

Méthodologie

Support de cours

Responsable : Emmanuelle Rio (PCST A3-A4) rio@lps.u-psud.fr

Equipe enseignante :

Ralph Abi-Rizk (MPI-A5)	ralph.abi-rizk@u-psud.fr
Julien Basset (MPI-B4)	julien.basset@u-psud.fr
Frédéric Bouquet (MPI-B2)	frederic.bouquet@u-psud.fr
Astrid Decoene (MPI-A1)	astrid.decoene@u-psud.fr
Catherine Even (MPI-Oui si)	catherine.even@u-psud.fr
Samrit Mainali (MPI-B5)	Samrit.mainali@u-psud.fr
Martin Novoa-Brunet (MPI-A3)	martin.novoa@th.u-psud.fr
Vincent Jeudy (PCST-DL)	vincent.jeudy@u-psud.fr
Frédéric Pain(PCST-A5)	Frederic.pain@u-psud.fr
Claude Pasquier (MPI-B1)	claude.pasquier@u-psud.fr
Anniina Salonen (MPI-B3)	anniina.salonen@u-psud.fr
Imen Taktak (MPI-A4)	imen.taktak@u-psud.fr
Carole Vouille (PCST A1-A2)	carole.vouille@u-psud.fr

Projet Voltaire : progresser en orthographe

En quoi est-ce important de maîtriser les bases de l'orthographe ?

En tant qu'outil de communication, le document écrit transmet par sa forme des éléments de crédibilité et de sérieux. L'orthographe tout comme les éléments de mise en page ou le niveau de langage utilisé, est un de ces éléments qui appuient le sérieux de l'émetteur. Si un document sans faute d'orthographe ne donne pas d'indication spécifique sur la personne qui a rédigé, l'orthographe médiocre d'un document peut indiquer au destinataire un manque de culture ou de connaissances, un manque d'organisation, une faible capacité de concentration ou tout simplement un manque de respect envers le destinataire.

Travailler l'orthographe dans le cadre de l'UE Méthodologie

Il s'agit d'un entraînement en ligne par un accès individualisé à une plateforme à distance : le Projet Voltaire. Une évaluation initiale de votre niveau à la première connexion permet au logiciel de vous proposer un entraînement adapté à vos propres difficultés et votre rythme d'acquisition. Les différentes règles d'orthographe abordées sont réparties sur 10 niveaux. Un test « blanc » permet à l'issue de la validation du dixième niveau d'évaluer la progression.

Vous avez accès à la version « supérieur » du Projet Voltaire. Votre compte sera accessible au-delà du semestre. Une fois le niveau « supérieur » atteint vous aurez accès au niveau « excellence ».

Une version adaptée est accessible aux personnes dyslexiques. Pour en faire la demande, contactez Carole Vouille : carole.vouille@u-psud.fr.

Comment est calculée la note ?

La note est calculée selon votre progression (1/3) et votre résultat au test blanc du niveau « supérieur » (2/3). La progression est évaluée à partir du test initial. Le test blanc doit avoir été effectué avant le **1^{er} juin 2017**. Vous devez gérer vous-même votre entraînement dans le temps. Des jalons vous sont proposés dans la partie « test blanc ». Sans résultat au test blanc la note sera réduite à 0.

L'évaluation initiale

L'évaluation initiale est obligatoire (elle sera utilisée pour le calcul de votre note). Elle se fait en temps limité. Il faut prévoir 60 minutes lors de votre première connexion et vous assurer que votre connexion est stable. Si le test est interrompu en cours de réalisation, votre taux de réussite sera inférieur à 2%. Il est important de réaliser sérieusement ce premier test d'évaluation car l'entraînement est défini ensuite automatiquement à partir de ces résultats : l'entraînement sera d'autant plus long que les difficultés identifiées seront nombreuses.

Le test blanc

Le test blanc (également utilisé pour le calcul de votre note) n'est accessible qu'après avoir validé l'ensemble des niveaux. Ces validations de niveaux sont au nombre de 3. Une validation finale vous donne ensuite accès au test blanc. Un délai de 36h, favorisant une mémorisation à long terme bloque l'accès à la plateforme entre les différentes validations. Les jalons à respecter sont donc les suivants :

- Niveau 4 atteint au 4 mars 2019
- Niveau 7 atteint au 1^{er} avril 2019
- Niveau 10 atteint au 29 avril 2019
- Validation niveaux 1-4 effectuée pour le 3 mai 2019
- Validation niveaux 5-7 effectuée pour le 7 mai 2019
- Validation niveaux 8-10 effectuée pour le 10 mai 2019
- Validation finale effectuée pour le 12 mai 2019
- Test blanc effectué pour le 15 mai 2019

Comment se connecter sur la plateforme voltaire ?

La plateforme Voltaire est accessible à l'adresse suivante : <http://www.projet-voltaire.fr> à partir de tout navigateur web. L'accès à votre compte se fait sur la bande de connexion de la page d'accès en haut à droite (« Déjà inscrit ? »).



Attention : n'utilisez pas l'encart « inscrivez-vous gratuitement ». Vous ne devez pas créer de compte, votre compte sera créé par l'université!

Un identifiant vous est attribué à partir de vos prénom et nom :

pr.nom où « pr » = deux premières lettres de votre prénom et « nom » = nom de famille (avec un tiret entre les noms pour les noms composés).

Votre mot de passe pour votre première connexion est *voltaire*. Ce mot de passe est à changer à la première connexion.

Une annonce DOKEOS vous est adressée dès que les comptes sont créés.

Introduction

Principes

La méthode scientifique est un mélange de conventions utilisées par les scientifiques, d'outils utilisés par les scientifiques et d'organisation propres à chacun. Le but de l'UE est

- De donner les conventions (ce qu'on s'attend à trouver dans un CR de TP, dans la rédaction d'un exercice...)
- De travailler les outils scientifiques (tracé de courbes et traitement des données, logique mathématique, dimensions, notions de programmation)
- De travailler sur votre propre organisation. Là, pas de recette miracle. Chacun est différent. L'idée est d'optimiser la manière de travailler de chacun, de voir ce qui marche...

Déroulement de l'UE

10 séances faites pour travailler sur des compétences liées à la méthodologie scientifique et au métier d'étudiant :

- Oral
- Ordres de grandeur
- Logique mathématique
- Résolution de problème
- Travaux pratiques
- Programmation et traitement de données

Evaluation

Oraux (coefficient 0,2) :

Chaque étudiant va passer une fois à l'oral avec un diporama et sera noté (coeff 0,3).

Travaux de groupes (coefficient 0,3)

Il y aura des travaux à rendre par groupe concernant les ordres de grandeur, la résolution de problème et la logique.

Compte rendu de TP (coefficient 0,3)

Il y a une séance sur machine et un CR de TP virtuel à rendre. Ces devoirs sont à rendre par mail à l'enseignant, deux jours après la séance. La communication par mail fait expressément partie de la note.

- Séance sur machine (fichier) coefficient **0.1** (dont 2 points/20 pour la rédaction du mail professionnel accompagnant le fichier).
- Compte rendu de TP coefficient **0.2**.

Plateforme Voltaire (coefficient 0.2)

Une démarche scientifique

L'objectif de cette séance est de présenter un exemple de démarche scientifique et des outils à notre disposition pour critiquer et mettre en œuvre une telle démarche. L'exemple que nous avons choisi est celui de la question du changement climatique.

Partons de la citation suivante, extraite de BBC News (06/07/2004, un média institutionnel puisqu'il s'agit du service public de radio-télévision britannique) : " Au cours des cent dernières années, il y a eu une augmentation constante du nombre de taches solaires, en même temps que la Terre se réchauffait. Les données suggèrent que l'activité solaire influence le climat de la planète et provoque un réchauffement »

Discuter par petits groupes sur les courbes ci-après : que peut-on conclure de chaque courbe ?

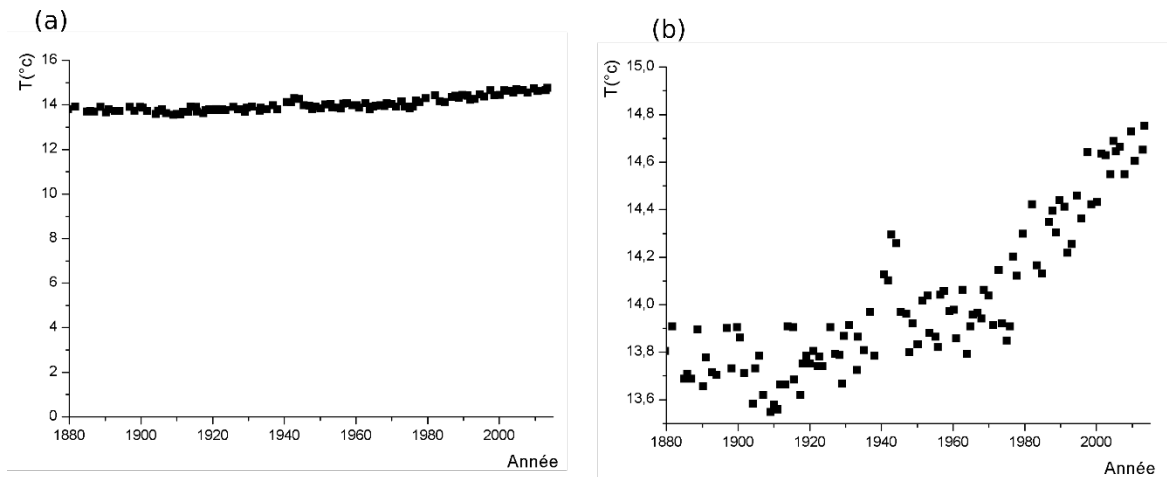


Fig 1 : Température moyenne annuelle (°c) sur la période 1880-2015 (a) avec apparition du zéro sur l'axe des ordonnées et (b) avec un zoom sur les données.

