

EXPO SCIENCES

Hydro-Québec



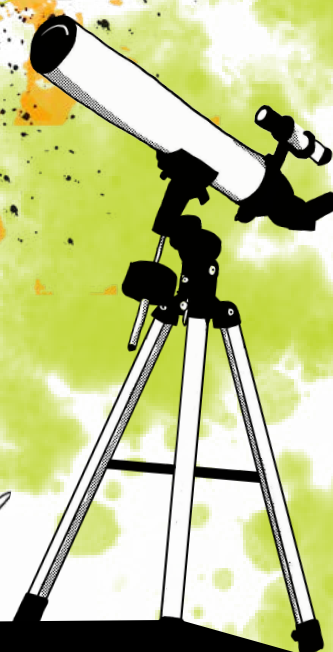
QUAND

EXPÉRIMENTER

PRIME
AVEC

EXPO-SCIENCES

ÉDITION 2020-2021



Un programme du

Partenaire présentateur



Table des matières

INTRODUCTION	1
TROUVER UNE IDÉE POUR UN PROJET EN EXPÉRIMENTATION	7
LE CAHIER DE LABORATOIRE: UN OUTIL INCONTOURNABLE!	21
METTRE AU POINT UN PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL OU PROTOCOLE DE RECHERCHE	42
DES CONSEILS POUR BIEN RÉUSSIR LES MANIPULATIONS	59
LA PRÉSENTATION ET L'ANALYSE DES RÉSULTATS	62
COMMUNIQUER LES RÉSULTATS D'UN PROJET EN EXPÉRIMENTATION	71
CRÉDITS	81



SECTION

INTRODUCTION

Un projet d'Expo-sciences est toujours une aventure hors du commun. Il permet, entre autres choses, de faire des découvertes surprenantes, d'en apprendre davantage sur un sujet et de faire des rencontres inoubliables. En plus de tout cela, un projet en expérimentation offre l'occasion de faire connaissance avec l'univers de la recherche scientifique et permet à l'élève de réaliser ses propres expériences et manipulations!

Ce qui est le plus important dans un projet en expérimentation, c'est la manière dont les résultats sont obtenus et utilisés. C'est pourquoi une **démarche scientifique*** doit être suivie pour réaliser un projet. La démarche scientifique est tout simplement une **méthode de travail simple** et **efficace** comprenant six (6) étapes :

1. Choisir un sujet et formuler une question.
2. Poser une hypothèse.
3. Planifier un protocole expérimental.
4. Réaliser les manipulations.
5. Analyser les résultats et tirer des conclusions.
6. Communiquer les résultats.

L'INDISPENSABLE

Le guide **L'Indispensable des Expo-sciences** ne porte pas ce nom sans raison! On y trouve, en plus des renseignements présents dans les prochaines pages, de nombreux autres conseils essentiels pour réaliser un bon projet d'Expo-sciences.

Consultez-le régulièrement!

* Il se peut aussi que l'expression «méthode scientifique» soit utilisée. Il s'agit simplement d'une autre façon de désigner cette méthode de travail qu'est la démarche scientifique.

1. Choisir un sujet et formuler une question

La toute première étape du parcours vers l'Expo-sciences consiste à choisir un sujet. Ce sujet doit intéresser l'élève et piquer sa curiosité. L'élève doit avoir le goût de passer les prochaines semaines en sa compagnie!

Dans le cas d'un projet en **expérimentation**, l'élève devra **formuler une question** à laquelle il devra répondre. Cette question doit refléter ce qu'il souhaite étudier. Elle doit permettre de vérifier quelque chose. C'est à partir de celle-ci que l'élève pourra réaliser la prochaine étape.

Exemple : Est-ce que les plantes peuvent améliorer la qualité de l'air d'un édifice?

LE CAHIER DE LABORATOIRE : UN OUTIL INCONTOURNABLE!

Dès qu'un élève choisit de participer à l'Expo-sciences, il est fortement suggéré qu'il se procure un cahier de notes relié qui deviendra son cahier de laboratoire. Tous les chercheurs utilisent un tel cahier et les participants aux Expo-sciences ne font pas exception!

Le cahier de laboratoire est tout simplement un cahier dans lequel l'élève inscrit TOUT ce qui se rapporte à son projet.

Le cahier de laboratoire est le témoin privilégié de la démarche entreprise par l'élève. Il le suivra donc presque partout. Le cahier risque ainsi d'être victime de quelques petits incidents : un verre d'eau renversé, des traces de boue lors d'une sortie à l'extérieur pour prélever des échantillons de sol, etc.

Consultez la section « Le cahier de laboratoire : un outil incontournable » pour obtenir plus de précision et pour voir quelques exemples d'extraits de cahiers de laboratoire à différentes étapes de la démarche scientifique.

VOICI QUELQUES CONSEILS POUR MAXIMISER L'UTILISATION DU CAHIER :

- Utiliser un cahier relié dont les pages seront numérotées à l'avance et y inscrire les renseignements avec un crayon à l'encre en notant la date.
- Ne pas enlever de pages en cours de route et n'effacer aucun renseignement. Si une erreur se glisse dans le cahier, simplement la biffer.
- Le cahier de laboratoire devient en quelque sorte la « mémoire » du projet, puisqu'il contient TOUTE l'information qui s'y rapporte : les réflexions et les questionnements, les résumés des lectures, le protocole et le matériel utilisé, les résultats et leur analyse, les tableaux et les graphiques, etc.

2. Poser une hypothèse

Lorsque la question à laquelle on souhaite répondre a été déterminée, il faudra se **documenter** une première fois sur le sujet choisi afin de poser l'hypothèse. **L'hypothèse** s'écrit sous la forme d'une affirmation qui répond à la question. En fait, il s'agit de ce que l'on croit être la bonne réponse à la question à ce stade-ci du projet.

Exemple : Une plante verte dont la surface des feuilles est de 1m² produit suffisamment d'oxygène pour améliorer la qualité de l'air d'une pièce de 30 m³.

