

SESSION 2023

**CAPES
CONCOURS EXTERNE
ET CAFEP**

SECTION : PHYSIQUE-CHIMIE

EPREUVE ECRITE DISCIPLINAIRE APPLIQUEE

Durée : 5 heures

Calculatrice autorisée selon les modalités de la circulaire du 17 juin 2021 publiée au BOEN du 29 juillet 2021.

L'usage de tout ouvrage de référence, de tout dictionnaire et de tout autre matériel électronique est rigoureusement interdit.

Il appartient au candidat de vérifier qu'il a reçu un sujet complet et correspondant à l'épreuve à laquelle il se présente.

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. Le fait de rendre une copie blanche est éliminatoire.

INFORMATION AUX CANDIDATS

Vous trouverez ci-après les codes nécessaires vous permettant de compléter les rubriques figurant en en-tête de votre copie.

Ces codes doivent être reportés sur chacune des copies que vous remettrez.

► **Concours externe du CAPES de l'enseignement public :**

Concours	Section/option	Epreuve	Matière
E B E	1 5 0 0 F	1 0 2	9 3 1 2

► **Concours externe du CAFEP/CAPES de l'enseignement privé :**

Concours	Section/option	Epreuve	Matière
E B F	1 5 0 0 F	1 0 2	9 3 1 2

Plan du sujet

Partie 1 - La simulation en physique-chimie

Partie 2 - Énergie, transferts thermiques et température

Partie 3 - Étude de l'acidité du vinaigre

Annexe 1 – Ressources utiles pour la partie 1 du sujet

- **Document 1.A** - Extrait d'un article de didactique traitant de la simulation
- **Document 1.B** - Deux exemples de simulation rendant compte de l'aspect microscopique de la transformation de réactifs en produits lors d'un acte élémentaire
- **Document 1.C** - Constructions de vecteurs vitesse et variation de vitesse
- **Document 1.D** - Résolution numérique de l'équation du pendule simple

Annexe 2 – Ressources utiles pour la partie 2 du sujet

- **Document 2.A** - Enquête menée au sein d'un groupe scolaire visant à dresser une liste de quelques préconceptions en thermodynamique
- **Document 2.B** - Activité proposée à des élèves en classe de troisième autour des notions d'énergie, de transfert thermique et de température
- **Document 2.C** - Résolution de problème conçue pour des élèves de première dans le cadre de l'enseignement de spécialité physique-chimie

Annexe 3 – Ressources utiles pour la partie 3 du sujet

- **Document 3.A** - Activité proposée à des élèves de classe de terminale de la voie générale suivant l'enseignement de spécialité physique-chimie permettant de déterminer le pourcentage en acide d'un vinaigre
- **Document 3.B** - Résultats d'études concernant les conceptions élèves à propos des transformations chimiques lors de titrages
- **Document 3.C** - Programme Python permettant de représenter l'évolution des quantités de matière des espèces réactives en fonction du volume de solution titrante versé

Annexe 4 – Extraits des programmes officiels

Partie 1 - La simulation en physique-chimie

La simulation est couramment utilisée dans l'enseignement de physique-chimie. Cette partie s'intéresse à la mise en œuvre et à l'utilisation de simulations visant d'une part à rendre compte de l'aspect microscopique d'une transformation chimique en cinétique chimique, et d'autre part à tester un modèle décrivant un mouvement en mécanique du point.

Objectifs de cette partie

- Étudier deux exemples de simulation rendant compte d'une transformation chimique à l'échelle microscopique en cinétique chimique.
- Proposer une activité utilisant la simulation permettant aux élèves de relier des grandeurs décrites à l'échelle macroscopique à des modèles microscopiques.
- Constaté quelques limites dans l'utilisation de la simulation, notamment liées au choix des paramètres de la simulation numérique et/ou du schéma numérique choisi pour l'étude d'un mouvement en mécanique du point.

Ressources à disposition dans l'annexe 1

- **Document 1.A** - Extrait d'un article de didactique traitant de la simulation
- **Document 1.B** - Deux exemples de simulation rendant compte de l'aspect microscopique de la transformation de réactifs en produits lors d'un acte élémentaire
- **Document 1.C** - Constructions de vecteurs vitesse et variation de vitesse
- **Document 1.D** - Résolution numérique de l'équation du pendule simple

Q1. Préciser pour les deux exemples de simulations proposés dans le **document 1.B** de l'**annexe 1**, la(es) démarche(s) pédagogique(s) dans la(es)quelle(s) ils s'inscrivent en vous appuyant sur le **document 1.A** de l'**annexe 1** et en quoi cette démarche est particulièrement intéressante dans la partie « Suivre et modéliser l'évolution temporelle d'un système siège d'une transformation chimique » du programme de spécialité physique-chimie de terminale de la voie générale.

Q2. Dans le cadre du chapitre « modéliser à l'échelle microscopique l'évolution temporelle d'un système siège d'une transformation chimique » en enseignement de spécialité physique-chimie de terminale de la voie générale, un enseignant souhaite concevoir une activité permettant de faire travailler aux élèves la capacité « interpréter l'influence de la température et de la concentration sur la vitesse de disparition ou de formation des produits lors d'un acte élémentaire ».

- a) Pour chaque simulation déterminer si elle permet d'illustrer l'effet de la concentration sur la vitesse de l'acte élémentaire d'une part, et l'effet de la température sur la vitesse de l'acte élémentaire d'autre part. Expliquer.
- b) Lors de la conception de l'activité expliquer les avantages et les inconvénients à choisir l'une ou l'autre des simulations.

Lors de la mise en œuvre de l'activité, la classe est divisée en deux groupes. Chaque groupe travaille sur une simulation différente. Les résultats obtenus par les deux groupes sont ensuite mis en commun pour aboutir à une synthèse.

- c) Proposer les consignes d'un énoncé de l'activité associée à chacune des deux simulations, de quatre questions au maximum au total, visant à amener l'élève à rédiger une synthèse institutionnalisant les savoirs sur cette partie du programme.

Q3. Conformément au programme de spécialité physique-chimie, un enseignant souhaite amener des élèves de première de la voie générale à tester la relation approchée entre la variation du vecteur vitesse entre deux instants voisins et la somme des forces appliquées au système.

- a) Définir le vecteur vitesse dans le cadre des programmes de physique-chimie de seconde générale et technologique et de l'enseignement de spécialité de première générale.
- b) Le terme « accélération » n'est introduit qu'à partir de la classe de terminale dans le cadre de l'enseignement de spécialité physique-chimie. Expliquer en quoi ce terme tel qu'il est couramment utilisé dans la vie quotidienne peut engendrer des erreurs d'interprétation et/ou poser des difficultés aux élèves.
- c) Donner les expressions des vecteurs vitesse et accélération dans le repère de Frenet pour un mouvement circulaire. On définira les grandeurs physiques introduites.
- d) Sur les **figures 1.C.1.a** et **1.C.1.b** du **document 1.C** de l'**annexe 1** sont représentés les vecteurs vitesse relatifs à un mouvement circulaire uniforme selon deux méthodes de calcul et de construction différentes. Évaluer chacune de ces méthodes à l'aune de leur accord avec les capacités numériques telles que rédigées dans les programmes d'une part, et d'autre part leur capacité à produire un résultat cohérent avec les résultats attendus en termes de vecteur vitesse et de vecteur variation de vitesse pour un mouvement circulaire uniforme. Justifier mathématiquement l'origine de la différence d'« efficacité » de ces deux méthodes numériques.
- e) Élaborer le contenu d'une fiche « méthode » à destination d'élèves de première enseignement de spécialité visant à les aider à construire graphiquement un vecteur vitesse ainsi qu'un vecteur variation de vitesse, dans le cas de la deuxième méthode de construction (b).
- f) L'enseignant compte proposer à ses élèves de construire les vecteurs vitesse puis les vecteurs variation de vitesse d'un objet au cours de son mouvement sur l'exemple de la trajectoire de chute d'une balle de tennis de masse $m = 58,5 \text{ g}$. Au cours de la phase préparatoire de l'activité, il réalise une chronophotographie puis construit numériquement, à l'aide d'un programme basé sur la première méthode de construction (a), les vecteurs variation de vitesse ; les représentations graphiques renvoyées par le programme figurent dans le **document 1.C** de l'**annexe 1**. Comparer l'allure des vecteurs variation de vitesse obtenus à partir des données réelles issues de chronophotographie à 45 images/s et à 90 images/s (**figures 1.C.2.a**) et à partir d'une trajectoire simulée (**figure 1.C.2.b**). Justifier précisément l'origine des différences observées sur ces trois figures. Indiquer, en argumentant le choix, la trajectoire qu'il convient de sélectionner comme support de l'activité destinée aux élèves.