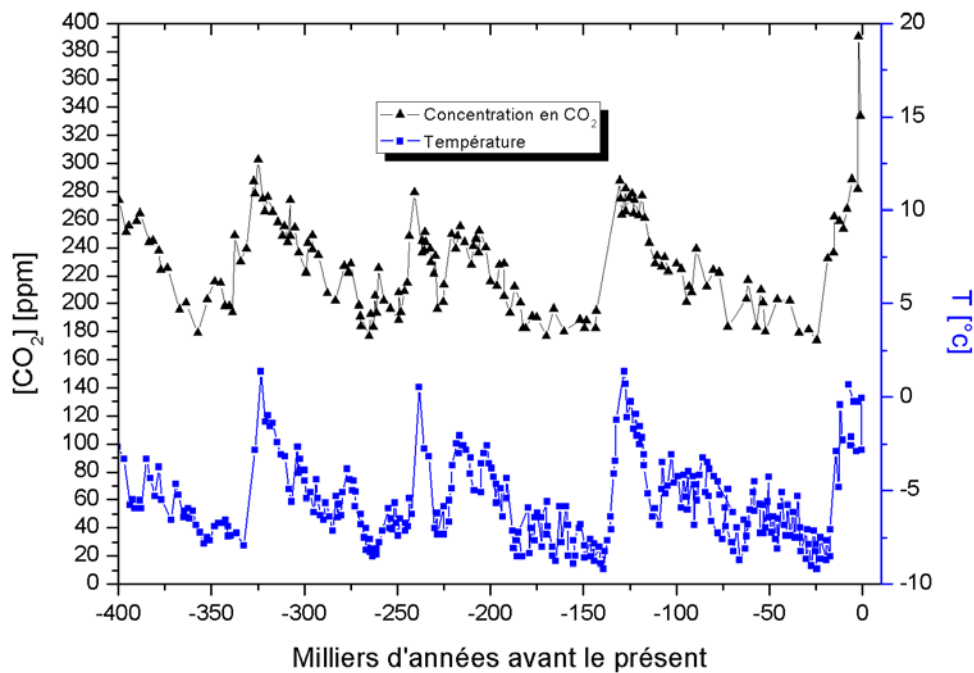


Fig 2 : Courbe de température moyenne (le 0 est placé à la température actuelle) et de concentration en CO₂ atmosphérique sur les 400 000 dernières années, d'après Petit et al., « Climate and atmospheric history of past 420 000 years from the Vostok ice core , Antarctica », Nature (1999), 399, p. 429-436

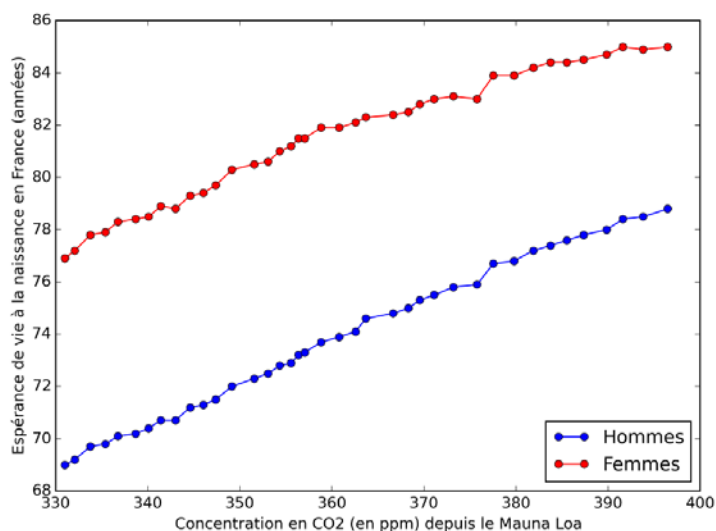


Fig 3 : espérance de vie à la naissance en France, pour les femmes et pour les hommes, en fonction de la concentration en CO₂ dans l'atmosphère

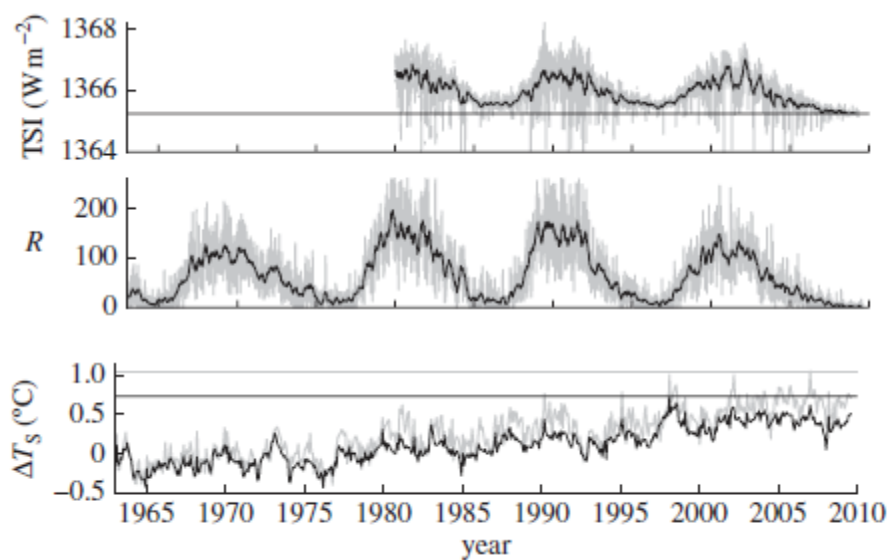


Fig 4 : TSI = Total Solar Irradiance : puissance reçue de la part du Soleil par unité de surface terrestre ; R = nombre de taches solaires observées ; ΔT_s = Global Mean Air Surface Temperature = écart de la température moyenne par rapport à la moyenne sur 1961-1990, prise comme référence ; source : Lockwood, « Solar change and climate : an update in the light of the current exceptional solar minimum », Proc. R. Soc. A (2010), 466, 303-329

Estimations

Ordres de grandeur

Questions de Fermi

Le but de ce chapitre est de vous présenter des façons de faire de la physique utilisant le raisonnement, les dimensions, des estimations et finalement très peu d'équations. Ces méthodes peuvent donner l'impression d'être floues, non rigoureuses et imprécises, mais ce n'est pas le cas. Simplement leur objectif n'est pas de donner un résultat chiffré précis, mais de donner un ordre de grandeur du résultat, ce qui est parfois suffisant. Ces façons de faire sont souvent utilisées, soit quand on aborde un problème pour la première fois et qu'on veut avoir une idée rapide de sa réponse, soit après avoir résolu un problème en ayant obtenu un résultat après de longs calculs, afin d'en vérifier rapidement la validité. Attention, contrairement à ce que l'on pourrait croire, cela ne veut pas dire que c'est facile !

Cette séance devrait donc vous aider à acquérir des outils qui sont utiles dans tous les domaines scientifiques afin :

- D'aborder un problème à partir de rien, y compris quand le raisonnement n'est pas dirigé par des questions très détaillées ;
- De réfléchir sur les ordres de grandeurs ce qui permet de ne pas faire des erreurs de plusieurs facteurs 10 sur un résultat, par exemple.

Méthodes

Dans chaque exercice nous vous demandons avant toutes choses (et en particulier avant de répondre à vos questions) :

- De faire un **schéma**
- De lister les **grandeurs pertinentes** et de leur **donner un nom**
- De donner **leur dimension** et de **les estimer** (il ne s'agit pas de savoir exactement combien elles valent mais d'avoir une idée de leur ordre de grandeur).

Estimations

- 1- Estimer la longueur que vous écrivez au cours d'une année scolaire.
- 2- Combien de fourmis peut-on mettre dans une baignoire ?
- 3- Combien d'atomes y a-t-il dans un cheveu ?
- 4- Quelle est la longueur totale du ressort représenté sur la Figure 1 ?
- 5- Combien d'hectares planter en blé pour faire du pain pour les français ?

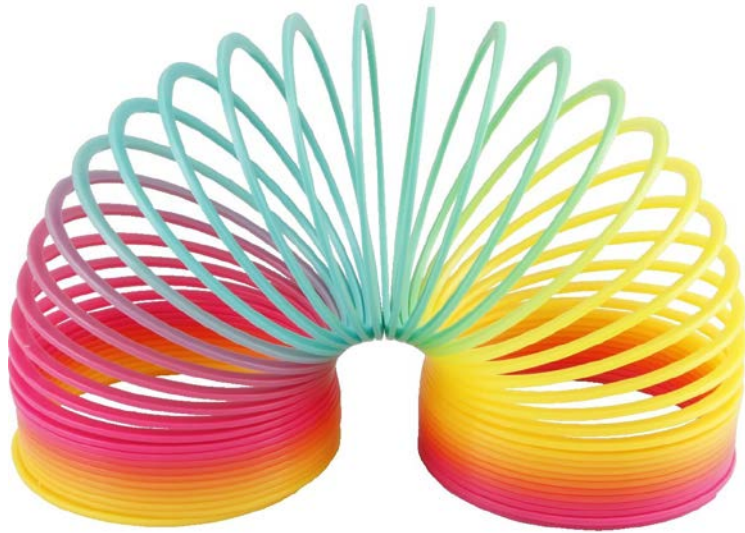


Figure 1 Ressort pour enfant. Le rayon est de 3 cm.

Annexe 1 Rédaction de votre réponse

- **Introduisez succinctement le problème**

Quelle est la question que l'on vous pose ?

- **Faire un schéma**

Le schéma doit être suffisamment grand et clair. Il doit modéliser le problème. Il ne s'agit pas d'une œuvre d'art mais d'un dessin qui permet de représenter votre modélisation. Il doit donc comporter les grandeurs pertinentes (avec leur nom et sans leur valeur).

- **Lister les grandeurs pertinentes, les nommer, les estimer**

Il s'agit ici de faire une liste des grandeurs pertinentes contenant leur nom (c'est-à-dire une lettre), leur signification, leur estimation quand c'est nécessaire et leur unité.

- **Présenter votre démarche**

Il s'agit ici d'expliquer succinctement comment vous allez résoudre le problème. Il s'agit de donner les grandes lignes de la résolution. Des équations peuvent illustrer cette partie.

- **Obtenir une expression littérale**
- **Effectuer l'application numérique**
- **Présenter le calcul de propagation des incertitudes**
- **Conclure sur votre résultat.**

Il faut tout d'abord formuler la réponse à la question puis commenter le résultat, éventuellement en le comparant à une deuxième source (internet...).

Annexe 2 : barème

Présentation

Nom des étudiants, titre, présentation générale (1 pt)

Appropriation du problème

Schéma (3 pt)

1 pt pour la propreté, taille, clarté

1 pt pour la modélisation

1 pt pour la présence des paramètres pertinents sur le schéma

Liste des paramètres (1 pt)

Nommer les paramètres (1 pt)

Estimer les paramètres (1 pt)

Résolution du problème

Formule littérale (3 pt)

Application numérique (1 pt) avec les unités (1 pt)

Calcul de la propagation des incertitudes (2 pt)

Rédaction de la solution

Introduire le problème (2 pt)

Expliquer la démarche (2 pt)

Commenter la réponse et conclure (2 pt)

Annexe 2 : Méthodes de calcul pour une grandeur fonction de plusieurs variables

(tirées du poly de Phys102)

a) Cas général

De façon générale, connaissant les mesures x_{exp} et y_{exp} des grandeurs x et y , et connaissant les incertitudes δx et δy de ces mesures, on cherche à connaître l'incertitude sur la grandeur dérivée $G(x,y)$. La méthode par encadrement est toujours applicable, mais fastidieuse.

Soit G une fonction de 2 grandeurs x et y . L'incertitude absolue δG se calcule à partir des incertitudes absolues de mesure δx et δy , et des dérivées partielles de la fonction G aux points de mesure x_{exp} et y_{exp} :

$$\delta G = \left| \frac{\partial G}{\partial x}(x_{\text{exp}}, y_{\text{exp}}) \right| \delta x + \left| \frac{\partial G}{\partial y}(x_{\text{exp}}, y_{\text{exp}}) \right| \delta y$$

La dérivée partielle de G par rapport à x s'obtient en considérant que y , ou plus généralement, toutes les variables autres que x , sont constantes.

b) Cas d'une loi de puissance : dérivée logarithmique

Si la grandeur G s'exprime sous forme d'un produit de puissances de x et y , $G = k x^m y^n$, il est plus facile de calculer l'incertitude relative $\delta G/|G|$ que l'incertitude absolue δG .

L'incertitude relative $\delta G/|G|$ s'écrit simplement comme la somme des incertitudes relatives des grandeurs mesurées, pondérée par les puissances :

$$\frac{\delta G}{|G|} = m \frac{\delta x}{|x|} + n \frac{\delta y}{|y|}$$

Elle est indépendante de la constante k .

Résolution de problèmes

Problème 1 : et si on volait ?

