

THEME : La pratique du sport

Les matériaux et les molécules du sport

Une démarche d'investigation autour de la caféine

Objectifs de la séance de TP :

- Réaliser des activités en **tâches complexes** autour de la notion d'extraction et d'identification d'une espèce chimique.
- Évaluer les capacités expérimentales des élèves et leur aptitude à mobiliser leurs compétences (savoirs, savoirs-faire et attitudes) face à une situation nouvelle et complexe.
- Évaluer la capacité des élèves à rendre-compte de leur travail en employant un vocabulaire scientifique adapté et en réalisant des schémas détaillés.

Scénario :

L'élève est placé dans une situation inédite : il doit prouver la présence de caféine dans un cachet de Supradyne Boost®. La consigne est volontairement globale et l'élève est placé en situation où, confronté à des tâches complexes, il doit mobiliser ses compétences pour répondre au problème posé. A cette fin, il dispose, si nécessaire, d'aides ciblées. Ces aides sont à distribuer en fonction des points de blocage rencontrés par les élèves dans la réalisation des tâches complexes. Il ne s'agit pas d'apporter des réponses « toutes faites » à l'élève mais de le guider ponctuellement à l'aide de questions élucidantes, d'informations ... L'objectif est de prendre en compte la diversité des élèves pour leur permettre de travailler à leur rythme et de répondre au problème posé sans que le défaut de connaissances soit un obstacle. Cette démarche participe de fait d'une pédagogie différenciée qui permet de s'assurer que tous puissent mener à terme l'activité tout en donnant du sens aux apprentissages.

Compétences travaillées :

- I5 : Trier, classer les informations utiles.
- F1 : Être autonome, responsable, se préoccuper des consignes de sécurité (pour les personnes, le matériel, l'environnement) et suivre les règles de vie de classe.
- R4 : Imaginer un moyen de tester la validité d'une hypothèse.
- P2 : Présenter la démarche suivie en utilisant le vocabulaire scientifique à l'écrit.

SEANCE DE TP d'1 h 30

Déroulement :

- Introduction : (5') Les élèves sont placés par binômes. Les fiches « La caféine » et « Fiche technique : quelques propriétés des solvants extracteurs » sont collées sur la paillasse dans des pochettes transparentes. Le professeur donne les consignes et explique le système d'aides ciblées.
- Travail en autonomie : (10') Au bout de 10 minutes, on fait le point et on distribue une fiche d'aide si besoin.
- Au fur et à mesure les capacités expérimentales du binôme sont évaluées et les fiches d'aide distribuées si besoin. (Grille d'évaluation n°1)
- Chaque élève remet un compte-rendu individuel en fin de séance.

Il faut préciser aux élèves qu'un volume de 5 mL est suffisant pour extraire la caféine présente dans 5 mL de solution. L'extraction peut donc être réalisée dans un tube à essai (la phase organique sera récupérée à la pipette) comme dans une ampoule à décanter. Les deux méthodes d'extraction conviennent.

L'élution durant environ 25 minutes, les élèves sont invités à rédiger leur compte-rendu durant cette étape. Attention, il ne faut pas hésiter à refaire chaque dépôt 5 fois minimum avec le pique-olive (préalablement écrasé) sur la plaque de CCM pour que le chromatogramme soit bien lisible.

Matériel à disposition sur la paillasse :

- Fiche regroupant diverses informations sur la caféine et expliquant la consigne.
- Fiche technique regroupant différentes informations sur les différents solvants disponibles sous la hotte aspirante (miscibilité avec l'eau, densité par rapport à l'eau et pictogrammes de sécurité).
- 1 flacon de 10 mL de solution aqueuse de Supradine Boost® (environ 10 € les 20 comprimés en pharmacie) obtenue en dissolvant 1 comprimé effervescent dans 100 mL d'eau distillée.
- Des lunettes de laboratoire + des gants de protection.
- 3 béchers de 50 mL.
- 2 coupelles.
- 1 pissette d'eau distillée.
- 1 éprouvette graduée de 10 mL.
- 3 tubes à essais avec leur support.
- 3 pipettes PVC.
- 1 pot poubelle.

Matériel à distribuer à la demande :

- 1 flacon contenant de l'éthanoate d'éthyle (solvant devant être choisi).
- 1 plaque à chromatographie + pique olive.

