



MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE,
DE L'AGRO-ALIMENTAIRE
ET DE LA SOUVERAINETÉ
ALIMENTAIRE

*Liberté
Égalité
Fraternité*

**CONCOURS D'ACCÈS À LA DEUXIÈME CATÉGORIE DES EMPLOIS DE PROFESSEUR
DES ÉTABLISSEMENTS D'ENSEIGNEMENT AGRICOLE PRIVÉ**

Concours : **EXTERNE**

Section : **PHYSIQUE CHIMIE**

SESSION 2026

ÉPREUVE ÉCRITE D'ADMISSIBILITÉ N°2

Épreuve écrite disciplinaire appliquée

(Coefficient : 2 – Durée : 5 heures)

Matériel(s) et documents(s) autorisé(s) : calculatrice

Ce sujet comporte 36 pages y compris celle-ci.

Vérifiez que l'exemplaire qui vous a été remis est complet. Si ce n'est pas le cas, signalez-le aussitôt.

L'annexe A est à rendre avec la copie.

L'ensemble des questions proposées ne nécessitant pas le même développement, le barème tient compte du travail nécessaire pour répondre à chaque question.

STRUCTURE DE L'ÉPREUVE ÉCRITE DISCIPLINAIRE APPLIQUEE

Ce sujet est constitué de 3 parties indépendantes :

- La première partie, portant sur le thème de l'électricité, aborde à la fois l'aspect énergétique mais aussi les piles ou encore les transformations chimiques associées.
- La deuxième partie porte sur la partie chimie du champ disciplinaire et s'intéresse aux produits laitiers.
- Enfin, la troisième partie porte sur la partie physique du champ disciplinaire, le thème choisi est celui des actions mécaniques.

Les annexes sont disposées en fin de sujet.

N.B : les questions avec une bordure bleue nécessitent un développement laissé à l'initiative du candidat. Le barème tient compte de la durée nécessaire à la résolution de ces questions.

N.B : si vous repérez ce qui vous semble être une erreur d'énoncé, vous devez le signaler très lisiblement sur votre copie, en proposer la correction et poursuivre l'épreuve en conséquence. De même, si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, vous devez la (ou les) mentionner explicitement.

NB : conformément au principe d'anonymat, votre copie ne doit comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé consiste notamment en la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de la signer ou de l'identifier.

Début du sujet en page 3

Tourner SVP →

SUJET

Partie 1 – L'électricité vue sous les angles de la chimie et de la physique

L'énergie électrique est omniprésente dans notre monde moderne. Elle rend possible toutes les activités de notre vie quotidienne : chauffage, cuisson, éclairage, transports, téléphone, informatique...

Depuis plus de 200 ans, les piles et batteries ont accompagné nos évolutions sociétales et technologiques. Le stockage de l'électricité est une des clés de la transition énergétique.

L'enseignement de la physique-chimie dans le baccalauréat technologique STAV (Sciences et Technologies de l'Agronomie et du Vivant) aborde cette thématique au travers du module d'enseignement S1 nommé « *Gestion des ressources et de l'alimentation* ».

Un enseignant intervenant en cycle terminal de bac technologique STAV souhaite mettre en œuvre une séquence pédagogique, comportant plusieurs séances, pour traiter la partie du référentiel relative au rôle de l'électricité comme source d'énergie : « *Appréhender le rôle de l'électricité comme source d'énergie* ». Un extrait du document d'accompagnement de ce référentiel est présenté ci-dessous :

3.2.3- Appréhender le rôle de l'électricité comme source d'énergie.

Mots clés : oxydant, réducteur, réaction d'oxydo-réduction, potentiel standard, pile, accumulateur, pile à combustible, transfert d'énergie sous forme électrique, stockage.

Les véhicules électriques sont de plus en plus présents dans notre quotidien et permettent progressivement de diminuer notre production de gaz à effet de serre et notre dépendance aux énergies fossiles. [...]. À partir de cette contextualisation, on aborde les piles, les accumulateurs et les piles à combustibles. Après avoir cité les caractéristiques des piles et leurs évolutions technologiques, on identifie l'oxydant et le réducteur mis en jeu dans une pile à partir de la polarité de la pile ou des couples oxydant/réducteur. L'écriture des équations des réactions aux électrodes permet d'expliquer le fonctionnement d'une pile, d'un accumulateur et d'une pile à combustible. [...]. On associe charge et décharge d'un accumulateur à des transferts et conversions d'énergie. [...].

Pour commencer cette séquence, l'enseignant souhaite connaître les acquis de ses élèves sur l'électricité. L'**annexe 1.A** est un extrait du programme de l'enseignement de physique-chimie de la classe de seconde générale et technologique.

- Q1.** Construire une évaluation diagnostique d'une durée de 5 minutes maximum, comportant au maximum 5 questions sur les acquis des élèves.

Depuis l'invention de la première pile jusqu'à aujourd'hui, les piles et accumulateurs ont évolué en termes de taille et de capacité de stockage.

- Q2.** En s'appuyant sur les documents 1, 2 et 3 de l'**annexe 1.B** qui résument l'évolution historique des piles et accumulateurs, construire une carte mentale, destinée à des élèves scolarisés en classe de première STAV, retraçant l'histoire des piles et accumulateurs.

Les sites internet de vulgarisation scientifique et les magasins vendant des piles et accumulateurs utilisent un vocabulaire scientifique parfois imprécis.

Q3. Rectifier la phrase extraite du document 3 de l'**annexe 1.B** : « *Cette technique repose sur une réaction de combustion et non d'oxydoréduction* ».

Lors d'une des séances consacrées aux piles et accumulateurs, un élève du cycle terminal de bac technologique STAV dit à son enseignant de physique-chimie avoir acheté une « pile rechargeable ».

Q4. Après avoir proposé des définitions, destinées aux élèves, des mots « pile », « accumulateur » et « batterie », expliquer pourquoi l'expression « pile rechargeable » est un abus de langage.

Parmi les différentes technologies existantes de piles à combustible, la pile à hydrogène apparaît comme une solution d'avenir pour éviter l'utilisation de ressources en énergies fossiles. L'activité décrite dans l'**annexe 1.C**, présentant le fonctionnement d'une pile à hydrogène, est destinée à des élèves du cycle terminal de bac technologique STAV. Elle est constituée des documents 1 à 4 et de la série de questions qui les suit.

Q5. Rédiger une correction des questions 1 à 5 de l'activité.

Q6. Proposer deux parcours différenciés (un niveau facile et un niveau expert) pour répondre à la question 3 de cette activité, avec deux coups de pouce pour chacun de ces parcours.

Q7. Répondre à la question 6 de l'activité sous forme d'une chaîne énergétique détaillée. Préciser les conventions retenues pour la construction d'une telle chaîne.

La pile à hydrogène peut être également traitée en enseignement de spécialité physique-chimie de la classe de terminale générale.

La partie « *Constitution et transformations de la matière* » est divisée en quatre sous-parties :

- déterminer la composition d'un système par des méthodes physiques et chimiques ;
- modéliser l'évolution d'un système, siège d'une transformation ;
- prévoir l'état final d'un système, siège d'une transformation chimique ;
- élaborer des stratégies en synthèse organique.

Q8. Expliquer dans quelle(s) partie(s) il serait pertinent d'étudier la pile à hydrogène.

Un enseignant de terminale générale spécialité physique-chimie souhaite préparer ses élèves à l'épreuve d'Évaluation des Compétences Expérimentales (ECE).

Il propose ainsi à ses élèves l'activité décrite dans l'**annexe 1.D**.

Q9. Rédiger une fiche outil à destination des élèves rappelant les différentes étapes à effectuer pour mesurer expérimentalement une tension électrique ainsi que l'intensité d'un courant électrique.

Q10. Proposer une grille d'autoévaluation à destination des élèves, associée à l'activité expérimentale de l'activité de l'**annexe 1.D**, s'appuyant sur trois compétences de la démarche scientifique rappelées dans l'**annexe 1.E**.

Q11. Proposer un schéma légendé, illustrant l'expérience réalisée dans l'**annexe 1.D**.

Q12. Discuter la possibilité d'utiliser cette activité avec une classe du cycle terminal de STAV.

La pile à hydrogène peut être traitée dans le cadre de l'enseignement scientifique de la classe de terminale générale. Un extrait du programme d'enseignement scientifique est donné ci-dessous.

2.2 — Conversion et transport de l'énergie électrique	
L'énergie électrique joue un rôle central aujourd'hui et présente plusieurs avantages : une distribution sûre, des réseaux de distribution étendus, des convertisseurs de bon rendement permettant d'obtenir l'énergie électrique ou de la transformer en d'autres formes d'énergie. L'existence de procédés d'obtention d'énergie électrique sans combustion justifie son importance actuelle et future.	
Savoirs	Savoir-faire
Trois méthodes permettent d'obtenir de l'énergie électrique sans nécessiter de combustion : - la conversion d'énergie mécanique, soit directe (dynamos, éoliennes, hydroliennes, barrages hydroélectriques), soit indirecte à partir d'énergie thermique (centrales nucléaires, centrales solaires thermiques, géothermie) ; - la conversion de l'énergie radiative reçue du Soleil (panneaux photovoltaïques) ; - la conversion électrochimique (piles ou accumulateurs conventionnels, piles à hydrogène).	Décrire des exemples de chaînes de transformations énergétiques permettant d'obtenir de l'énergie électrique à partir de différentes ressources primaires d'énergie. Calculer le rendement global d'un système de conversion d'énergie. ↔ Grandeurs et mesures. ↔ Grandeurs proportionnelles. ↔ Grandeurs quotients.
Ces méthodes sans combustion ont néanmoins un effet sur l'environnement et la biodiversité ou présentent des risques spécifiques (pollution chimique, déchets radioactifs, accidents industriels, etc.).	Analyser des documents présentant les conséquences de l'installation et du fonctionnement d'une centrale électrique.

Q13. Proposer, de manière synthétique, le contenu d'une séquence d'enseignement de 5 h constituée de plusieurs séances, en partie à caractère expérimental, visant à traiter la partie du programme d'enseignement scientifique de terminale générale. En particulier :

- expliciter les objectifs de formation et les contenus de chaque séance ;
- développer la séance sur la pile à hydrogène en détaillant la nature des tâches que devra réaliser l'élève.