Rappelons la loi d'Archimède : "Tout corps plongé dans un fluide reçoit de celui-ci une force dirigée vers le haut et égale au poids de fluide déplacé"



1 : Un pratiquant du "balloon clustering"



2 : Une image du film d'animation "UP"

Les pratiquants du "balloon clustering" volent grâce à une grappe de ballons gonflés à l'Hélium. L'objectif de l'exercice est de répondre aux deux questions suivantes :

1. Combien de ballons faut-il pour soulever un être humain ?
2. Soulever une maison à l'aide de ballons de baudruche comme dans le film "Là-haut" est-il inconcevable, réaliste ou entre les deux ?

Comme pour toutes les « résolutions de problèmes » nous vous invitons vivement à commencer par :

- Représenter la situation physique par un schéma qui modélise la situation physique et fait apparaître les grandeurs pertinentes.
- Identifier les grandeurs physiques qui vous paraissent importantes pour répondre à la question.
- Donner leurs dimensions, leur donner un nom et estimer leurs valeurs.
- Énoncer les lois physiques qui vous paraissent pertinentes (nom, énoncé, équation).

Problème 2 : Si on volait... avec de l'air chaud ?



1 : Des montgolfières en vol



2 : Les passagers dans la nacelle

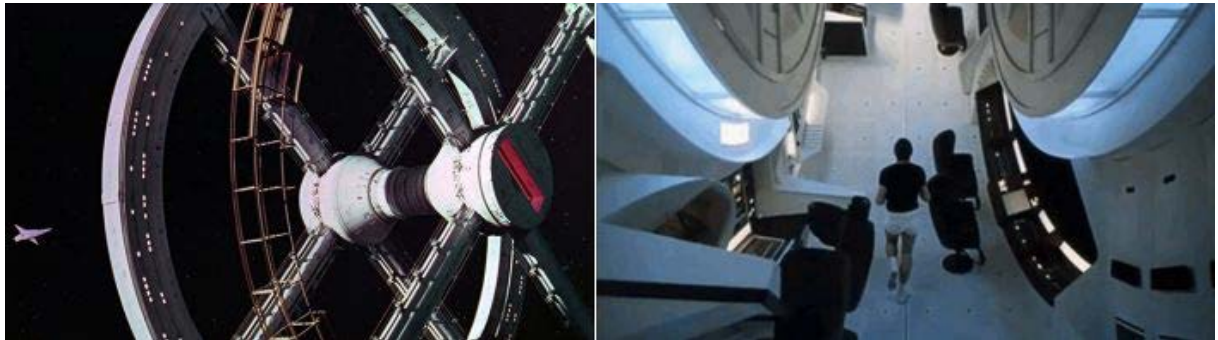
Question : quelle doit être la température de l'air à l'intérieur d'une montgolfière pour que celle-ci flotte dans l'air ?

Comme pour toutes les « résolutions de problèmes » nous vous invitons vivement à commencer par :

- Représenter la situation physique par un schéma qui modélise la situation physique et fait apparaître les grandeurs pertinentes.
- Identifier les grandeurs physiques qui vous paraissent importantes pour répondre à la question.
- Donner leurs dimensions, leur donner un nom et estimer leurs valeurs.
- Énoncer les lois physiques qui vous paraissent pertinentes (nom, énoncé, équation).

Problème 3 : 2001, l'Odyssée de l'espace

Dans le film "2001 l'odyssée de l'espace" de Stanley Kubrick, un vaisseau spatial (photo de gauche) constitué d'un tore tourne autour de son axe avec une vitesse angulaire constante dans un référentiel galiléen. Alors qu'ils sont loin de toute planète, les astronautes vivent dans le tore comme sur Terre (photo de droite), ils sont soumis à une gravité artificielle et l'on voit même, dans une des scènes du film, l'un d'entre eux faire un jogging.



Questions :

- 1- Évaluer le rayon du vaisseau à partir des photos et en déduire la vitesse angulaire de rotation pour que les astronautes subissent une gravité artificielle de valeur équivalente à celle sur Terre.
- 2- Expliquer alors pourquoi il peut être très fatigant de courir dans la station spatiale (on choisira des valeurs numériques pour illustrer le raisonnement). Le sens choisi pour faire le footing est-il important ?

Aide : On considèrera que le couloir qu'on observe sur la photo de droite a une largeur égale à l'épaisseur du tore qu'on voit sur la photo de gauche.

Rappel : on donne l'expression de l'accélération dans un mouvement circulaire

$$\vec{a} = -R\omega^2\vec{u}_r + R\dot{\omega}\vec{u}_\theta$$

où R est le rayon du mouvement circulaire, ω la vitesse angulaire, \vec{u}_r la direction radiale et \vec{u}_θ la direction orthoradiale du mouvement.

Comme pour toutes les « résolutions de problèmes » nous vous invitons vivement à commencer par :

- Représenter la situation physique par un schéma qui modélise la situation physique et fait apparaître les grandeurs pertinentes.
- Identifier les grandeurs physiques qui vous paraissent importantes pour répondre à la question.
- Donner leurs dimensions, leur donner un nom et estimer leurs valeurs.
- Énoncer les lois physiques qui vous paraissent pertinentes (nom, énoncé, équation).

Problème 4 : Faire fondre un glaçon

Il fait chaud, on ajoute un glaçon à son verre d'eau pour se rafraîchir. Quelle est la température du verre d'eau après la fonte du glaçon ?



Données :

Chaleur latente de l'eau : 334 kJ/kg

Capacité calorifique massique de l'eau : 4185 J/kg/K

Comme pour toutes les “résolutions de problème » nous vous invitons vivement à commencer par :

- Représenter la situation physique par un schéma qui modélise la situation physique et fait apparaître les grandeurs pertinentes.
- Identifier les grandeurs physiques qui vous paraissent importantes pour répondre à la question.
- Donner leurs dimensions, leur donner un nom et estimer leurs valeurs.
- Énoncer les lois physiques qui vous paraissent pertinentes (nom, énoncé, équation).

Barème : Résolution de problèmes

Présentation

Nom des étudiants, titre, présentation générale (1 pt)

Appropriation du problème

Schéma (2.5 pt)

0.5 pt pour la propreté, taille, clarté

1 pt pour la modélisation

1 pt pour la présence des paramètres pertinents sur le schéma

Liste des paramètres (0.5 pt)

Nommer les paramètres (0.5 pt)

Estimer les paramètres (0.5 pt)

Résolution du problème

Formuler les lois de la physique qui seront nécessaires à votre calcul. (1 pt)

Formule littérale (2 pt)

Application numérique (1 pt) avec les unités (0.5 pt)

Calcul de la propagation d'erreur (1.5 pts)

Rédaction de la solution

Introduire le problème (2 pt)

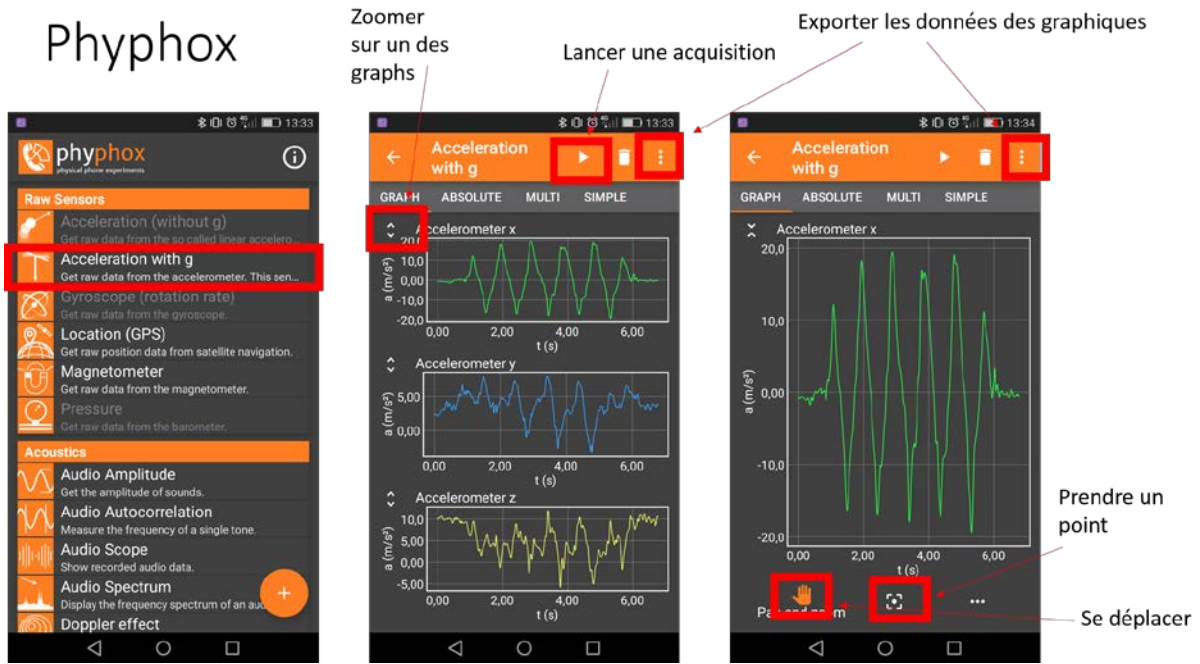
Expliquer la démarche (2 pt)

Présenter la propagation d'incertitudes (1 pt)

Commenter la réponse et conclure (2 pt)

Structure et clarté des explications (2 pt)

Phyphox



TRAVAUX PRATIQUES

Préambule

La problématique de ce travail est la question suivante : « Le modèle du pendule simple permet-il de décrire les oscillations d'un smartphone suspendu au bout d'un câble ? ».

Le travail sur les TPs a lieu en deux séances et un travail chez soi:

- Séance 1 : travail sur le TP et la mesure. Nous ferons un TP avec vos smartphones. Ce travail se fait en binôme.
- Séance 2 : traitement informatique des données obtenues en séance 1 et rédaction du CR de TP. Le traitement de données se fait de manière individuelle.

Lors des séances 1 et 2, vous prendrez des notes dans les espaces prévus à cet effet dans ce poly. Ce sont des notes personnelles mais elles vous seront indispensables pour effectuer le compte rendu final.

A la fin de la séance 1 : vous n'avez rien à rendre. Vous devez conserver précieusement vos données pour pouvoir les traiter à la séance 2.

A la fin de la séance 2 : vous devez envoyer par e-mail votre fichier de traitement de données. Le barème de notation est donné en Annexe 4, un peu plus loin dans le poly. 2 points sont attribués pour l'écriture d'un mail professionnel (voir Annexe 6). Votre fichier doit contenir :

- Les colonnes qui contiennent vos données, avec des titres et des unités.
- Les graphiques, avec des axes étiquetés et contenant des unités
- Les principaux résultats de votre traitement de données :
 - Incertitudes
 - Pente de la droite tracée en comparant modèle et expérience
 - Comparaison modèle et expérience

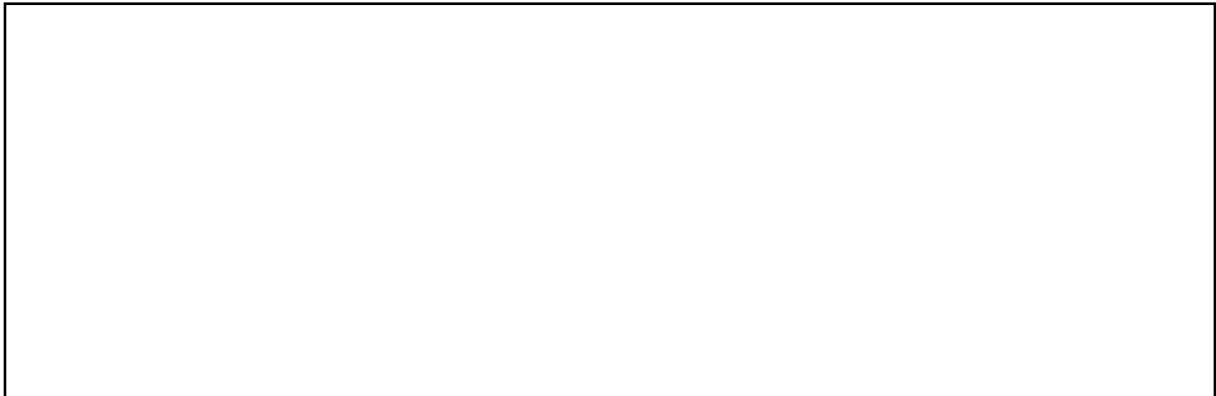
Le Compte-Rendu de TP est un travail personnel. Il doit être envoyé par e-mail à votre enseignant. Des conseils de rédaction sont donnés en Annexe 3 et le barème de notation en Annexe 5.

