



# Séquence n°1

## Les additifs alimentaires : la face cachée des aliments

---

Les additifs alimentaires sont des substances ajoutées intentionnellement aux aliments pour exercer certaines fonctions technologiques spécifiques, par exemple pour colorer, sucrer ou contribuer à la conservation des aliments. Dans l'Union européenne, tous les additifs alimentaires sont identifiés par un numéro commençant par « E ». Les additifs alimentaires sont toujours inclus dans la liste des ingrédients des aliments auxquels ils sont ajoutés. L'étiquetage du produit doit mentionner tant la fonction de l'additif dans le produit fini que la substance spécifique utilisée.

Dans cette séquence on propose aux élèves de doser, synthétiser et identifier des additifs contenus dans des aliments tout en ayant un regard critique sur leur dangerosité.

Le projet est introduit par la présentation d'étiquettes d'aliments du commerce. La problématique formulée peut être la suivante :

**Qui se cache derrière les E... ? Comment déterminer les quantités d'additif, les synthétiser et les identifier ?**

La séance se poursuit par une recherche bibliographique des additifs alimentaires (définition, domaine d'utilisation, nom EXXX, dangerosité...). Les pistes suivantes peuvent être abordées :

- Les additifs qui amplifient ou améliorent les qualités visuelles et gustatives des aliments (colorants, édulcorants, exhausteurs de goût, arôme).
- Les additifs qui préviennent la dégradation des aliments (conservateurs, antioxydants, acidifiants).
- Les additifs qui affectent les caractéristiques physiques des aliments (gélifiants, agents d'enrobage, épaississants)
- Le sucre en tant qu'additif alimentaire, s'il est ajouté intentionnellement à un aliment pour le rendre plus appétent.

Les pistes de réflexion sur les activités possibles à faire et les questions associées sont mises en commun. Comment peut-on :

- Doser le sucre dans un soda ?
- Obtenir les couleurs des bonbons ?
- Doser un acidifiant ?
- Synthétiser un arôme ?

### PARTIE 1 : Comment déterminer la concentration de sucre dans le Coca-Cola ?

Alors que la consommation de sodas et autres boissons rafraîchissantes ne cesse d'augmenter, les chirurgiens-dentistes et les médecins s'inquiètent. De plus en plus de jeunes adultes, et même des enfants, présentent des effets caractéristiques d'une alimentation trop riche en sucre.

Déjà critiquées pour leur **teneur en sucres**, caféine et autres substances pas toujours identifiées, ces boissons consommées régulièrement dans la journée, augmentent significativement les risques de carie, d'obésité et de diabète. On admettra que les additifs (acidifiants, conservateurs, colorants, arômes, gaz carbonique) sont présents en quantité nettement plus faible que le sucre et que leur influence sur la masse volumique du Coca-Cola est négligeable.



## ACTIVITÉ 1 : Le principe du dosage par étalonnage

- **Objectifs** : Comprendre le dosage par étalonnage
- Explicitation des consignes, des attentes ; tâches possibles :

Lire les documents et répondre aux questions relatives au principe du dosage par étalonnage..

### Document 1 : La masse volumique d'une solution

La masse volumique d'une solution est une grandeur physique qui caractérise la masse de la solution par unité de volume de solution.

Elle est généralement notée par les lettres grecques  $\rho$  (rhô) ou  $\mu$  (mu). On utilise ces deux notations en fonction des habitudes du domaine de travail. Toutefois, le Bureau international des poids et mesures (BIPM) recommande d'utiliser la notation  $\rho$ .

Elle est déterminée par le rapport :

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$\rho$  : masse volumique de la solution  
 $m$  : masse de la solution  
 $V$  : volume de la solution

### Document 2 : La concentration en masse d'un soluté

La concentration en masse d'un soluté est une grandeur physique qui caractérise la masse de soluté dissous par unité de volume de solution.

Elle est généralement notée par les lettres  $c_m$  (concentration en masse) ou  $t$  (titre massique).

Elle est déterminée par le rapport :

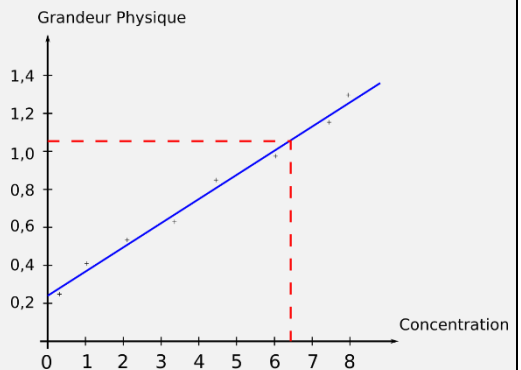
$$c_m = \frac{m_{\text{soluté}}}{V}$$

$c_m$  : concentration en masse du soluté  
 $m_{\text{soluté}}$  : masse du soluté dissous  
 $V$  : volume de la solution

### Document 3 : Principe du dosage par étalonnage

Il repose sur l'utilisation de solutions (appelées solutions étalons) qui contiennent l'**espèce chimique** à doser en différentes **concentrations connues**. Il suppose également que la concentration de l'espèce chimique influe sur une grandeur physique (conductivité, masse volumique... etc.) qu'il est possible de mesurer.

En reportant sur un graphique des points dont l'abscisse correspond à la concentration des solutions connues et l'ordonnée à la grandeur physique mesurée on obtient alors un **nuage de points que l'on modélise par une courbe d'étalonnage**. Il suffit alors de mesurer la grandeur physique de la solution à doser afin d'obtenir un point de la courbe dont l'abscisse indique la concentration recherchée.



### Questions sur le principe du dosage par étalonnage

1. Quel est le soluté que l'on veut doser dans le Coca-Cola ?
2. Quelle est la différence entre la masse volumique du Coca-Cola et la concentration en masse de sucre du Coca-Cola ?
3. Comment évolue la masse volumique d'une solution quand la quantité de sucre augmente ? Justifier.
4. En déduire comment varie la masse volumique d'une solution sucrée en fonction de la concentration en masse de sucre de cette solution.
5. Sachant que le Coca-Cola est principalement constitué d'eau et de sucre (les masses des autres constituants sont négligeables) que va-t-on utiliser comme solutions étalons ?
6. Comment réaliser les solutions étalons ?



## ACTIVITÉ 2 : Réaliser la courbe d'étalonnage

- **Objectifs** : Préparer différentes solutions d'eau sucrée par dissolution afin de réaliser la courbe d'étalonnage
- **Matériel** :
  - Une coupelle de pesée
  - Une spatule
  - Quatre fioles jaugées de 100 mL
  - Un béchers de 50 mL
  - Une pipette pasteur
  - Un entonnoir
  - Une balance
  - Une pissette d'eau distillée
  - Sucre en poudre
  - Un ordinateur ou une feuille de papier millimétré
- **Explication des consignes, des attentes ; tâches possibles** :
  - En suivant le protocole du document 4, préparer les 4 solutions étalons du document 5 et compléter la dernière ligne du tableau.
  - Indiquer et réaliser les calculs pour compléter le tableau du document 6. (voir documents de l'activité 1)
  - Réaliser la courbe d'étalonnage représentant la masse volumique de la solution en fonction de la concentration en masse de sucre.

### Document 4 : protocole de dissolution

1. Peser une fiole jaugée de 100 mL vide et sèche. Noter la masse.
2. Peser la quantité voulue de solide dans une coupelle de pesée en ayant pris soin de faire la tare sur la balance.
3. Verser le contenu de la coupelle, à l'aide d'un entonnoir, dans la **fiole jaugée** de 100 mL.
4. Entraîner tout le solide avec un peu d'eau distillée et rincer la coupelle et l'entonnoir au-dessus de la fiole jaugée.
5. Ajouter de **l'eau distillée** afin de dissoudre le solide, mais en ne remplissant la fiole jaugée qu'à moitié.
6. **Homogénéiser** la solution en agitant la fiole jaugée bouchée jusqu'à totale dissolution du solide (sans la retourner !).
7. Ajuster au trait de jauge à l'aide de la pissette et de la pipette pasteur en rinçant le col de la fiole jaugée ; prendre soin d'ajuster le trait au bas **du ménisque**.
8. Boucher la fiole jaugée et homogénéiser la solution en retournant plusieurs fois la fiole jaugée. La solution de concentration en masse de soluté apporté est prête.
9. Peser la fiole jaugée remplie et en déduire la masse de la solution ainsi préparée.

### Document 5 : Les 4 solutions étalons à préparer

Solution ( V = 100 mL )	S1	S2	S3	S4
Masse de sucre	5,0 g	10,0 g	15,0 g	20,0 g
Masse de la solution (g)				



**Document 6 : Masses volumiques et concentrations en masse des solutions**

Solution ( V = 100 mL )	S1	S2	S3	S4
Concentration en masse de sucre $C_{m,sucre} (g \cdot L^{-1})$				
Masse volumique de la solution $\rho_{solution} (g \cdot L^{-1})$				

**ACTIVITÉ 3 : Dosage du sucre contenu dans le Coca-Cola**

- **Objectifs** : utiliser la courbe d'étalonnage pour mesurer la concentration en masse de sucre dans le Coca-Cola.
- **matériel** :
  - Deux béchers de 50 mL
  - Une pipette jaugée de 25 mL et une propipette
  - Une balance
  - Une pissette d'eau distillée
  - Une bouteille de Coca-Cola dégazée
  - La courbe d'étalonnage réalisée à l'activité 2.
- **Explicitation des consignes, des attentes ; taches possibles** :
  - À l'aide du matériel disponible, proposer un protocole expérimental pour mesurer la concentration en masse de sucre du Coca-Cola.
  - Après validation du protocole par le professeur, réaliser le dosage.
  - Comparer le résultat à la valeur annoncée sur l'étiquette et commenter.
  - Lire le document 8 et répondre aux questions sur les sucres ajoutés.

**Document 7 : L'étiquette d'une bouteille de Coca-Cola**

DECLARATION NUTRITIONNELLE			
POUR :	100ml	250ml	(%*)
Energie :	180kJ/ 42kcal	450kJ/ 105kcal	(5%)
Matières grasses :	0g	0g	(0%)
dont acides gras saturés :	0g	0g	(0%)
Glucides :	10.6g	27g	(10%)
dont sucres :	10.6g	27g	(29%)
Protéines :	0g	0g	(0%)
Sel :	0g	0g	(0%)

coca-cola.fr

N° Cristal  
09 69 39 29 00  
(Appel non surtaxé)

À consommer de préférence avant le :  
voir bouchon ou bouteille.  
2L = 8x 250ml

\* Apports de référence pour un adulte-type (8400kJ/2000kcal).



**Document 8 : Les dangers des sucres ajoutés**

Les sucres ajoutés sont présents dans de nombreux aliments, et parfois dans les produits les plus insoupçonnables. Il devient ainsi très facile d'en consommer en grande quantité, ce qui est nocif pour la santé. On sait qu'une consommation excessive de sucres mène notamment à l'obésité, une maladie augmentant le risque de diabète de type 2, de maladies cardiovasculaires comme l'AVC ou l'infarctus du myocarde et de cancer.

Rappelons tout d'abord qu'on appelle « sucres ajoutés » (en anglais : *added sugars*) l'ensemble des sucres qui sont ajoutés aux aliments et boissons par le fabricant au cours du procédé industriel, par le cuisinier ou le consommateur. On peut trouver des sucres ajoutés dans les boissons sucrées (soda, thé froid, cafés notamment froids), sauces (ex. tomate), yaourts, desserts, céréales de petit-déjeuner, bonbons, chocolats, friandises, etc.

L'OMS recommande actuellement une dose maximale de 6 cuillères à café de sucres ajoutés par jour (1 c. à c.=env. 4 g), c'est-à-dire environ 25 g par jour. Cette quantité correspond à un besoin d'énergie moyen chez un adulte dont l'activité est modérée. En effet, le sucre, joue un rôle de pourvoyeur de carburant pour le bon fonctionnement de l'organisme, surtout pour le cerveau. C'est pour cette raison qu'il est essentiel pour l'être humain.

