



MINISTÈRE  
DE L'ÉDUCATION  
NATIONALE

EFE MPC 2

SESSION 2018

---

**CAPLP**  
**CONCOURS EXTERNE et CAFEP**  
**3<sup>ème</sup> CONCOURS**

**SECTION : MATHÉMATIQUES – PHYSIQUE-CHIMIE**

**ÉPREUVE ÉCRITE SUR DOSSIER DE PHYSIQUE-CHIMIE**

Durée : 4 heures

---

*Calculatrice électronique de poche - y compris calculatrice programmable, alphanumérique ou à écran graphique – à fonctionnement autonome, non imprimante, autorisée conformément à la circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999.*

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

*Dans le cas où un(e) candidat(e) repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il (elle) le signale très lisiblement sur sa copie, propose la correction et poursuit l'épreuve en conséquence.*

*De même, si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, il vous est demandé de la (ou les) mentionner explicitement.*

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

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
E F E	1 3 1 5 J	1 0 2	0 7 2 5

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

Concours	Section/option	Epreuve	Matière
E F F	1 3 1 5 J	1 0 2	0 7 2 5

► **3<sup>ème</sup> Concours du CAPLP :**

Concours	Section/option	Epreuve	Matière
E F V	1 3 1 5 J	1 0 1	0 7 2 5





## Thème d'étude

# LA STATION DE SKI

## PRÉSENTATION DU SUJET

### Contexte pédagogique du sujet

L'étude des activités d'une station de ski est le thème choisi par les enseignants intervenant en physique-chimie et dans le domaine professionnel de sections de baccalauréat professionnel « technicien d'études du bâtiment option assistant en architecture » et « maintenance des équipements industriels ».

Il s'inscrit dans le cadre d'un projet pédagogique sur les trois années de formation et prend appui sur les enseignements disciplinaires, les enseignements généraux liés à la spécialité (EGLS) et le dispositif d'accompagnement personnalisé (AP). Le rôle de l'équipe des enseignants de physique-chimie est la création de panneaux d'affichage ayant pour thèmes la prévention, la sécurité et l'information ; ces panneaux à destination des bénévoles et des usagers de la station d'un village voisin seront mis en place à la fin du projet.

Les enseignants à l'initiative de ce projet ont programmé une organisation pédagogique autour de ce thème d'étude, permettant de proposer aux élèves des interventions disciplinaires alignées et des activités d'accompagnement à la poursuite d'études vers le BTS pour un groupe identifié d'élèves.

### Structure du sujet

Le sujet est structuré autour d'un « Dossier documentaire » et d'un « Travail à réaliser par le candidat », adaptés à l'enseignement de la physique-chimie en lycée professionnel. Il permet au candidat :

- de montrer sa maîtrise d'un corpus de savoirs disciplinaires et didactiques ;
- de mobiliser ses savoirs dans le but de présenter, analyser et critiquer des solutions pédagogiques répondant à des situations données ;
- de montrer ses capacités à s'appropriier et analyser les informations fournies ;
- de montrer sa capacité à communiquer par écrit de manière précise et adaptée, tant dans l'utilisation de la langue française que dans l'utilisation du langage scientifique (utilisation d'un vocabulaire précis et adapté, maîtrise de l'écriture des résultats numériques).

### « Dossier documentaire » (p. 2 à 16)

Il est organisé autour de trois « collections » de documents :

- collection 1 : documentation technique liée au thème du sujet (pages 2 à 7) ;
- collection 2 : textes réglementaires et officiels (pages 8 à 10) ;
- collection 3 : documents supports à l'enseignement et productions d'élèves (pages 11 à 16).

### « Travail à réaliser par le candidat » (p. 17 à 23) et « Documents réponses » (p. 24 à 29)

Structuré en différentes parties et sous-parties indépendantes les unes des autres, il s'appuie sur un questionnement permettant au candidat de mobiliser des savoirs disciplinaire et didactiques. 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.

Le candidat rend un ensemble de copies et de documents réponses qu'il convient de numéroter et dans lesquelles il précise intégralement la référence des questions auxquelles il répond.

# DOSSIER DOCUMENTAIRE

## COLLECTION 1 - DOCUMENTATION TECHNIQUE

### Document 1.a : Données sur le corps humain

▷ **Les échanges thermiques** entre le corps humain, de température  $T$  et de surface  $S$ , et l'air extérieur de température  $T_a$ , s'effectuent essentiellement de trois façons :

- par conduction à travers la combinaison du skieur : la puissance perdue par conduction vaut  $P_{cd} = \frac{T - T_c}{R_{cd}}$  où  $R_{cd}$  est la résistante thermique de la combinaison et  $T_c$  la température sur sa surface extérieure ;
- par rayonnement sur la surface extérieure de la combinaison : la puissance perdue par rayonnement vaut  $P_r = \frac{T_c - T_a}{R_r}$  où  $R_r = \frac{1}{\alpha T_a^3 S}$  ;
- par convection sur la surface extérieure de la combinaison : la puissance perdue par convection vaut  $P_{cv} = \frac{T_c - T_a}{R_{cv}}$  où  $R_{cv} = \frac{1}{hS}$ .

On admet que ces pertes énergétiques sont compensées par la production métabolique de puissance  $P_m$ .

Tant leurs surfaces sont faibles, on néglige les échanges thermiques au niveau des parties non recouvertes par la combinaison.

▷ **Données numériques pour un homme moyen :**

- température  $T = 37^\circ\text{C}$  supposée uniforme ;
- surface  $S = 1,3\text{ m}^2$  ;
- énergie fournie par le métabolisme humain (« chaleur humaine ») quotidiennement :  $1,3 \cdot 10^7\text{ J}$ , ce qui correspond à une puissance  $P_m = 150\text{ W}$  ;
- $\alpha = 2,3 \cdot 10^{-7}\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-4}$  ;
- $h = 4,0\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$  par temps calme (sans vent).

### Document 1.b : Variation de l'indice avec la longueur d'onde

La formule de Cauchy modélise les variations de l'indice d'un solide transparent en fonction de la longueur d'onde :

$$n(\lambda) = A + \frac{B}{\lambda^2}$$

avec  $A$  et  $B$  des constantes positives caractéristiques du solide.

### Document 1.c : Numéro atomique et masse molaire de quelques éléments

Élément	H	C	O	Ti	Zn
Z	1	6	8	22	30
M (g.mol <sup>-1</sup> )	1,0	12,0	16,0	47,9	65,4

## Document 1.d : Les rayonnements UV

### Les rayons ultraviolets

Le spectre de rayonnement UV solaire est divisé classiquement en trois domaines de longueurs d'onde :

- les UVA (315 nm – 400 nm) ;
- les UVB (280 nm – 315 nm) ;
- et les UVC (100 nm – 280 nm).

Les UVC, ainsi qu'une partie des UVB et des UVA, sont absorbés par les molécules d'ozone stratosphérique  $O_3$  avant d'atteindre la surface du globe terrestre. Les UV ne représentent alors plus que 6,8% de l'irradiance solaire au niveau de la mer pour un soleil au zénith, soit 6,3% d'UVA et 0,5% d'UVB.

### Les filtres organiques

Ce sont des molécules organiques (benzophènes, aminobenzoates) qui protègent, dans une gamme donnée de longueur d'onde, le support qu'elles recouvrent. Pour une protection efficace sur tout le domaine UV (UVA et UVB), il est nécessaire d'associer plusieurs filtres différents. Ces filtres peuvent pénétrer dans l'épiderme et peuvent alors entraîner des allergies. Ils sont également sujets à des problèmes de photodégradation qui réduisent alors leur stabilité et donc leur efficacité dans le temps.

*D'après "Anti-UV : rôle, nature et recherches actuelles"  
Xavier Rocquefelte, Fabrice Goubin, Stéphane Jobic, Alain Demourgues*

## Document 1.e : Indice UV et coup de soleil

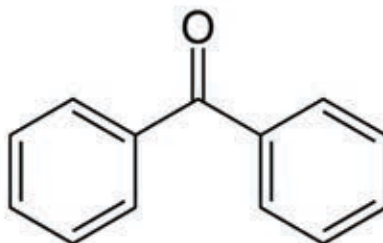
L'indice UV est une indication de la puissance des rayonnements UVA et UVB arrivant au sol. Une unité d'indice UV équivaut à une puissance surfacique de  $0,025 \text{ W.m}^{-2}$ .

Les indices sont généralement classés comme suit :

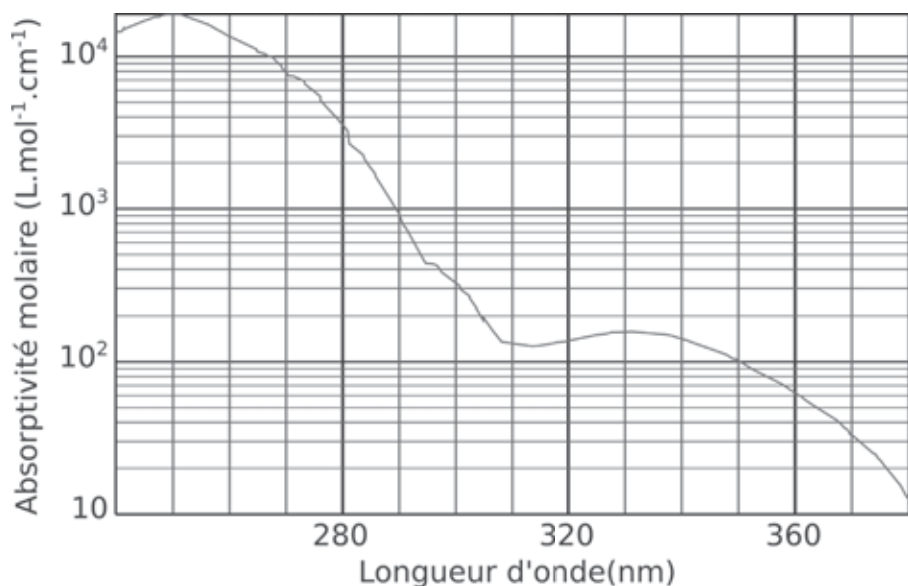
Indice UV	Catégorie
Supérieur à 9	Extrême
7 à 9	Fort
4 à 7	Moyen
0 à 4	Faible

Une personne ayant une peau claire développe un érythème solaire, ou coup de soleil, à partir d'une énergie surfacique reçue continûment de  $250 \text{ J.m}^{-2}$ .

## Document 1.f : Formule topologique de la benzophénone



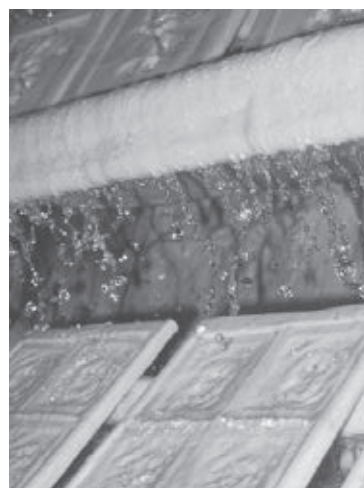
### Document 1.g : Spectre d'absorption de la benzophénone



Source : NIST Chemistry WebBook

### Document 1.h : Fontaines pétrifiantes

Dans la région de Saint-Nectaire, les profondes fractures ont permis la remontée du magma volcanique en provenance du manteau supérieur. Ce magma profond en cours de refroidissement entretient un fort flux de chaleur dans le sous-sol. Quand l'eau des précipitations s'infiltré, elle se réchauffe rapidement et dissout les éléments minéraux (calcium, sodium, fer ...) des roches qu'elle traverse. Entre 3 000 et 4 500 m de profondeur, l'eau chaude se mélange rapidement au dioxyde de carbone. Allégée par ce « gaz ascenseur », après environ 40 années de parcours souterrain, elle retrouve la surface en suivant les fractures. Au sortir des fissures, les sources sont captées, canalisées dans un réseau de galeries souterraines et acheminées vers l'échelle de pétrification. En créant de petites cascades, les échelles provoquent une forte ventilation de l'eau qui accentue le dégagement de  $\text{CO}_2$  et permet au calcaire de se déposer dans les moulages (photo ci-contre).



