



Projet expérimental et numérique

L'objectif du projet expérimental et numérique est de se confronter à la pratique d'une démarche scientifique expérimentale (utilisation de matériel, analyse, etc.). Ce livret vous guide chacune des étapes, de l'organisation du projet à l'analyse et la présentation des résultats.



Méthode Comment m'organiser pour élaborer mon projet ? p. 248

Technique Comment choisir un capteur adapté à mon projet ? p. 249

Méthode Comment présenter mes résultats ? p. 250

Projets Quelques exemples de projets de A à Z p. 251

À découvrir dans
votre manuel de 1^{re}

1 Par où commencer ?

Qu'est-ce que le projet expérimental et numérique ?

Il s'agit d'un projet de recherche mené individuellement ou en groupe autour d'un sujet scientifique et qui doit inclure obligatoirement une mesure. C'est l'occasion de mener un vrai travail de recherche en réalisant des manipulations et de découvrir les méthodes à la base de la démarche scientifique. C'est aussi l'opportunité d'explorer un sujet qui vous intéresse et que vous voulez découvrir davantage !

Combien de temps ?

Le projet est prévu pour durer environ douze heures au total, des débuts de la réflexion à la présentation.

Le mot-clé dans la réalisation d'un projet, c'est l'OR-GA-NI-SA-TION !

Mais concrètement, que faut-il faire ? Pas de panique, voici un petit guide !

Trouver un sujet pour votre projet

Pour certains, le thème du projet est évident. Pour d'autres, les idées viennent moins facilement. Quelques astuces pour trouver votre sujet d'étude :

- cherchez du côté de vos centres d'intérêt pour trouver un sujet qui vous motive !
- ne vous censurez pas : dans un premier temps, tout sujet est bon à prendre, vous réfléchirez ensuite à la faisabilité du projet ;

- accordez-vous du temps pour réfléchir et discutez-en avec vos proches, ils pourront certainement vous aider !

Pour vous aider à trouver l'inspiration, voici un nuage de mots constitué à partir d'idées d'élèves :

MOLÉCULES LUMIÈRE JEU VIDÉO
CHIMIE MER CALCULS MUSIQUE PROGRAMMATION
INSECTES CUISINE MICROSCOPE PLANÈTES
ORDINATEUR POISSONS PLANTES SPORT FORÊT

Travail en groupe ou travail individuel

Vaut-il mieux travailler seul ou en groupe ? Posons la question à deux élèves :



Manon : « Je préfère travailler toute seule parce qu'ainsi je ne dépends de personne et je peux contrôler chaque aspect du projet. Je peux y arriver parce que je peux fournir une plus grande quantité de travail toute seule et que je suis organisée et indépendante. »

Si, comme Manon, vous voulez travailler seul(e), n'oubliez pas que cela veut dire plus de travail.



Tao, Selim et Lydia : « Nous avons choisi de travailler en trinôme parce que cela divise notre charge de travail individuelle et que nous aimons le travail d'équipe. Nous nous connaissons bien, nous savons communiquer et nous répartir le travail entre nous. »

Si, comme Tao, Selim et Lydia, vous voulez travailler en équipe, pensez qu'il faudra bien assurer votre part du travail et communiquer avec les autres membres du groupe. Choisissez des personnes avec qui vous êtes sûr(e) de vouloir travailler.

On commence par quoi ?

Devez-vous commencer par former un groupe ou par trouver un sujet ? En fait, cela dépend de ce qui est le plus important pour vous : est-ce de travailler avec quelqu'un en particulier ou de travailler sur le sujet qui vous passionne ?

À vous de voir !

À vous de jouer !

Trouver une idée de thème

[LLS.fr/ES1P249](https://lls.fr/ES1P249)

Vous avez trouvé une idée de thème ou vous en cherchez encore une ? Allez faire un tour sur notre page dédiée : « Idées de thèmes » !

À découvrir dans votre manuel de 1^{re}

Mettre en place un planning pour votre projet

Vos professeurs vont vous communiquer une date à laquelle votre projet doit être rendu, présenté ou abouti. Il va falloir vous organiser pour que tout soit bien fini à ce moment-là. Pour cela :

1. faites une *to-do list* (liste des tâches à accomplir). Vous pouvez vous aider des deux fiches méthode p. 248 et p. 250 pour lister les différentes étapes du projet ;
2. estimez le temps nécessaire pour chaque tâche ;
3. fixez une date pour chaque étape et éventuellement des dates de travail en groupe si vous êtes en équipe ;
4. quand tout le monde est bien d'accord, notez ces dates dans votre agenda.

Conseil

Vous pouvez réaliser votre *to-do list* manuellement, ou bien avec un logiciel dédié : l'agenda de l'ENT ou les sites Wunderlist, Flask ou Taskify. N'hésitez pas non plus à utiliser les applications de notes ou les agendas de votre smartphone !

Le projet expérimental et numérique peut demander beaucoup de travail personnel à la maison. Assurez-vous de trouver les ressources mais aussi le temps nécessaire pour ce travail !

Liste des tâches types

Date 1 – Recherche du thème et de la problématique (aide : voir fiche p. 248).

Date 2 – *Brainstorming* et choix de la manipulation (aide : voir fiche p. 251).

Date 3 – Préparation du protocole de la manipulation à réaliser et liste du matériel.

Date 4 – Réalisation du protocole expérimental (aide : voir fiches p. 251 à 256).

Date 5 – Présentation des résultats (aide : voir fiche p. 257).

Date 6 – Communication des résultats (aide : voir fiche p. 260).

Exemple : la liste des tâches de Mei et Ambre

- 14/11 Mei et Ambre décident de travailler sur l'acidification des océans et trouvent une problématique.
- 21/11 Elles s'interrogent sur tous les sous-sujets possibles et décident de réaliser une mesure de pH.
- 28/11 Ambre écrit le protocole à suivre et Mei fait la liste du matériel nécessaire.
- 05/12 Toutes deux réalisent la mesure de pH.
- 12/12 Elles présentent leurs résultats sous la forme d'un histogramme.
- 19/12 Mei et Ambre réalisent une affiche pour présenter leurs résultats.

Le carnet de bord

Il s'agit du document dans lequel vous écrirez votre avancée, séance après séance. Vous pouvez prendre une page pour chaque séance et y faire figurer les éléments suivants : la date, le compte-rendu de ce que vous avez fait, vos conclusions, vos remarques, ce qui est prévu pour la prochaine fois, le matériel à préparer, la bibliographie, etc.

Conseil

Vous pouvez utiliser un cahier ou un document de traitement de texte pour votre carnet de bord, mais il existe aussi des outils numériques collaboratifs pour travailler à plusieurs, comme : Framapad, Padlet ou Google Drive.

Date : 21/11
Aujourd'hui : comme nous allons travailler sur l'acidification des océans, nous pensons que nous allons mesurer une acidité. Nous en avons parlé avec la prof et elle nous a dit que nous devons mesurer un pH.
Travail à la maison : en apprendre plus sur le pH en regardant dans un manuel de terminale et sur Internet.
La prochaine fois : trouver un protocole pour mesurer un pH et faire la liste du matériel nécessaire.

Exemple : extrait du carnet de bord de Mei et Ambre.

2 La démarche scientifique

Une démarche scientifique est la suite d'étapes qu'utilisent les chercheurs pour trouver la solution à une problématique posée. Votre projet expérimental et numérique doit suivre cette démarche. Suivez le guide !

