N°1 Fiche récapitulative

Titre	Comment faire une sauce mayonnaise verte ?
Niveau	5ème physique chimie
Thèmes de convergences	• Sécurité : technique de chauffage • Sécurité : port de lunettes pour préparation de poudre anhydre • Sécurité : port de lunettes et de gants pour l'utilisation de poudre anhydre
Liens et prolongements avec les autres niveaux / disciplines	• 2nde en sciences physiques • TS spécialité PC : partie A : extraire et identifier des espèces chimiques • TS spécialité SVT : partie 3 : diversité et complémentarité des métabolismes (sous partie : autotrophie du carbone : rôle de la chlorophylle)
Parties du programme	• Quel rôle joue l'eau dans notre environnement et dans notre alimentation ? • Mélange aqueux • Les changements d'états, approche phénoménologique • L'eau solvant
Connaissances à acquérir	**Socle commun :** • l'eau est omniprésente dans notre environnement, notamment dans les boissons et les organismes vivants • mélange homogène et hétérogène • les états physiques de l'eau • l'eau est un solvant de certains solides et certains gaz • unités de masse et de volume **Hors socle :** • changement d'état de l'eau
Capacités déclinées dans une situation d'apprentissage	**Socle commun :** • décrire, schématiser et réaliser une filtration • interpréter des résultats expérimentaux en faisant appel à la notion de mélange • illustrer les trois états physiques de l'eau par la buée, le brouillard, les nuages… • réaliser, observer des expériences de changement d'états • utiliser le vocabulaire spécifique aux changements d'état : vaporisation • maîtriser les unités et les associer aux grandeurs correspondantes • mesurer des volumes avec une éprouvette graduée • mesurer des masses avec une balance électronique • utiliser le vocabulaire spécifique à la dissolution, à la miscibilité : solution, solvant, soluté… • mobilisation des compétences nécessaires au B2i **Hors socle :** • réaliser le test de reconnaissance de l'eau par le sulfate de cuivre anhydre ; décrire ce test • réinvestir le test de reconnaissance de l'eau par le sulfate de cuivre anhydre pour distinguer les milieux qui contiennent de l'eau de ceux qui n'en contiennent pas. • faire la distinction à l'œil nu entre un mélange homogène et hétérogène • réaliser et décrire une chromatographie
Attitudes développées	• sens de l'observation • curiosité pour la découverte des causes des phénomènes naturels, imagination raisonnée, ouverture d'esprit • observation des règles élémentaires de sécurité, respect des consignes • respect de soi et respect des autres

N°1 **Fiche élève**

Comment faire une sauce mayonnaise verte ?		
Protocole général	**Protocole détaillé**	**opérations réalisées**
extraction du vert d'épinard dans l'eau	**broyage dans l'eau** • mettre un peu d'eau dans le mortier • mettre les épinards • piler les épinards : tourner le pilon en l'appuyant fortement sur le fond du mortier (le pilon doit être maintenu vertical et doit toujours rester en contact avec le mortier **: IL NE FAUT PAS TAPER !!!!!!!)**	 * * *
	filtration pour récupération d'un liquide • placer un entonnoir avec filtre sur un bécher étroit • verser le mélange sur un agitateur de façon à ce qu'il coule doucement sur les parois du filtre • attendre l'écoulement du mélange • éventuellement, dégager le fond du filtre en enlevant délicatement les épinards qui empêchent l'écoulement à l'aide d'une spatule • récupérer le filtrat (liquide limpide dans le bécher) • récupérer les épinards broyés sur le filtre puis les déposer dans une coupelle	 * * * * * *
	chauffage • placer le bécher contenant le filtrat quelques millimètres au-dessus d'un bec électrique • chauffer jusqu'à ce qu'une mousse verte apparaisse	 * *
	2ème filtration pour récupération d'une « mousse » • placer un entonnoir avec filtre sur un autre bécher • verser le mélange sur un agitateur de façon à ce qu'il coule doucement sur les parois du filtre • attendre l'écoulement du mélange • récupérer la mousse sur le filtre	 * * * *
recherche du constituant principal des épinards	**pesée avant chauffage** • placer un bécher sur le plateau de la balance électronique • tarer • verser les épinards broyés dans le bécher • mesurer la masse des épinards broyés	 * * * *
	chauffage à sec d'épinards • placer le bécher précédent quelques millimètres au-dessus d'un bec électrique • placer au-dessus du bécher une coupelle faisant office de couvercle à l'aide d'une pince en bois	 * *
	observations • sur le couvercle • en enlevant le couvercle	 * *
	pesée après chauffage • enlever le bécher contenant les épinards de dessus le bec électrique **et laisser refroidir** • placer un autre bécher sur le plateau de la balance • tarer • verser les épinards broyés et chauffés dans le nouveau bécher • mesurer la masse des épinards broyés et chauffés	 * * * * *