Séance 1 : le TP

Mesurer les oscillations d'un pendule : « smartphone »

I- Le modèle et la prédiction

Le modèle que vous avez vu en cours de mécanique est le modèle du pendule simple dans l'approximation des petits angles. Faire un schéma et rappeler les hypothèses du modèle.



Si on appelle θ l'angle du pendule par rapport à la verticale et ℓ sa longueur, vous avez montré en mécanique que la vitesse angulaire du pendule est donnée par

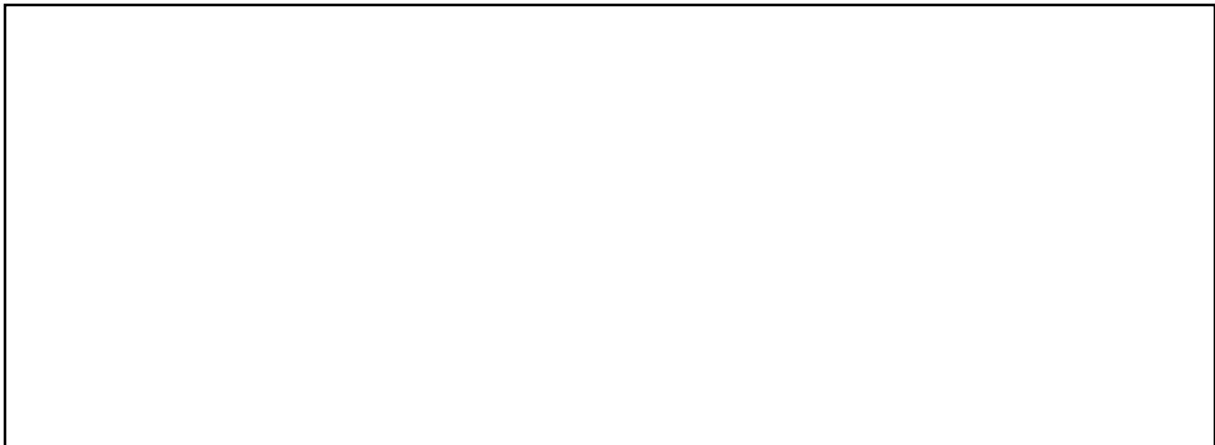
$$\dot{\theta} = \theta_0 \cos \omega t \text{ avec } \omega = \sqrt{\frac{g}{\ell}}.$$

En déduire quelles sont les valeurs de l'accélération radiale $a_r = \ell \dot{\theta}^2$ et orthoradiale $a_\theta = \ell \ddot{\theta}$. Quelle fréquence d'oscillation ω_r et ω_θ attend-t-on pour ces deux accélérations ? Comparer les amplitudes des oscillations.



Dans la suite, vous allez mesurer la période du pendule **dans la direction orthoradiale** $T_\theta = 2\pi/\omega_\theta$ en fonction de la distance à l'axe de rotation. Pourquoi ce choix ? Que prédit le modèle ? Quel

paramètre allez-vous faire varier ? Quel paramètre allez-vous mesurer pour répondre à la problématique ?

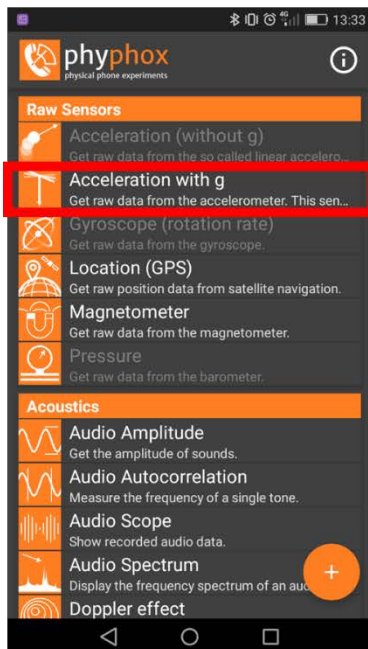


II- L'expérience

- Télécharger l'application « phyphox » qui est une boîte à outils de physique permettant d'utiliser les capteurs de votre smartphone pour faire des mesures physiques. Lors du téléchargement, inscrivez-vous comme « beta-testeur.se » afin de bénéficier de toutes les fonctionnalités.



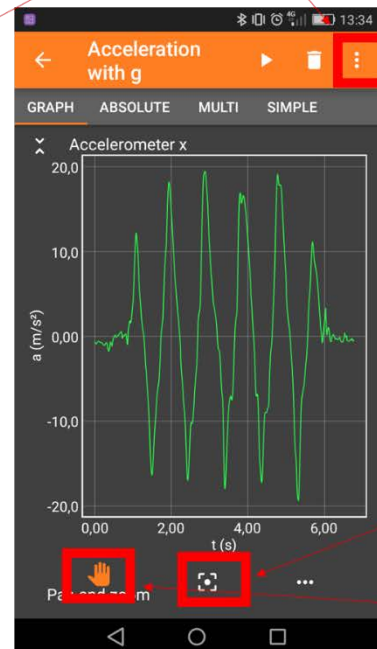
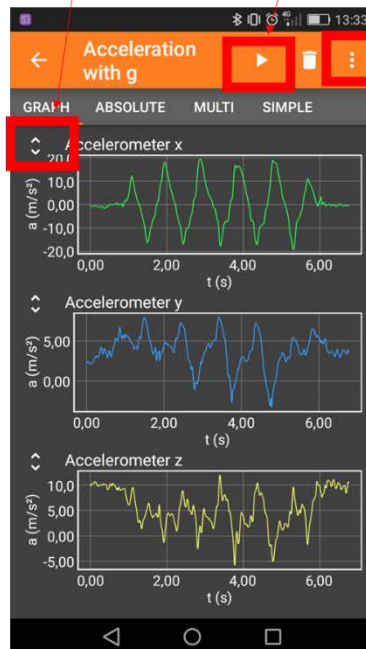
Phyphox



Zoomer sur un des graphs

Lancer une acquisition

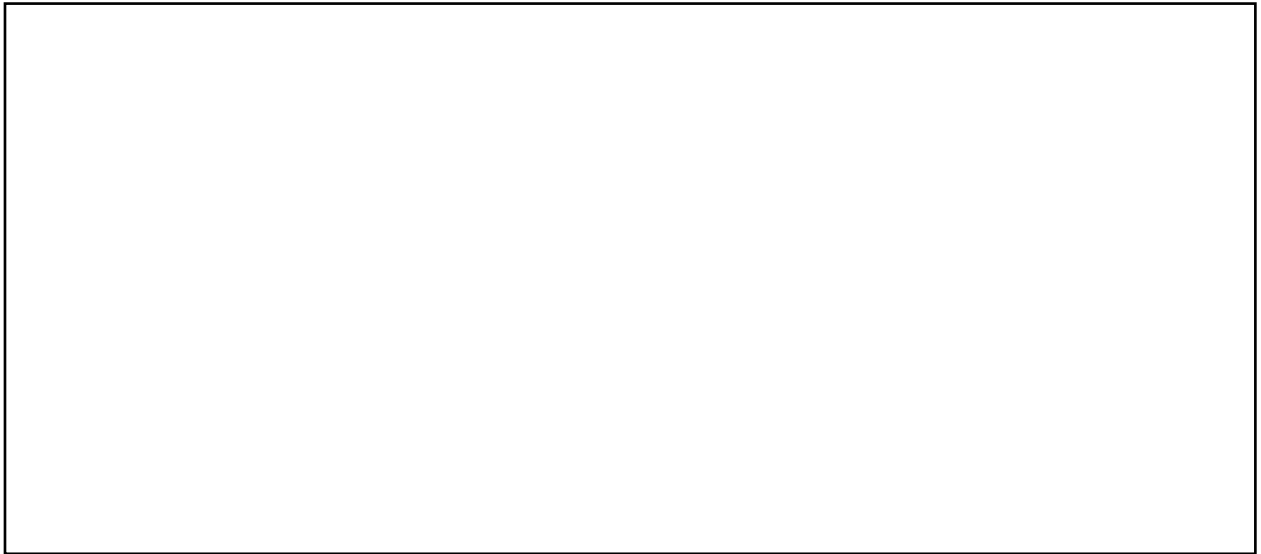
Exporter les données des graphiques



Prendre un point

Se déplacer

- Commencer par attribuer les 3 axes x, y et z de l'application phyphox aux trois directions de votre Smartphone et faire un schéma.



- Fabriquer un pendule avec votre smartphone. Pour cela deux solutions :
 - Utiliser le chargeur
 - Utiliser une ficelle et du ruban adhésif

Attention, pour la qualité de vos mesures, dans les deux cas, il est important que le point de fixation entre la ficelle/le chargeur d'une part et le téléphone d'autre part ne puisse tourner. Attention, pour la qualité de votre portefeuille, dans les deux cas, il est important que votre smartphone ne puisse pas tomber.

Utiliser votre smartphone comme pendule et phyphox pour enregistrer les accélérations en fonction du temps. Pour chaque condition de mesure (au moins 5 différentes), utiliser l'application pour extraire les données expérimentales et envoyer par e-mail les courbes que vous voulez conserver. Elles seront utiles pour votre compte rendu.

- Comment peut-on évaluer les incertitudes de mesure sur chacun des paramètres ? Faites le...



- Notez vos données brutes dans un tableau ci-dessous.

--

Séance 2 : Traitement de données

Les données seront traitées sur le logiciel Open Office ou Excel. Ce logiciel sert à la fois de tableur et de traceur.

Vous disposez de données acquises avec votre smartphone.

I- Tableaux de données

- Créer un premier tableau contenant les différentes valeurs de T_{exp} obtenues pour une valeur de ℓ . Calculer l'incertitude sur T_{exp} .
- Créer un second tableau contenant les différentes valeurs de T_{exp} obtenues pour différentes valeurs de ℓ . Pour pouvoir réutiliser ces tableaux ou qu'ils soient utilisés par quelqu'un d'autre, pensez :
 - A mettre un titre à chaque colonne
 - A préciser les unités
 - A mettre le bon nombre de chiffres significatifs

II- Représentation des données brutes

Représenter les données brutes, c'est-à-dire les valeurs de T_{exp} en fonction de ℓ sur un graphique contenant

- Les barres d'incertitude
- Les titres et les unités des différents axes
- Pas de titre ou un titre utile (qui ne soit pas « graphique de x en fonction de y »)

Pour tracer une courbe, reporter vous à l'annexe plus loin dans le poly.