LA MÉTHODE PAS À PAS



FORMULATION D'UNE PROBLÉMATIQUE

C'est un questionnement scientifique.

Un conseil...

Une problématique est une question ouverte, cela veut dire qu'il n'est pas possible d'y répondre par « oui » ou par « non ».

Des exemples avec le projet expérimental d'Adel et Jade

Quel est l'impact de l'obscurité sur la croissance des plantes ?
Et non : « Est-ce que l'obscurité empêche la croissance des plantes ? »

ÉMISSION D'HYPOTHÈSES

Ce sont des réponses possibles à la problématique. Pour chaque hypothèse, précisez la conséquence vérifiable (CV), c'est-à-dire ce que l'on devrait observer pour valider l'hypothèse.

Il faut essayer d'en proposer au moins deux ou trois. Même si vous pensez qu'elles sont fausses, écrivez-les quand même !

1 - L'obscurité favorise la croissance des plantes.
CV : des plantes placées à l'obscurité croissent plus vite qu'à la lumière.

2 - L'obscurité limite la croissance des plantes.
CV : des plantes placées à l'obscurité croissent moins vite qu'à la lumière.

PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL

C'est une stratégie utilisant du matériel pour tester expérimentalement les hypothèses.

Il est conseillé de réaliser un brainstorming pour trouver des idées. Internet peut ici aussi être un bon allié ! Allez voir page 251.

Jade et Adel élaborent un protocole au cours duquel ils font pousser des plantes à la lumière et à l'obscurité, et mesurent régulièrement leur taille pour évaluer leur croissance.

De nombreuses possibilités existent. Il faut choisir la plus pertinente. N'hésitez pas à en essayer plusieurs ! Trouvez votre bonheur pages 257 et 258.

PRÉSENTATION DE RÉSULTATS

C'est un mode de présentation des résultats obtenus afin de les rendre analysables.

Cela vous demandera des recherches... Prévoyez le temps nécessaire ! De l'aide vous attend page 259 !

Les mesures de plantes au cours de plusieurs semaines sont présentées dans un tableau mais, pour les rendre plus parlantes, Adel et Jade décident d'en faire un graphique.

ANALYSE DES RÉSULTATS

Ce sont les informations qui peuvent être tirées des résultats, formulées afin de répondre à la problématique.

Vous noterez ici que l'hypothèse finalement validée n'est pas une des deux hypothèses de départ ! Il peut y avoir des surprises... et parfois d'autres expériences seront nécessaires pour conclure !

Adel et Jade valident une nouvelle hypothèse qu'ils n'avaient pas envisagée : « L'obscurité favorise dans un premier temps le développement des plantes puis le limite » et font des recherches pour expliquer cela. Ils découvrent qu'en absence de lumière les tiges croissent (étiolement), ce qui permet la recherche de lumière en hauteur. Au bout d'un certain temps, la croissance s'arrête et la plante meurt, faute de ressources pour sa nutrition.

3 De l'idée à l'expérience

Le brainstorming est une étape essentielle du travail à effectuer.

Il permet de trouver naturellement une problématique dans laquelle s'inscrit une expérience. Cela vous permettra d'avoir une idée qui plaît à l'ensemble du groupe et vous évitera d'avoir un sujet trop vague qui se limiterait à une recherche documentaire.

Il ne faut pas hésiter à interagir un maximum sur les idées de chacun et faire preuve d'originalité. Toutes les idées sont bonnes et les diverses étapes du *brainstorming* vous permettront d'en éliminer certaines.

Méthodologie

L'ensemble de cette réflexion peut se faire sous la forme d'une carte mentale. Celle-ci peut être plus ou moins large, il ne faut pas vous restreindre dans vos idées.

1. Une idée séduisante. La première étape est de trouver une idée qui plaît à l'ensemble du groupe. Elle peut traiter d'une actualité ou d'un projet d'avenir.

2. Des mots spontanés. Il faut ensuite spontanément associer un maximum de mots en lien avec l'idée initiale.

3. Un paramètre. Il faut désormais essayer de trouver un ou plusieurs paramètres, ou notions vues en classe, qui se rapprochent au maximum de chaque mot.

4. Un capteur associé. Pour terminer, il faut si possible associer à chaque paramètre un capteur qui permet de l'évaluer ou de le calculer.

Une fois cette étape accomplie, il vous suffit d'associer votre paramètre à votre idée afin de formuler une problématique.

Une carte mentale pour un projet sur Mars

À partir de cette carte mentale on peut trouver plusieurs problématiques dans lesquelles s'inscrit une expérience comme :

1. combien de panneaux solaires seraient nécessaires à une colonisation sur Mars ?

Expérience : déterminer la puissance électrique d'un panneau solaire à l'aide d'un multimètre.

2. les plantes peuvent-elles réellement apporter le dioxygène nécessaire à une mission sur Mars ?

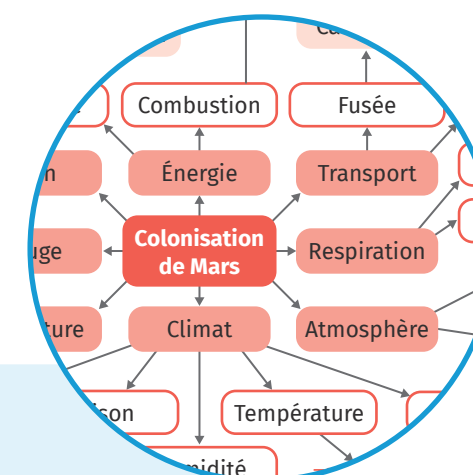
Expérience : déterminer la quantité de dioxygène libérée par une plante grâce à une sonde oxymétrique.

À vous de jouer !

Entraînez-vous à faire un *brainstorming* sur l'un des thèmes suivants : fabrication d'un parfum, soin du cancer, consommation de drogue, cuisine moléculaire, fonctionnement d'un instrument de musique. Pour cela, vous pouvez utiliser @framindmap.

Numérique

Connectez-vous sur lelivrescolaire.fr pour retrouver un exemple de carte mentale complète sur le projet Mars ainsi qu'une vidéo sur la démarche scientifique. [LLS.fr/ES1P251](https://lls.fr/ES1P251)



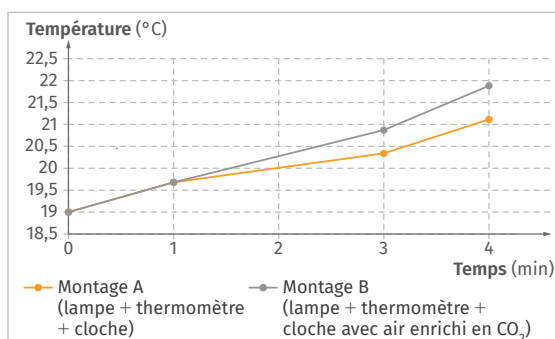
4 Le thermomètre à la loupe

Fiche d'identité

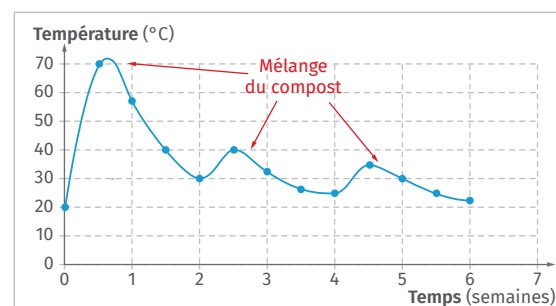
Le thermomètre	
Grandeurs mesurées	Température
Unités	degré Celsius (°C) ; degré Fahrenheit (°F) ; kelvin (K)
Principe de fonctionnement	Le thermomètre fonctionne sur le principe de la dilatation des liquides. Les différentes sondes thermométriques convertissent une température en une grandeur électrique (tension ou résistance).
Incertitude	Incertitude due à la précision de la graduation ou à la sensibilité de la sonde.