- 1 cuve à chromatographie avec couvercle contenant 8 mL l'éluant (3 volumes d'acide méthanoïque pour 5 volumes d'éthanoate de butyle soit 3 mL d'acide méthanoïque + 5 mL d'éthanoate de butyle par cuve).
- 1 flacon contenant la solution de caféine (caféine dissoute dans de l'éthanoate d'éthyle). Si on ne dispose pas de caféine pure, on peut utiliser de l'extrait de café vendu en grande surface et extraire la caféine qu'il contient avec de l'éthanoate d'éthyle : la CCM fonctionne bien, on obtient principalement 2 taches ; celle située près de la ligne de dépôt correspond à la caféine.
- 1 sèche-cheveu
- 1 ampoule à décanter avec support et bouchon si l'élève choisit d'y effectuer l'extraction (sinon, il peut choisir le tube à essais).

Matériel à disposition du professeur :

- Fiche d'évaluation des capacités expérimentales (grille n°1).
- Enveloppes contenant les aides ponctuelles.

Matériel à disposition sur la paillasse du professeur :

- Lampe à UV.

Grille d'évaluation des compétences :

- Capacités expérimentales et mobilisation des savoirs (voir la grille n°1) : sur 9 pts.
- Attitude, savoir-être (autonomie, port de la blouse, respect du matériel et des consignes de sécurité, rangement de la paillasse à la fin) : sur 2 pts.
- Compte-rendu détaillé : sur 9 pts.
 - Schémas détaillés des expériences (soin, légende, organisation) : / 4 pts. (2 pts. par schéma)
 - Rédaction (problématique posée, vocabulaire adapté, justification des explications, et conclusions) / 4 pts.
 - Syntaxe et présentation : / 1 pt.

SEANCE DE TP d'1 h

Déroulement :

- Introduction : (5') Les élèves sont placés par binômes. Les fiches « La caféine » et « Fiche technique : quelques propriétés des solvants extracteurs » sont collées sur la paillasse. Le professeur donne les consignes et explique le système d'aides ciblées.
- Travail en autonomie : (10') Au bout de 10 minutes, on fait le point et on distribue une fiche d'aide si besoin.
- Au fur et à mesure les capacités expérimentales du binôme sont évaluées et les fiches d'aide distribuées si besoin (Grille d'évaluation n°1).
- Chaque élève remet un compte-rendu individuel en fin de séance.

Pour gagner du temps, les élèves préparent leurs plaques de CCM mais on ne laisse pas l'élution se terminer. On leur distribue des plaques de CCM qui auront été préparées à l'avance au labo. Les élèves devront juste procéder à la révélation UV. De fait, la grille d'évaluation des capacités expérimentales change (voir grille n°2). Si on manque de temps, le compte-rendu pourra être remis plus tard.

Matériel à disposition sur la paillasse :

- Même matériel que pour la séance d'1 h 30.

Matériel à distribuer à la demande :

- Même matériel que pour la séance d'1 h 30.

Matériel à disposition du professeur :

- Fiche d'évaluation des capacités expérimentales (grille n°2).
- Enveloppes contenant les aides ponctuelles.

Grille d'évaluation des compétences :

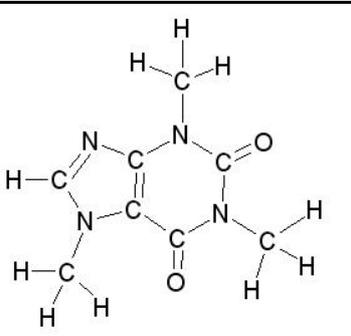
- Capacités expérimentales et mobilisation des savoirs (voir la grille n°2) : sur 9 pts.
- Attitude, savoir-être (autonomie, port de la blouse, respect du matériel et des consignes de sécurité, rangement de la paillasse à la fin) : sur 2 pts.
- Compte-rendu détaillé : sur 9 pts.
 - Schémas détaillés des expériences (soin, légende, organisation) : / 4 pts. (2 pts. par schéma)
 - Rédaction (problématique posée, vocabulaire adapté, justification des explications, et conclusions) / 4 pts.
 - Syntaxe et présentation : / 1pt.

LA CAFEINE

La caféine est une molécule présente dans de nombreuses boissons énergisantes. Son nom vient du café où elle a été extraite et identifiée en 1819 par le chimiste allemand Friedrich Ferdinand Runge. Elle stimule le système nerveux central et le système cardiovasculaire. Elle permet ainsi, entre autres, de surmonter la fatigue, d'augmenter la vigilance, d'activer la circulation sanguine, de dilater les muscles pulmonaires favorisant ainsi la respiration du sportif. Son action diurétique est aussi recherchée par les sportifs car elle permet l'élimination des déchets stockés par l'organisme.

