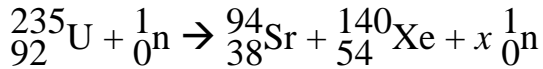


CALCULATRICE AUTORISEE**Durée : 2h00****(Tiers-temps : 2h40min)****Les portables seront éteints et placés dans le sac (ou cartable).****Le sac sera déposé aux extrémités de la salle****Tout échange de matériel est interdit****Cette feuille A3 servira de brouillon****CONTENU :****Les exercices peuvent être traités dans le désordre**

	<u>Titre</u> :	Points	Enoncé page	Annexe à rendre page
I	Sous-marin à propulsion nucléaire	3	2	
II	L'homme a marché sur la Lune	3,5	2	
III	L'étoile Véga	4	3	7
IV	Le traitement de l'eau	3	4	7
V	Les colorants alimentaires	3,5	5	7
VI	La crocétine en met plein la vue	3	6	7
VII	Bonus : Qui est-il ? (0,5 point)	0,5	6	

I. Sous-marin à propulsion nucléaire

- Un sous-marin à propulsion nucléaire utilise comme combustible de l'uranium enrichi en isotope $^{235}_{92}\text{U}$
- Le type de réaction mise en jeu est le même que celui de nos centrales nucléaires actuelles.
- Un noyau d'uranium subit la réaction d'équation :



où x est un nombre entier



Sous-marin nucléaire « le Terrible »

L'exercice qui suit comporte **2 parties indépendantes**.

1. Connaissances et application de cours

- 1.1. S'agit-il d'une réaction de fission nucléaire ou de fusion nucléaire ? Justifier votre réponse
- 1.2. Donner la constitution d'un noyau d'uranium 235.
- 1.3. Déterminer la valeur du nombre x de l'équation. Justifier en énonçant les deux lois utilisées.
- 1.4. Les produits de la réaction sont radioactifs. Qu'est-ce qu'un noyau radioactif ?
- 1.5. Quelle interaction fondamentale permet d'assurer la cohésion du noyau atomique ?

2. Problème : Quelle est l'énergie libérée par la transformation d'un noyau d'uranium ?

- Données : $m(^{235}_{92}\text{U}) = 235,0439 \text{ u}$; $m(^{94}_{38}\text{Sr}) = 93,9154 \text{ u}$; $m(^{140}_{54}\text{Xe}) = 139,9252 \text{ u}$; $m({}^1_0\text{n}) = 1,0087 \text{ u}$;

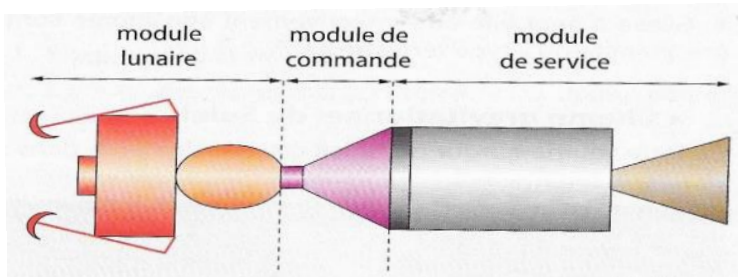
Unité de masse atomique : $1 \text{ u} = 1,66 \times 10^{-27} \text{ kg}$; La valeur de la célérité de lumière est à connaître.

- 2.1. Calculer, en joules, l'énergie libérée E par la transformation d'un noyau d'uranium.

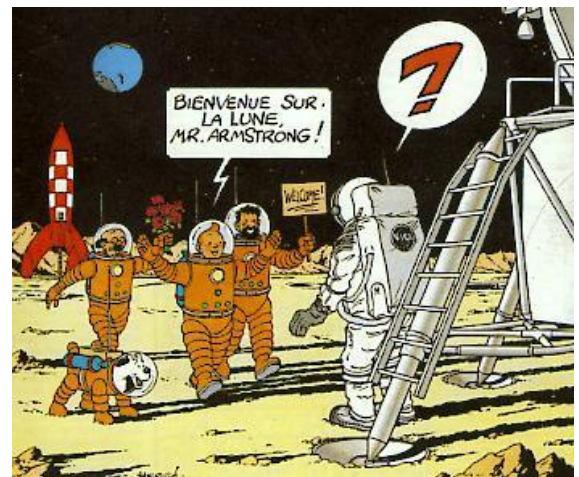
Aide : calculer la variation de masse Δm en unité de masse atomique (u).

