

SESSION 2024

CAPLP
CONCOURS EXTERNE et CAFEP

SECTION : MATHÉMATIQUES – PHYSIQUE-CHIMIE

ÉPREUVE ÉCRITE DISCIPLINAIRE APPLIQUÉE

Durée : 4 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.

Tournez la page S.V.P.

A

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 CAPLP de l'enseignement public :**

Concours	Section/option	Epreuve	Matière
EFE	1315J	102	9312

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

Concours	Section/option	Epreuve	Matière
EFF	1315J	102	9312

ÉPREUVE ÉCRITE DISCIPLINAIRE APPLIQUÉE

Structure du sujet

Le sujet est constitué d'un travail à réaliser par le candidat et d'un dossier documentaire.

Travail à réaliser par le candidat (pages 2 à 7)

Structuré en différentes parties et sous-parties largement indépendantes les unes des autres, le sujet s'appuie sur un ensemble de questionnements permettant au candidat de mobiliser des savoirs disciplinaires et didactiques dans le but d'analyser et de présenter des solutions pédagogiques répondant aux situations proposées. Les références au « dossier documentaire » peuvent être précisées ou non dans le questionnement. Le cas échéant, le candidat indique dans ses réponses les références des documents sur lesquels il s'appuie.

Ce travail est divisé en six parties. Les parties 1, 4 et 6 concernent plus spécifiquement l'enseignement de la physique-chimie. Les parties 2, 3 et 5 concernent plus spécifiquement l'enseignement des mathématiques. Ces six parties sont indépendantes les unes des autres et peuvent être traitées dans l'ordre choisi par le candidat.

Dossier documentaire (documents 1 à 15 ; pages 8 à 25)

Ce dossier est organisé en deux collections :

- **Collection 1** : Textes réglementaires et officiels (pages 8 à 16)
- **Collection 2** : Documentations scientifiques et professionnelles (pages 17 à 25)

Attention : le dossier documentaire ne doit pas être rendu avec la copie ; il est inutile de reporter sur ce dossier les réponses aux questions posées dans cette épreuve.

TRAVAIL À RÉALISER PAR LE CANDIDAT

Un professeur de mathématiques – physique-chimie enseigne dans une classe de terminale Baccalauréat Professionnel Intervention sur le Patrimoine Bâti (IPB). Cette spécialité fait partie du groupement B en mathématiques et du groupement 3 en physique-chimie. Ce dernier groupement rassemble les spécialités du secteur du bâtiment, du bois et de la métallerie ; les enseignements de physique-chimie s'inscrivent dans une logique de complémentarité avec les enseignements professionnels et mettent l'accent sur le domaine « thermique » dans une perspective d'efficacité énergétique des bâtiments et d'éco-responsabilité.

Les parties 1 et 2 du sujet abordent des problématiques en relation notamment avec l'effet de serre atmosphérique. Les parties 3, 4, 5 et 6 proposent des contenus liés aux spécificités du baccalauréat professionnel IPB. Il est à noter que les parties 5 et 6 traitent des programmes complémentaires de mathématiques et de physique-chimie destinés à apporter des renforts notionnels aux élèves dans le cadre de l'accompagnement au choix d'orientation, en fonction de la poursuite d'études envisagée.

Partie 1 : Autour d'activités de physique-chimie relatives au module « Utiliser le rayonnement thermique et comprendre l'origine de l'effet de serre atmosphérique »

Le professeur de mathématiques – physique-chimie prépare des activités pour travailler des connaissances et des capacités du module du programme intitulé « Utiliser le rayonnement thermique et comprendre l'origine de l'effet de serre atmosphérique » (**document 1.A page 8**).

1^{ère} activité : Utilisation d'une caméra thermique et absorption du rayonnement infrarouge par différents matériaux

Le professeur envisage une activité expérimentale pour les élèves où est mobilisée la capacité du programme « illustrer expérimentalement l'absorption du rayonnement infrarouge par différents matériaux ». Il prévoit l'utilisation de matériaux issus du bâtiment (verre, laine de verre, polystyrène, ouate de cellulose, bois, matières plastiques transparentes ou opaques à la lumière visible, etc.). Il souhaite aussi faire appel à une caméra thermique pour la mise en œuvre de la capacité « exploiter des images enregistrées par une caméra thermique ».

1. Indiquer la connaissance du programme (**document 1.A page 8**) indispensable pour la compréhension du principe de fonctionnement d'une caméra thermique. Rédiger une explication de ce principe telle qu'elle pourrait être construite avec les élèves.
2. Formuler une contextualisation et une problématique pour l'ensemble de l'activité expérimentale.
3. Décrire un protocole expérimental envisageable dans le cadre de cette activité.
4. Expliciter et expliquer la ou les observations expérimentales possibles au cours de l'activité.

2^e activité : Explication du principe de l'effet de serre atmosphérique

5. En s'appuyant sur les **documents 5 et 6 page 17**, proposer une activité documentaire visant à expliquer le principe de l'effet de serre. Les objectifs de l'activité seront précisés. Quatre questions au minimum seront posées.
6. Réaliser un schéma de synthèse illustrant l'effet de serre atmosphérique qui pourrait être construit avec les élèves afin de conclure cette activité documentaire.

Partie 2 : Réalisation d'une séquence en mathématiques consacrée au module « Statistiques à deux variables » du programme de terminale

Lors de l'étude des statistiques à deux variables avec la classe de terminale IPB, le professeur prévoit une séquence constituée de trois temps de travail qui figurent dans le **document 7 page 18** partiellement complété. Les modules « Statistiques à deux variables » des programmes des classes de première et de terminale figurent respectivement dans les **documents 2.A page 11 et 3.A page 13**.

1^{er} temps : Test des prérequis en classe

7. Identifier trois prérequis nécessaires pour cette séquence. Pour l'un d'entre eux, rédiger une Question à Choix Multiples (avec trois choix possibles) permettant de le tester ; justifier les choix des deux distracteurs (propositions parmi les choix possibles qui ne répondent pas à la question et qui correspondent à des erreurs que pourraient faire les élèves).

2^e temps : Travail personnel hors de la classe

L'activité (**document 8 page 19**) est donnée à la classe de terminale professionnelle IPB en travail individuel hors de la classe. Des captures d'écran des résultats graphiques et numériques attendus à cette activité sont disponibles (**document 9 page 19**). L'objectif de cette activité est de réactiver et d'asseoir la notion d'ajustement affine qui a déjà été travaillée en classe de première.

8. Justifier l'intérêt, pour les élèves et pour l'enseignant, de réaliser cette activité de manière individuelle hors de la classe et les points de vigilance éventuels à observer dans ce cadre.

3^e temps : Séance en classe d'exploitation et de prolongement de l'activité réalisée hors de la classe

Cette séance en classe exploite le travail réalisé hors de la classe et le prolonge afin de découvrir un nouveau modèle d'ajustement. À cet effet, des données complémentaires à celles du **document 8 page 19** sont disponibles dans le **document 10 page 20**. Ces données devront être exploitées lors de la séance sous la forme d'une activité. Des captures d'écran de résultats graphiques et numériques attendus lors de cette activité sont également fournies dans le **document 10 page 20**.

9. Lors de l'exploitation en classe de l'ajustement affine réalisé hors de la classe, un élève questionne son enseignant de mathématiques – physique-chimie : « Pourquoi la calculatrice renvoie-t-elle cette équation plutôt que celle d'une autre droite ? En effet, plusieurs droites passent près de tous les points du nuage ». En s'appuyant sur une représentation graphique, proposer une réponse à cette question qui pourrait être présentée à la classe ; la réponse devra permettre de faire percevoir le sens de l'expression : « méthode des moindres carrés ».
10. Proposer un scénario pédagogique pour cette séance (3^e temps du **document 7 page 18**) : objectifs, activités prévues sans les détailler, organisation pédagogique choisie.
11. Rédiger le contenu de l'activité s'appuyant sur les données fournies sur le **document 10 page 20** et conduisant les élèves à répondre à la problématique suivante : « Quel sera le niveau des émissions mondiales de CO₂ en 2100 ? ». Justifier les choix faits. Préciser le rôle de l'enseignant.