test d'identification de l'eau	**PORT DES LUNETTES ET DES GANTS DE PROTECTION OBLIGATOIRE**
	observations des changements de couleur du sulfate de cuivre anhydre
	• dans un plateau à coloration, placer
	  o de l'eau
	  o du blanc d'œuf
	  o de l'huile
	  o de la pomme
	  o des épinards entiers
	  o des épinards broyés
	• verser sur chacun une pointe de spatule de sulfate de cuivre anhydre
	• observer le changement de couleur du sulfate de cuivre anhydre
	• indiquer les résultats sous forme de tableau
	• conclure : quels sont les aliments qui contiennent de l'eau ?
		
		*
		*
		*
		*
		*
		*
		*
		*
		*
		*

comparaison du broyage dans différents solvants	**observations des colorations des différents solvants**
	• dans l'eau
	  o mettre un peu d'eau dans le mortier pour piler les épinards
	  o filtrer le mélange et observer la couleur du filtrat
	• dans l'alcool (alcool à brûler)
	  o mettre un peu d'alcool à brûler dans le mortier pour piler les épinards
	  o filtrer le mélange et observer la couleur du filtrat
	• dans l'huile
	  o mettre un peu d'huile dans le mortier pour piler les épinards
	  o filtrer le mélange et observer la couleur du filtrat
		
		*
		*
		
		*
		*
		
		*
		*

réalisation de la mayonnaise	**réalisation d'une mayonnaise verte** • rechercher une recette sur Internet • utiliser le filtrat obtenu avec le broyage des épinards dans l'huile pour réaliser cette recette	 * *
séparation des pigments des épinards	**chromatographie du filtrat du broyage des épinards dans l'alcool** • verser 0,5cm d'alcool à brûler dans un bécher haut • placer un papier filtre dans le bécher pour servir de papier test • tirer un trait au crayon de papier à 1cm du bas d'un papier filtre • piquer le haut du papier filtre avec une brochette de bois • vérifier SANS METTRE LE PAPIER DANS LE BECHER que le trait au crayon de papier est au-dessus du niveau de l'alcool • déposer une goutte de filtrat sur le trait au crayon de papier à l'aide d'un cure-dents • VÉRIFIER QUE LE PAPIER TEST EST ENTIÈREMENT IMBIBÉ • placer le papier filtre avec le filtrat dans le bécher. ATTENTION, LE FILTRAT NE DOIT PAS TOUCHER LE LIQUIDE • entourer le bécher de papier CANSON noir • observer la montée du liquide	 * * * * * * * * * *