Partie 2 – Les produits laitiers

Les agro-ressources sont essentielles dans notre société avec des débouchés bien connus dans l'alimentaire mais aussi par la valorisation des productions agricoles à des fins non alimentaires.

Nous nous intéresserons ici, d'une part, à la qualité chimique des produits laitiers et d'autre part à la production d'un solvant biodégradable agrosourcé.

Le sujet d'entraînement aux Évaluations des Compétences Expérimentales (ECE), présenté en **annexe 2.A**, traite du titrage colorimétrique de l'acide lactique dans le lait.

Q14. Construire une grille d'évaluation par compétences pour l'enseignant devant évaluer cette épreuve expérimentale. Le candidat précisera :

- les indicateurs de réussite pour chaque compétence ;
- les critères correspondant aux niveaux d'acquisition choisis A, B, C ou D pour chacune des compétences identifiées. On pourra s'appuyer sur l'**annexe 1.E**.

Q15. Expliquer l'intérêt de la simulation Python de la courbe de titrage dans le sujet d'ECE.

Q16. Proposer une autre utilisation possible de cette simulation Python, qui aurait pu être proposée.

Q17. A l'aide de la courbe donnée dans l'**annexe 2.B** et du tableau des caractéristiques chimiques des indicateurs colorés de l'**annexe 2.C** :

- préciser les indicateurs colorés utilisables pour ce dosage. Justifier la réponse.
- choisir, parmi les indicateurs colorés de l'**annexe 2.C**, ceux qui seront mis à la disposition de l'élève sur la paillasse et justifier ces choix.

Les séances de pluridisciplinarité, présentes dans la filière STAV, où interviennent plusieurs enseignants issus des modules communs et des modules d'enseignement de spécialité, sont l'occasion d'aborder cette thématique des produits laitiers. Le tableau présenté en **annexe 2.D** explicite les huit thématiques à aborder durant les séances pluridisciplinaires et leurs finalités. L'activité présentée dans l'**annexe 2.E** est proposée aux élèves dans ce cadre.

Q18. Préciser dans quelle(s) thématique(s) pluridisciplinaire(s) de l'**annexe 2.D** il est possible d'intégrer l'activité de l'**annexe 2.E**. Proposer les disciplines associées au(x) thème(s) choisi(s) et à l'activité.

Q19. Pour cette séance expérimentale de l'**annexe 2.E** :

- proposer une contextualisation ;
- énumérer les consignes de sécurité données aux élèves ;
- décrire le travail demandé aux élèves.

Le professeur souhaite s'appuyer sur l'activité, décrite dans l'**annexe 2.E**, pour construire plusieurs activités expérimentales à destination d'une autre classe dont il a la charge. Il s'agit d'étudiants en classe de BTSA Métiers de l'élevage. La finalité est de répondre à l'objectif de formation décrit dans le module M7 « *Expertise zootechnique* ». Un extrait du document d'accompagnement de ce module est donné ci-dessous.

Elaboration d'une démarche de contrôle des produits issus des animaux d'élevage	
<i>Étude des caractéristiques des produits issus des animaux d'élevage</i>	
- Élaborer une démarche reliant la qualité d'un produit et différentes pratiques d'élevage - Déterminer la composition des produits issus des animaux d'élevage - Caractériser l'évolution des carcasses animales si l'espèce étudiée le justifie (maturation, effet du stress sur la qualité de la viande, etc.) - Déterminer la qualité microbiologique de différents produits issus d'animaux d'élevage En fonction du contexte local, deux produits (lait, viande, œufs...) issus d'une espèce étudiée dans le module M4 sont caractérisés du point de vue physico-chimique et microbiologique. En mobilisant des contenus déjà travaillés (dont les tests d'identification des diverses familles de biomolécules), on réalise des mesures quantitatives afin de déterminer la composition des produits issus des animaux d'élevage. On peut s'attacher à vérifier le taux de protéines : - dosage des protéines sur produits carnés, crème, yaourt, fromages, lait (méthode de Kjeldahl) - séparation des protéines (méthode par électrophorèse) - dosage des protéines dans le lait (méthode du noir amido, méthode spectrophotométrique avec réactif de Gornall) - dosage de l'urée (méthode uréomètre) On peut également procéder au dosage des sucres selon des méthodes chimiques : méthode de Bertrand (lactose du lait ou d'une viande) ou de Luff-Schoorl (lait, détermination du taux de sucres réducteurs initiaux d'une viande) ; ou par une méthode enzymatique (kit enzymatique). Concernant les lipides on peut s'intéresser à la mesure de l'indice d'acide, de l'indice de saponification, d'iode et effectuer un dosage par la méthode de Soxhlet. D'autres analyses plus spécifiques à chaque produit sont réalisables :	
Exemple de produit	Analyses possibles (liste non exhaustive)
Lait	• détermination de la teneur en matières sèches ou en eau • dosage de la matière grasse (taux butyreux des produits laitiers par la méthode de Gerber) • densité (lait coupé ou non) • mesure du pH et dosage de l'acidité, degré Dornic (fraîcheur du lait) • dosage des ions chlorure (dosage conductimétrique)

Q20. Choisir quatre espèces chimiques parmi celles présentées dans le tableau de l'activité de l'**annexe 2.E** et citer, pour chacune d'entre elles, une méthode de mesure quantitative pouvant être utilisée lors de séances expérimentales au niveau BTSA Métiers de l'élevage.

Le professeur décide de construire une séance sur le suivi conductimétrique du dosage des ions chlorure Cl^- dans le lait par précipitation avec les ions argent Ag^+ , au niveau BTSA Métiers de l'élevage.

Q21. Enoncer la loi de Kohlrausch et préciser son domaine d'application.

Q22. Rédiger une fiche synthétique à destination des élèves décrivant le principe de ce dosage. Dans cette fiche figureront :

- le fonctionnement de l'appareil de mesure ;
- la réaction chimique support du dosage et ses caractéristiques ;
- l'allure et l'interprétation de la courbe de dosage obtenue.

Le programme de spécialité physique-chimie de la classe de terminale générale, présenté ci-dessous, aborde les synthèses écoresponsables, notamment en recherchant des réactifs, solvants, catalyseurs et protocoles qui minimisent les apports d'énergie et les déchets, et qui augmentent la vitesse, la sélectivité et le rendement.

L'**annexe 2.F** est un extrait de sujet d'épreuve terminale de spécialité physique-chimie.

4. Élaborer des stratégies en synthèse organique

Pour la réalisation des synthèses écoresponsables de composés organiques, sont recherchés des réactifs, solvants, catalyseurs et protocoles minimisant les apports d'énergie et les déchets et augmentant la vitesse, la sélectivité et le rendement. Des banques de réactions sont mises à disposition des élèves pour analyser ou élaborer des synthèses multi-étapes et proposer éventuellement des améliorations.

Notions et contenus	Capacités exigibles <i>Activités expérimentales support de la formation</i>
Optimisation d'une étape de synthèse Optimisation de la vitesse de formation d'un produit et du rendement d'une synthèse.	Identifier, dans un protocole, les opérations réalisées pour optimiser la vitesse de formation d'un produit. Justifier l'augmentation du rendement d'une synthèse par introduction d'un excès d'un réactif ou par élimination d'un produit du milieu réactionnel. <i>Mettre en œuvre un protocole de synthèse pour étudier l'influence de la modification des conditions expérimentales sur le rendement ou la vitesse.</i>
Synthèses écoresponsables.	Discuter l'impact environnemental d'une synthèse et proposer des améliorations à l'aide de données fournies, par exemple en termes d'énergie, de formation et valorisation de sous-produits et de choix des réactifs et solvants.

Q23. Expliquer le principe de la spectroscopie infrarouge, puis interpréter le spectre infrarouge de l'acide lactique de l'activité de l'**annexe 2.F**.

Q24. Rédiger un corrigé des questions C1 à C4, à destination des élèves de terminale spécialité physique-chimie.

Q25. Proposer trois arguments ainsi qu'un point de vigilance, en lien avec le programme de spécialité physique-chimie, permettant de discuter avec les élèves de l'écoresponsabilité de la synthèse du lactate d'éthyle présentée dans l'extrait de sujet de l'**annexe 2.F**.

Partie 3 – Forces, modélisation et intensité de pesanteur

Ce n'est pas un hasard si les objets qui nous entourent restent bien à leur place. Ils sont soumis, comme nous, à des actions mécaniques. Parmi ces actions, l'action mécanique de la Terre permet de garder nos deux pieds sur notre planète.

On s'intéresse ici aux notions de vitesse et d'action mécanique modélisée par une force, et plus particulièrement au poids et à l'intensité de la pesanteur, telles qu'elles sont abordées au lycée, dans la voie générale. L'**annexe 3.A** présente des extraits du programme de mécanique de la classe de seconde générale et technologique et de spécialité physique-chimie de première et de terminale générale.

Un enseignant d'une classe de seconde générale et technologique souhaite évaluer la conception générale de ses élèves en mécanique et les interroger sur les prérequis de la classe de troisième. Le vocabulaire utilisé en mécanique pose des problèmes aux élèves car il y a souvent un décalage entre les termes scientifiques et ceux utilisés dans la vie quotidienne.

Q26. Rédiger un questionnaire à choix multiples (QCM) permettant d'interroger le vocabulaire utilisé en mécanique. Le QCM, de quatre questions, devra comporter le vocabulaire suivant : poids/masse, système/objet, pesanteur/apesanteur, direction/sens.

Q27. Détailler, au niveau de la classe de seconde, les différences entre le modèle de la force utilisé pour représenter une action mécanique et le réel observé que sont les actions mécaniques. Préciser les limites de ce modèle.

Q28. Expliquer comment évolue la modélisation de la vitesse au lycée en vous aidant de l'**annexe 3.A**. On pourra illustrer par des schémas.

L'enseignant de seconde souhaite illustrer la notion d'intensité de pesanteur grâce à un exercice qu'il a trouvé sur internet sur le site de l'académie d'Orléans-Tours. Cet exercice est donné en **annexe 3.B**.

Q29. Donner les relations vectorielles permettant à un élève de seconde générale et technologique de définir l'interaction gravitationnelle et le poids. Les vecteurs choisis sont à préciser.

La rédaction de cet exercice par un élève est placée en **annexe A**.