III- Comparaison au modèle théorique du pendule simple

Quelle est la prédiction du modèle du pendule simple aux petits angles en ce qui concerne la période du pendule ?

Pour comparer le modèle et les expériences, deux solutions (au moins) s'offrent à nous :

- Tracer la période expérimentale en fonction de la période théorique
- Vérifier successivement l'accord qualitatif et l'accord quantitatif entre les données et l'expérience.

C'est cette deuxième solution que nous allons utiliser ici.

1- Comparaison qualitative du modèle et des données

Pour comparer qualitativement modèle et expérience, il faut vérifier que la variation des paramètres les uns avec les autres correspond bien à celle prédite par le modèle. Pour cela, on va tracer des fonctions des paramètres les unes en fonction des autres. Ces fonctions sont choisies afin que, si le modèle théorique est vérifié on s'attende à observer une droite.

Ici, quelle fonction de $f(T_{\text{exp}})$ faut-il tracer en fonction de quelle fonction de $g(\ell)$ afin d'observer une droite si le modèle est bien vérifié ?

Créer les colonnes $f(T_{\text{exp}})$ et $g(\ell)$.

Pour créer une colonne qui soit une fonction d'une autre, reporter vous à l'annexe plus loin dans le poly.

Tracer $f(T_{\text{exp}})$ en fonction de $g(\ell)$.

- Quelle est la forme de la courbe que vous observez ?
- Est-ce que le modèle décrit bien les données ?

2- Comparaison quantitative du modèle et des données

- Que vaut théoriquement la pente de la droite tracée ?
- Donnez sa valeur. *Pour mesurer la pente d'une droite, reporter vous à l'annexe plus loin dans le poly.*

Discussion des résultats

- Discuter les incertitudes
- Discuter la validité du modèle pour décrire vos données.

Annexe 1 : Le smartphone comme accéléromètre

En plus des puces bluetooth, Wi-Fi ou GPS, votre smartphone contient de nombreux capteurs physiques et, en particulier, un **accéléromètre**. L'accéléromètre de votre téléphone est capable de vous donner l'orientation du téléphone mais également — comme l'indique son nom — l'accélération (la mise en mouvement) subie par le téléphone.

L'accéléromètre de votre téléphone est constitué d'une très fine tige de silicium mobile. Cette tige est suffisamment petite pour rester solide et ne pas se briser, mais également assez longue (une centaine de micromètres) pour avoir une inertie propre et pouvoir bouger librement. De cette façon, quand le téléphone bouge elle se retrouve décalée d'un côté (de l'ordre du dixième de micromètre). Quand cette tige de silicium est chargée électriquement et la cage dans laquelle elle se trouve également, le déplacement de charges portée sur la tige est détectable et on en déduit le sens et l'amplitude du déplacement.

Bien-sûr, avec un seul de ces systèmes, on arrive à mesurer l'accélération sur un seul axe seulement. C'est donc pourquoi les accéléromètres sont constitués en réalité d'un minimum de 3 de ces tiges, mesurant chacune l'accélération dans un plan (X, Y, Z). C'est ensuite une unité de calcul dédiée qui envoie les informations relatives au déplacement vers le processeur central (CPU).

Annexe 2 : Utilisation de Libre Office

I- Tracer une courbe

- Aller sur une nouvelle page
- Insertion/diagramme Choisir « dispersion »
- Aller dans « séries de données »
 - Ajouter une série
 - Cliquer sur « Valeurs X » puis sur l'icône à droite du champ « plage pour valeur X »
 - Vous pouvez alors utiliser la souris pour sélectionner les valeurs du paramètre « x ». Attention, il ne faut pas sélectionner une colonne complète mais bien les valeurs.
 - Idem pour Y
- Terminer
- Clic droit sur le graphique puis « Ajouter des titres ». Il est ainsi possible d'ajouter le titre et les unités au graphique
- Double clic sur la série de données + choisir l'onglet « ligne » pour changer les symboles et leur couleur.

II- Insérer une colonne remplie en fonction d'une autre

- Placez-vous sur la première case de la colonne à créer. Ecrire « = » puis taper la fonction. Lorsque vous avez besoin d'une valeur contenue dans une autre colonne, cliquez simplement sur la case en question. Ensuite, faites « entrée ».
- Cliquer à nouveau sur cette case, se placer sur le carré en bas à droite et tirer la case pour appliquer la même opération à toutes les lignes.
- A nouveau, penser à nommer les colonnes et à mettre les unités.

III- Mesurer la pente d'une droite

Pour faire l'ajustement d'une droite et en extraire la pente, il faut ajouter une courbe de tendance :

- Sélectionner la courbe en cliquant dessus
- Cliquer droit sur les données
- Ajouter une courbe de tendance
- Onglet « type », choisir « courbe de tendance linéaire ». Cocher la case « afficher l'équation ».
- Onglet « ligne » : choisir la couleur et le type de courbe utilisé.

Annexe 3 : Evaluation des incertitudes de mesure (tirée du poly de Phys 102)

a) Méthode statistique

L'incertitude étant reliée à la dispersion des résultats expérimentaux, on peut, à partir d'un grand nombre de mesures réalisées dans des conditions supposées identiques, effectuer une analyse statistique de ces mesures. On détermine ainsi quantitativement la dispersion des mesures, et on exprime ensuite l'incertitude en fonction de la marge de confiance souhaitée. En principe, vous avez dû voir cette méthode au lycée.

Si l'on a fait N mesures x_i de la grandeur X (i allant de 1 à N), la valeur moyenne des mesures est par définition :

$$\langle x \rangle = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$$

L'écart-type σ de l'échantillon, ou sa variance σ^2 , donne une estimation de la dispersion des mesures :

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \langle x \rangle)^2}$$

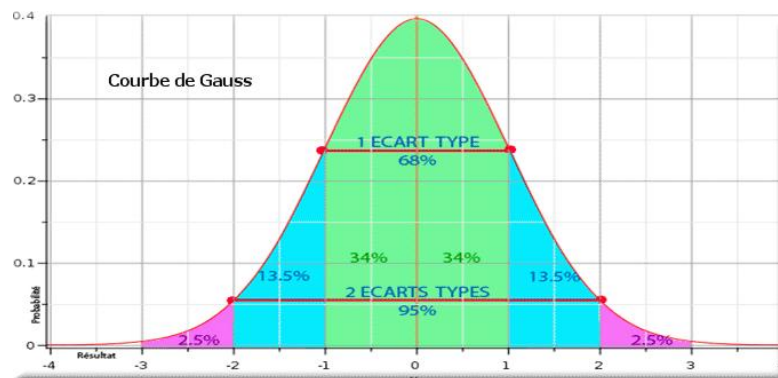
C'est une mesure de l'erreur aléatoire, pas de l'erreur systématique. Si l'erreur systématique est négligeable, la valeur moyenne $\langle x \rangle$ s'approche de la valeur recherchée x_{ref} en $\sim 1/\sqrt{N}$.

Si les erreurs aléatoires de mesure suivent une statistique gaussienne, alors le tableau suivant donne la probabilité que la vraie valeur x_{ref} de x soit comprise dans des intervalles de confiance de plus en plus grands centrés sur la valeur moyenne $\langle x \rangle$:

La figure ci-contre montre comment on calcule cette probabilité : c'est la surface comprise sous la gaussienne, intégrée sur l'intervalle de confiance considéré (ici $\langle x \rangle = 0$ et $\sigma = 1$).

Attention cependant, la précision croissante de l'estimation de x_{ref} par la moyenne statistique $\langle x \rangle$ repose sur deux hypothèses :

- la statistique des erreurs aléatoires est gaussienne : ce n'est pas toujours le cas.
- l'erreur systématique de mesure est nulle (la mesure est non biaisée) : cette hypothèse, souvent non vérifiée, devient critique quand l'erreur aléatoire diminue.



Intervalle de confiance	Probabilité de trouver x_{ref} dans cet intervalle
$[\langle x \rangle - \sigma ; \langle x \rangle + \sigma]$	68,20%
$[\langle x \rangle - 2\sigma ; \langle x \rangle + 2\sigma]$	95,45%
$[\langle x \rangle - 3\sigma ; \langle x \rangle + 3\sigma]$	99,73%
$[\langle x \rangle - 5\sigma ; \langle x \rangle + 5\sigma]$	99,99994%

b) Evaluation directe

La méthode précédente est rigoureuse mais également fastidieuse...Souvent en physique on ne prend pas, ou on n'a pas le temps de répéter un grand nombre de fois une mesure donnée, notamment pour des mesures effectuées "à la main". C'est notamment le cas en Phys102.

Comment alors évaluer expérimentalement l'incertitude δx lors d'une *unique* mesure directe de la grandeur x étudiée ? Il s'agit bien d'une *évaluation*, la seule méthode rigoureuse étant celle du 2.1.a...

- Si la mesure implique un appareil de mesure, on peut se reporter à la *notice* de celui-ci qui indique souvent les incertitudes à prendre en compte (le travail statistique décrit au paragraphe précédent a été fait par le constructeur de l'appareil...)

- Si l'instrument de mesure est simple, ou si on ne trouve pas la notice de l'appareil (!), on prend généralement *une graduation du dernier chiffre* (cf. chiffres significatifs). Ainsi, pour un appareil à affichage numérique, on prendra comme incertitude une unité du dernier chiffre affiché (sauf évidemment si on observe que les trois derniers chiffres fluctuent...). Pour une mesure impliquant une lecture de graduations (règle, vernier), on prendra également une unité (ou une demi-unité, suivant les cas) de la dernière graduation.
- Une troisième méthode consiste à *surestimer l'incertitude*. On peut en effet effectuer, non pas un grand nombre de mesures identiques, mais seulement 3 ou 4. On évalue alors *une valeur maximale de l'incertitude* en prenant la moitié de la différence des valeurs extrêmes:

$$\delta x = \left| \frac{x_{max} - x_{min}}{2} \right|$$

Cette méthode s'applique notamment lorsque la mesure implique un jugement de l'expérimentateur. Par exemple, celui-ci doit apprécier la netteté d'une image (chapitre 3, TP S5 et S7). Si l'on veut déterminer la position de l'écran où l'image est considérée comme nette, il existe une certaine plage de positions de l'écran où l'observateur considèrera que l'image est nette. On peut alors déterminer les deux positions extrêmes de l'écran où l'image peut encore, à la limite, être considérée comme nette, et prendre comme incertitude la différence et diviser par deux le résultat.

Lorsque vous donnerez une valeur expérimentale avec son incertitude, *expliquez toujours comment vous avez déterminé cette incertitude!*

Annexe 4 : Rédaction d'un Compte-rendu de TP

Mettre son nom sur le Compte-Rendu de TP.

Ecrire les 6 points qui suivent dans un compte-rendu :

1- Introduction/Objectif du TP:

Donner le contexte général (En 3-4 lignes) et écrire en quelques mots (une ou deux phrases) ce que vous allez chercher dans ce TP, la problématique.

2- Présentation de la manipulation :

Expliquer en quelques lignes la manipulation que vous allez effectuer. Faire un schéma simplifié de l'expérience ou des expériences. Rappeler les protocoles, les méthodes de mesure de chaque paramètre.

