

Dosage par étalonnage : comparaison de plusieurs sodas

Anthony Jacquot stagiaire externe 2022-23

1. Présentation de la séquence

1.1. Place dans la progression et objectif principal

Le titre de la séquence présentée ici est *CTM2 – Les solutions aqueuses : concentration et analyse* appartenant au thème *Constitution et Transformation de la Matière* du programme de physique-chimie de seconde générale et technologique 2GT. Elle intervient en fin de premier trimestre et est traitée trois mois après une première séquence liée à ce thème : *CTM1 – Corps purs et mélanges*. Cette première séquence avait pour objectif d'approfondir la connaissance des espèces chimiques, mélanges et corps purs déjà abordés au collège ainsi que leur identification. Cette nouvelle séquence *NC2* vise à développer les capacités des élèves au laboratoire de chimie via la réalisation de solutions, de dosages par étalonnage mais également leur sens de l'analyse via la critique de résultats.

Il a été volontairement choisi de présenter une progression en spirale afin que les élèves puissent réactiver leurs connaissances tout au long de l'année via divers thèmes et ainsi les pérenniser.

PHYSIQUE-CHIMIE 2GT2: 3h30 élève/semaine			PROGRESSION ANNUELLE 2022-2023			
SEMAINES		n°	S	Chapitres envisagés	ENSFEA	TP / DS / DM
Semestre 1						
SEPTEMBRE	du Je 01/09 au 02/09	35	1	Règles en laboratoire et travail sur unités, conversions, $\times 10^x$		
	du 05/09 au 09/09	36	2			
	du 12/09 au 16/09	37	1	OS1: Réflexion et Réfraction de la lumière (obsv)		TP d'introduction
	du 19/09 au 23/09	38	2		ENSFEA	DS
	du 26/09 au 30/09	39	1	CTM1: Corps purs et mélanges + Transformations physiques (obsv)	ENSFEA	
OCTOBRE	du 03/10 au 07/10	40	2			TP et DS
	du 10/10 au 14/10	41	1	OS2: Dispersion de la lumière (N)		
	du 17/10 au 21/10	42	2			
	du 24/10 au 28/10	43	1	VACANCES		DM
NOVEMBRE	du 31/10 au 04/11	44	2	VACANCES		
	du 07/11 au Je 10/11	45	1			DS
	du 14/11 au 18/11	46	2	OS2: Dispersion de la lumière (N)	ENSFEA	DS
	du 21/11 au 25/11	47	1		ENSFEA	
DECEMBRE	du 28/11 au 02/12	48	2	CTM2: Les solutions aqueuses: concentration et analyse		DS / TP
	du 05/12 au 09/12	49	1			TP
	du 12/12 au 16/12	50	2			TP
	du 19/12 au 23/12	51	1	VACANCES		
	du 26/12 au 30/12	52	2			
JANVIER	du Ma 03/01 au 06/01	1	1	MI1: Description d'un mouvement (N)		DS
	du 09/01 au 13/01	2	2		ENSFEA	

Tableau 1 - Extrait de ma progression annuelle

1.2. Contenus et capacités attendues

Les contenus à apporter aux élèves lors de cette séquence ainsi que les capacités attendues, sont précisés par le Bulletin Officiel de l'éducation nationale.

1.2.1. Contenus

- Solvant, soluté, solution
- Concentration en masse
- Concentration maximale d'un soluté (saturation)
- Dosage par étalonnage

1.2.2. Capacités attendues

- Identifier le soluté et le solvant à partir de la composition ou du mode opératoire de préparation d'une solution.
- Distinguer la masse volumique d'un échantillon et la concentration en masse d'un soluté au sein d'une solution.
- Déterminer la valeur de la concentration en masse d'un soluté à partir du mode opératoire de préparation d'une solution par dissolution ou par dilution.
- Choisir et utiliser la verrerie adaptée pour préparer une solution par dissolution ou par dilution.
- Déterminer la valeur d'une concentration en masse et d'une concentration maximale à partir de résultats expérimentaux.
- Déterminer la valeur d'une concentration en masse à l'aide d'une gamme d'étalonnage (échelle de teinte ou mesure de masse volumique).

Le plan de séquence, présentant le déroulé de chaque séance, soit la façon dont on tend à atteindre les objectifs est présenté en annexe 1 de ce document. Cette séquence se déroule en 11h30 et comprend 8 séances :

- 4 séances de cours-TD, comprises entre 55 min et 1h50.
- 3 séances de TP de 1h30 chacune.
- 1 séance d'évaluation sommative de 55 min.

1.3. Prérequis nécessaires

Les prérequis nécessaires pour aborder sereinement ce chapitre correspondent aux connaissances et capacités devant être acquises au cycle 4, classes de 4^{ème} et 3^{ème} au collège, mais également lors de la séquence CTM1, précisées par le Bulletin Officiel de l'éducation nationale.

Connaissances / Notions	Compétences associées
• Espèce chimique • Corps purs et mélanges • Masse volumique • Solution et solubilité • Miscibilité • Etats de la matière • Conservation de la masse	• Citer des exemples courants de corps purs et de mélanges homogènes et hétérogènes. • Citer la valeur de la masse volumique de l'eau liquide et la comparer à celles d'autres corps purs et mélanges. • Réaliser des calculs de masse volumique. • Mettre en place un protocole afin de déterminer la masse volumique d'un échantillon solide ou liquide. • Mesurer des volumes et des masses pour estimer la composition de mélanges. • Caractériser les différents états de la matière.

Tableau 2 - Prérequis nécessaires pour aborder correctement la séquence NC2.

Dans le cadre de cette séquence, les prérequis n'ont pas été testés via une évaluation diagnostique mais lors la première séance. Elle donnait lieu à une activité d'introduction à partir de l'étude d'un document. Elle visait principalement à :

- Réintroduire les notions de solution et solubilité.
- Introduire les notions de soluté et solvant.
- Introduire la notion de concentration massique.
- Rendre compte de la différence entre masse volumique et concentration massique.

1.4. Difficultés envisagées

Les élèves rencontrent souvent des problèmes de mathématiques notamment au niveau des conversions d'unités ainsi que des transformations d'expressions littérales (expression de la variable d'une relation en fonction des autres). Afin de pallier ces difficultés, nous avons retravaillé les conversions à l'aide des puissances de 10 comme en début d'année. Il semblerait que cela ait aidé les élèves à ne plus commettre ce genre d'erreurs. En ce qui concerne les transformations d'expressions littérales, j'ai attaché de l'importance à écrire avec les élèves toutes les étapes de transformations à chaque fois. Malheureusement il y a encore beaucoup d'élèves qui ne parviennent pas à réaliser cela en autonomie. J'envisage donc de leur donner la fiche méthode disponible en annexe 2 de ce document.

2. Description de l'activité pédagogique

Cette activité pédagogique est conçue sous la forme d'une démarche d'investigation qui donnera lieu à une évaluation capacitaire en deux temps :

- Une évaluation des capacités à manipuler correctement et en toute sécurité au laboratoire.
- Une évaluation du compte-rendu qui sera remis par chaque groupe à l'issue du délai imposé.

2.1. Place dans la progression

Cette activité a lieu en fin de séquence (séance 6) après la réalisation de deux premières activités expérimentales et d'une séance de cours-TD sur les dosages par étalonnage. Toutes ces séances ont été réalisées en prévision de cette dernière activité expérimentale.

En effet, l'objectif des deux premières séances de TP était de préparer les élèves à la façon dont un protocole doit être élaboré, à la manière de réaliser une solution et également d'améliorer la rédaction d'un compte-rendu d'activité expérimentale.

La séance 5 de cours-TD avait elle pour but d'introduire la notion de dosage par étalonnage via un exercice et la lecture d'une courbe d'étalonnage, puis d'institutionnaliser le savoir via la prise de notes dans le cahier de cours des élèves.

Une fois ces objectifs atteints, les élèves étaient alors en mesure de prendre part à cette démarche d'investigation en étant « armés » pour surmonter les difficultés potentielles.

2.2. Objectifs de l'activité

Les objectifs de cette activité sont multiples :

- Réinvestir les notions antérieurement installées lors de la séquence dans une démarche d'investigation contextualisée afin de valoriser l'approche expérimentale essentielle en cours de physique-chimie.
- Initier les élèves à la démarche d'investigation.
- Développer la capacité des élèves à travailler en équipe ainsi que la compétence orale, notamment la pratique de l'argumentation (préciser sa pensée, expliciter son raisonnement de manière à convaincre).
- Évaluer la capacité des élèves à retranscrire à l'écrit une démarche de résolution de problème dans un document structuré, synthétique mais précis.
- Utiliser l'outil numérique, le tableur, afin de tracer une courbe d'étalonnage.

2.3. Construction de l'activité

Cette activité est une amélioration de celle mise en place ces deux dernières années lorsque j'étais enseignant contractuel. Elle a été réorganisée et améliorée lors des cours à l'ENSFEA. L'énoncé a d'abord été construit à l'aide des conseils apportés par les formateurs. La grille d'évaluation a ensuite pu être construite en fonction des objectifs fixés et donc des compétences que je souhaitais évaluer.

2.3.1. Contextualisation de l'activité

Le sujet a été construit dans un souci de contextualisation du problème afin de donner du sens aux apprentissages, comme demandé dans le Bulletin Officiel de l'éducation nationale.

Le sujet distribué aux élèves est disponible en annexe 3 de ce document. Il est constitué d'un énoncé permettant de contextualiser la démarche d'investigation, d'une situation à résoudre énoncée en quelques lignes, des consignes concernant la trace écrite à rendre et de 6 documents plus ou moins utiles, permettant aux élèves de tirer des informations importantes pour la résolution du problème.

Enfin une page intitulée « cahier de laboratoire » leur est également distribuée afin qu'ils puissent écrire toute trace de recherche en amont de la rédaction du compte-rendu demandé.

2.3.2. Prise en compte de la diversité des élèves

Afin de prendre au mieux en compte la diversité des élèves, deux moyens principaux ont été mis en place.

Le premier est la création de « jokers », d'aides ciblées afin de ne pas bloquer les élèves dans leur recherche. Ces jokers sous forme de petites cartes, disponibles en annexe 4 de ce document, consistent à apporter des aides quant à la démarche de résolution du problème à mettre en œuvre (hypothèse facilitant la mise en place du protocole, indications sur les données importantes à relever dans les documents, indications concernant le matériel à disposition, aides à la rédaction du protocole expérimental). Elles sont distribuées aux élèves selon leurs besoins et à leur demande. Elles doivent donc permettre à chaque élève, peu importe ses difficultés, de prendre des initiatives et de pouvoir s'engager dans une démarche de résolution.

Les élèves travaillaient en groupe de deux ou trois qu'ils avaient eux-mêmes constitués. Le niveau des élèves au sein de ces groupes était parfois assez hétérogène. Cependant les élèves ayant un niveau plus faible étaient motivés par les élèves ayant un bon niveau. Ils se sont donc bien investis dans l'activité. En effet, ils ont pu échanger, argumenter ensemble afin de bien réaliser le protocole expérimental.