Source : <https://www.creapharma.ch/news/quantite-sucre-depasser-jour.htm>

**Questions sur les sucres ajoutés**

1. Quelles sont les conséquences d'une trop grande consommation de sucres ajoutés ?
2. Selon l'OMS, quelle est la masse de sucres ajoutés à ne pas dépasser par jour ? À quel volume de Coca-Cola cela correspond-il ?
3. Un morceau de sucre à une masse d'environ 5,0 g. Quel est le nombre équivalent de morceau de sucres que contient une canette de Coca-Cola de 33 cL ?

**Résultats d'expériences et dispositifs expérimentaux**

**Activité 1**

On veut doser le sucre contenu dans le Coca-Cola.

Pour la masse volumique, on prend la masse de toute la solution que l'on divise par le volume de la solution alors que pour la concentration en masse de sucre, on prend seulement la masse de sucre que l'on divise par le volume de la solution.

Si la quantité de sucre augmente, la masse de la solution augmente et donc la masse volumique augmente aussi.

On en déduit que la masse volumique d'une solution sucrée augmente avec la concentration massique en sucre de la solution.

Pour les solutions étalons, on utilisera des solutions d'eau sucrée

Pour réaliser les solutions étalons, on peut dissoudre du sucre dans de l'eau.



Activité 2

Le matériel élève



Pour la solution S1





Les élèves préparent les 4 solutions d'eau sucrée et mesurent leur masse.

Solution (V=100 mL )	S1	S2	S3	S4
Masse de sucre	5,0 g	10,0 g	15,0 g	20,0 g
Masse de la solution (g)	<b>101,8</b>	<b>103,7</b>	<b>105,8</b>	<b>107,6</b>

Les calculs à faire sont :

$$\rho_{solution} = \frac{m_{solution}}{V_{solution}} \text{ et}$$

$$c_{m,sucre} = \frac{m_{sucre}}{V_{solution}}$$

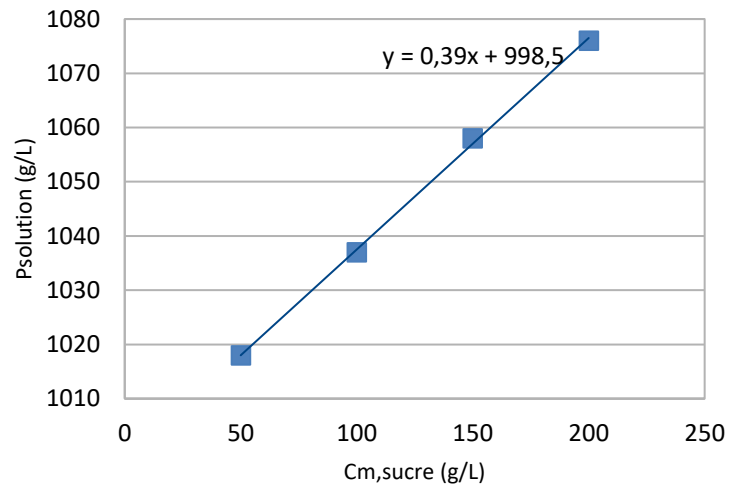
avec  $V_{solution} = 0,100 \text{ L}$

Solution (V=100 mL)	S1	S2	S3	S4
Concentration en masse de sucre $c_{m,sucre} \text{ (g.L-1)}$	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>150</b>	<b>200</b>
Masse volumique de la solution $\rho_{solution} \text{ (g.L-1)}$	<b>1018</b>	<b>1037</b>	<b>1058</b>	<b>1076</b>



On obtient la courbe d'étalonnage suivante :

Masse volumique de la solution en fonction de la concentration en masse de sucre



### Activité 3

On attend le protocole suivant :

- Introduire du Coca-Cola dans un bécher
- À l'aide de la pipette jaugée, prélever 25 mL de Coca-Cola et les introduire dans un second bécher préalablement taré sur la balance
- Mesurer et noter la masse des 25 mL de Coca-Cola
- Calculer la masse volumique du Coca-Cola
- En utilisant la courbe d'étalonnage, mesurer la concentration en masse de sucre du Coca-Cola







On obtient les valeurs suivantes :

$$m_{\text{Coca-Cola}} = 26,1 \text{ g}$$

$$\rho_{\text{Coca-Cola}} = 1044 \text{ g.L}^{-1}$$

En utilisant la modélisation :

$$\rho = 0,39 \times C_m + 998,5$$

$$\Rightarrow C_m = (1044 - 998,5) / 0,39$$

$$C_{m,\text{sucre}} = 116 \text{ g.L}^{-1}$$

L'étiquette indique 10,6 g de sucre pour 100 mL. Soit une concentration en masse de sucre de 106 g.L<sup>-1</sup>

On ne retrouve pas exactement la même valeur à cause des incertitudes sur les masses (balance) et sur les volumes (fiolle et pipette jaugée)

Les conséquences d'une trop grande consommation de sucres ajoutés sont l'obésité, le diabète, les **maladies cardiovasculaires et le cancer.**

Selon l'OMS, la masse de sucres ajoutés à ne pas dépasser par jour est de 25g.

$$\text{Soit un volume de Coca-Cola de : } V_{\text{Coca-Cola}} = m_{\text{sucre}} / C_{m,\text{sucre}} = 25 / 116$$



<p><math>V_{\text{Coca-Cola}} = 0,22 \text{ L}</math></p> <p>On calcule la masse de sucre contenue dans 33 cL soit 0,33 L</p> <p><math>m_{\text{sucre}} = c_{m,\text{sucre}} \times V_{\text{Coca-Cola}}</math></p> <p><math>m_{\text{sucre}} = 116 \times 0,33 = 38 \text{ g}</math></p> <p><math>38 / 5 = 7,6</math> morceaux de sucres</p>	
---	--

### Ce qu'il faut savoir faire :

Compétences	Capacités associées	Où dans cette partie ?
<b>APP</b>	Rechercher et organiser les informations pour répondre aux questions sur le dosage par étalonnage	Activité n°1
	Rechercher et organiser les informations pour répondre aux questions sur les sucres ajoutés	Activité n°3
<b>ANA</b>	proposer un protocole expérimental pour mesurer la concentration en masse de sucre du Coca-Cola.	Activité n°3
<b>REA</b>	Réaliser les solutions étalons en suivant le protocole de dissolution	Activité n°2
	Réaliser les calculs des masses volumiques et des concentrations en masse de sucre	
	Réaliser la courbe d'étalonnage	Activité n°3
	Réaliser le protocole expérimental pour mesurer la concentration en masse de sucre du Coca-Cola.	
	Prélever un volume avec une verrerie adaptée et mesurer la masse correspondante.	
	Réaliser les calculs du volume de Coca-Cola correspondant et du nombre de morceaux de sucre dans une canette	
<b>VAL</b>	Exploiter la courbe d'étalonnage pour mesurer la concentration en masse de sucre du Coca-Cola	Activité n°3
	Confronter la valeur de la concentration en masse de sucre du Coca-Cola avec celle attendue	
<b>COM</b>	Rédiger les questions de manière cohérente et compréhensible	Activité n°1, 2 et 3

### Liens avec le programme de physique chimie de seconde

Thème	Notions et contenus	Où dans cette partie ?
<b>Constitution et transformations de la matière</b>	Espèce chimique, corps pur, mélanges d'espèces chimiques, mélanges homogènes et hétérogènes. Composition massique d'un mélange, masse volumique d'un mélange.	Activité n°1, 2 et 3
	Solvant, soluté. Concentration (en $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ), concentration maximale d'un soluté Dosage par étalonnage	Activités n°2 et 3



## PARTIE 2 : Comment obtenir les différentes couleurs des m&m's ?

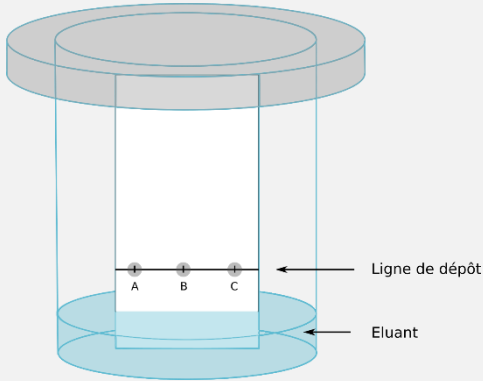
Les colorants alimentaires sont largement utilisés dans notre quotidien, pour colorer les pâtisseries, les produits laitiers, les boissons, les confiseries, les excipients des médicaments, les charcuteries etc. . Il existe trois types de colorants alimentaires : les naturels (par exemple betterave, caramel), les colorants de synthèse fabriqués par l'industrie chimique mais qui existent à l'identique dans la nature, et les colorants artificiels, c'est-à-dire produits par l'homme et qui n'ont pas d'équivalents dans la nature. Ils sont ajoutés aux aliments essentiellement pour les raisons suivantes : compenser les pertes de couleur dues à l'exposition à la lumière, à l'air, à l'humidité et aux variations de température ; renforcer les couleurs naturelles ou ajouter de la couleur à des aliments qui, dans le cas contraire, n'auraient pas de couleur ou une couleur différente.

### ACTIVITÉ 1 : Quels colorants utilise-t-on pour obtenir les différentes couleurs des m&m's?

- **Objectifs** : Réaliser une CCM pour séparer les différents colorants utilisés dans les couleurs des m&m's.
- **Matériel** :
  - Six verres de montres
  - Deux cuves à chromatographie
  - Deux plaques à chromatographie adaptée à la cuve
  - Six cure-dents ou capillaires
  - Un sèche-cheveux
  - Une pissette d'eau distillée
  - Un petit bécher avec une pipette pasteur
  - Une éprouvette graduée de 10 mL
  - 20 mL d'éluant 1 (80 % eau salée à 40g/L / 20 % d'éthanol)
  - 20 mL d'éluant 2 (20 % eau salée à 40g/L / 80 % d'éthanol)
  - Un m&m's de chaque couleur
- **Explicitation des consignes, des attentes ; taches possibles** :
  - Réaliser la CCM en suivant le protocole du document 1.
  - Lire les documents 2, 3, 4 et répondre aux questions sur les couleurs des m&m's



**Document 1 : Expérience à réaliser**



**Extraction des colorants**

1. En utilisant une pipette pasteur, mettre 4 gouttes d'eau dans un verre de montre et placer dedans un bonbon d'une couleur.
2. Faire rouler le m&m's sur lui-même de façon à dissoudre le colorant (**ne pas atteindre le chocolat**).
3. Jeter le bonbon à la poubelle
4. Répéter l'opération pour les autres couleurs.

**Préparation de la cuve à chromatographie**

5. Introduire environ 10 mL d'éluant 1 dans une des cuves à chromatographie puis la fermer.
6. Introduire environ 10 mL d'éluant 2 dans l'autre cuve à chromatographie puis la fermer.

**Préparation de la plaque à chromatographie**

7. Les plaques se manipulent avec précaution et se tiennent par les bords. Sur le bas des deux plaques à chromatographie, tracer délicatement au crayon à papier une ligne de dépôt. Attention, quand la plaque sera dans la cuve, il faut que la ligne de dépôt se trouve juste au-dessus de l'éluant.
8. Tracer délicatement 3 croix sur la ligne de dépôt de chaque plaque et les annoter avec l'initiale des 6 couleurs différentes des bonbons (bleu, vert, jaune pour une plaque et rouge, orange, marron pour l'autre)
9. À l'aide de cure-dents ou de capillaires, faire sur les croix les dépôts des couleurs correspondants aux annotations et les sécher au sèche-cheveux.

**Élution**

10. Introduire la plaque avec le bleu, vert, jaune dans la cuve contenant l'éluant 1 et la refermer immédiatement.
11. Introduire la plaque avec le rouge, orange, marron dans la cuve contenant l'éluant 2 et la refermer immédiatement.
12. Surveillez et arrêtez l'élution en sortant la plaque dès que le niveau de l'éluant arrive à environ 1 cm de son bord supérieur. La sécher au sèche-cheveux.