Exemples d'utilisation



Évolution de la température dans deux montages. Ronan étudie l'effet de serre. Ces résultats montrent que la présence de CO₂ favorise l'augmentation de la température.



Évolution de la température dans le tas de compost. Carla étudie le compost. Ces résultats montrent que le mélange du compost diminue sa température.

Déjà vu

- Le thermomètre en SVT et PC.
- Quand ?** Cette année, dans la partie « L'histoire de l'âge de la Terre ».
- Pourquoi ?** Pour identifier diverses théories impliquées dans la controverse scientifique de l'âge de la Terre. Vous avez pu analyser l'intérêt de mesurer des vitesses de refroidissement.

Instant maths

Conversions :

$$T(^{\circ}\text{C}) = \frac{T(^{\circ}\text{F}) - 32}{1,8}$$

$$T(^{\circ}\text{C}) = T(\text{K}) + 273,15$$

À vous de jouer !

Proposez une problématique et une manipulation utilisant le thermomètre :

- sur le thème « Température et exercice physique » (SVT) ;
- sur le thème « Isolation thermique dans l'habitat » (PC).

Autres idées d'utilisation

- Mesurer l'évolution de la température dans une ruche.
- Mesurer la température du réfectoire en fonction de la fréquentation.
- Mesurer la température d'ébullition de différents liquides ou d'un même liquide à différentes pressions.
- Mesurer l'évolution de la température dans un jardin pendant 24 h.
- Mesurer l'effet de la température sur l'activité d'une enzyme (amylase).

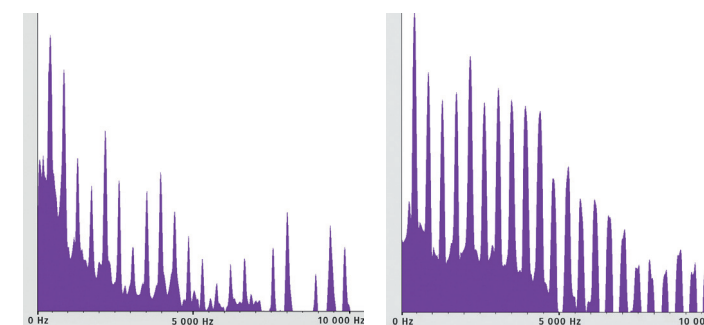
5 Un capteur et un instrument de mesure audio à la loupe

Fiche d'identité

Les capteurs audio	
Grandeurs mesurées	Niveau d'intensité sonore ; intensité sonore ; fréquence
Unités	Décibel (dB) ; watt par mètre carré (W·m ⁻²) ; Hertz (Hz)
Principe de fonctionnement	Il existe différents instruments de mesure, le sonomètre par exemple. Certains capteurs tels que les microphones peuvent être reliés à un oscilloscope afin de déterminer la fréquence d'un son ou encore d'en étudier le spectre sonore grâce à des logiciels gratuits tels que Audacity.
Incertitude	Elle dépend du type de capteur utilisé. Incertitude fixée par le constructeur (sonomètre) ou bien incertitude de lecture graphique (spectre sonore).



Exemples d'utilisation



Spectre sonore d'un *la* (octave 3) réalisé par Farrah avec une guitare (à gauche) puis un violon (à droite). On peut analyser le timbre de différents instruments de musique jouant une même note.

Déjà vu

- Le capteur audio en SVT et PC.
- Quand ?** Cette année, dans la partie « Son et musique, porteurs d'information ».
- Pourquoi ?** Pour identifier et analyser les différentes composantes qui caractérisent un son, quel que soit l'émetteur. Et pouvoir de la même manière produire un son.

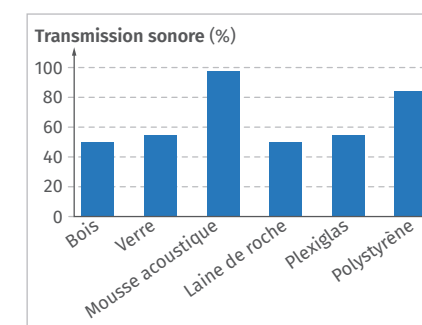


Diagramme à barres d'une isolation acoustique. Ce diagramme réalisé par Pierre-Alain nous donne le pourcentage d'intensité sonore à 40 kHz transmise à travers différents types de matériaux. On en déduit la matière à choisir pour isoler une pièce du bruit.

À vous de jouer !

Proposez une problématique et une manipulation autour du son :

- sur le thème « Reconnaissance vocale » (PC) ;
- sur le thème « Chants d'oiseaux en période de reproduction » (SVT).

Autres idées d'utilisation

- Mesurer l'évolution du niveau d'intensité sonore en fonction du nombre de personnes dans une pièce.
- Étudier le lien entre la longueur d'une corde de guitare et la note jouée.
- Comparer les instruments électroniques aux instruments traditionnels.

Numérique

Connectez-vous sur lelivrescolaire.fr pour une initiation au montage d'un son. LLS.fr/ES1P253

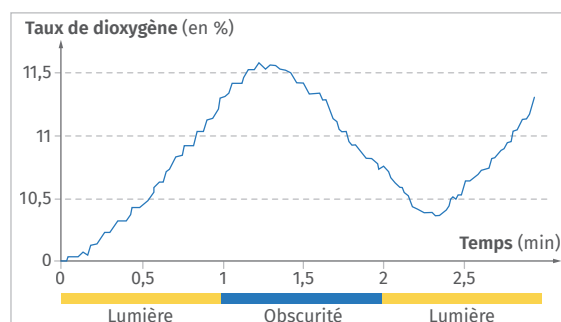
6 La sonde oxymétrique à la loupe

Fiche d'identité

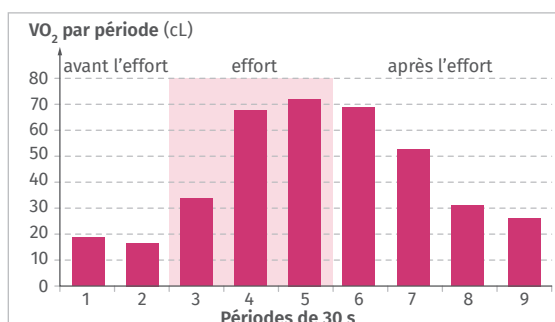
La sonde oxymétrique	
Grandeurs mesurées	Concentration en dioxygène
Unités	Mol·L ⁻¹ ou g·L ⁻¹
Principe de fonctionnement	La sonde oxymétrique comporte une anode et une cathode entre lesquelles est maintenue une tension. Cette dernière transforme le dioxygène dissous dans la solution en ions, ce qui forme un courant proportionnel à la concentration en O₂ .
Incertitude	Incertitude due à la dégradation de la sonde, à son étalonnage , à la température et à l' agitation du milieu .



Exemples d'utilisation



► Évolution de la concentration en O₂ dans une solution contenant des algues. Sara souhaite ainsi montrer que ces végétaux réalisent à la lumière une réaction produisant de l'O₂.