Partie 3 : Réalisation d'une séance de mathématiques consacrées aux suites numériques

Afin de conforter en classe de terminale IPB la notion de suite arithmétique qui a déjà été travaillée en première, l'enseignant de mathématiques – physique-chimie prépare une séance de réinvestissement de cette notion en contexte. Dans cette optique, il s'appuie notamment sur une situation professionnelle décrite sur un document qu'il a élaboré en collaboration avec l'enseignant de taille de pierre (**document 11 page 21**). Les modules « Suites numériques » des programmes des classes de première et de terminale figurent respectivement dans les **documents 2.B page 12 et 3.B page 14**.

Séance de réinvestissement de la notion de suite arithmétique en contexte

- 12.** Expliquer en quoi la situation professionnelle décrite sur le **document 11 page 21** se prête à la résolution d'un problème mathématique concernant un phénomène discret modélisé par une suite arithmétique.
- 13.** Donner la définition d'une suite arithmétique telle que les élèves ont pu l'écrire dans leur cahier lorsqu'ils étaient en première professionnelle.
- 14.** La résolution de la situation étudiée nécessite d'estimer le nombre de lits de pierres nécessaires pour réaliser la voute (partie supérieure) de la borie. Écrire une inéquation permettant d'estimer ce nombre et montrer que la voute comporte 24 lits de pierres.
- 15.** L'enseignant de mathématiques – physique-chimie réalise une activité qui permet d'amener les élèves à répondre à la problématique : « Quelle est l'estimation du nombre total de pierres nécessaires pour construire la voute de la borie ? ». La résolution est réalisée à l'aide d'un tableur mis à la disposition des élèves. Préciser les éléments qui pourraient être déjà présents sur la feuille de calcul qui leur est fournie. Justifier les choix faits au regard des apprentissages visés.
- 16.** Soit n un entier naturel non nul. Rappeler la formule permettant de calculer la somme des n premiers termes d'une suite arithmétique (u_n) de premier terme u_1 en fonction de n , u_1 et u_n . Proposer une démonstration de cette formule.
- 17.** Rédiger une ou deux questions supplémentaires pour l'activité proposée à la question 15 permettant de retrouver algébriquement la réponse donnée à la problématique, réponse obtenue initialement à l'aide d'un tableur. On rappellera aux élèves la ou les formules à utiliser pour répondre à ces questions. Le nombre de lits de pierres nécessaires pour réaliser la voute de la borie sera donné et admis par les élèves.

Partie 4 : Exploitation d'une ressource en ligne en physique-chimie

L'enseignant de mathématiques – physique-chimie souhaite créer des documents en lien avec la thématique « Atténuation d'une onde sonore » en s'appuyant sur le contenu d'une page Internet qui traite de ce sujet (**document 12 page 22**).

18. Préciser les unités du niveau d'intensité sonore noté L , du coefficient d'atténuation noté α et de l'indice d'affaiblissement acoustique R , mentionnés dans le point n° 1 « Informations » du **document 12 page 22**.
19. Proposer un schéma simplifié destiné aux élèves permettant d'illustrer que, lorsqu'une onde sonore rencontre une plaque plane, une partie de l'onde est réfléchie, une partie est absorbée par la plaque et ce qu'il en reste est transmis.
20. Pour établir un lien avec le programme de mathématiques, l'enseignant souhaite montrer à ses élèves comment retrouver la formule $R = 20 \log \alpha$ à partir de la formule de l'indice d'affaiblissement acoustique $R = L_{inc} - L_{trans}$ (différence entre le niveau d'intensité acoustique de l'onde incidente et celui de l'onde transmise). Proposer une trace écrite qui pourrait apparaître dans le cahier de physique-chimie des élèves à ce sujet.
21. L'auteur de la page Internet a calculé les valeurs expérimentales du coefficient d'atténuation α à partir des mesures relevées de la tension U_{max} . Expliciter la relation utilisée par cet auteur pour réaliser ces calculs en précisant l'hypothèse sous-jacente effectuée.
22. Expliquer en quoi les choix opérés pour l'expérience du point n° 2 du **document 12 page 22** ne permettent de traiter que partiellement l'une des capacités du programme (**document 1.B page 9**). Proposer des modifications simples qui permettraient un traitement complet de cette capacité.
23. Un élève s'interroge sur le choix du nombre de chiffres significatifs pour exprimer le résultat d'une mesure relevée. En s'appuyant sur le contenu du domaine du programme « Mesures et incertitudes : quelle variabilité dans le résultat d'une mesure ? » (**document 1.D page 10**), proposer une réponse à cet élève.
24. Un écart est constaté entre la valeur du coefficient d'atténuation α indiquée par le fabricant et celle obtenue à partir de données expérimentales, pour une plaque de plâtre phonique. Donner des éléments d'explication qui pourraient être développés à ce sujet avec les élèves.
25. En utilisant la formule de l'indice d'affaiblissement acoustique R donnée dans le point n° 1 et celle donnée dans le point n° 3 du **document 12 page 22**, proposer une formule permettant de calculer le coefficient d'atténuation α en fonction des différents constituants d'une paroi caractérisés par leur indice R_i et leur surface S_i .
26. Rédiger un exercice contextualisé et problématisé, à destination des élèves, permettant de retrouver par le calcul la valeur de l'indice d'affaiblissement acoustique R de 38,8 dB pour la paroi de séparation (point n° 3 du **document 12 page 22**). Indiquer également les réponses attendues à cet exercice.

Partie 5 : Réalisation d'une séance d'accompagnement renforcé en vue de la préparation à la poursuite d'études nécessitant des connaissances supplémentaires en mathématiques

Le professeur de mathématiques – physique-chimie souhaite travailler la notion de produit scalaire présente dans le programme complémentaire en vue de la préparation à une poursuite d'études nécessitant cette connaissance (**document 3.D page 15**). Les élèves concernés ont appris à calculer un produit scalaire avec les trois expressions présentes dans le programme lors d'une première séance.

Activité en classe avec prise d'autonomie

Dans un premier temps de la séance, pour investir en contexte la notion de produit scalaire, l'enseignant prend appui sur la situation décrite dans le **document 13 page 23** pour proposer une activité aux élèves de terminale professionnelle IPB. Ce document est fourni aux élèves sans questionnement afin de laisser une prise d'autonomie dans la résolution de cette activité.

- 27.** Identifier trois prérequis nécessaires pour réaliser cette activité.
- 28.** Rédiger quatre aides qui pourraient être fournies aux élèves si besoin lors de la réalisation de cette activité. On les classera dans l'ordre chronologique dans lequel l'enseignant pourrait les fournir.

Exercice lié au vocabulaire ensembliste et à la logique

Dans un deuxième temps de la séance, le professeur propose aux élèves concernés l'exercice du **document 14 page 23** permettant de travailler des notions du module « Vocabulaire ensembliste et la logique » (**document 3.C page 15**) dans le cadre de l'étude du produit scalaire.

- 29.** Proposer une correction de cet exercice telle qu'elle pourrait figurer dans le cahier des élèves.
- 30.** Rédiger une trace écrite qui pourrait figurer dans le cahier des élèves pour expliquer ce qu'est, d'une part, la réciproque d'une implication et, d'autre part, le contre-exemple d'une proposition. On s'appuiera sur des exemples.

Partie 6 : Accompagnement renforcé en vue de la préparation à la poursuite d'études nécessitant des connaissances supplémentaires en physique-chimie

L'objectif de cette partie est d'étudier des activités utilisées par un enseignant afin d'aborder des notions complémentaires en physique-chimie, présentes dans le programme (**document 1.C page 9**), en vue d'une poursuite d'études.

Au cours d'une visite réalisée dans le cadre du suivi d'un élève en période de formation en milieu professionnel, le professeur de mathématiques – physique-chimie assiste au nettoyage du chantier de restauration d'un château : l'élève, muni des équipements de protection individuelle, nettoie un dépôt séché de béton sur un carrelage ancien avec une solution d'acide chlorhydrique. Le tuteur de l'élève en entreprise propose à l'enseignant de récupérer un flacon de cette solution afin que ce dernier puisse proposer son étude lors d'une séance de travaux pratiques.

