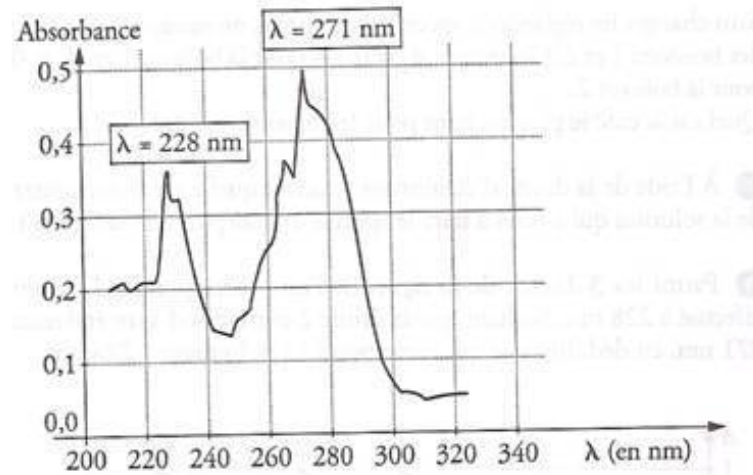


<b>Titre</b>	<b>Les mystères du thé</b>
<b>Niveau</b>	Terminale tronc commun ou spécialité Regroupement de manipulations autour d'un thème : le thé
<b>Liens et prolongements avec les autres niveaux / disciplines</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SVT 1S : la caféine et la synapse</li> <li>• SVT TS : effet de la caféine sur le fœtus (passage à travers le placenta)</li> </ul>
<b>Parties du programme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Extraire et identifier des espèces chimiques (TS Spé)</li> <li>• Effectuer des contrôles de qualité (TS Spé)</li> <li>• Spectrophotométrie (TS tronc commun)</li> </ul>
<b>Connaissances à acquérir</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Principe de l'extraction par solvant</li> <li>• Extraction d'espèces chimiques à partir d'un produit de la nature : extraction par solvant</li> </ul>
<b>Capacités déclinées dans une situation d'apprentissage</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mettre en relief des activités du chimiste ainsi que des techniques ou procédés utilisés au laboratoire</li> <li>• Savoir utiliser, à une longueur d'onde donnée, la relation entre la concentration d'une espèce colorée en solution et l'absorbance lumineuse.</li> <li>• Réaliser un titrage d'un produit de la vie courante : réalisation d'un dosage utilisant une réaction de complexation avec indicateur de fin de réaction</li> <li>• Distinguer un dosage par étalonnage d'un titrage d'après le protocole expérimental</li> </ul>
<b>Attitudes développées</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sens de l'observation</li> <li>• esprit critique</li> <li>• observation des règles élémentaires de sécurité, respect des consignes</li> <li>• respect de soi et respect des autres</li> <li>• responsabilité face à l'environnement</li> </ul>

## Fiche élèves

Titre	<b>Les mystères du thé</b>		
Niveaux	Terminale tronc commun ou spécialité		
Protocole général	Regroupement de manipulations autour d'un thème : le thé		
		opérations réalisées	
	<b>Pourquoi obtient-on des infusions de couleurs différentes à partir d'eaux de différentes et un même thé ?</b>		
Réaliser l'infusion	<b>Comparaison des couleurs de thé</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Choisir des eaux peu minéralisée et fortement minéralisée (Mont Roucoux® et Hépar®).</li> <li>• Peser 2 g de thé noir pour chaque infusion.</li> <li>• Préparer 100 mL de chaque eau .</li> <li>• Porter l'eau à 95°C.</li> <li>• Placer le thé dans 100 mL d'eau bouillante, agiter, le laisser infuser trois minutes, filtrer. Laisser refroidir. Garder les infusions.</li> <li>• Comparer à l'œil la couleur des différentes infusions.</li> </ul>		
Dosage des ions calcium et magnésium	<b>Préparation des témoins</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prélever, dans un bécher, 10 mL d'eau utilisée pour la réalisation du thé, ajouter une pointe de spatulée de NET.</li> <li>• Prélever, dans un bécher, 10 mL d'eau utilisée pour la réalisation du thé, ajouter une pointe de spatulée de NET et un volume d'EDTA jusqu'au changement de couleur.</li> </ul>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prélever un volume de 10 mL d'eau utilisée pour la réalisation du thé, les placer dans un erlenmeyer.</li> <li>• Ajouter 10 mL de tampon de pH 10</li> <li>• Ajouter une pointe de spatulée de NET</li> <li>• Préparer le dispositif de dosage</li> <li>• Réaliser un dosage rapide puis un dosage précis pour déterminer le volume équivalent</li> <li>• Noter le volume équivalent</li>   <li>• Reprendre le même mode opératoire avec l'infusion de thé</li> </ul>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conclusion : <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Définir la dureté totale d'une eau</li> <li>2. Ecrire les équations de réaction du dosage.</li> <li>3. Déterminer la concentration en ions calcium et magnésium de l'eau utilisée pour réaliser l'infusion puis celle de l'infusion.</li> </ol> </li> </ul>		
	<b>Pourquoi une pellicule (nommée écume de thé) se forme parfois à la surface du thé ?</b>		
	<b>Mise en évidence des facteurs d'influence sur la formation de l'écume de thé.</b> Becher 1 : thé noir + eau Hépar® Becher 2 : thé noir + eau Montroucoux® Becher 3 : thé décaféiné + eau Hépar® Bechers supplémentaires : thé vert + + eau Hépar®, thé vert + + eau Montroucoux®....		