À la suite de l'expérimentation, il faudra établir si l'hypothèse est **VRAIE** ou **FAUSSE**. Même si les résultats démontrent qu'elle est fausse, l'hypothèse ne doit pas être changée. L'hypothèse n'est qu'UNE des réponses possibles à une question. L'important, c'est la **démarche** qui permet cette conclusion. L'élève a vérifié quelque chose et il peut le démontrer à partir des résultats obtenus!

En résumé, un projet en expérimentation vérifie si la réponse à une question est vraie ou fausse. L'hypothèse est la réponse qu'il faut vérifier. C'est pourquoi elle est essentielle.

Pour trouver un sujet, formuler une question ou poser une hypothèse, la section « Trouver une idée pour un projet en expérimentation » peut fournir l'aide nécessaire. Il est conçu pour aider l'élève à cibler les sujets et les catégories de projets qui l'intéressent le plus. Il pourra le mener sur de bonnes pistes

La recherche d'information

Tout au long d'un projet d'Expo-sciences, il faut documenter le sujet, particulièrement lors de ces quatre (4) moments :

- Choisir le sujet (afin de le délimiter, de le comprendre et d'acquérir le vocabulaire).
- Poser l'hypothèse.
- Planifier le protocole.
- Analyser les résultats (afin de les comprendre et les expliquer).

Il est important de **varier les sources d'information** et de s'assurer qu'elles soient fiables et crédibles.

Il ne faut pas oublier de **prendre en note la source de l'information** consultée. Elle sera utile afin de citer correctement la provenance de l'information transmise, et ce, même lorsqu'elle est résumée dans les mots de l'élève. Le **plagiat** est formellement interdit à l'Expo-sciences et peut même mener à la disqualification.

La section « Partir à la recherche d'information » contient des conseils pour être efficace ainsi que des renseignements sur comment et où rechercher de l'information.

LES RÈGLES À RESPECTER

Il y a certaines règles à respecter lors de la réalisation d'un projet d'Expo-sciences. C'est pourquoi il est très important de lire attentivement les **règlements**, que vous pouvez consulter sur le site Web du Réseau Technoscience : technoscience.ca.

3. Planifier un Protocole expérimental

Le protocole constitue en quelque sorte l'itinéraire emprunté pour **répondre à la question**. Il sert donc à déterminer comment l'hypothèse sera vérifiée. L'élève peut commencer la planification de son protocole en se documentant sur les techniques existantes et sur les meilleures façons de faire. Puis, dans le cahier de laboratoire, déterminer et décrire le plus possible chacune des étapes à réaliser.

VOICI QUELQUES ÉLÉMENTS DONT IL FAUT TENIR COMPTE LORS DE LA PLANIFICATION DU PROTOCOLE :

- Quelles variables seront évaluées? (Les variables sont les caractéristiques à observer) Où et comment trouver le matériel nécessaire?
- Sur combien d'éléments (c'est-à-dire l'échantillon) seront effectuées les manipulations? Est-il possible de répéter le protocole plus d'une fois?
- Où seront réalisées les manipulations?
- [La supervision d'un adulte ou d'un scientifique est-elle nécessaire?]
- Comment seront compilées les données brutes? (Les données brutes sont les résultats et les observations obtenus directement lors des manipulations)

Avant d'aller plus loin, l'élève peut faire valider son protocole par son enseignant pour obtenir des commentaires et des suggestions de la part de ce dernier.

AUTORISATIONS PRÉALABLES

Il faut remplir le **formulaire A** disponible en ligne sur le site web du Réseau Technoscience **AVANT** de rassembler le matériel et de commencer l'expérimentation. Il existe des règles qui encadrent la réalisation d'expérimentation nécessitant la participation de sujets humains ou avec des animaux, des insectes, des espèces vulnérables ou menacées, du matériel biologique, etc. Dans certains cas, le projet doit être réalisé dans une institution reconnue et doit être encadré par un répondant.

Les projets nécessitant la participation de sujets humains (incluant l'exposant lui-même) doivent être approuvés par le comité provincial de l'éthique du Réseau Technoscience. Ainsi, certains projets doivent être réalisés avec un superviseur scientifique, tandis que d'autres doivent être réalisés dans une institution reconnue. Il est donc essentiel de lire attentivement les règlements pour s'assurer que le protocole y est conforme.

Pour plus de renseignements en vue de planifier le protocole, consultez la section « Mettre au point un protocole expérimental ».

À la recherche d'un mentor?

Certains projets peuvent tirer profit de la supervision d'un mentor. En fait, celui-ci peut partager son expérience avec l'élève et agir, en quelque sorte, comme un guide.

Sur le site Web du Réseau Technoscience, dans la section Mentorat, on retrouve des guides mis à la disposition des élèves, des enseignants et des mentors.

Notre système de mentorat est l'outil idéal pour faciliter les échanges entre les mentorés (élèves) et les mentors.

4. Réaliser les manipulations

L'étape tant attendue est arrivée : réaliser l'expérimentation! L'élève a déterminé son protocole, son matériel est rassemblé et il a en main toutes les autorisations nécessaires. Il peut maintenant aller de l'avant!

VOICI QUELQUES PETITS CONSEILS, À L'INTENTION DES ÉLÈVES, POUR QUE TOUT SE DÉROULE BIEN :

- Compiler, dans le cahier de laboratoire, les données brutes de chacun des essais séparément. Durant l'expérimentation, TOUT inscrire dans le cahier de laboratoire.
- Prendre en note les erreurs commises ainsi que les soupçons d'erreurs; cela permettra peut-être d'expliquer des résultats imprévus.
- Documenter l'expérimentation avec des photos ou des vidéos.
- S'il y a lieu, s'assurer de diviser son échantillon en petits groupes au hasard. Cela diminue le risque de fausser les résultats.
- Si possible, répéter la(les) expérience(s) plus d'une fois en prenant garde de conserver l'environnement constant d'une fois à l'autre.
- S'assurer que rien ne va influencer les résultats et être objectif en notant les données brutes. Et finalement : s'amuser, tout en étant attentif et rigoureux!

La section « Des conseils pour bien réussir les manipulations » peut fournir à l'élève des précisions et des suggestions supplémentaires.