N°1 **Fiche professeur – évaluation – barème**

Titre	**Comment faire une sauce mayonnaise verte ?**		
Niveau	5ème		
Protocole général	**Opérations unitaires**	**Connaissances,** *capacités,* thème de convergence	**barème**
extraction du vert d'épinard dans l'eau	• broyage dans l'eau	• **l'eau est un solvant de certains solides et certains gaz**	***
	• filtration pour récupération d'un liquide	• *décrire, schématiser et réaliser une filtration*	***** *
	• chauffage	• sécurité : technique de chauffage	**
	• 2ème filtration pour récupération d'une "mousse"	• *décrire, schématiser et réaliser une filtration*	****
recherche du constituant principal des épinards	• pesée avant chauffage	• **unités de masse et de volume** • *mesurer des masses avec une balance électronique* • *maîtriser les unités et les associer aux grandeurs correspondantes*	****
	• chauffage à sec d'épinards	• sécurité : technique de chauffage	**
	• observations o buée sur le couvercle o brouillard sans couvercle	• **changement d'état de l'eau** • **les états physiques de l'eau** • *illustrer les trois états physiques de l'eau par la buée, le brouillard, les nuages…* • *réaliser, observer des expériences de changement d'états* • *utiliser le vocabulaire spécifique : vaporisation*	**
	• pesée après chauffage	• **unités de masse et de volume** • *mesurer des masses avec une balance électronique* • *maîtriser les unités et les associer aux grandeurs correspondantes*	*****
test d'identification de l'eau	• observations des changements de couleur du sulfate de cuivre anhydre en présence o d'eau o d'autres aliments o d'huile o d'épinards entiers o d'épinards broyés	• **l'eau est omniprésente dans notre environnement, notamment dans les boissons et les organismes vivants** • *réinvestir le test de reconnaissance de l'eau par le sulfate de cuivre anhydre pour distinguer les milieux qui contiennent de l'eau de ceux qui n'en contiennent pas.*	***** *****
comparaison du broyage dans différents solvants	• observations des colorations des différents solvants après un broyage des épinards o dans l'eau o dans l'alcool (alcool à brûler) o dans l'huile	• *utiliser le vocabulaire spécifique à la dissolution, à la miscibilité : solution, solvant, soluté…* • **mélange homogène et hétérogène** • *faire la distinction à l'œil nu entre un mélange homogène et hétérogène*	***** *
réalisation de la mayonnaise	• réalisation d'une mayonnaise verte o rechercher sur Internet o utiliser l'huile colorée	• *mobilisation des compétences relevant du B2i* • *suivre un protocole*	**
séparation des pigments des épinards	• chromatographie du filtrat du broyage des épinards dans l'alcool	• *réaliser et décrire une chromatographie* • *interpréter des résultats expérimentaux en faisant appel à la notion de mélange*	***** ****

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°1 **Fiche laboratoire**

Liste de matériel :

Par paillasse élève

- 100g de feuilles d'épinards (éventuellement des épinards surgelés)
- 1 bécher
- 1 erlenmeyer
- 1 entonnoir
- 1 agitateur
- 2 filtres adaptés à l'entonnoir
- 1 éprouvette graduée basse à base large
- 1 pince en bois
- 1 coupelle en porcelaine
- 1 paire de lunette de protection
- 1 plateau à coloration
- 2 papiers filtres
- 1 pique à brochette
- papier CANSON noir
- 1 chiffon

Paillasse prof

- mortiers et pilons
- becs électriques accompagnés d'un support d'une pince et d'une noix (pour tenir le bécher)
- 1 cuillère
- balances électroniques
- boite de gants de protection
- flacon de sulfate de cuivre anhydre
- bouteille d'alcool à brûler
- bouteille d'huile
- 1 pomme
- 1 œuf

Le matériel indiqué ci-dessus est le matériel minimum. Les élèves doivent le laver et le sécher au fur et à mesure de façon à pouvoir le réutiliser à chaque étape.