Pour préparer une manipulation de conductimétrie, l'enseignant souhaite déterminer les résultats attendus et établir une grille pour évaluer les compétences lors de cette activité expérimentale. Il dispose de la loi de Kohlrausch : pour une température donnée, la conductivité d'une solution est la somme des contributions apportées par les ions présents selon la formule

$$\sigma = \sum_i \lambda_i \cdot [X_i]$$

avec σ la conductivité en $S \cdot m^{-1}$,
 λ_i la conductivité molaire ionique de l'ion X_i en $S \cdot m^2 \cdot mol^{-1}$,
et $[X_i]$ la concentration de l'ion X_i en $mol \cdot m^{-3}$.

Quelques conductivités molaires ioniques à 25 °C	
Ion	λ en $S \cdot m^2 \cdot mol^{-1}$
H_3O^+	$34,98 \times 10^{-3}$
Na^+	$5,01 \times 10^{-3}$
Cl^-	$7,63 \times 10^{-3}$
HO^-	$19,86 \times 10^{-3}$

À l'aide de papier pH, le professeur évalue un pH d'environ 1 pour la solution d'acide chlorhydrique du flacon récupéré. Il prévoit alors l'utilisation des conductimètres sur le calibre $2 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$.

31. Exploiter la loi de Kohlrausch et les éléments du **document 15 pages 24 et 25** afin de vérifier, par le calcul, que la conductivité théorique initiale de la solution à doser est de $1,7 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$ si l'on suppose que le pH de la solution du flacon récupéré est 1,0. Conclure sur le choix de calibre effectué par le professeur.
32. Justifier l'ajout d'un volume de 240 mL d'eau distillée aux 10 mL de la solution d'acide chlorhydrique dans le bécher de dosage.
33. Donner l'allure attendue de la courbe de titrage. Justifier les pentes des droites.
34. Expliquer la méthode utilisée pour déterminer l'équivalence du dosage.
35. Établir une grille d'évaluation pour l'activité expérimentale du **document 15 pages 24 et 25** comportant pour chacune des questions les compétences travaillées (**document 4 page 16**) ainsi que les attendus.

DOSSIER DOCUMENTAIRE

Collection 1 : Textes réglementaires et officiels

Document 1 : Extraits des programmes de terminale professionnelle en physique-chimie

1.A

Thermique : Comment utiliser et contrôler les transferts thermiques ?

Utiliser le rayonnement thermique et comprendre l'origine de l'effet de serre atmosphérique	
Capacités	Connaissances
<p>Montrer expérimentalement qu'un objet peut se réchauffer sous l'effet d'un rayonnement.</p> <p>Exploiter des images enregistrées par une caméra thermique.</p> <p>Illustrer expérimentalement l'absorption du rayonnement infrarouge par différents matériaux.</p> <p>Expliquer le principe de l'effet de serre en s'appuyant sur une ressource documentaire.</p>	<p>Savoir que tous les objets émettent un rayonnement thermique dont les caractéristiques (puissance, répartition spectrale) dépendent de leur température.</p> <p>Savoir que le rayonnement thermique n'est visible que lorsque le corps a une température très élevée (cas du soleil ou d'un filament de lampe à incandescence) et que dans les domaines de températures usuels, il appartient au domaine infrarouge (IR).</p> <p>Savoir que les gaz à effet de serre présents dans l'atmosphère absorbent le rayonnement thermique infrarouge émis par la Terre, mais pas le rayonnement visible provenant du soleil.</p> <p>Savoir que l'effet de serre atmosphérique augmente l'énergie que la surface de la Terre reçoit par transfert radiatif, ce qui tend à faire augmenter sa température.</p> <p>Connaître les principaux gaz à effet de serre (GES) : vapeur d'eau, dioxyde de carbone, méthane et protoxyde d'azote.</p> <p>Savoir que l'effet de serre est amplifié par le rejet de GES, notamment de dioxyde de carbone dans l'atmosphère du fait de l'activité humaine.</p>

Liens avec les mathématiques

- Utilisation et transformation de formules.
- Résolution d'une équation du premier degré.
- Identification d'une situation de proportionnalité.

1.B

Signaux : Comment transmettre l'information ?

Atténuer une onde sonore par transmission	
Capacités	Connaissances
<p>Montrer expérimentalement que le coefficient d'atténuation du son par une plaque plane dépend de l'épaisseur de la plaque et de la nature des matériaux qui la constituent.</p> <p>Classer expérimentalement deux matériaux en fonction de leur propension à atténuer une onde sonore.</p> <p>Calculer l'indice d'affaiblissement acoustique à partir du coefficient d'atténuation en utilisant une relation fournie</p>	<p>Savoir que le coefficient d'atténuation d'une onde sonore traversant une plaque plane est le rapport de la pression acoustique incidente à la pression acoustique transmise.</p> <p>Savoir que l'indice d'affaiblissement acoustique (en dB) est la différence entre les niveaux d'intensité acoustique de l'onde incidente et de l'onde transmise.</p>

Liens avec les mathématiques

- Fonction logarithme décimal.
- Fonction 10^x .
- Utilisation et transformation de formules.

1.C

Notions complémentaires à aborder dans le cadre d'une préparation à la poursuite d'études

Capacités	Connaissances
<p>Vérifier que la relation entre le pH et la concentration en ions H_3O^+ suit un modèle logarithmique.</p> <p>Calculer la valeur du pH connaissant la concentration en ions H_3O^+ d'une solution aqueuse.</p> <p>Calculer la concentration en ions H_3O^+ connaissant la valeur du pH d'une solution aqueuse.</p> <p>Déterminer expérimentalement une quantité de matière par un titrage, méthode destructive de dosage (suivi par pH-métrie, par conductimétrie).</p>	<p>Connaître la définition du pH d'une solution aqueuse en fonction de la concentration $[H_3O^+]$ (exprimée en $mol \cdot L^{-1}$) en ions H_3O^+ dans la solution ($pH = -\log [H_3O^+]$).</p> <p>Savoir que plus la concentration d'une solution aqueuse en ions H_3O^+ est forte, plus la solution est acide et plus la valeur du pH de la solution est faible.</p> <p>Savoir que le pH de l'eau pure est voisin de 7 dans les conditions usuelles.</p>

1.D

• Mesures et incertitudes : quelle variabilité dans le résultat d'une mesure ?

Objectifs

En classes de première et terminale professionnelles, l'objectif principal de la formation aux incertitudes de mesure est de sensibiliser l'élève à la variabilité des valeurs obtenues au cours d'une opération de mesure et de lui fournir des éléments permettant de quantifier cette variabilité en ordre de grandeur. Il ne s'agit pas d'évaluer de manière précise et formalisée les incertitudes dans le cas général.

L'élève doit notamment être habitué à :

- identifier les différentes sources d'erreurs qui peuvent être commises (défaut de la méthode de mesure, imperfection ou utilisation incorrecte d'un appareil de mesure...) et y remédier si possible ;
- quantifier en ordre de grandeur l'incertitude sur la mesure directe ;
- présenter le résultat d'une mesure de façon raisonnée (unités de mesure adaptées, choix pertinent du nombre de chiffres significatifs).

Ces habitudes doivent être installées par une attention régulière à ces problématiques au cours des activités pratiques plutôt que par des séances qui leur seraient exclusivement consacrées.

L'évaluation des incertitudes composées n'est pas exigible et doit s'appuyer, si besoin, sur une formule fournie ou sur l'utilisation d'un logiciel spécialisé.

Il convient également d'amener l'élève à s'interroger sur les enjeux associés aux incertitudes de mesure. Ceux-ci peuvent être scientifiques (vérification d'une loi), environnementaux (contrôle de conformité à une norme), commerciaux (respect d'un cahier des charges), juridiques ou réglementaires (contrôle de conformité à une réglementation). La valeur mesurée peut alors être comparée avec une valeur de référence afin de conclure qualitativement à la compatibilité ou à la non-compatibilité de ces deux valeurs.

Capacités	Connaissances
Analyser les enjeux de l'évaluation d'une incertitude de mesure. Exploiter une série de mesures indépendantes d'une grandeur physique : histogramme, moyenne et écart-type. Évaluer qualitativement la dispersion d'une série de mesures indépendantes. Déterminer l'incertitude associée à une mesure simple réalisée avec un instrument de mesure à partir des indications figurant dans sa notice d'utilisation (éventuellement simplifiée). Écrire avec un nombre adapté de chiffres significatifs le résultat d'une mesure.	Savoir que la mesure d'une grandeur physique présente toujours une incertitude due à l'instrument de mesure, à son utilisation et à la variabilité de facteurs non contrôlés. Savoir que la moyenne d'une série de mesures indépendantes est le meilleur estimateur de la valeur de la grandeur étudiée. Savoir que la dispersion d'une série de mesures indépendantes peut être approximativement évaluée en calculant l'écart-type de la distribution des mesures. Savoir que cette dispersion est un estimateur de l'incertitude de mesure. Savoir que l'incertitude associée à une mesure effectuée avec un instrument peut s'évaluer à partir d'indications fournies par le constructeur.

