

Thème 2 – Nourrir l’humanité (introduction)

Une population de neuf milliards d’humains est prévue au XXI^{ème} siècle. Nourrir la population mondiale est un défi majeur qui ne peut être relevé sans intégrer des considérations géopolitiques, socio-économiques et environnementales.

Voici une liste des points qui vont être abordés, pour répondre à la problématique :

Comment peut-on nourrir l’humanité ?

- l’accroissement de la production agricole ;
- la conservation des aliments et leurs transformations ;
- l’importance des pratiques culturales ;
- l’accroissement des populations mondiales ;
- le développement économique ;
- l’impact sur l’environnement : gestion des échanges entre les êtres vivants et leurs milieux, gestion durable des ressources que représentent le sol et l’eau ;
- les conséquences sur la santé.

Compétences exigibles (partie 2)

- Connaître la part de l’homme dans le fonctionnement d’un écosystème ;
- Savoir que consommer de la viande ou un produit végétal n’a pas le même impact écologique ;
- Connaître le bilan d’énergie et de matière du cycle de l’eau ;

- Connaître le bilan d’énergie et de matière de l’élevage ;
- Connaître le bilan d’énergie et de matière de l’agriculture ;
- Comparer les différents bilans précédents entre eux ;
- Connaître l’historique des impacts sur l’environnement des progrès de la science et des techniques.

Compétences exigibles (chapitre 7 du livre)

- Savoir que le sol est un milieu d’échanges de matière ;
- Exploiter des documents à propos des interactions entre le sol et une solution ionique ;
- Mettre en œuvre un protocole illustrant les interactions entre le sol et une solution ionique ;
- Découvrir la composition chimique des engrais et produits phytosanitaires ;
- Déterminer expérimentalement la quantité d’une espèce présente dans un engrais ou un produit phytosanitaire ;
- Découvrir la composition chimique d’une eau minérale, de source ou du robinet ;
- Découvrir les critères qui font qu’une eau est potable ;
- Découvrir les traitements des eaux ;

- Savoir réaliser une analyse *qualitative* d’une eau ;
- Savoir rechercher et exploiter des documents sur la potabilité, le traitement et l’adoucissement des eaux.

Acquis du collège et de Seconde :

- Connaître la notion de mélange homogène (solution, solvant, soluté) et de corps pur ;
- Savoir qu’une solution aqueuse est une solution dans laquelle l’eau est le solvant ;
- Connaître la formule et le nom de certains ions ;
- Connaître le protocole de test de reconnaissance de certains ions.

1 Qualité des sols

1.1 Le sol : un milieu d'échanges de matière

Le sol fournit aux plantes l'eau et les nécessaires à leur développement. Situé entre la roche, l'atmosphère et les êtres vivants, le sol est un milieu d'échanges de matière.

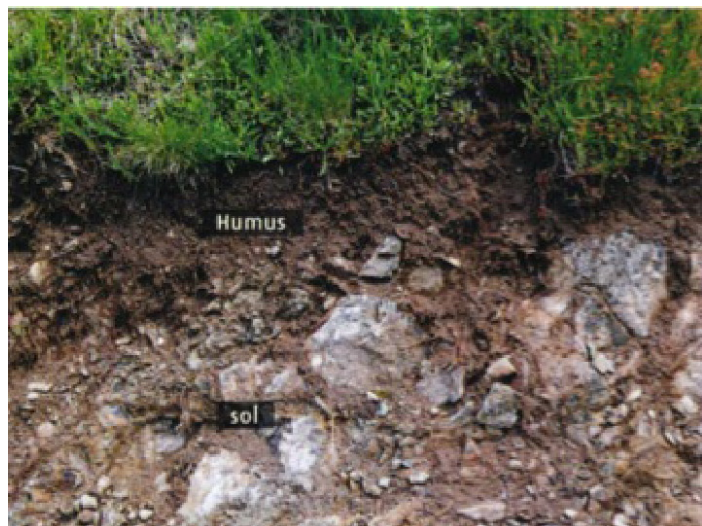


FIG. 1 – L'humus.

L'organisation d'un sol Les débris de roche qu'il renferme proviennent de la dégradation de la roche mère du sous-sol (non visible ici) et lui apportent de la matière L'humus désigne la matière du sol qui provient de la dégradation des êtres vivants après leur mort. Il fournit également au

sol de la matière minérale.