Extraction de la caféine	<p>Question : quels sont les facteurs nécessaires à la formation de l'écume de thé ?</p> <hr/> <p><b>Influence de la caféine</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduire 28 g de thé dans un ballon équipé d'un réfrigérant.</li> <li>• Ajouter 12g de carbonate de sodium et 300mL d'eau.</li> <li>• Agiter.</li> <li>• Chauffer à reflux pendant 2 heures.</li> <li>• Refroidir le contenu du ballon.</li> <li>• Filtrer.</li> <li>• Extraire avec 2 fois 50 mL de dichlorométhane.</li> <li>• Sécher les phases organiques réunies (phases inférieures) sur du sulfate de magnésium anhydre.</li> <li>• Evaporer le solvant.</li> <li>• On obtient une poudre verte.</li> <li>• Recristallisation de la caféine : dissoudre la poudre verte dans 10mL d'acétone à chaud, ajouter lentement de l'éther de pétrole jusqu'à cristallisation, essorer les cristaux sur büchner.</li> </ul>	
Dosage de la caféine	<p><b>Préparation de solutions de caféine de différentes concentrations</b></p> <p>A partir d'une solution-mère de caféine dans l'eau de concentration <math>32\text{mg.L}^{-1}</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Préparer des solutions de caféine de concentration <math>4\text{mg.L}^{-1}</math>, <math>8\text{mg.L}^{-1}</math>, <math>12\text{mg.L}^{-1}</math>, <math>16\text{mg.L}^{-1}</math>,</li> <li>• Justifier pour une des préparations le mode opératoire.</li> </ul>	
	<p><b>Mesure de l'absorbance des solutions</b></p> <p>Pour tracer la courbe d'étalonnage <math>A=f(C)</math> de la caféine à l'aide des différentes solutions précédemment préparées, il faut :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A l'aide du spectre d'absorption de la caféine donné en annexe, justifier le choix de la longueur d'onde à 271 nm</li> <li>• Régler le spectrophotomètre sur une longueur d'onde,</li> <li>• Mesurer les absorbances des cinq solutions de caféine</li> <li>• Tracer la courbe d'étalonnage <math>A=f(C)</math></li> <li>•</li> </ul>	

**Mesure de l'absorbance de la solution de thé**

- Mesurer l'absorbance de la solution de thé
- A partir de la courbe d'étalonnage  $A=f(C)$ , déterminer la concentration en caféine de la solution de thé