2.3.3. Réinvestissement des notions antérieurement installées

Cette activité et donc cette évaluation ont été construites avec un souci de réinvestissement des notions, capacités antérieurement installées dans la séquence *CTM2* mais également dans les autres séquences réalisées auparavant. Ces notions, capacités sont les suivantes :

- Mesurer des masses pour étudier la variabilité du volume mesuré par une pièce de verrerie ; choisir et utiliser la verrerie adaptée pour préparer une solution par dissolution ou par dilution. *CTM2*
- Déterminer la valeur d'une concentration en masse à l'aide d'une gamme d'étalonnage. *CTM2*
- Mettre en place un protocole afin de déterminer la masse volumique d'un solide ou d'un liquide. *CTM1*
- Rédiger un compte-rendu d'activité expérimentale structuré, argumenté et synthétique. *Toutes séquences confondues.*

2.3.4. Construction de la grille d'évaluation

La grille d'évaluation liée à l'activité de recherche et distribuée aux élèves, est présentée en annexe 5 de ce document. Elle reprend les 5 compétences évaluées :

- **S'approprier** qui vise à évaluer la façon dont les élèves recherchent et organisent l'information en lien avec la problématique étudiée.
- **Analyser/Raisonner** qui vise à évaluer si les élèves sont en capacité de formuler des hypothèses quant à l'élaboration d'un protocole, s'ils sont capables de choisir, d'élaborer et de justifier un protocole.
- **Réaliser** qui vise à apprécier la maîtrise des calculs (présentation, conversions d'unités, calculs menant à des valeurs correctes), la mise en œuvre des étapes expérimentales, la réalisation d'une courbe d'étalonnage avec l'outil numérique tableur.
- **Valider** qui vise à déterminer si l'élève fait preuve d'esprit critique face à ces résultats.
- **Communiquer** qui vise à apprécier la qualité des échanges à l'oral entre les élèves au sein d'un même groupe mais aussi avec l'enseignant. La présentation du compte-rendu, le vocabulaire utilisé ainsi que la qualité de l'argumentation sont également évalués.

2.4. Déroulement de l'activité

Phase	Durée	Rôle enseignant / Rôle élève
Séance 5 Lancement de l'activité	15 min	Enseignant : Distribution des sujets et des grilles d'évaluation. Explication de la consigne, lecture des documents, de la grille d'évaluation et des attendus. Élèves : Constitution des groupes selon leur choix. Lecture du sujet et reformulation du problème posé, rédaction de l'objectif de l'activité.
Séance 6 Temps de structuration	40 min	Élèves : Présentation des pistes de résolution envisagées, éventuels protocoles. Participation à la résolution du problème et prise en note les éléments donnés. Enseignant : Tour de salle pour contrôler le niveau d'avancement des élèves. Animation de la séance et mobilisation des élèves afin de redéfinir l'objectif du TP, d'analyser les documents, d'élaborer et de justifier le protocole à mettre en place, de réaliser les calculs préliminaires.
Temps de pratique	50 min	Élèves : Réalisation du protocole préalablement défini et justifié. Prise en note de leurs résultats expérimentaux. Début de rédaction du compte-rendu. Rangement du matériel et nettoyage des paillasse. Enseignant : Contrôle du respect des mesures de sécurité qui s'imposent en laboratoire. Evaluation des élèves lors de la réalisation des solutions (pesée, dissolution, prélèvement à la pipette jaugée, mesure des masses volumiques, tenue de la paillasse). Réponse aux éventuelles questions.

Phase de conclusion	5 min	Élèves : Communication sur l'état de réalisation des manipulations. Prise en note des consignes données Enseignant : Les consignes et des conseils sont donnés concernant le rendu du compte-rendu et les devoirs pour les vacances.
----------------------------	-------	--

Tableau 3 - Déroulement de l'activité

2.5. Rendu attendu : correction proposée aux élèves

À la suite de cette séance, une correction de cette activité de recherche, correspondant au rendu attendu, a été proposée aux élèves. Elle est disponible en annexe 6 de ce document.

2.6. Erreurs et difficultés prévisibles ou rencontrées

En tant qu'enseignant, j'ai rencontré quelques difficultés assez importantes :

La principale que je n'avais pas envisagée lors de la préparation de la séquence est celle de l'emploi du temps. Les emplois du temps de mes deux conseillers pédagogiques se chevauchent 2 heures par semaine au premier semestre. Cela m'empêche parfois d'avancer au rythme désiré. En effet il y a certaines activités que j'ai besoin de mettre moi-même en place afin de pouvoir les analyser or il n'est pas possible d'être présent à toutes les séances.

La deuxième difficulté est aussi liée à une contrainte de temps. Les vacances approchant et les dates de rendu des analyses de séquence pour l'ENSFEA également, je ne pouvais pas me permettre de réaliser la séance avec activité de recherche après les vacances de Noël. Je n'ai donc pas eu assez de temps en amont pour bien préparer les élèves à la démarche d'investigation. Du retard a été pris lors de la séance 5 qui devait en partie être dédiée à la préparation de la séance 6 (démarche d'investigation). En effet un exercice ayant pour thème le dosage par étalonnage a été corrigé en classe. Voulant bien attirer l'attention des élèves sur ce point, les préparer au TP, j'ai utilisé beaucoup de temps (40 min sur les 1h50) pour la correction de cet exercice (choix d'une grandeur physique à mesurer, réalisation de solutions étalons, lecture de graphique, échelle de graphique). Je pensais que cette prise de temps serait bénéfique pour la suite mais ça ne s'est pas avéré être le cas. Après la phase d'institutionnalisation du savoir, il ne restait plus que 10 min pour préparer la séance de TP, ce qui était bien trop peu. Les élèves ont donc dû préparer cette activité à la maison, sans aucun joker disponible.

Parmi les difficultés rencontrées par les élèves, je m'attendais donc à retrouver les suivantes :

- Difficultés à analyser les documents et à les utiliser. Une partie assez importante des élèves ne comprenaient pas à quoi servaient les documents.

Même si l'objectif du TP avait été globalement bien compris, peu d'élève ont réussi à déduire du document 1, qu'il fallait réaliser des solutions avec le matériel à disposition. Aucun élève n'a réussi à déduire des documents qu'il fallait réaliser un dosage par étalonnage afin de déterminer la concentration de la boisson. Cette difficulté à repérer les données importantes dans les documents ainsi qu'à mobiliser les connaissances à mettre en œuvre m'ont surpris, étant donné le temps qui avait été accordé à la correction de l'exercice portant sur les dosages ainsi qu'à l'institutionnalisation du savoir.

- Concernant l'élaboration du protocole, aucun élève n'avait réussi à en proposer un en amont de la phase de structuration. Lors de cette phase, les élèves ont en revanche pu être davantage mobilisés et ont su à l'aide d'indications (jokers prévus) et de schémas réalisés au tableau, élaborer le protocole nécessaire.
- Autre difficulté envisagée, celle de la capacité à argumenter, dans le compte-rendu, la démarche d'investigation mise en place pour résoudre le problème posé. La plupart des élèves n'expliquent que brièvement leur raisonnement sans vraiment d'explications, puis se lancent directement dans la rédaction du protocole comme le montrent les extraits de copies disponibles en annexe 7. Parfois, il arrive que ce qu'ils écrivent n'ait pas vraiment de sens.
- La prise en note des mesures réalisées ainsi que la présentation des résultats dans le compte-rendu peuvent également poser problème. En effet, les élèves semblent peu avoir l'habitude de relever plusieurs données et de les organiser dans un tableau, d'ailleurs aucun élève ne l'a fait. Si certains pensent à bien présenter et regrouper les résultats dans une même partie, d'autres rédigent des parties pour la réalisation de chacune des solutions et y disposent ainsi les résultats. Le contraste entre ces copies est présenté en annexe 8 de ce document.
- Un groupe classe a un niveau bien plus faible que l'autre et beaucoup d'élèves de ce groupe n'ont donc pas réussi à terminer l'intégralité des manipulations à réaliser.

D'autres difficultés que je n'avais pas envisagées, ont été montrées par les élèves :

- Le calcul du Nutri-Score a été compliqué pour certains. Ils n'arrivent pas à distinguer les éléments positifs (pourcentage de fruits/légumes) des éléments négatifs (quantité d'énergie, quantité de sucre) à prendre en compte pour le calcul du score d'une boisson.
- Certains rencontrent quelques difficultés quant aux calculs de masse de soluté ou de volume de solution mère à prélever malgré les exercices ainsi que les deux TP (réalisation d'une solution par dissolution et par dilution) précédemment réalisés.
- Des difficultés pour un petit nombre à réaliser correctement une solution, à

penser à chaque étape à mettre en œuvre. En effet certains élèves étaient absents lors des deux précédents TP et la fiche méthode « *réalisation d'une solution* » correspondant à la correction des deux comptes-rendus précédents, a été distribuée trop tardivement car certains élèves n'avaient pas rendu leur travail à temps.

- Plusieurs élèves ne savent pas présenter correctement un graphique (donner un titre, afficher les unités des axes) ni l'utiliser correctement et ne parviennent donc pas à déterminer la concentration massique en sucre du coca. D'autres y arrivent très bien et présentent des graphiques bien construits comme le montrent les extraits de copies disponibles en annexe 9.
- Certains élèves ayant obtenu le résultat de la concentration massique du coca ne pensent pas à le critiquer et ne se servent pas du document 5 concernant le calcul de l'écart relatif alors que d'autres le font très bien. J'ai donc à nouveau insisté sur ce point dans la grille d'évaluation des copies correspondantes.

3. Remédiations à apporter

Diverses remédiations sont à apporter à cette activité afin qu'elle se déroule mieux et que les éventuelles difficultés des élèves soient mieux anticipées.

3.1. Au niveau de l'organisation

Si je devais refaire cette activité, je m'organiserais mieux afin d'accorder plus de temps à sa préparation en classe, une heure au minimum. Ce temps, comme initialement prévu, serait consacré à :

- L'explication des consignes
- La lecture du sujet
- La formation des groupes
- L'analyse des documents et les conclusions à en tirer
- L'élaboration du protocole

Mon rôle serait d'animer la séance via :

- Des temps d'échanges avec les élèves à propos de leur avancée et des difficultés rencontrées.
- La proposition des jokers prévus afin de les guider dans la démarche d'investigation.
- Des temps de structuration permettant l'échange entre les divers groupes et la mise au point de certains paramètres.

Chaque élève serait alors en mesure de repartir avec un protocole clairement élaboré, les

calculs préliminaires réalisés et d'arriver en TP en ne se souciant que des manipulations à réaliser. Ils pourraient ainsi tous terminer le TP, seraient bien plus acteurs du travail fourni pour mener à bien cette démarche d'investigation et ce, peu importe le niveau global du groupe classe.

Concernant la remise des comptes-rendus des précédents TP, je raccourcirais le délai de rendu afin de pouvoir mieux anticiper les oublis des élèves. Cela me permettrait de pouvoir donner la fiche méthode « réalisation d'une solution » en amont de l'activité. Les élèves étant absents aux précédents TP auraient ainsi la possibilité de prendre connaissance des différentes étapes à mettre en place pour réaliser une solution et seraient moins pénalisés à l'évaluation.