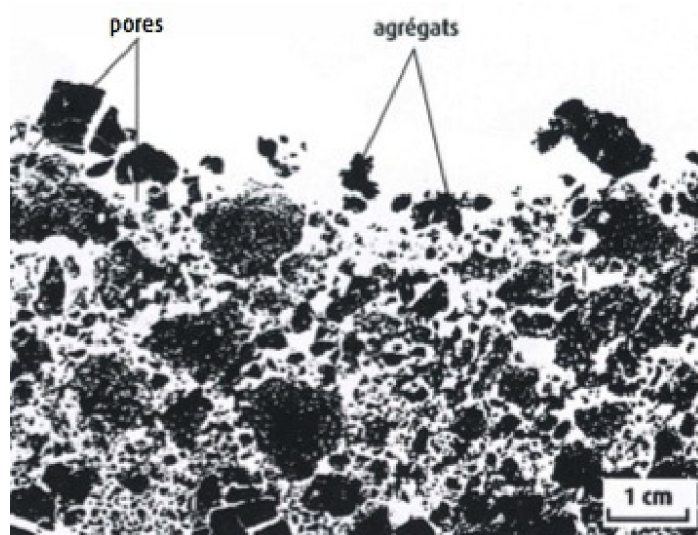
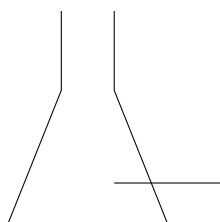


FIG. 2 – Coupe d'un sol.

Coupe de sol observée à la loupe binoculaire Les agrégats sont des assemblages de fragments de **roches** et de **complexes argilo-humiques**. Ces derniers résultent de l'association d'éléments issus de matière organique (humus) et de particules minérales argileuses.

Manipulations n° 1 – Comprendre le rôle des complexes argilo-humiques.

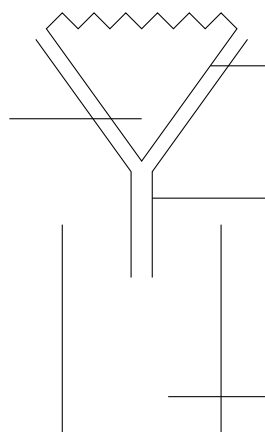
- Introduire dans un erlenmeyer 20 g de sol et 150 mL d'eau. Bien mélanger.



- Verser le contenu de l'erlenmeyer dans un entonnoir muni d'un cône de papier-filtre.
- Quel est l'aspect du filtrat (expérience schématisée à droite)?

.....

Les complexes argilo-humiques sont de l'aspect trouble du filtrat.



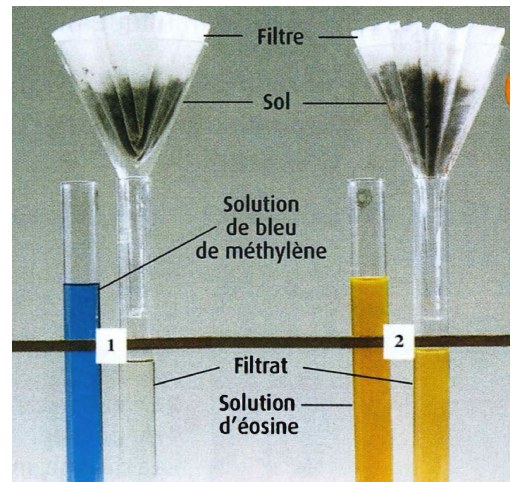
Manipulations n° 2 – Mettre en évidence les échanges de matière dans le sol.

- Placer deux entonnoirs munis de cônes de papier-filtre sur deux tubes à essais 1 et 2.
- Introduire dans chaque entonnoir un échantillon de sol.
- Verser dans le filtre 1 une solution de bleu de méthylène.

Garder un fond de tube de solution de bleu de méthylène en guise de témoin.

- Verser dans le filtre 2 une solution orange d'éosine.
Garder un fond de tube de solution d'éosine en guise de témoin.

- Comparer la coloration des filtrats obtenus avec celle des colorants de départ.