° **Fiche professeur – évaluation – barème**

Titre	N°		
	<b>Pourquoi obtient-on des infusions de couleurs différentes à partir d'eaux de différentes et un même thé ?</b>		
Protocole général	Opérations unitaires	Connaissances, capacités, thème de convergence	barème
Réaliser l'infusion	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peser</li> <li>• Porter l'eau à 95°C</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réaliser une pesée</li> <li>• Chauffage correct</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*</li> <li>*</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Préparer 100 mL de chaque eau</li> </ul>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• infuser trois minutes, filtrer. Laisser refroidir. Garder les infusions</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réaliser un dispositif de filtration</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comparer la couleur des différentes infusions</li> </ul>		
Dosage des ions calcium et magnésium	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Préparation des témoins</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Pipette</i></li> </ul> Pipetage à partir d'une petite quantité préalablement versée dans un bécher Rinçage de la pipette avec la solution à prélever Pipetage correct Démontage du système de pipetage	<ul style="list-style-type: none"> <li>****</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prélever un volume.</li> <li>• Préparer le dispositif de dosage</li> <li>• Réaliser un dosage rapide puis un dosage précis pour déterminer le volume équivalent</li> <li>• Noter le volume équivalent</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Burette</i></li> </ul> Rinçage et remplissage Ajustage du zéro et absence de bulles d'air Lecture correcte du niveau	<ul style="list-style-type: none"> <li>****</li> <li>**</li> <li>**</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reprendre le même mode opératoire avec l'infusion de thé</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réaliser le montage de dosage</li> <li>• Déterminer à partir des résultats d'une expérience, le volume versé à l'équivalence lors d'un titrage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>**</li> <li>**</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Définir la dureté totale d'une eau</li> <li>• Ecrire les équations de réaction du dosage.</li> <li>• Déterminer la concentration en ions calcium et magnésium de l'eau utilisée pour réaliser l'infusion puis celle de l'infusion.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ecrire l'équation de la réaction associée à une transformation de complexation</li> <li>• Définir l'équivalence lors d'un titrage et en déduire la quantité de matière de réactif titré</li> <li>• Déterminer la concentration en ions calcium et magnésium</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>**</li> <li>**</li> <li>**</li> </ul>
Dosage de la caféine	<b>Pourquoi une couche huileuse (nommée écume de thé) se forme parfois à la surface du thé ?</b>		
	<b>Extraction de la caféine</b> Préparation du mélange réactionnel <ul style="list-style-type: none"> <li>• chauffer à reflux pendant 2 heures</li> <li>• refroidir le contenu du ballon</li> <li>• filtrer</li> <li>• extraire avec 2 fois 50 mL de dichlorométhane</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réaliser le montage à reflux</li> <li>• Réaliser une extraction liquide/liquide</li> </ul> Manipulation correcte de l'ampoule à décanter	<ul style="list-style-type: none"> <li>**</li> </ul>

\*\*

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sécher les phases organiques réunies (phases inférieures) sur du sulfate de magnésium anhydre</li> <li>• Evaporer le solvant</li> <li>• Recristallisation de la caféine</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réaliser le séchage d'un solide</li> <li>• Réaliser une recristallisation</li> </ul>	**
	<p><b>Préparation de solutions de caféine de différentes concentrations</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Préparer des solutions de caféine de concentration <math>4\text{mg.L}^{-1}</math>, <math>8\text{mg.L}^{-1}</math>, <math>12\text{mg.L}^{-1}</math>, <math>16\text{mg.L}^{-1}</math> à partir d'une solution mère</li> <li>• Justifier pour une des préparations le mode opératoire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réaliser des dilutions à partir d'une solution mère</li> <li>• <i>Pipette</i> Pipetage à partir d'une petite quantité préalablement versée dans un bécher Rinçage de la pipette avec la solution à prélever Pipetage correct Démontage du système de pipetage</li> <li>• <i>Fiole jaugée</i> Rinçage et récupération des eaux Agitation Ajustage au trait de jauge</li> </ul>	***  ****  ***
	<p>Mesure de l'absorbance des solutions</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pour tracer la courbe d'étalonnage <math>A=f(C)</math> de la caféine à l'aide des différentes solutions précédemment préparées,</li> <li>• A l'aide du spectre d'absorption de la caféine donné en annexe, justifier le choix de la longueur d'onde à 271 nm</li> <li>• Régler le spectrophotomètre sur une longueur d'onde,</li> <li>• Mesurer les absorbances des cinq solutions de caféine</li> <li>• Tracer la courbe d'étalonnage <math>A=f(C)</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tracer une courbe d'étalonnage : noms des axes, échelle, titre</li> <li>• utilisation d'un spectrophotomètre : <ul style="list-style-type: none"> <li>- affichage ou choix de la longueur d'onde</li> <li>- réglage du zéro</li> <li>- manipulations des cuves : remplissage, préhension, mise en place</li> </ul> </li> </ul>	**  **  ***
	<p><b>Mesure de l'absorbance de la solution de thé</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mesurer l'absorbance de l'infusion de thé</li> <li>• A partir de la courbe d'étalonnage <math>A=f(C)</math>, déterminer la concentration en caféine de l'infusion de thé</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Savoir utiliser, à une longueur d'onde donnée, la relation entre la concentration d'une espèce colorée en solution et l'absorbance.</li> </ul>	***

Chaque étoile vaut 1 point. La note est ensuite ramenée à une note sur 20 par une règle de trois. Cette technique permet d'utiliser l'ensemble ou une partie seulement des manipulations.  
Chaque étoile vaut 1 point. La note est ensuite ramenée à une note sur 20 par une règle de trois. Cette technique permet d'utiliser l'ensemble ou une partie seulement des manipulations.