Q30. Annoter la production de cet élève sur l'**annexe A (à rendre avec la copie)**. Le candidat précisera :

- les indications nécessaires à l'identification des réussites et des erreurs ;
- les commentaires pour le faire progresser.

Un enseignant de seconde générale a donné cet exercice à faire à la maison. Un élève n'arrive pas à le résoudre et décide d'utiliser l'intelligence artificielle. La correction qu'elle lui propose se trouve en **annexe 3.C**.

Q31. Critiquer cette correction.

Un enseignant de terminale générale souhaite faire déterminer à ses élèves la valeur de l'intensité de pesanteur terrestre.

Il souhaite réaliser une expérience, présente sur le site internet <https://fizziq.org/>, en utilisant l'application FizziQ. Cette application est gratuite, sans stockage de données personnelles, conformément au RGPD, et téléchargeable sur le site <https://fizziq.org/>.

Cette activité est décrite ci-après.

Calcul de la valeur g par analyse de la chute libre

Objectif pédagogique :

Cette activité permet aux élèves de déterminer expérimentalement la valeur de l'accélération de la pesanteur en analysant une chute libre. Elle reproduit l'approche historique de Galilée avec des outils modernes.

Concepts abordés :

Chute libre ; Accélération de la pesanteur ; Lois de Galilée ; Conversion d'énergie potentielle ; Interprétation de graphiques d'accélération

Description de l'activité :

L'élève lâche son smartphone (protégé par un oreiller) d'une hauteur connue et enregistre les données d'accélération linéaire durant la chute. En identifiant le début et la fin de la chute sur le graphique d'accélération et en mesurant le temps écoulé, l'élève peut calculer g en utilisant la relation entre hauteur et temps dans une chute libre.

Matériel requis :

Smartphone avec l'application FizziQ ; Un oreiller moelleux pour réceptionner le smartphone ; Mètre ruban pour mesurer la hauteur de chute ; Cahier d'expérience FizziQ

Eclairage scientifique

Galilée a révolutionné la physique au XVII^e siècle en découvrant que, contrairement aux croyances aristotéliennes, tous les corps chutent avec la même accélération indépendamment de leur masse. Pour une chute sans vitesse initiale, la relation entre la hauteur h et le temps t est donnée

par : $h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$. Cette équation permet de calculer g en mesurant précisément h et t . L'application

FizziQ permet, grâce à l'accéléromètre du smartphone, de mesurer la composante verticale de l'accélération sur l'axe z . Pour déterminer g , il faut identifier, le début et la fin de la chute sur le graphique : le début correspond au moment où l'accélération chute brusquement (quand le smartphone est lâché), et la fin au moment d'un pic d'accélération (impact sur l'oreiller). Le temps écoulé entre ces deux événements correspond à la durée de chute. Connaissant la hauteur h et la

durée t , on calcule $g = 2 \cdot \frac{h}{t^2}$. Les principales sources d'erreur incluent : la résistance de l'air (qui devient significative au-delà de 1 à 2 mètres de chute), l'imprécision dans la mesure de la hauteur, et le délai de réaction humaine si le déclenchement est manuel. Réaliser plusieurs essais permet d'améliorer la précision par calcul de moyenne. Cette expérience simple reproduit l'approche conceptuelle de Galilée avec des outils modernes et illustre parfaitement le passage d'une observation physique à une loi quantitative.

Q32. Rédiger un scénario pour cette séance expérimentale.

- proposer une contextualisation,
- expliciter le travail demandé aux élèves,
- indiquer le type de production attendue,
- préciser les actions de l'enseignant.

Les résultats expérimentaux de huit groupes ayant réalisé la détermination de l'intensité de pesanteur à partir d'une même hauteur de chute sont présentés ci-dessous :

Groupe	1	2	3	4	5	6	7	8
g (m.s ⁻²)	9,6	9,8	9,7	9,9	9,7	9,6	9,8	9,9

L'enseignant souhaite exploiter ces valeurs avec ses élèves pour mobiliser les capacités exigibles relatives à la notion de mesure et incertitudes. Ces capacités sont explicitées dans l'extrait de programme ci-après.

Mesure et incertitudes	
Notions et contenus	Capacités exigibles
Variabilité de la mesure d'une grandeur physique.	Exploiter une série de mesures indépendantes d'une grandeur physique : histogramme, moyenne et écart-type. Discuter de l'influence de l'instrument de mesure et du protocole. Évaluer qualitativement la dispersion d'une série de mesures indépendantes. Capacité numérique : représenter l'histogramme associé à une série de mesures à l'aide d'un tableur ou d'un langage de programmation.
Incertitude-type.	Définir qualitativement une incertitude-type. Procéder à l'évaluation d'une incertitude-type par une approche statistique (évaluation de type A). Procéder à l'évaluation d'une incertitude-type par une autre approche que statistique (évaluation de type B).
Incertitudes-types composées.	Évaluer, à l'aide d'une formule fournie, l'incertitude-type d'une grandeur s'exprimant en fonction d'autres grandeurs dont les incertitudes-types associées sont connues. Capacité numérique : simuler, à l'aide d'un langage de programmation, un processus aléatoire illustrant la détermination de la valeur d'une grandeur avec incertitudes-types composées.
Écriture du résultat. Valeur de référence.	Écrire, avec un nombre adapté de chiffres significatifs, le résultat d'une mesure. Comparer, le cas échéant, le résultat d'une mesure m_{mes} à une valeur de référence $m_{réf}$ en utilisant le quotient $\frac{m_{mes}-m_{réf}}{u(m)}$ où $u(m)$ est l'incertitude-type associée au résultat.

Q33. Indiquer les capacités exigibles qu'il est possible de mobiliser à partir de la série de valeurs obtenue par les huit groupes et détailler la production attendue par le professeur et les élèves.

Annexe 1 – Ressources utiles pour la partie 1 du sujet

1.A – Extrait du programme de physique-chimie de la classe de seconde générale et technologique

3. Signaux et capteurs	
Notions abordées au collège (cycle 4) Circuits électriques, dipôles en série, dipôles en dérivation, boucle, unicité de l'intensité dans un circuit série, loi d'additivité des tensions, loi d'additivité des intensités, loi d'Ohm, règles de sécurité, énergie et puissance électriques.	
Notions et contenus	Capacités exigibles <i>Activités expérimentales support de la formation</i>
Loi des nœuds. Loi des mailles. Caractéristique tension-courant d'un dipôle. Résistance et systèmes à comportement de type ohmique. Loi d'Ohm. Capteurs électriques.	Exploiter la loi des mailles et la loi des nœuds dans un circuit électrique comportant au plus, deux mailles. Exploiter la caractéristique d'un dipôle électrique : point de fonctionnement, modélisation par une relation $U = f(I)$ ou $I = g(U)$. Utiliser la loi d'Ohm. <i>Représenter et exploiter la caractéristique d'un dipôle.</i> Capacités numériques : représenter un nuage de points associé à la Citer des exemples de capteurs présents dans les objets de la vie quotidienne. <i>Mesurer une grandeur physique à l'aide d'un capteur électrique résistif. Produire et utiliser une courbe d'étalonnage reliant la résistance d'un système avec une grandeur d'intérêt (température, pression, intensité lumineuse, etc.).</i> <i>Utiliser un dispositif avec microcontrôleur et capteur.</i>

1.B - Documents retraçant l'histoire des piles et accumulateurs

Document 1 : les piles et accumulateurs historiques

La première pile fut réalisée en 1799 par le physicien italien Alessandro Volta (1745-1827), professeur de physique à l'université de Pavie. Cette première « pile » était constituée d'un assemblage de groupes de rondelles de cuivre et de zinc empilées et séparées par du carton imbibé d'eau salée.

Au tout début du XIX^e siècle, le physicien allemand Johann Wilhelm Ritter (1776- 1810) découvre le principe de l'accumulateur.

Ce n'est qu'à partir de 1830, avec l'apparition du télégraphe électrique, que les premières piles réellement utilisables seront mises au point. John Daniell, physicien britannique (1790-1845), invente en 1836 la pile qui porte son nom.

Le premier accumulateur au plomb fut réalisé en 1859 par le physicien français Gaston Planté (1834-1889). Il sera perfectionné puis industrialisé en 1880 par l'ingénieur chimiste français Camille Faure (1840-1898).

Georges Leclanché, ingénieur français (1839-1882), invente une nouvelle pile au dioxyde de manganèse en 1867 qui conduira ensuite à la pile Leclanché, encore utilisée de nos jours.

Source : Livre physique chimie STAV éditions Educagri 2020

Document 2 : les XX^e et XXI^e siècles

Au cours du XX^e siècle, de nombreuses piles et accumulateurs vont être développés, l'accumulateur nickel-cadmium, l'accumulateur nickel-fer, la pile alcaline (fin des années 1950) ... Les piles boutons à l'oxyde d'argent et air-zinc sont commercialisées dans les années 1970.

Pour répondre à un mode de vie de plus en plus nomade, mobile, les dernières décennies de ce siècle correspondent à un développement sans précédent des piles et accumulateurs électrochimiques : les accumulateurs nickel-hydrure métallique, accumulateurs au lithium....

Les besoins croissants de stockage de l'énergie liés aux nouveaux modes de production de l'électricité (photovoltaïque, éolien), l'essor du parc des véhicules hybrides ou électriques et le développement continu des appareils électroniques mobiles entraînent, depuis le début du XXI^e siècle, de nombreuses recherches et innovations dans le domaine des générateurs électrochimiques.

Actuellement, les batteries au lithium, légères, rechargeables et puissantes, sont utilisées dans de nombreux domaines comme les véhicules électriques, les téléphones et ordinateurs portables ou le stockage des énergies. Le prix Nobel de Chimie 2019 récompense les inventeurs de la batterie au lithium : le prix Nobel de Chimie 2019 a été remis au Britannique Michael Stanley Whittingham, à l'Américain John Bannister Goodenough et au Japonais Akira Yoshino pour leurs travaux pionniers dans le domaine des batteries lithium-ion (Li-ion). Ces chercheurs sont à l'origine de nombreuses avancées en particulier dans le domaine du stockage électrochimique de l'énergie.