Document 2 : Extrait des programmes de première professionnelle en mathématiques

2.A

• Statistique à deux variables quantitatives (groupements A, B et C)

Objectifs

L'objectif de ce module est de déterminer, à l'aide d'outils numériques, une équation d'une droite d'ajustement d'un nuage de points associé à une série statistique à deux variables quantitatives et de l'utiliser pour interpoler ou extrapoler des valeurs inconnues. L'élève est amené à évaluer la pertinence d'un ajustement affine à l'aide du coefficient de détermination et à développer une réflexion critique sur le lien entre deux phénomènes articulés pour distinguer corrélation et causalité.

Ce thème d'étude a de nombreuses applications en sciences expérimentales, en sciences sociales et dans le domaine professionnel. Il se prête particulièrement à l'étude de situations concrètes, notamment celles qui sont liées aux problématiques du changement climatique et du développement durable ; des données réelles seront dans ce cas privilégiées.

Liens avec la classe de seconde professionnelle

En classe de seconde, les élèves ont consolidé les notions d'effectif et de fréquence. Ils ont étudié différents paramètres de dispersion et ont découvert des représentations et indicateurs permettant de comparer des séries statistiques. En classe de première, ils consolident ces notions et étudient les ajustements affines qui permettent de réinvestir les notions de fonction affine et d'équation de droite étudiées en classe de seconde.

Capacités et connaissances

Capacités	Connaissances
Représenter graphiquement à l'aide d'outils numériques un nuage de points associé à une série statistique à deux variables quantitatives.	Nuage de points associé à une série statistique à deux variables quantitatives.
Réaliser un ajustement affine, à l'aide des outils numériques. Déterminer l'équation réduite d'une droite d'ajustement par la méthode des moindres carrés, à l'aide d'outils numériques. Interpoler ou extrapoler des valeurs inconnues.	Ajustement affine par la méthode des moindres carrés.
Déterminer le coefficient de détermination d'une série statistique à deux variables quantitatives à l'aide d'outils numériques. Évaluer la pertinence d'un ajustement affine.	Coefficient de détermination R^2 .

Exemples d'algorithmes ou d'activités numériques

- Déterminer des indicateurs de position et de dispersion d'une série statistique en utilisant les listes.
- Déterminer l'équation réduite d'une droite d'ajustement par la méthode des moindres carrés à l'aide d'outils numériques.
- Déterminer le coefficient de détermination d'une série statistique à deux variables quantitatives à l'aide d'outils numériques.

Commentaires

- On indique aux élèves l'ajustement à réaliser (ajustement de x en y ou de y en x).
- Ce module donne l'occasion de travailler sur la droite de régression et de faire percevoir le sens de l'expression « moindres carrés ».
- Le coefficient de détermination, carré du coefficient de corrélation, est obtenu à l'aide d'outils numériques.

2.B

• Suites numériques (groupements A, B et C)

Objectifs

L'objectif de ce module est de résoudre des problèmes concernant des phénomènes discrets modélisés par une suite numérique, plus particulièrement par une suite arithmétique.

Liens avec la classe de seconde professionnelle

En classe de seconde, les élèves ont été confrontés à des exemples de fonctions définies sur \mathbb{N} pour modéliser des phénomènes discrets. En classe de première, ils génèrent les termes de différentes suites puis découvrent et étudient les suites arithmétiques.

Capacités et connaissances

Capacités	Connaissances
Générer par le calcul ou à l'aide d'un outil numérique, les termes de différentes suites.	Suites numériques (u_n) : - notation indicielle du terme de rang n de la suite (u_n) ; - $u_n = f(n)$ où f est une fonction.
Étudier le sens de variation d'une suite donnée par $u_n = f(n)$ dans des cas simples.	Sens de variation d'une suite numérique.
Calculer un terme de rang donné d'une suite arithmétique définie par son premier terme et par une relation de récurrence ou par l'expression du terme de rang n . Réaliser et exploiter une représentation graphique du nuage de points $(n ; u_n)$ dans le cas où (u_n) est une suite arithmétique. Reconnaître les premiers termes d'une suite arithmétique. Déterminer le sens de variation d'une suite arithmétique à l'aide de sa raison.	Suites arithmétiques : - définition par la relation $u_{n+1} = u_n + r$ et la donnée du premier terme ; - expression du terme de rang n en fonction du premier terme et de la raison ; - lien avec les fonctions affines ; - sens de variation.
Calculer la somme des n premiers termes d'une suite arithmétique avec ou sans outils numériques.	Somme des n premiers termes d'une suite arithmétique.

Exemples d'algorithmes ou d'activités numériques

- Calculer un terme de rang donné d'une suite numérique.
- Calculer la somme d'un nombre fini de termes d'une suite numérique.
- Générer une liste de termes d'une suite numérique et les représenter par un nuage de points de coordonnées $(n ; u_n)$.
- Déterminer le rang à partir duquel les termes d'une suite numérique monotone sont supérieurs ou inférieurs à une valeur donnée.

Commentaires

- En lien avec l'écriture fonctionnelle, on utilise, lors de l'introduction des suites, la notation $u(n)$ préalablement à celle de u_n .
- On présente également des suites qui ne sont pas arithmétiques.
- L'étude des suites définies par une relation de récurrence, autres que les suites arithmétiques, n'est pas au programme.
- La connaissance de la formule donnant la somme des n premiers termes d'une suite arithmétique n'est pas exigée.
- La notation $\sum_{i=1}^n u_i$ peut être introduite en vue d'une poursuite d'études dans le supérieur.

Document 3 : Extraits des programmes de terminale professionnelle en mathématiques

3.A

• Statistiques à deux variables (groupements A, B et C)

Objectifs

L'objectif de ce module est d'approfondir la notion d'ajustement. Des situations, issues en particulier du domaine professionnel et de la vie économique et sociale, servent de support aux activités et tirent parti des possibilités offertes par les outils numériques.

Liens avec la classe de première professionnelle

En classe de première, les élèves ont découvert quelques notions sur les statistiques à deux variables et l'ajustement affine. En classe terminale, ils consolident les acquis de la classe de première et rencontrent de nouveaux types d'ajustement. Cela permet de réinvestir des fonctions étudiées en classe terminale telles que la fonction logarithme décimal ou les fonctions exponentielles.

Capacités et connaissances

Capacités	Connaissances
À l'aide d'outils numériques : - choisir un modèle adapté pour réaliser un ajustement d'un nuage de points associé à une série statistique à deux variables ; - utiliser un ajustement pour interpoler ou extrapoler des valeurs inconnues.	Ajustement d'un nuage de points associé à une série statistique à deux variables quantitatives.

Commentaires

- Les ajustements réalisés ne sont pas uniquement affines.
- Aucune justification théorique du modèle choisi n'est attendue.
- On indique aux élèves l'ajustement à réaliser (ajustement de x en y ou de y en x).

On propose aux élèves quelques exemples pour lesquels on se ramène à un ajustement affine d'un nuage de points après avoir effectué un changement de variable indiqué aux élèves (par exemple, $z = \log(y)$, $z = 1/x$, $z = q^x \dots$). Ces exemples pourront être présentés lors de l'étude des fonctions intervenant dans ces changements de variable. La valeur du coefficient de détermination, entre les nouvelles variables, calculée à l'aide d'outils numériques, peut être un indicateur de la pertinence du modèle linéaire conjecturé obtenu avant de revenir à la relation liant les variables initiales. Ces changements de variable seront également l'occasion de réinvestir les propriétés opératoires de certaines fonctions et en particulier celles de la fonction logarithme décimal ou des fonctions exponentielles de base q .

Dans le cadre de la bivalence

Ce module est mis en œuvre dans les domaines *Mécanique* et *Électricité* du programme de physique-chimie.