3- Mesures ou observations :

Dire quels sont les paramètres que vous mesurez. Donnez les résultats bruts sous la forme d'une courbe avec les résultats non traités. Commenter cette courbe, c'est-à-dire décrire ce qu'on a tracé dessus et ce qu'on observe.

4- Exploitation des mesures:

Exploitation des résultats. Présenter le modèle auquel vous voulez comparer vos données. Donner les hypothèses importantes. Comparer vos données au modèle de manière qualitative puis quantitative.

5- Conclusion :

Résumer vos résultats : dire ce que vous avez mesuré.

Donner le résultat de votre interprétation : est-ce que le modèle décrit bien vos données ?

Attention :

- S'il y a plusieurs expériences, les points 2, 3 et 4 doivent être répétés pour chaque expérience (éventuellement comme sous parties d'une partie correspondant à l'expérience).
- S'il y a plusieurs modèles, le point 4 doit être répété pour chaque modèle.
- **Les figures** doivent être numérotées, légendées et appelées dans le texte. Elles doivent pouvoir être comprises grâce à leur légendes sans lire le texte. Inversement, on doit pouvoir comprendre le texte sans regarder les figures. Les figures doivent donc être décrites dans le texte.
- **Les graphiques** sont des figures. Ils doivent être clairs et comporter une légende si (et seulement si) il y a plusieurs courbes. Il est nécessaire d'écrire ce qui est porté en x et en y avec les unités.
- S'il y a des **tableaux**, il faut que chaque colonne comporte les informations suivantes : quantité portée dans le tableau et unité. Le tableau doit avoir une légende.
- Les figures, même si ce sont des tableaux ou des graphiques n'ont pas de titre. L'information contenue dans le titre doit être dans la légende.

Quelques conseils :

- **Lire avant de venir en TP** : identifier les notions qu'on ne comprend pas, réfléchir aux données dont va avoir besoin, faire les calculs si il y en a.
- **Prendre des notes pendant le TP** : tout n'est pas dans le poly ! quand une manip ne marche pas comme prévu, il est rare que l'enseignant ne donne pas d'explications, explications qui vous sont demandées souvent lors de l'interprétation de vos données ou en examen...
- **Rendre un compte-rendu court et précis** : on fait des phrases mais elles ne doivent pas être trop longues. Pensez que, parfois, un schéma vaut mieux qu'un long discours (surtout quand il s'agit de décrire une expérience).
- **Hiérarchiser son compte-rendu** : comme d'habitude (résumé, protocole...), toutes les infos ne doivent pas être mises sur le même plan. Dégager les parties importantes (couleurs, puces, chiffres.....)
- **Ne pas recopier ce qui est déjà écrit quelque part** : soit on fait une photocopie du protocole qu'on insère dans le cahier/compte rendu, soit on écrit « d'après le protocole page 10 du guide »....

Annexe 5 : traitement des données-

barème (sur 10)

- Ecriture d'un mail professionnel avec un objet, une signature, un corps de message correct et avec une pièce jointe qui contient le nom de l'étudiant (1 pts)
- Lisibilité des tableaux
 - Titre des colonnes (0.5 pt)
 - Unités (0.5 pt)
- Graphiques
 - Axes (0.5 pt)
 - Légendes (0.5 pt)
 - Représentation des incertitudes (1 pt)
- Calcul des incertitudes
 - Incertitude sur T_{exp} (1 pt)
- Graphique des données brutes T_{exp}
 - Tracé de la courbe (1 pt)
- Comparaison au modèle aux petits angles
 - Choix de la fonction à tracer (0.5 pts)
 - Création de la colonne $f(\ell)$ (0.5 pts)
 - Ajout du graphique (1 pts)
 - Ajustement des données (0.5 pt)
 - Extraction de la pente (0.5 pt)
 - Comparaison avec la théorie (1 pt)

Annexe 6 : Barème Compte Rendu de TP

Présentation générale (4 pts)

- Mettre son nom et un titre, clarté des explications, plan (1 pts)
- Orthographe (1 pt)
- Figures numérotées et appelées dans le texte (1 pt)
- Graphiques comportant des axes et une légende ssi nécessaire (1 pt)

Introduction (2 pts)

- Donner un contexte général (1 pt)
- Problématique (que va-t-on mesurer et pourquoi ?) (1 pt)

Protocole (4 pts)

- Schéma de l'expérience (1 pt)
- Comment fait-on l'expérience (1 pt)
- Quelle méthode de mesure utilise-t-on (dont extraction de la période) ? (2 pt)

Résultats bruts (1 pt)

- Insertion des résultats bruts dans un graphique (0.5 pts)
- Description qualitative de la courbe (0.5 pt)

Traitement des résultats (7 pts)

- Description du modèle utilisé (formule et hypothèses) (2 pt)
- Insertion des résultats traités pour vérifier le modèle dans un graphique (0.5 pt)
- Discussion des incertitudes (1 pt)
- Comparaison qualitative (1 pt)
- Comparaison quantitative
 - Description de la méthode pour obtenir la pente (1 pt)
 - Extraction de la pente (0.5 pt)
- Commentaire (1 pt)

Conclusion (2 pts)

- Résumé (1 pt)
- Commentaire (1 pt)

Annexe 7 : Rédiger un mail professionnel

- 1- Utilisez votre adresse Paris Sud** ZozoLeToto@gmail.com ou Batman-theDarkKnight@aol.com est à proscrire pour un mail professionnel.
- 2- L'objet du mail :** Il ne doit pas être vide. Il doit décrire l'information que contient le mail. Exemple « Traitement de données Nom Prénom ». Evitez les Re : Re : Tr :Re :...
- 3- Les destinataires :** utilisez les copies à bon escient. Par exemple, lorsque vous cherchez un stage, vous avez le droit d'envoyer le même mail à plusieurs encadrants potentiels mais ils ne doivent pas le savoir ! Donc, envoyez plutôt 5 mails (dans l'idéal un peu personnalisés) que un seul mail avec 50 destinataires en copie (ce qui vous met en très mauvaise posture).
- 4- L'entrée en matière :** Indispensable, elle permet de créer le lien. « Cher/Chère monsieur/madame » pour quelqu'un que vous ne connaissez pas (pour une recherche de stage, par exemple) ou « Bonjour », plus informel (pour un enseignant). Vous pouvez également commencer par le prénom de la personne, si elle vous est proche.
- 5- Les fautes d'orthographe :** Il y a des fautes dans tous les mails, mais cela n'est pas une fatalité. Plus le mail aura de l'importance et plus elles seront impardonnables. Deux options s'offrent à vous : vous relire, faire un copié/collé sous un logiciel de traitement de texte ou vous faire relire !
- 6- La pièce jointe :** La pièce jointe doit avoir un nom qui signifie quelque chose pour votre interlocuteur. Par exemple CV.pdf ou CRTP-V12.doc n'est pas adapté. CV_Jacques_Durand.pdf ou CRTP_SolangeVoisin.doc est mieux.

Vous avez oublié la pièce jointe ? Ce sont des choses qui arrivent. Le plus simple est de s'en rendre compte rapidement et d'envoyer un mail d'excuse en spécifiant dans l'objet que la pièce jointe est maintenant ajoutée.
- 7- La ponctuation et le smiley :** Ils sont à utiliser avec parcimonie, la ponctuation a un sens. Le ton que vous utilisez sur votre mail peut être mal perçu si vous utilisez les points d'exclamations à outrance ou des majuscules (vous avez l'air de crier). Quant au smiley, il est à proscrire ou à réserver uniquement à vos collègues proches. Attention cependant au transfert de votre message. Vos écrits peuvent également vous décrédibiliser.
- 8- La longueur du mail:** Attention au mail trop long, vous ne serez pas lu et les informations que vous donnez ne seront ni comprises ni traitées. Un mail, un message. Pour autant, évitez les abréviations.
- 9- La formule de politesse :** Indispensable, elle permet de laisser une bonne impression. « Bien à vous » ou « (Bien) Cordialement ». « Sincères salutations » est plus formel.
- 10- La signature :** La fin de votre mail doit comporter votre nom complet en signature.
- 11- Relisez votre message** avant de l'envoyer.

Logique mathématique

Quelques éléments pour raisonner avec logique

La logique est la discipline – dont les bases ont été jetées par Aristote – permettant de comprendre ce qu'est un raisonnement, et en particulier de savoir si un raisonnement est juste ou faux. Elle est donc un prérequis essentiel à de nombreuses disciplines, telles que les mathématiques, l'informatique, la philosophie ou encore la rhétorique.

Ce document constitue une petite introduction informelle à la logique, en particulier sous l'angle mathématique. Attention, il ne s'agit en aucun cas d'un exposé rigoureux des fondements de la logique formelle.

1. Proposition

Définition 1 (Proposition). Une proposition est un énoncé déclaratif dont on peut dire s'il est vrai ou s'il est faux, indépendamment de tout contexte de lieu, de temps, ou de personne qui le prononce. Un énoncé qui est à la fois vrai et faux n'est pas une proposition.

Remarque : en mathématiques une proposition est dite vraie si elle est démontrable.

2. Les connecteurs logiques

A partir d'une ou plusieurs propositions, on peut créer de nouvelles propositions à l'aide de connecteurs logiques.

Définition 2. (Négation, « non »). La négation d'une proposition est une proposition qui est vraie si celle-ci est fautive et vice-versa. Elle peut se traduire par « non », « il est faux que ... », « ne ... pas ».

Exemple : (a) Le facteur n'est pas passé ce matin.
(b) Il est faux que nous soyons des privilégiés.

Définition 3. (Conjonction, « et »). La conjonction de deux propositions est une proposition qui est vraie si les deux propositions sont simultanément vraies. Elle est fautive dès que l'une au moins des deux propositions est fautive. Elle peut se traduire par « et », « mais », « bien que ».

Exemples : (a) Céline est un grand écrivain mais c'est un personnage controversé.
(b) Son point de vue est intéressant bien que je ne le partage pas.
(c) $n \in \mathbb{N} : (n \in \mathbb{Z}) \text{ et } (n \geq 0)$.

Définition 4. (Disjonction, « ou »). La disjonction de deux propositions est une proposition qui est vraie dès que l'une au moins des deux propositions est vraie. Elle est fautive si les deux propositions sont simultanément fautes. Elle peut se traduire par « ou », « à moins que », « quoique ». Attention, il s'agit du « ou inclusif », c'est-à-dire que p et q peuvent être toutes deux vraies dans le cas où p ou q est vraie.

Exemples : (a) Ce médicament peut provoquer des troubles de l'équilibre ou de la vue.
(b) Simon viendra à moins qu'il soit malade.
(c) $n \in \mathbb{Z} : (n \geq 0) \text{ ou } (n \leq 0)$.

Définition 5. (Implication, « si ... alors »). Si p et q sont deux propositions, alors l'implication « si p alors q » est une proposition qui est vraie si p est faux, ou bien si p et q sont simultanément vrais. Cette implication est fautive uniquement si p est vraie et q est fautive.

L'implication est à la base du raisonnement mathématique. En partant d'une proposition P , une démonstration aboutit à un résultat Q : si cette démonstration est faite sans erreur, alors P implique Q est vraie et on notera $P \implies Q$ (ce qui signifie que si P est vraie alors Q est vraie). Dans ce cas, on dit que P est une condition suffisante pour Q , et Q est une condition nécessaire pour P .

Exemples : (a) Fais de bonnes études, tu auras un bon travail.

(b) Si Jupin a de bons avocats alors il n'ira pas en prison.