Source : Livre physique chimie STAV éditions Educagri 2020

Document 3 : la pile à combustible

La pile à combustible ou PAC bénéficie d'un procédé de création d'énergie électrique bien différent d'une pile classique. **Cette technique repose sur une réaction de combustion et non d'oxydoréduction.** La PAC permet de convertir de l'énergie chimique de combustion en énergie électrique, en chaleur et en eau. Ses domaines d'application sont les transports, la défense, l'espace... C'est en 1839 que les premiers modèles en laboratoire de piles à combustible ont été inventés par le physicien anglais William Grove. Une pile à combustible possède une structure conçue pour déclencher la combustion entre le comburant (le dioxygène) situé à l'anode et le combustible (le dihydrogène) situé à la cathode. Cette combustion dégage de l'énergie et de l'eau. Le concept de micropile à combustible consiste à associer une petite pile à combustible avec une cartouche qui fournit de l'hydrogène et qui contient du méthanol, par exemple. Le principe est le même que pour la cartouche d'encre d'un stylo, la pile étant, dans ce cas de figure, le stylo qui a besoin d'être alimenté en hydrogène pour produire de l'énergie. L'avènement des micropiles à combustible avec le concept des cartouches remplaçables va profondément bouleverser le « business model » de l'énergie de la mobilité. La pile à combustible peut être considérée comme le futur de la pile.

Source : site <https://www.pilesbatteries-toutsavoir.fr>

1.C - Activité proposée à une classe de bac STAV dans le cadre de l'enseignement du module gestion des ressources et de l'alimentation

Documents 1,2 et 3 d'après Physique-Chimie, bac techno STAV première et terminale, Educagri éditions
Document 4 d'après Physique-Chimie, bac général, Bordas

Document 1 : la pile à combustible

Le principe de fonctionnement d'une pile à combustible a été découvert dès le XIX^e siècle.

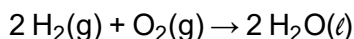
Une pile à combustible est une pile dans laquelle il y a oxydation d'un combustible réducteur couplé à la réduction sur l'autre électrode d'un comburant oxydant.

Il existe différents types de piles à combustible utilisant des électrodes et électrolytes différents en fonction des applications.

Document 2 : la pile à hydrogène, une pile propre

Dans le cas de la pile à hydrogène, le combustible est le dihydrogène H₂ et le comburant est le dioxygène O₂ de l'air. La réaction d'oxydoréduction aboutit à la production simultanée d'eau, d'énergie électrique et d'énergie transférée thermiquement. La pile à hydrogène est une pile à combustible utilisant le dihydrogène et le dioxygène.

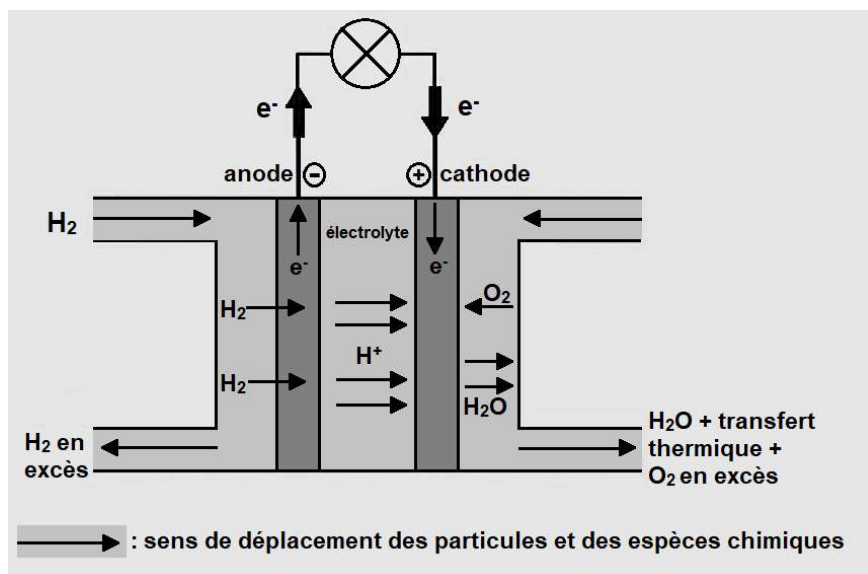
La réaction chimique de fonctionnement de la pile est :



Dans cette pile, les 2 électrodes sont séparées par un électrolyte (milieu laissant circuler les ions).

L'électrolyse de l'eau est une des méthodes pour fabriquer le dihydrogène et le dioxygène utilisés. On peut aussi utiliser le dioxygène de l'air. D'autres productions du dihydrogène existent.

Document 3 : schéma d'une pile à hydrogène



D'après www.letemps.ch

Document 4 : un micro-réseau électrique



Un réseau électrique de petite taille, conçu pour fonctionner en autonomie a été installé dans le cirque de Mafate (accessible uniquement à pied ou en hélicoptère) afin d'approvisionner des consommateurs isolés du réseau électrique classique. Il est composé de panneaux photovoltaïques, d'accumulateurs lithium-ion, d'un système de stockage de dihydrogène et d'une pile à combustible. Des panneaux solaires captent l'énergie solaire pour la convertir en énergie électrique qui est soit stockée dans un accumulateur lithium-ion pour être consommée dans les jours à venir, soit transformée par électrolyse de l'eau en dihydrogène qui sera stocké. Pour injecter de l'électricité sur le micro-réseau, en cas d'absence durable de soleil ou en cas de pic de consommation, une pile à combustible assure la transformation inverse en produisant de l'électricité à partir du dihydrogène en ne rejetant que de l'eau. On peut ainsi être autonome en produisant et en stockant de l'énergie sans polluer.

Questions :

1. Nommer le type de réaction chimique se produisant dans les piles.
2. Justifier le titre du document 2 : « la pile à hydrogène, une pile propre ».
3. Retrouver l'équation de la réaction chimique de fonctionnement de la pile à hydrogène.

Lors de l'utilisation d'une pile, chacune des électrodes est le siège d'une oxydation ou d'une réduction.

4. Nommer l'électrode où a lieu une réaction d'oxydation et celle où se déroule la réduction.
5. Ecrire l'équation de l'électrolyse de l'eau.
6. Indiquer les conversions d'énergie qui sont réalisées dans le micro-réseau du cirque de Mafate.

Données : couples oxydant/réducteur : $\text{H}^+(\text{aq}) / \text{H}_2(\text{g})$ et $\text{O}_2(\text{g}) / \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

1.D – Activité préparatoire pour les ECE

D'après Physique-Chimie, bac général, Bordas

Document 1 : contexte

On dispose de panneaux photovoltaïques sur le toit d'une maison et on souhaite utiliser l'électricité produite actuellement vendue à un distributeur pour alimenter un électrolyseur afin de décomposer l'eau en dihydrogène. Cette solution est-elle financièrement intéressante ?

Document 2 : données

- Volume molaire d'un gaz dans les conditions de pression et de température du laboratoire :
 $V_M = 24 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$
- $M_H = 1,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
- Expression de l'énergie électrique : $E = U \cdot I \cdot \Delta t$

Avec E l'énergie électrique en J, U la tension électrique en V, I l'intensité du courant électrique en A et Δt la durée en s.

- $1 \text{ kWh} = 3,6 \times 10^6 \text{ J}$
- prix de vente du kWh au distributeur d'électricité : 0,25 €
- prix de vente d'un kilogramme de dihydrogène : 5 €

Document 3 : matériels mis à disposition

- Un générateur de tension continue 12 V
- Un électrolyseur
- Un ampèremètre
- Fils électriques
- Chronomètre
- Deux tubes à essais gradués de 25 mL
- Eau distillée

Document 4 : données expérimentales

- $U_{\text{électrolyseur}} = 2,5 \text{ V}$
- $I_{\text{électrolyseur}} = 0,2 \text{ A}$

Travail à effectuer :

1. Proposition de protocole expérimental (15 minutes conseillées)

A partir des documents et du matériel disponible, proposer un protocole expérimental permettant de produire du dihydrogène.

2. Mise en œuvre du protocole expérimental proposé (15 minutes conseillées)

Mettre en œuvre le protocole pour produire un volume $V = 20 \text{ mL}$ de dihydrogène en notant les valeurs des grandeurs électriques mesurées et la durée de l'expérience. Schématiser l'expérience.

3. Exploitation des résultats obtenus (30 minutes conseillées)

- Calculez le coût de l'électricité consommée pour réaliser cette expérience.
- Calculer le prix de vente du dihydrogène formé.
- Cette opération est-elle rentable d'un point de vue économique ?

Défaire le montage et ranger la paillasse

1.E – Les compétences de la démarche scientifique

Extrait d'un site institutionnel

Compétence	Exemples de capacité (liste non exhaustive)
S'approprier	- rechercher, extraire et organiser l'information en lien avec une situation - énoncer une problématique - définir des objectifs
Analyser	- formuler une hypothèse - proposer une stratégie pour répondre à une problématique - proposer un modèle - choisir, concevoir ou justifier un protocole ou un dispositif expérimental - évaluer l'ordre de grandeur d'un phénomène et de ses variations
Réaliser	- mettre en œuvre un protocole - utiliser (avec la notice) le matériel de manière adaptée, en autonomie le cas échéant, avec aide pour tout autre matériel - mettre en œuvre des règles de sécurité adéquates - effectuer des représentations graphiques à partir de données expérimentales
Valider	- exploiter des observations, des mesures en identifiant les sources d'erreurs et en estimant les incertitudes - confronter un modèle à des résultats expérimentaux - confirmer ou infirmer une hypothèse, une information - analyser les résultats de manière critique - proposer des améliorations de la démarche ou du modèle
Communiquer	à l'écrit comme à l'oral : - présenter les étapes de son travail de manière synthétique, organisée, cohérente et compréhensible - utiliser un vocabulaire scientifique adapté - s'appuyer sur des schémas, des graphes

Annexe 2 – Ressources utiles pour la partie 2 du sujet

2.A – Sujet d'ECE : Produit laitier à boire 2025

CONTEXTE DE LA SITUATION D'ÉVALUATION

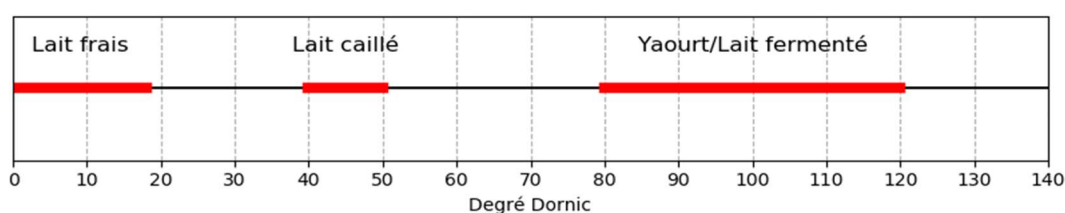
Le lait et ses produits dérivés, comme les yaourts et les laits fermentés, sont appréciés pour leurs bienfaits nutritionnels, notamment grâce à leur richesse en calcium et en probiotiques.