N° 1 Complément s & remarques :

- Si vous n'avez pas de sulfate de cuivre anhydre, il est facile d'en préparer à partir du sulfate de cuivre pentahydraté :

  Préparation du sulfate de cuivre anhydre PAR LE PROFESSEUR UNIQUEMENT

  - introduire du sulfate de cuivre pentahydraté dans un erlermeyer
  - placer l'erlenmeyer quelques millimètres au-dessus d'un bec électrique (sous la hotte si vous en avez une)
  - remuer régulièrement et DOUCEMENT la poudre avec un agitateur pour que celle-ci chauffe de façon homogène
  - de la buée doit se déposer sur les parois du récipient puis s'évaporer au fur et à mesure que le récipient lui-même devient chaud.
  - la poudre devient blanchâtre (la poudre n'est pas suffisamment chauffée avec cette méthode pour devenir parfaitement blanche)
  - laisser refroidir avant de donner le sulfate de cuivre anhydre aux élèves

  LES ELEVES DOIVENT ENSUITE MANIPULER LE SULFATE DE CUIVRE ANHYDRE AVEC DES LUNETTES ET DES GANTS.

- Dans la chromatographie, le papier filtre de test permet de vérifier que la cuve à chromatographie (en l'occurrence le bécher) est saturé en vapeur, ce qui permet d'obtenir un meilleur résultat.

Connaissances utiles et quelques résultats :