- *L'élève est évalué(e) sur ses capacités à concevoir et à mettre en œuvre une démarche de résolution. Toutes les prises d'initiative et toutes les tentatives de résolution, même partielles, seront valorisées.*

II. L'homme a marché sur la Lune



- Le 21 juillet 1969, à 3h56 min (heure française) , Neil Armstrong est le premier homme à poser le pied sur la Lune : c'est la mission Apollo XI .
- Parti de la Terre, le 16 juillet avec trois astronautes à bord : Armstrong, Aldrin et Collins, le vaisseau Apollo XI se satellise autour de la Lune le 19 juillet , sur une orbite circulaire à **une altitude $h = 100 \text{ km}$** .
- Le vaisseau Apollo XI comprend trois parties (voir schéma ci-dessous) : un module de service (masse : 24 tonnes), un module de commande (6,0 tonnes) et le module lunaire appelé LEM (15 tonnes).
- Le 20 juillet, les astronautes Armstrong et Aldrin quittent Collins (qui reste en orbite dans le module de commande) et se glissent dans le module lunaire. Le LEM se sépare du module de commande pour se poser à 21h17min sur le sol lunaire. Armstrong sortira après quelques heures de travail préparatoire et de vérifications.
- Données : Masse de la Lune : $M_L = 7,35 \times 10^{22} \text{ kg}$; Rayon de la Lune : $R_L = 1,74 \times 10^3 \text{ km}$; Constante de gravitation universelle : $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N.kg}^{-2}.\text{m}^2$; 1 tonne = 10^3 kg



1. Etude de l'orbite d'Apollo XI

- 1.1. A partir de l'expression de la force gravitationnelle, vérifier que la valeur de la force F subie par le vaisseau de masse m au voisinage de la Lune à l'altitude h est $F = 6,5 \times 10^4$ N.
- 1.2. Sur un schéma où apparaîtra la Lune, représenter, la force \vec{F} subie par le vaisseau en orbite, considéré comme ponctuel. Echelle : 1 cm pour 1×10^4 N
- 1.3. Le champ de gravitation dépend-il de la masse du vaisseau ? Justifier rapidement.
- 1.4. Quelle est la valeur \mathcal{G} du champ de gravitation de la Lune au niveau du vaisseau ?

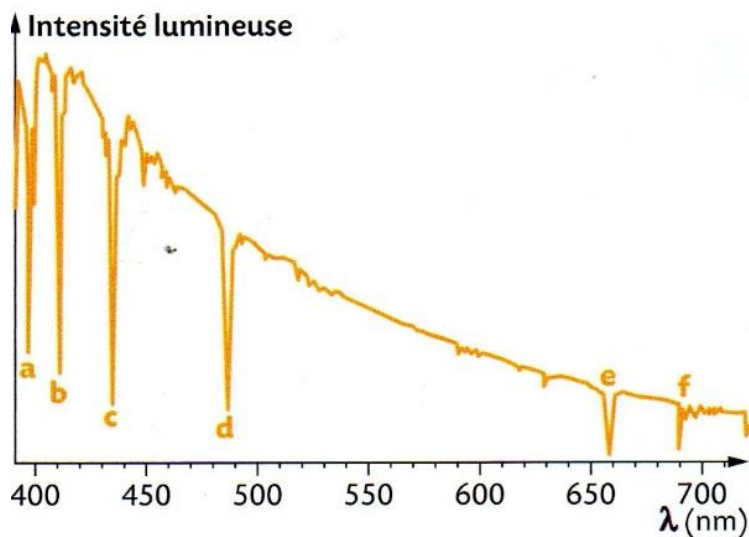
2. Le LEM sur la Lune

- 2.1. En première approximation, le champ de gravitation peut se confondre avec le champ de pesanteur à la surface de la Lune. Sachant que l'intensité du champ de pesanteur notée g_L est 6 fois plus faible que sur la Terre g_T , donner la valeur g_L du champ de pesanteur lunaire.
La valeur de g_T peut être une valeur approximative
- 2.2. Quelle est la force qui permet au LEM de rester sur le sol lunaire ? Calculer sa valeur.

III. L'étoile Véga

Doc 1 : L'étoile Véga

Véga est l'étoile la plus brillante de la constellation de la Lyre. Elle est située à 25 années de lumière du système solaire. Historiquement, ce fut la première étoile analysée après le Soleil. Sa température de surface est de 7 100 K.