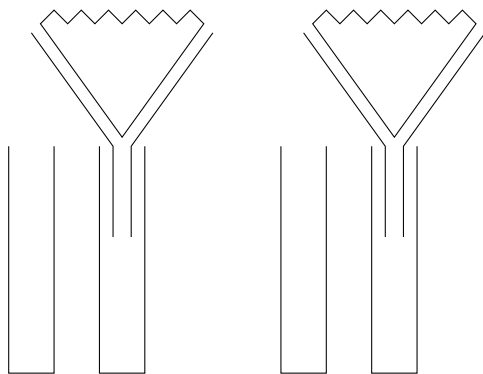


- La coloration bleue de la solution de bleu de méthylène (tube 1) est due à des cations. Les cations sont-ils retenus par le complexe argilo-humique du sol ?

.....

- La coloration orange de la solution d'éosine (tube 2) est due à des anions. Les anions sont-ils retenus par le complexe argilo-humique du sol ?

.....



Échanges d'ions et développement des végétaux

- Les plantes puisent par leurs racines les (essentiellement sous forme de cations) dont elles ont besoin dans la de sol (la phase liquide).
- Les cations peuvent être dans la **solution** de sol (= ils sont dans l'eau, tout simplement) ou bien par les **complexes argilo-humiques** (CAH en abrégé, qui piège les cations).
- Sur la figure ci-contre le complexe argilo-humique est représenté de façon *symbolique* par un gros rond autour duquel sont collés des , représentés symboliquement par des disques plus petits. Ces ions là sont retenus par le complexe argilo-humique. Il peut bien sûr y avoir un échange d'ions entre l'eau contenue dans le sol et le complexe argilo-humique, lorsque les ions ne sont pas collés au disque mentionné précédemment ils sont dits libres, et ainsi les plantes peuvent les absorber via leurs racines.

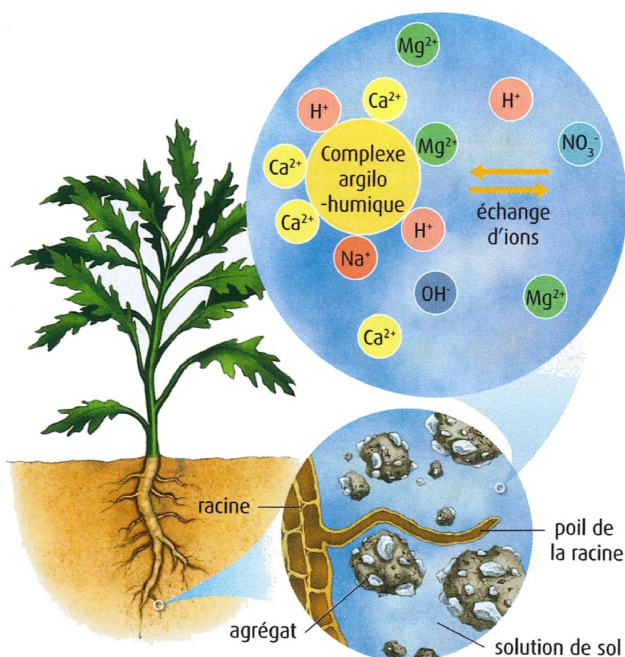


FIG. 3 – Complexe argilo-humique (CAH).

Une explication plus détaillée du sol

- La terre *arable* se présente sous forme d'**agrégats** (des grumeaux) de différentes tailles. Au microscope, chaque « grumeau » apparaît formé de grains de sable cimentés par un complexe brun formé d'argile et d'humus, c'est ce complexe brun qui est le fameux **complexe argilo-humique**. Une telle structure présente des pores ou cavités permettant une bonne circulation de l'air et de l'eau dans le sol.

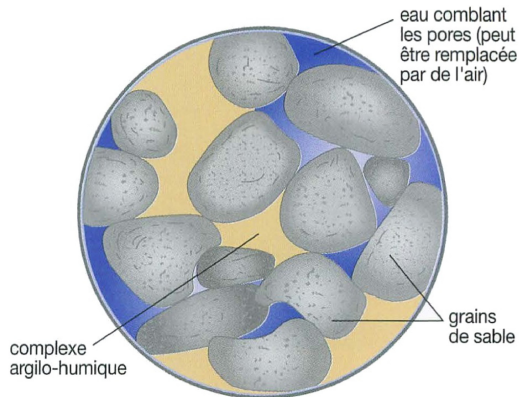


FIG. 4 – Explication du CAH.