5. Analyser les résultats et tirer des conclusions

Voilà que les manipulations sont terminées et des données de toutes sortes ont été amassées. Il faut maintenant comprendre et analyser tous ces résultats afin d'en tirer les bonnes conclusions. À la fin de cette étape, l'élève devrait être en mesure de déterminer :

- si l'hypothèse est vraie ou fausse;
- s'il peut répondre à la question de départ.

En premier lieu, il faut organiser les données afin qu'elles soient faciles à comprendre et qu'elles transmettent bien l'information. Pour cela, on peut les présenter sous la forme de graphiques, de diagrammes ou dans des tableaux. Ensuite, il faut comparer les résultats obtenus. Si les données s'y prêtent, des **tests statistiques** pourraient être réalisés. Pour cela, l'élève peut consulter les gens de son entourage afin d'avoir un coup de main.

Pour formuler une **conclusion**, commencer par une courte synthèse des principaux points de l'analyse

POUR ORIENTER LA RÉFLEXION ET ANALYSER LES RÉSULTATS, L'ÉLÈVE PEUT AUSSI S'INSPIRER DES QUESTIONS SUIVANTES :

- Qu'ai-je appris, observé ou trouvé d'intéressant?
- De quelle(s) façon(s) les résultats se comparent-ils à ce que j'avais prévu?
- Que puis-je conclure à partir de mes résultats?
- Quels sont les points forts et les points faibles de mon protocole?
- Quelles sont les sources d'erreurs qui ont pu influencer mes résultats?
- Est-ce que mes résultats me mènent sur des pistes qui me permettent d'émettre de nouvelles hypothèses? Est-ce qu'ils soulèvent de nouvelles questions?

ainsi que par un retour sur l'hypothèse et sur la question de départ. On peut aussi terminer en définissant les points forts et les points faibles du projet, les améliorations à y apporter ainsi que les nouvelles questions et hypothèses soulevées par les résultats. Besoin de plus de renseignements à ce sujet? Consultez la section « La présentation et l'analyse des résultats ».

6. Communiquer les résultats

La communication des résultats comprend le **rapport écrit**, la **présentation visuelle** et l'**animation du stand**. Ces trois éléments sont communs à l'ensemble des projets d'Expo-sciences. Des renseignements généraux les concernant se retrouvent dans le guide « **L'Indispensable des Expo-sciences** ». N'hésitez pas à les consulter pour avoir toute l'information nécessaire. Toutefois, les particularités qui suivent sont propres aux projets en expérimentation.

Le **rapport écrit** doit résumer la démarche scientifique suivie. Il doit donc inclure la question de départ et l'hypothèse, une synthèse du protocole et du matériel utilisé, les principaux résultats et leur analyse ainsi que la conclusion. Une bibliographie complète des sources d'information consultées doit aussi être jointe.

Il ne faut pas oublier que le rapport écrit doit respecter des règles précises de mise en pages. Consultez les règlements afin de vous assurer que le rapport y est conforme. Il doit contenir, entre autres choses, un maximum de cinq pages et les annexes doivent demeurer au stand de l'élève.

Vous pouvez également aller consulter nos «Guide de rédaction d'un rapport écrit» pour plus d'informations.

La **présentation visuelle** du stand devrait permettre à un visiteur de comprendre globalement la démarche scientifique suivie. Il faut clairement indiquer la question de départ et l'hypothèse. Il ne faut pas hésiter non plus à utiliser des éléments qui apportent de l'information utile sur le protocole, les résultats, l'analyse et la conclusion. Pour cela, l'utilisation de photos, de schémas, de graphiques ou de tableaux de données peut être appropriée. Il faut aussi s'assurer que les textes utilisés sont clairs, brefs et précis.

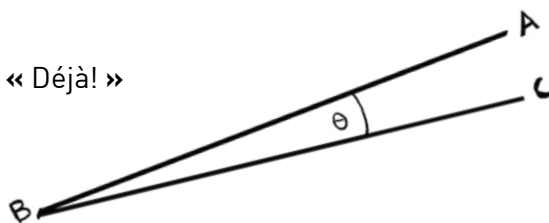
Le stand doit lui aussi respecter des règles précises (dimensions, matériel pour les affiches, autorisation de diffuser une photo, etc.). Consultez les règlements afin de s'assurer, avant la participation à une finale, que les éléments du stand y sont conformes.

L'**animation du stand** permet de présenter directement le projet aux visiteurs et aux juges. Encore une fois, il faut résumer la démarche scientifique suivie. L'utilisation des éléments affichés sur le stand pour expliquer les différentes étapes de l'expérimentation est recommandée.

La section « Communiquer les résultats d'un projet en expérimentation » fournit des précisions et des conseils sur le rapport écrit, la présentation visuelle et l'animation du stand pour un projet en expérimentation.

Un dernier petit conseil, spécialement pour les élèves : affichez votre plus beau sourire et profitez-en! Vous allez passer de merveilleux moments.

Et il y a fort à parier qu'à la fin vous vous exclamerez : « Déjà! »



SECTION

Trouver une idée pour un projet en expérimentation

La toute première étape d'un parcours vers l'Expo-sciences consiste à choisir le sujet du projet. Ce sujet doit intéresser l'élève et piquer sa curiosité : il faut que le sujet choisi lui donne le goût de passer les prochaines semaines en sa compagnie! Dans le cas d'un projet en **expérimentation**, l'élève doit **formuler une question** à laquelle il souhaite répondre. Cette question doit refléter ce qu'il veut étudier. Puis, il doit poser une **hypothèse** qui répond à la question.

Comment utiliser ce document ?

Il est possible que l'élève n'ait pas besoin de consulter ce document en entier. Il pourra alors se concentrer sur les sections pour lesquelles il aura besoin de renseignements et de conseils.

La section 1 se rapporte à la première étape de la démarche scientifique, soit *Choisir un sujet* et formuler une question, tandis que la section 2 concerne la deuxième étape, *Poser une hypothèse*.

Plus précisément, voici les thèmes abordés dans ce document :

- Dans les points 1.1 à 1.4, une méthode est proposée pour aider l'élève à identifier un sujet qui l'intéresse suffisamment pour en faire le sujet de son projet d'Expo-sciences.
- Un élève qui a déjà choisi un sujet de projet peut aller directement au point 1.5, qui explique comment formuler correctement une question pour réaliser un projet en expérimentation.
- La section 2 présente comment poser une bonne hypothèse.