Une partie du profil spectral de Vega

Doc 2 : Niveau d'énergie de l'atome d'hydrogène :

Voir page 7 de la feuille réponse

Doc 3 : Quelques longueurs d'onde caractéristiques

Longueurs d'onde (en nm) de quelques radiations caractéristiques d'entités chimiques :

Sodium : 411 - 445 - 589

Hydrogène : 434 - 486 - 656

Doc 4 : Données

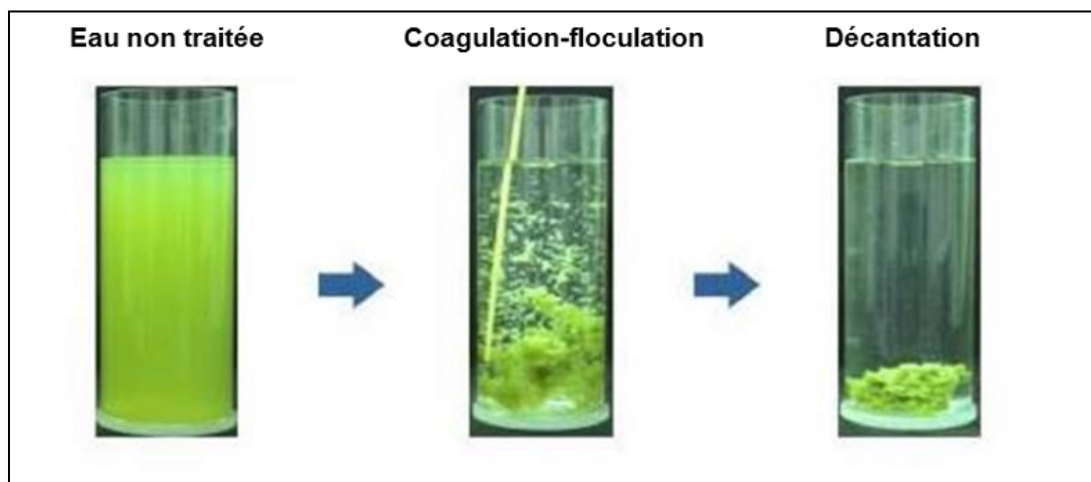
- Loi de Wien : $T = \frac{2,89 \times 10^6}{\lambda_{\max}}$
Avec T en K et λ_{\max} en nm
- $h = 6,63 \times 10^{-34}$ J.s
- $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19}$ J
- La valeur de c est à connaître

- 1) Calculer la longueur d'onde dans le vide, λ_{\max} , de la radiation émise avec le maximum d'intensité par Véga, en supposant qu'elle suit la loi de Wien.
- 2) La valeur obtenue est-elle en accord avec le profil spectral du **Doc. 1** ? Justifier votre réponse.
- 3) Peut-on affirmer que l'atmosphère de Véga contient du sodium ? Justifier votre réponse.
- 4) Six pics d'absorption ont été repérés par des lettres allant de a à f sur le profil spectral de Vega. Parmi ces pics, identifier ceux qui peuvent être attribués à l'atome d'hydrogène. Ne pas justifier.
- 5) **Pour l'une de ces raies d'absorption (à votre choix)**, déterminer l'énergie E , en J puis en eV, des photons associés à cette radiation.
- 6) Sur le diagramme des niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène page 7 de la feuille réponse, représenter par une flèche la transition associée à cette raie.

IV. Le traitement de l'eau

- Pour rendre potable l'eau, on fait souvent appel à des cations métalliques, tels que Al^{3+} et Fe^{3+} . Ils interviennent lors de l'étape de coagulation-floculation qui permet d'éliminer la turbidité* de l'eau (microparticules comme l'argile responsable d'un trouble de l'eau). Cette étape peut être également utilisée dans le cadre du traitement des eaux usées.