Source : <http://fontaines-petrifiantes.fr>

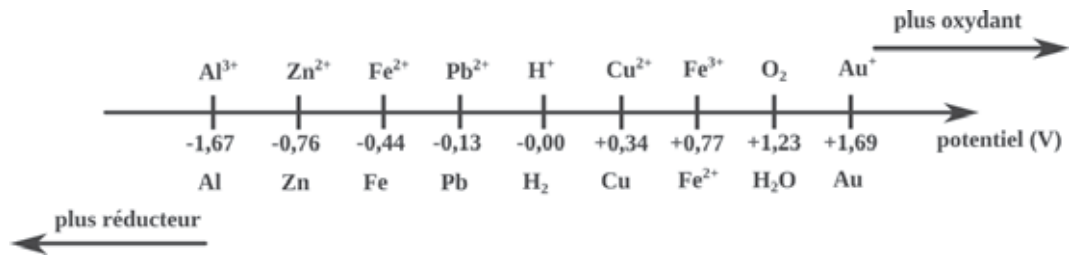
### Document 1.i : Dioxyde de carbone et calcaire

Données à 298 K :

- l'équilibre  $\text{CO}_{2(\text{g})} = \text{CO}_{2(\text{aq})}$  a pour constante d'équilibre  $K^0 = 3,4 \cdot 10^{-2}$  ;
- constante d'acidité du couple  $\text{CO}_{2(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O} / \text{HCO}_3^-$  :  $K_{a1} = 10^{-6,4}$  ;
- constante d'acidité du couple  $\text{HCO}_3^- / \text{CO}_3^{2-}$  :  $K_{a2} = 10^{-10,3}$  ;
- produit de solubilité du carbonate de calcium :  $K_s = 10^{-8,3}$  ;
- produit ionique de l'eau :  $K_e = 10^{-14}$ .



### Document 1.j : Classification électrochimique



Constante de Faraday :  $\mathcal{F} = \mathcal{N}_A e = 9,65 \cdot 10^4 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$

### Document 1.k : Hydroxydes de fer

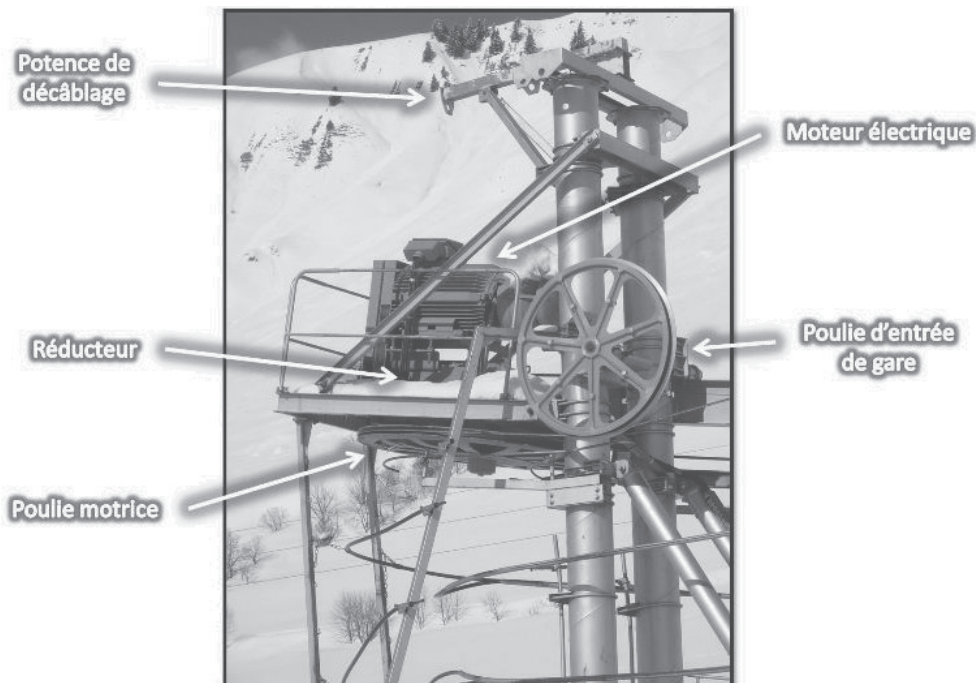
Les produits de solubilité des hydroxydes de fer sont :

- $K_{s1} = 10^{-15}$  pour  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  ;
- $K_{s2} = 10^{-38}$  pour  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ .

### Document 1.l : Corrosions des métaux

- La corrosion désigne l'altération d'un métal par réaction chimique avec un oxydant.
- La passivation représente une évolution d'un métal dans laquelle la vitesse de corrosion est notablement ralentie par la présence d'un film passif naturel ou artificiel, par rapport à ce qu'elle serait en l'absence de ce film.
- On parle d'immunité lorsque le métal est stable en présence du milieu corrodant.

### Document 1.m : Entraînement du télési



Source : [www.ski-aravis.com](http://www.ski-aravis.com)

## Document 1.n : Caractéristiques techniques du canon à neige

### RUBIS VA10

#### Poids

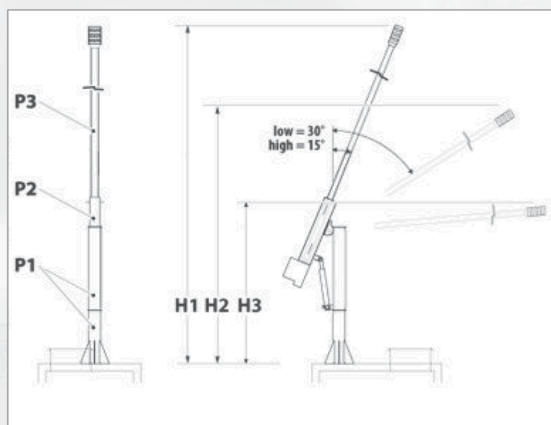
Colonne fixe et rotative assemblées (P1)	45,2 kg
Support pour tube lance (P2)	34 kg
Mat avec tête + VAR (P3)	71,8 kg

#### Dimensions

Position opérationnelle - supérieur (15°) (H1)	11435 mm
Position opérationnelle - inférieur (30°) (H2)	10519 mm
Position de maintenance (H3)	2124 mm

#### Données techniques diverses

Pression d'eau min.	16 bar
Pression d'eau max.	100 bar
Stades de régulation	4

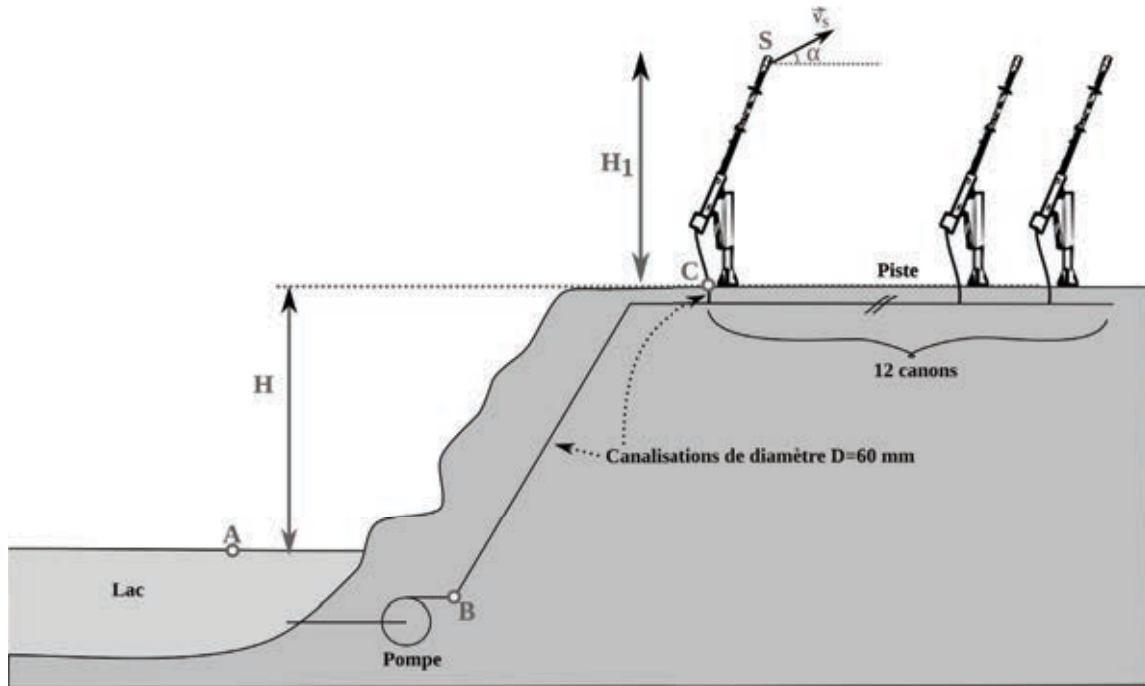


Source : [www.technoalpin.com](http://www.technoalpin.com)



Photo : Kyle Ross

Document 1.o : Alimentation en eau des canons à neige



# DOSSIER DOCUMENTAIRE

## COLLECTION 2 - TEXTES RÉGLEMENTAIRES ET OFFICIELS

### Document 2.a : Extrait du bulletin officiel spécial n°2 du 19 février 2009



Bulletin officiel spécial n° 2 du 19 février 2009

# Mathématiques

# Sciences physiques et chimiques

## Préambule commun

L'enseignement des mathématiques et des sciences physiques et chimiques concourt à la formation intellectuelle, professionnelle et citoyenne des élèves<sup>1</sup>.

Les programmes de mathématiques et de sciences physiques et chimiques des classes de seconde, de première et de terminale professionnelle sont déclinés en connaissances, capacités et attitudes dans la continuité du socle commun de connaissances et de compétences.

## Les objectifs généraux

La formation a pour objectifs :

- de former les élèves à l'activité mathématique et scientifique par la mise en œuvre des démarches d'investigation et d'expérimentation initiées au collège ;
- de donner une vision cohérente des connaissances scientifiques et de leurs applications ;
- de fournir des outils mathématiques et scientifiques pour les disciplines générales et professionnelles ;
- d'entraîner à la lecture de l'information, à sa critique, à son traitement en privilégiant l'utilisation de l'outil informatique ;
- de développer les capacités de communication écrite et orale.

Ces programmes doivent préparer à la poursuite d'études et à la formation tout au long de la vie. Ils permettent, le cas échéant, d'achever la validation du socle commun de connaissances et de compétences.

## Les attitudes développées chez les élèves

L'enseignement des mathématiques et des sciences physiques et chimiques doit contribuer à développer chez l'élève des attitudes transversales :

- le sens de l'observation ;
- la curiosité, l'imagination raisonnée, la créativité, l'ouverture d'esprit ;
- l'ouverture à la communication, au dialogue et au débat argumenté ;
- le goût de chercher et de raisonner ;
- la rigueur et la précision ;
- l'esprit critique vis-à-vis de l'information disponible ;
- le respect de soi et d'autrui ;

- l'intérêt pour les progrès scientifiques et techniques, pour la vie publique et les grands enjeux de la société ;
- le respect des règles élémentaires de sécurité.

## La démarche pédagogique

La classe de mathématiques et de sciences physiques et chimiques est avant tout un lieu d'analyse, de recherche, de découverte, d'exploitation et de synthèse des résultats.

La démarche pédagogique doit donc :

### 1. Prendre en compte la bivalence

L'enseignement des mathématiques et des sciences physiques et chimiques ne se résume pas à une juxtaposition des deux disciplines. Il est souhaitable qu'un même enseignant les prenne en charge toutes les deux pour garantir la cohérence de la formation mathématique et scientifique des élèves.