- Le CAH (complexe argilo-humique) possède une surface chargée et capture donc les chargés positivement apportés par l'eau. On dit que le CAH forme un **réservoir de cations**, qu'il peut ensuite céder aux plantes suivant leurs

Les sols sont menacés par les pluies acides

- Les pluies acides sont dues à la présence dans l'atmosphère de libérés par des phénomènes naturels (éruptions volcaniques) et certaines activités humaines (industrie et circulation, avec dégagement de dioxydes de soufre et d'azote).

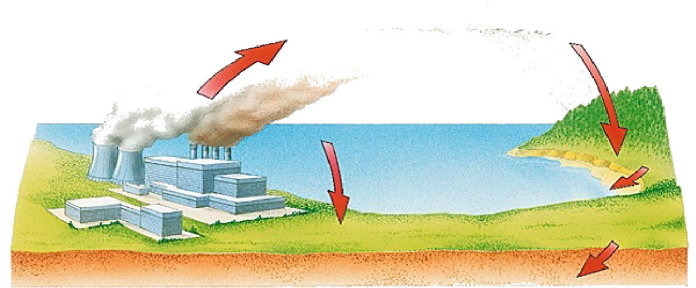


FIG. 5 – Pluies acides.

- Les pluies acides le sol en minéraux. Les effets des pluies acides sont plus importants si le sol est pauvre en agrégats : le sol est moins poreux, l'eau y est alors moins retenue, elle s'infiltré plus rapidement dans les couches souterraines en entraînant avec elle les ions de la solution de sol. Conséquence : les plantes ne trouvent pas les nécessaires !

2 Eau de source, eau minérale, eau du robinet : quelles différences ?

2.1 Reconnaître les trois types d'eaux



FIG. 6 – Différents types d'eaux.

Parmi les eaux proposées ci-dessus, quelles-sont celles qui sont potables ?

.....

.....

Les classer en trois types d'eaux différentes.

.....

.....

.....

2.2 Les critères de potabilité

La composition chimique et microbiologique de l'eau de consommation est strictement réglementée au niveau national et européen. Pour une soixantaine de paramètres, la norme fixe une valeur chiffrée à ne pas dépasser. Seules l'eau et l'eau doivent rigoureusement répondre aux normes de potabilité. Par ailleurs, il faut que la couleur, la saveur et l'odeur soient acceptables pour le consommateur.

Paramètre ou chimique	« Limite de qualité » (valeurs limites)
pH	entre 6,5 et 9
Nitrate NO_3^- (indésirable)	50 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$
Nitrite NO_2^- (indésirable)	0,50 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$
Sodium Na^+ (indésirable)	200 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$
Sulfate SO_4^{2-} (indésirable)	250 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$
Plomb Pb^{2+} (toxique)	10 $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$
Pesticides (toxiques)	0,50 $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$

Quels sont les critères relatifs à la santé publique et ceux relatifs au confort du consommateur ? Lesquels d'entre eux sont soumis à une norme ?

.....

.....

Quels critères de potabilité ne sont pas respectés par l'eau minérale Vichy Saint-Yorre ? Pourquoi est-elle pourtant commercialisée ?

.....

.....

2.3 Eaux minérales, eaux de source

On peut classer les eaux de consommation en trois groupes : l'eau du robinet, les eaux minérales et les eaux de source.