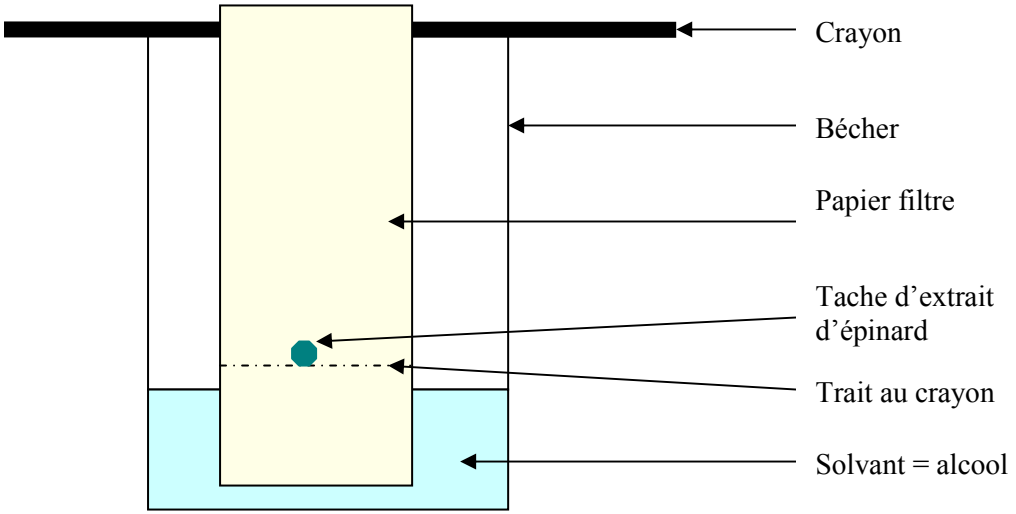
- **Qu'est-ce qui est responsable de la couleur des épinards ?**
  La mousse obtenue après la deuxième filtration, aussi appelée écume, contient notamment les pigments photosynthétiques, nombreux dans les végétaux verts. Ceux qui donnent la teinte principale sont les chlorophylles, dont il existe plusieurs sortes, repérées par des lettres a, a', b, b'. A ces pigments de base s'ajoutent des pigments formés par dégradation et nommés phéophitines (avec le même repérage par des lettres), où un atome de magnésium, au centre de la molécule de chlorophylle, a été éjecté, d'où une couleur tirant vers le vert olive, d'un vert moins frais.
  L'écume contient également nombre de pigments caroténoïdes : d'abord des carotènes, orange, et des pigments plus jaunes formant la sous-classe des xanthophylles
  C'est l'ensemble de ces molécules qui donnent la teinte particulière des végétaux. On pourra faire observer aux élèves que l'automne, quand les feuilles tombent, elles jaunissent ou rougissent parce que les chlorophylles sont dégradées, révélant la couleur restante. C'est la raison pour laquelle les peintres prennent toujours soin d'ajouter une pointe de jaune, d'orange ou de rouge au vert qu'ils utilisent pour peindre les végétaux.
- **Quel est le constituant principal des épinards ?**
  En cuisant les épinards à sec, on évapore l'eau contenue dans les cellules végétales qui composent les feuilles d'épinards. Quand on ne couvre pas la casserole, on peut observer un brouillard. Il ne s'agit pas de « vapeur d'eau », qui est un gaz invisible, mais d'une myriade de petites gouttelettes d'eau formées quand la vapeur s'est condensée en arrivant dans l'air froid. Ces gouttelettes sont ensuite emportées par la vapeur chaude qui monde au-dessus de la casserole formant ainsi le brouillard.
  Lorsqu'un couvercle est posé au-dessus du bécher, le contact du couvercle froid fait se condenser la partie de l'eau présente sous la forme de vapeur, tandis que les gouttelettes viennent « coller » au couvercle et à la couche d'eau liquide qui vient bientôt le recouvrir.
  Si on enlève le couvercle, la vapeur d'eau, ainsi que les gouttelettes d'eau, s'échappent dans l'air.
  Les feuilles d'épinard perdent une grande partie de leur eau par évaporation, on peut aussi constater que leur volume diminue considérablement. On mesure la quantité d'eau qui s'est évaporée en pesant les feuilles d'épinard séchées et en comparant cette masse à celles des feuilles fraîches placées initialement dans la casserole.
- **Comment choisir le solvant pour l'extraction des pigments ?**
  Le broyage des feuilles produit des fragments à la surface desquels les cellules sont ouvertes, ce qui libère leur contenu, notamment les organites intracellulaires où les pigments sont stockés (chloroplastes…). Ainsi, mieux le broyage sera fait, plus les pigments pourront être récupérés. L'emploi d'un solvant (eau, huile ou alcool) permet la récupération des pigments dans le broyat **mais les pigments photosynthétiques des végétaux sont hydrophobes, ils ne se dissolvent donc pas dans l'eau.**
  Les binômes qui font leur extraction dans l'eau constateront que cette dernière prend une couleur verte. Cependant, s'ils observent leur préparation au microscope, ils verront que la couleur est due à des particules en suspension. Pour les classes où il n'y a pas de microscope (pour les classes équipées, l'expérience peut évidemment être également faite), une simple sédimentation peut utilement remplacer l'observation au microscope : en laissant reposer leur préparation jusqu'au lendemain, les enfants constateront que ce qui a donné la couleur verte ne s'est pas mélangé à l'eau et s'est déposé au fond du verre ; il s'agit de particules d'épinard c'est-à-dire de morceaux de cellules. On pourra même observer que les particules les plus grosses sont les premières à atteindre le fond du verre.
  Les binômes qui font leur extraction dans l'huile n'obtiennent qu'une faible coloration du solvant, car l'huile ne peut s'introduire dans le tissu végétal qui est plein d'eau. On pourra montrer cela en essayant de mélanger de l'eau et de l'huile et en constatant que les deux liquides se séparent systématiquement en deux phases. Seuls les pigments qui ont été extraits des cellules lors du broyage peuvent se dissoudre dans l'huile et la colorer.
  Les binômes qui font leur extraction dans l'alcool obtiennent une très bonne coloration du solvant. En effet, l'alcool est un solvant organique c'est-à-dire qui peut s'associer à des pigments hydrophobes Mais ce solvant peut aussi se mélanger à l'eau et donc pénétrer dans le tissu végétal.
  Pour montrer la nature hydride de l'alcool, on pourra verser du pastis dans l'eau est observer un trouble qui sera reproduit de la façon suivante. D'abord, on mettra un peu d'huile dans un bocal à confiture muni d'un couvercle ; puis on ajoutera de l'alcool, que l'on verra flotter à la surface de l'huile. Un agitation du bocal permettra d'obtenir un liquide blanc, que l'on pourra verser dans l'eau : les molécules de l'huile qui auront été dissoutes dans l'alcool se réuniront sous la forme de gouttelettes dispersées dans l'eau, quand le mélange huile/alcool y aura été versé. On pourra étudier la stabilité d'un tel système en le laissant reposer plusieurs jours.
- **Chromatographie : principe et résultat**
  Le principe de la chromatographie est de faire migrer un solvant sur un morceau de papier filtre par capillarité (du latin capillus : cheveu). Pour familiariser les élèves avec le phénomène, on pourra l'observer en trempant un sucre ou un bout de tissu dans de l'eau colorée : l'eau semble attirée par les parties sèches du sucre même quand celles-ci sont au dessus des parties mouillées.
  Le solvant entraîne avec lui une partie de l'échantillon que l'on veut étudier. Quand l'échantillon est composé de plusieurs espèces chimiques différentes, la séparation de ces dernières a lieu si chaque espèce a une affinité différente pour le solvant et pour le matériau qui compose la couche où migre le solvant.