► Consommation d'O₂ (VO₂) au repos et à l'effort. Matthew et Delphine veulent montrer que l'effort physique augmente la consommation d'O₂ en comparant sa concentration entre dans l'air inspiré et expiré.

Déjà vu

- La sonde oxymétrique en SVT.
- **Quand ?** En 2^{de}, en SVT, partie « Le métabolisme des cellules ».
- **Pourquoi ?** Pour caractériser des réactions du métabolisme. Vous avez alors peut-être utilisé un dispositif ExAO pour mesurer une concentration en O₂ !

Conseil

- La concentration en O₂ peut aussi être déterminée par mesure de l'absorbance avec un spectrophotomètre. C'est sur ce principe que repose l'outil médical nommé « oxymètre de pouls ». C'est un sujet de projet intéressant !

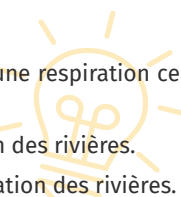
À vous de jouer !

Proposez une problématique et une manipulation utilisant la sonde oxymétrique :

- sur le thème « O₂ et respiration cellulaire chez des animaux » (SVT) ;
- sur le thème « Consommation du dioxygène lors d'une combustion » (PC).

Autres idées d'utilisation

- Mesurer l'évolution de la concentration d'O₂ lors d'une respiration cellulaire de végétaux (fruits, feuilles, racines, etc.).
- Mesurer l'impact de la température sur l'oxygénation des rivières.
- Mesurer l'impact de la force du courant sur l'oxygénation des rivières.
- Modéliser la formation des fers rubanés océaniques lors de l'oxygénation de l'océan primitif.



Technique

Vous pouvez aussi découvrir une mesure en temps réel avec une sonde oxymétrique. [LLS.fr/ES1P254](https://lls.fr/ES1P254)

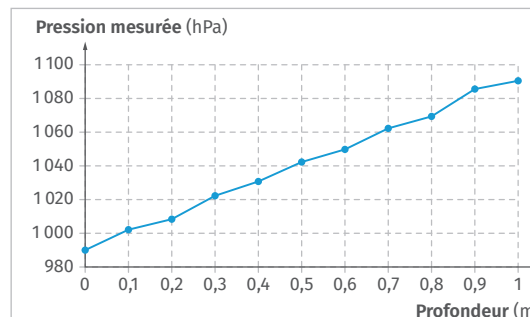
7 Le manomètre à la loupe

Fiche d'identité

Le manomètre	
Grandeurs mesurées	Pression
Unités	Pascal (Pa) ; millimètre de mercure (mmHg) ; atmosphère (atm), bar (bar) 1 atm = 101 325 Pa = 1 013,25 hPa = 760 mmHg ≈ 1 bar
Principe de fonctionnement	Appelé aussi manomètre , ce capteur reçoit le fluide et déplace un élément mobile du dispositif proportionnellement à la pression.
Incertitude	Incertitude due à la graduation pour les capteurs à aiguille ou incertitude fixée par le constructeur pour les capteurs électroniques.



Exemple d'utilisation



► Graphique réalisé par Françoise et Paul reliant la pression à la profondeur dans l'eau. Connaître la pression en profondeur est une information essentielle pour un plongeur.

Autres idées d'utilisation

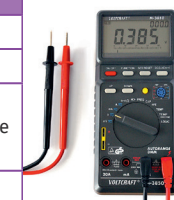
- Déterminer la pression atmosphérique en altitude.
- Prévoir la météo à partir d'une variation de pression.



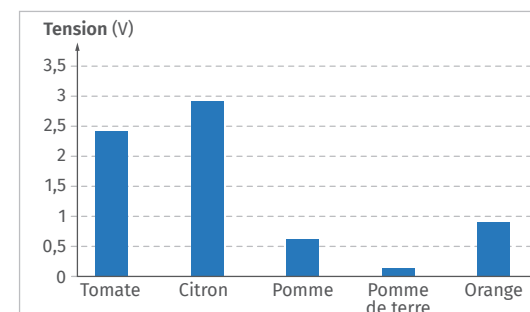
8 Le multimètre à la loupe

Fiche d'identité

Le multimètre	
Grandeurs mesurées	Tension ; intensité ; résistance
Unités	Volt (V) ; ampère (A) ; ohm (Ω)
Principe de fonctionnement	En mode voltmètre , le multimètre doit toujours être placé en dérivation dans un circuit. En mode ampèremètre il est placé en série et, en mode ohmmètre , la mesure de la résistance d'un dipôle doit se faire hors circuit .
Incertitude	Incertitude digitale fixée par le constructeur pour les capteurs électroniques.



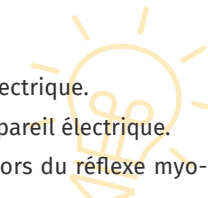
Exemple d'utilisation



► Pile végétale. À l'aide de 2 électrodes (cuivre et zinc), Yoann et Arnaud mesurent la tension générée par chaque fruit ou légume.

Autres idées d'utilisation

- Déterminer le meilleur isolant électrique.
- Déterminer la puissance d'un appareil électrique.
- Mesurer la tension musculaire lors du réflexe myotatique.



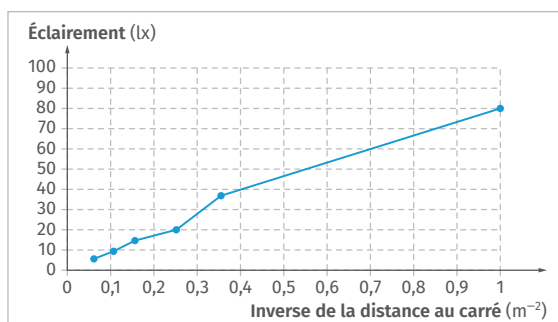
9 Le luxmètre à la loupe

Fiche d'identité

Luxmètre	
Grandeurs mesurées	L'éclairement
Unités	Lux (lx)
Principe de fonctionnement	Le luxmètre permet de déterminer la quantité de photons reçue par unité de surface. Il fonctionne généralement grâce à des cellules photovoltaïques qui génèrent un courant électrique converti en lux.
Incertitude	Incertitude fixée par le constructeur de l'appareil.



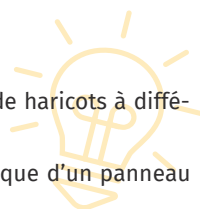
Exemplé d'utilisation



► Graphique réalisé par Sirine et Ouiem reliant la distance à la source lumineuse. On peut faire un lien avec l'énergie lumineuse reçue par des astres à différentes distances du Soleil.

Autres idées d'utilisation

- Étude de la croissance de plants de haricots à différentes intensités lumineuses.
- Estimation le rendement énergétique d'un panneau solaire.



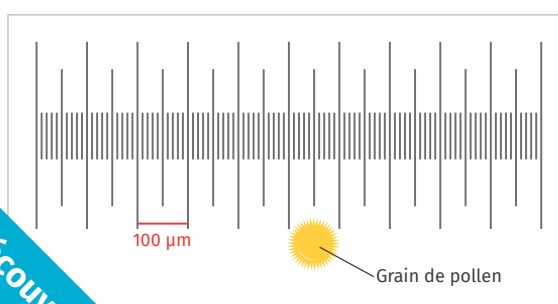
10 Le microscope à la loupe

Fiche d'identité

Le microscope	
Grandeurs mesurées	Nombre d'unités (comptage) ; taille
Unités	Sans unité ; mètre (m)
Principe de fonctionnement	Par un jeu de lentilles et de lumière, l'objet (une très mince préparation coincée entre lame et lamelle) forme une image agrandie sur la rétine de l'observateur. Un comptage ou une mesure de la dimension peuvent alors être réalisés. Des lames spéciales peuvent faciliter la mesure directe : graduée, Kova ou Malassez.
Incertitude	Incertitude due à la précision de la graduation ou au pouvoir de résolution .