Les sciences physiques et chimiques fournissent de nombreux exemples où les mathématiques interviennent pour modéliser la situation. De même, une notion mathématique a de nombreux domaines d'application en sciences physiques et chimiques. Certaines notions en mathématiques peuvent être introduites dans le cadre des thèmes du programme de sciences physiques et chimiques.

### 2. Privilégier une démarche d'investigation

Cette démarche, initiée au collège, s'appuie sur un questionnement des élèves relatif au monde réel.

Elle permet la construction de connaissances et de capacités à partir de situations problèmes motivantes et proches de la réalité pour conduire l'élève à :

- définir l'objet de son étude ;
- rechercher, extraire et organiser l'information utile (écrite, orale, observable) ;
- inventorier les paramètres et formuler des hypothèses ou des conjectures ;
- proposer et réaliser un protocole expérimental permettant de valider ces hypothèses ou de les infirmer (manipulations, mesures, calculs) ;
- choisir un mode de saisie et d'exploitation des données recueillies lors d'une expérimentation ;
- élaborer et utiliser un modèle théorique ;
- énoncer une propriété et en estimer les limites.

### 3. S'appuyer sur l'expérimentation

Le travail expérimental en mathématiques s'appuie sur des calculs numériques, sur des représentations ou des figures. Il permet d'émettre des conjectures en utilisant les TIC.

<sup>1</sup> Dans ce texte, on désigne par "élève" tout apprenant en formation initiale sous statut scolaire ou en apprentissage, et en formation continue.





Le travail expérimental en sciences physiques et chimiques permet en particulier aux élèves :

- d'exécuter un protocole expérimental en respectant et/ou en définissant les règles élémentaires de sécurité ;
- de réaliser un montage à partir d'un schéma ou d'un document technique ;
- d'utiliser des appareils de mesure et d'acquisition de données ;
- de rendre compte des observations d'un phénomène, de mesures ;
- d'exploiter et d'interpréter les informations obtenues à partir de l'observation d'une expérience réalisée ou d'un document technique.

#### 4. Identifier les acquisitions visées : connaissances, automatismes et capacités à résoudre des problèmes.

L'activité mathématique est fondée sur la résolution de problèmes. Celle-ci engage la mobilisation de connaissances et d'automatismes en calcul comme dans les autres domaines mathématiques.

En sciences physiques et chimiques, la résolution de situations-problèmes nécessite la mobilisation régulière de compétences expérimentales de base (connaissance du matériel, des dispositifs, des techniques ; capacité à les mettre en œuvre ; attitudes adaptées).

L'acquisition de ces compétences de base fait l'objet d'un travail de mémorisation dans la durée. L'acquisition d'automatismes nécessite un entretien régulier, progressif, et qui sollicite la réflexion des élèves. Conjointement à ces exercices d'entraînement et de mémorisation, le professeur propose fréquemment à ses élèves des problèmes issus de la vie courante, du domaine professionnel, en relation avec les thèmes de sciences physiques et chimiques ou les thématiques de mathématiques.

Ces problèmes donnent l'occasion de réinvestir et de consolider les connaissances et les savoir-faire, ainsi que de développer l'autonomie et l'aptitude à modéliser. La résolution de problèmes nécessite la mise en œuvre des quatre compétences suivantes qui doivent être évaluées :

- rechercher, extraire et organiser l'information ;
- choisir et exécuter une méthode de résolution ;
- raisonner, argumenter, pratiquer une démarche expérimentale, valider un résultat ;
- communiquer à l'aide du langage scientifique et d'outils technologiques.

#### 5. Prendre appui sur des situations liées aux champs professionnels

Les compétences scientifiques doivent être construites, le plus souvent possible, à partir de problèmes issus du domaine professionnel ou de la vie courante.

En retour, il s'agit de réinvestir ces compétences comme outils pour la résolution de problèmes rencontrés dans d'autres contextes.

#### 6. Proposer des activités de synthèse

Des activités de synthèse et de structuration des connaissances et des capacités visées, en mathématiques comme en sciences physiques et chimiques, concluent la séance d'investigation, d'expérimentation ou de résolution de problèmes.

#### 7. Construire une progression adaptée

L'architecture des programmes de seconde, de première et de terminale professionnelles n'induit pas une chronologie

d'enseignement mais une simple mise en ordre des concepts par année.

Une progression "en spirale" permet à l'élève de revenir plusieurs fois sur la même notion au cours de la formation, lui laissant ainsi le temps de la maturation, de l'assimilation et de l'appropriation.

La maîtrise du raisonnement et du langage scientifique doit être acquise progressivement, en excluant toute exigence prématurée de formalisation. Le vocabulaire et les notations ne sont pas imposés a priori ; ils s'introduisent en cours d'étude selon un critère d'utilité en privilégiant avant tout la compréhension des situations étudiées.

Le professeur a toute liberté dans l'organisation de son enseignement. Il doit cependant veiller à atteindre les objectifs visés par le programme et par la certification.

#### 8. Intégrer les TIC dans les apprentissages

L'outil informatique (ordinateur et calculatrice) doit être utilisé pour développer des compétences en mathématiques et en sciences physiques et chimiques.

L'objectif n'est pas de développer des compétences d'utilisation de logiciels, mais d'utiliser ces outils afin de favoriser la réflexion des élèves, l'expérimentation et l'émission de conjectures.

L'utilisation d'un tableur, d'un grapheur, d'un logiciel de géométrie dynamique ou d'une calculatrice graphique facilite l'apprentissage des concepts et la résolution des problèmes.

L'utilisation de l'expérimentation assistée par ordinateur est privilégiée dès que celle-ci facilite la manipulation envisagée et son exploitation (étude de phénomènes transitoires, mise en évidence des facteurs influents sur le phénomène observé, exploitation d'une série de mesures conduisant à une modélisation, etc.).

Dans ce contexte, l'enseignement des mathématiques et des sciences physiques et chimiques participe à la maîtrise des technologies usuelles de l'information et de la communication. Il contribue ainsi à la validation du B2i.

#### 9. Mettre l'élève au travail, individuellement ou en groupe

Les travaux de résolution d'exercices et de problèmes, en classe ou au cours d'une recherche personnelle en dehors du temps d'enseignement, ont des fonctions diversifiées :

- la résolution d'exercices d'entraînement, associée à l'étude du cours, permet aux élèves de consolider leurs connaissances de base, d'acquiescer des automatismes et de les mettre en œuvre sur des exemples simples ;
- l'étude de situations plus complexes, sous forme de préparation d'activités en classe ou de problèmes à résoudre ou à rédiger, alimente le travail de recherche individuel ou en équipe ;
- les travaux individuels de rédaction doivent être fréquents et de longueur raisonnable ; ils visent essentiellement à développer les capacités de mise au point d'un raisonnement et d'expression écrite.

#### 10. Diversifier les modes d'évaluation

L'évaluation des acquis est indispensable au professeur dans la conduite de son enseignement. Il lui appartient d'en diversifier le type et la forme : évaluation expérimentale, écrite ou orale, individuelle ou collective, avec ou sans TIC. Lors d'une évaluation, des questions peuvent porter sur des domaines des deux disciplines.





HS 4	COMMENT PEUT-ON ADAPTER SA VISION ?		Cycle terminal Tronc commun
<b>1. Comment peut-on améliorer sa vision ?</b>			
Capacités	Connaissances	Exemples d'activités	
<p>Identifier une lentille convergente.</p> <p>Déterminer expérimentalement le foyer image d'une lentille convergente et sa distance focale.</p> <p>Réaliser un montage en étant capable de positionner une lentille convergente par rapport à un objet pour obtenir une image nette sur l'écran.</p> <p>Déterminer, à l'aide d'un tracé à l'échelle, la position et la grandeur de l'image réelle d'un objet réel à travers une lentille convergente.</p> <p>Appliquer les relations de conjugaison et de grandissement.</p>	<p>Savoir que l'œil peut être modélisé par :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-une lentille mince convergente ;</li> <li>-un diaphragme ;</li> <li>-un écran adapté.</li> </ul> <p>Connaître :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-les éléments remarquables d'une lentille mince convergente (axe optique, centre optique O, foyer principal objet F, foyer principal image F', distance focale) ;</li> <li>-le symbole d'une lentille convergente.</li> </ul> <p>Savoir que la vergence caractérise une lentille mince.</p> <p>Savoir que la vergence est reliée à la distance focale par une relation (formule et unités données).</p> <p>Connaître la différence entre une image réelle et une image virtuelle.</p>	<p>Réalisation d'une modélisation de l'œil à l'aide du matériel optique : banc optique, lentille mince convergente, diaphragme, écran.</p> <p>Etude expérimentale des formules de conjugaison.</p> <p>Etude documentaire : phénomène d'accommodation ; rôle du cristallin, de la cornée et de l'humeur vitrée, distances maximale et minimale de vision nette, mise en relation entre l'acuité visuelle et la vergence, ...</p>	
<b>2. Pourquoi faut-il se protéger les yeux des rayons du soleil ?</b>			
Capacités	Connaissances	Exemples d'activités	
<p>Mesurer l'éclairement à l'aide d'un luxmètre.</p> <p>Positionner un rayonnement monochromatique sur une échelle fournie.</p>	<p>Savoir que :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-la lumière blanche est la superposition de radiations lumineuses de couleurs différentes ;</li> <li>-chaque radiation se caractérise par sa longueur d'onde ;</li> <li>-il existe différents types de rayonnements (IR, visible, UV) ;</li> <li>-les radiations de longueurs d'onde du domaine UV sont dangereuses pour l'œil.</li> </ul>	<p>Utilisation d'un luxmètre.</p> <p>Dispersion de la lumière par un prisme.</p> <p>Synthèse additive et soustractive de la lumière.</p> <p>Filtre monochrome.</p> <p>Analyse de la courbe de sensibilité spectrale de l'œil.</p> <p>Dangers comparés des UVA, UVB, UVC.</p> <p>Protection de l'œil (lunettes de soleil).</p>	

# DOSSIER DOCUMENTAIRE

COLLECTION 3 - DOCUMENTS SUPPORTS À L'ENSEIGNEMENT ET PRODUCTIONS D'ÉLÈVES

## Document 3.a : Quelles sont les protections efficaces pour se protéger du froid ?

**Situation** : Avant de partir skier, il est important de bien choisir ses vêtements pour ne pas souffrir du froid. Nous souhaitons modéliser le corps humain afin d'observer les transferts de chaleur pour différents vêtements.

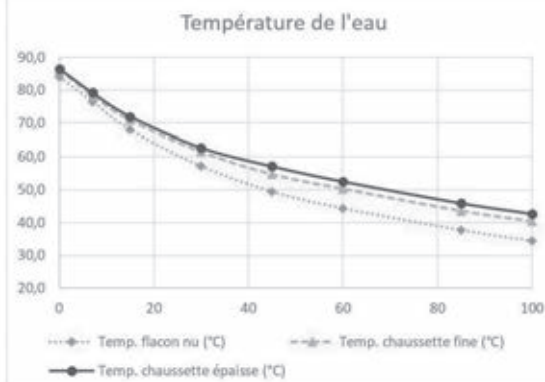
**Problématique** : L'épaisseur d'une paire de chaussettes joue-t-elle un rôle important dans la protection de nos pieds contre le froid ?

- Proposer une hypothèse qui répond à la problématique.
- Proposer un protocole expérimental qui permet de vérifier votre hypothèse.  
**Matériel** : Flacons avec bouchons à trou, thermomètres à sonde, thermomètres infrarouge, chaussettes de différentes épaisseurs, bouilloire.
- Appeler le professeur pour valider le protocole puis réaliser l'expérience.
- Comparer les résultats expérimentaux à l'hypothèse émise à la question a.