3.2. Au niveau du sujet

Au niveau du document 6, il me paraît important de préciser davantage la façon dont le calcul du Nutri-Score doit être réalisé (distinction entre points positifs et négatifs). C'est pourquoi la partie ci-dessous sera ajoutée.

- La composante N du score prend en compte les éléments nutritionnels dont il est recommandé de limiter la consommation : densité énergétique (apport calorique en kJ pour 100 g d'aliment), teneurs en acides gras saturés (AGS), en sucres simples (en g pour 100g d'aliment) et en sel (en mg pour 100g d'aliment). Sa valeur correspond à la somme des points attribués, de 1 à 10, en fonction de la teneur de la composition nutritionnelle de l'aliment (cf. tableau 1). La note pour la composante N peut aller de 0 à 40.

- La composante P est calculée, en fonction de la teneur de l'aliment en fruits et légumes, légumineuses et fruits à coque, au titre des vitamines qu'ils contiennent, en fibres et en protéines (exprimées en g pour 100 g d'aliment). Pour chacun de ces éléments, des points, allant de 1 à 5 sont attribués en fonction de leur teneur dans l'aliment (cf. tableau 2). La composante positive P du score nutritionnel est la note correspondant à la somme des points définis pour ces trois éléments : cette note est donc comprise entre 0 et 15.

Figure 1 - Proposition d'amélioration du document 6.

Je remarque que certains élèves ont du mal à extraire les données importantes des énoncés ou en manquent car ils ne font pas attention en lisant. Je pense qu'il serait donc bénéfique de lire l'ensemble de l'énoncé et des documents avec la classe et de demander à un élève, pour chaque document, d'expliquer ce qu'il en comprend, de quoi il s'agit. Je continuerai à accorder une grande importance au relevé des données dans les exercices proposés en classe ou à la maison, c'est d'ailleurs ce que j'ai fait lors de la séance 7 visant à réviser pour le DS.

3.3. Au niveau des savoirs et savoir-faire

Concernant la difficulté de certains élèves à argumenter leur démarche de résolution d'un problème, cela me semble normal que tous les élèves n'y arrivent pas encore.

En effet c'est une des capacités sur laquelle ils doivent travailler à long terme afin de la maîtriser. Nous travaillerons donc davantage cette capacité via d'autres exercices de type tâche complexe et d'autres TP de type démarche d'investigation tout au long de l'année.

La présentation des résultats posant un problème à certains élèves, il sera désormais précisé dans les consignes ainsi que dans la grille d'évaluation, pour la compétence « communication » que ces derniers doivent être présentés dans un tableau. Un exemple de tableau pourra également être donné aux élèves une fois qu'ils auront élaboré leur protocole.

Communiquer	Echanger	- Qualité de la communication orale entre le groupe et l'enseignant.	
	Présenter un rapport	- Rapport argumenté, synthétique et bien présenté. - Le vocabulaire utilisé est adapté. - Résultats présentés dans un tableau.	

Vous devrez rédiger un rapport à destination de votre supérieur contenant les éléments suivants :

- L'objectif de votre travail ;
- Le raisonnement utilisé pour mener à bien cette tâche ;
- Le protocole ainsi que les hypothèse(s) nécessaire(s) à sa mise en place ;
- La présentation de vos résultats dans un tableau ;
- L'analyse et la critique de ces derniers ;
- Vos conclusions.

Solution	S4	S3	S2	S1	Boisson
Cm en saccharose (g/L)	0	50	100	200	
m solution (g)					
ρ solution (g/L)					

Figure 2 – Améliorations apportées au sujet, à la grille d'évaluation concernant la présentation des résultats. Type de tableau pouvant être proposé aux élèves afin qu'ils structurent leurs résultats une fois le protocole établi.

Enfin, pour remédier les erreurs liées à la construction et l'utilisation du graphique, un exercice supplémentaire sera proposé en TD avant la réalisation du TP. Cet exercice sera composé d'un tableau de données comportant des valeurs de masses volumiques et de concentrations massiques pour différentes solutions étalons. En salle informatique, les élèves seront alors amenés à réaliser une courbe d'étalonnage sur excel. Des rappels concernant la construction d'un graphique seront donnés. Ils pourront être invités à utiliser aussi bien la courbe d'étalonnage que son équation afin de déterminer la concentration inconnue d'une solution.

4. Conclusion

Globalement cette activité s'est bien déroulée mais il reste quelques points précédemment cités à améliorer, notamment au niveau des consignes et du sujet qui doivent davantage préciser la structure du document à rendre en fin de séance ainsi que la présentation des résultats. Un temps plus important en classe devra être consacré à la préparation de cette activité afin que les élèves puissent tous établir leur protocole en autonomie et ainsi le mettre directement en œuvre lors de la séance de TP, pour pouvoir terminer à temps toute la partie pratique. Enfin, il faudra amener les élèves à travailler davantage sur la réalisation et l'exploitation d'un graphique, d'une courbe d'étalonnage.

Plusieurs points positifs sont à retenir. Les élèves semblent avoir bien pris en compte les consignes concernant la structure du document à rendre. La plupart des groupes présentent bien les protocoles de réalisation des solutions étalons. Ils utilisent un vocabulaire adapté, des verbes d'actions et illustrent chaque étape par des schémas soignés, comme le montrent les extraits de copies disponibles en annexe 10. On remarque donc que les capacités évaluées sur les deux premiers TP de la séquence sont acquises. Certains présentent bien leurs résultats même s'ils n'utilisent pas de tableau et font preuve d'esprit critique en calculant l'écart relatif concernant la concentration massique déterminée. Enfin, deux élèves déterminent la concentration massique du soda en utilisant l'équation de leur courbe de tendance, ce qui a été vivement apprécié et valorisé.

Globalement, les élèves ont apprécié le fait de travailler sur une activité contextualisée donnant lieu à l'analyse d'une boisson qu'ils connaissent tous, ils se prennent davantage au « jeu ». La grille d'évaluation a été facile à utiliser pour juger du niveau de maîtrise des capacités à l'écrit comme lors de la pratique (réalisation des solutions).

D'un point de vue personnel, je suis satisfait d'avoir pu réaliser cette analyse de séance, qui me permet de prendre conscience des améliorations à apporter, des difficultés des élèves mais également des points positifs à retenir.

5. Amélioration de la grille d'évaluation suite aux remarques faites lors de la présentation orale

Cette grille d'évaluation est disponible en annexe 11 de ce document. La compétence « mettre en œuvre une démarche scientifique » y est clairement indiquée. Les « capacités » ont été remplacées par « critères » et correspondent donc à ceux indiqués dans le référentiel. Les indicateurs ainsi que les indicateurs de correction figurent sur cette grille. Enfin cette grille d'évaluation a été globalisée au niveau des critères évalués pour qu'elle corresponde à ce qui est demandé par l'institution. Je pense qu'elle est donc maintenant moins facile à mettre en œuvre car il est difficile de distinguer le « poids » de chaque indicateur dans le barème d'attribution des points ainsi que le degré d'acquisition du critère. Pour pallier cette difficulté, il pourrait s'avérer utile de donner le même nombre de points à chaque critère. Soit 4 points pour chacun d'entre eux, une colonne de la partie appréciation correspondant à un point. Les observations notées dans la colonne correspondante peuvent également être davantage précisées afin de mieux étayer le jugement concernant le degré d'acquisition de la compétence.

6. Annexes

Annexe 1 – Plan de séquence

Niveau	2GT – Description et caractérisation de la matière à l'échelle microscopique
Objectifs du référentiel	- Identifier le soluté et le solvant à partir de la composition ou du mode opératoire de préparation d'une solution. - Distinguer la masse volumique d'un échantillon et la concentration en masse d'un soluté au sein d'une solution. - Déterminer la valeur de la concentration en masse d'un soluté à partir du mode opératoire de préparation d'une solution par dissolution ou par dilution. - Mesurer des masses pour étudier la variabilité du volume mesuré par une pièce de verrerie ; choisir et utiliser la verrerie adaptée pour préparer une solution par dissolution ou par dilution. - Déterminer la valeur d'une concentration en masse et d'une concentration maximale à partir de résultats expérimentaux. - Déterminer la valeur d'une concentration en masse à l'aide d'une gamme d'étalonnage (échelle de teinte ou mesure de masse volumique).
Objectifs de la séquence	- Réaliser une solution aqueuse aux caractéristiques données. - Déterminer la concentration en masse d'une solution aqueuse par le calcul ou expérimentalement.
Prérequis	Cette séquence intervient après la CTM1 : corps purs et mélanges. ✓ Caractériser les différents états de la matière. ✓ Mettre en place un protocole afin de déterminer la masse volumique d'un solide ou d'un liquide. ✓ Notion d'espèce chimique, différencier un mélange d'un corps pur. ✓ Notion de conservation de la masse. ✓ Connaître quelques-unes des caractéristiques de l'eau (T° de changements d'états, masse volumique).
Conditions de mise en œuvre	3 séances de TP de 1h30 4 séances de Cours-TD (55 min – 1h30 et deux de 1h50) 1 séance pour évaluation sommative (55 min)
Evaluation(s)	1 évaluation formative, individuelle, notée, production écrite (10 min). 3 évaluations capacitaires via 3 comptes-rendus de TP rédigés en groupe. 1 évaluation sommative en fin de séquence (55 min).

Séance - Durée	1 - 55 min
Objectif(s)	- Réactiver les connaissances acquises antérieurement - Introduire les notions de solution, solvant, soluté et de concentration massique - Appliquer ces notions via des exercices afin de les maîtriser S'approprier Réaliser Communiquer
Contenus	Activité documentaire d'introduction : Calculer une concentration en masse - Calcul de concentration massique - Calcul de masse volumique - Mise en valeur de la différence entre ces deux grandeurs
Organisation pédagogique	Distribution des sujets Lecture des de l'énoncé et du document Travail en binômes Réalisation des questions avec temps de structuration/correction <i>Travaux pour la prochaine séance : exercice 1 (composition du lait de vache)</i>
Production(s) attendue(s)	Rédaction des réponses sur cahier d'exercices
Matériel et support(s) pédagogique(s)	Fiche activité documentaire
Difficulté(s) prévisible(s)	Définir un soluté et un solvant Conversions d'unités de volume
Remédiation(s) envisageable(s)	Bien insister à nouveau sur l'utilisation des puissances de 10 pour les conversions Prendre moins de temps pour réaliser cette activité