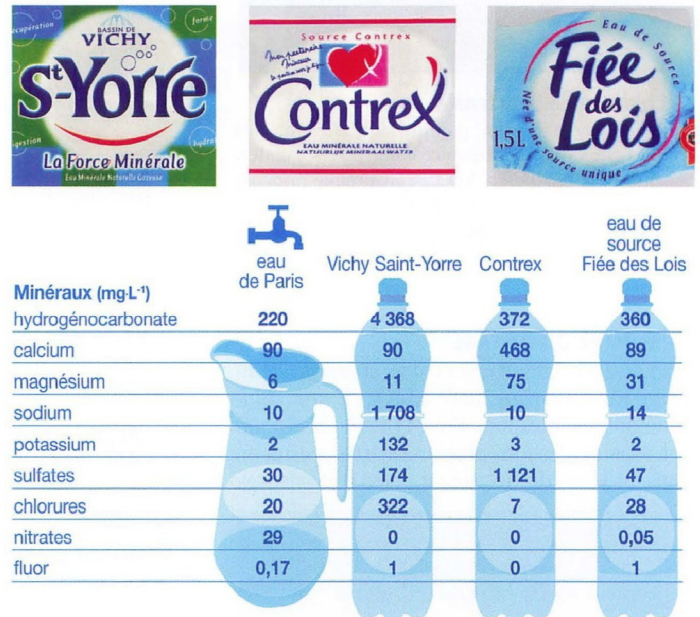


FIG. 7 – Classement des eaux minérales.

L'eau du robinet a généralement subi des pour être propre à la consommation.

Une **eau minérale** est d'origine souterraine et ne subit **aucun traitement**. Elle chemine en profondeur durant une longue période et se charge de minéraux. Sa **composition** reste **constante**. Une eau minérale possède des propriétés, démontrée scientifiquement par des études sur des patients, justifiant son classement.

Une **eau de source** ne subit **aucun traitement**. Son origine est également souterraine. Elle peut provenir de différentes sources et de régions éloignées les unes des autres. Sa composition minérale peut

2.4 Formation d'une eau minérale

L'eau de pluie s'infiltre dans le sol, emprunte des fissures et chemine très lentement et profondément sous terre. Elle traverse des matériaux (sables, cendres volcaniques...) qui jouent le rôle de filtre et libèrent des minéraux. L'eau

revient vers la surface pour émerger et donner l'eau minérale.

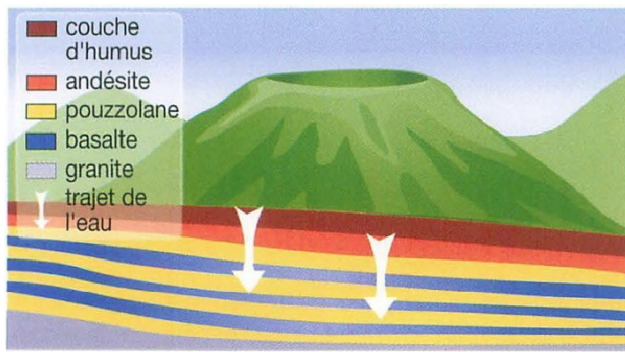


FIG. 8 – Le filtre géant de l'eau de Volvic.

L'eau de source et celle du robinet n'ont pas une composition minérale contrairement à l'eau

minérale.

Bilan Avant d'être puisée par l'Homme, et au contact des sols, l'eau se charge naturellement en **sels minéraux** (sous forme d'.....) et en **oligoéléments**. Ils sont indispensables à la santé et doivent être apportés en quantité suffisante mais pas excessive. Le tableau ci-dessous indique deux ions indispensables.

Sels minéraux	Exemple de troubles en cas de carences
Magnésium Mg^{2+}	<ul style="list-style-type: none"> • Fatigue, insomnie, anxiété • Tétanie • Croissance osseuse ralentie
Fluor F^-	<ul style="list-style-type: none"> • Caries dentaires

3 Correction des exercices (donnés lors de la séance n° 7)

5.1 N° 8 p. 73 – Analyser un chromatogramme

L'encre déposée au point C donne lieu à deux tâches jaune et bleue. Sa couleur d'origine est donc le vert.

5.2 N° 4 p. 73 – Couleur et pH

1. Il s'agit de l'acidité ou de la basicité, mesuré par le pH de la solution.
2. Sur la photo on constate que la couleur bleue est indiquée pour $pH = 9$ donc pour un pH supérieur à 7 : l'eau savonneuse est donc basique.

5.3 La grotte de LASCAUX

1. L'usage du mot colorant est impropre ici. Le document 1 parle explicitement de poudre insoluble dans l'eau, il faut donc remplacer le mot colorant par « pigment ».
2. La grotte originale de Lascaux a subi des dégradations, en particulier des changements de couleur des fresques (c'est-à-dire des *transformations chromatiques*), en raison de :
 - l'humidité apportée par les visiteurs ;
 - la chaleur apportée par les visiteurs ;
 - l'acidité, due aux rejets de dioxyde de carbone CO_2 par la respiration ;
 - la lumière, due aux éclairages artificiels mis en place afin de permettre les visites.