L'Indispensable des Expo-sciences est un autre document où l'élève peut trouver des conseils essentiels pour réaliser un projet d'Expo-sciences. Consultez-le régulièrement!

Dès qu'un élève choisit de participer à l'Expo-sciences, il lui est fortement suggéré de se procurer un cahier de laboratoire. L'idée pour un projet d'Expo-sciences peut arriver à tout moment. Il doit donc être attentif et noter ses réflexions et ses questions au fur et à mesure dans son **cahier de laboratoire**. En fait, une réflexion ou une question qui semble anodine à première vue pourrait le mener loin. En considérant la question avec un regard nouveau quelques jours plus tard, il pourrait décider d'en faire son projet.

1. CHOISIR UN SUJET

Il y a autant de façons de choisir un sujet qu'il y a de participants à l'Expo-sciences. Ainsi, il est possible de trouver un sujet en parcourant des sites Internet qui traitent de sciences, en consultant des magazines de vulgarisation scientifique (écrits ou audiovisuels), en explorant le document « 1001 idées, des milliers de projets! » sur le site Web du Réseau Technoscience, en discutant avec les gens autour de soi, en observant son entourage, etc.

Cette section propose une méthode pour identifier un sujet qui conduira l'élève vers la réalisation d'un projet en expérimentation. Cette méthode a été conçue pour provoquer un **remue-méninges d'idées** à partir de ses intérêts et ainsi le mener sur de bonnes pistes. Il n'est donc pas obligatoire de répondre exactement à chacune des questions qui seront posées. Ainsi, même si la consigne demande

d'identifier quatre éléments, l'élève en trouvera peut-être trois ou cinq. Ce qui est important, c'est de générer des idées à partir des suggestions qui sont faites.

Pour débiter, il est suggéré à l'élève de reproduire dans son cahier de laboratoire le tableau 1 : Identification de questions pour un projet d'Expo-sciences à partir des intérêts de l'élève. Ce tableau se trouve à la fin de ce document à l'annexe 1 (présentation horizontale) et à l'annexe 2 (présentation verticale). On peut aussi l'imprimer dans le format de son choix et le coller dans le cahier de laboratoire.

Les instructions pour compléter le tableau 1 seront données dans les prochains paragraphes, à la suite de ce symbole :

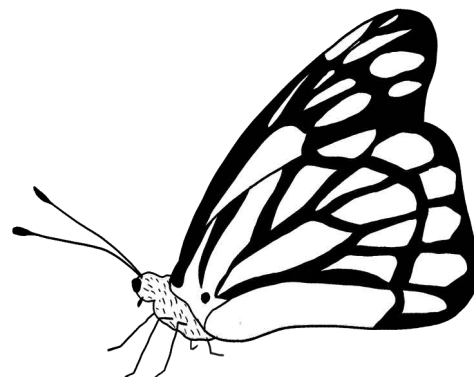
1.1 LES CATÉGORIES DE PROJETS

Cette section permet de compléter la première colonne du tableau 1.

À l'Expo-sciences, les projets sont répartis en cinq catégories :

1. Sciences biologiques et sciences de la santé
2. Sciences pures
3. Environnement et écosystèmes
4. Ingénierie, informatique et robotique
5. Sciences sociales et réseaux sociaux

L'élève peut consulter les définitions de chacune de ces catégories dans le guide « *L'Indispensable des Expo-sciences* » et choisir ensuite les trois catégories de projets les plus intéressantes selon lui.



EXEMPLES :

COMMENT REMPLIR LA PREMIÈRE COLONNE DU TABLEAU 1

Identification des questions pour un projet d'Expo-sciences à partir des intérêts de l'élève

1.1 Catégories de projets	1.2 Intérêts	1.3 Questions potentielles
Sciences biologiques et sciences de la santé	1.	
	2.	
	3.	
	4.	
	5.	
Environnement et écosystèmes	1.	
	2.	
	3.	
	4.	
	5.	
Sciences pures	1.	
	2.	
	3.	
	4.	
	5.	

1.2 CERNER SES INTÉRÊTS

CETTE SECTION PERMET À L'ÉLÈVE DE COMPLÉTER LA DEUXIÈME COLONNE DU TABLEAU 1.

Voici une série de questions et de suggestions pour aider l'élève à identifier des sujets qui correspondent à ses intérêts. Il ne faut pas oublier de noter les réponses et les réflexions qui en découleront dans le cahier de laboratoire.

- A. L'élève doit trouver de trois à cinq réponses à chacune des questions suivantes :
- Que fais-tu pour te préparer et te rendre à l'école le matin?

Exemple : Déjeuner, nourrir mon chien, me brosser les dents

- Quelles sont tes boissons, tes collations ou tes menus préférés?

Exemple : le jus de raisin, le chocolat, le spaghetti, le poulet

- Quelles sont tes matières scolaires favorites?

Exemple : les mathématiques et l'éducation physique

- Quelles sont tes activités parascolaires? Pratiques-tu un sport? Que fais-tu dans tes temps libres?

Exemple : cours de guitare, basketball, lire des bandes dessinées, jouer à des jeux vidéo

- Si tu as déjà eu un animal de compagnie, qu'est-ce qui te viens à l'esprit lorsque tu y penses?

Exemple : mon chien (il est vieux et il dort souvent), une perruche (elle répète ce qu'on dit)

- Lorsque tu écoutes un reportage ou que tu consultes une revue ou un site Internet, quels sont les sujets qui retiennent ton attention ou ceux sur lesquels tu aimerais en apprendre plus?

Exemple : le sport, les changements climatiques et l'environnement, les animaux

- B. L'élève doit dessiner dans son cahier de laboratoire un tableau semblable à celui de l'exemple qui suit (tableau 2). Ce tableau est également disponible sans contenu à l'annexe 3 de ce document, si l'élève préfère l'imprimer et le coller dans son cahier de laboratoire.