(c) $(n \in \mathbb{N}) \implies (n \geq 0)$.

L'implication est transitive : c'est-à-dire que si p implique q et q implique r , alors p implique r :

$(p \implies q) \text{ et } (q \implies r) \implies (p \implies r)$

Exemples :

(a) Les deux implications « Si Jean avait été là, le fusil n'aurait pas été chargé » et « Si le fusil n'avait pas été chargé, Martin ne serait pas mort » donnent « Si Jean avait été là, Martin ne serait pas mort ».

(b) $(X = a \implies Y = b) \text{ et } (Y = b \implies Z = c) \implies (X = a \implies Z = c)$.

Définition 6. (Equivalence, « si et seulement si »). Si p et q sont des propositions, l'équivalence de p et q , notée $p \Leftrightarrow q$, est vraie uniquement si p implique q et q implique p . L'équivalence peut se traduire par « p si et seulement si q », ce qui signifie « p si q » et « p seulement si q ».

En langage mathématique, si $P \Leftrightarrow Q$ est vraie on dit que P et Q sont équivalentes.

Exemples : (a) Nous irons à la plage sauf s'il pleut.

(b) $(n \in \mathbb{N}) \Leftrightarrow (n \in \mathbb{Z}) \text{ et } (n \geq 0)$.

4. Equivalences

Associativité :

$(p \text{ ou } q) \text{ ou } r \Leftrightarrow p \text{ ou } (q \text{ ou } r)$

$(p \text{ et } q) \text{ et } r \Leftrightarrow p \text{ et } (q \text{ et } r)$

Commutativité :

$p \text{ ou } q \Leftrightarrow q \text{ ou } p$

$p \text{ et } q \Leftrightarrow q \text{ et } p$

Distributivité :

$(p \text{ ou } q) \text{ et } r \Leftrightarrow (p \text{ et } r) \text{ ou } (q \text{ et } r)$

$(p \text{ et } q) \text{ ou } r \Leftrightarrow (p \text{ ou } r) \text{ et } (q \text{ ou } r)$

Négation d'une négation : $\text{non}(\text{non } p) \Leftrightarrow p$

Négation d'une conjonction : $\text{non}(p \text{ et } q) \Leftrightarrow (\text{non } p) \text{ ou } (\text{non } q)$

Exemples :

(a) La négation de « la vie est belle mais elle est courte » est « la vie n'est pas belle à moins qu'elle

ne soit pas courte ».

(b) La négation de $(x \geq 0)$ et $(y \leq 0)$ est $(x < 0)$ ou $(y > 0)$.

Négation d'une disjonction : $\text{non}(p \text{ ou } q) \Leftrightarrow (\text{non } p) \text{ et } (\text{non } q)$

Exemples :

(a) La négation de « Un homme doit être beau ou intelligent » est « Un homme ne doit être ni beau ni intelligent. ».

(b) La négation de $(x \geq 0)$ ou $(y \leq 0)$ est $(x < 0)$ et $(y > 0)$.

Equivalence entre une implication et sa contraposée : $(p \Rightarrow q) \Leftrightarrow (\text{non } q \Rightarrow \text{non } p)$

Exemples :

(a) La proposition « S'il n'y a pas d'essence dans le réservoir de la voiture, cette dernière ne démarre pas » implique sa contraposée. « La voiture démarre donc il y a de l'essence dans le réservoir de la voiture ». De même, la proposition « Si la voiture démarre alors il y a de l'essence dans le réservoir de la voiture » implique sa contraposée « Il n'y a pas d'essence dans le réservoir de la voiture, donc cette dernière ne démarre pas. »

(b) $(X \geq a \Rightarrow Y \geq b) \Leftrightarrow (Y < b \Rightarrow X < a)$

5. Quelques types de démonstrations

Modus Ponens

Il s'agit du type de démonstration la plus courante, correspondant à la déduction naturelle :

$$(p \text{ et } (p \Rightarrow q)) \Rightarrow q.$$

Un exemple classique : Tout homme est mortel. Socrate est un homme. Donc Socrate est mortel.

Contraposition ou Modus tollens

Il s'agit d'utiliser l'équivalence : $(p \Rightarrow q) \Leftrightarrow (\text{non } q \Rightarrow \text{non } p)$. Il est parfois plus facile de démontrer la contraposée d'un théorème plutôt que le sens direct.

Raisonnement par l'absurde

Ce type de démonstration consiste, pour démontrer une proposition p , à montrer que $\text{non } p$ est faux. Elle repose sur l'équivalence suivante : $(\text{non } p \Rightarrow \text{Faux}) \Leftrightarrow p$.

Raisonner avec logique

1 Logique mathématique

Exercice 1. Compléter les pointillés par le connecteur logique qui s'impose : car, donc.

1. $x \in \mathbb{R} \quad x^2 = 4 \dots\dots x = 2$;
2. $z \in \mathbb{C} \quad z = \bar{z} \dots\dots z \in \mathbb{R}$;
3. $x \in \mathbb{R} \quad x = \pi \dots\dots e^{2ix} = 1$;

Compléter maintenant les mêmes pointillés par \Rightarrow , \Leftarrow , \Leftrightarrow .

Exercice 2. Ecrire à l'aide de quantificateurs les propositions suivantes :

1. Le carré de tout réel est positif.
2. Certains réels sont strictement supérieurs à leur carré.
3. Aucun entier n'est supérieur à tous les autres.
4. Tous les réels ne sont pas des quotients d'entier.
5. Il existe un entier multiple de tous les autres.
6. Entre deux réels distincts, il existe un rationnel.
7. Etant donné trois réels, il y en a au moins deux de même signe.

Exercice 3. Ecrire la négation des propositions suivantes :

3. Pour tout $\epsilon > 0$, il existe $q \in \mathbb{Q}^{*+}$ tel que $0 < q < \epsilon$;
4. Pour tout $x \in \mathbb{R}$, on a $x^2 \geq 0$.

Exercice 4. Soit P, Q et R des propositions. Dans chacun des cas suivants, les propositions citées sont-elles la négation l'une de l'autre ?

1. $(P \text{ et } Q)$; $(\text{non } P \text{ et non } Q)$;
2. $(P \text{ ou } Q)$; $(\text{non } P \text{ et non } Q)$;
3. $(P \Rightarrow Q)$; $(\text{non } P \Rightarrow \text{non } Q)$.

Exercice 5. Soient f, g deux fonctions de \mathbb{R} dans \mathbb{R} . Traduire en termes de quantificateurs les expressions suivantes :

1. f est majorée;
2. f est bornée;
3. f est paire;
4. f est impaire;
5. f ne s'annule jamais;
6. f est périodique;
7. f est croissante;
8. f est strictement décroissante;
9. f n'est pas la fonction nulle;
10. f n'a jamais les mêmes valeurs en deux points distincts;
11. f atteint toutes les valeurs de \mathbb{N} .

Exercice 6. Le but de cet exercice est de définir par contraposition la propriété P suivante pour

- $n \geq 2, n \in \mathbb{N}$:
- P : Si l'entier $(n^2 - 1)$ n'est pas divisible par 8, alors l'entier n est pair.

1. Définir la contraposée d'une implication $A \Rightarrow B$, A et B représentant des assertions.
2. Ecrire la contraposée de la proposition P .
3. Démontrer qu'un entier impair n s'écrit sous la forme $n = 4k + r$, avec $k \in \mathbb{N}$ et $r \in \{1, 3\}$.
4. Prouver alors la contraposée de P .
5. A-t-on démontré la propriété de l'énoncé ?

Exercice 7. Soit n un entier naturel. On se donne $n + 1$ réels $x_0 \leq x_1 \leq \dots \leq x_n$ de $[0, 1]$. On veut montrer par l'absurde la propriété P suivante :

P : Il y a deux de ces réels qui sont distants de moins de $\frac{1}{n}$.

1. Ecrire à l'aide de quantificateurs et des valeurs $x_i - x_{i-1}$ une formule logique équivalente à la propriété P .
2. Ecrire la négation de cette formule logique.
3. Rédiger une démonstration par l'absurde de la propriété.

Exercice 8. Considérons les deux affirmations suivantes :

- \mathcal{P}_1 « Les basketteurs de ce tournoi mesurent tous au moins deux mètres. »
- \mathcal{P}_2 « Un au moins de ces basketteurs fait plus de 2,40 m. »

1. En notant B l'ensemble des basketteurs du tournoi et $T(x)$ la taille du basketteur x , réécrire ces deux propositions sous forme mathématique en utilisant les quantificateurs \exists et \forall .
2. Donner leurs négations.
3. Ecrire la proposition \mathcal{P}_1 à l'aide d'une implication. En donner une forme équivalente à l'aide d'une disjonction et vérifier qu'elle est bien équivalente à celle donnée en 1).

2 Formaliser : le langage propositionnel

Exercice 9. On considère un langage avec une constante **moi** (la personne qui parle, "je") et une constante **légumes** qui représente l'aliment correspondant, et deux relations binaires **mange** et **aime** : **mange**(p, a) représente la propriété "p mange a", et **aime**(p, a) représente la propriété "p aime a".

1. Donner des formules logiques qui correspondent aux expressions suivantes :
 - (a) J'aime tout ce que je mange.
 - (b) Il y a des choses que je n'aime pas mais que je mange quand-même.
 - (c) Ceux qui n'aiment pas les légumes ne mangent rien.
 - (d) Si tout le monde accepte de manger quelque chose qu'il n'aime pas alors je mange des légumes.
2. Exprimer sous forme de phrase en langage naturel les propriétés correspondant aux formules suivantes :
 - (a) $\forall x, \exists y, \text{ aime}(x, y)$ et $\text{ mange}(x, y)$
 - (b) $\exists y, \forall x, \text{ aime}(x, y)$ et $\text{ mange}(x, y)$

Exercice 10. On considère un langage avec une constante **moi** (la personne qui parle, "je"), une relation unaire et trois relations binaires :

- **triste**(x) : x est triste ;
- **pense**(x, y) : la personne x pense à y (y pouvant être une personne, un objet ou une pensée) ;

- $\text{dit}(x,y)$: la personne x dit y ;
- $x=y$: x et y sont égaux.

1. Donner des formules logiques qui correspondent aux expressions suivantes :

- (a) Je ne dis jamais ce que je pense.
- (b) Lorsque toutes mes pensées sont tristes, je me tais.
- (c) Je ne dis jamais rien de triste, sauf si je le pense.
- (d) Je ne peux pas penser à deux choses à la fois.

2. Exprimer sous forme de phrase en langage naturel les propriétés correspondant aux formules suivantes :

- (a) $\forall x, \text{pense}(x, \text{moi}) \Rightarrow \text{pense}(\text{moi}, x)$
- (b) $\forall x, \text{pense}(\text{moi}, x)$ et $\text{triste}(x) \Rightarrow \text{non}(\text{dit}(\text{moi}, x))$
- (c) $\forall x, \exists y, \text{pense}(x, y)$ et $\text{non}(\text{dit}(x, y))$
- (d) $\exists y, \forall x, \text{pense}(x, y)$ et $\text{non}(\text{dit}(x, y))$

3 Le langage propositionnel pour y voir plus clair

Exercice 11. Ecrire la négation des propositions suivantes, en s'aidant si nécessaire d'une formalisation en langage propositionnel :

1. Toutes les voitures sont rouges ;
2. Il existe un mouton écossais dont au moins un côté est noir ;
3. Dans toutes les écuries, tous les chevaux sont blancs ;
4. Tout étudiant se réveille au moins un jour par semaine avant 8h ;
5. Dans toutes les prisons tous les détenus détestent tous les gardiens ;
6. Tous les habitants de la rue du Havre qui ont les yeux bleus gagneront au loto et prendront leur retraite avant 50 ans.