Séance - Durée	2 – 1h30
Objectif(s)	• Introduire la notion de dissolution • Réaliser une solution par dissolution • Choisir, élaborer et justifier un protocole • Rédiger un compte-rendu d'activités expérimentales
Contenus	S'approprier Analyser/Raisonner Réaliser Communiquer Activité expérimentale 1 : Réalisation d'une solution par dissolution
Organisation pédagogique	Distribution des sujets Lecture des de l'énoncé et du document – 5 min Travail en binômes Moment de réflexion sur le protocole à mettre en place (observation de la verrerie et du matériel pour indications) – 15 min Moment de structuration (point sur les étapes du protocole, la précision de la verrerie, l'utilisation du trait de jauge) – 20 min Réalisation des calculs préliminaires – 15 min Réalisation d'une solution par dissolution – 25 min Institutionnalisation du savoir – 20 min 1) Qu'est-ce qu'une solution ? 2) Concentration massique Correction de l'exercice 1 (composition du lait de vache) – 10 min Travaux pour la prochaine séance : première partie (questions 1 à 5) de l'exercice 2 (une solution d'eau salée)
Production(s) attendue(s)	Rédaction d'un compte-rendu structuré respectant les consignes données Rendu à la prochaine séance de TP (1 semaine de délai) Traces écrites du cours dans le cahier
Matériel et support(s) pédagogique(s)	Fiche activité expérimentale Matériel de laboratoire
Difficulté(s) prévisible(s)	Elaborer un protocole Calculer la masse de soluté à dissoudre pour réaliser une solution
Remédiation(s) envisageable(s)	Laisser davantage de temps aux élèves pour élaborer le protocole Penser à distribuer une fiche méthode sur la transformation d'expressions littérales

Séance - Durée	3 – 1h30
Objectif(s)	• Introduire la notion de dilution • Réaliser une solution par dilution • Choisir, élaborer et justifier un protocole • Rédiger un compte-rendu d'activités expérimentales
Contenus	S'approprier Analyser/Raisonner Réaliser Communiquer Activité expérimentale 1 : Réalisation d'une solution par dissolution
Organisation pédagogique	Distribution des sujets Lecture des de l'énoncé et du document – 5 min Travail en binômes Moment de réflexion sur le protocole à mettre en place (observation de la verrerie et du matériel pour indications) – 25 min Moment de structuration (point sur les étapes du protocole, la précision de la verrerie, l'utilisation du trait de jauge) – 15 min Réalisation des calculs préliminaires – 15 min Réalisation d'une solution par dilution à partir de celle réalisée par dissolution la semaine d'avant - 40 min Correction de la première partie de l'exercice 2 (une solution d'eau salée) – 10 min Travaux pour la prochaine séance : terminer l'exercice 2 à l'aide de ce qui a été vu en TP et faire l'exercice 3 - éosine
Production(s) attendue(s)	Rédaction d'un compte-rendu structuré respectant les consignes données Rendu à la prochaine séance de TP (1 semaine de délai)
Matériel et support(s) pédagogique(s)	Fiche activité expérimentale Matériel de laboratoire
Difficulté(s) prévisible(s)	Elaborer un protocole Qu'est-ce que représente le facteur de dilution ? Calculer le volume de solution mère à prélever
Remédiation(s) envisageable(s)	Laisser davantage de temps aux élèves pour élaborer le protocole Laisser les élèves calculer le facteur de dilution en autonomie

Séance - Durée	4 – 1h50
Objectif(s)	- Évaluer le degré d'acquisition des savoirs et savoirs-faires des élèves concernant les notions de concentration et de dissolution. - Institutionnaliser ce qui a été vu en TP. - Déterminer la valeur de la concentration en masse d'un soluté à partir du mode opératoire de préparation d'une solution par dissolution ou par dilution. S'approprier Analyser/Raisonner Réaliser Communiquer
Contenus	Evaluation – Correction d'exercices et de TP – Institutionnalisation du savoir
Organisation pédagogique	Évaluation formative individuelle – 15 min Éléments de correction pour le compte-rendu de l'activité expérimentale n°1 – 15 min Correction de la fin de l'exercice 2 (une solution d'eau salée) et de l'exercice 3 (éosine) – 25 min Institutionnalisation du savoir – 50 min 1) Préparation d'une solution a) Par dissolution b) Par dilution Travaux pour la prochaine séance : réaliser les exercices 4 (solubilité de l'aspirine) et 5 (dosage du glucose dans une boisson énergétique)
Production(s) attendue(s)	Traces écrites du cours dans le cahier ainsi que de la correction des exercices
Matériel et support(s) pédagogique(s)	Fiche activité (exercices)
Difficulté(s) prévisible(s)	Transformation de la formule reliant concentrations massiques et volumes des solutions pour la dilution
Remédiation(s) envisageable(s)	Transformer la formule et écrire les étapes dans le cahier Écrire toutes les transformations possibles avec les élèves

Séance - Durée	5 – 1h50
Objectif(s)	- Déterminer la valeur d'une concentration en masse et d'une concentration maximale à partir de résultats expérimentaux. - Déterminer la valeur d'une concentration en masse à l'aide d'une gamme d'étalonnage (échelle de teinte ou mesure de masse volumique). S'approprier Analyser/Raisonner Réaliser Communiquer
Contenus	Correction d'exercices - Institutionnalisation du savoir – Préparation de TP
Organisation pédagogique	Correction de l'exercice 4 (solubilité de l'aspirine) - 15 min Correction très détaillée de l'exercice 5 (dosage du glucose dans une boisson énergétique) pour introduire le cours et le TP – 40 min Institutionnalisation du savoir – 30 min 1) Dosage par étalonnage a) Définition et principe b) Dosage à partir d'une échelle de teinte Préparation activité expérimentale 3 : démarche d'investigation Lecture du sujet et des documents Lecture de la grille d'évaluation Travaux pour la prochaine séance : reformuler l'objectif du TP, repérer les données utiles au sein des documents et élaborer un protocole à partir de ce qui a été vu en cours
Production(s) attendue(s)	Traces écrites du cours dans le cahier ainsi que de la correction des exercices
Matériel et support(s) pédagogique(s)	Fiche activité (exercices)
Difficulté(s) prévisible(s)	Lecture du graphique (courbe d'étalonnage) et comprendre ce qu'il représente Déterminer une échelle sur un graphique
Remédiation(s) envisageable(s)	Fiche méthode : comment lire un graphique ? / déterminer une échelle sur un graphique ? Accorder moins de temps à la correction de l'exercice 5 et plus de temps à la préparation du TP 3

Séance - Durée	6 – 1h30
Objectif(s)	- Déterminer la valeur d'une concentration en masse et d'une concentration maximale à partir de résultats expérimentaux. - Déterminer la valeur d'une concentration en masse à l'aide d'une gamme d'étalonnage (échelle de teinte ou mesure de masse volumique). S'approprier Analyser/Raisonner Réaliser Valider Communiquer
Contenus	Activité expérimentale 3 : Démarche d'investigation Dosage du saccharose contenu dans un soda
Organisation pédagogique	Point sur les recherches et éventuels résultats des élèves – 10 min Phase de structuration (définition de l'objectif, relevé des données importantes dans les documents, élaboration du protocole, réalisation des calculs préliminaires) – 30 min Réalisation du protocole – 50 min <i>Travaux pour la prochaine séance : rédiger le compte-rendu de TP – facultatif : réaliser les exercices 15 p.39, 28 p.41, 15 et 18 p.56 et 21 p.57</i>
Production(s) attendue(s)	Rédaction d'un compte-rendu structuré respectant les consignes données Réalisation d'une courbe d'étalonnage sur tableur Rendu à la prochaine séance de TP (2 semaine et demie de délai car vacances scolaires)
Matériel et support(s) pédagogique(s)	Fiche activité expérimentale Matériel de laboratoire
Difficulté(s) prévisible(s)	Reformuler l'objectif du TP Comprendre les documents mis à disposition et savoir en tirer les informations essentielles Elaborer un protocole de dosage par étalonnage (réalisation de la gamme étalon, choix des concentrations, méthodes de réalisation des solutions) Relevé correct et structuré des valeurs expérimentales Tracer une courbe d'étalonnage sur tableur
Remédiation(s) envisageable(s)	Accorder bien plus de temps à la préparation de cette activité en classe Utiliser les jokers prévus Donner un exemple de tableau pour organiser le relevé des valeurs expérimentales

Séance - Durée	7 – 1h30
Objectif(s)	Consolider toutes les capacités en lien avec les objectifs précédemment cités S'approprier Analyser/Raisonner Réaliser Valider Communiquer
Contenus	TD : exercices de révision
Organisation pédagogique	Point sur questions de cours éventuelles et rendu des comptes-rendus du TP 3 – 15 min Correction des exercices – 1h10
Production(s) attendue(s)	Prise de notes de la correction des exercices sur le cahier
Matériel et support(s) pédagogique(s)	Manuel Physique-Chimie 2GT
Difficulté(s) prévisible(s)	Erreurs de conversions Transformation des expressions littérales
Remédiation(s) envisageable(s)	Points réguliers sur ces notions avec réalisation d'automatismes comme en mathématiques ?

Séance - Durée	8 – 55 min
Objectif(s)	Évaluer les capacités des élèves en lien avec cette séquence S'approprier Analyser/Raisonner Réaliser Valider Communiquer
Contenus	Évaluation sommative : Les marais salants
Organisation pédagogique	Distribution du sujet et de la grille d'évaluation Lecture du sujet – 5 min Réalisation de l'évaluation - 50 min + 15 min pour les élèves bénéficiant d'un PAP
Production(s) attendue(s)	Rédaction sur copie à rendre en fin d'heure
Matériel et support(s) pédagogique(s)	Sujet de DS, calculatrice
Difficulté(s) prévisible(s)	Compréhension de l'énoncé pour certains élèves Repérage des données utiles dans les documents
Remédiation(s) envisageable(s)	

Annexe 2 - Fiche méthode pour la manipulation des expressions littérales

Fiche Méthode : Manipuler une expression littérale

On peut parfois être amené à modifier les termes d'une expression littérale d'une loi afin d'isoler **une grandeur recherchée**. Cela peut être le cas par exemple pour :

- Un nombre de protons Z à déterminer à partir de l'expression $A = Z + N$
- Un temps t à partir de l'expression $v = \frac{d}{t}$
- Une masse m à partir de l'expression $Cm = \frac{m}{v}$

Mais comment faire ?

Il faut procéder en réalisant des opérations mathématiques sur chacun des membres de l'expression de façon à isoler **la grandeur recherchée**.

- 1) **Isoler la grandeur recherchée** à partir d'une expression littérale simple
 - Faire apparaître **la grandeur recherchée** dans le membre **à gauche de l'égalité**.
 - Réaliser **l'opération contraire** puis **simplifier**.
 - *Cas des additions et des soustractions :*
 - ✓ Si **la grandeur recherchée** est **additionnée** à une autre, on réalise l'opération contraire de chaque côté de l'égalité : une **soustraction**.
 - ✓ Si **la grandeur recherchée** est **soustraite** à une autre, on réalise l'opération contraire de chaque côté de l'égalité : une **addition**.

Exemple :

On cherche à calculer la grandeur Z , nombre de protons dans un atome à partir de l'expression suivante : $A = Z + N$

On fait apparaître Z à gauche de l'égalité : $N + Z = A$

On isole Z en soustrayant N de chaque côté de l'expression : $\cancel{N} + Z - \cancel{N} = A - N$

On simplifie l'expression pour obtenir $Z = : Z = A - N$

- *Cas des produits et des fractions :*

- ✓ Si **la grandeur recherchée** est **multipliée** à une autre, on réalise l'opération contraire de chaque côté de l'égalité : une **division**.
- ✓ Si **la grandeur recherchée** en **divise** une autre, on réalise l'opération contraire de chaque côté de l'égalité : une **multiplication**.