Dans chaque case de la colonne de gauche, il peut inscrire le nom d'une personne de son entourage, comme les gens de sa famille, ses amis et ceux de ses parents et même toutes les personnes qu'il côtoie (enseignants, vétérinaire, pharmacien, professeurs de musique, entraîneurs, médecin, etc.). Il peut utiliser autant de lignes que nécessaire.

Par la suite, il doit remplir les cases des colonnes 2, 3 et 4 du tableau 2 en réfléchissant à ces personnes. Puis, à partir des renseignements inscrits, il doit identifier des sujets potentiels dans la cinquième colonne.

COMMENT REMPLIR LE TABLEAU 2

RENSEIGNEMENTS SUR LES PERSONNES DE L'ENTOURAGE DE L'ÉLÈVE

1- Personne de l'entourage	2- Profession	3- Spécialités ou aptitudes	4- Loisirs, sports, état de santé, etc.	5- Sujets potentiels
Carl (frère)	Etudiant	Rien	Vélo de montagne, acné, jeux vidéo	Comment sont faits les jeux vidéo, L'acné chez les jeunes
Tante Édith	Infirmière	Elle travaille avec des personnes âgées	Camping, vélo, elle a 5 enfants	Pas d'idée...
Grand-mère	Retraitée	Ses confitures aux fraises!	elle a un grand jardin et beaucoup de plantes dans sa maison	La conservation des aliments
Jean (ami à mon père)	Chimiste	Usine de traitement des eaux usées	Collectionne les petites autos	Les eaux usées et les bactéries
Josée (dentiste)	Dentiste	?	?	La formation des caries
Paul	Prof. d'éducation physique	Coach de basketball	?	Pas d'idée...
Mme Hélène	Prof. d'écologie	?	Chaise roulante (elle fait des compétitions)	La largeur des roues et l'accélération

- C. L'élève peut maintenant sélectionner les thèmes qui l'intéressent le plus. Pour cela, il peut revoir les réponses données aux points A et B. Parmi les réponses données, il doit choisir celles qui correspondent le plus à ses intérêts et qui pourraient, selon lui, le mener vers un projet d'Expo-sciences. Ensuite, il peut transcrire ces sujets dans la deuxième colonne du tableau 1, une fois pour chacune des catégories de projets précédemment choisies, comme dans l'exemple qui suit.

COMMENT REMPLIR LA COLONNE 1.2 DU TABLEAU 1

IDENTIFICATION DES QUESTIONS POUR UN PROJET D'EXPO-SCIENCES À PARTIR DES INTÉRÊTS DE L'ÉLÈVE

1.1 Catégories de projets	1.2 Intérêts	1.3 Questions potentielles
Sciences biologiques et sciences de la santé	1. guitare	
	2. basketball	
	3. acné	
	4. les plantes	
	5.	
Environnement et écosystèmes	1. guitare	
	2. basketball	
	3. acné	
	4. les plantes	
	5.	
Sciences pures	1. guitare	
	2. basketball	
	3. acné	
	4. les plantes	
	5.	

1.3 IDENTIFIER DES QUESTIONS

Cette section permet de compléter la troisième colonne du tableau 1.

À partir de chacune des associations **Catégories/Intérêts** du tableau 1, l'élève doit essayer de formuler une question qui pourrait être répondue dans le cadre d'un projet d'Expo-sciences.

On doit se rappeler qu'il s'agit d'un exercice pour aider l'élève à choisir un sujet qui l'intéresse suffisamment pour en faire un projet d'Expo-sciences. Il n'y a donc pas de bonnes ni de mauvaises réponses. Il trouvera peut-être plus d'une question potentielle pour certaines associations Catégories/Intérêts tandis que pour d'autres, il n'aura peut-être pas d'idée. Il ne faut pas hésiter à noter toutes les questions et les réflexions qui surgissent, même celles qui ne sont pas directement reliées à une association Catégories/Intérêts. Elles pourraient le mener sur de bonnes pistes pour débiter un projet. Ces autres questions peuvent être tout simplement notées sous le tableau ou à la page suivante du cahier de laboratoire.

COMMENT REMPLIR LA COLONNE 1.3 DU TABLEAU 1.

IDENTIFICATION DES QUESTIONS POUR UN PROJET D'EXPO-SCIENCES À PARTIR DES INTÉRÊTS DE L'ÉLÈVE

1.1 Catégories de projets	1.2 Intérêts	1.3 Questions potentielles
Sciences biologiques et sciences de la santé	1. guitare	Est-ce que la musique peut diminuer le stress? ou aider à guérir?
	2. basketball	Quels sont les effets bénéfiques du sport sur la santé?
	3. acné	Quels sont les traitements pour l'acné et comment agissent-ils?
	4. les plantes	Est-ce que les plantes peuvent améliorer l'air d'une maison?
	5.	Est-ce que les plantes aident à diminuer le stress?
Environnement et écosystèmes	1. guitare	Est-ce que la musique influence la croissance des plantes?
	2. basketball	Pas d'idée...
	3. acné	pas d'idée...
	4. les plantes	Peut-on utiliser les plantes pour dépolluer l'air près des routes?
	5.	
Sciences pures	1. guitare	Comment le type de bois influence-t-il le son d'une guitare?
	2. basketball	Comment la pression dans un ballon influence-t-elle la hauteur
	3. acné	Pas d'idée...
	4. les plantes	Est-ce que le vent change la forme des plantes?
	5.	

AUTRES QUESTIONS SOULEVÉES PENDANT LA RÉFLEXION :

- Quelle est l'influence du sport sur l'acné?
- Quel est le meilleur mode de conservation des aliments à la maison?
- Quel est l'impact du bruit des autoroutes sur la croissance des arbres tout près?

1.4 SÉLECTIONNER UN SUJET

L'élève doit maintenant sélectionner une question qui deviendra le point de départ de son projet. Cette question doit aborder un sujet qui l'intrigue et sur lequel il a envie d'en apprendre davantage.

Pour cela, il peut revoir la troisième colonne du tableau 1 et, s'il y a lieu, les autres questions soulevées pendant la réflexion. Ensuite, l'élève doit sélectionner une question à laquelle il aimerait répondre dans le cadre d'un projet en expérimentation.