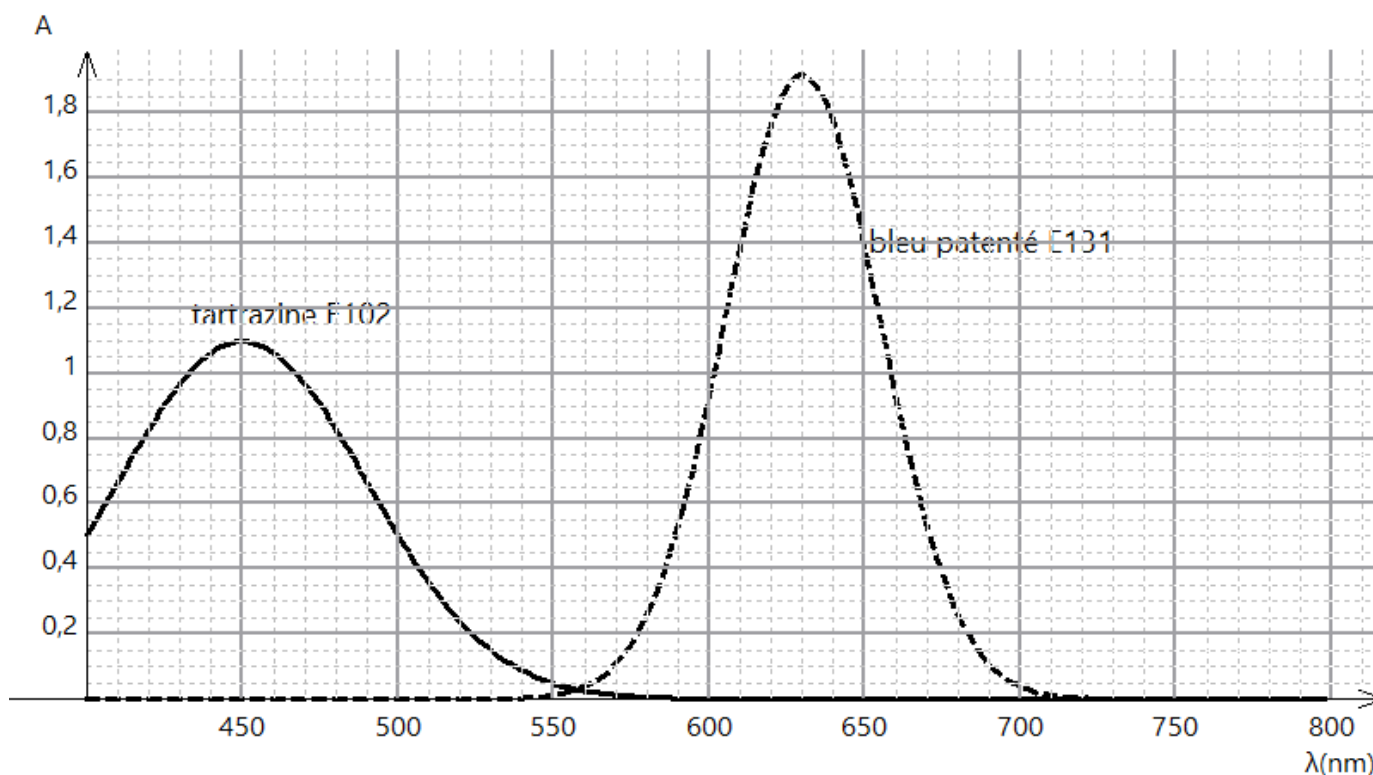
*La **turbidité** désigne la teneur d'un fluide en matières qui le troublent.



- Dans une station d'épuration, des techniciens souhaitent réaliser l'opération de coagulation-floculation sur une eau de rivière. Pour ce faire, dans le bassin de 2000 L, ils doivent obtenir une concentration molaire en ions Al^{3+} de $4,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. Les techniciens disposent d'un solide ionique, le sulfate d'aluminium, de formule $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ pour réaliser cette solution.
- **Données** : ion aluminium : Al^{3+} ; $M(\text{Al}^{3+}) = 27,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; ion sulfate : SO_4^{2-} : $M(\text{SO}_4^{2-}) = 96,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
- 1) Expliquer pourquoi l'eau est un bon solvant pour dissoudre le sulfate d'aluminium.
 - 2) Quelles sont les deux étapes intervenant dans la dissolution d'un solide ionique.
 - 3) Equilibrer l'équation de dissolution du sulfate d'aluminium dans le tableau d'avancement **page 7 de la feuille réponse**
 - 4) A l'aide du tableau d'avancement **page 7 de la feuille réponse**, déterminer la relation mathématique reliant la quantité de sulfate d'aluminium ajouté initialement dans le bassin, $n_1 = n_1(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3)$, et la quantité d'ion Al^{3+} présents après dissolution, $n_f(\text{Al}^{3+})$.
 - 5) Quelle est la masse, de sulfate d'aluminium, $m(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3)$, que les techniciens doivent ajouter pour réaliser l'étape de coagulation-floculation ? Expliquer votre démarche.