**Document 2 : La chromatographie sur couche mince (CCM)**

La chromatographie sur couche mince s'effectue généralement sur une fine couche de silice (phase stationnaire) déposée sur un support. Le mélange à étudier est ensuite posé à l'aide d'un capillaire à environ 1 cm du bord puis placé dans une cuve contenant l'éluant (phase mobile). L'éluant migre sur la plaque de silice par capillarité et entraîne les composés du mélange étudié. Si les vitesses de migration des composés sont différentes, ils seront séparés.

Le principal intérêt de la CCM est l'identification rapide des composés d'un mélange. En contrepartie, l'analyse est uniquement qualitative et ne permet pas le dosage d'un composé.

Source : <https://www.lachimie.fr>

**Document 3 : Les colorants alimentaires**

Les colorants alimentaires sont tous affectés d'un numéro E1xx. Le second chiffre classe les colorants par leur couleur et le troisième chiffre identifie le colorant.

Jaune ↔ E10x	Orange ↔ E11x	Rouge ↔ E12x	Bleu ↔ E13x
Vert ↔ E14x	Brun / Noir ↔ E15x	Divers ↔ E16x	Brillance ↔ E17x

**Document 4 : L'étiquette des m&m's****Questions sur les couleurs des m&m's**

1. Quel est le solvant utilisé pour extraire les colorants des m&m's ?
2. Pour la CCM, quelle est la phase stationnaire et la phase mobile ?
3. Quelle est l'intérêt et l'inconvénient d'une CCM ?
4. Pour chaque couleur des m&m's, indiquer s'ils sont obtenues à partir d'un colorant ou d'un mélange de colorants.
5. Pour chaque m&m's, indiquer à partir de quels colorants leur couleur est obtenue.
6. Faire une recherche pour trouver le nom de ces colorants et indiquer si ils sont d'origine naturels, synthétiques ou artificiels ainsi que leur toxicité.

**ACTIVITÉ 2 : Identification du colorant bleu des m&m's par spectrophotométrie**

- **Objectifs** : Comprendre la couleur des solutions et réaliser le spectre d'absorption de deux colorants bleus de références et celui du colorant bleu contenu dans les m&m's afin de l'identifier
- **Matériel** :
  - 250 mL d'une solution de sulfate de cuivre à 0,20 mol.L<sup>-1</sup>.
  - Un bécher fin et haut de 250 mL
  - Un laser rouge
  - Un laser vert
  - Un écran blanc
  - Deux élévateurs
  - Trois verres de montres
  - Un spectrophotomètre pouvant faire des spectres d'absorption avec 4 cuves
  - Trois pipettes pasteurs
  - Une pissette d'eau distillée
  - Un m&m's bleu
  - Un colorant E131 (bleu patenté V)
  - Un colorant E133 (bleu brillant FCF)



– **Explicitation des consignes, des attentes ; taches possibles :**

- Lire les documents et répondre aux questions sur la couleur bleue des m&m's
- En utilisant la solution de couleur cyan, un écran blanc, un laser rouge et un laser vert, proposer une expérience simple afin d'expliquer la couleur de la solution.
- En utilisant le matériel à disposition, extraire le colorant bleu du m&m's
- En suivant les consignes du professeur sur le spectrophotomètre, réaliser le spectre d'absorption des deux colorants de références (préalablement dilué dans un verre de montre) et celui contenu dans le m&m's.
- Pour chaque colorant, mesurer la longueur d'onde pour laquelle la lumière est la plus absorbée et identifier le colorant utilisé pour faire la couleur bleue des bonbons. Comparer votre résultat avec l'étiquette du produit.

**Document 5 : la couleur bleue des m&m's**

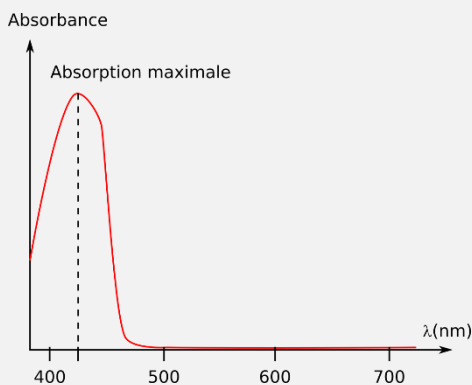
En 1995, un référendum est organisé aux États-Unis et c'est à la suite d'un vote qui recueille 54 % des suffrages de 10 millions de votants que le bleu s'ajoute aux autres couleurs.

Au départ, la couleur bleue était obtenue avec l'additif E131 (bleu patenté V). Ce colorant alimentaire de synthèse qui a été interdit aux États-Unis, en Australie ou encore au Canada, reste autorisée dans l'Union Européenne et donc autorisé en France.

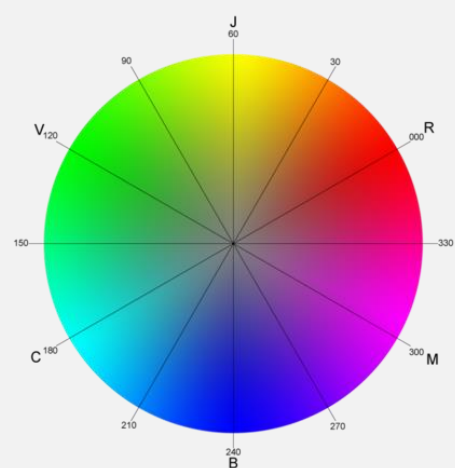
L'additif E133 (bleu brillant FCF) a été interdit dans de nombreux pays européens avant d'être réintroduit par les Directives de l'U.E. et donc autorisé en France. Ce colorant artificiel est très présent dans la malbouffe mais il est interdit dans le bio. Il est très répandu car il est bon marché, facile à produire et à incorporer dans l'alimentation. Aujourd'hui, c'est avec ce colorant qu'est obtenue la couleur bleue des m&m's.

Pour ces deux additifs, la dose journalière admissible (DJA) a été réévaluée par l'Autorité Européenne de Sécurité des Aliments (EFSA) et fixée de 0 à 5 mg par kilo de masse corporelle par jour. Il faut limiter leur consommation car ils sont suspectés (comme pour la majorité des colorants pétrochimiques) de causer de l'hyperactivité chez l'enfant et d'être potentiellement allergène.

**Document 6 : les solutions colorées**



La couleur d'une solution dépend des espèces chimiques qu'elle contient. Pour qu'une espèce chimique soit colorée, il faut qu'elle absorbe certaines radiations (couleurs) du visible, dans le cas contraire, elle sera incolore.



**Licence : CC BY-SA 3.0**

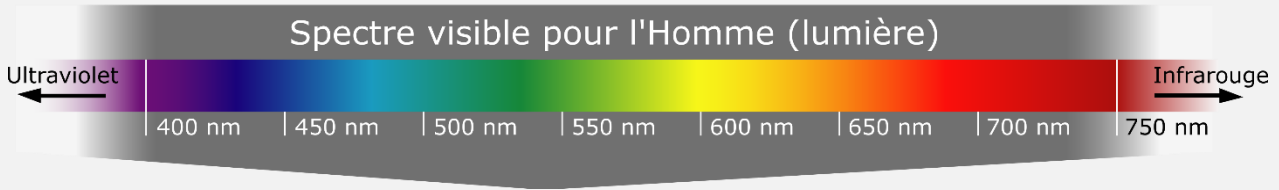
La couleur observée sera la somme des radiations diffusées c'est à dire la couleur complémentaire de celle qui est absorbée (non diffusée).

La couleur complémentaire est la couleur qui se trouve à l'opposé du cercle.

Le spectre d'absorption d'une solution colorée, indique quelles radiations (couleurs) sont absorbées par la solution. C'est ces radiations absorbées qui donnent la couleur à la solution.



**Document 7 : Spectre de la lumière visible**



Licence : CC BY-SA 4.0

**Questions sur la couleur bleue des m&m's**

1. Pourquoi au départ, la couleur bleue des m&m's était obtenue avec le colorant E131 ? Et pourquoi aujourd'hui, la couleur bleue des m&m's est obtenue avec le colorant E133 ?
2. Calculer la dose journalière à ne pas dépasser pour ces deux colorants pour un consommateur de 60 kg.
3. Quelle sera la couleur d'une solution qui n'absorbe pas de radiations dans le visible ?
4. Pourquoi ces deux colorants sont-ils bleus en solution ? Sur leur spectre d'absorption, on attend un maximum d'absorption autour de quelle longueur d'onde ?
5. Comment appelle-t-on les radiations au-dessus de 800 nm et comment appelle-t-on les radiations en dessous de 400 nm ?

**Résultats d'expériences et dispositifs expérimentaux**

**Activité 1**

Le matériel



Mettre très peu d'eau pour extraire les colorants pour que ce soit le plus concentré possible.



### Les dépôts

### Les résultats

Le solvant utilisé pour extraire les colorant est l'eau

La phase stationnaire est la silice et la phase mobile est l'éluant.

Le principal intérêt de la CCM est l'identification / séparation rapide des composés d'un mélange. L'inconvénient est qu'elle ne permet pas le dosage d'un composé, l'analyse est juste qualitative et non quantitative.

La couleur bleue est obtenue à partir d'un seul colorant bleu

La couleur verte est obtenue à partir d'un mélange de colorant bleu et jaune

La couleur jaune est obtenue à partir d'un seul colorant jaune

La couleur rouge est obtenue à partir d'un mélange de colorant rouge et jaune

La couleur orange est obtenue à partir d'un seul colorant orange

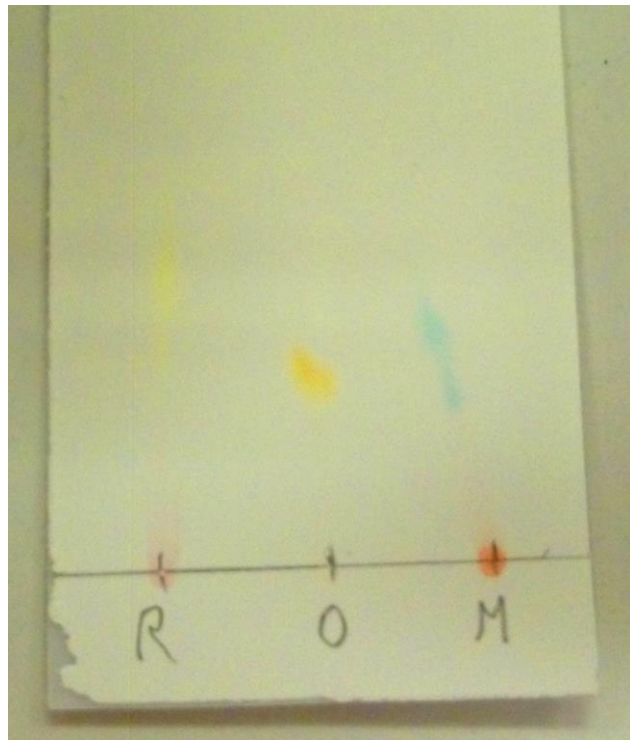
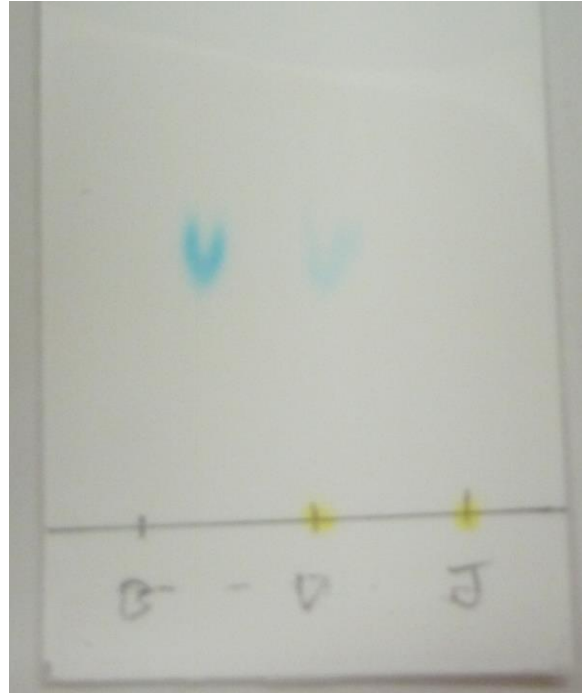
La couleur marron est obtenue à partir d'un mélange de colorant rouge et bleu