Si le choix d'une question ou d'un sujet s'avère impossible, il ne faut pas hésiter à recommencer l'exercice précédent en identifiant de nouvelles associations Catégories/Intérêts et en observant attentivement son entourage.

1.5 FORMULER UNE QUESTION

Une fois que le sujet a été identifié et qu'une question à laquelle l'élève souhaite répondre a été déterminée, il faut s'assurer que la question soit correctement formulée pour réaliser un projet en expérimentation. La question doit refléter ce que l'élève souhaite étudier et elle doit lui permettre de vérifier quelque chose.

La question d'un projet en expérimentation permet généralement une des actions suivantes :

analyser, changer, classer, comparer, essayer, expliquer, identifier, influencer, mesurer, prédire, tester, trouver, vérifier, etc.

Voici quelques formulations types de questions pour un projet en expérimentation :

- Quel est l'effet [ou l'influence] de [...] sur [...] ?

Exemple : Quelle est l'influence de la pression d'air dans un ballon de basketball sur la hauteur de ses bonds?

- De quoi se compose [...] ?

Exemple : De quoi se compose un verre de lait?

- Quel est l'impact de [...] sur l'environnement? Ou sur [...] ?

Exemple : Quel est l'impact de la largeur des roues d'un fauteuil roulant sur sa vitesse?

- Combien de [temps, poids, quantité de X, etc.] faut-il pour [...] ?

Exemple : Combien de plantes faut-il pour améliorer la qualité de l'air d'une maison?

- Que se passe-t-il si X quantité de Y est enlevé [ou ajouté] à Z ?

Exemple : Que se passe-t-il si on ajoute du bicarbonate de soude au détersif à lessive?

Finalement, une question qui semble inappropriée pour un projet en expérimentation peut souvent être reformulée pour le devenir. L'exemple qui suit présente deux questions qui ont été reformulées afin de permettre la réalisation d'un projet en expérimentation.

EXEMPLES :

REFORMULATION D'UNE QUESTION AFIN DE POUVOIR RÉALISER UN PROJET EN EXPÉRIMENTATION.

Questions de départ :

Exemple 1

COMMENT PEUT-ON CONSERVER
LONGTEMPS LES ALIMENTS À LA MAISON?

Exemple 2

COMMENT LE SPORT INFLUENCE-T-IL
LE DÉVELOPPEMENT DE L'ACNÉ?



Questions reformulées :

Exemple 1

QUELLE MÉTHODE DE CONSERVATION
« MAISON » PROTÈGE MIEUX LA
NOURRITURE CONTRE LES BACTÉRIES?

Exemple 2

QUELLE EST L'INFLUENCE DE LA PRATIQUE
RÉGULIÈRE D'UN SPORT SUR LE
DÉVELOPPEMENT DE L'ACNÉ?

Il est également possible de consulter le document « De la vulgarisation à l'expérimentation », disponible dans la section « Expo-sciences » dans l'onglet « Outils et règlements » du site Web du Réseau Technoscience. Ce document propose des exemples démontrant comment un projet en vulgarisation aurait pu facilement devenir un projet en expérimentation.

2. POSER UNE HYPOTHÈSE

2.1 LA RECHERCHE D'INFORMATION

Dès que la question à laquelle on souhaite répondre dans le cadre d'un projet est sélectionnée, il faut se documenter sur ce sujet. Cette recherche d'information a pour but de **cerner le sujet**, de le **comprendre** et de se familiariser avec le **vocabulaire** qui y est lié. La recherche d'information peut également aider à **poser une hypothèse**.

Avant d'aller plus loin, la recherche d'information peut être utilisée pour valider le choix et la formulation de la question. C'est-à-dire :

- Est-ce que le projet semble réalisable? Est-il possible de répondre à la question en utilisant une méthode accessible et en respectant les délais de l'Expo-sciences?
- Les résultats qui seront obtenus seront-ils objectifs et reproductibles?

Pour plus de renseignements sur comment se documenter et sur les sources potentielles d'information, il est suggéré de consulter le document complémentaire « Partir à la recherche d'information ».

2.2 L'HYPOTHÈSE

L'hypothèse est une affirmation qui répond à la question de départ. En fait, il s'agit de ce que l'élève croit être la bonne réponse à sa question à ce stade-ci du projet. C'est à la suite de son expérimentation qu'il pourra déterminer si son hypothèse est VRAIE ou FAUSSE.

Une bonne hypothèse doit être :

1. Pertinente (elle répond directement à la question)
2. Vérifiable (il est possible de la vérifier)
3. Précise (elle ne comprend qu'une seule idée et les éléments évalués sont nommés et chiffrés, s'il y a lieu)
4. Plausible (elle est vraisemblable, logique et réaliste)
5. Claire (elle est comprise d'une même façon par tous, elle ne laisse pas place à l'interprétation et elle est sans ambiguïté).

EN RÉSUMÉ, UN PROJET EN EXPÉRIMENTATION VÉRIFIE SI LA RÉPONSE À UNE QUESTION EST VRAIE OU FAUSSE. L'HYPOTHÈSE EST LA RÉPONSE QUE L'ON SOUHAITE VÉRIFIER. C'EST POURQUOI ELLE EST **ESSENTIELLE**.

Une fois que l'hypothèse a été posée, elle ne doit plus être changée ni reformulée. Même dans le cas où les résultats démontrent qu'elle est fausse, l'hypothèse doit être conservée comme elle a été écrite au départ. En fait, elle n'est **qu'une des réponses possibles** à la question. Le plus important, c'est la qualité et la rigueur de la méthode scientifique qui permettra une conclusion. L'élève a vérifié quelque chose et il peut le démontrer à partir de ses résultats! Ainsi, un projet qui déclare que son hypothèse est fausse est tout aussi valable qu'un projet qui la confirme.