Exemple :

On cherche à calculer la grandeur m , la masse de soluté dans une solution à partir de l'expression suivante : $Cm = \frac{m}{v}$

On fait apparaître m à gauche de l'égalité : $\frac{m}{v} = Cm$

On isole m en multipliant par V chaque côté de l'expression : $\frac{m}{\cancel{v}} \times \cancel{v} = Cm \times V$

On simplifie l'expression pour obtenir $m = : m = Cm \times V$

- 2) **Isoler la grandeur recherchée** à partir d'une expression littérale composée

Il suffit de combiner les deux méthodes vues ci-dessus afin **d'isoler la grandeur recherchée** en commençant par les additions et les soustractions.

Exemple :

La force gravitationnelle F_G s'exerçant entre deux corps de masses m_A et m_B est donnée par la relation : $F_G = G \times \frac{m_A \times m_B}{d^2}$ où d est la distance séparant les deux corps A et B et G est la constante de gravitation universelle.

On souhaite déterminer l'expression de la masse m_B en fonction des autres grandeurs.

On fait apparaître m_B à gauche de l'égalité : $G \times \frac{m_A \times m_B}{d^2} = F_G$

On isole m_B en multipliant par d^2 et en divisant par $G \times m_A$ chaque côté de l'expression puis on simplifie : $G \times \frac{m_A \times m_B}{\cancel{d^2}} \times \cancel{d^2} = F_G \times d^2$

$$\frac{G \times \cancel{m_A} \times m_B}{\cancel{G} \times m_A} = \frac{F_G \times d^2}{G \times m_A}$$

$$m_B = \frac{F_G \times d^2}{G \times m_A}$$

Annexe 3 – Sujet de la démarche d'investigation distribué aux élèves

CTM2 – Solutions aqueuses : concentration et analyse - Activités

Activité expérimentale 3 : Démarche d'investigation

Durée :

- 1h en TD, travail en groupes de 2 élèves, communication de l'avancée des travaux.
- 1h30 en TP, réalisation du protocole déterminé, écriture du rapport demandé.

Contexte :



Vous travaillez au laboratoire de Strasbourg de la DGCCRF Direction Générale de la Concurrence, de la Consommation et de la Répression des Fraudes.

Il vous est demandé de réaliser l'analyse de 3 sodas, *Coca-Cola®*, *Coca-Cola Light®* et *Coca-Cola Zéro®*, afin de vérifier l'exactitude des informations nutritionnelles figurant sur la bouteille concernant la teneur en sucre. Leur classification nutri-score devra également être vérifiée.

Vous devrez rédiger un rapport à destination de votre supérieur contenant les éléments suivants :

- L'objectif de votre travail ;
- Le raisonnement utilisé pour mener à bien cette tâche ;
- Le protocole ainsi que les hypothèse(s) nécessaire(s) à sa mise en place ;
- La présentation de vos résultats ;
- L'analyse et la critique de ces derniers ;
- Vos conclusions.

N'oubliez pas qu'un cahier de laboratoire doit être tenu, ainsi toutes vos traces écrites doivent être conservées. Elles devront apparaître sur la partie dédiée.

Vous avez à votre disposition votre *fiche technique n°1* ainsi que les documents suivants :

Document 1. Matériel dont vous disposez

- | | |
|---|---|
| • Un échantillon de 150 mL de chaque soda | • Une balance précise à 0,1 g près |
| • 3 béchers de 100 mL et 1 de 200 mL | • Un entonnoir à solide |
| • Un agitateur magnétique avec barreau aimanté | • Un maximum de 5 fioles jaugées de volume 50 mL ou 100 mL. |
| • Un échantillon de sucre en poudre, saccharose de masse à déterminer | • Une pipette jaugée de volume à déterminer. |
| • Une spatule | • Une pissette d'eau déminéralisée |
| • Une coupelle de pesée | |

Document 2. Informations visibles sur les différentes bouteilles de soda : Coca-Cola®, Coca-Cola Light® et Coca-Cola Zéro®

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%)

BOISSON RAFRAÎCHISSANTE AUX EXTRAITS VÉGÉTAUX.
INGRÉDIENTS : eau gazeifiée, sucre, colorant : caramel (E 150d), acidifiant : E 338, extraits végétaux, caféine.
 Pour 100 ml : valeur énergétique : 180 kJ (42 kcal) ; protéines : 0 g, glucides : 10,6 g, lipides : 0 g. EMB : Coca-Cola Entreprise, 27 rue Camille Desmoulins, 92130

NUTRI-SCORE



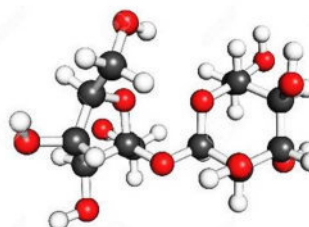
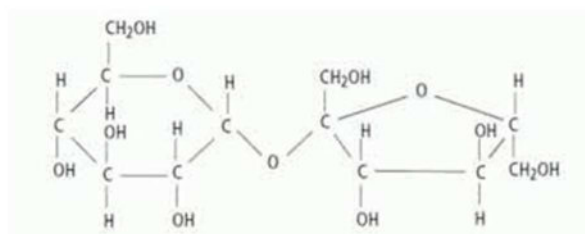
BOISSON RAFRAÎCHISSANTE AUX EXTRAITS VÉGÉTAUX, AVEC ÉDULCORANTS
 Ingrédients : eau gazeifiée ; colorant : *caramel (E 150d) ; acidifiants : acide phosphorique et acide citrique ; édulcorants : aspartame et acésulfame-K ; extraits végétaux ; caféine. Contient une source de phénylalanine.
INFORMATION NUTRITIONNELLE :
 Pour 100 ml : valeur énergétique : 1 kJ (0,2 kcal), protéines : 0 g, glucides : 0 g (dont sucres : 0 g), lipides : 0 g (dont acides gras saturés : 0 g), fibres alimentaires : 0 g, sodium : 0 g.

BOISSON RAFRAÎCHISSANTE AUX EXTRAITS VÉGÉTAUX, AVEC ÉDULCORANTS
 Ingrédients : eau gazeifiée ; colorant : *caramel (E150d) ; acidifiants : acide phosphorique et citrate de sodium ; édulcorants : aspartame, acésulfame-K ; extraits végétaux ; caféine. Contient une source de phénylalanine.
INFORMATION NUTRITIONNELLE :
 Pour 100 ml : valeur énergétique : 1,3 kJ (0,3 kcal), protéines : 0 g, glucides : 0 g (dont sucres : 0 g), lipides : 0 g (dont acides gras saturés : 0 g), fibres alimentaires : 0 g, sodium : 0,01 g.

NUTRI-SCORE



Document 3. Molécule de saccharose (formule semi-développée / formule développée 3D)



Document 4. Tuto « tracer une courbe sur Microsoft Excel ».

Consulter les étapes 1 à 4.



Document 5. Extrait du cahier des charges de votre laboratoire

3.2 Tolérance

Un écart de résultat de 5% par rapport aux données de la rubrique *informations nutritionnelles* est toléré par la DGCCRF

$$\text{écart relatif} = \left| \frac{\text{valeur exp} - \text{valeur réf}}{\text{valeur réf}} \right| * 100$$

Document 6. Extrait de l'annexe 1 du cahier des charges Nutri-Score.

1) Le calcul du score nutritionnel des aliments

Il est calculé de façon identique pour tous les aliments, sauf pour les fromages, les matières grasses végétales ou animales, les boissons. Pour ces catégories d'aliments, des adaptations mentionnées au 1-b sont à prendre en compte.

Calcul du score nutritionnel

Le calcul final du score nutritionnel se fait en soustrayant à la note de la composante négative N la note de la composante positive P avec quelques conditionnalités décrites ci après.

$$\text{Score nutritionnel} = \text{Total Points N} - \text{Total Points P}$$

1-b cas particuliers

↳ Les boissons : Le calcul du score pour les boissons est réalisé en prenant en compte les grilles suivantes :

Tableau 4 : Grille d'attribution des points pour les boissons

Points	énergie (kJ)	Sucres totaux (g)	Fruits et légumes (%)
0	≤0	≤0	≤40
1	≤30	≤1,5	
2	≤60	≤3	>40
3	≤90	≤4,5	
4	≤120	≤6	>60
5	≤150	≤7,5	
6	≤180	≤9	
7	≤210	≤10,5	
8	≤240	≤12	
9	≤270	≤13,5	
10	>270	> 13,5	>80

2) Classement de l'aliment dans l'échelle nutritionnelle à cinq niveaux sur la base du score calculé selon 1)

2-b cas particulier des boissons

Dans le cas des boissons, les seuils pris en compte sont les suivants :

Classe	Bornes du score	Couleur
A	Eaux minérales	Vert foncé
B	Min à -1	Vert clair
C	2 à 5	Orange clair
D	6 à 9	Orangé moyen
E	10 à Max	Orange foncé

Annexe 4 – Jokers à disposition des élèves en cas de difficultés



Joker 1

On peut ne prendre en compte que le sucre et l'eau dans la composition du Coca-Cola®.



Joker 2

Le matériel dont vous disposez peut vous permettre de réaliser plusieurs solutions.



Joker 3

Pour déterminer la concentration d'une solution inconnue, il est possible de réaliser un dosage par étalonnage.



Joker 4

La quantité de sucre contenue dans une solution a une influence sur sa masse volumique.



Joker 5

Une courbe d'étalonnage doit comprendre au minimum 3 points.
Les concentrations des solutions étalons doivent encadrer la valeur de la concentration à vérifier.



Joker 6

On peut choisir la gamme d'étalonnage suivante :

- $S_0 = 0 \text{ g/L}$
- $S_1 = 50 \text{ g/L}$
- $S_2 = 100 \text{ g/L}$
- $S_3 = 200 \text{ g/L}$

Grille d'évaluation		2GT2 – Physique-Chimie		Prénom – NOM :			
		Chapitre CTM2 - Solutions aqueuses : concentration et analyse					
Compétences	Capacités	Indicateurs	Appréciation				Observations éventuelles
							
S'approprier	Rechercher et organiser l'information en lien avec la problématique étudiée	- Uniquement les informations et données utiles sont relevées sans aide. - Les connaissances sur la technique à mettre en œuvre sont correctement mobilisées.					/3
Analyser / Raisonner	Formuler une hypothèse	- Une hypothèse nécessaire à la mise en place du protocole est établie et justifiée.					/5
	Choisir, élaborer, justifier un protocole	- Le protocole choisi est détaillé et justifié.					
Réaliser	Effectuer des calculs de concentration	- Les calculs sont correctement présentés et conduisent à des valeurs correctes.					/7
	Mettre en œuvre les étapes d'une démarche	- Les solutions sont correctement réalisées. - La méthode utilisée pour mesurer la masse volumique est correcte. - Les valeurs des masses volumiques mesurées sont cohérentes. - Les mesures de sécurité sont respectées. - La pailasse est propre et le matériel est rangé une fois le TP terminé.					
	Réaliser une courbe d'étalonnage avec l'outil tableur	- Le graphique est correctement réalisé et présenté. - Existence d'une courbe de tendance.					
Valider	Faire preuve d'esprit critique	- Comparaison réalisée entre résultats et informations données (Cm sucre et Nutri-Score). - Critique de la plausibilité des résultats.					/2
Communiquer	Echanger	- Qualité de la communication orale entre le groupe et l'enseignant.					/3
	Présenter un rapport	- Rapport argumenté, synthétique et bien présenté. - Le vocabulaire utilisé est adapté.					
BILAN	Commentaire général :						Note globale : / 20

Annexe 6 – Rendu attendu des élèves

CTM2 – Solutions aqueuses : concentration et analyse

Activité expérimentale 3 : Démarche d'investigation – Rendu attendu

I. Objectif de l'activité

Vérifier l'exactitude de la teneur en sucre dans le Coca-Cola® indiquée sur l'étiquette nutritionnelle de la boisson, ainsi que la validité de sa classification énergétique.