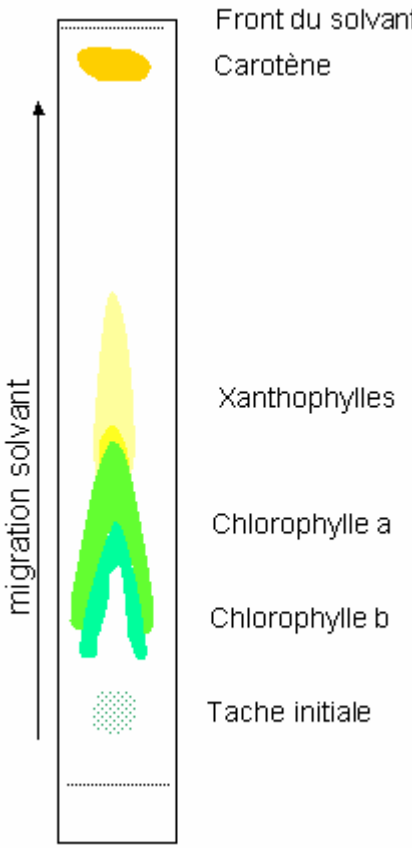
Ici, le solvant est de l'alcool, de sorte que plus les divers pigments extraits sont solubles dans l'alcool, plus ils seront entraînés facilement par ce dernier et plus ils migreront rapidement. Les pigments qui ne sont pas solubles dans l'alcool resteront accrochés au papier et on les retrouvera dans la tâche initiale ou peu au-dessus.

Attention à ne pas faire tremper la tache dans le solvant : les pigments solubles dans l'alcool se dissoudraient immédiatement, restant alors au fond du verre.

Selon le solvant utilisé, la séparation des pigments de l'épinard est plus ou moins précise. Ce qui serait gênant dans une expérience scientifique n'est que secondaire ici : le principal objectif de cette manipulation est de montrer aux enfants que la couleur verte des végétaux n'est pas due à un pigment, mais à un mélange de plusieurs pigments.

On observera notamment une tache verte en bas du filtre, une tache jaune au-dessus et, éventuellement, une tache marron en haut du filtre. Les noms des pigments ne sont pas à retenir, mais ils pourront être évoqués. Notamment, la chlorophylle, responsable de la couleur verte, a sans doute déjà été vue par les enfants dans des chewing-gums à la chlorophylle par exemple.





- **Éthymologie**
  - chlorophylle vient du grec kloros : vert et phyllos : feuille
  - xanthophylle vient du grec xhanthos : jaune
  - caroténoïde dérive de carotte, d'où fut initialement extrait le β-carotène
  - carotte dérive de garroite : plante dont la racine charnue est comestible, qui a ensuite donné son nom à la racine même de cette plante » (Ménagier, 1393). Garroite est devenu « carotte » en 1538.