Q4. Un enseignant construit un exercice à destination de ses élèves de terminale générale dans le cadre de l'enseignement de spécialité physique-chimie, visant à mettre en évidence la conservation de l'énergie mécanique et exploiter des compétences numériques. Il choisit l'étude du mouvement d'un pendule simple en l'absence de frottement comme illustration. Il cherche à résoudre numériquement à l'aide d'un schéma d'Euler d'ordre 2, l'équation différentielle vérifiée par la fonction du temps $\theta(t)$ représentant l'angle que fait le fil du pendule avec la verticale :

$$\frac{d^2\theta(t)}{dt^2} = -\frac{g}{L} \sin \theta(t) \quad (\text{E})$$

où g est l'intensité du champ de pesanteur et L , la longueur du pendule simple.

- a) Décrire le modèle du pendule simple et établir l'équation différentielle (E) vérifiée par la fonction du temps $\theta(t)$.
- b) Préciser, en s'appuyant sur le **document 1.A** de l'**annexe 1**, la(s) démarche(s) pédagogique(s) dans la(es)quelle(s) s'inscrit cette approche.

Dans le **document 1.D** de l'**annexe 1** figurent le graphe donnant l'évolution de l'angle $\theta(t)$, solution de l'équation (E) par une méthode numérique exploitant un schéma d'Euler d'ordre 2 ainsi que les paramètres utiles pour cette résolution.

- c) Discuter la pertinence des résultats de la résolution numérique obtenus par le schéma d'Euler d'ordre 2 eu égard aux objectifs de l'enseignant.

Q5. L'enseignant interprète ces résultats de résolution numérique comme provenant d'un choix inapproprié du schéma d'Euler d'ordre 2 pour simuler le mouvement de systèmes conservatifs tels celui du pendule étudié. En réalisant quelques tests, il constate que modifier le nombre de points ($N = 10^5$) et le pas ($\Delta t = 10^{-4}$ s) permet de rendre les dérives invisibles à l'œil des élèves. L'enseignant utilise également une seconde méthode numérique plus précise fondée sur le schéma de résolution numérique de Verlet. L'enseignant décide d'investir ce travail préparatoire pour faire travailler aux élèves la compétence « valider » de la démarche scientifique. Il fournit le graphe du **document 1.D** de l'**annexe 1** visant à comparer l'évolution temporelle de la solution de l'équation du pendule, obtenue par les schémas de résolution numérique d'Euler et de Verlet. Un élève interpelle le professeur en lui demandant : « Lequel est le vrai résultat ? ».

Formuler une réponse à l'élève qui explorera notamment la différence entre résultat expérimental et résultat issu d'une simulation.

Partie 2 - Énergie, transferts thermiques et température

Les programmes depuis le cycle 4 jusqu'aux enseignements scientifique et de spécialité de la classe de terminale de la voie générale, ont pour objectif de construire le concept d'énergie, les élèves devant identifier diverses formes d'énergie, les sources, les transferts et réaliser des bilans rendant compte de la conservation de l'énergie, au travers de nombreuses illustrations sur des thématiques variées donnant l'opportunité de faire émerger des notions transversales (modèles, variations et bilans, etc.)

Objectifs de cette partie

Un enseignant de physique-chimie d'une classe de troisième souhaite construire une séquence pédagogique, comportant plusieurs séances, pour traiter la partie du programme de cycle 4 présentée ci-dessous.

Connaissances et compétences associées	Exemples de situations, d'activités et d'outils pour l'élève
Identifier les sources, les transferts, les conversions et les formes d'énergie Utiliser la conservation de l'énergie	
Identifier les différentes formes d'énergie. Identifier un dispositif de conversion d'énergie dont le fonctionnement s'accompagne d'une émission de dioxyde de carbone. - Énergies cinétique (relation $E_c = \frac{1}{2} mv^2$), potentielle (dépendant de la position), thermique, électrique, chimique, nucléaire, lumineuse. Établir un bilan énergétique pour un système simple. - Sources. - Transferts. - Conversion d'une forme d'énergie en une autre. - Conservation de l'énergie. - Unités d'énergie.	Les supports d'enseignement gagnent à relever de systèmes ou de situations de la vie courante. Les activités proposées permettent de différencier transferts et conversions d'énergie et de souligner que toutes les formes d'énergie ne sont pas équivalentes ni également utilisables. Ce thème permet d'aborder un vocabulaire scientifique visant à clarifier les termes souvent rencontrés dans la vie courante : chaleur, production, pertes, consommation, gaspillage, économie d'énergie, stockage d'énergie, énergies dites renouvelables. Ce thème fournit l'occasion d'analyser un bilan qualitatif d'énergie pour le système Terre-atmosphère.

Ressources à disposition dans l'annexe 2

- **Document 2.A** - Enquête menée au sein d'un groupe scolaire visant à dresser une liste de quelques préconceptions en thermodynamique
- **Document 2.B** - Activité proposée à des élèves en classe de troisième autour des notions d'énergie, de transfert thermique et de température
- **Document 2.C** - Résolution de problème conçue pour des élèves de première dans le cadre de l'enseignement de spécialité physique-chimie

Q6. Une équipe d'enseignants d'un établissement d'enseignement général et technologique s'est proposée de mener une enquête auprès de plusieurs classes allant du cycle 4 aux CPGE scientifiques. Le questionnaire proposé aux élèves est fourni dans le **document 2.A** de l'**annexe 2**. Les résultats de

cette enquête ont permis de dresser une liste des préconceptions erronées en thermodynamique usuellement relevées chez les jeunes élèves (**document 2.A** de l'**annexe 2**).

- a) Répondre aux questions 1, 2 et 3 de l'enquête du **document 2.A** de l'**annexe 2**, en fournissant l'(es) assertion(s) correcte(s) et une explication construite.
- b) Répondre aux questions 4 et 5 de cette même enquête.

Q7. Devant la difficulté à conceptualiser les notions d'énergie, température, transfert thermique ou chaleur par une unique démarche inductiviste, il est demandé aux élèves d'une classe de troisième d'analyser quelques situations en s'attachant formellement à respecter le principe de conservation de l'énergie.

La séance se déroule de la façon suivante :

- **Phase 1** : recherche par groupes de trois ou quatre élèves. Quelques situations sont proposées. Chaque groupe réfléchit à leur traduction d'un point de vue énergétique et explique par écrit comment s'applique le principe de conservation. L'enseignant s'assure du respect des consignes et incite les élèves à utiliser les outils disponibles.
- **Phase 2** : mise en commun et débat entre les groupes. L'enseignant distribue la parole et tâche de recentrer le problème : « Telle proposition de tel groupe respecte-t-elle le principe de conservation ? Pourquoi ? ».
- **Phase 3** : synthèse par l'enseignant.

Les consignes relatives à l'activité sont exposées dans le **document 2.B** de l'**annexe 2**.

- a) À partir de l'extrait des notes prises par l'enseignant disponible dans le **document 2.B** de l'**annexe 2** et pour les groupes A et B, rédiger un commentaire, pour chaque groupe et chaque situation, à destination des élèves visant à leur faire prendre conscience d'éventuelles confusions notamment en lien avec la liste de ces mêmes préconceptions et/ou manquements au principe de conservation.
- b) Rédiger une trace écrite que l'enseignant pourrait proposer à sa classe de troisième générale en guise de correction de la situation n°2.

Q8. Proposer une solution à la résolution de problème du **document 2.C** de l'**annexe 2**.

Élaboration de la séquence pédagogique

Q9. Proposer le contenu d'une séquence d'enseignement constituée de plusieurs séances visant à traiter la partie du programme présentée en introduction de cette partie. Une des activités de la séquence sera une adaptation de l'activité proposée à des élèves de première dans le **document 2.C** de l'**annexe 2**.

Le candidat :

- identifiera une contextualisation et une problématique pour la séquence ;
- proposera un découpage de la séquence en séances en explicitant l'objectif de chaque séance et son contenu ;
- détaillera le contenu de l'activité adaptée à des élèves de cycle 4 à partir de l'activité présentée dans le **document 2.C** de l'**annexe 2** en indiquant le(s) document(s) utilisé(s) en détaillant les adaptations envisagées, ceux à éventuellement ajouter, et les consignes des tâches à accomplir par les élèves.

Partie 3 - Étude de l'acidité du vinaigre

Le vinaigre est une solution aqueuse à faible teneur d'acide éthanóique, qui rentre principalement dans l'alimentation humaine comme condiment et conservateur alimentaire. Dans cette partie, le titrage d'un vinaigre commercial par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium est étudié.