3.B

• Suites numériques (groupements A, B et C)

Objectifs

L'objectif de ce module est d'apprendre à résoudre des problèmes concernant des phénomènes discrets modélisés par une suite numérique et plus particulièrement par une suite géométrique.

Liens avec la première professionnelle

En classe de première, les élèves ont appris à modéliser des phénomènes discrets à l'aide de suites numériques. Ils ont étudié les suites arithmétiques. En classe terminale, ils réinvestissent les suites arithmétiques en contexte et étudient les suites géométriques de raison strictement positive.

Capacités et connaissances

Capacités	Connaissances
Calculer un terme de rang donné d'une suite géométrique définie par son premier terme et par une relation de récurrence ou par l'expression du terme de rang n . Réaliser et exploiter une représentation graphique du nuage de points $(n ; u_n)$ dans le cas où (u_n) est une suite géométrique. Déterminer le sens de variation d'une suite géométrique à l'aide de sa raison q avec $q > 0$ et de son premier terme.	Suites géométriques de raison strictement positive : - définies par la relation $u_{n+1} = u_n \times q$ et la donnée du premier terme ; - expression du terme de rang n en fonction du premier terme et de la raison ; - sens de variation.
Calculer la somme des n premiers termes d'une suite géométrique avec ou sans outils numériques.	Somme des n premiers termes d'une suite géométrique.

Exemples d'algorithmes ou d'activités numériques

- Calculer un terme de rang donné d'une suite géométrique.
- Calculer la somme d'un nombre fini de termes d'une suite numérique.
- Générer une liste de termes d'une suite géométrique et les représenter par un nuage de points de coordonnées (n, u_n) .
- Déterminer le rang à partir duquel les termes d'une suite géométrique sont supérieurs ou inférieurs à une valeur donnée.

Commentaires

- La connaissance de la formule donnant la somme des n premiers termes d'une suite géométrique n'est pas exigée.
- La notation $\sum_{i=1}^n u_i$ peut être introduite en vue d'une poursuite d'études dans le supérieur.
- Le lien entre les suites géométriques et les fonctions exponentielles est établi.
- Pour illustrer l'utilisation d'une suite géométrique, des exemples de modélisation d'une évolution à taux fixe peuvent être proposés.

3.C

Vocabulaire ensembliste et logique (groupements A, B et C)

L'apprentissage des notations mathématiques, de la logique et des raisonnements est transversal à tous les chapitres du programme des trois années de formation. Aussi, il importe de les travailler d'abord dans des contextes où ils se présentent naturellement, puis de prévoir des moments pour effectuer une synthèse de certains concepts ou une explicitation de types de raisonnement, après que ceux-ci ont été rencontrés plusieurs fois en situation.

Les élèves doivent connaître les notions d'élément d'un ensemble, de sous-ensemble, d'appartenance et d'inclusion, de réunion, d'intersection et de complémentaire et savoir utiliser les symboles de base correspondant : \in , \subset , \cap , \cup , ainsi que la notation des ensembles de nombres et des intervalles du type $[a ; b]$, $]a ; b[$, $[a ; b[$, $]a ; b]$ avec a et b réels. Ils rencontrent également la notion de couple.

Pour le complémentaire d'un sous-ensemble A de E , on utilise la notation des probabilités \bar{A} .

Pour ce qui concerne le raisonnement logique, les élèves rencontrent à la faveur d'exemples :

- les connecteurs logiques « et », « ou » ;
- le quantificateur « quel que soit » et le quantificateur « il existe » (les symboles \forall et \exists sont hors programme) ;
- des implications et équivalences logiques ;
- la réciproque d'une implication ;
- l'utilisation d'un contre-exemple pour infirmer une proposition universelle ;
- des raisonnements par disjonction des cas, des raisonnements par l'absurde.

Les élèves distinguent les utilisations possibles du symbole $=$ (égalité, identité, équation) et le statut des lettres utilisées (variable, indéterminée, inconnue, paramètre).

3.D

Extrait du programme complémentaire en vue de la préparation à une poursuite d'études

• Produit scalaire de deux vecteurs du plan rapporté à un repère orthonormé

Capacités et connaissances

Capacités	Connaissances
Utiliser les trois expressions du produit scalaire de deux vecteurs pour déterminer des longueurs et des angles.	Définition du produit scalaire de deux vecteurs du plan rapporté à un repère orthonormé.
	Propriétés du produit scalaire de deux vecteurs : $\vec{u} \cdot \vec{v} = \vec{v} \cdot \vec{u}$ $\alpha (\vec{u} \cdot \vec{v}) = (\alpha \vec{u}) \cdot \vec{v}$ $\vec{u} \cdot (\vec{v} + \vec{w}) = \vec{u} \cdot \vec{v} + \vec{u} \cdot \vec{w}$
Reconnaître des vecteurs orthogonaux, à l'aide de leurs coordonnées dans un repère orthonormé.	Vecteurs orthogonaux : deux vecteurs \vec{u} et \vec{v} sont orthogonaux si et seulement si leur produit scalaire est nul.

Commentaires

- Le produit scalaire de deux vecteurs du plan rapporté à un repère orthonormé est défini par l'une des trois expressions suivantes ; les deux autres sont admises :
 - $\vec{u} \cdot \vec{v} = \frac{1}{2} (\|\vec{u} + \vec{v}\|^2 - \|\vec{u}\|^2 - \|\vec{v}\|^2)$;
 - Si \vec{u} ou \vec{v} est nul alors $\vec{u} \cdot \vec{v} = 0$. Si \vec{u} et \vec{v} sont tous les deux différents du vecteur nul alors $\vec{u} \cdot \vec{v} = \|\vec{u}\| \times \|\vec{v}\| \times \cos \theta$ avec $\theta = (\vec{u}, \vec{v})$. La notion d'angle orienté de vecteurs est abordée de façon intuitive.
 - Si les vecteurs \vec{u} et \vec{v} ont pour coordonnées respectives (x, y) et (x', y') alors $\vec{u} \cdot \vec{v} = xx' + yy'$.

Document 4 : Compétences travaillées en première et terminale de baccalauréat professionnel en mathématiques et physique-chimie et capacités associées

Compétences	Capacités associées
S'approprier	<ul style="list-style-type: none"> - Rechercher, extraire et organiser l'information. - Traduire des informations, des codages.
Analyser Raisonner	<ul style="list-style-type: none"> - Émettre des conjectures, formuler des hypothèses. - Proposer une méthode de résolution. - Choisir un modèle ou des lois pertinentes. - Élaborer un algorithme. - Choisir, élaborer un protocole. - Évaluer des ordres de grandeur.
Réaliser	<ul style="list-style-type: none"> - Mettre en œuvre les étapes d'une démarche. - Utiliser un modèle. - Représenter (tableau, graphique...), changer de registre. - Calculer (calcul littéral, calcul algébrique, calcul numérique exact ou approché, instrumenté ou à la main). - Mettre en œuvre un algorithme. - Expérimenter – en particulier à l'aide d'outils numériques (logiciels ou dispositifs d'acquisition de données...). - Faire une simulation. - Effectuer des procédures courantes (représentations, collectes de données, utilisation du matériel...). - Mettre en œuvre un protocole expérimental en respectant les règles de sécurité à partir d'un schéma ou d'un descriptif. - Organiser son poste de travail.
Valider	<ul style="list-style-type: none"> - Exploiter et interpréter les résultats obtenus ou les observations effectuées afin de répondre à une problématique. - Valider ou invalider un modèle, une hypothèse en argumentant. - Contrôler la vraisemblance d'une conjecture. - Critiquer un résultat (signe, ordre de grandeur, identification des sources d'erreur), argumenter. - Conduire un raisonnement logique et suivre des règles établies pour parvenir à une conclusion (démontrer, prouver).
Communiquer	<p>À l'écrit comme à l'oral :</p> <ul style="list-style-type: none"> - rendre compte d'un résultat en utilisant un vocabulaire adapté et choisir des modes de représentation appropriés ; - expliquer une démarche.

Collection 2 : Documentations scientifiques et professionnelles

Document 5 : Rayonnement solaire et rayonnement tellurique

L'effet de serre fait intervenir à la fois le rayonnement solaire et le rayonnement infrarouge. Même si le premier nous est familier, le second a souvent un côté mystérieux. Pourtant ils sont de même nature physique : ce sont des rayonnements électromagnétiques qui ne se distinguent que par leur longueur d'onde.