La couleur bleue est obtenue à partir du colorant bleu E133

La couleur verte est obtenue à partir du colorant bleu E133 et du colorant jaune E100

La couleur jaune est obtenue à partir du colorant jaune E100

La couleur rouge est obtenue à partir du colorant rouge E120 et du colorant jaune E100







<p>La couleur orange est obtenue à partir du colorant E160e.</p> <p>La couleur marron est obtenue à partir du colorant rouge E120 et du colorant bleu E133</p> <p>E100 : La curcumine est un colorant naturel de couleur jaune extrait du curcuma</p> <p>E120 : L'acide carminique est un colorant naturel rouge obtenu extrait de l'insecte la cochenille.</p> <p>E133 : Le Bleu brillant FCF est un colorant syhtétique</p> <p>E160e : L'apocaroténal est un colorant orange de synthèse ou obtenu à partir d'épinard ou de Citrus.</p>	
<p><b>Activité 2</b></p> <p>Au départ la couleur bleu était obtenue avec le colorant E131 car le colorant E133 était interdit en France. Aujourd'hui la couleur bleu est obtenue avec le colorant E133 car il est maintenant autorisé en France et qu'il est bon marché, facile à produire et à incorporer dans l'alimentation.</p> <p>Pour un consommateur de 60 kg :</p> <p><math>5 \text{ mg} \times 60 = 300 \text{ mg}</math></p> <p>DJA de 0 à 300 mg par jour pour 60kg</p> <p>Il ne faut pas dépasser 300 mg par jour</p> <p>Si une solution n'absorbe pas de radiation dans le visible, on la voit incolore</p> <p>Une solution bleu absorbe sa couleur complémentaire c'est à dire le jaune.</p> <p>Sur leur spectre d'absorption, on attend un maximum d'absorption dans le jaune donc une longueur d'onde proche de 600 nm.</p> <p>Au dessus de 800 nm on a les infrarouges et en dessous de 400 nm on a les ultraviolets.</p>	



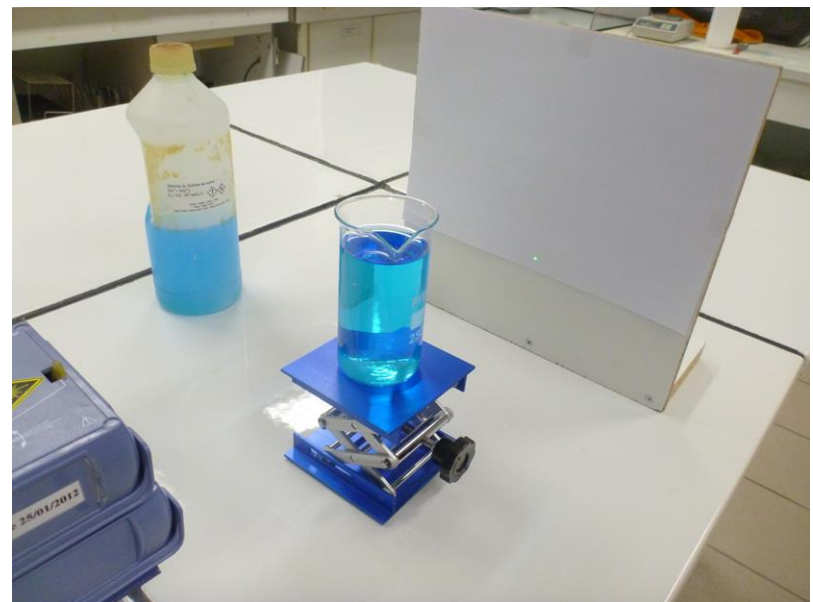
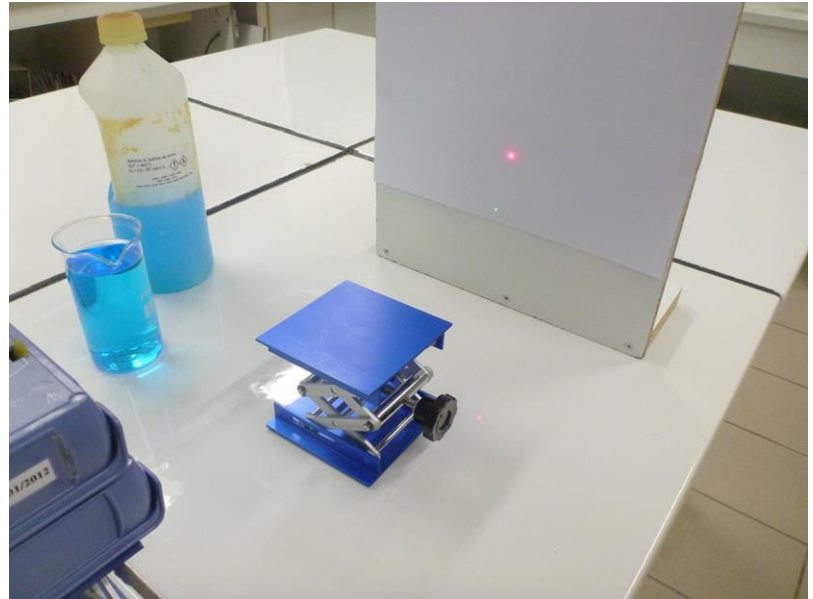
On attend l'expérience suivant :

- Projeter le laser vert et rouge sur un écran blanc
- Placer entre les lasers et l'écran la solution de couleur cyan

On obtient :

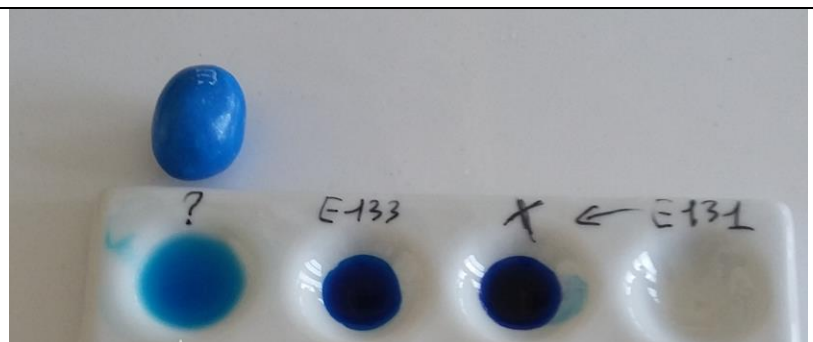
On ne voit plus le laser rouge sur l'écran quand on place la solution colorée. Elle a donc absorbé le rouge mais pas le vert.

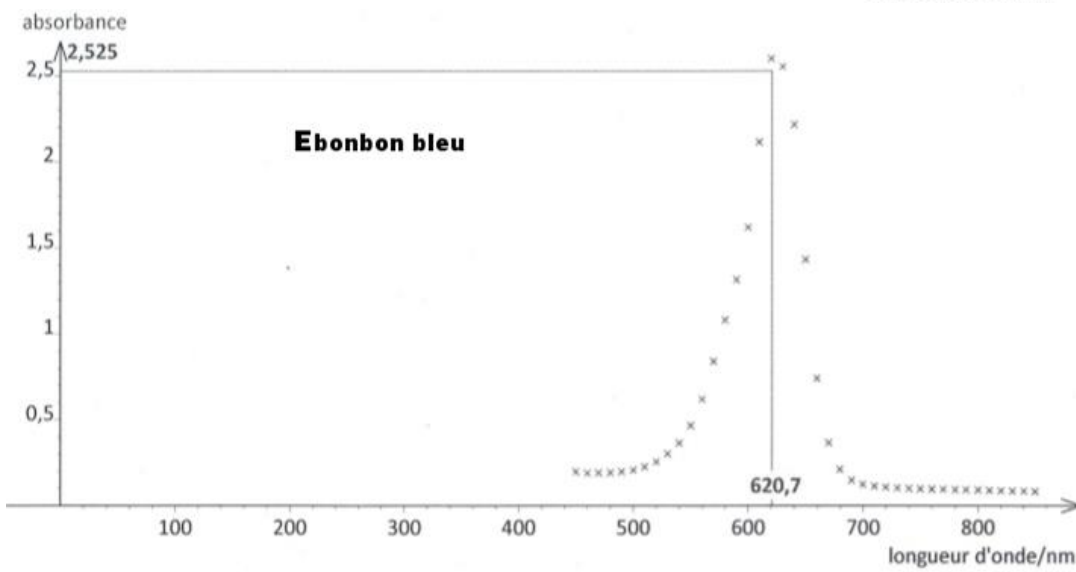
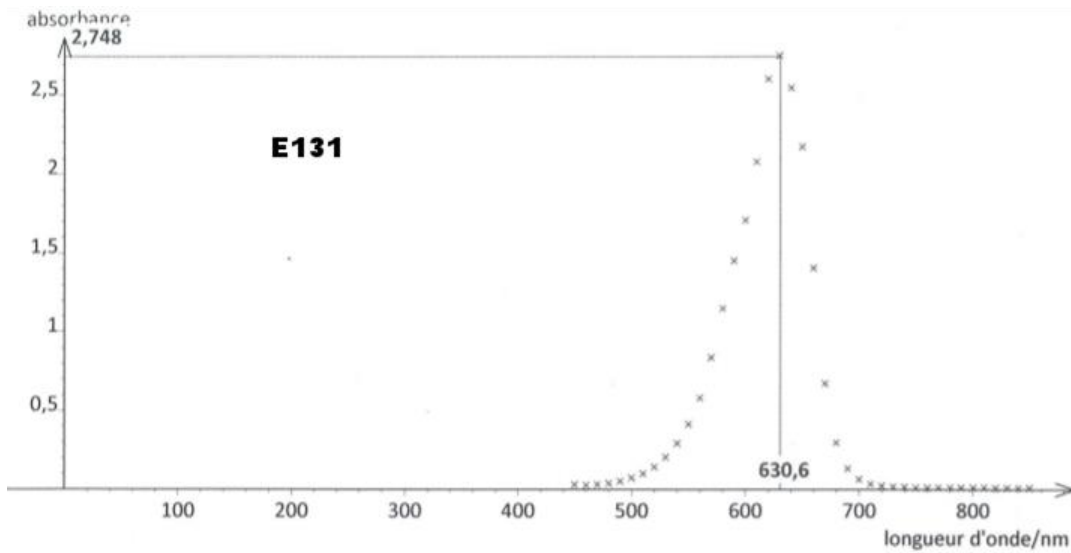
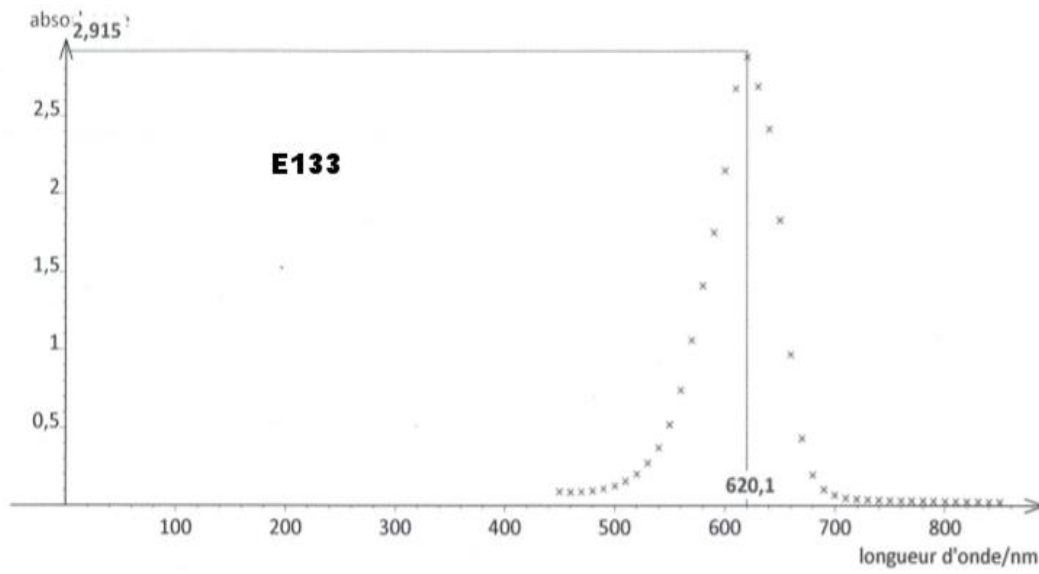
La couleur d'une solution est la complémentaire de celle absorbée. La complémentaire du rouge et le cyan, c'est pour ça que la solution est cette couleur.