Jusqu'en janvier 2004, la caféine était considérée comme agent dopant dès lors que la concentration constatée dans les urines du sportif était supérieure à $12 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ d'urine.

Depuis janvier 2004, **elle n'est plus considérée comme agent dopant** car elle n'améliore pas les performances au-delà du seuil de $12 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ d'urine et qu'elle est omniprésente dans les boissons et la nourriture. Une réduction de ce seuil sanctionnerait les sportifs qui la consomment dans leur régime normal. En revanche, elle fait partie de la liste des produits inscrits au programme de surveillance.

		<p>Nom : caféine</p> <p>Formule brute : $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{N}_4\text{O}_2$</p> <p>Masse volumique : $1,23 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$</p> <p>T_f = 128 °C</p> <p>T_{eb} = 278 °C</p>
 <p>Risques : 22 (Nocif en cas d'ingestion) Sécurité : 2 (Conserver hors de la portée des enfants)</p>	<p>Solubilité :</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Dans le dichlorométhane : importante▪ Dans l'éthanol : légèrement soluble▪ Dans la propanone : légèrement soluble▪ Dans le chloroforme : importante▪ Dans cyclohexane : très faible▪ Dans le benzène : légèrement soluble▪ Dans l'éthanoate d'éthyle : importante	

Votre mission, si vous l'acceptez (mais vous n'avez pas le choix) consiste à réaliser l'extraction et l'identification de la caféine présente dans un comprimé de « Supradyne Boost® » (en solution dans de l'eau distillée). Vous avez 10 minutes pour proposer à votre professeur deux expériences (extraction et identification) ainsi que la liste du matériel nécessaire. Une fois le protocole validé, vous devez le réaliser. Vos capacités expérimentales seront évaluées en continu durant la séance. Un compte-rendu détaillé présentant votre mission sera rendu à la fin. Un vocabulaire scientifique adapté, des explications claires et des schémas légendés sont attendus. Vous disposerez de diverses fiches pour vous aider à réaliser votre tâche. Faites appel à votre professeur pour obtenir ces fiches au besoin et pour accéder au matériel nécessaire.

Ce message ne s'autodétruit pas dans 15 secondes ! ☺ Que la force soit avec vous !

AIDES POUR LES ACTIVITES

(à disposer dans des enveloppes pour un petit côté « Mission Impossible »)

Aide n°1 : Au secours, je ne sais pas comment choisir le bon solvant extracteur !

En tant que chimiste prudent vous ne devez pas prendre de risques inconsidérés pour votre sécurité et celle de votre labo et accessoirement de votre professeur !

En tant que chimiste avisé, vous devez choisir un bon solvant de la caféine qui ne doit pas se mélanger avec la solution de Supradyne Boost®.

Aide n°2 : Au secours, je suis perdu(e) avec mes deux phases !

Aidez-vous des couleurs ou d'une donnée du tableau pour identifier chacune des phases !

Aide n°3 : Aïe, je ne sais pas comment identifier la présence de la caféine dans le comprimé !

Rappelez-vous, comment a-t-on déjà séparé les colorants d'un mélange ?

Mettez en œuvre un procédé similaire.

Aide n°4 : Au secours, je ne sais pas quoi déposer sur la plaque de CCM !

Vous êtes à côté de la plaque mais rassurez-vous, rien n'est perdu !

Il vous faudra un témoin pour identifier la présence de caféine dans l'extrait obtenu !

Aide n°5 : Au secours, on ne voit rien sur le chromatogramme !

C'est normal, les taches obtenues sont invisibles. Faites « bronzer » un peu vos taches, elles se révéleront !

FICHE TECHNIQUE : QUELQUES PROPRIETES DE SOLVANTS EXTRACTEURS

Solvant	Dichlorométhane	Benzène	Éthanol	Propanone	Chloroforme	Cyclohexane	Ethanoate d'éthyle
Miscibilité avec l'eau	Non miscible	Non miscible	Miscible	Miscible	Non miscible	Non miscible	Non miscible
Densité par rapport à l'eau	1,3	0,88	1,03	1,05	1,48	0,78	0,92
Sécurité	 Xn	 T F	 F	 Xi F	 Xn	 Xn F N	 Xi F
Phrases de risques	R40	R : 11, 36/38, 45, 46, 48/23/24/25, 65.	R11	R : 11, 36, 66, 67.	R : 22, 38, 40, 48/20/22,	R : 11, 38, 50/53, 65, 67.	R : 11, 36, 66, 67.