Tout corps émet un rayonnement dont la puissance totale et le spectre (c'est-à-dire la répartition de la puissance émise en fonction de la longueur d'onde) dépendent de sa température. Cette dépendance fut expérimentalement mise en évidence dans la deuxième moitié du XIX^e siècle.

Le rayonnement qui nous parvient du soleil est émis par sa surface extérieure dont la température est d'environ 6 000 K. À une telle température, 40 % de l'énergie est émise dans le domaine visible, c'est-à-dire dans une gamme de longueur d'onde allant de 0,3 μm (violet-bleu) à 0,7 μm (rouge). La décomposition du rayonnement solaire peut être réalisée en projetant un faisceau lumineux sur un prisme de verre, ou sur un réseau de diffraction.

Vers 1800, William Herschell, qui étudiait le rayonnement solaire, avait placé un thermomètre derrière un tel prisme. Il s'aperçut qu'il indiquait une élévation de température (et donc qu'il recevait de l'énergie) non seulement dans le domaine visible mais également dans la région au-delà du rouge. Ce fut la découverte du rayonnement infrarouge qui représente 50 % du rayonnement émis par le soleil. Les 10 % restants du rayonnement solaire total sont émis à l'opposé du domaine visible, à des longueurs d'onde plus petites que celles du violet.

Source : d'après <https://planet-terre.ens-lyon.fr/ressource/effet-de-serre.xml>

Document 6 : Les gaz atmosphériques à effet de serre

Sur Terre, les constituants qui interviennent dans l'effet de serre naturel sont la vapeur d'eau, le dioxyde de carbone, le méthane, etc. Le rayonnement solaire, essentiellement visible, est réfléchi à 30 % par l'atmosphère et le sol, 20 % sont absorbés par l'ozone et la vapeur d'eau. Les 50 % restant sont absorbés par la surface puis réémis sous forme de rayonnement infrarouge. Certains auteurs parlent de rayonnement infrarouge tellurique.

L'atmosphère terrestre absorbe alors 95 % de ce rayonnement infrarouge tellurique (50 % par la vapeur d'eau, 25 % par le dioxyde de carbone, le reste par le méthane, l'ozone (qui a une bande d'absorption à 11,4 μm , les nuages...) puis réémet toujours dans l'infrarouge un rayonnement contribuant à l'échauffement du sol.

Source : d'après <https://planet-terre.ens-lyon.fr/ressource/effet-de-serre.xml>

Document 7 : Organisation d'une séquence « Statistiques à deux variables »

FICHE DE PRÉPARATION DE SÉQUENCE			
Classe : Terminale professionnelle IPB		Période : 2 ^e semestre	
Thème de travail : Gaz à effets de serre			
Situation et contexte : <ul style="list-style-type: none">- étude des émissions de gaz à effets de serre dont le dioxyde de carbone ;- extrapolation à partir d'une série de données réelles.			
Prérequis :			
Capacités travaillées : À l'aide d'outils numériques : <ul style="list-style-type: none">- choisir un modèle adapté pour réaliser un ajustement d'un nuage de points associé à une série statistique à deux variables ;- utiliser un ajustement pour interpoler ou extrapoler des valeurs inconnues.			
Connaissances : <ul style="list-style-type: none">- ajustement d'un nuage de points associé à une série statistique à deux variables quantitatives.			
Objectifs de la séquence : <ul style="list-style-type: none">- réaliser des ajustements affines et non affines ;- sensibiliser aux problématiques liées au développement durable.			
Temps de travail	Activités	Objectifs	Durée
1^{er} temps : Test des prérequis en classe		Vérifier que les élèves possèdent les prérequis nécessaires pour la séquence et les réactiver si besoin.	10 min
2^e temps : Travail personnel hors de la classe	Ajustement et extrapolation à partir des données des émissions mondiales de CO ₂ sur la période 1990-1994	Conforter la notion d'ajustement affine qui a été travaillée en classe de première : <ul style="list-style-type: none">- détermination à l'aide d'outils numériques d'une équation d'une droite d'ajustement d'un nuage de points associé à une série statistique à deux variables quantitatives ;- utilisation de cette équation pour interpoler ou extrapoler des valeurs inconnues ;- évaluation de la pertinence de l'ajustement affine.	30 min
3^e temps : Séance en classe d'exploitation et de prolongement de l'activité réalisée hors de la classe			1 h

Document 8 : Activité pour le travail personnel hors de la classe

Le dioxyde de carbone (CO_2) est l'un des principaux gaz à effet de serre. Les émissions de CO_2 sont issues à 39 % de la combustion de charbon, 30 % pour le pétrole et 19 % pour le gaz naturel. Le reste, soit 12 %, est essentiellement lié aux procédés industriels (comme, par exemple, la transformation de calcaire en chaux pour fabriquer du ciment).

Les données des émissions mondiales de CO_2 pour la période allant de 1990 à 1994 sont fournies dans le tableau ci-dessous :

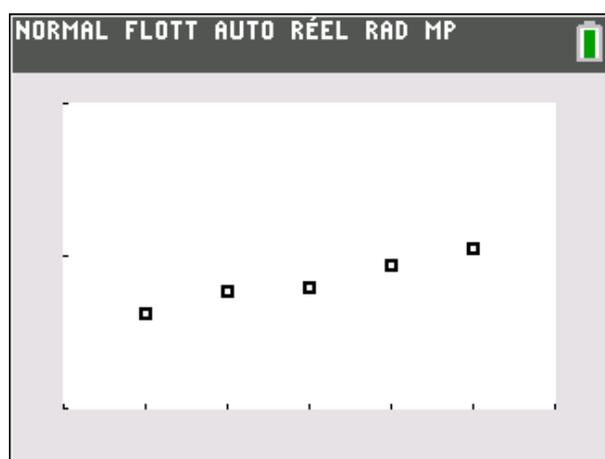
Année : x_i	1990	1991	1992	1993	1994
Émissions de CO_2 en Gt : y_i	20,6253	20,7669	20,7970	20,9371	21,0529

Source : <https://donnees.banquemondiale.org>

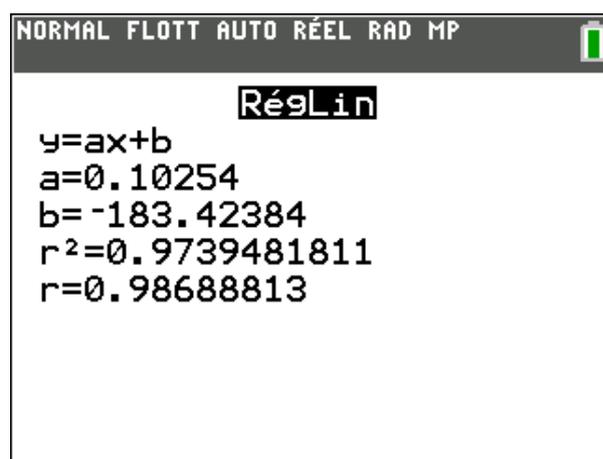
- Représenter le nuage de points de coordonnées $(x_i ; y_i)$ avec une calculatrice ou un tableur.
- Déterminer une équation de la droite d'ajustement de y en x . Arrondir les coefficients au millième.
- Relever le coefficient de détermination R^2 , arrondi au millième, de cet ajustement. Évaluer la pertinence de cet ajustement.
- À l'aide de l'ajustement réalisé et en admettant que l'évolution constatée se poursuit dans les années qui suivent, estimer par extrapolation le niveau des émissions mondiales de CO_2 en 2005 et le comparer à la valeur réelle relevée de 27,414 3 Gt. Conclure.
- Estimer par extrapolation, à l'aide de l'ajustement réalisé, le niveau des émissions mondiales de CO_2 en 2100.