Mettre très peu d'eau pour extraire le colorant pour que ce soit le plus concentré possible.

Diluer les colorants de références pour se rapprocher de ce que l'on a obtenu avec le m&m's.





La couleur bleu des m&m's est obtenue avec le colorant E133 ce qui est conforme à l'étiquette.



### Ce qu'il faut savoir faire :

Compétences	Capacités associées	Où dans cette partie
APP	Rechercher et organiser les informations pour répondre aux questions sur les couleurs des m&m's	Activité n°1
	Rechercher et organiser les informations pour répondre aux questions sur la couleur bleue des m&m's	Activité n°2
ANA	Proposer un protocole expérimental pour expliquer la couleur cyan d'une solution	Activité n°2
REA	Réaliser la CCM en suivant le protocole expérimentale	Activité n°1
	Utiliser une éprouvette graduée	
	Réaliser le calcul de la DJA	Activité n°2
	Réaliser le protocole expérimental pour expliquer la couleur cyan d'une solution	
	Réaliser les spectres d'absorption	
Réaliser l'extraction des colorants en suivant le protocole expérimentale	Activité n°1 et 2	
VAL	Exploiter la CCM pour comprendre les couleurs des m&m's.	Activité n°1
	Interpréter les observations expérimentales pour expliquer la couleur cyan d'une solution	Activité n°2
	Exploiter les spectres d'absorption pour identifier le colorant bleu des m&m's	
COM	Rédiger les questions de manière cohérente et compréhensible	Activité n°1 et 2

### Liens avec le programme de physique chimie de seconde

Thème	Notions et contenus	Où dans cette partie ?
Constitution et transformations de la matière	Concentration (en $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ), concentration maximale d'un soluté	Activité n°1, 2
	Dosage par étalonnage	



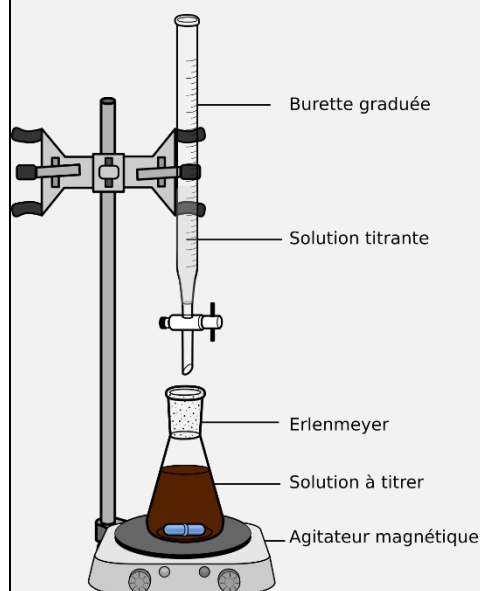
## PARTIE 3 : Comment doser un acidifiant ?

On constate la présence d'un acidifiant E338, appelé acide phosphorique  $H_3PO_4$ , dont la nocivité pour les jeunes en période de croissance a été prouvée. En effet, les taux élevés d'acide phosphorique favoriseraient les **calculs rénaux** et le **fonctionnement des reins**. Il est également connu pour ralentir la digestion, favoriser les maladies osseuses comme l'ostéoporose et freiner l'assimilation du calcium par les os.

### ACTIVITÉ 1 : Dosage pH-métrique de l'acidifiant contenu dans le Coca-Cola

- **Objectifs** : Réaliser un dosage pH-métrique
- **matériel** :
  - Une burette graduée
  - Trois béchers de 50 mL
  - Un bécher poubelle
  - Un pH-mètre étalonné avec solutions tampons de pH 4 et 7
  - Un agitateur magnétique + barreau aimanté + baguette magnétique
  - Une pipette jaugée de 10 mL + propipette
  - Une pissette d'eau distillée
  - 50 mL d'une solution de soude à  $0,006 \text{ mol.L}^{-1}$ .
  - 1 bouteille de Coca-Cola dégazé
- **Explicitation des consignes, des attentes ; taches possibles** :
  - Lire les documents 1, 2 et 3 et répondre aux questions relatives au titrage acido-basique
  - Réaliser le titrage en suivant le protocole du document 4 afin de compléter le tableau de mesures.

#### Document 1 : le titrage acido-basique



Le **titrage acido-basique** est utilisé afin de déterminer la concentration inconnue d'une solution composée d'un acide ou d'une base. Si la solution de concentration inconnue est un acide, on verse une base de façon à neutraliser l'acide, l'intérêt étant de déterminer précisément la quantité de base ajoutée pour neutraliser l'acide. Le volume à l'équivalence correspond à la quantité de base versée qui est identique à la quantité d'acide que l'on cherche. L'enjeu est donc de repérer l'équivalence pour déterminer ce volume à l'équivalence.

On utilise une réaction chimique acido-basique entre l'espèce A (espèce à titrer) et une autre espèce chimique connue B (espèce titrante).

Le bécher contient un **volume connu  $V_A$**  de la solution de concentration inconnue.

La burette graduée contient une solution contenant l'espèce B dont on **connaît précisément** la concentration notée  $C_B$ . La burette permet de mesurer précisément le **volume  $V_B$**  qui sera versé.



**Document 2 : le pH d'une solution**

Lorsque la solution a un caractère acide ou basique (acide chlorhydrique, hydroxyde de sodium...), on peut suivre l'évolution du pH en effectuant un **titrage pH-métrique**. Le sigle pH signifie « potentiel hydrogène ». Il donne une information sur le caractère acide ou basique d'une solution. Sa valeur est comprise entre 0 et 14 pour des solutions aqueuses.

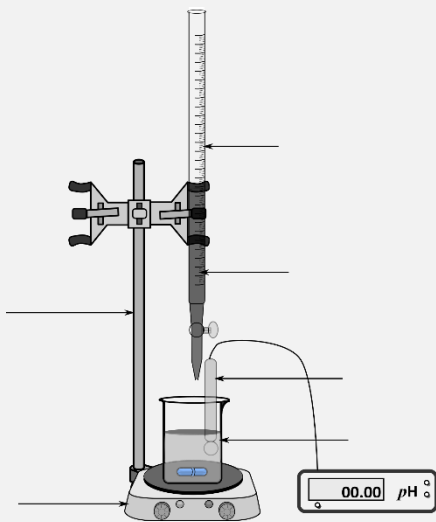
- Une solution est **acide** si son **pH est inférieur à 7**.
- Une solution est **neutre** si son **pH est égal à 7**.
- Une solution est **basique** si son **pH est supérieur à 7**.

Le pH peut se mesurer avec du papier pH mais pour plus de précision, on utilise souvent le **pH-mètre**.

Utilisation du pH mètre :

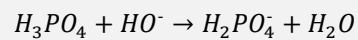
Le pH-mètre a été préalablement étalonné. A la fin des mesures, rincer l'électrode et remettre le capuchon, éteindre le pH-mètre.

**Document 3 : Titrage de l'acide phosphorique  $H_3PO_4$  par les ions hydroxyde  $HO^-$**



Quand on utilise une transformation chimique pour réaliser le dosage, on parle de dosage par titrage. À la fin du dosage, l'espèce chimique à titrer est entièrement transformée.

On titre l'acide phosphorique  $H_3PO_4$  du Coca-Cola par une base, les ions hydroxyde  $HO^-$ . Au début de la réaction, l'équation de la transformation s'écrit :



Pour réaliser ce titrage, on utilise le dispositif ci-contre.

**Document 4 : Expérience à réaliser**

1. Rincer la burette graduée avec la solution de soude ( $\text{Na}^+ + \text{HO}^-$ )
2. Remplir la burette graduée avec cette solution et ajuster très précisément au zéro le niveau du liquide.
3. Dans un bécher de 50 mL contenant un barreau aimanté, introduire à l'aide d'une pipette jaugée, un volume  $V_A = 10,0$  mL de Coca-Cola.
4. Placer le bécher sur l'agitateur magnétique et agiter modérément afin d'homogénéiser la solution pour stabiliser le pH.
5. Introduire dans le bécher la sonde pH-métrique.

Rajouter si besoin un peu d'eau distillée dans le bécher pour que la sonde pH-métrique soit juste immergée (rajouter de l'eau ne modifie pas les mesures car la quantité de Coca-Cola® reste inchangée).



**La sonde pH-métrique est fragile !!** Elle ne doit pas rester longtemps à l'air libre et ne doit pas cogner le barreau aimanté lors de l'agitation.

6. Noter la valeur du pH dans le tableau (reproduire le tableau sur sa feuille). Cette valeur est-elle en accord avec votre hypothèse faite à la question 3 ?
7. Ajouter 1 mL de solution de soude avec la burette graduée et noter la valeur du pH quand celui-ci est stabilisé dans le tableau.
8. Recommencer l'opération mL par mL jusqu'à l'ajout du 18<sup>ème</sup> mL. **De 7 à 10 mL, prendre des mesures tous les 0,5 mL.**

Remplir ainsi le tableau de mesures suivant : (reproduire le tableau sur sa feuille)

<b>V<sub>B</sub> (mL)</b>	0	1	2	3	4	5	6	7	7,5	8	8,5	.....	18
<b>pH</b>												.....	

**Questions sur le titrage acido-basique**

1. Pour ce titrage, quelle est l'espèce chimique à titrer et quelle est l'espèce chimique titrante ?
2. Pour ce titrage, quelle est l'espèce chimique correspondant à l'acide et celle correspondant à la base ?
3. Quelle hypothèse peut-on faire sur le pH du Coca-Cola ? Justifier
4. Comment va évoluer le pH lors de l'ajout des ions hydroxyde  $\text{HO}^-$  ? Justifier.
5. Pour ce titrage, comment est caractérisé l'équivalence ?
6. Reproduire et compléter le schéma du *document 3*.

**ACTIVITÉ 2 : Exploitation des mesures du titrage**

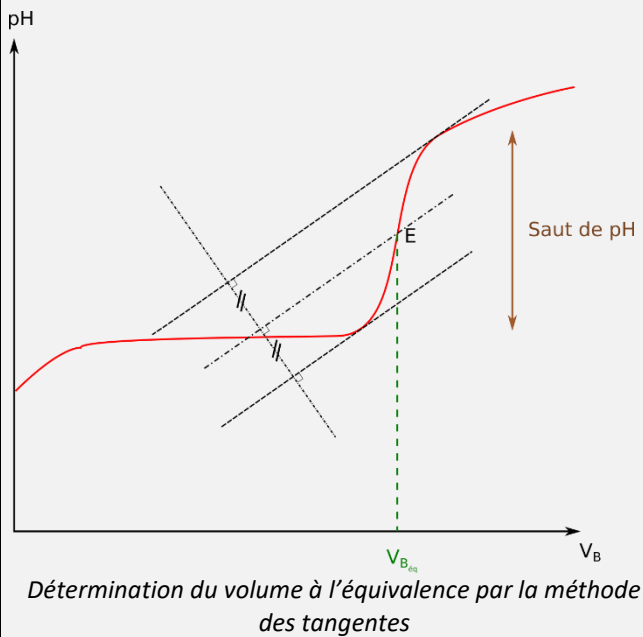
- **Objectifs** : Réaliser et exploiter un graphique pour déterminer la concentration en masse de l'acidifiant contenu dans le Coca-Cola
- **Matériel** :
  - Le tableau de mesures réalisé à l'activité 1
  - Ordinateur (ou papier millimétré)
- **Explication des consignes, des attentes ; taches possibles** :
  - Tracer à l'aide d'un tableur (ou papier millimétré) la courbe représentant l'évolution du pH de la solution (en ordonnée) en fonction du volume de soude versée  $V_B$  (en abscisse).
  - Trouver graphiquement le volume de soude versée à l'équivalence  $V_{B,eq}$
  - Calculer la concentration en masse de l'acidifiant  $C_{m,A}$  contenu dans le Coca-Cola
  - Comparer votre résultat avec la législation française.