N°3 **Fiche laboratoire**

**Liste de matériel :**

**Par paillasse élève**

- une burette
- une pipette jaugée de 10mL
- une spatule
- un agitateur magnétique et le turbulent
- un erlenmeyer de 200 mL
- eau minérale peu minéralisée et fortement minéralisée ( type Mont Roucou® et Hépar®)
- flacon contenant une solution EDTA à  $10^{-2}$  mol.L<sup>-1</sup>
- flacon contenant du noir ériochrome T (NET) en poudre
- flacon contenant une solution tampon à pH = 10
- des fioles jaugées de 5,0 mL, 10,0 mL, 50,0 mL
- pipettes jaugées de 2,0 mL, 5,0mL
- 

**Paillasse prof esueur**

- Thé noir non fumé
  - balance
  - spectrophotomètre
- Des cuves pour l'étude dans l'ultra violet

**Remarques :**

**Que cherche t on à montrer ?**

**Pourquoi obtient-on des infusions de couleurs différentes à partir d'eaux de différentes et un même thé ?**

La présence de calcium dans l'eau conduit à une diminution de l'extraction des composés phénoliques totaux. Plus la minéralisation est importante, plus l'extraction est faible. Les ions calcium (notamment) ont une influence sur la couleur des liqueurs de thé : les composés phénoliques peuvent former des complexes avec les ions métalliques moyennant l'échange d'un ou deux protons; Il en résulte des liqueurs moins colorées.

Pour cela :

On compare la dureté d'une eau et d'une infusion de thé réalisée avec cette même eau

- on mesure la dureté d'une eau
- on réalise une infusion de thé noir non fumé avec la même eau
- on mesure la dureté de l'infusion réalisée

• **Pourquoi une pellicule (nommée écume de thé) se forme parfois à la surface du thé ?**

L'écume de thé serait constituée de complexes organiques formés par l'interaction entre la caféine et les composés phénoliques ainsi que par des éléments minéraux provenant de l'eau et des éléments alcalins provenant des feuilles. Ce dépôt résulterait de l'oxydation des composés solubles du thé par l'oxygène de l'air en présence de carbonate de calcium.

Pour cela

on montre la présence de caféine dans une infusion de thé

- on réalise une extraction de la caféine
- on dose par absorbance la quantité de caféine contenue dans une infusion

**Fiche n° Résultats et compléments scientifiques**

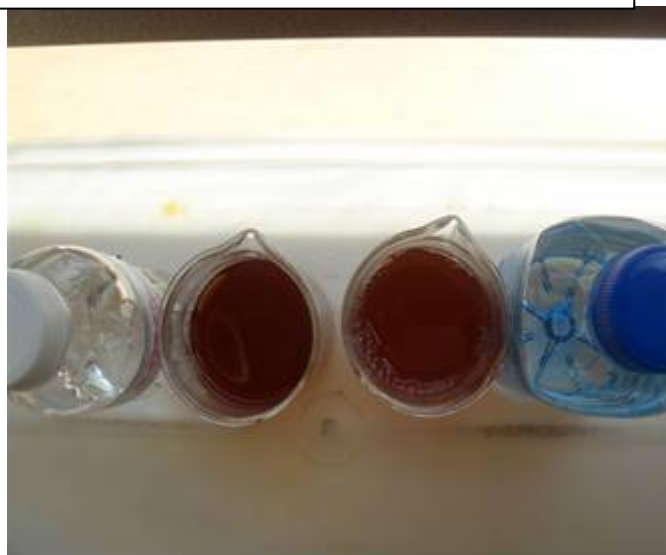
Dans l'eau chaude, on extrait notamment la caféine, les composés phénoliques solubles dans l'eau chaude, ( tel que l'acide chlorogénique) des pigments et le glucose.

**Pourquoi obtient-on des infusions de couleurs différentes à partir d'eaux de différentes et un même thé ?**



On observe que la couleur de l'infusion est plus claire avec une eau fortement minéralisée, car la présence de calcium dans l'eau conduit à une diminution de l'extraction des composés phénoliques totaux.