QUESTIONS ET HYPOTHÈSES POTENTIELLES POUR DES PROJETS EN EXPÉRIMENTATION À L'EXPO-SCIENCES

	Questions	Hypothèses potentielles
1	Quelle méthode de conservation « maison » protège mieux la nourriture contre les bactéries?	La congélation (à -18 °C) permet une prolifération des bactéries moins élevée que la mise en conserve en pot de verre.
2	Quel traitement en vente libre est le plus efficace contre l'acné?	Le savon est plus efficace que les principaux produits médicamenteux en vente libre pour diminuer le nombre de boutons d'acné.
3	Quelle est l'influence de la pression de l'air contenue dans un ballon de basketball sur la hauteur de ses bonds?	Il n'y a pas de lien entre la hauteur des bonds d'un ballon de basketball et la pression de l'air qu'il contient (en % de la pression réglementaire).
4	Quelle est l'influence du type de gaz contenu dans un ballon de basketball sur la hauteur de ses bonds?	Un ballon de basketball gonflé à l'air ambiant bondit plus haut qu'un ballon gonflé à l'azote ou à l'hélium.
5	Quelle est l'influence de la pratique régulière d'un sport sur le développement de l'acné à l'adolescence?	Les adolescents pratiquant un sport trois fois par semaine développent moins de boutons d'acné que ceux ne pratiquant pas de sport sur une base régulière.
6	Comment le type de bois utilisé dans la fabrication d'une guitare influence-t-il le son?	Le son provenant d'une guitare en érable est plus grave que le son d'une guitare en chêne.
7	Est-ce que les plantes peuvent améliorer la qualité de l'air d'un édifice?	Une plante dont la surface des feuilles est de 1 m ² produit suffisamment d'oxygène pour améliorer la qualité de l'air d'une pièce de 30 m ³ .

ANNEXE 1. (TABLEAU 1-PRÉSENTÉ À L’HORIZONTALE)

Tableau 1. Identification de questions pour un projet d’Expo-sciences à partir des intérêts de l’élève

1.1 Catégories de projets	1.2 Intérêts	1.3 Questions potentielles
	1.	
	2.	
	3.	
	4.	
	5.	
	1.	
	2.	
	3.	
	4.	
	5.	
	1.	
	2.	
	3.	
	4.	
	5.	

ANNEXE 2. (TABLEAU 1-PRÉSENTÉ À LA VERTICALE)

Tableau 1. Identification de questions pour un projet d'Expo-sciences à partir des intérêts de l'élève

1.1 Catégories de projets	1.2 Intérêts	1.3 Questions potentielles
	1.	
	2.	
	3.	
	4.	
	5.	
	1.	
	2.	
	3.	
	4.	
	5.	
	1.	
	2.	
	3.	
	4.	
	5.	

ANNEXE 3.

Tableau 2 – Renseignements sur les personnes de l’entourage de l’élève

1- Personne de l’entourage	2- Profession	3- Spécialités ou aptitudes	4- Loisirs, sports, état de santé, etc.	5- Sujets potentiels

SECTION

Le cahier de laboratoire : un outil incontournable!



Dans le cadre des Expo-sciences, nous utilisons plus fréquemment le terme « Journal de Bord », les deux terminologies sont bonnes et pour les Expo-sciences, «le cahier de laboratoire» et «le journal de bord» sont équivalents.

Dans le cas d'un projet en expérimentation, le cahier de laboratoire est un outil de travail incontournable. Cet outil est utilisé quotidiennement par tous les chercheurs et, en tant que participants à l'Expo-sciences, les élèves ne font pas exception!

Il s'agit tout simplement d'un cahier de notes relié dans lequel l'élève inscrit TOUT ce qui se rapporte à son projet, au fur et à mesure que cela se produit. Il permet donc de conserver les traces du cheminement du projet : de la première idée jusqu'à la toute fin.

L'élève doit avoir en main son cahier de laboratoire dès le moment où il envisage de préparer un projet d'Expo-sciences. Il pourra ainsi y noter toutes ses réflexions et ses observations. Si son sujet n'est pas déjà choisi, il peut consulter la section « Trouver une idée de projet en expérimentation » pour obtenir des conseils à ce sujet.

Le cahier de laboratoire deviendra rapidement un objet précieux. Il contient **tous les renseignements pertinents** au projet et il n'en existe qu'**un seul exemplaire**. Il faut donc faire très attention afin de ne pas l'égarer. Lors des Expo-sciences, il est aussi utilisé par les juges qui le consultent, entre autres, pour évaluer l'observation et la consignation des données.

1. COMMENT CHOISIR UN CAHIER DE LABORATOIRE

Le seul et unique critère à respecter lors du choix d'un cahier de laboratoire est que ses pages doivent être **reliées**. Il peut donc s'agir, par exemple, d'un cahier de notes spiralé ou d'un cahier de style « Canada ». Il est important de ne pas utiliser de feuilles mobiles rassemblées dans un cahier à anneaux ou dans un autre type de reliure.

L'élève peut ainsi choisir son cahier selon ses préférences : carré ou rectangulaire, ligné ou quadrillé, petit ou grand. Il est important que l'élève soit à l'aise avec le format du cahier puisque celui-ci va le suivre pendant plusieurs semaines.



2. COMMENT UTILISER UN CAHIER DE LABORATOIRE

Avant d'utiliser un cahier de laboratoire, il faut en numéroté toutes les pages avec un crayon à l'encre. Par la suite, il faut l'identifier sur la couverture ou son recto avec le nom de ou des élèves qui participent au projet. Peu importe que le projet soit réalisé en solo ou en duo, il faut un seul cahier de laboratoire par projet. Ainsi, toute l'information concernant le projet se retrouve à un seul et même endroit.

Si l'élève le souhaite, il peut utiliser la première page du cahier pour préparer une table des matières, dont on retrouve un exemple à la section 4.1. Il pourra la compléter au fur et à mesure que le projet avancera. Cette méthode permet de retracer plus rapidement un renseignement.

Chaque fois que des renseignements sont ajoutés dans le cahier de laboratoire, il est important d'indiquer la date. Dans le cas d'un projet en duo, on peut aussi inscrire le nom de la personne qui note les observations. Le cahier de laboratoire doit aussi être signé régulièrement par les participants, par exemple, à la fin d'une étape ou lorsque une série de manipulations est terminée.