**Document 5 : Repérage du point d'équivalence**

La courbe d'évolution du pH = f (V<sub>B</sub>) au cours du titrage d'un acide par la soude est une courbe croissante présentant une zone particulière, nommée « **saut de pH** », pour laquelle le **pH s'élève brutalement** : il correspond au moment où les dernières molécules d'acide ont réagi avec les ions HO<sup>-</sup>.

On désigne par E (comme **É**quivalence) le point **au centre** du saut de pH (le pH augmente brutalement) (voir schéma ci-dessous) et on cherche à trouver la valeur du volume V<sub>B</sub> versé pour obtenir ce point d'équivalence : on notera cette valeur



Une première méthode de détermination des coordonnées du **point d'équivalence** à partir de la courbe pH = f (V<sub>B</sub>), nommée « **méthode des tangentes** », consiste à tracer deux tangentes parallèles de part et d'autre du saut de pH, puis de tracer une troisième droite (D) équidistante et parallèle aux deux premières.

Le **volume équivalent** V<sub>B,éq</sub> est le volume pour lequel la droite (D) coupe la courbe pH = f (V<sub>B</sub>).

**Document 6 : Relation mathématique**

$$C_{m,A} = 2,45 \times \frac{C_{m,B} \times V_{m,B}}{V_A}$$

En utilisant la formule ci-contre, on calcule la concentration en masse (g·L<sup>-1</sup>) de acide phosphorique dans le Coca-Cola® sachant que : C<sub>m,B</sub> = 0,24 g·L<sup>-1</sup> et V<sub>A</sub> = 10,0 mL

**Document 7 : La législation française**

L'acide phosphorique (E338) est un **additif acidifiant** autorisé dans de nombreux produits, associé à une quantité maximale. Au niveau international, la dose journalière admissible est fixée à 70 mg/kg de masse corporel.

La législation française limite sa quantité dans les sodas à 0,6 g·L<sup>-1</sup>.

Source : <http://alimentation.gouv.fr/soda>





### Résultats d'expériences et dispositifs expérimentaux

#### Activité 1

L'espèce chimique à titrer est l'acide phosphorique  $H_3PO_4$ , et l'espèce chimique titrante et l'ion hydroxyde  $HO^-$ .

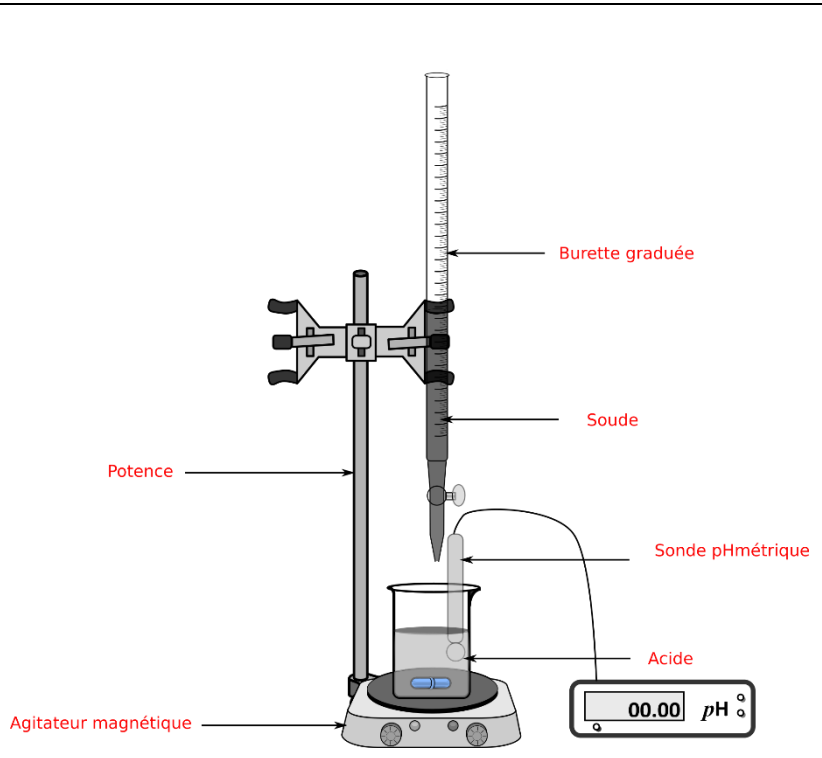
L'acide est l'acide phosphorique et la base est l'ion hydroxyde

On peut faire l'hypothèse que le Coca-Cola est acide ( $pH < 7$ ) dû à la présence de l'acidifiant

La base neutralise l'acide. Le pH va donc augmenter avec l'ajout de la base.

L'équivalence est le moment où on a introduit exactement la quantité d'ions hydroxydes nécessaire pour transformer tout l'acide phosphorique (introduit dans les proportions stœchiométriques)

Le Coca-Cola a un pH acide de 2,9. C'est en accord avec notre hypothèse faite à la question 3.



$V_B$ (mL)	0	1	2	3	4	5
pH	2,9	2,9	2,95	3,03	3,13	3,26
$V_B$ (mL)	6	7	8	9	10	11
pH	3,41	3,68	4,15	5,1	5,78	6,15
$V_B$ (mL)	12	13	14	15	16	17
pH	6,4	6,6	6,78	6,95	7,12	7,28



**Activité 2**

On obtient à l'équivalence :

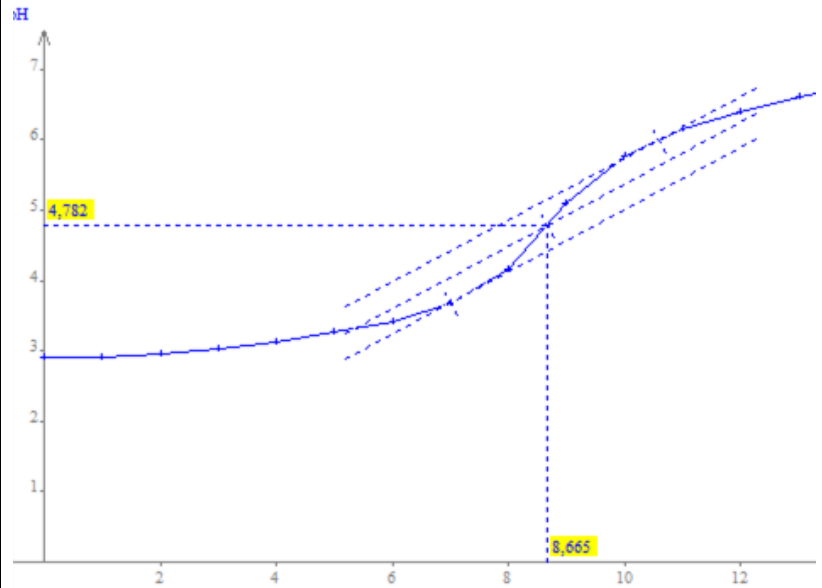
$$V_{B,eq} = 8,66 \text{ mL}$$

$$\text{pH} = 4,78$$

On obtient la concentration en masse de l'acidifiant contenu dans le Coca-Cola

$$C_{m,A} = 0,51 \text{ g.L}^{-1}$$

0,51 g.L<sup>-1</sup> est bien inférieure à 0,6 g.L<sup>-1</sup>. Le Coca-Cola est conforme à la législation.



$$C_{m,A} = 2,45 \times \frac{0,24 \times 8,66}{10,0} = 0,51 \text{ g.L}^{-1}$$

**Ce qu'il faut savoir faire :**

Compétences	Capacités associées	Où dans cette partie ?
APP	Rechercher et organiser les informations pour répondre aux questions sur le titrage acido-basique	Activité n°1
	Reproduire et compléter le schéma du titrage	
ANA	Formuler une hypothèse sur le pH du Coca-Cola	Activité n°1
REA	Réaliser le titrage en suivant le protocole	Activité n°1
	Utiliser une burette graduée et une pipette jaugée	
	Réaliser la courbe $\text{pH} = f(V_B)$ .	Activité n°2
Réaliser le calcul de la concentration en masse de l'acidifiant contenu dans le Coca-Cola		
VAL	Valider ou infirmer l'hypothèse faite à la question 3 sur le pH du Coca-Cola.	Activité n°1



	<b>Exploiter la courbe <math>\text{pH} = f(V_b)</math> pour déterminer le volume de soude versé à l'équivalence.</b>	Activité n°2
	<b>Confronter la valeur de la concentration en masse de l'acidifiant contenu dans le Coca-Cola à la législation française</b>	
<b>COM</b>	<b>Rédiger les questions de manière cohérente et compréhensible</b>	Activité n°1 et 2

## Liens avec le programme de physique chimie de seconde

Thème	Notions et contenus	Où dans cette partie ?
<b>Constitution et transformations de la matière</b>	Concentration (en $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ), concentration maximale d'un soluté	Activité n°1, 2
	Dosage par étalonnage	



## PARTIE 4 : Comment synthétiser un arôme

L'arôme est un composé volatil qui permet une perception du goût et de l'odeur. La notion d'arôme s'applique plus particulièrement aux produits alimentaires. Les fruits, légumes, épices, aromates, viandes, poissons, produits laitiers, ont des arômes, que les industriels de l'agroalimentaire souhaitent reproduire, standardiser, renforcer. Pour répondre à cette demande, des arômes sont développés par des aromaticien(ne)s.

La législation européenne (article 3.a du Règlement CE 1334/2008) entend par arômes des "produits non destinés à être consommés en l'état, qui sont ajoutés aux denrées alimentaires pour leur conférer une odeur et/ou un goût ou modifier ceux-ci".

Source : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Ar%C3%B4me>

### ACTIVITÉ 1 : Les arômes naturels et artificiels

- **Objectifs** : Comprendre la différence entre naturel et artificiel
- **Explicitation des consignes, des attentes ; taches possibles** : lire les documents et répondre aux questions relatives aux arômes naturels et artificiels

#### Document 1 : L'arôme de la vanille

La vanille est l'une des épices les plus appréciées au monde, jusqu'à 2 300 tonnes étant produites chaque année. Tiré de la gousse de l'orchidée vanille, le parfum doux, sucré et la saveur de la vanille en ont fait un ingrédient populaire un peu partout, de la confiserie à la crème glacée en passant par les produits de boulangerie et des boissons gazeuses aux parfums et articles de toilette. La molécule responsable de l'arôme de la vanille est la vanilline.

La culture et la récolte de la vanille peuvent être un processus long et compliqué. Chaque fleur doit être pollinisée à la main, et plus de 80% de toute la vanille est maintenant cultivée à Madagascar, de sorte que des conditions défavorables dans un lieu spécifique peuvent entraîner une pénurie mondiale. Pour des raisons de gain de temps et d'argent l'arôme de vanille moderne est le plus souvent fabriqué en laboratoire, à l'aide de produits pétrochimiques raffinés pour créer une forme synthétique de vanilline. La vanille fabriquée chimiquement doit être étiquetée sur les produits comme « arôme vanille » ou « essence de vanille » alors que la vanille naturelle est étiquetée sur les produits comme « vanille » ou « extrait de vanille »

Source : <https://www.finedininglovers.fr/article/origine-arome-vanille>

#### Document 2 : Les esters aromatiques

Les esters sont des composés volatils, ils ont souvent une odeur agréable et sont souvent à l'origine de l'arôme naturel des aliments. Ils sont très souvent synthétisés pour être utilisés comme arômes artificiels ou utilisés dans la composition d'un parfum.

Pour synthétiser un ester, on réalise la transformation chimique entre un alcool et un acide carboxylique. Par exemple, pour synthétiser le méthanoate d'éthyle, on fait réagir le l'éthanol avec de l'acide méthanoïque. On obtient l'arôme de rhum.