Objectifs de cette partie

Un enseignant de la spécialité physique-chimie en classe de terminale de la voie générale souhaite construire une séquence pédagogique, comportant plusieurs séances, pour traiter la partie du programme de spécialité de terminale de la voie générale présentée ci-dessous.

C) Analyser un système par des méthodes chimiques	
Notions et contenus	Capacités exigibles Activités expérimentales support de la formation
Titre massique et densité d'une solution.	Réaliser une solution de concentration donnée en soluté apporté à partir d'une solution de titre massique et de densité fournis.
Titrage avec suivi pH-métrique. Titrage avec suivi conductimétrique.	Établir la composition du système après ajout d'un volume de solution titrante, la transformation étant considérée comme totale. Exploiter un titrage pour déterminer une quantité de matière, une concentration ou une masse. Dans le cas d'un titrage avec suivi conductimétrique, justifier qualitativement l'évolution de la pente de la courbe à l'aide de données sur les conductivités ioniques molaires. <i>Mettre en œuvre le suivi pH-métrique d'un titrage ayant pour support une réaction acide-base.</i> <i>Mettre en œuvre le suivi conductimétrique d'un titrage.</i> Capacité numérique : Représenter, à l'aide d'un langage de programmation, l'évolution des quantités de matière des espèces en fonction du volume de solution titrante versé.

Ressources à disposition dans l'annexe 3

- **Document 3.A** - Activité proposée à des élèves de classe de terminale de la voie générale suivant l'enseignement de spécialité physique-chimie permettant de déterminer le pourcentage en acide d'un vinaigre
- **Document 3.B** - Résultats d'études concernant les conceptions des élèves à propos des transformations chimiques lors de titrages
- **Document 3.C** - Programme Python permettant de représenter l'évolution des quantités de matière des espèces réactives en fonction du volume de solution titrante versé.

Q10. Un professeur intervenant en enseignement de spécialité physique-chimie en terminale de la voie générale souhaite faire travailler ses élèves sur les titrages. Pour cela il propose l'activité présentée dans le **document 3.A** de l'**annexe 3**.

- a) Répondre aux questions correspondant aux deux premières tâches à effectuer de l'activité.
- b) Rédiger deux aides à proposer aux élèves en cas de difficultés lors de l'élaboration du protocole de titrage colorimétrique. Ces aides doivent permettre de surmonter des difficultés diverses et elles doivent concerner les compétences analyser et réaliser.

Le suivi par pH-métrie et colorimétrie de titrage est pertinent pour repérer facilement l'équivalence et donc déterminer la quantité de matière de l'espèce titrée. Cependant les résultats d'études présentés dans le **document 3.B** de l'**annexe 3** montrent que dans le cas d'un suivi pH-métrique apparaissent des conceptions erronées liées à la compréhension de la réaction chimique lors d'un titrage.

Q11.

- a) En vous appuyant notamment sur l'allure d'une courbe représentant l'évolution du pH en fonction du volume versé de solution titrante lors du titrage décrit dans le **document 3.A** de l'**annexe 3**, identifier la ou les réponse(s) correcte(s), puis formaliser les conceptions erronées que montrent les autres réponses, et proposer une explication à leur origine.
- b) La conception erronée majoritaire est aussi présente lors d'un suivi colorimétrique ; proposer une explication.

Une étude similaire a été menée en 2020 sur des élèves de terminale scientifique à propos d'un titrage acide-base suivi par conductimétrie, le taux de réponses correctes est alors nettement supérieur à celui de l'étude précédente.

c) On donne les valeurs des conductivités molaires ioniques λ suivantes :

$\lambda(\text{CH}_3\text{COO}^-) = 4,1 \times 10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$; $\lambda(\text{Na}^+) = 5 \times 10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$; $\lambda(\text{HO}^-) = 19,8 \times 10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$.
Donner et justifier l'allure générale de la courbe représentant la conductivité, notée σ , en fonction du volume V de la solution titrante dans le cas du titrage décrit dans le **document 3.A** de l'**annexe 3**.

Proposer une explication à l'augmentation du taux de bonnes réponses lors de l'étude précédente.

- d) Expérimentalement, il est courant de travailler avec la conductivité corrigée, notée $\sigma_{\text{corrigée}}$ et définie par :

$$\sigma_{\text{corrigée}} = \sigma \cdot \frac{V_a + V}{V_a}, \text{ où } V_a \text{ représente le volume de solution titrée.}$$

Justifier l'intérêt d'utiliser la conductivité $\sigma_{\text{corrigée}}$ par rapport à la conductivité σ .

Q12.

- a) Le **document 3.C** de l'**annexe 3** propose un programme Python représentant l'évolution des quantités de matière des espèces lors d'un titrage en fonction du volume de solution titrante versé. On propose d'en faire une analyse. Traduire en langage naturel les lignes 21 à 27 en justifiant le choix de la condition énoncée à la ligne 21.
- b) Justifier les calculs des quantités de matière d'acide éthanóique (ligne 23) et des quantités de matière de l'ion hydroxyde (ligne 26) en exploitant éventuellement un tableau d'avancement.

Q13. Modifier le programme Python présenté dans le **document 3.C** de l'**annexe 3** pour calculer la quantité de matière de l'ion éthanóate avant et après l'équivalence.

Élaboration de la séquence pédagogique

Q14. Proposer le contenu d'une séquence d'enseignement constituée de plusieurs séances visant à traiter la partie du programme présentée en introduction. L'activité expérimentale présentée dans le **document 3.A** de l'**annexe 3** constituera l'une des activités de la séquence ; elle pourra éventuellement être adaptée.

Le candidat :

- formulera une contextualisation et une problématique pour la séquence ;
- proposera un découpage de la séquence en séances en explicitant l'objectif de chaque séance et son contenu ;
- détaillera comment il envisage d'utiliser le programme python de l'**annexe 3.C** en :
 - précisant les lignes du programme fournies aux élèves et celles qui ne le sont pas en utilisant la numérotation proposée dans le **document 3.C** de l'**annexe 3** ;
 - détaillant comment positionner une activité fondée sur ce programme dans la séquence, explicitant les objectifs visés en termes de formation.

Annexe 1 – Ressources utiles pour la partie 1 du sujet

1.A - Extrait d'un article de didactique traitant de la simulation

On peut distinguer différentes démarches pédagogiques utilisant la simulation :

- La simulation est réalisée après l'acquisition de données expérimentales, ce qui permet de confronter le comportement expérimental du système étudié au modèle qui le décrit.
- La simulation est dédiée à un thème précis portant sur des expériences réalisables au laboratoire. La simulation est un complément et une aide à la réalisation du TP.
- La simulation est dédiée à un thème précis portant sur des expériences difficilement réalisables en classe ou irréalisables, c'est le cas pour les expériences trop longues, trop dangereuses ou trop coûteuses.

Les impacts de la simulation sur les processus d'apprentissage des élèves sont multiples. En effet la simulation permet de visualiser des phénomènes physiques impossibles à visualiser par d'autres moyens et donc leur permet de se construire des représentations mentales du phénomène.

Elle permet aussi de stimuler l'esprit d'initiative et de créativité des élèves lorsqu'elle est convenablement mise en œuvre. De plus, la simulation permet de visualiser rapidement les conséquences d'un choix, ce qui pousse naturellement les élèves à se poser la question « qu'est-ce qui se passe si... ? »

Et enfin, lors d'une simulation, le modèle est dans l'ordinateur. Dans sa démarche pédagogique, le professeur peut alors choisir de dévoiler tout ou en partie le modèle utilisé par la simulation, ce qui permet un très large éventail du degré de complexité du travail proposé aux élèves. Bien sûr, aucun modèle ne peut rendre compte de toute la complexité des phénomènes physiques réels, mais un modèle simplifié de la réalité peut être une aide à la compréhension de modèles plus complexes.

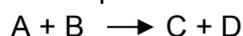
D'après A. Kelsen, La simulation informatique en sciences physiques, *Bulletin de l'Union des physiciens*, 2002, no 844, p. 915-929.