Document 9 : Captures d'écran de calculatrice de résultats graphiques et numériques attendus à l'activité du document 8

Pour la période allant de 1990 à 1994 :



Nuage de points



Ajustement affine

Document 10 : Données pour le travail en classe

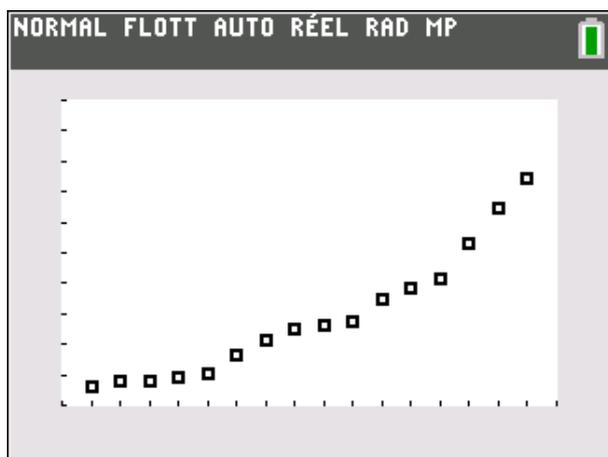
Les données des émissions mondiales de CO₂ pour la période allant de 1990 à 2005 sont fournies dans le tableau ci-dessous :

Année : x_i	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Émissions de CO ₂ en Gt : y_i	20,6253	20,7669	20,7970	20,9371	21,0529	21,6508	22,1106	22,4921

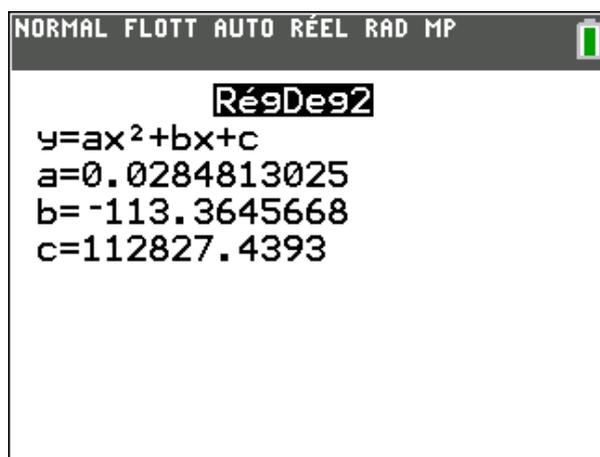
Année : x_i	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Émissions de CO ₂ en Gt : y_i	22,6137	22,7201	23,4454	23,8458	24,1653	25,2853	26,4344	27,4143

Captures d'écran de calculatrice de résultats graphiques et numériques attendus dans le cadre de l'activité à réaliser à partir des données figurant ci-dessus.

Pour la période allant de 1990 à 2005 :

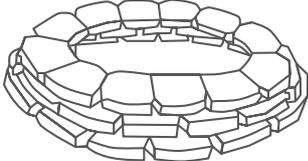
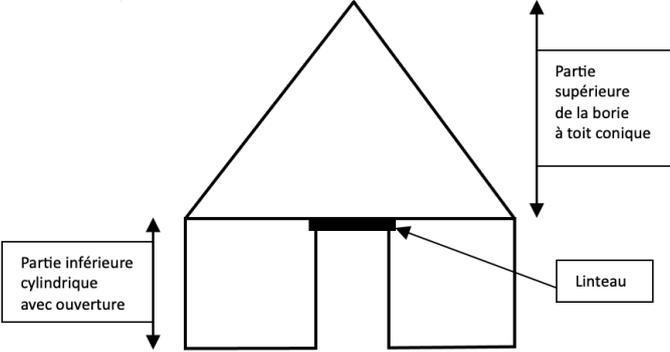


Nuage de points



Ajustement polynomial

Document 11 : Document fourni par l'enseignant

La Borie	
<p data-bbox="363 297 692 331">Illustration d'une borie*</p>  <p data-bbox="165 887 721 920">L'illustration ci-dessus n'est pas à l'échelle</p> <p data-bbox="165 947 890 1037">* La borie est une petite hutte ronde en pierres sèches que l'on trouve dans le midi de la France. Son toit peut être à peu près conique ou ogival.</p>	<p data-bbox="935 297 1410 365">Mise en œuvre des pierres de la partie supérieure de la borie</p> <p data-bbox="916 383 1430 506">Les pierres doivent être posées bien à plat, sans effet de bascule, et disposées en lits successifs d'épaisseur sensiblement constante en partant du bas.</p> <p data-bbox="916 521 1430 611">Le nombre de pierres diminue à chaque rangée empilée comme illustré sur le croquis ci-dessous :</p> 
Modélisation mathématique	
<p data-bbox="304 1155 754 1223">Coupe schématique d'une borie à toit conique</p> 	<p data-bbox="970 1167 1374 1200">Partie supérieure de la borie</p> <p data-bbox="916 1218 1430 1442">La partie supérieure de la borie ou voute est constituée de différents lits de pierres évoqués dans le document ci-dessus. Le lit numéro 1 (de 47 pierres) à la base de la voute se situe au-dessus du linteau de l'ouverture.</p> <p data-bbox="916 1518 1358 1552">Nombre moyen de pierres par lit :</p> <ul data-bbox="967 1570 1278 1805" style="list-style-type: none">- Lit numéro 1 : 47 pierres- Lit numéro 2 : 45 pierres- Lit numéro 3 : 43 pierres- Lit numéro 4 : 41 pierres- etc.

Problématique : « Quelle est l'estimation du nombre total de pierres nécessaires pour construire la voute de la borie ? ».

Document 12 : Page Internet ressource « Atténuation acoustique d'une onde »

← → ↻ 🔍
☆ ⋮

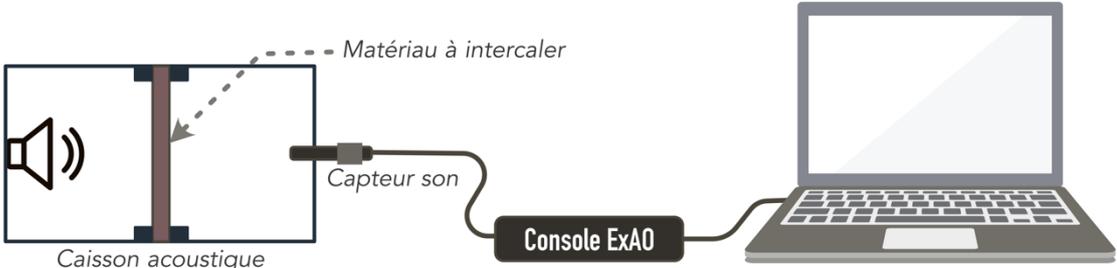
Atténuation acoustique d'une onde
LD

Point n°1 : Informations

- Niveau d'intensité sonore L : $L = 20 \times \log \frac{p}{p_0}$ avec $p_0 = 2 \times 10^{-5}$ Pa
- Coefficient d'atténuation α : $\alpha = \frac{p_{inc}}{p_{trans}}$
- Indice d'affaiblissement acoustique R : $R = L_{inc} - L_{trans}$ d'où $R = 20 \times \log \alpha$

Point n°2 : 1 plaque de plâtre phonique VS 2 plaques de plâtre standard (double peau)

1) Expérience (avec aucun bruit parasite autour du dispositif)



Mesures relevées : U_{max} (sans matériau : $U_{max} = 10$ u.a)

Matériaux	1 plaque de plâtre phonique (10 mm)	2 plaques de plâtre (2x10 mm)
2) Valeurs (α et R calculé)		
U_{max} (en u.a)	0,075	0,045
α (sans unité)	133,3	223,9
R	42	47

Pour une plaque de plâtre phonique, le fabricant indique $\alpha = 125,89$

Point n°3 : Indice d'affaiblissement global

Une paroi de séparation entre deux pièces comporte une porte isoplane ($S_p = 1,7$ m² et $R_p = 30$ dB) et un cloison ($S_c = 11,8$ m² et $R_c = 51$ dB).