Les bactéries contenues dans ces produits laitiers transforment le lactose en acide lactique, un composant clé qui influence le goût et l'acidité. L'acidité d'un produit laitier peut être caractérisée par son degré Dornic.

Le but de cette épreuve est de déterminer le degré Dornic d'un produit laitier à boire, et de le classer comme lait (frais ou caillé), yaourt ou lait fermenté.

INFORMATIONS MISES À DISPOSITION DU CANDIDAT

Degré Dornic de différents produits laitiers



Détermination du degré Dornic par titrage

Le degré Dornic (°D) mesure l'acidité d'un produit laitier en fonction de la quantité d'acide lactique qu'il contient. Un degré Dornic indique qu'il y a 10 milligrammes d'acide lactique par 100 millilitres de produit.

L'équation de la réaction support du titrage de l'acide lactique, de formule brute $C_3H_6O_3$, par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium est : $C_3H_6O_3(aq) + HO^-(aq) \rightarrow C_3H_5O_3^-(aq) + H_2O(l)$

À partir du volume à l'équivalence V_E , on détermine le degré Dornic °D à partir de la relation suivante :

$$^{\circ}D = \frac{C_B \cdot V_E \cdot M \cdot 10}{V_A}$$

V_A : Volume de solution à titrer prélevé en mL

V_E : Volume de solution titrante versé à l'équivalence en mL

C_B : Concentration de la solution titrante d'hydroxyde de sodium, en $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$

M : Masse molaire de l'acide lactique. $M = 90,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

Différents indicateurs de pH et leur zone de virage :

Indicateur coloré	Teinte acide	Zone de virage	Teinte basique
Rouge de crésol	Jaune	7,4 – 9,0	Violet
Bleu de bromothymol	Jaune	6,0 – 7,6	Bleu
Rouge de méthyle	Rouge	4,2 – 6,2	Jaune
Bleu de bromophénol	Jaune	3,0 – 4,6	Bleu
Bleu de thymol	Rouge	1,2 – 2,8	Jaune
	Jaune	8,0 – 9,6	Bleu

TRAVAIL À EFFECTUER

1. Préparation de la solution titrante (20 minutes conseillées)

1.1. On dispose d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration $c = 6,25 \times 10^{-1} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. Pour le titrage, on souhaite préparer 50,0 mL d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration $C_B = 2,5 \times 10^{-1} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. À l'aide du matériel à disposition, proposer un protocole expérimental pour mettre en œuvre cette dilution, en précisant la verrerie utilisée.

.....

APPEL n°1		
	Appeler le professeur pour lui présenter le protocole ou en cas de difficulté	

1.2. Mettre en œuvre le protocole expérimental proposé pour la dilution de la solution aqueuse d'hydroxyde de sodium.

2. Titrage de l'acide lactique contenu dans le produit laitier (30 minutes conseillées)

2.1. Choix de l'indicateur coloré

Le programme Python « titrage_soude_produit_laitier_eleve.py » ouvert sur l'ordinateur permet de simuler la courbe du titrage acido-basique avec suivi pH-métrique de l'acide lactique présent dans un produit laitier par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium.

Pour la simulation, on prendra le cas d'un volume $V_A = 20,0 \text{ mL}$ d'un produit laitier titré par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration $C_B = 2,5 \times 10^{-1} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

Compléter les lignes 7 et 9 du programme Python proposé.

Compléter les lignes 36, 38, 40, puis exécuter le programme Python.

À l'aide de cette courbe, indiquer le (ou les) indicateur(s) coloré(s) adapté(s) à ce titrage acido-basique. Justifier.

Choisir parmi le matériel disponible sur la paillasse, l'indicateur coloré retenu pour le titrage.

.....

Prévoir le changement de couleur de la solution titrée.

.....

APPEL n°2		
	Appeler le professeur pour lui présenter le choix retenu ou en cas de difficulté	

2.2. Schéma du dispositif expérimental

Légender le schéma du dispositif expérimental du titrage par changement de couleur, en indiquant le contenu de la burette graduée et du bécher.



APPEL n°3		
	Appeler le professeur pour lui présenter le schéma expérimental ou en cas de difficulté	

2.3. Mise en œuvre du titrage

Mettre en œuvre le titrage de $V_A = 20,0 \text{ mL}$ de produit laitier par la solution d'hydroxyde de sodium préalablement diluée, de concentration $C_B = 2,5 \times 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. Ajouter 50 mL d'eau distillée à la solution titrée.

Précautions à prendre :

- ▶ Ajouter une quantité d'indicateur coloré suffisante de manière à repérer facilement le changement de couleur.
- ▶ Rincer directement la verrerie ayant servi à prélever le produit laitier, de manière à ce que celui-ci ne sèche pas à l'intérieur.

Relever le volume équivalent expérimental : $V_E = \dots\dots\dots$;

3. Degré Dornic du produit laitier (10 minutes conseillées)

3.1. Évaluer le degré Dornic du produit laitier analysé.

.....

3.2. Indiquer deux sources d'erreur expérimentales importantes sur la détermination du degré Dornic de ce produit laitier.

.....

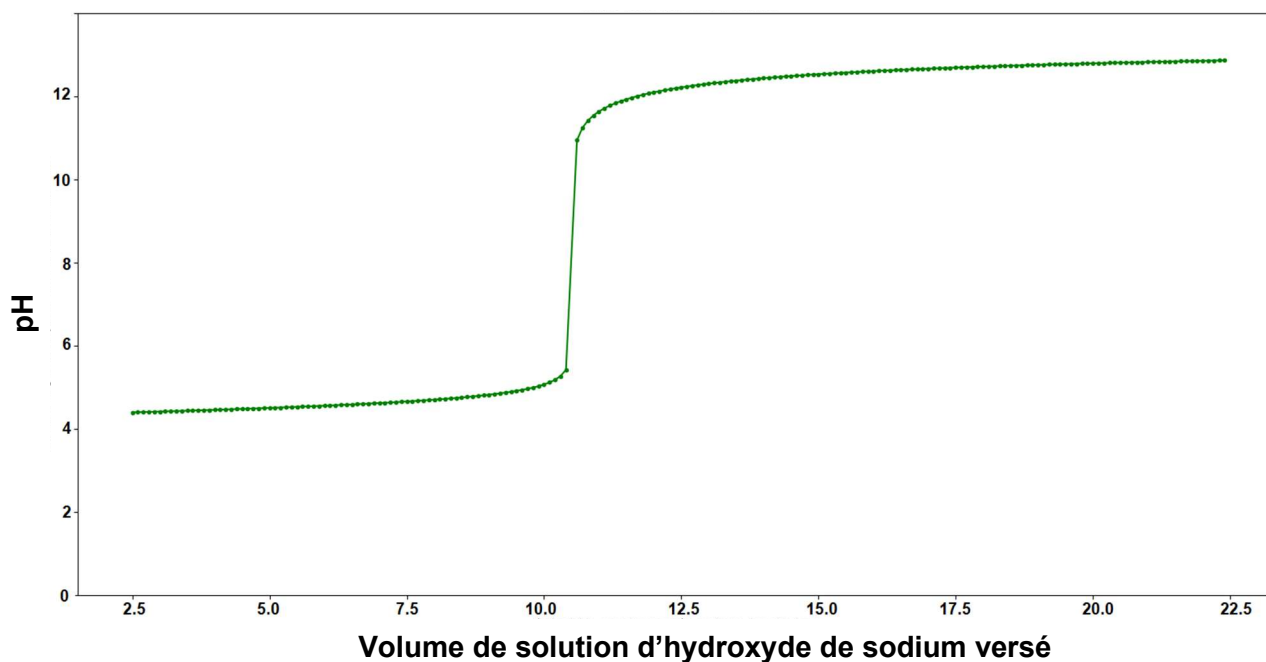
3.3. Conclure sur la nature du produit laitier analysé. Argumenter la réponse.

.....

Défaire le montage et ranger la paillasse avant de quitter la salle.

2.B – Courbe simulée obtenue à l'aide du programme Python

Courbe du titrage de l'acide lactique présent dans un produit laitier par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium.



2.C – Tableau des indicateurs colorés

Indicateur coloré	Teinte acide	Zone de virage	Teinte basique	Caractéristique	Pictogramme	Mention de danger
Rouge de crésol	Jaune	7,4 – 9,0	Violet	Solution aqueuse à 0,02 %	Néant	Néant
Bleu de bromothymol	Jaune	6,0 – 7,6	Bleu	Solution aqueuse à 0,02 %	Néant	Néant
Rouge de méthyle	Rouge	4,2 – 6,2	Jaune	Solution aqueuse à 0,02 %	Néant	Néant
Bleu de bromophénol	Jaune	3,0 – 4,6	Bleu	Solution aqueuse à 0,04 %	Néant	Néant
Bleu de thymol	Rouge	1,2 – 2,8	Jaune	Solution alcoolique à 0,04 %	 	H225 : Liquide et vapeurs très inflammable H319 : Provoque une sévère irritation des yeux
	Jaune	8,0 – 9,6	Bleu			
Phénolphtaléine	Incolore	8,2 – 10	Rose	Solution alcoolique à 1 %	   	H225 : Liquide et vapeurs très inflammables H350 : Peut provoquer le cancer H341 : Susceptible d'induire des anomalies génétiques H319 : Provoque une sévère irritation des yeux

2.D – Finalités et thématiques de la pluridisciplinarité en filière STAV

Extrait de « Baccalauréat technologique STAV 2021 – ressource à destination des enseignants »

Les modules d'enseignements communs :