1.B - Deux exemples de simulation rendant compte de l'aspect microscopique de la transformation de réactifs en produits lors d'un acte élémentaire

Exemple 1 : Simulation de l'efficacité de chocs à l'aide d'un programme Python

Principe de la simulation

On considère un réacteur fermé contenant les espèces A, B, C et D. Les espèces A et B sont susceptibles de réagir ensemble pour donner les espèces C et D selon la réaction d'équation :

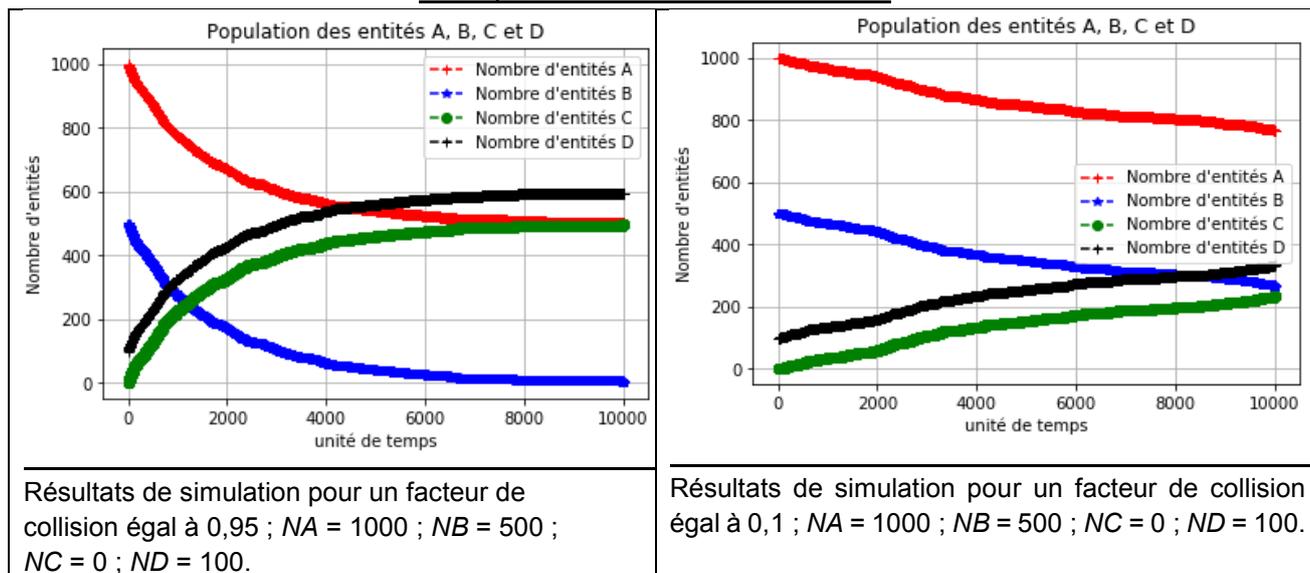


La simulation repose sur une méthode probabiliste qui consiste à prendre au hasard deux entités dans l'ensemble des entités à chaque tirage. Chaque tirage correspond à une unité de temps. Il y a transformation des entités A et B en entités C et D à deux conditions :

- les entités tirées doivent être effectivement A et B ;
- la collision correspondant à ce tirage doit être efficace. L'efficacité du choc est modifiée manuellement via le choix de la valeur du facteur de collision. Celui-ci désigne le rapport du nombre de collisions efficaces par le nombre de collisions.

L'évolution des populations des entités A, B, C et D en fonction du temps est ainsi simulée.

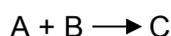
Exemples de résultats de simulation



Exemple 2 : Simulation de chocs à l'aide d'un logiciel

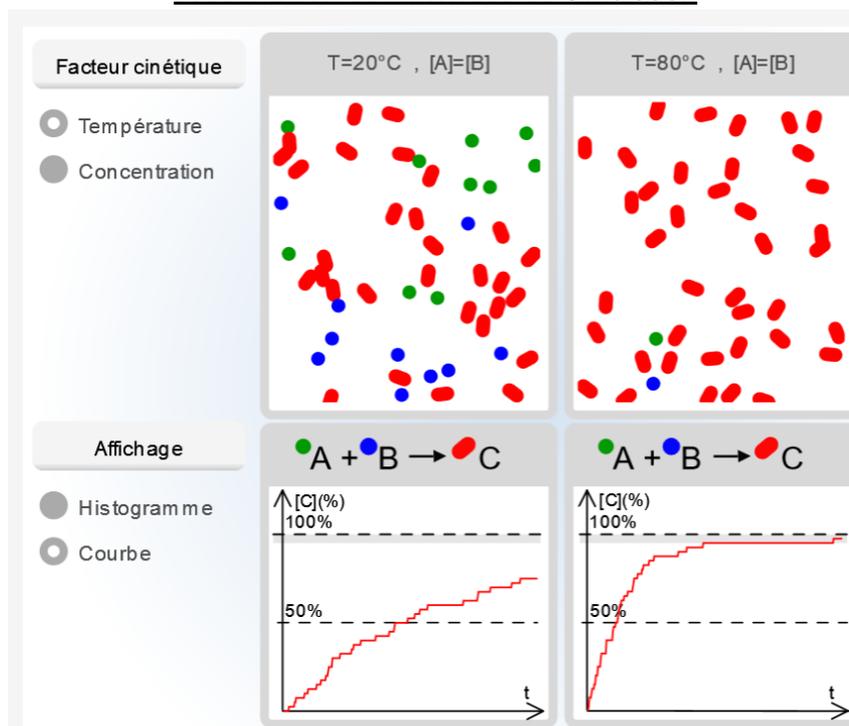
Principe de la simulation

On considère un réacteur fermé contenant les espèces A, B et C. Les espèces A et B sont susceptibles de réagir ensemble pour donner l'espèce C selon la réaction d'équation :



Le mouvement des entités est aléatoire, leur trajectoire est rectiligne en l'absence de collision et la vitesse moyenne des entités dépend de la température. Lorsque que les entités A et B se choquent alors l'entité C est produite.

Présentation de l'interface de simulation



1.C - Constructions de vecteurs vitesse et variation de vitesse

Différents modes de construction de vecteurs vitesse et de vecteurs variation de vitesse

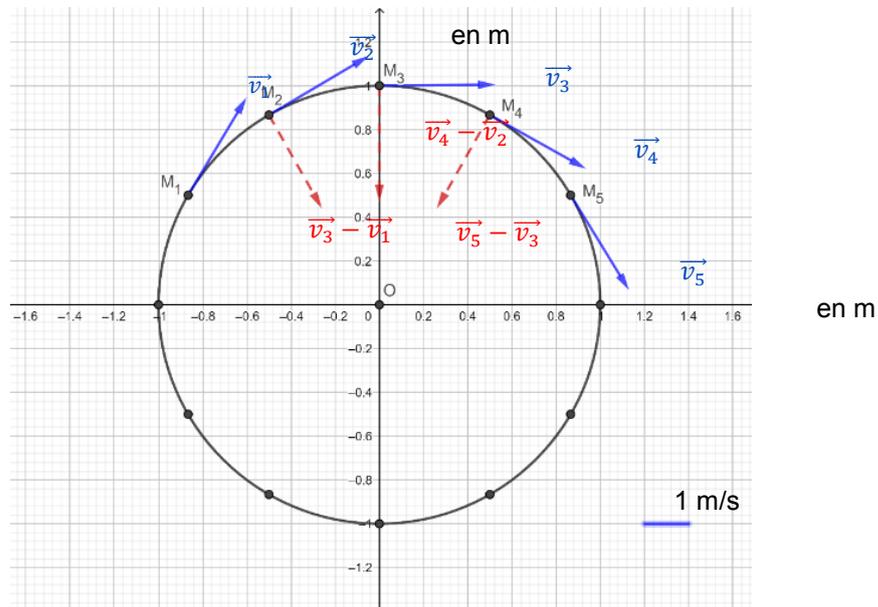


Figure 1.C.1.a : Première méthode de construction (a) : le vecteur vitesse \vec{v}_i au point M_i est approché par $\frac{\overrightarrow{M_{i-1}M_{i+1}}}{2 \Delta t}$ où Δt désigne l'intervalle de temps entre deux positions consécutives du point M ($\Delta t = 0,2 \text{ s}$).