## Document 3.b : Résultats expérimentaux

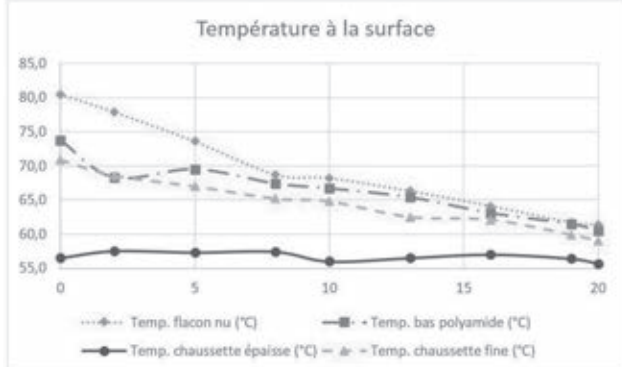
Groupe 1

Durée (min)	0	7	15	30	45	60	85	100
Temp. flacon nu (°C)	84,0	76,5	68,0	57,1	49,4	44,3	37,7	34,4
Temp. chaussette fine (°C)	86,0	78,3	70,8	61,4	54,6	50,2	43,5	40,3
Temp. chaussette épaisse (°C)	86,5	79,2	72,0	62,7	57,1	52,5	45,9	42,7



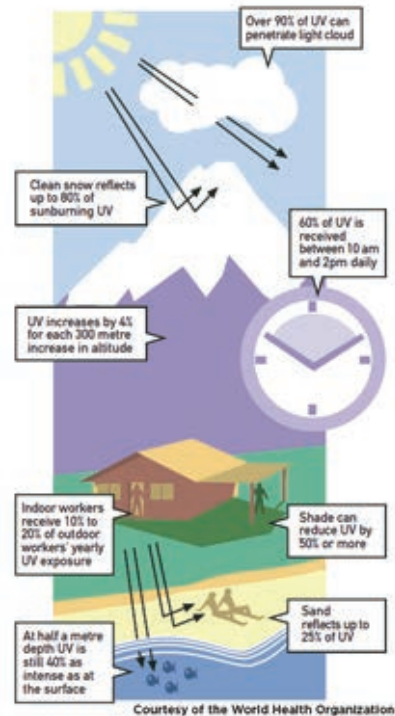
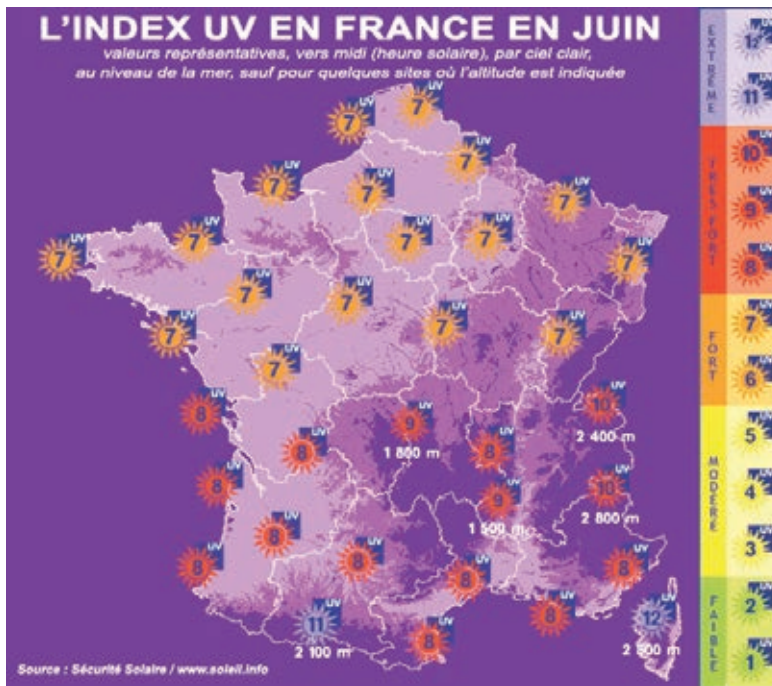
Groupe 2

Durée (min)	0	2	5	8	10	13	16	19	20
Temp. flacon nu (°C)	80,5	77,9	73,6	68,7	68,2	66,3	64,1	61,7	61,4
Temp. bas polyamide (°C)	73,7	68,3	69,5	67,4	66,7	65,4	63,1	61,5	60,5
Temp. chaussette épaisse (°C)	56,5	57,5	57,3	57,4	56,0	56,5	57,0	56,4	55,7
Temp. chaussette fine (°C)	70,9	68,6	67,0	65,2	64,8	62,5	62,1	59,9	59,0

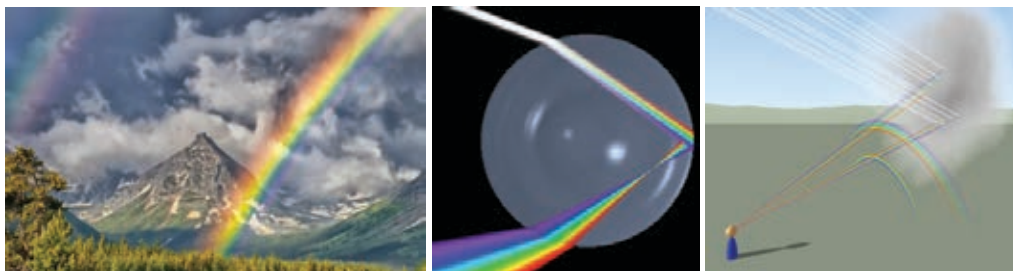


### Document 3.c : Quelles sont les protections efficaces pour se protéger du soleil ?

- a) En prenant appui sur les documents fournis ci-dessous, déterminer les facteurs qui augmentent l'indice UV.
- b) Proposer un protocole expérimental qui permet de tester différentes protections : crèmes solaires, paire de lunettes, lunettes de soleil teintées, lunettes norme UV400, vitres, plexiglas.  
**Matériel** : Enceinte UV, plaque dosimètre UV (plus l'exposition aux UV est forte, plus la plaque devient rose foncé), crèmes solaires, paire de lunettes, paires de lunettes de soleil, plaques en verre, plexiglas.
- c) Appeler le professeur pour valider le protocole puis réaliser l'expérience.
- d) Quelles protections protègent efficacement des UV ?



### Document 3.d : Comment se forme un arc-en-ciel ?





### Document 3.e : Pourquoi un rayon de lumière blanche traversant un prisme devient-il coloré ?

**Situation :** Aristote (384 av. JC – 322 av JC) est un philosophe grec de l'antiquité, son interprétation des couleurs est la suivante :

« La lumière est blanche, et les couleurs naissent progressivement de son affaiblissement. La lumière rouge et la lumière jaune, couleurs de la flamme, sont les moins affaiblies. Viennent ensuite, de plus en plus « chargées de noir », le vert, le bleu et le violet. Comme le rayon blanc, en traversant le prisme, se colore de rouge du côté de l'arrête et de bleu du côté de la base, on explique cette différence par l'épaisseur de verre traversé : ayant traversé plus de verre, le rayon du bas est plus affaibli, et se colore en bleu... »

**Problématique :** Quelle est la couleur d'un rayon de lumière bleue ayant traversé un prisme ?

- Selon la théorie énoncée par Aristote, de quelle couleur devrait devenir un rayon bleu « affaibli » à l'aide d'un prisme ?
- Proposer un protocole expérimental qui permet de vérifier l'hypothèse émise à la question précédente.  
**Matériel :** Source de lumière blanche, fentes fines, lentille convergente, deux prismes (liste non exhaustive).
- Appeler le professeur pour valider le protocole, réaliser l'expérience et noter la couleur du rayon obtenue.
- Comparer le résultat obtenu avec l'hypothèse émise à la question 1. Proposer une interprétation de ce résultat.
- Comparer votre interprétation avec celle de Newton en 1666 :

Depuis 1664, Isaac Newton (1642-1727) note dans des carnets ses lectures, ses expériences et ses idées. Nous savons ainsi qu'il étudie la Géométrie de Descartes et les travaux de Kepler, et réfléchit au problème de la lumière et des couleurs.

”A cette époque, on sait depuis longtemps qu'un prisme de verre donne des couleurs à un rayon de soleil qui le traverse. L'explication repose sur les très vieilles idées d'Aristote : la lumière est blanche et les couleurs naissent progressivement de son affaiblissement dans le prisme. Un rayon blanc traversant le prisme se colore de rouge du côté de l'arête et de bleu du côté de la base car les épaisseurs traversées sont différentes. Newton réfléchit à tout cela et il raconte : **”au début de l'année 1666, je me procurai un prisme de verre pour réaliser la célèbre expérience des couleurs. Ayant à cet effet obscurci ma chambre et fait un petit trou dans les volets, pour laisser entrer une quantité convenable de rayons de soleil, je plaçai mon prisme contre ce trou, pour réfracter les rayons sur le mur opposé. Ce fut d'abord très plaisant de contempler les couleurs vives et intenses ainsi produites.”**

De fil en aiguille, Newton arrive bientôt à ce qu'il appelle l'expérience cruciale : à l'aide d'un trou dans une planchette, il isole la partie bleue de la tache produite par le prisme et il envoie cette lumière sur un second prisme. Elle est déviée certes mais pas étalée.

Cette fois Newton en est sûr, la lumière blanche est un mélange de lumières de toutes les couleurs et le prisme dévie différemment ces diverses lumières. Dès lors il multiplie les expériences montrant en particulier que l'on peut refaire de la lumière blanche en mélangeant des lumières de couleurs !”.

*D'après Newton et la mécanique céleste de J.-P. Maury (éditions Gallimard)*

### Document 3.f : Le salage des routes peut-il être nocif pour l'environnement ?

En fin d'année, la France s'inquiétait pour ses stocks de sel pour déneiger les routes. Aujourd'hui, les conséquences environnementales de ces épandages alarment les écologistes. Le sel est le principal "fondant" utilisé en France comme en Europe, pour lutter contre la neige et le gel, principalement pour des raisons de coût. L'eau salée a la propriété de ne se solidifier que plusieurs degrés en dessous de zéro (en fonction de la concentration en sel) et non à zéro.



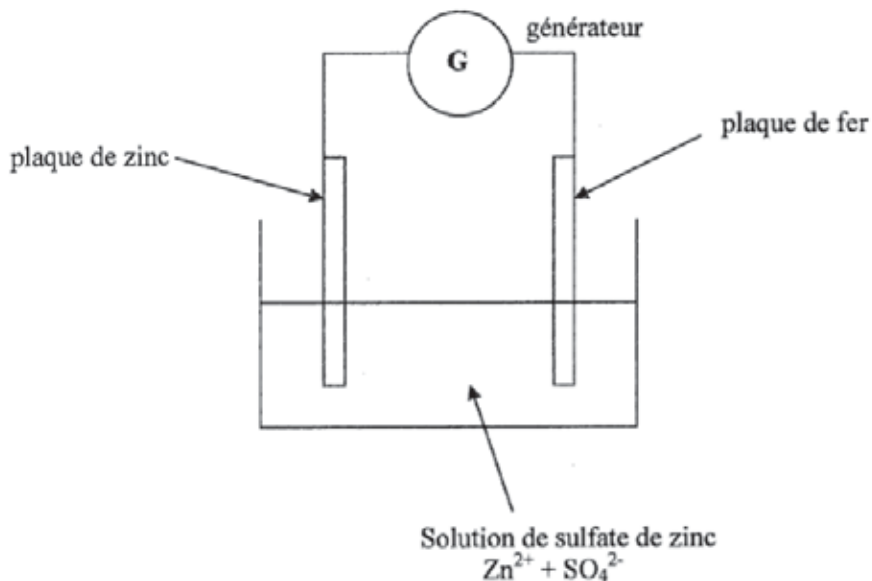
Mais les fondants ont "un impact considérable" sur l'environnement, rappelle la fédération France Nature Environnement. Le sel peut brûler le feuillage des végétaux, provoquer un dessèchement au niveau des racines ou modifier les propriétés des sols, comme leur perméabilité. Par réaction chimique, il peut aussi "libérer" les métaux lourds présents sur les routes.