Méthanoate d'éthyle	éthanol	Acide méthanoïque
$  \begin{array}{c}  \text{O} \\  \parallel \\  \text{H}-\text{C} \\  \diagdown \\  \text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3  \end{array}  $	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH}$	$  \begin{array}{c}  \text{O} \\  \parallel \\  \text{CH}_3-\text{C} \\  \diagdown \\  \text{O}-\text{H}  \end{array}  $

**Document 3 : Les groupes caractéristiques**

Un groupe caractéristique est un ensemble d'atomes liés entre eux, présent dans la molécule qui le confère des propriétés particulières. On forme ainsi des familles chimiques.

Exemple	$\text{CH}_3\text{---CH}_2\text{---OH}$	$\text{CH}_3\text{---C}\begin{matrix} \text{=O} \\ \text{---} \\ \text{O---H} \end{matrix}$	$\text{CH}_3\text{---C}\begin{matrix} \text{=O} \\ \text{---} \\ \text{O---CH}_3 \end{matrix}$
Groupe caractéristique	–OH	–COOH	– COOR où R est un groupement d'atomes commençant par C
Nom de la famille	Alcool	Acide carboxylique	Ester

**Questions sur les arômes**

1. Comment s'appelle la molécule aromatique de la vanille ?
2. Quelle est la différence entre un arôme naturel et un arôme artificiel ou synthétique ?
3. Comment peut-on savoir si on consomme un arôme de vanille naturel ou artificiel ?
4. Quels sont les avantages des arômes artificiels par rapport aux arômes naturels ?
5. Quels sont les inconvénients des arômes artificiels par rapport aux arômes naturels ?
6. Comment peut-on synthétiser l'arôme de rhum ? Qui est l'ester, l'alcool et l'acide carboxylique ?
7. Cet arôme existe-t-il dans la nature ?
8. Recopier les molécules du document 2 et justifier leur appartenance à la famille organique en entourant le groupe fonctionnel.

**ACTIVITÉ 2 : Synthétiser un ester aromatique**

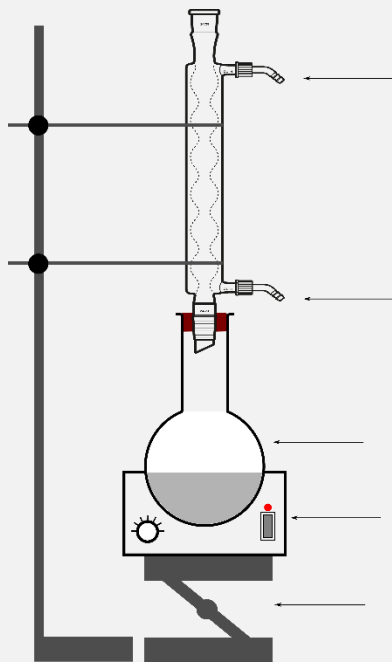
- **Objectifs** : Réaliser la synthèse d'un ester aromatique
- **Matériel** :
  - Le matériel pour réaliser un montage à reflux avec un ballon bicol
  - Un montage à reflux témoin
  - Deux béchers de 50 mL et deux béchers de 150mL
  - Une éprouvette graduée de 10 mL, une de 50 mL et une de 100 mL
  - Une ampoule à décanter de 200/250 mL sur support
  - Un erlenmeyer 100mL
  - 1 bandelette de papier filtre (pour sentir à la fin)
  - 1 torchon ou gant anti-chaueur
  - Une pissette d'eau distillée
  - alcool isoamylique
  - linalol
  - Butan-1-ol
  - acide éthanoïque (acide acétique)
  - Anhydride acétique (sous la hotte) + un bécher de 100 mL
  - acide sulfurique concentré + un petit bécher + pipette pasteur
  - hydrogénocarbonate de sodium à 10%
  - 2 L de solution d'eau saturée en sel
  - Pierre ponce
  - Lunettes + boîte de gants

– **Explicitation des consignes, des attentes ; taches possibles :**

- Réaliser le montage à reflux à partir d'un montage témoin (l'utilisation d'un ballon bicol permet un montage à vide, les élèves sont uniquement concentrés à reproduire le montage témoin)
- Après validation du montage par le professeur, réaliser la synthèse de l'ester en suivant le protocole du document 4 et les consignes du professeur.
- Répondre aux questions relatives à la synthèse.

**Document 4 : Expérience à réaliser**

N° de groupe de TP	1, 3, 5, 10	2, 4, 6, 11	7, 8, 9
Formule chimique de l'ester	$\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	$\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_3$	$\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_3$
Acide carboxylique	Acide éthanoïque (30 mL)	Acide éthanoïque (30 mL)	Anhydride acétique (10 mL) sous la hotte
Formule chimique de l'acide carboxylique	$\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{CH}_3$	$\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{CH}_3$	$\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_3$
Alcool	Butan-1-ol (22mL)	Alcool isoamylique (10 mL)	Linalol (5mL)
Formule chimique de l'alcool	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$	$\text{CH}_3-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$	$\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_3$



1. Repérer le numéro de groupe indiqué sur la table pour savoir quel ester vous devez synthétiser (écrire ce numéro sur votre compte-rendu).
2. A l'aide d'une éprouvette graduée, introduire dans le ballon les volumes d'alcool et d'acide indiqués dans le tableau.
3. Sauf pour les groupes qui utilisent l'anhydride acétique (groupes 7, 8 et 9), pour les autres, le professeur ajoute un volume de 1 mL d'acide sulfurique concentré.
4. Ajouter quelques grains de pierre ponce dans le ballon.
5. Mettre en route la circulation d'eau froide.
6. Chauffer à reflux (au minimum 30 min) à l'aide d'un chauffe-ballon. Quand le reflux commence, baisser le chauffage. En cas d'emballement de la réaction, descendre l'élévateur pour éloigner la source de chauffage et l'éteindre.

Pendant ce temps de chauffage, répondre aux questions sur la synthèse

Séparation des phases (relargage)

7. Après refroidissement (faire couler de l'eau froide sur le ballon), verser le contenu du ballon dans une ampoule à décanter et ajouter environ 100 mL d'une solution de chlorure de sodium (eau salée)
8. Après avoir écouté les consignes du professeur sur l'utilisation de l'ampoule à décanter, la fermer avec son bouchon puis l'agiter tout en dégazant régulièrement
9. Poser l'ampoule sur son support, enlever le bouchon et laisser reposer.
10. Quand les deux phases liquides sont bien séparées, faire couler avec la pissette une goutte d'eau dans l'ampoule afin de déterminer la phase aqueuse.



11. Éliminer la phase aqueuse dans un bécher.

Lavage de la phase organique

12. Ajouter à la phase organique, dans l'ampoule à décanter, environ 30 mL de solution d'hydrogénocarbonate de sodium pour éliminer le reste d'acide : on observe immédiatement un fort dégagement gazeux.
13. Quand il y a pratiquement plus de dégagement gazeux, boucher l'ampoule avec son bouchon puis l'agiter tout en dégazant régulièrement
14. Poser l'ampoule sur son support, enlever le bouchon et laisser reposer.
15. Éliminer à nouveau la phase aqueuse et récupérer l'ester dans un erlenmeyer de 100mL. **L'ester obtenu à la fin est le « produit brut »**

**Document 5 : Données physico-chimiques**

Espèce chimique	Solubilité dans l'eau	Solubilité dans l'eau salée	densité
Acétate de butyle	faible	Très faible	0,88
Acétate de linalyle	faible	Très faible	0,89
Acétate d'isoamyle	faible	Très faible	0,87
Eau			1,00
Eau salée			1,10

**Questions sur la synthèse**

1. Reproduire le schéma de montage sur votre copie et le légènder.
2. Pourquoi chauffe-t-on le milieu réactionnel ? Quelle est l'utilité de chauffer à reflux ?
3. Dans l'étape de la séparation des phases, choisir la phrase qui correspond aux observations :
  - Le mélange est hétérogène donc les liquides sont miscibles entre eux
  - Le mélange est homogène donc les liquides sont miscibles entre eux
  - Les liquides sont non miscibles entre eux car le mélange est hétérogène
  - Les liquides sont non miscibles entre eux car le mélange est homogène
4. Dans l'étape de la séparation des phases, pourquoi ajoute-t-on de l'eau salée ?
5. Quel est le réactif limitant et le réactif en excès ?
6. Faire un schéma de l'ampoule à décanter et en justifiant, indiquer la position des phases (aqueuse et organique).
7. Dans la classe, 3 esters ont été synthétisés. Il s'agit de l'arôme de banane, de lavande ou des bonbons arlequin. Sentir le produit brut obtenu (sans mettre le nez au-dessus ! Utiliser une bandelette et faire des mouvements de va-et-vient de la main) et identifier l'ester que vous avez synthétisé.

**Résultats d'expériences et dispositifs expérimentaux**

**Activité 1**

La molécule aromatique de la vanille est la vanilline.

Un arôme naturel provient directement de la nature. C'est donc une substance



aromatique extraite de la **nature**. Au contraire, l'arôme artificiel, est un produit de synthèse fabriqué dans un laboratoire par transformation chimique. L'arôme artificiel peut « copier » un goût naturel, ou créer un goût inédit, qui n'existe pas dans la nature.

Sur l'étiquette du produit consommé. S'il est écrit vanille ou extrait de vanille, l'arôme est naturel. S'il est écrit arôme vanille ou essence de vanille, l'arôme est artificiel.

Les avantages des arômes artificiels sont :

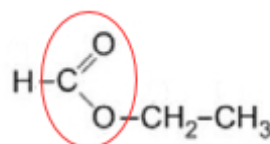
- beaucoup moins cher à produire
- on les synthétise quand on veut et à la quantité qu'on souhaite
- fabriquer un arôme qui n'existe pas dans la nature.

les inconvénients des arômes artificiels sont :

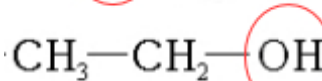
- issus de ressources non renouvelables (pétrole)
- risque de résidu chimique provenant de la transformation chimique utilisée pour la synthèse.
- composé d'une seule molécule et donc n'a pas les nuances subtiles combinées de l'arôme naturel.

Pour synthétiser l'arôme de rhum (ester méthanoate d'éthyle) on fait réagir l'éthanol (alcool) avec l'acide méthanoïque (acide carboxylique).

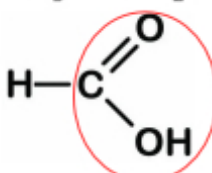
Oui cet arôme se trouve à l'état naturel dans le rhum.



Caractéristique de la famille des esters



Caractéristique de la famille des alcools



Caractéristique de la famille des acides carboxyliques



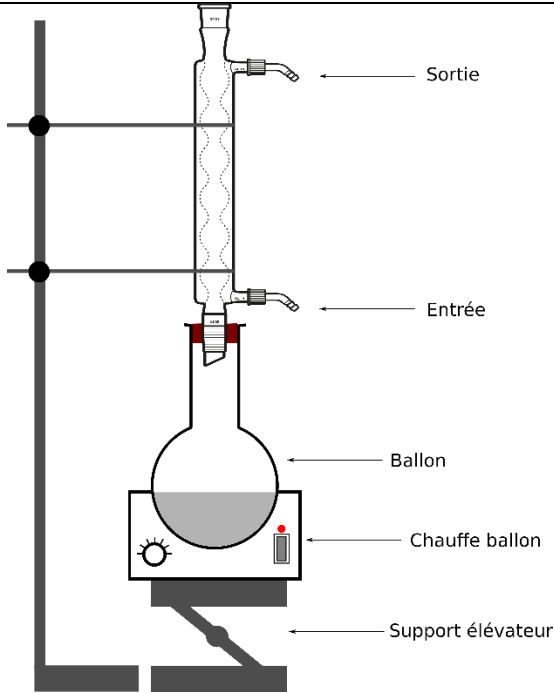


### Activité 2

Les élèves réalisent le montage à vide (vérifier par le professeur) en reproduisant un montage témoin.

Les élèves vont chercher avec un bécher leur acide (sauf pour l'anhydride acétique) et leur alcool.