- C1 : Langue française, littérature et autres arts (**Français**)
- C2 : Langues et cultures étrangères (**Langues vivantes**)
- C3 : Pratiques physiques, sportives et artistiques (**Éducation physique et sportive**)
- C4 : Pratiques mathématiques et numériques (**Technologies de l'informatique et du multimédia ; Mathématiques**)
- C5 : Culture humaniste et citoyenneté (**Philosophie ; Éducation socioculturelle ; Histoire-géographie ; Éducation morale et civique**)

Les modules de spécialités :

- S1 : Gestion des ressources et de l'alimentation (**Biologie-écologie ; Sciences et techniques de l'agronomie ; Physique-chimie ; Sciences et techniques des équipements**)
- S2 : Territoires et sociétés (en classe de première) (**Sciences économiques, sociales et de gestion ; Éducation socioculturelle**)
- S3 : Technologie (en classe de première) (**Sciences et techniques du domaine technologique**)
- S4 : Territoires et technologie (en classe de terminale) (**Sciences et techniques du domaine technologique ; Sciences économiques, sociales et de gestion**)

	Finalités	Thématiques	Modules associés	Volume horaire minimum
1	Il s'agit d'amener les élèves à engager une réflexion éthique (personnelle et professionnelle) sur la question des ressources naturelles pour produire et consommer autrement.	Gestion des ressources naturelles et de l'alimentation dans la société contemporaine.	C5 S1 S2 S4	30h
2	Il s'agit d'amener les élèves à identifier un choix dans une activité donnée, à le restituer dans un moment et un contexte et à repérer des solutions alternatives.	Choix technique, contexte, décision (en lien avec le domaine technologique)	S3 C4	15h
3	Il s'agit d'amener les élèves à mettre en évidence comment les processus techniques soulèvent des questions sociétales et/ou environnementales et inversement comment des questions sociétales et/ou environnementales conduisent à des remises en cause, voire à des évolutions des processus techniques.	Activité ou processus techniques et enjeux sociétaux (en lien avec le domaine technologique)	S4 S1 S2 C5	15h
4	Il s'agit d'amener les élèves à appréhender les processus de fonctionnement des sols pour mieux les valoriser et les préserver.	Chimie et sol	S1 C4	15h
5	Il s'agit d'amener les élèves à appréhender les enjeux de la transition numérique à l'heure où les technologies digitales impactent la vie sociale et/ou professionnelle.	Pratiques sociales et professionnelles du numérique	C4 C5 S1 S4	15h
6	Il s'agit d'amener les élèves à réaliser la chaîne énergétique d'un équipement professionnel pour appréhender la consommation d'énergie et l'optimiser dans une perspective de durabilité.	Chaîne énergétique d'un équipement professionnel	S1 S4	15h
7	Il s'agit d'amener les élèves à découvrir et analyser les étapes de la transformation alimentaire et du contrôle de la qualité par l'intermédiaire d'une fabrication de produit.	De la matière au produit fini	S1 C4	15h
8	À définir par l'équipe pédagogique.	À définir par l'équipe pédagogique		15h

2.E – Pluridisciplinarité en STAV

Du lait au yaourt

Un tableau des tests permet de mettre en évidence les différents composants possibles dans la matière première et le produit fini.

1) Acidité du lait et du yaourt

Mesurer le pH du lait, puis du yaourt, à l'aide de papier pH.

2) Analyse des composants du lait

Pour analyser précisément les composants du lait il faut séparer les deux phases qui sont en émulsion (le filtrat ou lactosérum et le précipité ou caillé).

a) Séparation des phases du lait:

- Mettre 50 mL de lait dans un bécher. Ajouter 10 mL de vinaigre. Observer.
- Filtrer le contenu du bécher. Garder le filtrat.
- Laver le précipité à l'eau distillée.

b) Détermination de la composition des différentes phases :

- Effectuer tous les tests sur le filtrat.
- Effectuer les trois premiers tests sur le précipité.

3) Détermination de la composition du yaourt.

Effectuer tous les tests sur le yaourt.

Laver la verrerie et ranger la paille.

Nom du test	Réactif utilisé	Observations expérimentales	Espèce mise en évidence par le test
Test du biuret	1 mL de solution de sulfate de cuivre et 4 gouttes de solution d'hydroxyde de sodium (soude)	La coloration bleue vire au violet	Protéines
Test à la liqueur de Fehling	5 mL de liqueur de Fehling + chauffage au bain marie.	Apparition d'un précipité rouge orangé (rouge brique)	Glucides simples
Test de la tache	Déposer sur du papier absorbant, une goutte du liquide à étudier. Laisser sécher sur un chauffage.	Apparition d'une tache translucide	Lipides
Test à l'eau iodée	Déposer quelques gouttes	Apparition d'un précipité bleu/noir	Glucides complexes (amidon, cellulose, glycogène)
Test à l'oxalate d'ammonium	Quelques gouttes de solution d'oxalate d'ammonium	Apparition d'un précipité blanc	Ion calcium Ca^{2+}
Test au nitrate d'argent	Quelques gouttes de solution de nitrate d'argent	Apparition d'un précipité blanc qui noircit à la lumière	Ion chlorure Cl^-

2.F – L'acide lactique : réactif de la synthèse du lactate d'éthyle

D'après le sujet d'épreuve terminale de spécialité Physique-Chimie 2021 Polynésie

Le but de l'exercice est d'étudier l'acide lactique et les réactions qui l'impliquent en tant que réactif dans des synthèses écoresponsables.

On donne ci-dessous le spectre infrarouge de la molécule d'acide lactique (figure 1).

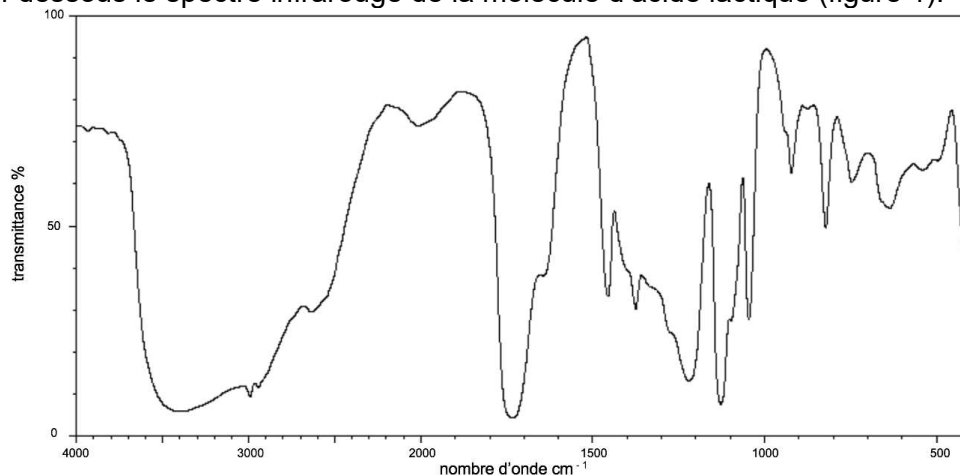


Figure 1. Spectre infrarouge de la molécule d'acide lactique.

Donnée : Table spectroscopique infrarouge simplifiée :

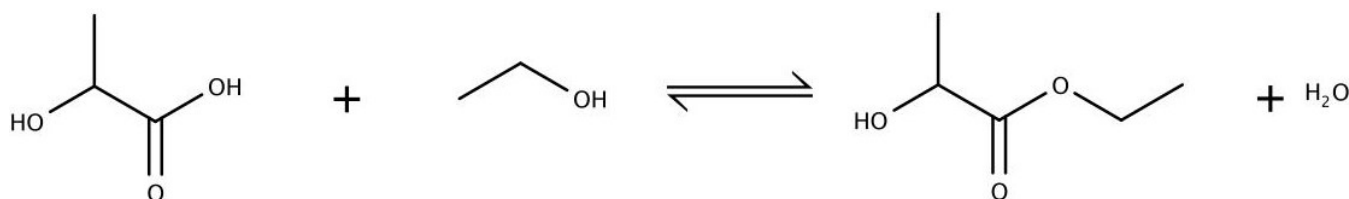
Liaison	Nombre d'onde (cm ⁻¹)	Intensité
O – H alcool libre	3500 - 3700	forte, fine
O – H alcool lié	3200 - 3400	forte, large
O – H acide carboxylique	2500 - 3200	forte à moyenne, large
C = O ester	1700 - 1740	forte
C = O amide	1650 - 1740	forte
C = O aldéhyde et cétone	1650 - 1730	forte
C = O acide carboxylique	1680 - 1710	forte

Document 1 : Synthèse d'un solvant agrosourcé : le lactate d'éthyle.

Les solvants constituent une classe de substances largement utilisées dans de nombreux secteurs économiques où ils jouent des rôles divers. Ce sont des liquides capables de dissoudre, de diluer ou d'extraire d'autres composés sans engendrer de modifications chimiques. Cependant, les solvants traditionnels sont généralement des composés organiques volatils, nocifs pour la santé et pour l'environnement. Dans ce contexte, de nouveaux solvants, non toxiques et biodégradables, sont apparus sur le marché.

D'après <https://patents.google.com/patent/WO2011107712A1/fr>

Le lactate d'éthyle est synthétisé par action de l'éthanol sur l'acide lactique. L'eau constitue un sous-produit de la réaction. L'équation de la réaction est donnée ci-dessous :



Cette estérification est réalisée selon deux modes opératoires :

Procédé a.

La synthèse de lactate d'éthyle est réalisée dans un ballon équipé d'un réfrigérant. Les quantités suivantes de réactifs sont introduites dans le réacteur : 66,7 g d'éthanol et 39,1 g d'acide lactique. 0,33 g d'acide sulfurique est ajouté aux réactifs. Le milieu réactionnel est agité au moyen d'un agitateur magnétique et porté à la température de 80 °C. Le rendement en lactate d'éthyle en fonction de la durée de la réaction est représenté sur la figure 2.

Procédé b.

La synthèse de lactate d'éthyle est réalisée de la même manière que pour le procédé a mais en ajoutant un solvant d'extraction aux réactifs. Le rendement en lactate d'éthyle en fonction de la durée de la réaction est représenté sur la figure 2.

