arrive pas à compléter le tableau !

Le document 3 explique la signification de qualificatifs : exothermique, endothermique et athermique. Comment évolue la température pour chaque dissolution?

Solution partielle 1 (appel 3) : je n'arrive pas à calculer la masse de nitrate d'ammonium à peser !

Il faut utiliser le document 3 qui donne l'énergie transférée en KJ lors de la dissolution d' 1 mole de nitrate d'ammonium.

Solution partielle 2 (appel 3) : je n'arrive pas à calculer la masse de nitrate d'ammonium à peser !

Le document 3 donne l'énergie transférée en KJ lors de la dissolution d' 1 mole de nitrate d'ammonium. On souhaite qu'il y ait un transfert d'énergie de l'ordre de 10kJ. Vous devez en déduire la quantité de nitrate d'ammonium correspondante.

Utilisez ensuite la masse molaire du nitrate d'ammonium pour en déduire la masse de nitrate d'ammonium nécessaire.

Exemple de solution totale (appel 3) : calcul de la masse de nitrate d'ammonium

La quantité de nitrate d'ammonium est $n = 0,38 \text{ mol}$

La masse de nitrate d'ammonium est $m = n \times M = 0,38 \times 80 = 30 \text{ g}$