Exemplé d'utilisation



► Observation microscopique d'un grain de pollen. Samy utilise une lame graduée pour mesurer la taille du grain.

Autres idées d'utilisation

- Comparer la taille de différents cristaux.
- Réaliser un comptage du nombre de stomates sur les deux faces d'une feuille.



11 Présenter des résultats

Une fois la mesure réalisée, il faut encore présenter les résultats obtenus. C'est une étape capitale car le mode de représentation choisi vous permettra de mettre en valeur vos données, pour ensuite les analyser puis les communiquer.

► **Comme vous allez utiliser un capteur ou un instrument de mesure pour mesurer une grandeur, vous obtiendrez des données chiffrées. Que faire avec ces données ?**

Choisir un mode de présentation des résultats

Relever des données de façon synthétique



Présenter des données comparées

En comparant des entités



En visualisant la contribution de différents paramètres à un tout



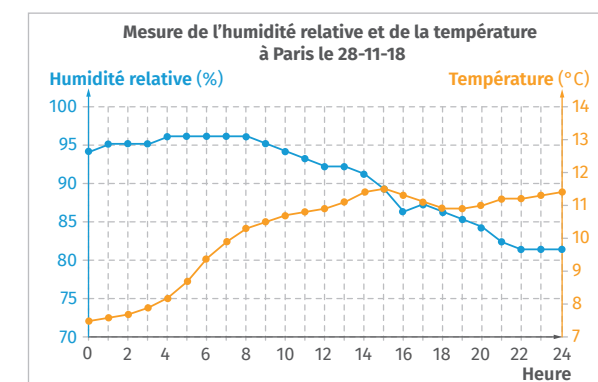
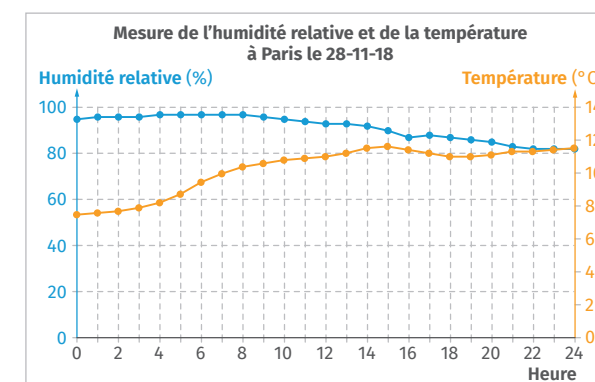
Rendre compte d'une évolution



Présenter des résultats sous forme de courbe

Maria et Harun travaillent sur la météo à Paris. Ils cherchent à montrer qu'il existe des variations de certaines grandeurs au cours de la journée. Ils ont effectué des relevés de taux d'humidité de l'air et de température pendant 24 h grâce à un capteur hygrométrique et à un thermomètre. Le tableur-grapheur (LibreOffice Calc, Microsoft Excel ou Regressi) permet de représenter des graphiques avec un ou deux axes.

► **Selon vous, la courbe est-elle un mode de représentation adapté ? Si oui, quel graphique en courbe faut-il choisir et pourquoi ?**



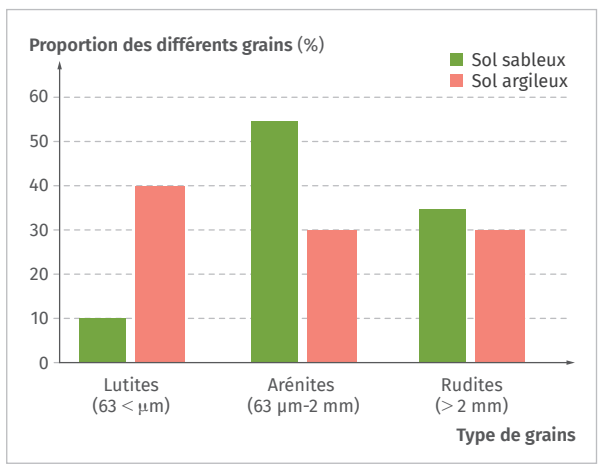
► Courbes obtenues à partir des données de Maria et Harun. La courbe bleue correspond à l'humidité relative et la jaune à la température.

Présenter des résultats sous forme de diagramme

Olivia, Ikrame et Antoine travaillent sur la composition de différents types de sols. Ils ont passé des échantillons de sol dans des tamis pour séparer les grains selon leur taille et ont relevé la proportion (en volume) de chaque fraction dans un tableau.

Ils veulent présenter leurs données sous la forme d'un diagramme, qui est un outil de communication très visuel et simplifié, mais Antoine et Olivia ne sont pas d'accord sur le diagramme à choisir :

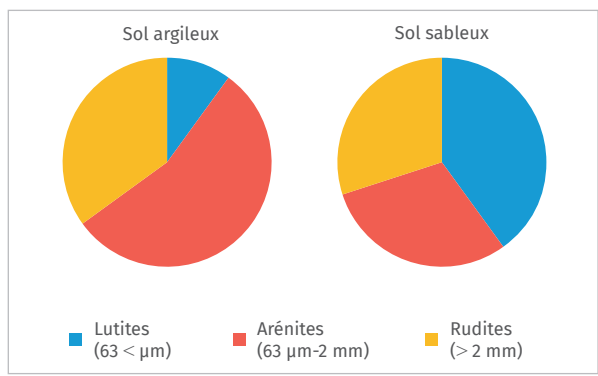
- le diagramme à barres permet ici une comparaison plus facile entre les deux types de sols, pour chaque type de grain ;



Grains \ Sols	Sableux	Argileux
Lutites (< 63 µm)	10 %	40 %
Arénites (63 µm-2 mm)	55 %	30 %
Rudites (> 2 mm)	35 %	30 %

Tableau des données brutes obtenues par Olivia, Ikrame et Antoine.

- le diagramme à secteurs offre une meilleure visibilité de la proportion de chaque type de grain dans chaque sol.



Pour les aider à trancher, Ikrame précise que « le plus important, c'est de voir qu'il y a plus d'arénites (sables) dans le sol sableux et plus de lutites (argiles) dans le sol argileux ».

Selon vous, quel diagramme devrait être choisi ici ?

À vous de jouer !

Voici quelques exemples de données brutes. À vous de proposer le mode de représentation le plus adapté et de le réaliser avec un tableur-grapheur !

Minéral \ Roche	Péridotite	Gabbro
Olivine	70	20
Pyroxène	30	35
Feldspath	0	45

Proportion (en %) en différents minéraux dans deux roches magmatiques.

État \ Lycéen	Julien	Léo
Au repos	0,5	0,5
Effort modéré	0,8	0,9
Effort intense	1,3	1,5

Volumes courants (volume d'air inspiré et expiré en litres) chez deux lycéens.

Jour du mois de novembre 2018	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Conc. de pollution aux particules PM 10 en Seine-Saint-Denis	29	48	32	31	44	64	57	59	34	31	48

Conc. de pollution de l'air en Seine-Saint-Denis.