Le fac-similé de la grotte utilise quant à lui des pigments qui ne subissent pas de transformation chromatique.

3. On constate sur le document 3 que M. MARTIN a une vision floue de la fresque. Son œil présente un défaut, qui a pour conséquence que la fresque est située en dehors des deux limites de vision nette, le PP *punctum proximum* et le PR *punctum remotum*. La salle des taureaux est une salle de grande taille, si M. MARTIN ne peut pas accommoder et obtenir une image nette, même en se déplaçant, c'est que les fresques sont au-delà de son PR.

Ainsi, M MARTIN a un PR qui n'est pas à l'infini, il est donc myope. Ce point est confirmé par la figure de droite du document 3, qui est typique d'un œil myope : PP plus proche, PR qui n'est pas à l'infini.

Pour corriger sa myopie, M. MARTIN doit porter des verres correcteurs divergents.

4. Les encres déposées sur le papier par l'imprimante vont jouer le rôle de *filtres* : la lumière blanche de l'éclairage naturel est partiellement absorbée par les encres, puis se réfléchit sur le papier avant d'être renvoyée vers l'observateur. Dès lors que Nicolas utilise une feuille de papier blanche pour son impression, la couleur perçue par Nicolas obéit donc aux règles de la synthèse soustractive.

L'imprimante comporte pour les photos trois couleurs primaires, jaune, cyan et magenta, les trois couleurs primaires de la synthèse soustractive, en plus de l'encre noire dédiée aux textes. Afin de créer l'impression d'une encre rouge, le document 4 montre qu'il faut ajouter les encres magenta et jaune. Le document 5 n'a pas d'utilité, il est juste là pour éviter de « donner » la réponse à la question !

4 Exercice pour la séance n° 7

6.1 N° 10 p. 74 – Les couleurs primaires

6.2 N° 11 p. 74 – Les tulipes noires

6.3 Les ocres

Document 1 : les ocres

La goethite, de couleur jaune, est de l'oxyde de fer hydraté (FeOOH). L'hématite, de couleur rouge, est de l'oxyde ferrique (Fe_2O_3).

La déshydratation de la goethite par chauffage conduit à l'hématite. La température de chauffage de la goethite doit atteindre $950\text{ }^\circ\text{C}$ pour la transformation complète en hématite, mais à des températures inférieures, la transformation partielle conduit à une gamme de couleurs s'étendant de l'orangé au rouge sombre.

Les ocres ont l'avantage d'offrir des couleurs à la fois chaudes et délicates ; elles possèdent une bonne résistance à la lumière et à l'humidité, et donc aussi une excellente tenue dans le temps.

Bernard VALEUR, *La chimie crée sa couleur... sur la palette du peintre*, dans *La chimie et l'art*, éditeur EDP Sciences, 2010.

Document 2 : le curcuma

Le « curcuma » est une plante herbacée vivace, à rhizome(*), originaire du sud de l'Asie. Il est principa-

lement cultivé en Inde et est connu en Occident depuis l'Antiquité.

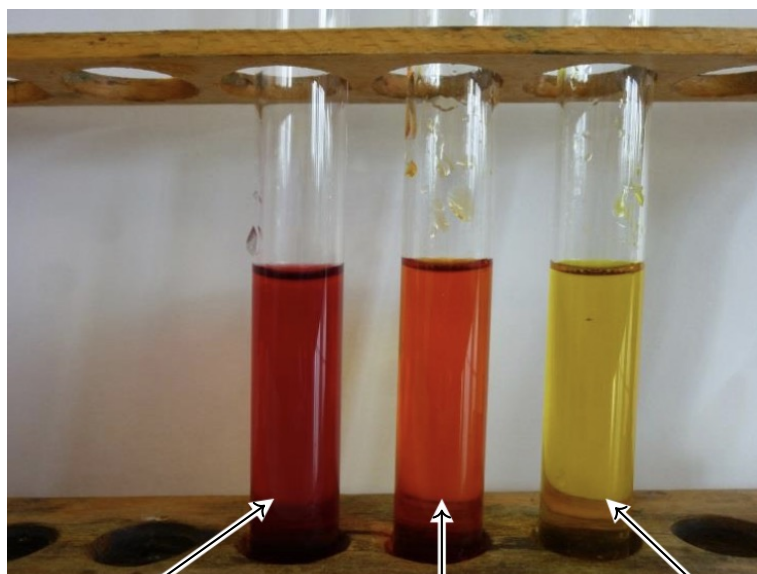
Le rhizome est bouilli, débarrassé de sa peau, séché au soleil, puis réduit en une poudre jaune-orangé dénommée curcumine.