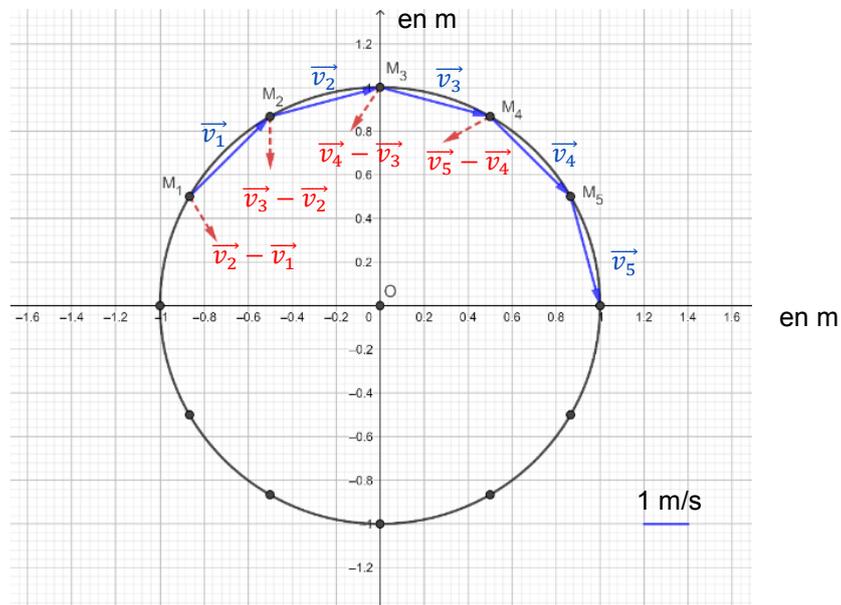
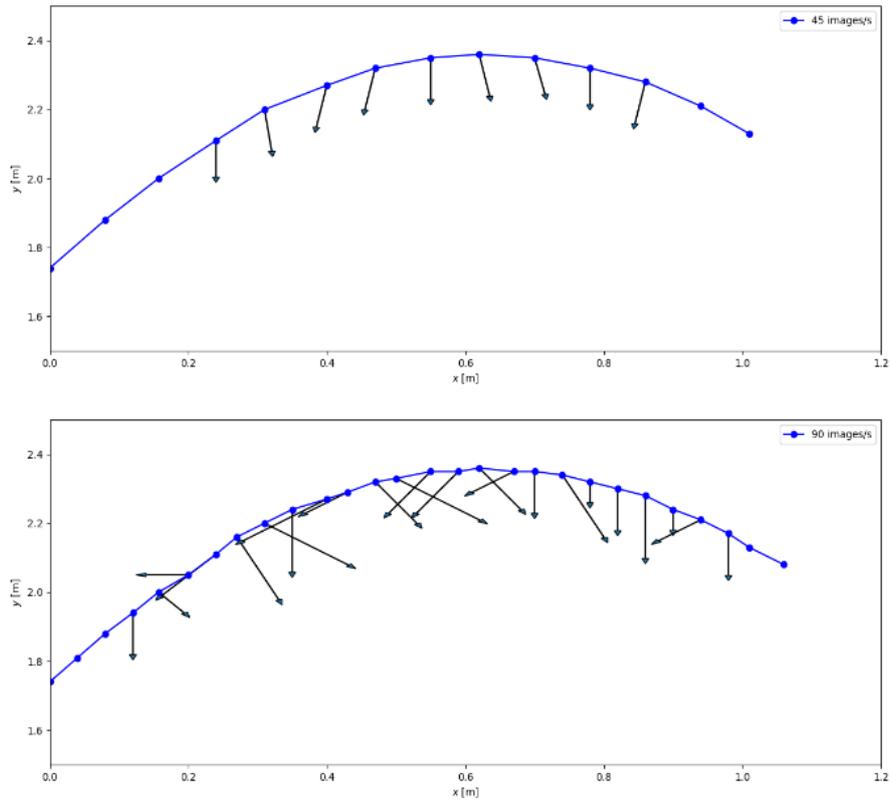


Figure 1.C.1.b : Deuxième méthode de construction (b) : le vecteur vitesse \vec{v}_i au point M_i est approché par $\frac{\overrightarrow{M_iM_{i+1}}}{\Delta t}$ où Δt désigne l'intervalle de temps entre deux positions consécutives du point M ($\Delta t = 0,2 \text{ s}$).

Résultats de construction numérique des vecteurs vitesse sur la trajectoire de chute d'une balle de tennis



Figures 1.C.2.a : Trajectoires issues des données chronophotographiques réelles : en haut : 45 images/s , en bas : 90 images/s.

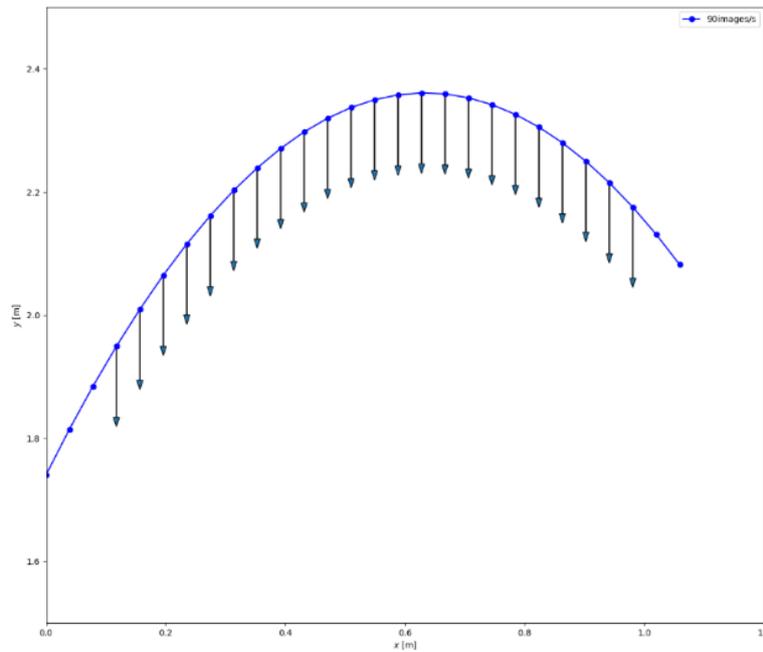


Figure 1.C.2.b : Modèle de trajectoire issu d'une simulation.

Figures 1.C.2 : Constructions numériques (méthode (a)) des vecteurs variation de vitesse.

1.D - Résolution numérique de l'équation du pendule simple

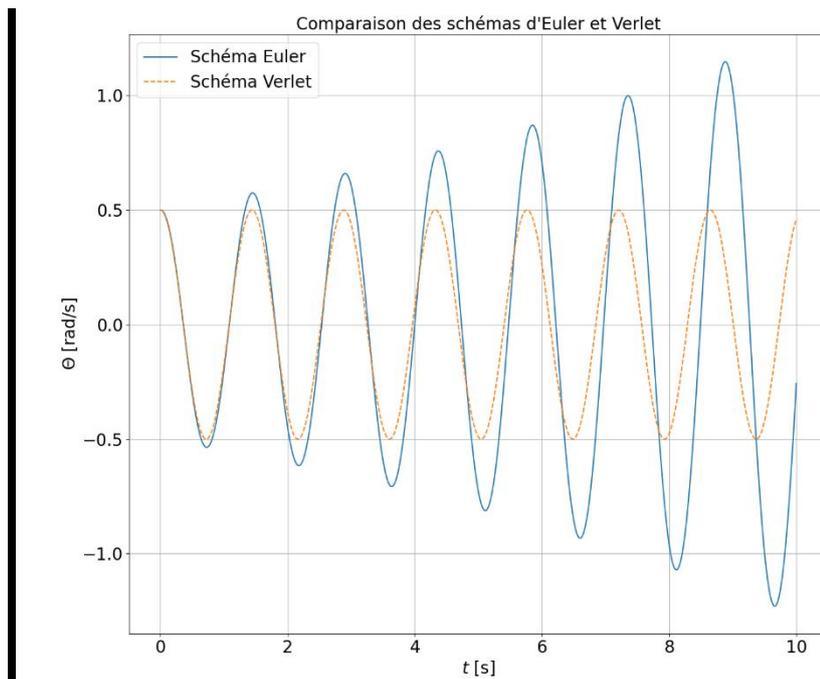


Figure 1.D : Graphe comparatif des évolutions de l'angle $\theta(t)$ au cours du temps obtenues par deux schémas de résolution numérique d'ordre 2 différents (schéma d'Euler et schéma de Verlet) mais avec des paramètres identiques : $N = 1\ 000$ points ; durée du pas $\Delta t = 0,01$ s ; longueur du pendule : $L = 50$ cm ; masse : $m = 150$ g ; angle initial : $\theta_0 = 0,5$ rad ; vitesse angulaire initiale : $\dot{\theta}_0 = 0$.

Annexe 2 – Ressources utiles pour la partie 2 du sujet

2.A - Enquête menée au sein d'un groupe scolaire visant à dresser une liste de quelques préconceptions en thermodynamique

Cette enquête a été réalisée auprès de 87 collégiens (cycle 4), 119 lycéens de seconde, première et terminale générale enseignement scientifique et de spécialité, 41 élèves de première année de CPGE scientifiques.