12 Analyser des résultats

Le résultat d'une expérience ou d'une mesure est une étape très attendue dans un projet scientifique car il permet de répondre à la problématique.

Cependant, ce résultat n'a de sens que s'il est mis en perspective avec la qualité de la mesure faite ou celle du matériel utilisé. On utilise alors pour cela la notion d'incertitude de mesure.

Ensemble de mesures

Certaines expériences peuvent se répéter et amener à N de valeurs obtenues. On pourra donc obtenir une valeur moyenne et une incertitude associée, telles que :

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_N}{N} = \frac{\sum_i X_i}{N} \quad \delta x = \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$$

La valeur moyenne ou l'écart type peuvent s'obtenir à l'aide d'un ordinateur ou d'une calculatrice.

Test	n°1	n°2	n°3	n°4	n°5	n°6	n°7	n°8
Valeur (m)	3,5	3,7	4,2	3,3	2,9	3,8	3,5	3,1

Exemple avec une longueur :

$$\bar{L} = 3,5 \text{ m} ; \sigma = 0,384 \text{ m} ; \Delta L = 0,222 \text{ m}$$
$$L = 3,5 \pm 0,2 \text{ m}$$

Incertitude d'une mesure

Lors d'une mesure, on peut encadrer le résultat entre 2 valeurs $x_{\min}$ et $x_{\max}$.

On a une valeur moyenne : $\bar{X} = \frac{x_{\max} + x_{\min}}{2}$.

On obtiendra une incertitude maximale : $\Delta X = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{2}$.

Et une incertitude type : $\delta x = \frac{\Delta x}{\sqrt{3}}$.

Exemple avec un volume :

Mesure : $20,90 \leq V \leq 21,00 \text{ mL}$.

$$\bar{V} = \frac{21,00 + 20,90}{2} = 20,95 \text{ mL}$$

$$\Delta V = \frac{21,00 - 20,90}{2} = 0,05 \text{ mL}$$

$$\delta V = \frac{0,05}{\sqrt{3}} = 0,0289 \text{ mL, alors : } V = 20,95 \pm 0,03 \text{ mL}$$

Modélisation d'une série de données

La modélisation permet de passer d'une série de mesures à un modèle mathématique afin de traduire le comportement d'ensemble du phénomène étudié. On peut par exemple vérifier la linéarité d'une série de points expérimentaux. Pour cela, on peut faire usage de tableurs libres

de droits comme LibreOffice, ou d'un logiciel dédié aux sciences expérimentales tel que Régressi (gratuit), ou encore programmer en Python un code de traitement de données.

Utilisez notre Labo Python sur [LLS.fr/python](https://lls.fr/python)

À prendre en compte dans l'analyse d'un résultat

- Montrez que vous savez faire preuve d'esprit critique : n'hésitez pas à discuter vos résultats et à parler des autres expériences que vous auriez pu faire !
- Une hypothèse est validée si la valeur théorique est proche de la valeur expérimentale.
- Un témoin permet de valider votre manipulation. En utilisant un seul facteur variant, il permet de montrer l'effet de ce facteur.
- L'intervalle d'incertitude de la mesure rend compte de la qualité d'une manipulation ou du matériel utilisé. Plus l'incertitude est faible, plus la valeur expérimentale est précise et le travail de qualité.
- Une valeur expérimentale fautive ou aberrante ne doit pas arrêter votre projet. Il faut analyser les raisons de cette erreur afin de trouver des solutions pour réduire ces sources d'erreurs.

13 Communiquer des résultats scientifiques

Une fois vos résultats obtenus et analysés, il faut les communiquer. Cette étape finale de votre projet est très importante. Plus vos données seront bien mises en valeur, plus elles auront d'impact !

Que ce soit sous la forme d'un rapport, d'une bande dessinée ou d'une vidéo, de nombreux modes de communication des résultats existent. Voici quelques conseils pour bien mettre vos données en valeur !

Communiquersousformeécrite



Le rapport de projet

Description. Un rapport pour présenter sobrement vos résultats, vos analyses et votre conclusion.

- + Plus de détails
- + Répartition du travail facile
- × Très classique

Conseils. Prenez des notes tout au long de votre projet : vous n'aurez plus qu'à les mettre en forme lors de la rédaction du rapport. Incluez des images pour rendre le tout plus visuel.



L'affiche infographie

Description. Une affiche conçue sur ordinateur.

- + Simplicité et concision
- + Travail artistique
- × Manque de détails

Conseils. Concevez d'abord votre croquis d'affiche au brouillon en sélectionnant uniquement les idées essentielles. Puis utilisez une application comme Adobe Spark ou un site comme Piktochart pour concevoir votre infographie.



La bande dessinée

Description. Une BD réalisée à la main pour donner vie à vos données.

- + Originalité
- + Travail artistique
- × Manque de détails

Conseils. Commencez par imaginer une histoire en lien avec vos résultats. Réalisez un synopsis puis tracez les cadres et lancez-vous !

Communiquersousformeorale



La capsule vidéo

Description. Une courte vidéo dans laquelle vous expliquez vos résultats.

- + Dynamique et ludique
- + Diffusion facilitée
- × Travail de montage

Conseils. Concevez le scénario et les dialogues à l'écrit. Filmez les différentes séquences avec l'appareil photo ou une autre application : YouTube, Adobe Spark, Tellagami ou... puis assurez le montage.



L'exposé

Description. Une présentation orale devant les professeurs ou la classe.

- + Interactivité
- + La marque de votre personnalité sur la production
- × Les aléas du direct

Conseils. Préparez une présentation interactive avec des images pour illustrer votre propos et répétez chez vous ou devant des amis pour être au top le jour J ! Anticipez aussi les questions que l'on peut vous poser.



L'enregistrement audio

Description. Un court enregistrement de votre voix présentant vos données.

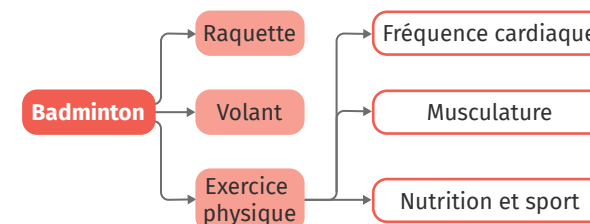
- + Format simple à réaliser
- + Simulation d'une émission de radio
- × Impossible de montrer des images

Conseils. Écrivez au brouillon tout le texte à réciter, entraînez-vous à le lire plusieurs fois, puis utilisez l'enregistreur audio d'un smartphone pour faire la captation.

1 Exemple de projet de SVT

Cyril et Damien ont l'habitude de jouer ensemble au badminton. Pour leur projet expérimental et numérique, ils ont donc décidé de trouver un sujet sur ce sport !

1. Brainstorming complet : de l'idée à l'expérience



- **Problématique** : quels sont les effets de l'exercice physique sur la fréquence cardiaque ?
- **Hypothèses** :
 - l'exercice physique fait augmenter la fréquence cardiaque ;
 - l'exercice physique n'a aucun effet sur la fréquence cardiaque.
- **Expérience** : mesure de la fréquence cardiaque avec un cardiofréquencemètre.