II. Analyse des documents

On remarque que le matériel décrit dans le [document 1](#) nous permet de réaliser plusieurs solutions aqueuses de saccharose. Le matériel de pesée indique qu'on peut réaliser ces solutions par dissolution, la pipette jaugée indique qu'il est également possible de réaliser des solutions par dilution.

Le [document 2](#) nous donne accès aux informations contenues sur les étiquettes de la bouteille de soda. On remarque que le Coca-Cola® contient 10,6g de sucre pour un volume de 100 mL. Les ingrédients principaux sont l'eau gazéifiée et le sucre puis viennent le colorant, l'acidifiant et des extraits végétaux.

À l'aide de ces informations, on calcule la concentration massique en sucre du Coca-Cola®, information à vérifier :

$$C_{m_{\text{soda}}} = \frac{m_{\text{sucre}}}{V_{\text{soda}}} = \frac{10,6}{100 \cdot 10^{-3}} = 106 \text{ g/L}$$

On note également que le soda est classé E selon l'étiquette Nutri-Score.

Le [document 4](#) est un tuto nous indiquant comment tracer une courbe sur ~~excel~~. Cela nous indique donc qu'il faudra tracer une courbe. En cours nous avons vu que l'on pouvait réaliser un dosage par étalonnage afin de déterminer la concentration d'une solution dite « inconnue ». Cela se fait en mesurant une grandeur physique dépendante de la concentration dans diverses solutions étalons (dont on connaît parfaitement la valeur de la concentration). Les mesures expérimentales permettent ensuite de tracer une courbe d'étalonnage puis de déterminer la concentration de la solution inconnue.

Le [document 5](#) nous indique l'écart de résultat par rapport aux données nutritionnelles indiquées sur la bouteille que la DGCCRF peut tolérer. Ici, il est de 5%. Une fois la valeur de la concentration trouvée, il faudra vérifier si l'écart entre cette dernière et celle indiquée sur la bouteille est supérieure ou non à 5%.

Le [document 6](#) renseigne sur la procédure à suivre afin de calculer le Nutri-Score d'une boisson. Une fois sa concentration massique déterminée, on pourra calculer ce score et vérifier s'il correspond à celui indiqué sur la bouteille.

On peut donc en conclure qu'il va falloir réaliser un dosage par étalonnage afin de déterminer la concentration en sucre dans le soda et donc, de vérifier la validité des informations contenues sur les étiquettes de la bouteille.

III. Élaboration du protocole expérimental

Type de protocole à mettre en place :

En cours, nous avons vu que la masse volumique d'une solution dépend de sa concentration massique. On peut en déduire que la masse volumique du coca dépend de sa concentration massique en sucre. Il faudra donc réaliser plusieurs solutions étalons et mesurer leur masse volumique. Ensuite on mesurera celle du coca et on en déduira grâce à la courbe d'étalonnage, sa concentration massique en sucre.

Hypothèse à émettre pour la validation du protocole :

On remarque que le coca est principalement constitué d'eau gazéifiée et de sucre. Le colorant, l'acidifiant ainsi que les extraits végétaux ne sont contenus qu'en très petite quantité dans le coca. On peut donc émettre l'hypothèse suivante :

Seul l'eau et le sucre ont une incidence sur la masse volumique du soda, les autres ingrédients étant en très petite quantité, on néglige leur influence sur la masse volumique de la boisson.

Type de solutions étalons à réaliser :

Les solutions étalons seront donc des solutions aqueuses de sucre. On dégazera le coca avant de mesurer sa masse volumique à l'aide d'un agitateur magnétique afin que les bulles de gaz ne perturbent pas la mesure de la masse volumique. Les valeurs de concentration massique des solutions doivent encadrer la valeur de celle que l'on souhaite vérifier. Pour réaliser un dosage par étalonnage, on réalise au moins 4 solutions étalons afin d'obtenir suffisamment de valeurs pour tracer une courbe d'étalonnage qui soit la plus précise possible. Afin de ne pas utiliser trop de sucre, on réalisera la première solution par dissolution, puis on la diluera pour réaliser les autres solutions.

Protocole de mesure de la masse volumique :

- Mesure de la masse de la fiole jaugée vide
- Réalisation de la solution dans la fiole jaugée
- Mesure de la masse de la fiole jaugée pleine
- Calcul de la masse volumique

Calculs préliminaires :

Solution	S4	S3	S2	S1	Boisson
Cm en saccharose (g/L)	0	50	100	200	
<u>m</u> saccharose à introduire (g)				20,0	
V solution mère à prélever (mL)	0				

➤ **Détail des calculs :**

On calcule la masse de saccharose à introduire dans la fiole jaugée pour réaliser la solution S1 :

$$Cm_{sucre} = \frac{m_{sucre}}{V_{solution}} \leftrightarrow m_{sucre} = Cm_{sucre} \times V_{solution}$$

$$m_{sucre} (S1) = 200 \times 100.10^{-3} = 20,0 \text{ g}$$

➤ **Réalisation solution S1 et mesure de sa masse volumique :**

Pour réaliser la solution S1 il faudra dissoudre 20,0 g de sucre dans une fiole jaugée de 100 mL que l'on complètera avec de l'eau distillée.

On calcule ensuite la masse de la solution réalisée :

$$m_{solution} = m_{fiole\ pleine} - m_{fiole\ vide}$$

On peut enfin calculer la masse volumique de la solution :

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

$$\rho_{solution} (S1) = \frac{107,2}{0,100} = 1072 \text{ g/L}$$

La masse volumique de la solution S1 est donc de 1072 g/L.

➤ **Réalisation des solutions S2 et S3 et mesure de leur masse volumique :**

La solution S2 est réalisée par dilution à partir de la solution S1, on calcule le volume de solution S1 à prélever à la pipette jaugée :

$$Cm_1 \times V_1 = Cm_2 \times V_2 \leftrightarrow V_1 = \frac{Cm_2 \times V_2}{Cm_1} = \frac{100 \times 100.10^{-3}}{200} = 0,05 \text{ L soit } 50,0 \text{ mL}$$

Pour réaliser la solution S2 il faudra prélever 50,0 mL de solution S1 à l'aide d'une pipette jaugée et les placer dans une fiole jaugée de 100 mL que l'on complètera avec de l'eau.

Même procédure pour réaliser S3 mais en prélevant 50,0 mL de S2.

➤ **Réalisation solution S3 et mesure de sa masse volumique :**

La concentration massique en sucre de S4 devant être de 0 g/L, on remplit simplement une fiole jaugée de 100,0 mL d'eau et on mesure sa masse volumique comme indiqué précédemment.

IV. Résultats

Solution	S4	S3	S2	S1	Boisson
Cm en saccharose (g/L)	0	50	100	200	
m solution (g)	99.7	101,7	103.5	107,2	103.8
p solution (g/L)	997	1017	1035	1072	1038

À partir de ces résultats, on obtient la courbe d'étalonnage suivante :



Pour déterminer la concentration massique en saccharose du coca, on reporte sur notre graphique la valeur de la masse volumique du coca (1038 g/L) :

On trouve $Cm_{coca} = 108 \text{ g/L}$.

On peut également utiliser l'équation de la droite pour calculer x , soit Cm coca pour obtenir un résultat plus précis :

$$Cm_{coca} = x = \frac{y - 997,48}{0,3737} = \frac{1038 - 997,48}{0,3737} = 108,4 \text{ g/L}$$

À partir de ces résultats et du document 6, on calcule le Nutri-Score :

$$Score\ nutritionnel = Total\ points\ N - Total\ points\ P = (6 + 8) - 0 = 14$$

6 points négatifs pour la rubrique *énergie* car $180 \text{ kJ}/100 \text{ mL} \leq 180 \text{ kJ}/100 \text{ mL}$.

7 points négatifs pour la rubrique *sucres totaux* car $10,8 \text{ g}/100 \text{ mL} \leq 12 \text{ g}/100 \text{ mL}$.

0 points positifs pour la rubrique *fruits et légumes* car $0 \% \leq 40\%$.

Le Coca-Cola® a un Nutri-Score ≥ 10 et est donc classé E.

V. Analyse et critique des résultats

On calcule l'écart relatif entre la valeur donnée et la valeur déterminée expérimentalement :

$$écart\ relatif = \left| \frac{valeur\ exp - valeur\ réf}{valeur\ réf} \right| = \frac{108,4 - 106}{106} = 0,023 \text{ soit } 2,3\%$$

On note donc un écart relatif de 2,3% entre les deux valeurs ce qui est toléré par la DGCCRF.

Cet écart peut s'expliquer par les différentes erreurs que l'on a pu commettre lors de la manipulation :

- Erreur de pesée
- Coupelle de pesée contenant le sucre mal rincé
- Mauvaise lecture du trait de jauge
- Précision du matériel utilisé (il reste très précis pour réaliser des solutions mais entraîne toujours quelques incertitudes de mesure).

VI. Conclusion

La concentration massique en sucre de la boisson Coca-Cola® a pu être déterminée expérimentalement en réalisant un dosage par étalonnage. La valeur trouvée est de 108,4 g/L. L'écart relatif avec la valeur indiquée sur l'étiquette de la bouteille est de 2,3%, cet écart est donc toléré. Selon nos résultats, le Coca-Cola® est bien classé E selon le Nutri-Score comme indiqué sur la bouteille.

Annexe 7 – Contraste entre copies où le raisonnement est assez bien mené et expliqué et d'autres où il est trop incomplet, voire brouillon

Raisonnement assez bien mené, expliqué :

Raisonnement :

Nous allons réaliser un dosage par étalonnage qui permet de déterminer la concentration massique d'une espèce dans une solution dite "inconnue" en utilisant une gamme d'étalonnage. On réalise ensuite une courbe avec en ordonnée la masse volumique et en

1/13

abscisse la concentration massique en sucre de la solution pour déterminer aussi la concentration en sucre des coca en mesurant leur masse volumique.

Hypothèse :

Dans la coca, le sucre est le soluté fortement majoritaire. La masse volumique d'une boisson sucrée dépend de sa concentration en sucre. On admet que les autres solutés sont en faible quantité et qu'ils ont une influence négligeable sur la masse volumique.