Source : AFP janvier 2011

### Document 3.g : Galvanisation - extrait d'un sujet de baccalauréat professionnel

La face arrière du congélateur est constituée d'une plaque en fer destinée à cacher les éléments du moteur. Pour protéger le fer de la corrosion, un des procédés utilisés est la galvanisation.

Le dispositif est schématisé ci-après :



1. A quel pôle du générateur doit être reliée la plaque de fer si on veut la protéger ?
2. Quel métal se dépose sur la plaque de fer ?
3. Écrire la demi équation électronique au niveau de la plaque de zinc. S'agit-il d'une oxydation ou d'une réduction ?
4. Citer un autre moyen de protéger le fer contre la corrosion.

Source : sujet Bac Pro MAEMC session juin 2006

## Document 3.h : Comment adapter la vitesse du télésiégi ?

**Situation** : La vitesse du télésiégi de la piste verte est trop élevée pour les skieurs débutants. Le moteur de ce télésiégi est un moteur asynchrone.

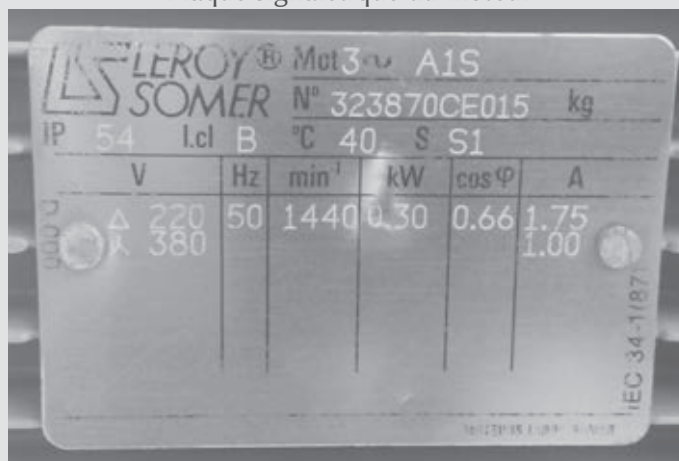
**Problématique** : Comment adapter la vitesse du télésiégi aux skieurs débutants ?

**Travail à réaliser** :

- Proposer une hypothèse qui répond à la problématique puis un protocole expérimental qui permet de la vérifier ;
- Faire vérifier le protocole puis réaliser l'expérience ;
- Présenter les résultats à l'aide d'un graphique et répondre à la problématique.

**Matériel à disposition** : Un banc d'essai moteur asynchrone – tachymètre, une alimentation triphasée à tension variable (50Hz, 150-380V), une alimentation triphasée à fréquence variable (230V, 30-55Hz), des cordons électriques.

Plaque signalétique du moteur



Compétences	Capacités	Attendus	Auto éval°	Eval°
S'approprier	Rechercher, extraire et organiser l'information.	Trouver les informations qui permettent de proposer une hypothèse ; organiser les données pour le graphique	***	***
Analyser Raisonner	Émettre une conjecture, une hypothèse. Proposer une méthode de résolution, un protocole expérimental.	Proposer une hypothèse cohérente, proposer un protocole qui permet de vérifier l'hypothèse.	***	***
Réaliser	Choisir une méthode de résolution, un protocole expérimental. Exécuter une méthode de résolution, expérimenter, simuler.	Exécuter le protocole, réaliser le graphique.	***	***
Valider	Contrôler la vraisemblance d'une conjecture, d'une hypothèse. Critiquer un résultat, argumenter.	Contrôler la vraisemblance de l'hypothèse émise, commenter la relation entre la vitesse du moteur et une autre grandeur mesurée	***	***
Communiquer	Rendre compte d'une démarche, d'un résultat, à l'oral ou à l'écrit.	Présentation du protocole, du graphique, de la conclusion.	***	***

Il faut chercher comment on fait varier la vitesse du moteur. Comme c'est un moteur électrique je pense qu'il faut faire varier la tension.

schéma



protocole

- brancher le moteur (étoile)
- faire varier la tension
- relever les mesures.

tension	150	200	250	300	380
vitesse	1440	1469	1480	1486	1490

On observe que lorsque la tension augmente la vitesse augmente donc il faut faire varier la tension.

Essayer de faire varier la fréquence :

schéma



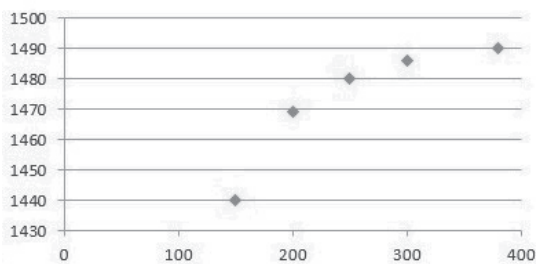
protocole

- brancher le moteur (triangle)
- faire varier la fréquence avec l'altivar

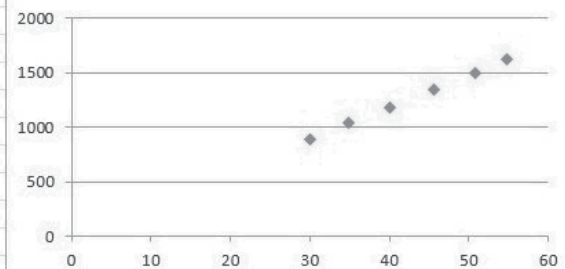
fréquence	30	34,9	40	45,7	50,8	54,8
vitesse	895	1055	1180	1350	1493	1620

On observe que ça marche aussi avec la fréquence.

Vitesse en fonction de la tension



Vitesse en fonction de la fréquence



# TRAVAIL À RÉALISER PAR LE CANDIDAT

## A. QUELLES SONT LES PRÉCAUTIONS QU'UN SKIEUR DOIT PRENDRE ?

### A.1. Protection thermique

*Problématique : Quelle est l'influence de l'épaisseur des vêtements sur la protection du froid ?*

#### Modélisation du corps humain

Pour introduire la notion de résistance thermique, l'enseignant propose le document 3.a. Deux groupes ont proposé des protocoles expérimentaux différents que l'enseignant a choisi de valider : dans les deux cas, on remplit préalablement les flacons d'eau chaude ; le premier groupe a relevé les températures à l'aide d'une sonde à l'intérieur des flacons entourés de tissus ; le second les a relevées avec un thermomètre infrarouge à la surface des flacons entourés de tissus. Les résultats expérimentaux sont disponibles dans le document 3.b.

- 1°) Proposer une interprétation des résultats expérimentaux des deux groupes.
- 2°) Justifier l'intérêt de laisser le groupe 2 réaliser le protocole qu'il a choisi.
- 3°) L'exploitation des résultats expérimentaux amène le groupe 2 à déclarer à l'enseignant : "Nous avons dû nous tromper car les températures avec la chaussette épaisse sont très inférieures aux autres". Que lui auriez-vous répondu si vous aviez été son enseignant ?

Dans la suite, on considère le flacon nu qui est constitué de verre de conductivité thermique  $\lambda = 1,3 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ .

- 4°) Rappeler la loi de Fourier faisant intervenir la conductivité thermique  $\lambda$  du verre. Préciser la signification de chacun des termes de la formule ainsi que leurs unités.
- 5°) On note  $S$  la surface du flacon, et  $e$  l'épaisseur moyenne du verre. Donner l'expression de la résistance thermique de conduction  $R_{cd}$  du flacon en fonction de  $e$ ,  $S$  et  $\lambda$  (la démonstration n'est pas attendue). Préciser son unité.
- 6°) Soit  $C$  la capacité calorifique de l'eau contenue dans le flacon (on néglige celle du verre). Établir un bilan énergétique pour l'eau contenue dans le flacon pendant un intervalle de temps élémentaire  $dt$  pendant lequel sa température  $T(t)$  varie de  $dT$ . Pour cela, considérer uniquement le transfert thermique par conduction à travers le flacon et noter  $T_a$  la température supposée constante de l'air extérieur.
- 7°) Montrer que la température de l'eau  $T(t)$  vérifie l'équation différentielle  $\frac{dT}{dt} + \frac{T}{\tau} = \frac{T_a}{\tau}$  où l'on vérifiera que  $\tau$  est une constante de temps dont on donnera l'expression.
- 8°) La courbe obtenue par le groupe 1 a été réalisée avec  $T_a = 27 \text{ °C}$ . La courbe est représentée sur le document réponse 1. Estimer la constante de temps  $\tau$  pour le flacon nu en expliquant votre démarche et en faisant apparaître les constructions graphiques utiles sur la courbe.

#### Épaisseur de la combinaison

On s'intéresse à présent à la protection du corps du skieur en régime permanent par une combinaison d'épaisseur  $e$  constituée de duvet de conductivité thermique  $\lambda = 0,04 \text{ W.K}^{-1}.\text{m}^{-1}$ . On prendra une température de l'air extérieur égale à  $T_a = -10 \text{ °C}$  et on se référera au document 1.a pour la modélisation des échanges thermiques mis en jeu.

- 9°) Identifier et noter les trois modes de transfert énergétique sur le document réponse 2 et justifier leur mode de représentation en les décrivant.

- 10°) Légènder le schéma électrique équivalent du document réponse 3 en indiquant les neuf grandeurs thermiques correspondant aux neuf éléments électriques du schéma (trois intensités, trois potentiels et trois résistances).
- 11°) Déduire du schéma précédent l'expression de la résistance thermique équivalente  $R$  telle que  $P_m = P_{cd} = \frac{1}{R}(T - T_a)$  en fonction de  $R_r$ ,  $R_{cd}$  et  $R_{cv}$ .
- 12°) Exprimer l'épaisseur  $e$  en fonction de  $\lambda$ ,  $S$ ,  $T$ ,  $T_a$ ,  $P_m$ ,  $R_{cv}$  et  $R_r$ .  
Calculer les valeurs numériques de  $P_m$ ,  $R_r$ ,  $R_{cd}$  puis de  $e$  pour permettre le maintien de  $T$  à 37 °C avec une température extérieure de -10 °C.

## A.2. Protection solaire

*Problématique : Pourquoi faut-il se protéger des rayons du soleil ?*

### Le rayonnement solaire : gamme visible

Lors d'une séance d'accompagnement personnalisé, l'enseignant propose aux élèves de compléter la phrase « Quand nous regardons un livre bleu... » avec l'une des quatre propositions suivantes :

- la lumière nous aide à voir la couleur bleue du livre (réponse a) ;
- le livre renvoie la couleur bleue dans nos yeux (réponse b) ;
- le livre renvoie la lumière bleue dans nos yeux (réponse c) ;
- je ne sais pas (réponse d).

- 13°) La majorité des élèves a choisi la réponse a. Expliquer ce résultat et proposer une remédiation.

L'enseignant propose l'activité décrite dans le dans le document 3.e.

- 14°) Compléter la colonne « Questions » de la grille nationale d'évaluation pour le document 3.e (on utilisera le document réponse 5).
- 15°) Newton emploie une démarche pour contredire la théorie énoncée par Aristote. Nommer cette démarche et détailler les étapes qui la composent habituellement.
- 16°) Expliquer l'intérêt de l'enseignement de cette démarche pour des élèves de lycée (5 à 7 lignes).
- 17°) Répondre à la question b) du document 3.e.
- 18°) En négligeant le phénomène de dispersion et d'après les lois de l'optique géométrique, tracer précisément sur le document réponse 4 la marche dans le prisme (d'indice  $n = 1,53$ ) de la suite du rayon lumineux incident au prisme. Faire apparaître les constructions graphiques et donner le détail des calculs nécessaires. Tracer grossièrement l'allure du rayon émergent du prisme.
- 19°) Expliquer le phénomène de dispersion. En supposant que la valeur de l'indice du prisme  $n = 1,53$  correspond à la limite visible de l'infrarouge et en tenant compte désormais du phénomène de dispersion, ajouter sur le document réponse 4 l'allure du rayon correspondant à la limite visible de l'ultraviolet.
- 20°) En prenant appui sur l'extrait du B. O. (document 2.c), proposer une progression traitant le module HS4.2 " Pourquoi faut-il se protéger les yeux des rayons du soleil" sur quatre séances, en indiquant les points forts de chaque séance et les objectifs visés. Les documents 3.c à 3.e du dossier documentaire pourront être intégrés à la progression.