2. Description de la manipulation

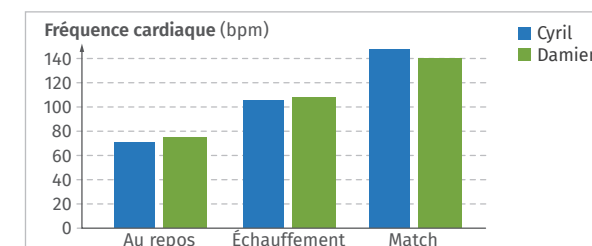
Pour tester leurs hypothèses, Cyril et Damien utilisent un **cardiofréquencemètre**, un capteur qui permet de mesurer la **fréquence cardiaque**.

Ils réalisent **trois relevés** : un au repos, un après l'échauffement et un pendant un match de badminton.



3. Présentation des résultats

Cyril et Damien ont décidé de présenter leurs résultats sous la forme d'un diagramme à barres.



4. Présentation et analyse des résultats

Ils réalisent des recherches et proposent l'analyse suivante : « Nos résultats montrent que l'exercice physique fait augmenter la fréquence cardiaque. Cette augmentation de la fréquence des battements du cœur permet d'augmenter le débit sanguin, car :

$\text{débit cardiaque} = \text{fréquence cardiaque} \times \text{volume d'éjection systolique}$

Ainsi, les organes, dont les muscles en activité sont mieux alimentés en sang et donc en dioxygène et en nutriments, permettent la réalisation de l'effort physique intense associé à un match de badminton ! »

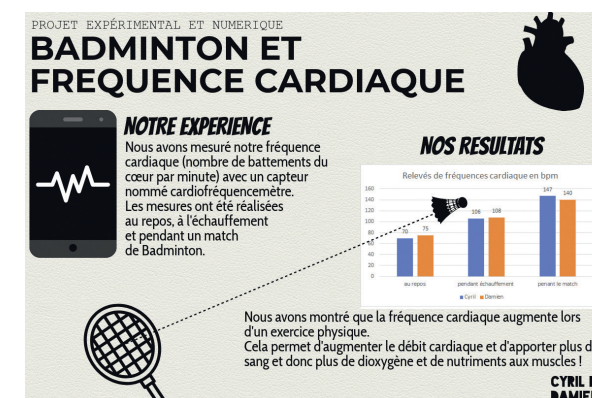
Numérique

Connectez-vous sur lelivrescolaire.fr pour retrouver la vidéo de la manipulation et cette affiche sur

[LLS.fr/ES1P261](https://lls.fr/ES1P261)

5. Communication des résultats

Cyril et Damien ont réalisé une affiche-infographie avec **@Piktochart** pour présenter leurs résultats.

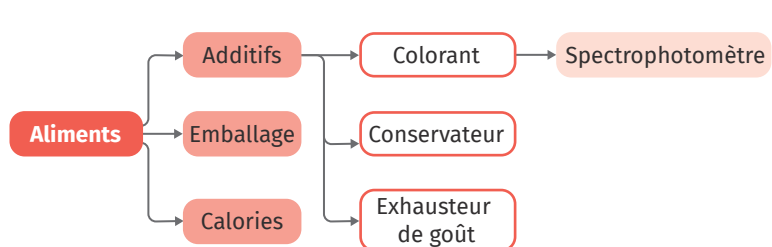


2 Exemple de projet de PC

Après avoir vu un reportage sur la santé et les additifs alimentaires, John s'interroge sur les produits qu'il consomme. Il s'aperçoit que son sirop de violette, censé être à base de plantes, contient plusieurs additifs. Il cherche des explications.



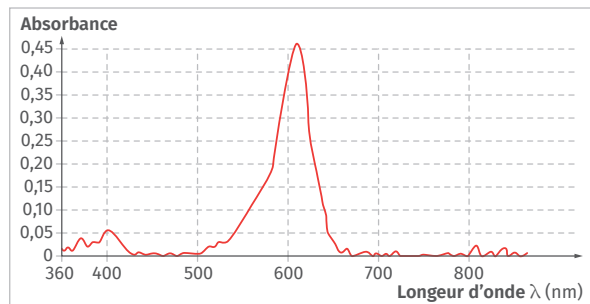
1. Brainstorming complet : de l'idée à l'expérience



- **Problématique** : les colorants alimentaires présentent-ils un danger pour la santé ?
- **Hypothèse** : la dose d'aliment coloré ingéré va déterminer la dangerosité pour ma santé.
- **Expérience** : déterminer la quantité de colorant en faisant un dosage par étalonnage à l'aide d'un spectrophotomètre.

2. Description de la manipulation

Pour étudier la quantité d'additif, il utilise un spectrophotomètre qui lui permet d'étudier l'absorbance du colorant E133 contenu dans le sirop puis, grâce à une gamme d'étalonnage, d'en déduire la concentration.



► Spectre d'absorption dans le visible du sirop de violette.

4. Analyse des résultats

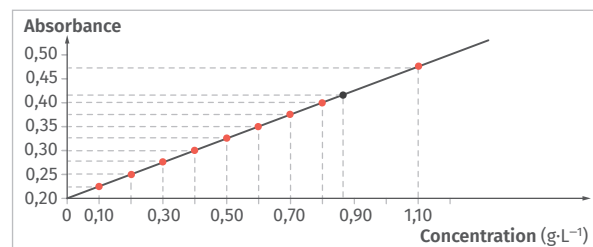
La dose journalière autorisée est de $12,5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ de masse corporelle. Grâce à la courbe d'étalonnage on trouve une concentration en E133 de $0,865 \pm 0,05 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$.

Un verre contient environ 5 cL de sirop.

Pour une personne de 50 kg, 625 mg de E133 représente environ 14,5 verres de sirop.

3. Présentation des résultats

Grâce à la gamme d'étalonnage, il peut relier l'absorbance du sirop à une concentration en additif E133 dans la bouteille.

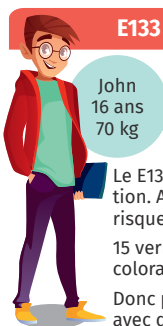


► Gamme d'étalonnage.

5. Communication des résultats

Après des recherches sur les additifs présents, il se rend compte qu'ils peuvent être dangereux selon les quantités absorbées. Il décide donc de rendre compte de ses résultats sur une affiche qu'il affichera dans le réfectoire.

E133 - Des colorants dans nos sirops



John
16 ans
70 kg



TRÈS TOXIQUE

Risques :
- cancérigène ;
- hyperactivité ;
- allergène.

Le E133 est un colorant à consommer avec modération. Au-dessus de 15 verres de sirop je prends des risques pour ma santé.

15 verres, c'est beaucoup et peu à la fois car des colorants, il y en a partout et ils s'accumulent.

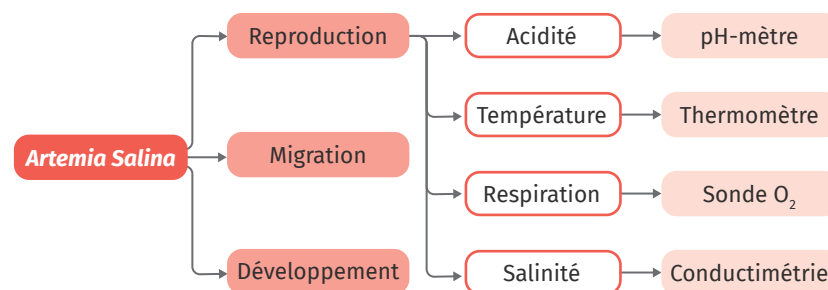
Donc pour votre santé, évitez d'ingérer trop d'aliments avec des colorants et conservateurs ajoutés.