Pour trouver les teneurs en sucre des deux boissons à vérifier, nous utiliserons la technique de dosage par étalonnage qui nous permettra de trouver leurs concentrations massiques. En guise de solutions étalons, nous utiliserons des solutions d'eau et de sucre afin d'imiter le Coca-Cola (en négligeant les autres ingrédients qui n'impactent pas la masse volumique). Notre grandeur physique n sera la masse volumique des solutions.

Pour vérifier la classification nutri-score, nous utiliserons le document 6 pour les deux boissons.

Raisonnement plutôt mal expliqué, trop brouillon :

Démarche - On va déjà peser chaque fioles vide car elles sont tout différentes. Ensuite on va calculer la masse du liquide pour ensuite déterminer sa concentration massique de sucre et sa concentration massique nous permettra de définir un tableau.

COCA = EAU + SUCRE

Notre travail durant ce TP a été de réaliser l'analyse de 2 sodas (le Coca-Cola et le Coca-Cola Light). Après avoir lu les ingrédients qui composent le Coca-Cola on en a déduit que celui-ci était fait quasiment d'eau et de sucre (on néglige les autres ingrédients car ils sont trop minime). Sans oublier d'enlever le gaz du coca. Pour réaliser notre travail nous avons réalisé différentes solution à partir d'une solution mère grâce à une dilution. Sachant que le Coca-light a une concentration massique de 0 celui-ci n'est pas intéressé par notre premier travail. Les solutions vont nous permettre de comparer les résultats avec les différents Coca.

Annexe 8 – Contraste entre copies où les résultats sont assez bien présentés et copies où les résultats sont présentés de façon brouillon à travers le compte-rendu

Résultats assez bien présentés et regroupés dans une partie intitulée « résultats » :

Les ρ :

$$\rho_{S1} : \frac{m}{V} = \frac{53,8g}{50 mL} = 1,076 g/mL$$

$$\rho_{S2} : \frac{m}{V} = \frac{51,8g}{50 mL} = 1,036 g/mL$$

$$\rho_{S3} : \frac{m}{V} = \frac{50,8}{50} = 1,016 g/mL$$

$$\rho_{S4} : \frac{m}{V} = \frac{50}{50} = 1 g/mL$$

$$\rho_{coca-cola} : \frac{m}{V} = \frac{59,3}{50} = 1,046 g/mL$$

Résultats présentés de façon brouillon tout au long du compte-rendu, non regroupés en une seule partie :

$$V_2 = \frac{V_3 \times C_{m3}}{C_{m2}} = \frac{0,1 \times 50}{100} = 0,05 L = 50 mL$$

la fiole vide pèse 52,8 g
la fiole remplie de la solution S3 pèse 153,6 g

$$m_s = 153,6 - 52,8$$

$$= \underline{100,8 g}$$

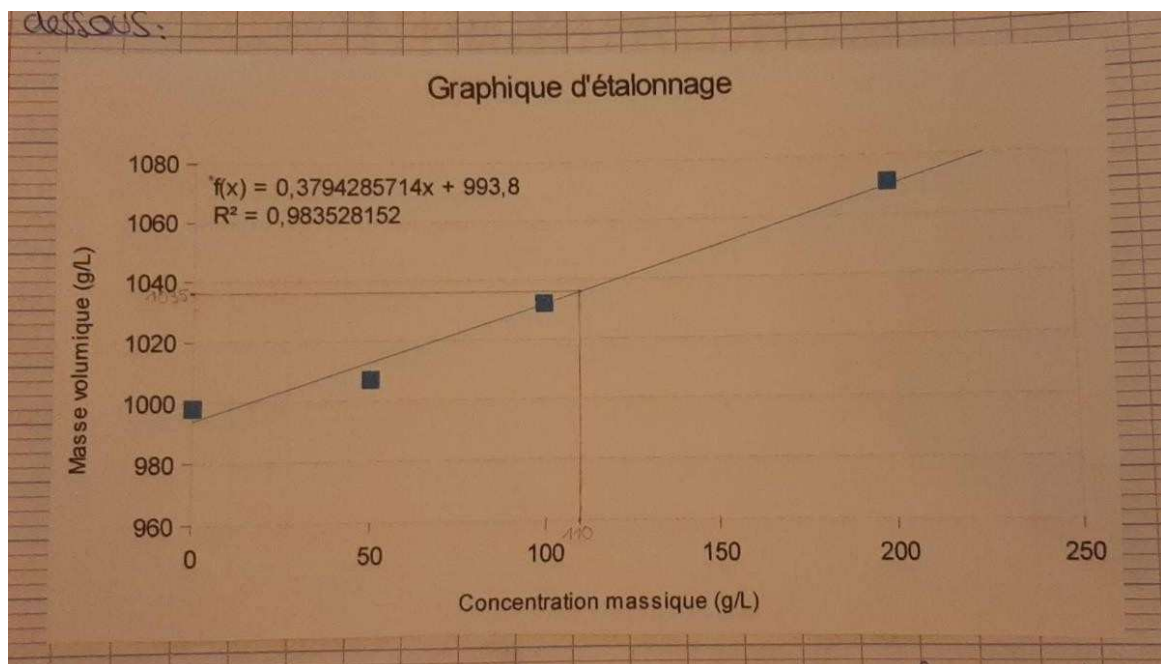
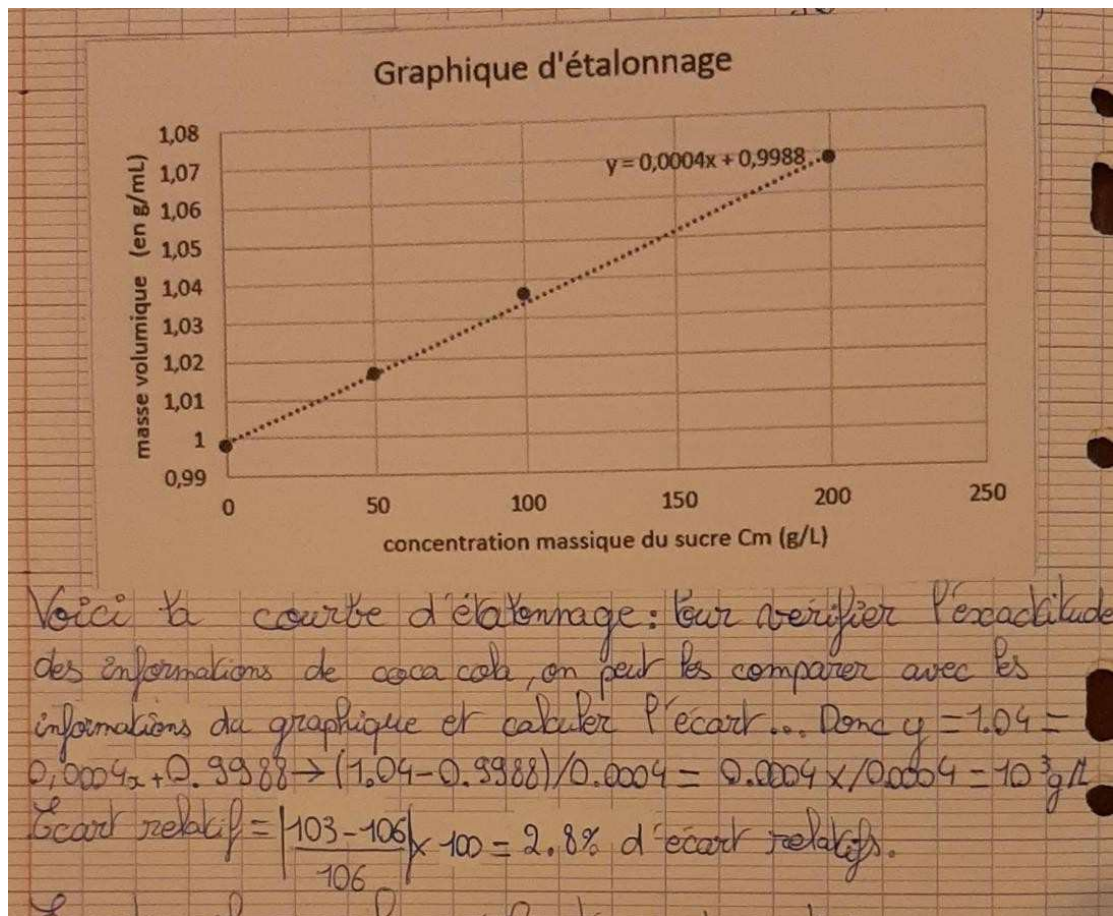
• Nous allons réaliser S4 qui a pour concentration massique 0 donc je précède à la pesée de 100 mL d'eau