La curcumine entre dans la composition d'autres épices, notamment le curry. Elle est aussi utilisée comme teinture jaune-orangé.

(**rhizome* : tige souterraine vivace, généralement à peu près horizontale, émettant chaque année des racines et des tiges aériennes.

Au laboratoire, Paul, élève de première L1, a pris de la poudre de curry et a extrait la curcumine qui lui donne sa couleur jaune. Comme la curcumine est insoluble dans l'eau, il l'a extraite en agitant de la poudre de curry dans l'éthanol, puis il a filtré ; la solution qu'il a obtenue est translucide, de couleur orange (tube témoin).

Paul a réalisé, sur la solution obtenue, les expériences dont les résultats sont donnés ci-dessous :

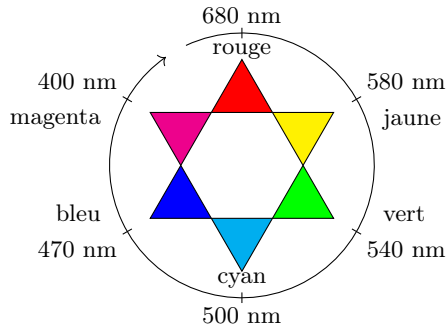


Ajout de soude :
milieu basique $\text{pH} > 8$
couleur rouge

Tube témoin :
milieu neutre $\text{pH} = 7$
couleur orange

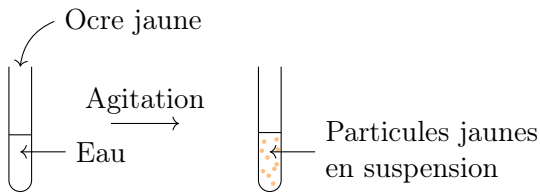
Ajout d'acide chlorhydrique :
milieu acide $\text{pH} < 6$
couleur jaune

Document 3 : le cercle chromatique



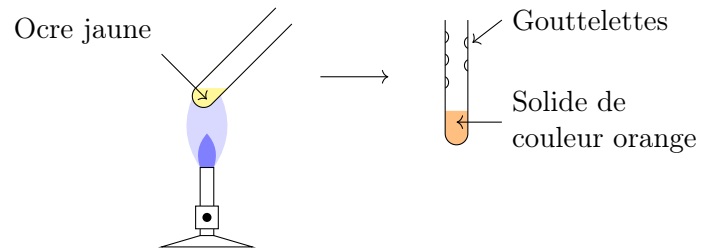
Questions

1. Paul réalise au laboratoire l'expérience 1 ci-dessous.



D'après cette expérience, indiquer si l'ocre est un pigment ou un colorant. Expliquer.

2. Paul réalise au laboratoire l'expérience 2 ci-après.



2.a. À l'aide des documents, expliquer de quoi sont constituées les gouttelettes visibles sur les parois du tube à essai.

2.b. Expliquer comment Paul aurait pu obtenir un ocre rouge.

3. L'ocre jaune absorbe principalement une lumière colorée.

Parmi les quatre lumières colorées citées ci-dessous, préciser celle qui est principalement absorbée. Recopier la réponse correcte sur votre copie.

rouge verte bleue jaune

4. En Inde, les teinturiers sur coton teignent avec du curcuma dans une solution basique de carbonate de sodium et nuancent ensuite dans un bain au jus de citron (milieu acide).

Expliquer cette méthode.

5. À travers les réponses précédentes et les documents, citer quatre facteurs permettant de modifier la couleur d'une matière colorante.