### Le rayonnement solaire : gamme UV

- 21°) Donner les formules de Lewis du dioxygène et de l'ozone.

- 22°) Des UVA ou UVB, quels sont, à débit égal, les types d'UV les plus nocifs ? Justifier par un calcul d'énergie. On donne la constante de Planck  $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$  J.s et la vitesse de la lumière dans le vide  $c = 3,00 \cdot 10^8$  m.s<sup>-1</sup>.
- 23°) En utilisant les données du document 1.e, calculer le temps d'exposition continue nécessaire pour qu'une personne à peau claire attrape un coup de soleil dans le cas d'un indice UV égal à 9 (ensoleillement extrême).

### Protection par crème solaire

Afin d'allonger le temps d'exposition, on s'intéresse à l'action filtrante de la benzophénone (document 1.f), utilisée comme filtre organique dans certaines crèmes solaires. Son spectre d'absorption, représentant l'absorptivité molaire  $\varepsilon$  en fonction de la longueur d'onde, est fourni au document 1.g (échelle logarithmique).

- 24°) Donner la formule brute de la benzophénone et calculer sa masse molaire.
- 25°) D'après l'allure du spectre d'absorption, que pensez vous de l'efficacité de la benzophénone vis-à-vis des rayons UV solaires ?
- 26°) Rappeler la loi de Beer-Lambert reliant l'absorptivité molaire à l'absorbance, que l'on définira.
- 27°) On estime à  $250 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$  l'absorptivité molaire moyenne du benzophénone sur la gamme d'UV nocifs. Si on estime à  $100 \mu\text{m}$  l'épaisseur de crème qu'un skieur s'applique sur le visage, déterminer la concentration en benzophénone d'une crème permettant de diviser par 3 la puissance d'UV reçue par la peau du skieur.

Pour réaliser une crème solaire, il est nécessaire d'utiliser un agent appelé agent tensioactif.

- 28°) Définir le terme de tensioactif.
- 29°) Expliquer comment l'agent tensioactif peut solubiliser les graisses des crèmes hydratantes alors que la crème ou les huiles solaires contiennent principalement de l'eau (faire un schéma).
- 30°) Un exemple de tensioactif, le glycol stéarate, est donné sur le document réponse 6. Identifier les différentes fonctions de la molécule, ainsi que ses parties polaire et apolaire.

## B. QUELLES INTERACTIONS ENTRE LES CONDITIONS CLIMATIQUES ET LES ACTIVITÉS DE LA STATION ?

### B.1. Les fontaines pétifiantes

*Problématique : comment une fontaine pétifiante peut-elle transformer l'eau en pierre ?*

Dans les galeries souterraines profondes de la région de Saint-Nectaire, la pression partielle de dioxyde de carbone  $p_{\text{CO}_2}$  est constante et égale à 0,35 bar et la température de l'eau est de 25 °C. Cf. document 1.i.

- 31°) Tracer le diagramme de prédominance des espèces  $\text{CO}_{2(\text{aq})}$ ,  $\text{HCO}_3^-$  et  $\text{CO}_3^{2-}$ . Quelles sont les formes prédominantes de l'élément carbone à  $\text{pH} = 6$  ?
- 32°) Calculer la concentration en  $\text{CO}_{2(\text{aq})}$  dans l'eau souterraine.
- 33°) Ecrire la condition d'électroneutralité pour une eau souterraine initialement pure (sans ion  $\text{Ca}^{2+}$ ) en faisant les approximations qui s'imposent.
- 34°) Donner l'expression de la constante d'acidité  $K_{a1}$  du document 1.i. En déduire que le  $\text{pH}$  d'une eau souterraine initialement pure est d'environ 4 en considérant que le dioxyde de carbone est le seul responsable de la valeur du  $\text{pH}$  de l'eau.
- 35°) Ecrire la réaction qui se produit lorsque cette eau rencontre des roches calcaires en ne considérant que le calcaire de calcium  $\text{CaCO}_3$ . Justifier que le  $\text{pH}$  de l'eau augmente.

- 36°) Indiquer le sens d'évolution du pH lorsque la pression partielle de  $\text{CO}_2(\text{g})$  atteint  $p_{\text{CO}_2} = 4,0 \cdot 10^{-4}$  bar, sachant que la pression totale est de 1,0 bar ? Justifier votre réponse.
- 37°) En déduire le principe de fonctionnement des sources pétifiantes décrites dans le document 1.h.

## B.2. Sel et corrosion

*Problématique : l'utilisation du sel pour déneiger les routes peut elle avoir des conséquences néfastes ?*  
Pour introduire la notion d'oxydoréduction en terminale, l'enseignant propose le document 3.f.

- 38°) Donner trois intérêts à l'utilisation de ce document.
- 39°) Proposer une expérience permettant la mise en évidence de l'influence de deux facteurs sur la corrosion.
- 40°) Ecrire l'équation bilan de la réaction d'oxydoréduction qui peut se produire spontanément entre les couples  $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}$  et  $\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$  en milieu neutre.
- 41°) Expliquer pourquoi la présence de sel provenant du déneigement des voies accélère la corrosion.
- 42°) Les tôles utilisées pour les carrosseries sont recouvertes d'une fine pellicule de zinc. Pourquoi le zinc protège-t-il le fer contre la corrosion ?

L'enseignant propose ensuite une évaluation contenant l'exercice du document 3.g.

- 43°) Répondre aux questions du document 3.g en justifiant les réponses aux questions 1 et 3.
- 44°) Calculer la masse de zinc déposée en une heure sur la pièce de carrosserie si l'intensité du courant délivrée par le générateur est de 2,4 A.
- 45°) Cet exercice peut-il faire l'objet d'une évaluation certificative en terminale baccalauréat professionnel ? Justifier votre réponse.

En milieu aqueux, le fer existe sous forme de métal ou sous forme d'hydroxydes de fer  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  et  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ . Les données numériques utiles pour les questions suivantes sont celles du document 1.k.

- 46°) Compléter le diagramme potentiel-pH du document réponse 7 en indiquant la zone d'existence de chacune des cinq espèces  $\text{Fe}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  et  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ .
- 47°) En prenant en compte la précipitation de l'hydroxyde de fer III à partir d'une solution de sel ferrique  $\text{Fe}^{3+}$  de concentration  $C = 10^{-2}$  mol.L<sup>-1</sup>, donner l'expression littérale et calculer le pH d'apparition de la phase solide  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ .
- 48°) Sur le diagramme potentiel-pH du document réponse 7, indiquer les zones d'immunité, de corrosion et de passivation du fer.

## C. COMMENT FONCTIONNENT LES ÉQUIPEMENTS DE LA STATION ?

### C.1. Le télési

*Problématique : quelle est l'intensité de la force qu'exerce le skieur sur le télési ?*

#### Principe de fonctionnement

Un skieur de masse  $m = 72$  kg, équipements compris, est remonté vers le haut d'une piste par un télési à la vitesse constante  $v = 4,7$  m.s<sup>-1</sup>. On prendra  $g = 9,8$  m.s<sup>-2</sup> comme valeur approchée de l'accélération de pesanteur.

Le skieur est soumis à trois forces (les points cités sont visibles sur le document réponse 8) :

- son poids, représenté par une force  $\vec{P}$  appliquée au centre de gravité  $G$  ;
- l'action de la perche du télési  $AB$ , représentée par une force  $\vec{F}$  appliquée au point  $A$  et de direction  $(AB)$ . Pour simplifier, on admettra que  $G$ ,  $A$  et  $B$  sont alignés ;



- la réaction de la piste, représentée par une force  $\vec{R}$  appliquée au point  $C$  que l'on admettra être le projeté orthogonal de  $G$  sur la piste.

- 49°) Préciser le référentiel dans lequel le skieur est à l'équilibre.
- 50°) Sur le document réponse 8, tracer les droites d'action des forces  $\vec{P}$  et  $\vec{F}$ , puis en déduire la droite d'action de la réaction  $\vec{R}$  en justifiant le tracé réalisé.
- 51°) Commenter la direction de  $\vec{R}$  par rapport à la piste.
- 52°) Donner la relation vectorielle vérifiée par les forces et les représenter à l'échelle sur le document réponse 8.
- 53°) En déduire par construction graphique les valeurs de  $\|\vec{R}\|$  et de  $\|\vec{F}\|$ .

### Puissance du moteur

- 54°) En supposant l'inclinaison de la perche  $\alpha = 30^\circ$ , la vitesse  $v = 4,7 \text{ m.s}^{-1}$  et  $\|\vec{F}\| = 220 \text{ N}$  constantes pendant toute la montée, calculer la puissance  $\mathcal{P}_{\vec{F}}$  de la force de traction  $\vec{F}$ .
- 55°) Calculer la puissance utile moyenne nécessaire pour entraîner le télésiège sachant qu'il remonte 900 skieurs par heure sur une longueur de 730 m.

Le moteur qui fait fonctionner le télésiège fournit une puissance nominale de 55 kW en tournant à une vitesse  $n = 1500 \text{ tr.min}^{-1}$ . Il entraîne la poulie motrice de diamètre  $D = 1,5 \text{ m}$  par l'intermédiaire d'un réducteur.

- 56°) Calculer la vitesse angulaire  $\Omega$  de rotation de la poulie motrice permettant d'obtenir une vitesse de  $4,7 \text{ m.s}^{-1}$ .
- 57°) En déduire le rapport de réduction nécessaire ainsi que la valeur du couple appliquée à la poulie motrice.

Le câble du télésiège étant entraîné par un moteur asynchrone, l'enseignant propose l'activité expérimentale du document 3.h.

- 58°) Sur la copie d'élève du document 3.i, justifier les deux annotations « étoile » et « triangle ».
- 59°) Expliquer la confusion faite par l'élève lors de la proposition de son hypothèse.
- 60°) Dans la colonne auto-évaluation, l'élève a choisi de mettre le maximum d'étoiles pour la compétence « Valider ». Expliquer pourquoi cela n'est pas cohérent avec le travail qu'il a réalisé.
- 61°) Proposer une correction du schéma de câblage de l'élève dans le cas de la variation de fréquence.
- 62°) Expliquer le principe de fonctionnement d'un moteur asynchrone.
- 63°) En s'aidant de la plaque signalétique, déterminer le nombre de paires de pôles du moteur et sa vitesse de rotation de synchronisme en fonctionnement nominal.
- 64°) En déduire la valeur du glissement (écart relatif des vitesses de rotation) en fonctionnement nominal.
- 65°) Calculer la puissance consommée par le moteur dans le cas d'un couplage triangle et en déduire la valeur de son rendement.

### C.2. Le canon à neige

*Problématique : Comment effectuer les réglages nécessaires à l'installation des canons à neige ?*

Pour produire de la neige de culture, il faut projeter dans un air à température négative, un brouillard d'eau très finement pulvérisée, à grande distance. Sous l'influence de l'air froid, les gouttelettes d'eau se refroidissent et se congèlent avant de retomber sur le sol. L'enneigement d'une piste est assurée par un ensemble de 12 canons à neige inclinés de  $15^\circ$  par rapport à la verticale (voir leurs dimensions sur le document 1.n). Pour un fonctionnement optimum, ils projettent de l'eau froide avec un débit total de  $D_t = 150 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$  et une vitesse de sortie  $v_S = 90 \text{ m.s}^{-1}$ .

Afin d'assurer la pression nécessaire en eau à chaque canon, une station de pompage est installée au niveau d'un lac. Comme indiqué dans le document 1.o, la canalisation a un diamètre  $D = 60$  mm. Le dénivelé entre la base des canons et la surface du lac vaut  $H = 75$  m.