D'après <https://patents.google.com/patent/WO2011107712A1/fr>

On obtient les résultats suivants :

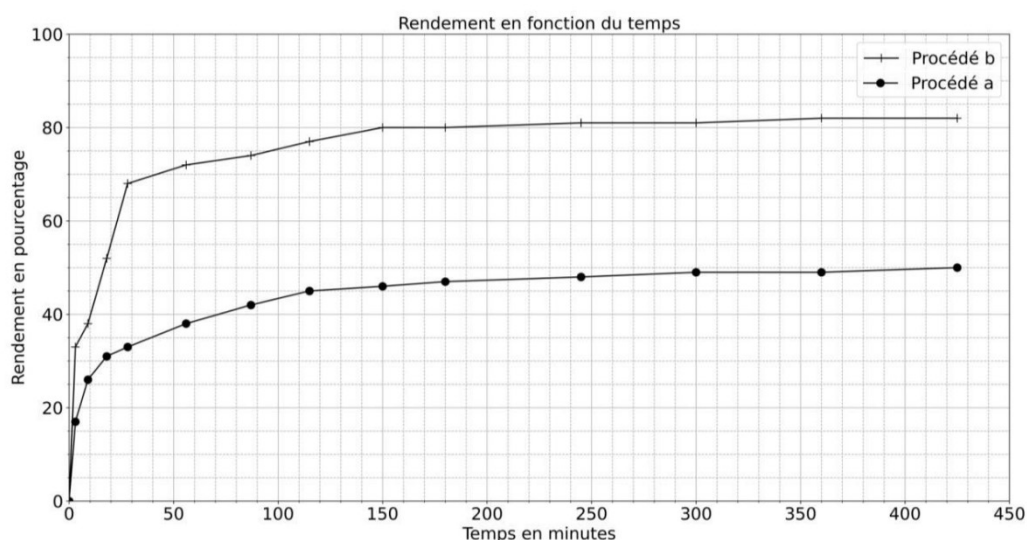


Figure 2. Évolution temporelle du rendement de la réaction d'estérification suivant le procédé a ou b.

Données :

➤ Caractéristiques physiques de quelques espèces chimiques :

	Acide lactique	Éthanol	Lactate d'éthyle
Masse molaire ($\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$)	90,0	46,0	118
Masse volumique ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$)	1,25	0,789	1,03

➤ Solubilités dans le solvant d'extraction utilisé lors de la synthèse du lactate d'éthyle :

	Acide lactique	Éthanol	Lactate d'éthyle	Eau
Solubilité dans le solvant d'extraction ajouté dans le procédé b	insoluble	insoluble	soluble	insoluble

- C.1.** Vérifier par calcul que l'éthanol est en excès dans les procédés a et b décrits précédemment.
- C.2.** Calculer la masse de lactate d'éthyle m_{lac} que l'on pourrait obtenir si la transformation chimique était totale.
- C.3.** En utilisant la figure 2, comparer les rendements obtenus par les deux procédés et indiquer le procédé le plus efficace.
- C.4.** Le lactate d'éthyle étant plus soluble dans le solvant introduit dans le procédé b que dans la phase de départ (acide lactique, éthanol), justifier que l'ajout d'un solvant lors de la synthèse du lactate d'éthyle permet de déplacer l'équilibre de la réaction d'estérification.

Annexe 3 – Ressources utiles pour la partie 3 du sujet

3.A – Extraits des programmes de l'enseignement de physique-chimie de la classe de seconde générale et technologique, première générale spécialité et terminale générale spécialité.

Extrait du programme de seconde

La mécanique est un domaine très riche du point de vue de l'observation et de l'expérience, mais aussi du point de vue conceptuel et méthodologique. Elle permet d'illustrer de façon pertinente la démarche de modélisation. Deux caractéristiques inhérentes à l'apprentissage de la mécanique méritent d'être soulignées :

- d'une part l'omniprésence des situations de mouvement qui a permis d'ancrer chez les élèves des raisonnements spontanés, souvent opératoires mais erronés et donc à déconstruire ;
- d'autre part la nécessaire maîtrise de savoirs et savoir-faire d'ordre mathématique qui conditionne l'accès aux finalités et concepts propres à la mécanique.

Ce thème prépare la mise en place du principe fondamental de la dynamique ; il s'agit en effet de construire un lien précis entre force appliquée et variation de la vitesse.

Au-delà des finalités propres à la mécanique, ce domaine permet d'aborder l'évolution temporelle des systèmes, quels qu'ils soient. Ainsi, la mise en place des bilans est-elle un objectif important d'une formation pour et par la physique-chimie, en ce qu'elle construit des compétences directement réutilisables dans d'autres disciplines (économie, écologie, etc.).

Notions abordées au collège (cycle 4)

Vitesse (direction, sens, valeur), mouvements uniformes, rectilignes, circulaires, relativité des mouvements, interactions, forces, expression scalaire de la loi de gravitation universelle, force de pesanteur.

Notions et contenus	Capacités exigibles <i>Activités expérimentales support de la formation</i>
1. Décrire un mouvement	
Système. Échelles caractéristiques d'un système. Référentiel et relativité du mouvement. Description du mouvement d'un système par celui d'un point. Position. Trajectoire d'un point.	Identifier les échelles temporelles et spatiales pertinentes de description d'un mouvement. Choisir un référentiel pour décrire le mouvement d'un système. Expliquer, dans le cas de la translation, l'influence du choix du référentiel sur la description du mouvement d'un système. Décrire le mouvement d'un système par celui d'un point et caractériser cette modélisation en termes de perte d'informations. Caractériser différentes trajectoires. Capacité numérique : représenter les positions successives d'un système modélisé par un point lors d'une évolution unidimensionnelle ou bidimensionnelle à l'aide d'un langage de programmation.

Vecteur déplacement d'un point. Vecteur vitesse moyenne d'un point. Vecteur vitesse d'un point. Mouvement rectiligne.	Définir le vecteur vitesse moyenne d'un point. Approcher le vecteur vitesse d'un point à l'aide du vecteur déplacement $\overrightarrow{MM'}$, où M et M' sont les positions successives à des instants voisins séparés de Δt ; le représenter. Caractériser un mouvement rectiligne uniforme ou non uniforme. <i>Réaliser et/ou exploiter une vidéo ou une chronophotographie d'un système en mouvement et représenter des vecteurs vitesse ; décrire la variation du vecteur vitesse.</i> Capacité numérique : représenter des vecteurs vitesse d'un système modélisé par un point lors d'un mouvement à l'aide d'un langage de programmation. Capacités mathématiques : représenter des vecteurs. Utiliser des grandeurs algébriques.
2. Modéliser une action sur un système	
Modélisation d'une action par une force. Principe des actions réciproques (troisième loi de Newton) Caractéristiques d'une force. Exemples de forces : - force d'interaction gravitationnelle ; - poids ; - force exercée par un support et par un fil.	Modéliser l'action d'un système extérieur sur le système étudié par une force. Représenter une force par un vecteur ayant une norme, une direction, un sens. Exploiter le principe des actions réciproques. Distinguer actions à distance et actions de contact. Identifier les actions modélisées par des forces dont les expressions mathématiques sont connues <i>a priori</i>. Utiliser l'expression vectorielle de la force d'interaction gravitationnelle. Utiliser l'expression vectorielle du poids d'un objet, approché par la force d'interaction gravitationnelle s'exerçant sur cet objet à la surface d'une planète. Représenter qualitativement la force modélisant l'action d'un support dans des cas simples relevant de la statique.

Le programme de l'enseignement de spécialité de la classe de première complète les connaissances des élèves en lien avec des modèles d'interaction ; les interactions gravitationnelles et électrostatiques permettent aussi une première introduction à la notion de champ. La description d'un fluide au repos fournit l'occasion de décrire les actions exercées par un fluide. Enfin, dans la continuité du programme de la classe de seconde, un lien quantitatif entre la force appliquée à un système et la variation de sa vitesse est construit, d'abord à travers une formulation approchée de la deuxième loi de Newton, puis, dans la partie du programme dédiée au thème « Énergie : conversions et transferts », en adoptant un point de vue au-delà des problématiques liées à la mise en place d'un modèle – s'appuyant ici sur la deuxième loi de Newton – la mécanique permet d'illustrer la physique comme science de la description des systèmes matériels en évolution.

Notions et contenus	Capacités exigibles <i>Activités expérimentales support de la formation</i>
1. Interactions fondamentales et introduction à la notion de champ	
Force de gravitation et champ de gravitation. Force électrostatique et champ électrostatique.	Utiliser les expressions vectorielles : - de la force de gravitation et du champ de gravitation ; - de la force électrostatique et du champ électrostatique. Caractériser localement une ligne de champ électrostatique ou de champ de gravitation. <i>Illustrer l'interaction électrostatique. Cartographier un champ électrostatique.</i>
3. Mouvement d'un système	
Vecteur variation de vitesse. Lien entre la variation du vecteur vitesse d'un système modélisé par un point matériel entre deux instants voisins et la somme des forces appliquées sur celui-ci. Rôle de la masse.	Utiliser la relation approchée entre la variation du vecteur vitesse d'un système modélisé par un point matériel entre deux instants voisins et la somme des forces appliquées sur celui-ci : - pour en déduire une estimation de la variation de vitesse entre deux instants voisins, les forces appliquées au système étant connues ; - pour en déduire une estimation des forces appliquées au système, le comportement cinématique étant connu. <i>Réaliser et/ou exploiter une vidéo ou une chronophotographie d'un système modélisé par un point matériel en mouvement pour construire les vecteurs variation de vitesse. Tester la relation approchée entre la variation du vecteur vitesse entre deux instants voisins et la somme des forces appliquées au système.</i> Capacité numérique : Utiliser un langage de programmation pour étudier la relation approchée entre la variation du vecteur vitesse d'un système modélisé par un point matériel entre deux instants voisins et la somme des forces appliquées sur celui-ci. Capacité mathématique : Sommer et soustraire des vecteurs.