Ils mesurent les quantités avec les éprouvettes graduées à leur paillasse et sous la hôte pour l'anhydride acétique



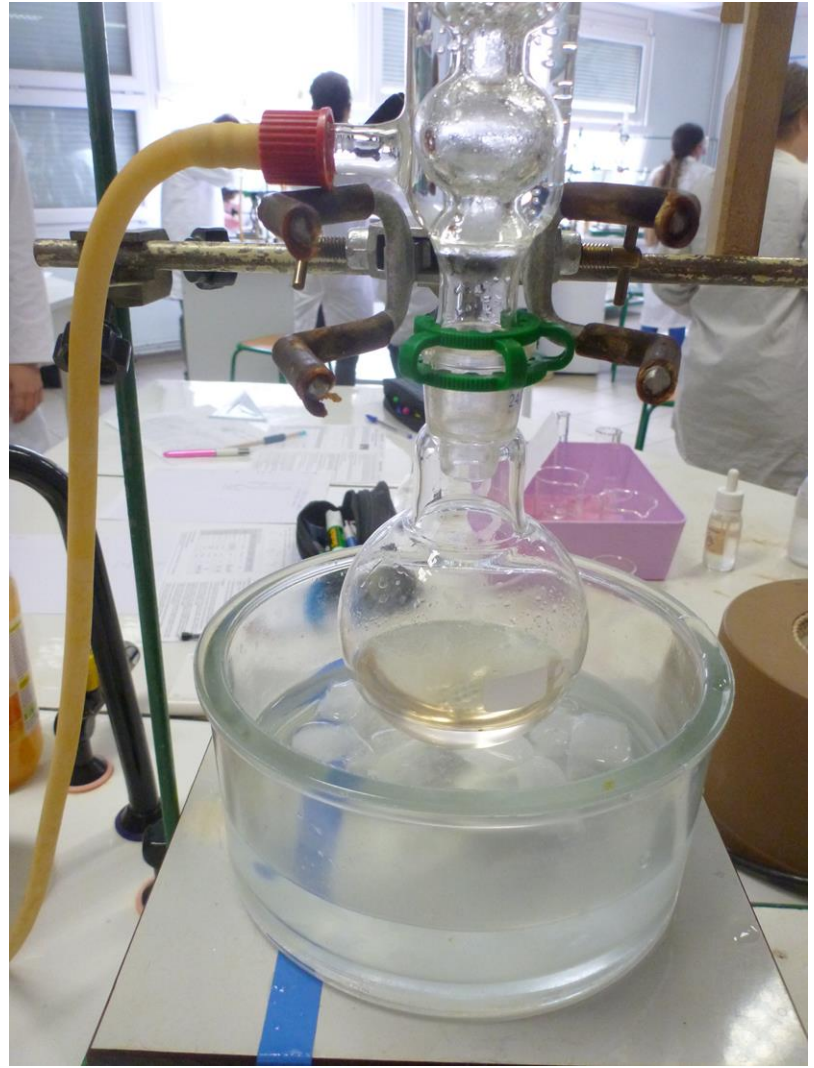
C'est le professeur qui ajoute les 1 mL d'acide sulfurique concentré avec une pipette pasteur. Sauf pour les groupes avec l'anhydride acétique



Au départ mettre le chauffage fort et quand le reflux commence, baisser le chauffage et le régler pour avoir environ une goutte de reflux par seconde

On chauffe le milieu réactionnel pour accélérer la transformation.

On chauffe à reflux pour liquéfier les vapeurs qui retombent dans le milieu réactionnel afin d'éviter les pertes de produits.

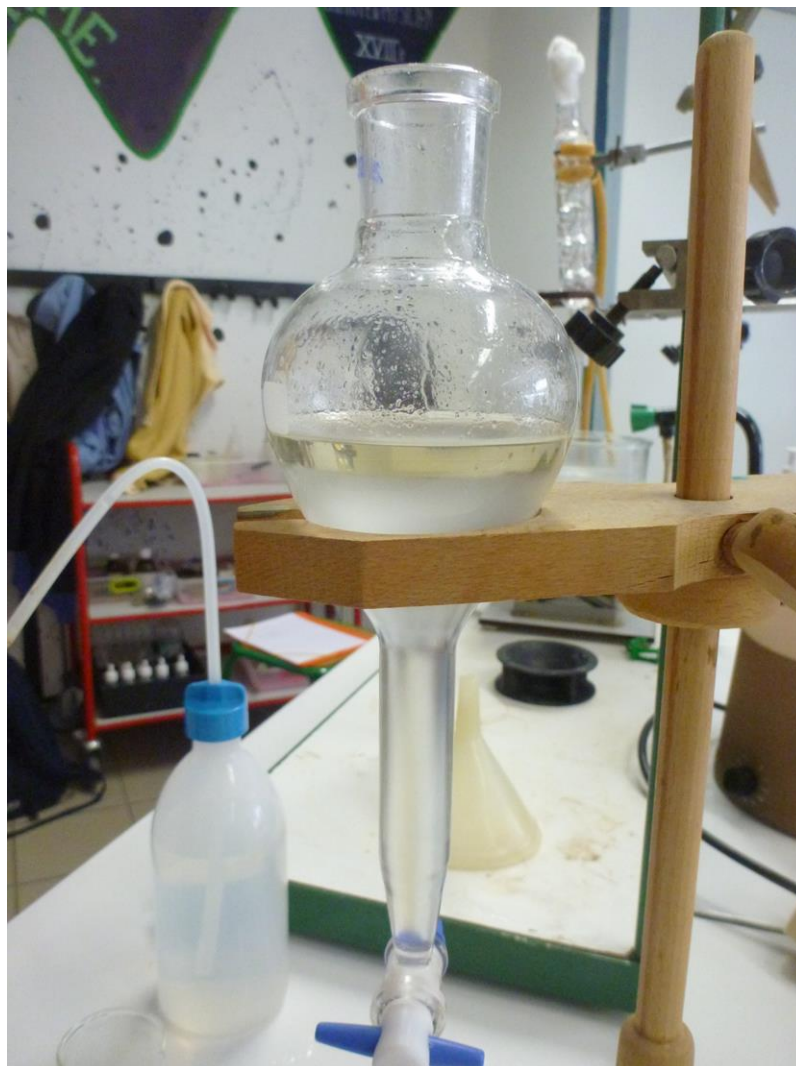




### Séparation des phases (relargage)

Les liquides sont non miscibles entre eux car le mélange est hétérogène

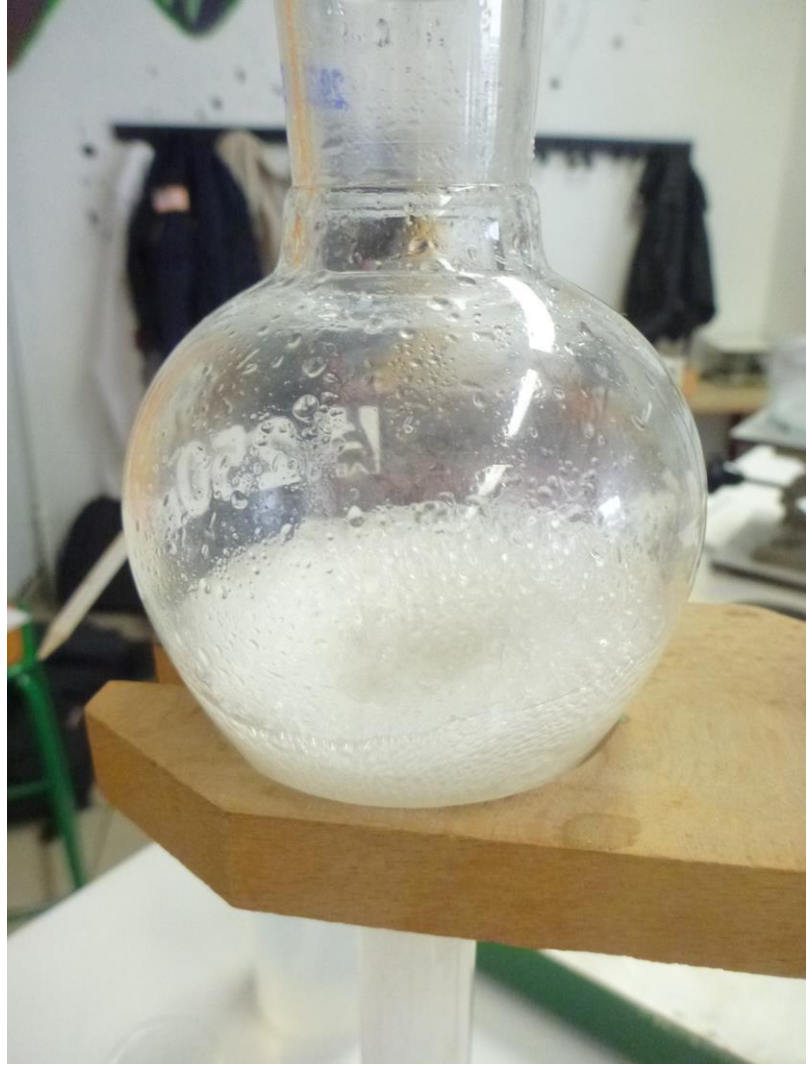
On ajoute de l'eau salée pour diminuer la solubilité de l'ester en phase aqueuse.



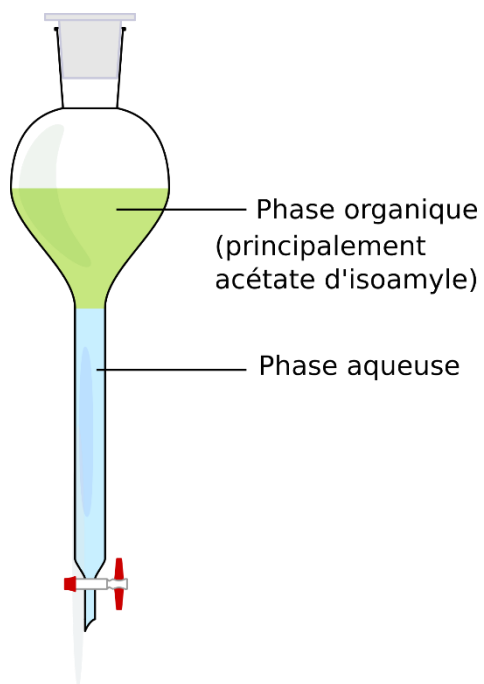
### Lavage de la phase organique

Attention fort dégagement gazeux pour le lavage avec l'hydrogénocarbonate, bien laisser le gaz s'échapper avant de fermer l'ampoule et de l'agiter.

C'est pour éliminer le reste d'acide, on en conclut que l'acide est le réactif en excès et l'alcool le réactif limitant.



L'eau salée est plus dense que l'ester donc elle est en bas.  
L'ester surnage.





– ester préparé	– acétate de butyle – <b>Banane translucide</b>	Acétate d'isoamyle <b>Bonbon arlequin brun</b>	– Acétate de linalyle – <b>Lavande jaune translucide</b>
-----------------	--	---	---

Ce qu'il faut savoir faire :

Compétences	Capacités associées	Où dans cette partie ?
APP	Rechercher et organiser les informations pour répondre aux questions sur les arômes	Activité n°1
	Reproduire et compléter le schéma du montage à reflux	
REA	Rechercher et organiser les informations pour répondre aux questions sur la synthèse	Activité n°2
	Réaliser le montage à reflux	Activité n°2
	Réaliser la synthèse de l'ester	
	Réaliser une décantation pour séparer des espèces chimiques.	
VAL	Interpréter les observations expérimentales en termes de miscibilité et de mélange des phases aqueuse et organique	Activité n°2
	Interpréter la position des phases en utilisant les densités	
COM	Rédiger les questions de manière cohérente et compréhensible	Activité n°1 et 2

### Liens avec le programme de physique chimie de seconde

Thème	Notions et contenus	Où dans cette partie ?
<b>Constitution et transformations de la matière</b>	Identification d'espèces chimiques dans un échantillon de matière par des mesures physiques ou des tests chimiques.	Activité n°2