V. Les colorants alimentaires

- L'étiquette d'un sirop de menthe indique qu'il contient deux agents colorants, E102 (tartrazine) et E131 (bleu patenté). Par contre l'étiquette ne mentionne pas leur concentration.
- Les élèves décident de déterminer celles-ci en utilisant un spectrophotomètre.
- Ils réalisent le spectre d'absorption $A = f(\lambda)$ de chacun des colorants et obtiennent les spectres ci-dessous.



- Ensuite, ils réalisent une échelle des teintes pour chacun des colorants et mesurent l'absorbance de chacune des solutions. Tous les résultats sont consignés dans le tableau suivant.

Pour $\lambda = 450$ nm, pour le colorant E102							Pour $\lambda = 630$ nm, pour le colorant E131					
N° solution	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Concentration C (mg.L ⁻¹)	5	10	12,5	15	20	25	2,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0
Absorbance A	0,26	0,41	0,50	0,61	0,83	1,00	0,38	0,58	0,74	0,88	1,08	1,41

- Pour finir, le sirop de menthe est dilué 10 fois ; un échantillon de la solution diluée est mise dans une cuve du spectrophotomètre. A la longueur d'onde $\lambda = 450$ nm, l'absorbance est de $A_{450} = 0,53$.

1) En utilisant les spectres, déterminer la couleur de chacun des colorants alimentaires. Justifier.

2) Justifier les longueurs d'onde utilisées pour réaliser les mesures d'absorbance de chaque colorant indépendamment.

- Les valeurs d'absorbance sont reportées sur le graphe **page 7 de la feuille réponse**.

3) Rappeler la loi de Beer - Lambert en précisant les unités.

4) La loi de Beer - Lambert est-elle vérifiée pour les deux colorants. Justifier.

5) Déterminer la concentration du colorant E102 dans l'échantillon, puis dans le sirop. Une construction graphique **page 7 de la feuille réponse** est attendue.

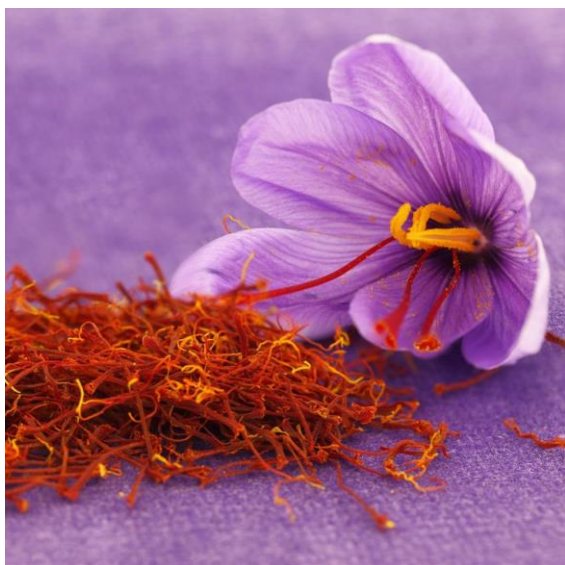
6) La dose journalière admissible (DJA) du colorant E102 est égale à 2,5 mg/kg de masse corporelle/jour.

Quel volume de sirop ne doit pas dépasser, par jour, un consommateur dont la masse est égale à 50 kg ?



VI. La crocétine en met plein la vue

- La crocétine est une molécule extraite des pistils de crocus, utilisé notamment dans le safran à raison de 10% en masse dans le safran frais.



Données :

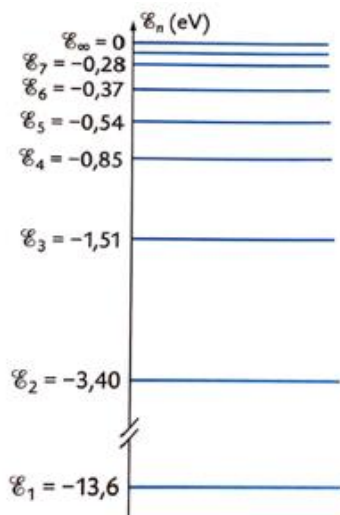
- Masse molaire crocétine : $M = 328,4 \text{ g.mol}^{-1}$;
 - Nombre d'Avogadro : $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
 - Formule topologique de la crocétine représentée page 7 de la feuille réponse.
 - Cercle chromatique ci-dessus :
- 1) Quelle est la formule brute de la crocétine ?
 - 2) Déterminer l'ordre de grandeur du nombre de molécules présentes dans 1 mg de safran frais.
 - 3) Cette molécule contient-elle des liaisons doubles conjuguées ? Justifier. Surligner les liaisons doubles conjuguées sur la feuille réponse page 7
 - 4) En déduire pourquoi la crocétine est colorée.
 - 5) Les pistils sont jaune orangé. Dessiner l'allure du spectre d'absorption de la crocétine.