① On pèse la fiole jaugée de 100 mL vide

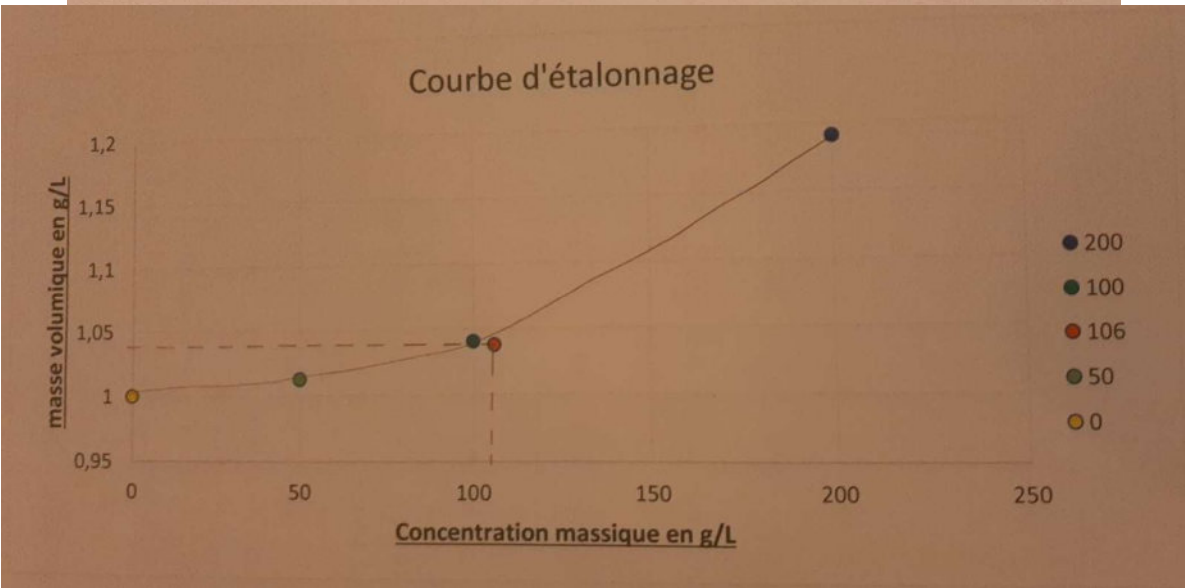
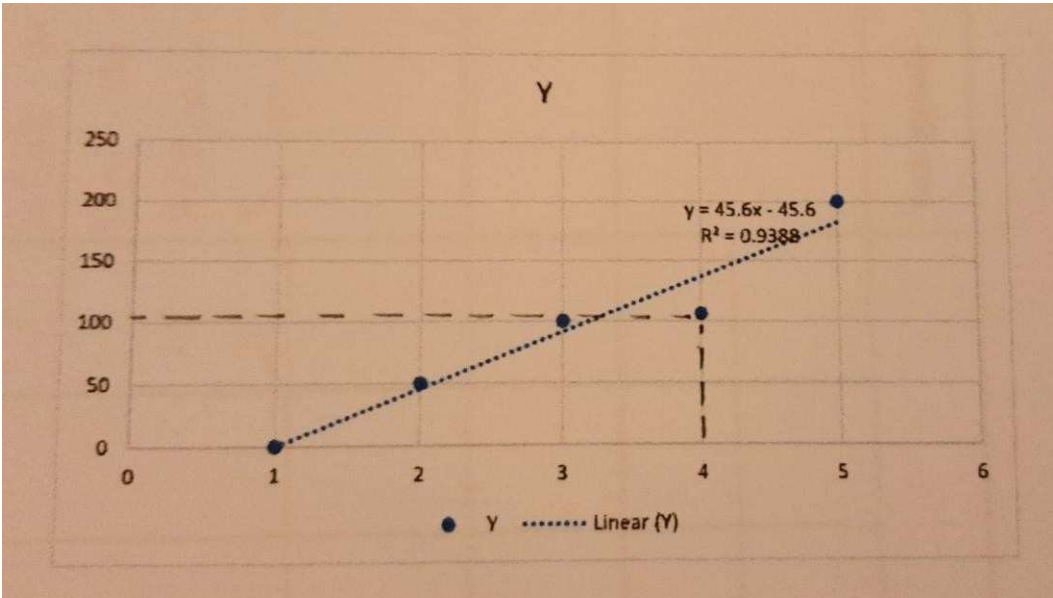
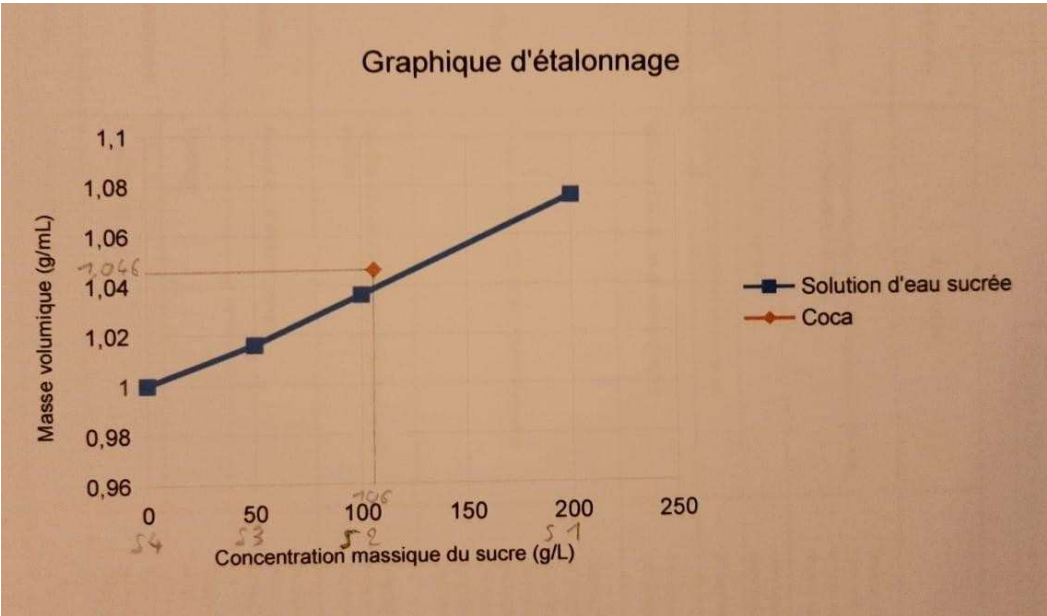
— 100 mL
— fiole vide

Annexe 9 – Contraste entre copies où les graphiques sont bien construits et correctement utilisés et copies où ils ne le sont pas

Graphiques satisfaisants, correctement exploités :



Graphiques peu satisfaisants, mal exploités :



Peser la fiole jaugée à l'aide de la balance

Prélever 50 ml de la solution S₁ à l'aide de pipette jaugée.

Verser le volume prélevé dans la fiole jaugée.

Ajouter de l'eau à la moitié, agiter la fiole.

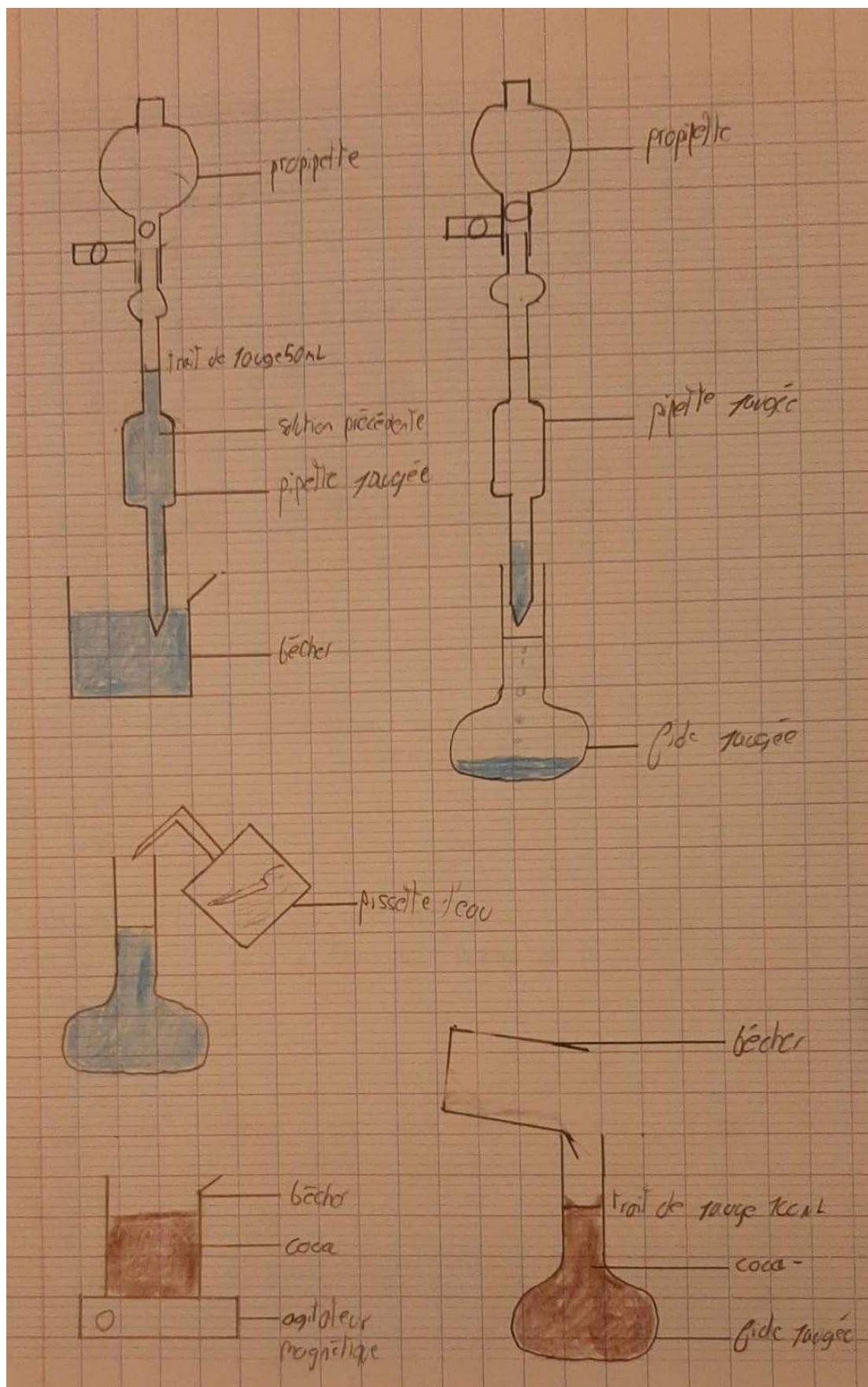
Finir de remplir la fiole jusqu'au trait de jauge, agiter de nouveau pour que le mélange soit homogène.

Peser la fiole pleine

Protocole :

① S₁ - dissolution

- Peser une fiole jaugée vide à l'aide de la balance et noter le résultat.
- Dans la capsule de pesée, peser 20 g de sucre à l'aide de la balance.
- Avec la pissette, mettre un fond d'eau dans la fiole pesée au préalable.
- Y ajouter les 20 g de sucre à l'aide de l'entonnoir et de la spatule en rinçant l'entonnoir et les parois de la fiole.
- Une fois le sucre dissous, rajouter petit à petit de l'eau jusqu'à la graduation à 100 ml avec la pissette.
- Peser la fiole remplie de solution à l'aide de la balance et noter le résultat.
- Mettre la solution S₁ dans un bêcher de 100 ml.



Annexe 11 – Proposition d'une nouvelle grille d'évaluation

Grille d'évaluation

2GT2 – Physique-Chimie

Chapitre CTM2 - Solutions aqueuses : concentration et analyse

Prénom – NOM :

Compétence évaluée : Mettre en œuvre une démarche scientifique

Critères	Indicateurs	Indicateurs de correction	Appréciation				Observations éventuelles
							
S'approprier	Rechercher et organiser l'information en lien avec la problématique étudiée	- Uniquement les informations et données utiles sont relevées sans aide. - Les connaissances sur la technique à mettre en œuvre sont correctement mobilisées.					/3
Analyser / Raisonner	Formuler une hypothèse	- Une hypothèse nécessaire à la mise en place du protocole est établie et justifiée.					/5
	Choisir, élaborer, justifier un protocole	- Le protocole choisi est détaillé et justifié.					
Réaliser	Effectuer des calculs de concentration	- Les calculs sont correctement présentés et conduisent à des valeurs correctes.					/7
	Mettre en œuvre les étapes d'une démarche	- Les solutions sont correctement réalisées. - La méthode utilisée pour mesurer la masse volumique est correcte. - Les valeurs des masses volumiques mesurées sont cohérentes. - Les mesures de sécurité sont respectées. - La paillasse est propre et le matériel est rangé une fois le TP terminé.					
	Réaliser une courbe d'étalonnage avec l'outil tableur	- Le graphique est correctement réalisé et présenté. - Existence d'une courbe de tendance.					
Valider	Faire preuve d'esprit critique	- Comparaison réalisée entre résultats et informations données (Cm sucre et Nutri-Score). - Critique de la plausibilité des résultats.					/2
Communiquer	Echanger	- Qualité de la communication orale entre le groupe et l'enseignant.					/3
	Présenter un rapport	- Rapport argumenté, synthétique et bien présenté. - Le vocabulaire utilisé est adapté. - Résultats présentés dans un tableau.					
BILAN	Commentaire général :						Note globale : / 20