Exercice 12. Ecrire la négation des propositions suivantes, en s'aidant si nécessaire d'une formalisation en langage propositionnel (P : Pierre aime Marie ; Q : Marie aime Pierre) :

1. Pierre et Marie s'aiment l'un l'autre.
2. Pierre et Marie ne s'aiment ni l'un ni l'autre.
3. Pierre aime Marie, mais Marie ne lui rend pas.
4. Il est faux que Marie aime Pierre et n'en soit pas aimée.
5. Pierre est aimé de Marie, mais il est faux que Pierre et Marie s'aiment mutuellement.
6. Marie n'est pas aimée de Pierre ou elle ne l'aime pas.
7. Il est faux que Pierre soit aimé de Marie et Marie de Pierre.
8. Il est faux que Marie aime Pierre ou qu'elle en soit aimée.

Exercice 13. Les raisonnements suivants sont-ils valides ? Si nécessaire, traduire les énoncés en formules propositionnelles.

1. Si les poules ont des dents, alors les poules sont des mammifères. Or les poules ne sont pas des mammifères. Donc les poules n'ont pas de dents.
2. Pour que Pierre réussisse le cours de logique, il est nécessaire et suffisant que premièrement, il assiste au cours, que, deuxièmement il cesse de bavarder avec sa voisine, et, finalement qu'il écoute le professeur. Mais s'il écoute le professeur, c'est qu'il assiste au cours et qu'il cesse de bavarder avec sa voisine. Donc, il est nécessaire et suffisant que Pierre écoute le professeur pour qu'il réussisse le cours de logique.

3. Si Pierre vient à la fête, alors Marie est triste. Si Marie est triste, Jean ne vient pas à la fête. Mais si Jean ne vient pas à la fête, Pierre ne vient pas non plus. Donc Pierre ne vient pas à la fête.

Exercice 14. Un homme qui semble divaguer déclare à toute la clientèle d'un café :

- (i) Le jour où je ne bois pas et où je dors, je ne suis pas content.
- (ii) Le jour où je bois, je ne suis pas content et je dors.
- (iii) Le jour où je ne mange pas, ou bien je ne suis pas content, ou bien je dors ou les deux.
- (iv) Le jour où je mange, ou bien je suis content, ou bien je bois ou les deux.
- (v) Aujourd'hui, je suis content.

Questions :

1. Introduire des variables propositionnelles pour représenter les principales notions et donner les formules correspondantes à chacune des affirmations précédentes.
2. On considère que toutes les affirmations précédentes sont vraies.
 - (a) Par raisonnement élémentaire à partir de ces affirmations, montrer qu'il n'a pas bu.
 - (b) Répondre en les justifiant par un raisonnement ou une table de vérité aux questions suivantes : a-t-il mangé ? a-t-il dormi ?

Exercice 15. *Attention aux implicites de l'esprit !*

Ce raisonnement vous semble-t-il logiquement valide ?

L'accusé n'a pu se rendre coupable du crime [C] que s'il était à New-York à 18 heures le 1er janvier [N]. Mais il a été établi qu'il était à ce moment-là à Washington [W]. Donc il n'est pas coupable du crime.

Mettez-le en formule. Vous semble-t-il logiquement valide maintenant ? Si non, que faut-il rajouter pour qu'il le soit ?

4 Trouver l'erreur

Exercice 16. Pourquoi les raisonnements suivants ne sont-ils pas logiquement valides ?

- *Ou vous êtes pour la guerre en Irak, ou vous êtes pour les terroristes. George W. Bush.*
- *On m'a dit « Si tu ne manges pas ta soupe, tu finiras en prison », or je mange ma soupe, donc je n'irai pas en prison.*
- *Nous ouvrons aujourd'hui le procès d'un ignoble meurtrier.*
- Une célèbre publicité de la Française des Jeux «100% des gagnants auront tenté leur chance.» était basée sur le raisonnement suivant : Tous ceux qui ont gagné ont joué. Donc si tu joues, tu gagnes.
- *Le Figaro du 28/01/10 présente en une le titre « 9 Français sur 10 pour une réduction des dépenses publiques »*

L'article fait référence à un sondage de l'IFOP et indique que «pour faire face à la situation actuelle (crise économique, déficits publics élevés) 92% des personnes interrogées privilégient de réduire les dépenses de l'État et celles des collectivités locales (villes, départements, régions)». En consultant les détails de ce sondage sur le site de l'IFP, on constate que la question a été formulée de la façon suivante :

« Pour faire face à la situation actuelle (crise économique, déficits publics élevés) quelle solution faut-il selon-vous privilégier ? »

1/ « Réduire les dépenses de l'État et celles des collectivités locales (villes, départements, régions) »,

2/ « Augmenter les prélèvements obligatoires (impôts locaux, impôts sur le revenu) ».

5 Prêts pour résoudre des énigmes !

Exercice 17. Un voyageur perdu dans le désert arrive à une bifurcation à partir de laquelle sa piste se sépare en deux. Chaque piste peut soit mener à une oasis, soit se perdre dans un désert profond. Chaque piste est gardée par un sphinx. Les données du problème sont les suivantes :

A. Le sphinx de droite dit : "Une au moins des deux pistes conduit à un oasis".

B. Le sphinx de gauche dit : "La piste de droite se perd dans le désert".

C. Soit les deux sphinx disent la vérité, soit ils mentent tous les deux.

Le voyageur aimerait bien savoir s'il y a un oasis au bout de l'un des deux chemins et si oui, quelle direction prendre.

Questions :

1. Introduire deux variables propositionnelles pour modéliser le problème et traduire les trois données en formules propositionnelles.
2. Résoudre l'énigme en justifiant la réponse.

Exercice 18. Une femme qui cherche un mari présente à ses prétendants 3 coffres numérotés de 1 à 3. Un seul de ces coffres contient son portrait qu'il faut découvrir. Chaque coffre comporte une inscription :

A. Le portrait est dans ce coffre.

B. Le portrait n'est pas dans ce coffre.

C. Le portrait n'est pas dans le coffre 1.

Sachant qu'une seule de ces inscriptions est vraie, en déduire dans quel coffre est caché le portrait.

Exercice 19. Un habitant X se tient à l'embranchement de deux routes. Une des deux routes va vers Paris (route gauche ou route droite). X est soit menteur (systématiquement), soit sincère (systématiquement), et ne répond que par oui ou par non. Quelle question peut-on poser à X pour déterminer la route conduisant à la capitale ?

Indication : Si P est " X dit la vérité" et Q est "la route de gauche va à Paris", construire une formule φ sur $\{P, Q\}$ telle que la réponse de X à la question " φ est-elle vraie ?" est oui ssi Q est vraie.

Exercice 20. Les trois personnes X, Y, Z sont assises à une table. X dit la vérité, Y ment, Z est lunatique. Les personnes ne répondent que par oui ou par non. Poser deux questions à ces personnes de façon à en déduire qui est X , qui est Y et qui est Z . La première question peut être posée aux trois personnes.

Préparer une présentation orale

Préparation d'un exposé sur un texte

- Lire le texte au moins deux fois, une fois rapidement pour comprendre l'histoire du texte et une fois avec un surligneur et un brouillon pour les points importants.
- Choisir deux ou trois idées (celles que l'on souhaite voir retenues par l'auditoire)
- Faire un plan avec introduction et conclusion :
 - ✓ L'introduction précise la problématique : de quoi ça parle ?
 - ✓ Le développement tente d'y répondre, éventuellement en sélectionnant quelques exemples.
 - ✓ la conclusion donne le bilan (rappel des idées principales).
- Répéter l'exposé (en se chronométrant pour respecter le temps imparti) – le texte aura pu être écrit auparavant mais il ne doit pas être lu lors de la présentation.
- Avant la présentation, s'assurer du matériel disponible (tableau, craie, table, rétroprojecteur...).

Les supports visuels

Vous devez utiliser des supports visuels pour votre exposé :

- ✓ Ne pas faire des diapositives trop chargées, bien choisir ses figures pour illustrer les propos que l'on a choisis
- ✓ Pour la première séance, les diapositives sont fournies, ce sont simplement les images de l'article.

Incompréhension du texte ...

- ✓ **Rechercher la cause** : à quoi est-elle due ?
 - ✓ à moi : méconnaissances...
 - ✓ à l'autre : langage...
 - ✓ je ne sais pas ?
- **Comment l'aborder ?** Rechercher l'essentiel !
Négliger les détails trop complexes lors de la première lecture.

Classer, structurer : qu'y-a-t-il dans ce texte, le critiquer, que peut-on en retirer ?

Faire des choix, décider de n'aborder qu'un aspect ou une partie. Relier le texte à mes connaissances.
- **Répondre aux questions** : de quoi ce texte parle-t-il ? Quels sont les points clefs ?
- **Quelles sont les définitions, les unités de mesure, les ordres de grandeurs?**

Présentation orale

- **Maîtrise du temps.** Au moment où l'on commence à parler, on doit être assuré que l'exposé ne dépassera pas le temps imparti. Une montre posée sur une table permet quelques vérifications.
- **Avoir en vue le plan détaillé**

Elaboré auparavant, si possible sur un recto de feuille. Une consultation en cours d'exposé peut être nécessaire et, surtout, savoir que ceci est possible est rassurant.

- **Annoncer le titre et le plan**
Sur un transparent, ou les écrire au tableau. Avant de parler, regarder l'auditoire (tout l'auditoire).
- **Soigner l'introduction**
Quelles sont les questions posées ? Ou se situe l'intérêt ? Quel est point de vue adopté ? Il peut être utile de savoir par cœur les premières phrases de l'exposé.
- **Respecter le plan annoncé**
- **Indiquer de temps en temps où l'on en est du plan suivi, en s'aidant des titres des transparents**
- **Rechercher la clarté**
Suivre le fil conducteur. Insister sur les notions peu connues. Utiliser les supports visuels.
- **Se mettre à la place de l'auditoire**
L'auditoire voit l'écran, le tableau et l'orateur. Il peut être utile d'utiliser un pointeur ou une baguette, ce qui permet de se déplacer et de faire qqs gestes.
- **Regarder l'auditoire**
Le plus souvent possible...c'est-à-dire ne pas lui tourner le dos pour parler uniquement à l'écran ou au tableau...Guetter les réactions de l'auditoire. Insister sur les qqs idées que l'on veut faire passer.
- **Captez l'attention des examinateurs** ; par la voix, le regard, les gestes, en restant sobre. Parlez simplement, avec des phrases courtes. Il ne s'agit pas de dire la maximum de choses dans le minimum de temps ! Parlez suffisamment fort et naturellement.
- **Conclure**
...après avoir vérifié le temps encore disponible...

Notation et barème

Structure Introduction, Plan, Conclusion

Maitrise du temps Répartition du temps, Dépassement du temps imparti

Clarté Explication claire de chaque notion abordée, Plan explicité

Support Choix des figures, Esthétique de la présentation, Utilisation des figures pendant l'exposé

Attitude Tenue, Regard, Parler Fort, distinctement, Rythme de l'exposé

Fond Pertinence, Choix du message