La notion d'accélération nécessite une attention particulière car le terme est utilisé dans la vie courante avec une signification différente de l'acception scientifique. Les aspects vectoriels, la dérivée d'un vecteur, le caractère algébrique des projections de l'accélération sont des objectifs importants de la partie « Décrire un mouvement » [...].	
Notions et contenus	Capacités exigibles <i>Activités expérimentales support de la formation</i>
1. Décrire un mouvement	
Vecteurs position, vitesse et accélération d'un point. Coordonnées des vecteurs vitesse et accélération dans le repère de Frenet pour un mouvement circulaire. Mouvement rectiligne uniformément accéléré. Mouvement circulaire uniforme.	Définir le vecteur vitesse comme la dérivée du vecteur position par rapport au temps et le vecteur accélération comme la dérivée du vecteur vitesse par rapport au temps. Établir les coordonnées cartésiennes des vecteurs vitesse et accélération à partir des coordonnées du vecteur position et/ou du vecteur vitesse. Citer et exploiter les expressions des coordonnées des vecteurs vitesse et accélération dans le repère de Frenet, dans le cas d'un mouvement circulaire. Caractériser le vecteur accélération pour les mouvements suivants : rectiligne, rectiligne uniforme, rectiligne uniformément accéléré, circulaire, circulaire uniforme. <i>Réaliser et/ou exploiter une vidéo ou une chronophotographie pour déterminer les coordonnées du vecteur position en fonction du temps et en déduire les coordonnées approchées ou les représentations des vecteurs vitesse et accélération.</i> Capacité numérique : Représenter, à l'aide d'un langage de programmation, des vecteurs accélération d'un point lors d'un mouvement. Capacité mathématique : Dériver une fonction.

3.B – Exercice tiré du site internet de l'académie d'Orléans-Tours

D'après le livre de Roland Lehoucq, D'où viennent les pouvoirs de Superman ? Physique ordinaire d'un super héros, EDP Sciences, 2003.

« Dès sa naissance en juin 1938, se posa le problème de l'origine des pouvoirs de Superman[...]. Vers la fin des années 1940, les textes décrivent le peuple de Krypton comme des humains plutôt ordinaires et cherchèrent l'origine des pouvoirs de notre héros dans la physique. [...] Pour commencer, intéressons-nous aux origines de Superman, et plus particulièrement à sa planète de naissance, Krypton. Il s'agit d'un problème d'importance car, d'après les textes, c'est dans la différence de gravité entre Krypton et la Terre que réside la source des pouvoirs de l'homme d'acier. [...] Au XVIII^e siècle, Isaac Newton a découvert que deux corps massifs s'attirent avec une force proportionnelle aux produits de leur masse et inversement proportionnel au carré de leur distance. Cette loi universelle de la gravitation régit le mouvement des planètes et explique pourquoi la Terre nous retient à la surface. En effet, notre sensation de pesanteur est la conséquence de la force gravitationnelle que la Terre exerce sur notre corps. Si la Terre était plus massive, cette sensation serait plus forte. [...] Supposons que, sur Krypton, Superman ait eu des performances proches de celles d'un athlète humain sur la Terre. Ses capacités physiques lui permettaient donc de franchir 7 m en longueur et 2 m en hauteur. Ses performances terrestres seront nettement plus impressionnantes d'un facteur égal au rapport entre la gravité kryptonienne et la gravité terrestre. [...] **L'intensité de la pesanteur à la surface de Krypton est à peu près 30 fois supérieure à celle de la Terre. [...] Un être humain transporté sur Krypton aurait l'impression de peser comme un rhinocéros sur Terre.** »

Objectif : Vérifier les informations des deux dernières phrases du texte, et expliquer si Superman peut réellement voler.

Questions :

1. Rappeler les relations littérales des valeurs du poids de Superman sur Krypton et sur Terre.
2. Faire un schéma montrant Superman posé sur Krypton et indiquant la distance entre le centre de Krypton et Superman.
3. Ecrire la relation qui traduit le lien entre la valeur du poids de Superman sur Krypton et la valeur de la force de gravitation exercée par Krypton sur Superman.
4. Faire de même pour Superman sur Terre.
5. En déduire les relations littérales de l'intensité de pesanteur sur Krypton (g_K) puis celle de la Terre (g_T).
6. Répondre à l'objectif.

Données :

Rayon de la Terre : $R_T = 6371 \text{ km}$

Masse de la Terre : $m_T = 5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$

Rayon de Krypton : $R_K = 191 \text{ km}$

Masse de Krypton : $m_K = 1,66 \times 10^{29} \text{ kg}$

Masse d'un rhinocéros blanc : $m_r = 2,30 \text{ t}$

Masse moyenne d'un homme en France : $m_h = 77,1 \text{ kg}$

Intensité de la pesanteur sur Terre : $g_T = 9,8 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$

3.C – Correction de l'exercice par une intelligence artificielle :

d'après ChatGPT



1. Formule de la gravité à la surface d'une planète :

$$g = \frac{G \cdot M}{R^2}$$

Comme on veut comparer g_K (Krypton) et g_T (Terre), on calcule leur **rapport** :

$$\frac{g_K}{g_T} = \frac{M_K}{M_T} \cdot \left(\frac{R_T}{R_K} \right)^2$$



2. Substitution des valeurs :

- $M_T = 5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$
- $R_T = 6371 \text{ km} = 6,371 \times 10^6 \text{ m}$
- $M_K = 1,66 \times 10^{29} \text{ kg}$
- $R_K = 191131 \text{ km} = 1,91131 \times 10^8 \text{ m}$



3. Calcul du rapport :

a. Rapport des masses :

$$\frac{M_K}{M_T} = \frac{1,66 \times 10^{29}}{5,97 \times 10^{24}} \approx 27821,44$$

b. Rapport des rayons (au carré) :

$$\left(\frac{R_T}{R_K} \right)^2 = \left(\frac{6,371 \times 10^6}{1,91131 \times 10^8} \right)^2 \approx \left(\frac{6,371}{191,131} \right)^2 \approx (0,03333)^2 \approx 0,00111$$

c. Rapport des pesanteurs :

$$\frac{g_K}{g_T} = 27821,44 \times 0,00111 \approx 30,9$$



Conclusion scientifique :

La pesanteur à la surface de Krypton est **environ 31 fois plus grande** que celle de la Terre.

► **L'affirmation « 30 fois plus » est donc scientifiquement justifiée avec ces données.**



4. Comparaison des poids (humain vs rhinocéros)

On compare la masse d'un humain multipliée par la pesanteur de Krypton, à celle d'un rhinocéros sur Terre :

- Masse humaine : 77,1 kg
- Masse rhinocéros : 2,30 t = 2300 kg
- Si pesanteur sur Krypton $\approx 31 \times$ Terre $\rightarrow$ poids humain sur Krypton :

$$P_h = 77,1 \times 31 = 2390 \text{ N (valeurs relatives à poids sur Terre)}$$

C'est quasiment la même que celle d'un rhinocéros sur Terre :

$$P_r = 2300 \times 1 = 2300 \text{ N (sur Terre)}$$



Conclusion finale :

- Un humain pesant 77 kg ressentirait sur Krypton un poids équivalent à celui d'un rhinocéros de 2,3 tonnes sur Terre.
- L'image du texte est donc **scientifiquement correcte avec ces données.**

Nom de famille :

(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'usage)



Prénom (s) :

Centre
d'épreuves :

Né(e) le :

Concours/Examen : Épreuve : N° sujet :

Section-option/Spécialité/BAP/Domaine :

CONSIGNES

- Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuille officielle, la zone d'identification en MAJUSCULES.
- Indiquer le n° du sujet quand l'épreuve comporte plusieurs sujets au choix.
- Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.
- Numéroté chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) et placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre.
- Rédiger avec un stylo à encre noire.
- N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuille officielle. Ne joindre aucun brouillon.

ANNEXE A

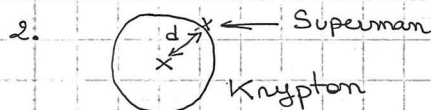
(A RENDRE AVEC LA COPIE)

Exercice rédigé par un élève

Exercice :

1. $P_K = m \times g_K$

$$P_T = m \times g_T$$



3. Le poids de Superman sur Krypton est pareil que la force de gravitation exercée par Krypton sur Superman.
- $$P_K = F_{K/S}$$

4. C'est pareil sur Terre. $P_T = F_{T/S}$

5. Avec ce que j'ai mis question 3 :

$$m \times g_K = \frac{G \times m_K \times m}{d}$$

$$g_K = \frac{G \times m_K}{d}$$

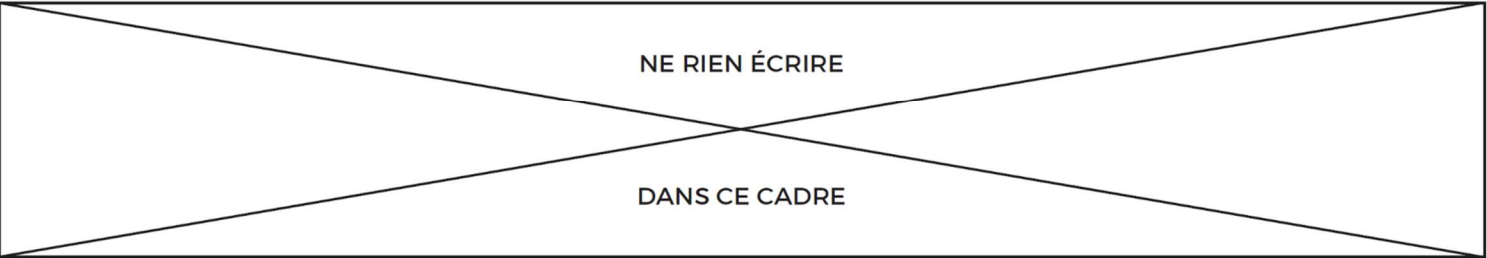
et pareil avec la question 4.

$$6. g_K = \frac{G \times m_K}{d_K^2} \quad \text{et} \quad g_T = \frac{G \times m_T}{d_T^2}$$

$$\text{donc} \quad \frac{g_K}{g_T} = \frac{\frac{G \times m_K}{d_K^2}}{\frac{G \times m_T}{d_T^2}} = \frac{\frac{m_K}{d_K^2}}{\frac{m_T}{d_T^2}} = \frac{\frac{1,66 \times 10^{28}}{191131^2}}{\frac{5,97 \times 10^{24}}{6371^2}} = 30,9$$

La pesanteur sur Krypton est 30 fois plus grande

$77,1 \times 30 = 2313 \text{ kg}$ Donc oui Superman pèse comme un rhinocéros.



NE RIEN ÉCRIRE

DANS CE CADRE