### Alimentation des canons

On se place en régime permanent et on considère l'écoulement de l'eau comme parfait. On donne l'accélération de pesanteur  $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$ , la masse volumique de l'eau  $\rho = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$  et on prendra la pression atmosphérique égale à  $P_a = 1,0$  bar.

- 66°) Déterminer les valeurs numériques du débit volumique  $D_v$  d'un canon, du diamètre  $d$  des buses de sortie d'eau (au point  $S$ ) et de la vitesse  $v_B$  de l'eau en sortie de pompe (au point  $B$ ).
- 67°) Calculer la vitesse  $v_C$  du fluide au point  $C$ .
- 68°) En appliquant la relation de Bernoulli entre les points  $C$  et  $S$ , calculer la pression d'alimentation d'un canon  $P_C$ . Vérifier que la valeur trouvée est cohérente avec les caractéristiques du canon (document 1.n).
- 69°) La vitesse de l'eau à la surface du lac (point  $A$ ) étant négligeable par rapport  $v_S$ , faire un bilan énergétique entre le point  $A$  et les points de sortie  $S$  et en déduire la valeur de la puissance de pompe  $P_{\text{pompe}}$  nécessaire pour alimenter les 12 canons.

### Portée du canon

- 70°) En négligeant les frottements de l'air, appliquer le principe fondamental de la dynamique à une gouttelette d'eau sortant du canon à une hauteur  $H_1$  du sol avec une vitesse  $v_s$  inclinée d'un angle  $\alpha$  par rapport à l'horizontale, et montrer qu'elle atterrit à une distance  $X$  du canon telle que :

$$X = \frac{v_S \cos \alpha}{g} \left( v_S \sin \alpha + \sqrt{(v_S \sin \alpha)^2 + 2gH_1} \right)$$

- 71°) En déduire la portée du canon correspondant à  $\alpha = 20^\circ$ .
- 72°) En quoi le modèle utilisé vous semble-t-il critiquable ?

### C.3. Le radar de vitesse

*Problématique : Comment fonctionne un radar de vitesse ?*

Afin de contrôler la vitesse des skieurs, une piste dispose d'un radar dont le fonctionnement est basé sur l'effet Doppler. Afin d'en comprendre le principe, l'enseignant propose la photographie d'une cuve à ondes lorsque la source vibratoire est en déplacement de droite à gauche (document réponse 9). On étudie la modification de la longueur d'onde due au mouvement de la source vibratoire.

On note  $\lambda$  la longueur d'onde de la source au repos,  $\lambda'$  la longueur de l'onde perçue par un observateur lorsque la source s'en rapproche et  $\lambda''$  lorsqu'elle s'en éloigne.

- 73°) Faire apparaître  $\lambda'$  et  $\lambda''$  sur le document réponse 9 et estimer leurs valeurs en utilisant la règle graduée en centimètres présente en bas de l'image (qui n'est donc pas à l'échelle).
- 74°) Soit  $c_s$  la célérité de l'onde à la surface de l'eau et  $v_s$  la vitesse de la source.  
Montrer que  $\lambda' = \left( 1 - \frac{v_s}{c_s} \right) \lambda$  et  $\lambda'' = \left( 1 + \frac{v_s}{c_s} \right) \lambda$ .
- 75°) En déduire les expressions de  $v_s$  et  $c_s$  en fonction de  $\lambda'$ ,  $\lambda''$  et de la fréquence  $f_s$  de l'onde de surface. Faire les applications numériques.
- 76°) Proposer une autre expérience permettant de mettre en évidence l'effet Doppler. Préciser le matériel utilisé et le protocole.

Le radar de la piste émet des ondes électromagnétiques dont la fréquence est égale à  $f = 34$  GHz. Au passage d'un skieur arrivant face à lui à la vitesse  $v$ , il mesure un écho dont la fréquence est décalée de  $\Delta f = 2,2$  kHz.

77°) Quelle condition vérifiée par la vitesse du skieur  $v$  permet d'en simplifier l'expression en  $v = \frac{c \Delta f}{2f}$  où  $c = 3,0 \cdot 10^8$  m.s<sup>-1</sup> ?

78°) En déduire la vitesse du skieur.

**Nom de famille :**  
(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'usage)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



**Prénom(s) :**

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**Numéro  
Inscription :**

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**Né(e) le :**

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)

(Remplir cette partie à l'aide de la notice)

**Concours / Examen :** ..... **Section/S spécialité/Série :** .....

**Epreuve :** ..... **Matière :** ..... **Session :** .....

### CONSIGNES

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

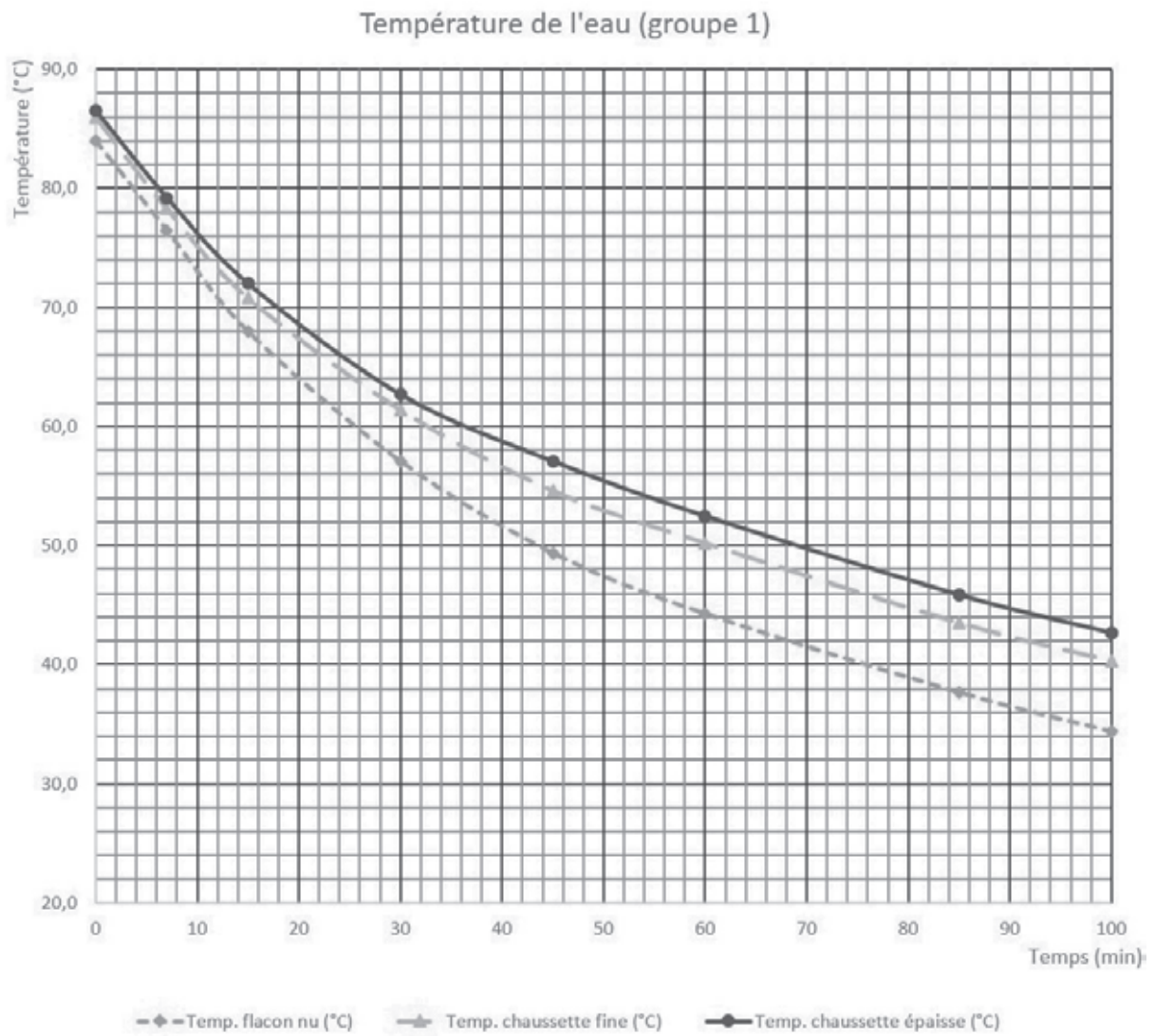
EFE MPC 2

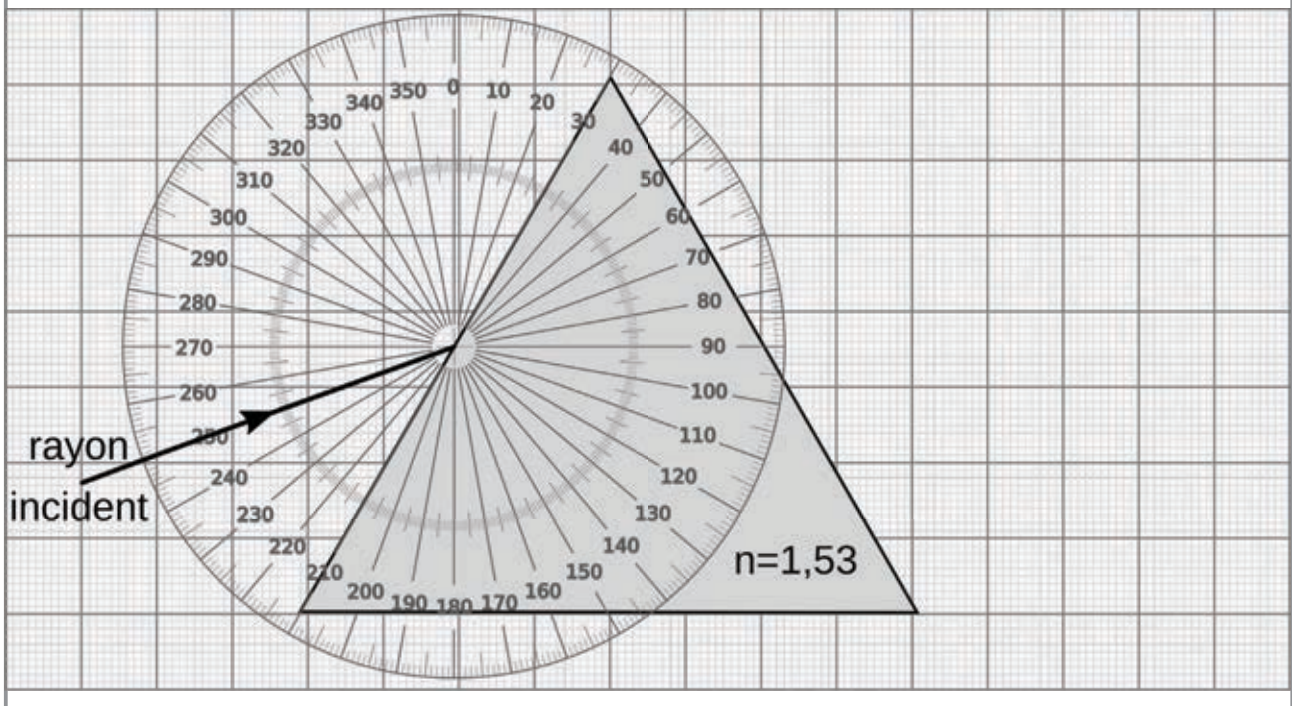
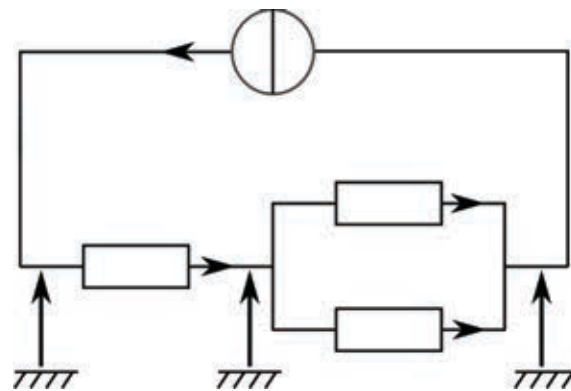
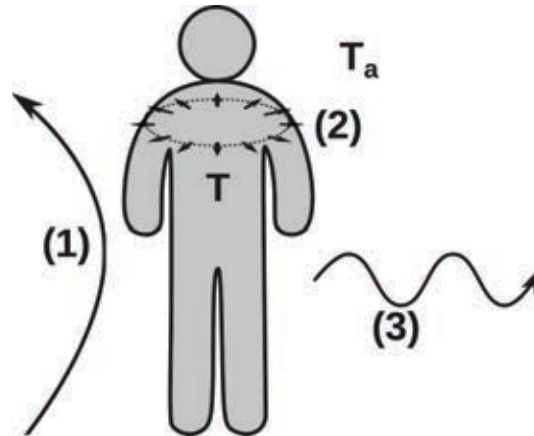
## Documents réponses 1 - 2 - 3 - 4 et 5

NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

Document réponse 1 : Résultats expérimentaux

8°)





## GRILLE NATIONALE D'ÉVALUATION EN MATHÉMATIQUES ET EN SCIENCES PHYSIQUES ET CHIMIQUES

NOM et Prénom :	Diplôme préparé :	Séquence d'évaluation <sup>1</sup> n°
-----------------	-------------------	---------------------------------------

### 1. Liste des capacités, connaissances et attitudes évaluées

<b>Capacités</b>	
<b>Connaissances</b>	
<b>Attitudes</b>	

### 2. Évaluation<sup>2</sup>

Compétences <sup>3</sup>	Capacités	Questions	Appréciation du niveau d'acquisition <sup>4</sup>
<b>S'approprier</b>	Rechercher, extraire et organiser l'information.		
<b>Analyser Raisonner</b>	Émettre une conjecture, une hypothèse. Proposer une méthode de résolution, un protocole expérimental.		
<b>Réaliser</b>	Choisir une méthode de résolution, un protocole expérimental. Exécuter une méthode de résolution, expérimenter, simuler.		
<b>Valider</b>	Contrôler la vraisemblance d'une conjecture, d'une hypothèse. Critiquer un résultat, argumenter.		
<b>Communiquer</b>	Rendre compte d'une démarche, d'un résultat, à l'oral ou à l'écrit.		
			<b>/ 10</b>

<sup>1</sup> Chaque séquence propose la résolution de problèmes issus du domaine professionnel ou de la vie courante. En mathématiques, elle comporte un ou deux exercices ; la résolution de l'un d'eux nécessite la mise en œuvre de capacités expérimentales.

<sup>2</sup> Des appels permettent de s'assurer de la compréhension du problème et d'évaluer le degré de maîtrise de capacités expérimentales et la communication orale. Il y en a au maximum 2 en mathématiques et 3 en sciences physiques et chimiques.

En mathématiques : L'évaluation des capacités expérimentales – émettre une conjecture, expérimenter, simuler, contrôler la vraisemblance d'une conjecture – se fait à travers la réalisation de tâches nécessitant l'utilisation des TIC (logiciel avec ordinateur ou calculatrice). Si cette évaluation est réalisée en seconde, première ou terminale professionnelle, 3 points sur 10 y sont consacrés.

En sciences physiques et chimiques : L'évaluation porte nécessairement sur des capacités expérimentales. 3 points sur 10 sont consacrés aux questions faisant appel à la compétence « Communiquer ».

<sup>3</sup> L'ordre de présentation ne correspond pas à un ordre de mobilisation des compétences. La compétence « Être autonome, Faire preuve d'initiative » est prise en compte au travers de l'ensemble des travaux réalisés. Les appels sont des moments privilégiés pour en apprécier le degré d'acquisition.

Nom de famille :

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

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



Prénom(s) :

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Numéro  
Inscription :

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Né(e) le :

		/			/																	
--	--	---	--	--	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)

(Remplir cette partie à l'aide de la notice)

Concours / Examen : ..... Section/S spécialité/Série : .....

Epreuve : ..... Matière : ..... Session : .....

**CONSIGNES**

- Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuille officielle, la zone d'identification en MAJUSCULES.
- Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.
- Numéroter chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) et placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre.
- Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.
- N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuille officielle. Ne joindre aucun brouillon.

EFE MPC 2

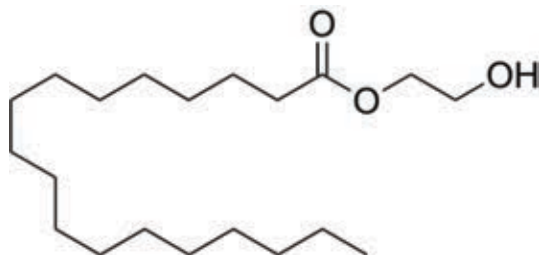
## Documents réponses 6 - 7 - 8 et 9



NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

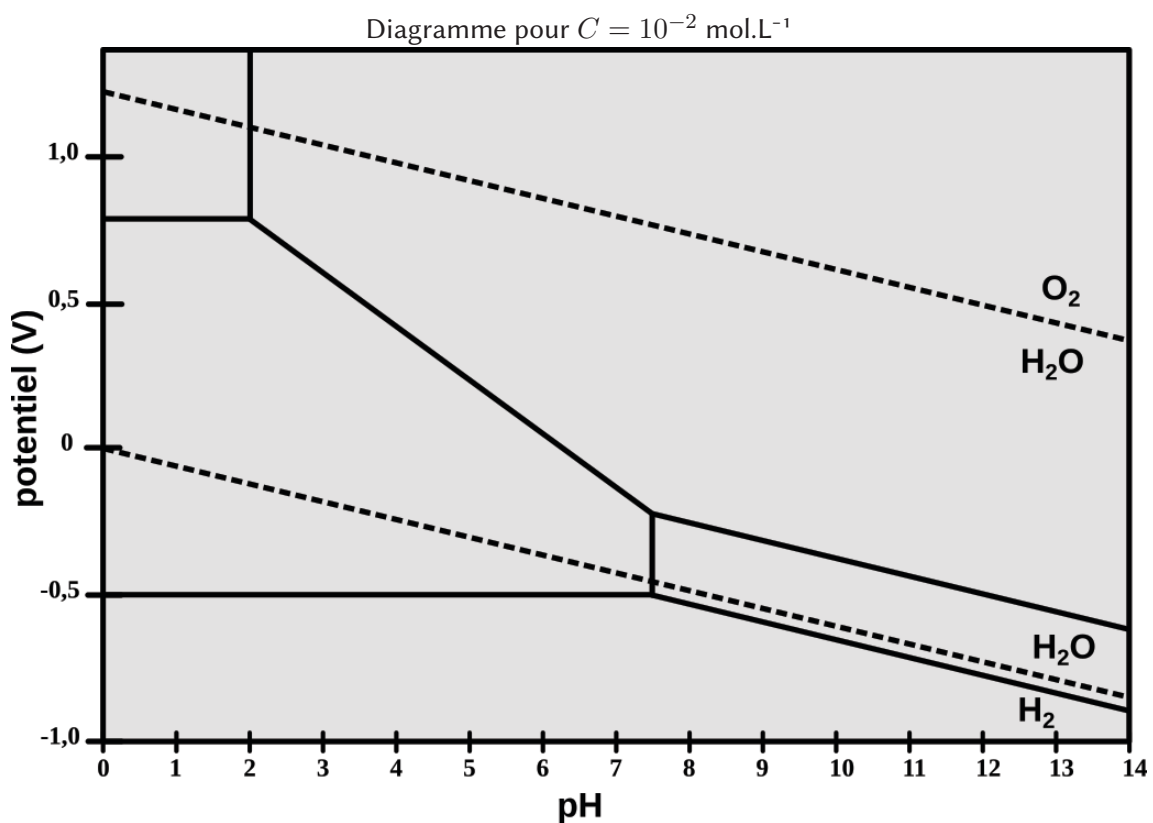
Document réponse 6 : Molécule de glycol stearate

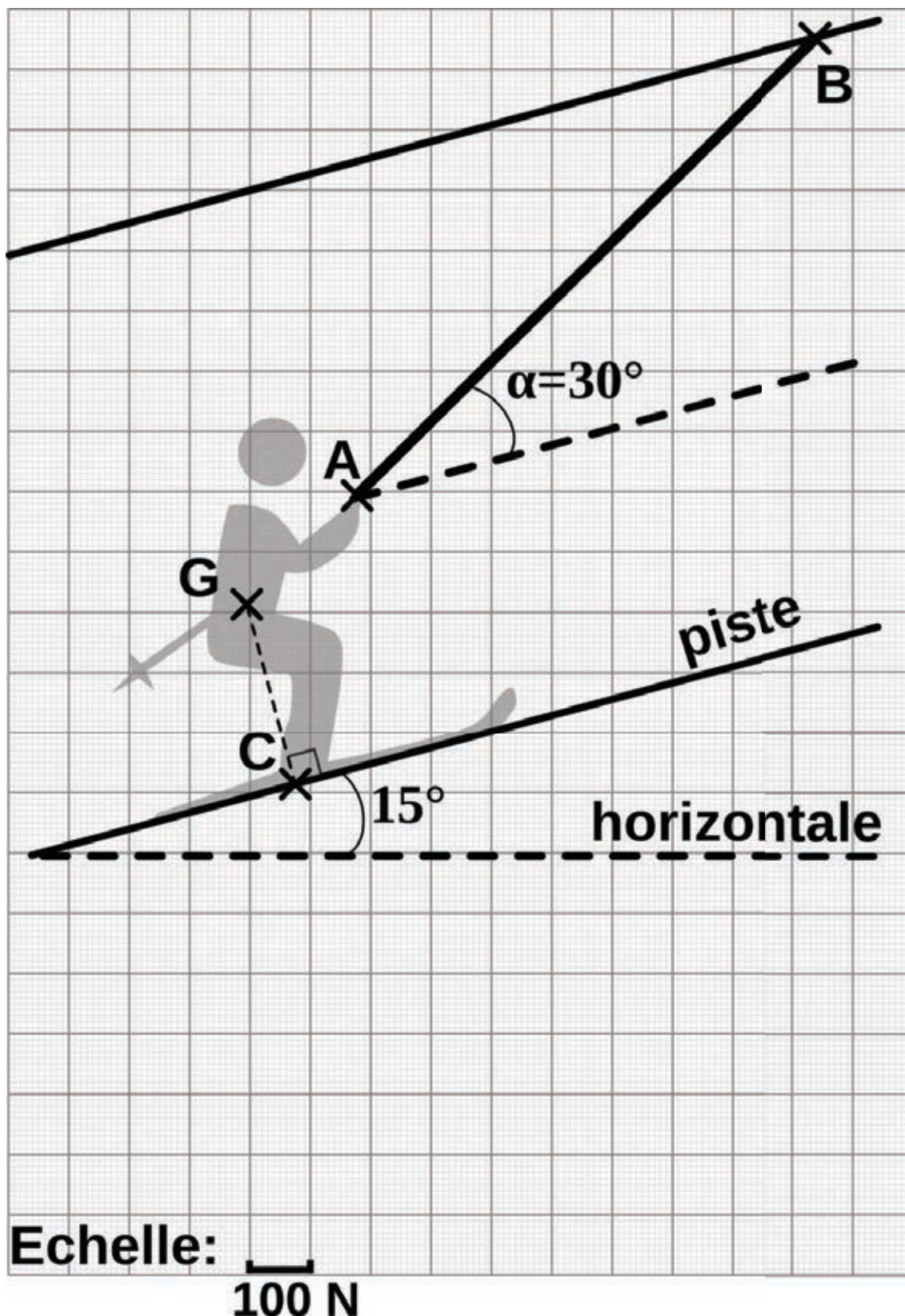
30°)



Document réponse 7 : Diagramme potentiel-pH du fer en milieu humique

46°) et 48°)





$$f_s = 35 \text{ Hz}$$