Consignes : Pour chacune des trois premières questions, il est demandé de cocher l'(es) assertion(s) qui vous semble(nt) correcte(s) et expliquer soigneusement chacune des réponses en donnant des arguments et/ou des exemples concrets. Pour les trois dernières questions où aucune assertion n'est proposée, seule une explication est attendue.

1. On place un morceau de métal ayant une température de 100 °C dans une boîte fermée hermétiquement. L'air à l'intérieur de la boîte est à 20 °C. On laisse le tout reposer durant une journée, puis on reprend la température de l'air et du morceau de métal.
Selon vous :
 - a) La température du métal est toujours de 100 °C et celle de l'air est toujours de 20 °C.
 - b) Les températures ont changé, mais celle du métal est toujours plus élevée que celle de l'air.
 - c) Les températures ont changé, mais celle de l'air est maintenant plus élevée que celle du métal.
 - d) Les deux températures, soit celle de l'air et celle du métal, sont égales.
 - e) Aucune des affirmations ci-dessus n'est correcte.

2. Nous avons deux contenants identiques. Le premier contient 100 mL d'eau à 20 °C et le deuxième contient 100 mL d'alcool à 20 °C. On chauffe les deux contenants à l'aide de deux plaques chauffantes identiques et réglées à la même intensité. Après deux minutes, la température de l'alcool est de 30 °C. L'eau atteint la même température (30 °C) après quatre minutes. Selon vous, à la fin de chacune de ces deux opérations :
 - a) L'alcool a emmagasiné plus d'énergie que l'eau.
 - b) L'eau a emmagasiné plus d'énergie que l'alcool.
 - c) Les deux liquides ont emmagasiné la même quantité d'énergie.
 - d) Aucune des affirmations ci-dessus n'est correcte.

3. Au cours de l'ébullition de l'eau liquide à la pression atmosphérique, la température de l'eau avoisine 100 °C et reste constante.
 - a) La température reste constante donc l'eau ne reçoit pas d'énergie.
 - b) Un transfert thermique est apporté à l'eau liquide, ce qui lui permet de passer à l'état de vapeur.
 - c) Il est impossible que la température reste constante au cours du changement d'état.
 - d) Aucune des affirmations ci-dessus n'est correcte.

4. Expliquer ce que représente l'**énergie**.

5. Expliquer ce que représente un **transfert thermique**.

6. Expliquer ce que représente la **température**.

Quelques réponses relevées fréquemment dans l'enquête mettant en évidence certaines préconceptions

	Exemples de réponses lues dans l'enquête	Préconceptions erronées
1	« La température, c'est la quantité de chaleur emmagasinée par un environnement ». « La température, c'est la chaleur dégagée par un système ». « L'eau et l'alcool ont emmagasiné la même chaleur au total, car ils ont finalement la même température ».	Confusion entre chaleur (au sens de transfert thermique) et température.
2	« La température désigne le degré de chaleur ou de froideur ».	Confusion entre chaud et chaleur (au sens de transfert thermique).
3	« Un transfert thermique est un transfert de température entre deux matériaux en contact ».	La température s'échange et/ou se déplace à travers les substances.
4	« Si un système reçoit de la chaleur, sa température augmente nécessairement ».	Un transfert thermique induit forcément un changement de température.

2.B - Activité proposée à des élèves en classe de troisième autour des notions d'énergie, de transfert thermique et de température

Énoncé de l'activité réalisée en groupe

Énergie, transfert thermique et température

Consignes

Pour chacune des situations proposées, vous devrez, par groupe de 3, chercher à donner une interprétation. Après un temps de réflexion de l'ordre de 10 min par situation, vous rédigerez votre réponse puis exposerez oralement votre analyse au cours d'un débat avec l'ensemble des camarades du groupe classe. Pour fournir une analyse cohérente de chacune des situations proposées, vous devrez vous attacher à respecter formellement *le principe de conservation de l'énergie*.

Principe de conservation de l'énergie - Rappel

Si un système perd ou gagne de l'énergie, elle est obligatoirement prise ou cédée à un autre.

Quelques définitions - Rappels

Qu'est-ce qu'un principe en physique-chimie ?

Un principe peut être vu comme une hypothèse, imaginée par les scientifiques, qui n'est pas démontrable, mais qui constitue l'un des fondements de la discipline. Nier un principe, et notamment celui de la conservation de l'énergie, est impossible sans révolutionner toute la physique-chimie !

Qu'est-ce qu'un système ?

Un système est un objet, un regroupement de plusieurs objets, ou encore une partie d'un objet, caractérisés par un état et ses interactions avec son environnement.

Quelques outils méthodologiques utiles

Pour vous guider dans votre raisonnement et vous aider à rédiger les réponses argumentées, voici une liste de questions à vous poser, pour chacune des situations à analyser :

- Le système est-il bien défini ? Est-ce bien toujours le même aux différents instants de l'analyse ? Les instants entre lesquels s'effectue le bilan d'énergie sont-ils bien précisés ? Pour chaque système étudié a-t-on bien indiqué toutes les formes d'énergie possédées et leur sens de variation ? A-t-on donné les raisons qui permettent de prévoir le sens de la variation ? A-t-on été attentif à employer le bon vocabulaire ?
- Pour chaque système étudié, a-t-on précisé les transferts (cédés ou reçus) avec d'autres systèmes ? A-t-on été attentif à employer le bon vocabulaire ?
- N'a-t-on rien oublié dans l'écriture du principe de conservation ?

Situation 1

Pour refroidir son assiette de soupe trop chaude, Arthur ajoute du beurre ; son petit frère, qui dispose devant lui de la même quantité de soupe, souhaite l'imiter mais choisit de remplacer le beurre par du lait. Au bout de quelques instants, la soupe d'Arthur semble effectivement avoir refroidi tandis que celle de son frère demeure encore très chaude. Pourtant, le beurre et le lait étaient à la même température et ont été introduits en quantités sensiblement égales. Interpréter cette situation en exploitant le principe de conservation de l'énergie.

Situation 2

Dans un récipient interdisant tout transfert thermique avec l'extérieur, appelé calorimètre, on verse une solution de sulfate de cuivre (II) et une masse m_0 de poudre de zinc. Le récipient est fermé immédiatement. On constate une élévation de température.

On reproduit la même expérience mais dans un récipient non isolé thermiquement et ouvert ; la poudre de zinc est introduite par petites quantités successives en agitant régulièrement. La masse totale de zinc introduite et mélangée à la solution de sulfate de cuivre (II) est encore m_0 . On ne constate pas de variation de température notable. Interpréter cette situation en exploitant le principe de conservation de l'énergie.

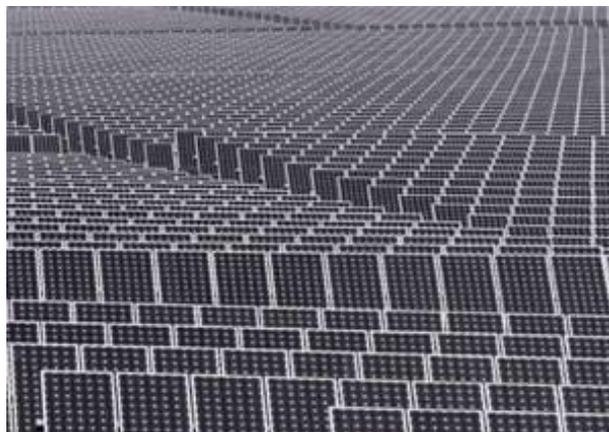
Extrait des notes prises par l'enseignant au cours de la phase 2 de l'activité préparatoire