Indice d'affaiblissement global R_g :

$$R_g = 10 \times \log \left[\frac{\sum S_i}{\sum (S_i \times 10^{-0,1R_i})} \right]$$

L'indice d'affaiblissement global de cette paroi est $R_g = 38,8$ dB



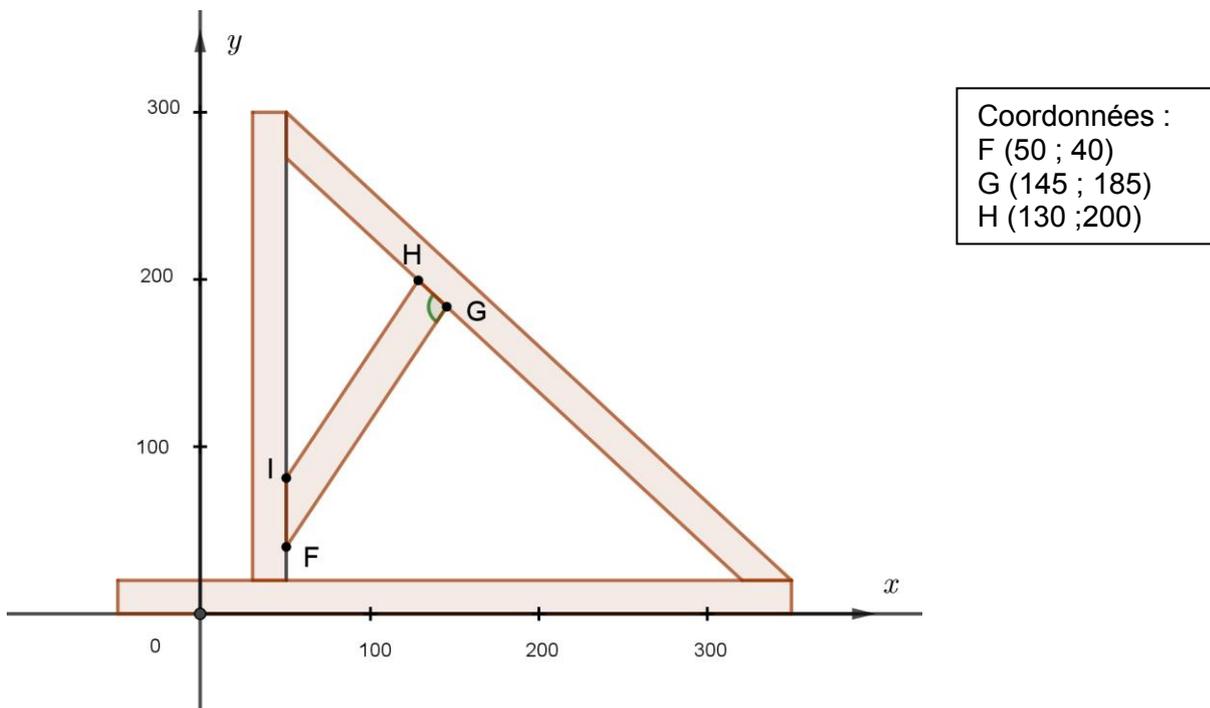
Document 13 : Contexte professionnel

La contrefiche est une pièce de bois positionnée en oblique pour soutenir et renforcer les éléments d'une charpente. Elle est assemblée par tenon et mortaise aux autres pièces de bois et un charpentier peut être amené à la remplacer sur des monuments historiques. Il est important qu'il sache déterminer la forme exacte de la contrefiche de remplacement.

Objectif : Déterminer l'angle \widehat{FGH} formé par la contrefiche FGHI.

Schéma de la situation :

Le plan est rapporté à un repère orthonormé.
L'unité graphique est le centimètre.



Document 14 : Exercice

Voici une proposition : si $\vec{u} = \vec{0}$ ou si $\vec{v} = \vec{0}$, alors $\vec{u} \cdot \vec{v} = 0$.

- Écrire la réciproque de cette proposition.
- Montrer à l'aide d'un contre-exemple que cette réciproque est fausse.

Source : d'après *Modulo - MATHS - Tle Bac Pro Groupements A et B - Éditions Foucher*

Document 15 : Activité expérimentale en chimie

Ce document est celui d'une activité destinée aux élèves dont les espaces pour répondre ont été retirés.

Présentation du contexte de l'expérimentation

Lors d'une visite d'un élève en période de formation en milieu professionnel, le professeur assiste au nettoyage du chantier de restauration d'un château : l'élève, muni des équipements de protection individuelle, nettoie un dépôt séché de béton sur un carrelage ancien avec une solution d'acide chlorhydrique.

Le béton est majoritairement composé de calcaire.

On dispose de la solution d'acide chlorhydrique utilisée par l'élève pour nettoyer le carrelage.

Le TP proposé vise la mise en œuvre d'une nouvelle méthode de titrage suivi par conductimétrie.

Travail à réaliser

Objectifs :

- Déterminer la concentration de la solution d'acide chlorhydrique par un titrage suivi par conductimétrie.
- En déduire le pH de la solution ; justifier l'utilisation des équipements de protection individuelle pour manipuler cette solution.

Q1. Expliquer le choix de l'élève d'utiliser de l'acide chlorhydrique pour retirer le béton séché (ressource : activité sur les pluies acides).

Q2. Indiquer les précautions à respecter durant toute la manipulation.

Q3. À l'aide du document suivant, proposer un protocole expérimental permettant de déterminer par titrage la concentration en ions hydronium H_3O^+ de la solution d'acide chlorhydrique. Utiliser les lettres, parmi A, B, C, D, E et F, désignant les parties pour établir le protocole.

A	Introduire dans le bécher de 400 mL étiqueté « Dosage » : <ul style="list-style-type: none">- $V_A = 10$ mL de solution d'acide chlorhydrique prélevé à l'aide de la pipette jaugée munie d'un dispositif d'aspiration ;- environ 240 mL d'eau distillée ;- le barreau magnétique propre.	B	Introduire dans le bécher de 400 mL étiqueté « Dosage » : <ul style="list-style-type: none">- $V_B = 10$ mL de solution d'hydroxyde de sodium prélevé à l'aide de la pipette jaugée munie d'un dispositif d'aspiration ;- environ 240 mL d'eau distillée ;- le barreau magnétique propre.
C	À l'aide du bécher contenant la solution d'acide chlorhydrique, rincer la burette. Remplir la burette avec la solution d'acide chlorhydrique et ajuster le niveau du liquide au niveau zéro de la burette.	D	À l'aide du bécher contenant la solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_B = 0,1$ mol/L, rincer la burette. Remplir la burette avec l'hydroxyde de sodium et ajuster le niveau du liquide au niveau zéro de la burette.

E	<p>Placer le bécher sous la burette.</p> <p>Agiter doucement la solution à l'aide de l'agitateur magnétique.</p> <p>Ajouter la solution contenue dans la burette millilitre par millilitre et arrêter dès que la solution dans le bécher change de couleur.</p>	F	<p>Placer le bécher sous la burette.</p> <p>Rincer la sonde à l'eau distillée puis l'introduire dans le bécher étiqueté « Dosage ».</p> <p>Agiter doucement la solution à l'aide de l'agitateur magnétique.</p> <p>Préparer le système d'acquisition.</p> <p>Lancer l'acquisition et valider la première mesure pour $V = 0$ mL.</p> <p>Ajouter la solution contenue dans la burette millilitre par millilitre, en validant la mesure après chaque ajout.</p> <p>Arrêter l'acquisition après la dernière mesure.</p>
----------	---	----------	---

Q4. Proposer le schéma légendé du montage expérimental issu de la question précédente.



APPEL n° 1 : Présenter au professeur la proposition de protocole de la question Q3 et le schéma du dispositif de la question Q4.

Q5. Réaliser le protocole expérimental validé par le professeur. Déterminer, en utilisant les fonctionnalités du logiciel, la valeur V_E , exprimée en millilitres, du volume à l'équivalence. Arrondir la valeur au dixième.



APPEL n° 2 : Appeler le professeur afin de lui faire vérifier la valeur V_E obtenue.

Q6. Déterminer la concentration C_A de la solution d'acide chlorhydrique, exprimée en mol par litre (mol/L), à l'aide de la relation suivante :

$$C_A \times V_A = C_B \times V_E$$

C_A est la concentration en ions hydronium de la solution d'acide chlorhydrique exprimée en mol/L (concentration recherchée).

C_B est la concentration de la solution d'hydroxyde de sodium exprimée en mol/L.

$V_A = 10$ mL est le volume prélevé de solution d'acide chlorhydrique.

V_E est le volume en mL de la solution d'hydroxyde de sodium versé pour obtenir l'équivalence.

Q7. Déduire le pH de la solution utilisée pour nettoyer le carrelage. Justifier l'utilisation des équipements de protection individuelle pour manipuler cette solution.



APPEL n° 3 : Appeler le professeur. Faire vérifier la remise en état du poste.