VII. Bonus : Qui est-il ? (0,5 point)

- Il n'est pas méridional,
Mais on le dit cardinal.
Et celui qui le perd, c'est fâcheux.
A un comportement curieux.
Qui est-il ?

Feuille réponse

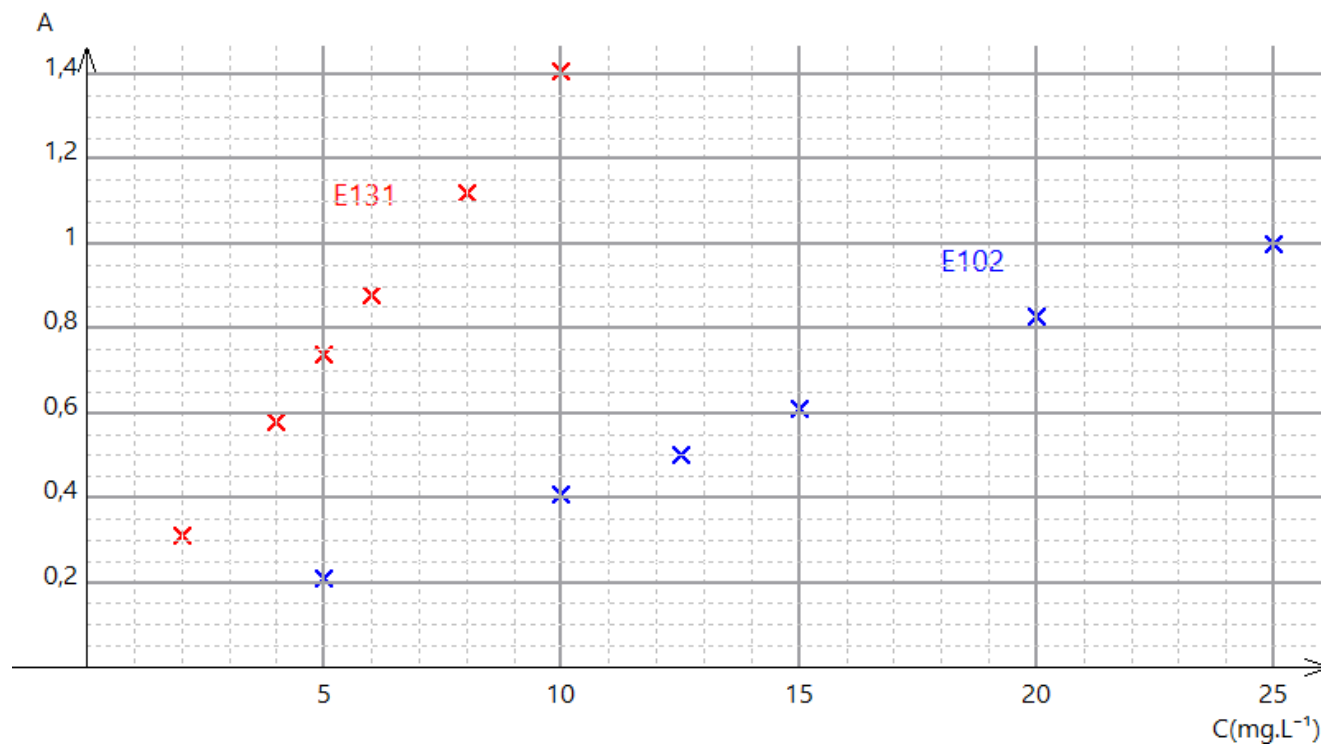
III. L'étoile Véga



IV. Le traitement de l'eau

équation de dissolution →		... Al ₂ (SO ₄) ₃ (s)	→	... Al ³⁺ _(aq)	+	... SO ₄ ²⁻ _(aq)
Etat initial	x = 0	n₁				
en cours	x					
Etat final	x = x _{max}					

V. Les colorants alimentaires



VI. La crocétine en met plein la vue