Infusions dans l'eau du Mont Roucoux® et dans l'eau d'Hépar® vues de face et de dessus



Photographies Atelier Science et Cuisine

Le principe du dosage de la dureté totale est décrit dans le document d'accompagnement de la classe de terminale spécialité

### Exemple

#### Dosage de la dureté totale de l'eau Hépar®

- Prise d'essai  $V = 10 \text{ mL}$  d'eau d'Hépar®
- Concentration de l'EDTA  $10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ , Véquivalent = 18,7 mL
- Soit une concentration en ions calcium et magnésium de  $18,7 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$  (bonne concordance avec les indications portées sur l'étiquette de la bouteille)

#### Dosage de la dureté totale de l'infusion de thé réalisé avec l'eau d'Hépar®

- Réalisation de l'infusion avec 2 g de thé et de l'eau d'Hépar® portée à  $95^\circ\text{C}$

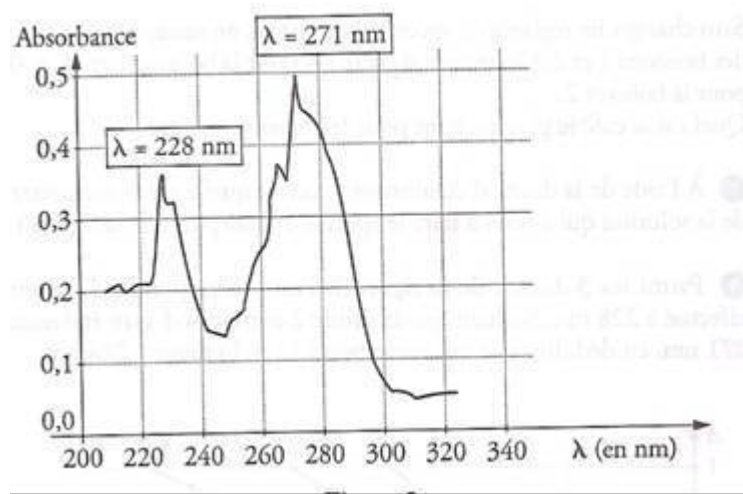
- Prise d'essai  $V = 10 \text{ mL}$  d'infusion froide
- Concentration de l'EDTA  $10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ , Véquivalent = 18,2 mL
- Soit une concentration en ions calcium et magnésium de  $18,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$

Conclusion : la concentration en ions calcium (et magnésium) est moindre en raison de la complexation des ions calcium avec les composés phénoliques

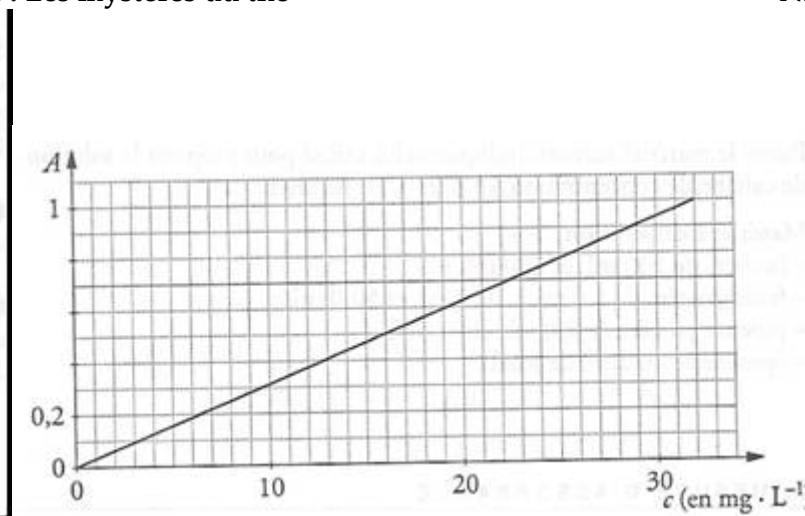


Photographies Atelier Science et Cuisine

- **Pourquoi une pellicule (nommée écume de thé) se forme parfois à la surface du thé ?**  
Document 1 : courbe  $A=f(\lambda)$   
Document 2 : courbe  $A=f(c)$



Document1



Document2

Document 3 Propriétés de la caféine  
Extrait de wikipedia

Propriétés chimiques	
<u>Formule brute</u>	$C_8H_{10}N_4O_2$ [Isomères]
<u>Masse molaire</u>	194,1906 $g \cdot mol^{-1}$ C 49,48%, H 5,19%, N 28,85%, O 16,48%,
<u>pKa</u>	-0.13 à 1.22 <sup>2</sup>
<u>Moment dipolaire</u>	3.64 D
Propriétés physiques	
<u>T° fusion</u>	227 à 228 °C (anhydre) 234 à 236,5 °C (monohydratée) <sup>3</sup>
<u>T° ébullition</u>	178 °C ( <i>subl.</i> ) <sup>1</sup>
<u>Solubilité</u>	21,7 $mg \cdot mL^{-1}$ (25 °C) 180 $mg \cdot mL^{-1}$ (80 °C) 670 $mg \cdot mL^{-1}$ (100 °C)
<u>Masse volumique</u>	1,23 (18 °C) <sup>3</sup>

Les principaux composants du thé : voir fiche thé niveau seconde