3 Exemple de projet interdisciplinaire

M. Rose est passionné d'aquariophilie et propose à sa classe de 1^{re} de travailler sur les artémias (de petits crustacés vivant surtout dans les marais salants). Lila et Sidonie se chargent d'un projet étudiant l'impact de la salinité des eaux sur les artémias.



1. Brainstorming : de l'idée à l'expérience

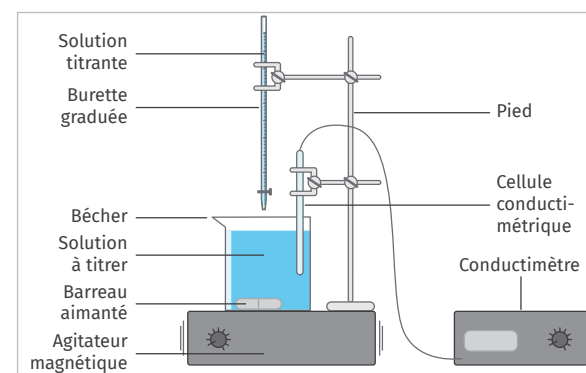


1. Quelle est l'influence du pH sur la prolifération des artémias ?
2. Quelle est l'influence de la température sur la prolifération des artémias ?
3. Quelle est l'influence de la disponibilité en dioxygène sur la prolifération des artémias ?
4. Quelle est l'influence du sel sur la prolifération des artémias ?

2. Un premier projet sur la salinité des eaux

► Manipulation

On dose les ions chlorure Cl^- présents dans le sel d'eau de mer par les ions argent Ag^+ . Grâce à une sonde conductimétrique, on mesure la conductivité de la solution.



► Analyse des résultats

Sources d'incertitude : conductimètre, lecture de V_{Ag} et lecture de V_{E} . On a, à l'équivalence, $n(\text{Ag}^+) = n(\text{Cl}^-)$, soit $C(\text{Ag}^+) \cdot V_{\text{eq}} = C(\text{Cl}^-) \cdot V(\text{Cl}^-)$ Avec $V_{\text{eq}} = 8,5 \text{ mL}$, soit :

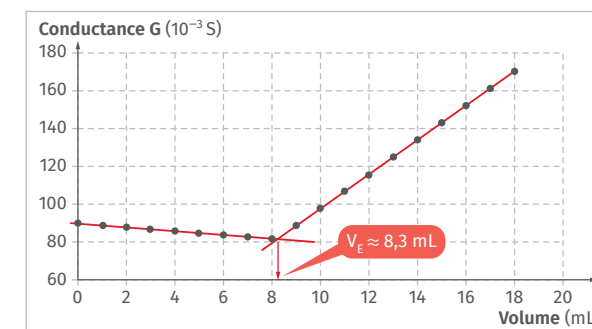
$$C(\text{Cl}^-) = \frac{C(\text{Ag}^+) \cdot V_{\text{eq}}}{V(\text{Cl}^-)}$$

$$C(\text{Cl}^-) = \frac{0,70 \times 8,5}{10} = 0,595 + 0,005 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$C_m = C(\text{Cl}^-) \cdot M(\text{NaCl}) = 0,595 \times 58,4 = 34,7 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

► Résultats obtenus

L'évolution de la conductance en fonction du volume d'ions Ag^+ versé nous donne la courbe suivante :



On peut déterminer ainsi le volume équivalent d'ions Ag^+ et donc la concentration en ions Cl^- qui correspond à la concentration en sel ($\text{Na}^+(\text{aq})$; $\text{Cl}^-(\text{aq})$).

► Communication des résultats

Les recherches de Lila et Sidonie révèlent que le développement des artémias nécessite une concentration massique minimum de $30,0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ en sel.

L'eau de mer est donc un milieu propice en termes de salinité pour les artémias.

3. Le projet de Camille et Rayan sur les artémias et la température

Camille et Rayan travaillent eux aussi sur les artémias et s'intéressent plus particulièrement à la température de leur milieu de vie.

➤ Manipulation

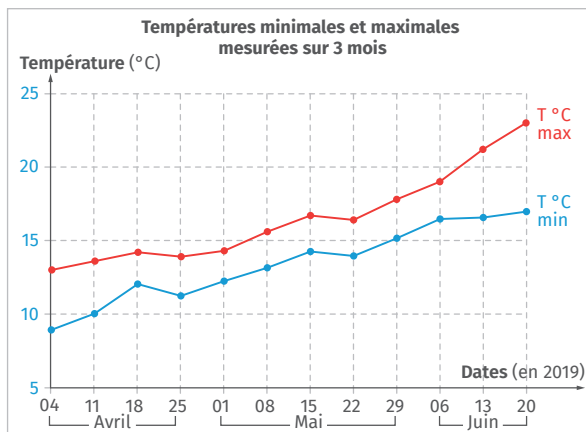
Ils réalisent des mesures de températures pendant 48 h sur un site marin.

➤ Résultats obtenus

Ils sont compilés dans un tableau puis présentés dans le graphique ci-contre.

➤ Analyse des résultats

La fiche de maintenance (document fourni à l'achat des artémias et permettant leur entretien) précise qu'une température de 10 °C à 28 °C est nécessaire. Le site étudié présente donc une température appropriée au développement des artémias.



4. Le projet de Théo et Alex sur les artémias et le pH

Théo et Alex travaillent toujours sur les artémias mais ils étudient l'acidité de l'eau (pH).

➤ Manipulation

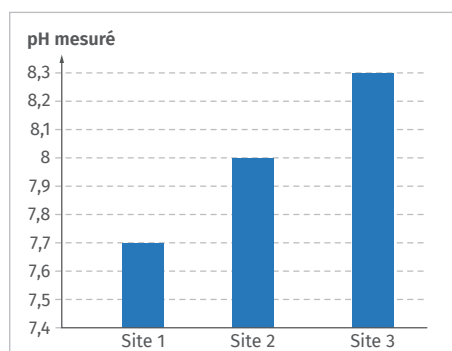
Ils réalisent des mesures de pH sur trois sites marins différents.

➤ Résultats obtenus

Ils sont corrigés dans un tableau puis présentés dans le diagramme à barres ci-contre.

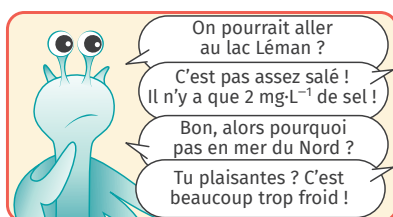
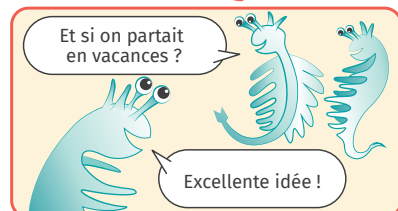
➤ Analyse des résultats

La fiche de maintenance des artémias précise qu'un pH de 7,8 à 9,5 est nécessaire à leur survie. Les sites 2 et 3 conviennent donc au développement des artémias !



Le bilan de la classe sous forme d'une bande dessinée

LES ARTÉMIAS EN VACANCES



★ À vous de jouer !

Proposez des projets interdisciplinaires autour des thèmes :

- le sol ;
- la pollution de l'eau ;
- l'alimentation.

Proposez des petits projets à faire au sein d'une même classe dans le cadre du thème « Les énergies renouvelables ».