Groupe	Situation n°1	Situation n°2
A	<p>Système = {soupe+beurre}</p> <p>Bilan entre l'instant où l'on introduit le beurre et le moment où l'on goûte la soupe.</p> <p>En fondant, le beurre a sa température qui augmente. Comme l'énergie doit se conserver, la soupe se refroidit en lui cédant sa température.</p> <p>Système = {soupe+lait}</p> <p>Bilan entre l'instant où l'on introduit le lait et le moment où l'on goûte la soupe.</p> <p>Le lait ne fond pas donc sa température et celle de la soupe ne changent presque pas.</p>	<p>Système = {calorimètre}</p> <p>Bilan entre l'instant où l'on introduit le zinc et le sulfate de cuivre et l'instant où l'on mesure la température.</p> <p>Expérience 1 : Lorsqu'on ajoute toute la masse de zinc la réaction est rapide et le système chauffe aussitôt car il ne peut pas céder de l'énergie à l'extérieur.</p> <p>Expérience 2 : Si on ajoute petit à petit, il y a toujours une transformation chimique mais moins importante ; l'énergie peut s'évacuer à l'extérieur du système. La température augmente légèrement mais se refroidit aussitôt au contact de l'air donc elle se régule.</p>
B	<p>Système 1 = {beurre/lait}</p> <p>Bilan entre l'instant où on introduit le beurre/lait et le moment où on goûte la soupe.</p> <p>Avec le lait, il y aura une légère diminution de la température mais il n'y a pas de changement d'état contrairement au beurre qui va avoir sa température qui augmente très vite puis changera d'état puis continuera à se réchauffer au contact de la soupe.</p> <p>Système 2= {soupe}</p> <p>Bilan entre l'instant où on introduit le beurre/lait et le moment où on goûte la soupe.</p> <p>La soupe a transféré sa chaleur au lait mais davantage au beurre qui fond. Donc elle se refroidit.</p>	<p>Système = {calorimètre}</p> <p>Bilan entre l'instant où on introduit le zinc et le sulfate de cuivre et l'instant où l'on mesure la température.</p> <p>L'expérience 1 met en évidence une transformation chimique. L'énergie augmente et ne peut pas être évacuée donc la chaleur augmente.</p> <p>Dans l'expérience 2, il y a aussi une transformation chimique mais l'énergie n'augmente pas car la chaleur peut s'évacuer puisque le récipient est ouvert ; comme la chaleur ne reste pas, la température dans le récipient ne varie pas.</p>

2.C - Résolution de problème conçue pour des élèves de première dans le cadre de l'enseignement de spécialité physique-chimie (d'après source Éduscol)

Contextualisation

Le Portugal a construit en 2006 à Moura la plus grande centrale solaire photovoltaïque du monde, avec 350 000 panneaux solaires installés sur 114 hectares et une capacité de production de 62 mégawatts (à comparer aux 1 500 mégawatts produits par un réacteur nucléaire).



Problématique

La production d'électricité au moyen de panneaux solaires photovoltaïques est en plein essor. Sachant que la production française d'électricité a été, en 2009, de l'ordre de $520 \text{ TW.h} = 520 \cdot 10^9 \text{ kW.h}$, on cherche à résoudre le problème suivant :

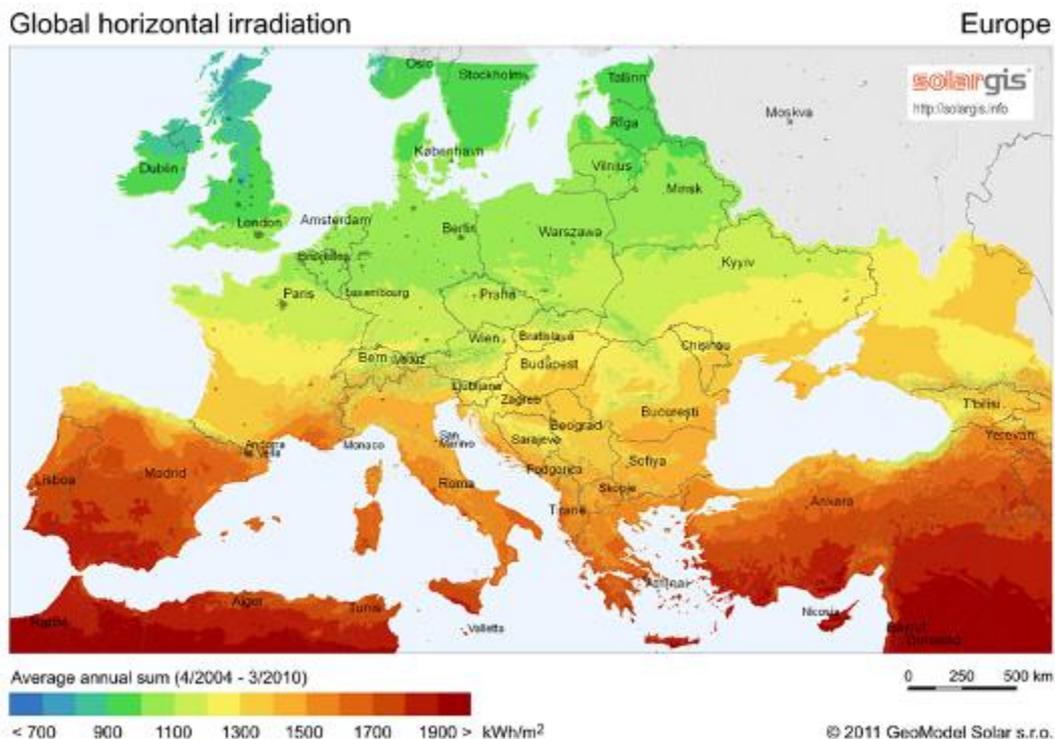
Pourrait-on produire l'électricité en France uniquement avec des panneaux solaires photovoltaïques ?

On pourra pour cela évaluer la surface totale nécessaire en panneaux solaires photovoltaïques.

Document n°1 : Ensoleillement

Sources : https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89nergie_solaire_en_Europe

La carte ci-dessous indique la répartition de l'ensoleillement en Europe. L'ensoleillement est l'énergie reçue par une surface de 1 mètre carré pendant une année. Il s'exprime usuellement en kW.h.m^{-2} ($1 \text{ kW.h} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$).



Document n°2 : Panneaux solaires photovoltaïques



Les panneaux solaires photovoltaïques sont généralement des parallélépipèdes rectangles rigides minces (quelques centimètres d'épaisseur), dont la longueur et la largeur sont de l'ordre du mètre, et une masse de l'ordre de la dizaine de kg. Leur rendement est un peu plus faible que celui des cellules qui les constituent, du fait des pertes électriques internes et des surfaces non couvertes ; soit un rendement de 10 à 20 %.

Annexe 3 – Ressources utiles pour la partie 3 du sujet

3.A – Activité proposée à des élèves de classe de terminale de la voie générale suivant l'enseignement de spécialité physique-chimie permettant de déterminer le pourcentage en acide d'un vinaigre

Problématique

Le vinaigre blanc peut être assimilé à une solution aqueuse d'acide éthanóique. On s'intéresse dans cette activité à du vinaigre blanc acheté dans le commerce dont l'étiquette est représentée ci-contre.

On souhaite déterminer le pourcentage d'acidité et le comparer à l'indication de l'étiquette (ici 6 %).



Données

Une solution d'acide éthanóique peut être titrée à l'aide d'une solution basique.

Lors d'un titrage, il est préférable que les concentrations en quantité de matière des solutions titrante et titrée soient du même ordre de grandeur.

Le pourcentage d'acidité d'un vinaigre correspond au titre massique en acide éthanóique.

Le pKa du couple acide éthanóique / ion éthanóate a pour valeur 4,8.

Zones de virage de différents indicateurs colorés :

Indicateur coloré	Teinte acide	Zone de virage	Teinte basique
Hélianthine	Rouge	3,1 – 4,4	Jaune
Rouge de Crésol	Jaune	7,2 – 8,1	Rouge

Densité du vinaigre étudié : $d = 1,02$.

Masse molaire moléculaire : $M(\text{CH}_3\text{COOH}) = 60 \text{ g.mol}^{-1}$.

Liste du matériel disponible :

<ul style="list-style-type: none">• deux pipettes jaugées de 10 mL• une pipette jaugée de 5 mL• une éprouvette de 10 mL• une éprouvette de 20 mL• une fiole jaugée de 100 mL• une poire à pipeter• un erlenmeyer de 100 mL• deux béchers de 100 mL• une burette de 25 mL	<ul style="list-style-type: none">• lunettes de protection• une pissette d'eau distillée• un flacon de 50 mL étiqueté « vinaigre à 6% » contenant le vinaigre• un flacon de 50 mL contenant une solution d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{HO}^-(\text{aq})$) de concentration $0,10 \text{ mol.L}^{-1}$• hélianthine• rouge de crésol• agitateur magnétique et turbulent
--	--

Tâches à effectuer

1. Calcul préliminaire

Établir la relation qui lie le titre massique en acide éthanóique, noté X, et la concentration en quantité de matière en acide éthanóique, notée C.

2. Élaboration d'un protocole

Proposer les différentes étapes d'un protocole permettant de déterminer le pourcentage d'acidité du vinaigre fourni, à partir du matériel et des produits mis à disposition. Le raisonnement doit être explicité. La réponse peut comporter un schéma. Une estimation du volume équivalent obtenu avec le protocole proposé est attendue.

3. Mise en œuvre du protocole proposé

Mettre en œuvre le protocole proposé.