R11 : Facilement inflammable.

R12 : Extrêmement inflammable.

R19 : Peut former des peroxydes explosifs.

R22 : Nocif en cas d'ingestion.

R36 : Irritant pour les yeux.

R36/38 : Irritant pour les yeux et la peau.

R38 : Irritant pour la peau

R40 : Effet cancérigène (risque de provoquer le cancer) suspecté.

R45 : Peut provoquer le cancer.

R46 : Peut provoquer des altérations génétiques héréditaires.

R48/20/22 : Nocif : risque d'effets graves pour la santé en cas d'exposition prolongée par inhalation et par ingestion.

R48/23/24/25 : Toxique : risque d'effets graves pour la santé en cas d'exposition prolongée par inhalation, par contact avec la peau et par ingestion.

R50/53 : Très toxique pour les organismes aquatiques, peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique.

R65 : Nocif : peut provoquer une atteinte des poumons en cas d'ingestion.

R66 : L'exposition répétée peut provoquer dessèchement ou gerçures de la peau.

R67 : L'inhalation de vapeurs peut provoquer somnolence et vertiges.

GRILLE D'EVALUATION n°1

	Binôme				
	Poste	1	2	3	4
REALISATION DE L'EXTRACTION					
Observation en continu	<i>Choix du solvant</i>	**	**	**	**
	Agitation correcte du tube à essai (bouchon) ou agitation correcte de l'ampoule à décanter + dégazage	**	**	**	**
	<i>Choix de la bonne phase à récupérer</i>	**	**	**	**
	Récupération de la phase organique (à la pipette si extraction dans un t.a.e ou dans un bécher si extraction avec une ampoule à décanter)	*	*	*	*
REALISATION DE LA CCM					
Observation en continu	<i>Choix de la technique d'identification CCM</i>	**	**	**	**
	<i>Choix des dépôts à réaliser</i>	**	**	**	**
	Trait de base correct (silice non endommagée et éluant plus bas)	*	*	*	*
	Qualité du dépôt (gouttes bien espacées, dépôt suffisant, changement de pique olive pour chaque prélèvement...)	**	**	**	**
	Positionnement correct de la plaque, immobilité pendant l'éluion et couvercle sur la cuve	*	*	*	*
	Front du solvant marqué	*	*	*	*
	<i>Révélation sous UV</i>	**	**	**	**
Note / 9	Chaque (*) compte 0,5 point				

Les items en bleus correspondent aux aides possibles : ôter la moitié des points si l'élève a eu recours aux fiches d'aide (mais a fini par trouver la réponse seul) ou la totalité si la réponse a été fournie par l'enseignant.

GRILLE D'EVALUATION n°2

	Binôme				
	Poste	1	2	3	4
REALISATION DE L'EXTRACTION					
Observation en continu	<i>Choix du solvant</i>	**	**	**	**
	Agitation correcte du tube à essai (bouchon) ou agitation correcte de l'ampoule à décanter + dégazage	**	**	**	**
	<i>Choix de la bonne phase à récupérer</i>	**	**	**	**
	Récupération de la phase organique (à la pipette si extraction dans un t.a.e ou dans un bécher si extraction avec une ampoule à décanter)	**	**	**	**
REALISATION DE LA CCM					
Observation en continu	<i>Choix de la technique d'identification CCM</i>	**	**	**	**
	<i>Choix des dépôts à réaliser</i>	**	**	**	**
	Trait de base correct (silice non endommagée et éluant plus bas)	*	*	*	*
	Qualité du dépôt (gouttes bien espacées, dépôt suffisant, changement de pique olive pour chaque prélèvement...)	**	**	**	**
	Positionnement correct de la plaque, immobilité pendant l'éluion et couvercle sur la cuve	*	*	*	*
	Front du solvant marqué				
	<i>Révélation sous UV</i>	**	**	**	**
Note / 9	Chaque (*) compte 0,5 point				

Les items en bleus correspondent aux aides possibles : ôter la moitié des points si l'élève a eu recours aux fiches d'aide (mais a fini par trouver la réponse seul) ou la totalité si la réponse a été fournie par l'enseignant.