4. Exploitation des résultats obtenus

Le décret n° 88-1207 du 30 décembre 1988 indique qu'une différence de pourcentage en acide de 0,2 en moins sur la valeur affichée peut être admise. Il n'y a pas de contrainte indiquée sur la valeur supérieure.

La valeur obtenue expérimentalement est-elle compatible avec la valeur indiquée sur l'étiquette, compte-tenu de la législation ?

3.B - Résultats d'études concernant les conceptions des élèves à propos des transformations chimiques lors de titrages

L. Ouertatani et A. Dumon (2008). L'appropriation des « objets de savoir » relatifs aux titrages acide-base par les élèves et les étudiants tunisiens, (32), 9-40. Didaskalia 2008.

Cette étude porte sur la compréhension, par des élèves de terminale scientifique, du titrage d'une solution d'acide éthanoïque par une solution d'hydroxyde de sodium suivi par pH-métrie.

Il a été demandé aux élèves d'indiquer par les points A et B sur la courbe représentant le pH en fonction du volume versé de solution d'hydroxyde de sodium, la partie qui correspond au déroulement de la réaction support du titrage, supposée totale. Le point A correspond au début de cette réaction et le point B à la fin.

Les résultats obtenus sont les suivants :

- 21 % des élèves interrogés considèrent que la réaction chimique se déroule du début de la courbe jusqu'à l'équivalence ;
- 33 % des élèves interrogés considèrent que la réaction se déroule uniquement à l'équivalence ;
- 16 % des élèves interrogés considèrent qu'elle se déroule sur toute la courbe ;
- 14 % des élèves interrogés considèrent qu'elle se déroule autour de la demi-équivalence ;
- 16 % des élèves interrogés n'ont pas donné de réponse.

3. C – Programme Python permettant de représenter l'évolution des quantités de matière des espèces réactives en fonction du volume de solution titrante versé.

```
8# titrage de acide éthanique par l'hydroxyde de sodium
9 from matplotlib import pyplot as plt
10 Ca= float(input(" Entrer la valeur Ca de la concentration de l'acide éthanique à titrer en mol/L : Ca = " ))
11 Va= float(input("Entrer le volume Va d'acide éthanique titré en mL : Va = "))
12 V= float(input("Entrer le volume de la burette graduée en mL : V = "))
13 Cb= float(input("Entrer la valeur de la concentration Cb d'hydroxyde de sodium contenue dans la burette graduée en mol/L : Cb = "))
14 N=int(input("Nombre de points choisis pour le tracé des représentations graphiques"))
15 Vb=[]
16 naf=[]
17 nbf=[]
18
19 for i in range (0,N):
20     Vb.append(V*i/(N-1))
21     if Vb[i]*Cb<Ca*Va :
22         nbf.append(0)
23         naf.append(Ca*Va/1000-Cb*Vb[i]/1000)
24
25     else :
26         nbf.append(Cb*Vb[i]/1000-Ca*Va/1000)
27         naf.append(0)
28
29 plt.title("Evolution des quantités d'acide éthanique et d'ion hydroxyde au cours du titrage")
30 plt.xlabel("Volume de base versé Vb(mL)")
31 plt.ylabel("quantités de matière en mol")
32 plt.grid(True)
33 plt.plot(Vb,naf,c='red',label="Quantité d'acide éthanique présente dans le bécher : naf(mol)")
34 plt.plot(Vb,nbf,c='blue',label="Quantité d'ion hydroxyde présente dans le bécher : nbf(mol)")
35
36 plt.legend()
37 plt.show()
```

Annexe 4 – Extraits des programmes officiels

1. Extrait de programme de physique-chimie de cycle 4

Connaissances et compétences associées	Exemples de situations, d'activités et d'outils pour l'élève
Identifier les sources, les transferts, les conversions et les formes d'énergie Utiliser la conservation de l'énergie	
Identifier les différentes formes d'énergie. Identifier un dispositif de conversion d'énergie dont le fonctionnement s'accompagne d'une émission de dioxyde de carbone. - Énergies cinétique (relation $E_c = \frac{1}{2} mv^2$), potentielle (dépendant de la position), thermique, électrique, chimique, nucléaire, lumineuse. Établir un bilan énergétique pour un système simple. - Sources. - Transferts. - Conversion d'une forme d'énergie en une autre. - Conservation de l'énergie. - Unités d'énergie.	Les supports d'enseignement gagnent à relever de systèmes ou de situations de la vie courante. Les activités proposées permettent de différencier transferts et conversions d'énergie et de souligner que toutes les formes d'énergie ne sont pas équivalentes ni également utilisables. Ce thème permet d'aborder un vocabulaire scientifique visant à clarifier les termes souvent rencontrés dans la vie courante : chaleur, production, pertes, consommation, gaspillage, économie d'énergie, stockage d'énergie, énergies dites renouvelables. Ce thème fournit l'occasion d'analyser un bilan qualitatif d'énergie pour le système Terre-atmosphère.

2. Extrait du programme de physique-chimie de seconde générale et technologique

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.

3. Extraits du programme de physique-chimie de première générale

Notions et contenus	Capacités exigibles <i>Activités expérimentales support de la formation</i>
3. Mouvement d'un système	
<p>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.</p>	<p>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 :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. <p><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></p> <p>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.</p> <p>Capacité mathématique : Sommer et soustraire des vecteurs.</p>

1. Aspects énergétiques des phénomènes électriques

Notions et contenus	Capacités exigibles <i>Activités expérimentales support de la formation</i>
<p>Puissance et énergie. Bilan de puissance dans un circuit. Effet Joule. Cas des dipôles ohmiques. Rendement d'un convertisseur</p>	<p>Citer quelques ordres de grandeur de puissances fournies ou consommées par des dispositifs courants. Définir le rendement d'un convertisseur. <i>Évaluer le rendement d'un dispositif.</i></p>

4. Extraits du programme de physique-chimie de terminale générale

C) Analyser un système par des méthodes chimiques	
Notions et contenus	Capacités exigibles <i>Activités expérimentales support de la formation</i>
<p>Titre massique et densité d'une solution.</p> <p>Titrage avec suivi pH-métrique. Titration avec suivi conductimétrique.</p>	<p><i>Réaliser une solution de concentration donnée en soluté apporté à partir d'une solution de titre massique et de densité fournis.</i></p> <p>Établir la composition du système après ajout d'un volume de solution titrante, la transformation étant considérée comme totale. Exploiter un titrage pour déterminer une quantité de matière, une concentration ou une masse.</p>

	<p>Dans le cas d'un titrage avec suivi conductimétrique, justifier qualitativement l'évolution de la pente de la courbe à l'aide de données sur les conductivités ioniques molaires.</p> <p><i>Mettre en œuvre le suivi pH-métrique d'un titrage ayant pour support une réaction acide-base.</i></p> <p><i>Mettre en œuvre le suivi conductimétrique d'un titrage.</i></p> <p>Capacité numérique : Représenter, à l'aide d'un langage de programmation, l'évolution des quantités de matière des espèces en fonction du volume de solution titrante versé.</p>
--	---

A) Suivre et modéliser l'évolution temporelle d'un système siège d'une transformation chimique	
Notions et contenus	Capacités exigibles <i>Activités expérimentales support de la formation</i>
<p>Modélisation microscopique Mécanisme réactionnel : acte élémentaire, intermédiaire réactionnel, formalisme de la flèche courbe. Modification du mécanisme par ajout d'un catalyseur. Interprétation microscopique de l'influence des facteurs cinétiques.</p>	<p>À partir d'un mécanisme réactionnel fourni, identifier un intermédiaire réactionnel, un catalyseur et établir l'équation de la réaction qu'il modélise au niveau microscopique. Représenter les flèches courbes d'un acte élémentaire, en justifiant leur sens. Interpréter l'influence des concentrations et de la température sur la vitesse d'un acte élémentaire, en termes de fréquence et d'efficacité des chocs entre entités.</p>

Notions et contenus	Capacités exigibles <i>Activités expérimentales support de la formation</i>
1. Décrire un mouvement	
<p>Vecteurs position, vitesse et accélération d'un point.</p> <p>Coordonnées des vecteurs vitesse et accélération dans le repère de Frenet pour un mouvement circulaire.</p> <p>Mouvement rectiligne uniformément accéléré. Mouvement circulaire uniforme.</p>	<p>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.</p> <p>Citer et exploiter les expressions des coordonnées des vecteurs vitesse et accélération dans le repère de Frenet, dans le cas d'un mouvement circulaire.</p> <p>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></p> <p>Capacité numérique : Représenter, à l'aide d'un langage de programmation, des vecteurs accélération d'un point lors d'un mouvement.</p> <p>Capacité mathématique : Dériver une fonction.</p>