Si toutes les pages du cahier de laboratoire ont été utilisées, mais que le projet n'est pas terminé, l'élève doit alors débiter un nouveau cahier. Il faut identifier ce nouveau cahier de la même façon que le premier, mais en spécifiant qu'il s'agit de la suite en inscrivant, par exemple, « 1 de 2 », « 2 de 2 », etc.

Enfin, il y a certaines règles à respecter afin de démontrer que les résultats n'ont pas été truqués ou qu'aucun renseignement n'a été caché. Il faut toujours utiliser un crayon à l'encre. De plus, on ne doit pas utiliser de correcteur ni effacer aucune information. Enfin, il ne faut pas enlever de page en cours de route. Par contre, si l'élève constate une erreur, il peut la biffer en s'assurant que le texte demeure lisible en dessous.

Il est important que le cahier de laboratoire soit complété au fur et à mesure, c'est-à-dire en respectant la chronologie du projet. La table des matières, s'il y en a une, est d'ailleurs le seul endroit du cahier de laboratoire où l'élève peut retourner en arrière pour ajouter des renseignements. Les chercheurs vont même faire un trait dans les espaces vides de leurs cahiers de laboratoire pour démontrer qu'ils n'ajouteront pas de renseignements plus tard.

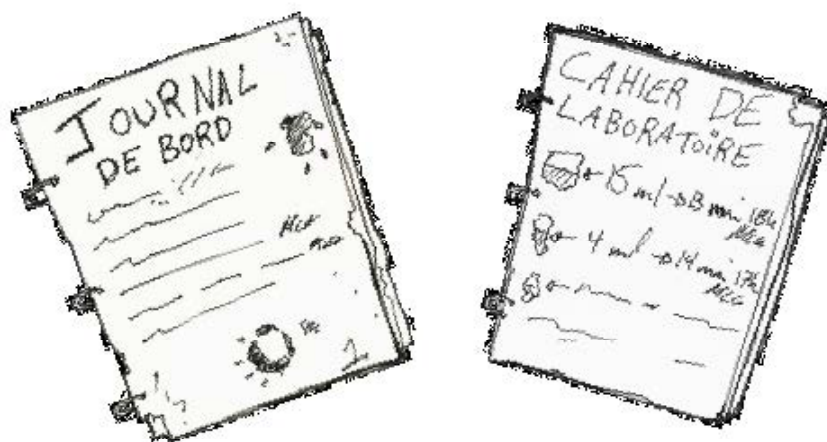


3. QUELLES INFORMATIONS DOIT-ON Y RETROUVER ?

Le cahier de laboratoire constitue en quelque sorte la « mémoire » d'un projet. On devrait y retrouver toute l'information qui s'y rapporte, dont :

- les réflexions et les questionnements tout au long du projet, c'est-à-dire lors du choix du sujet, pendant les manipulations, au moment de l'analyse des résultats, etc.;
- l'hypothèse et la question de départ;
- les mots-clefs, les résumés de lectures, les comptes rendus des discussions avec un spécialiste ou avec un professeur (il ne faut pas oublier de noter la référence des sources d'information consultées) (voir exemple 4.2);
- le protocole expérimental et le matériel utilisé, pourquoi l'hypothèse a été vérifiée de cette façon plutôt qu'une autre et, s'il y a lieu, les modifications qui ont dû être apportées en cours de route (voir exemple 4.3);
- les tableaux et les graphiques contenant les données brutes et les observations recueillies lors de la réalisation des manipulations (voir exemple 4.4);
- l'analyse des résultats et les conclusions;
- etc.

Le guide « **L'Indispensable des Expo-sciences** » est un autre document où l'élève peut trouver des conseils essentiels pour réaliser un projet d'Expo-sciences. D'ailleurs, la section 8 contient des renseignements complémentaires sur le cahier de laboratoire. Consultez-le régulièrement!



4. QUELQUES EXEMPLES

Voici des exemples de pages de cahier de laboratoire de divers formats qui illustrent plusieurs étapes de la démarche scientifique. Ils peuvent aider l'élève à imaginer ce à quoi pourrait ressembler son propre cahier de laboratoire.

4.1 PAGE COUVERTURE ET TABLE DES MATIÈRES

Note : La page couverture du cahier de laboratoire n'est pas la même que la page titre officielle du rapport écrit, téléchargeable dans la section «outils et règlements» sur le site du Réseau Technoscience. Quant au cahier de laboratoire, la page couverture (ou son recto) devrait être utilisée pour l'identifier. Il est également possible, de réserver la 1re page pour la table des matières. Cette dernière pourra être complétée en même temps que le projet avancera.

N'OUBLIEZ PAS D'INSCRIRE L'ANNÉE DE VOTRE PARTICIPATION SUR TOUS VOS CAHIERS ET LORS DE VOS OBSERVATIONS, POUR RÉFÉRENCES FUTURES

*Cahier de
laboratoire*

*Expo-sciences
2018*

ENTRE DEUX EAUX!

*Jérôme Tremblay
et
Florence Bouchard*

<i>Date</i>	<i>Sujet</i>	<i>Page</i>
<i>17 sept</i>	<i>Table des matières</i>	<i>1</i>
<i>17-sept.</i>	<i>Choix du sujet</i>	<i>2</i>
<i>17-sept.</i>	<i>Choix du sujet</i>	<i>3</i>
<i>27-sept.</i>	<i>Recherche d'info.</i>	<i>6</i>

4.2 RECHERCHE D'INFORMATION

MOTS-CLÉS

Mercredi, 12 sept.

Recherche d'information à la bibliothèque de l'école pour nous aider à poser notre hypothèse, à partir de ces mots-clés :

1. plante verte
2. qualité de l'air
3. oxygène
4. gaz carbonique

Nouveaux mots-clés (parce que nous avons de la difficulté à trouver suffisamment d'information) :

1. O₂
2. Dioxyde de carbone, CO₂
3. photosynthèse
4. respiration
5. humain

Nous avons cherché de l'information à partir du catalogue de la bibliothèque et de Google en nous avons regroupé nos mots-clés ainsi :

1. oxygène ou O₂
2. « gaz carbonique » ou « dioxyde de carbone » ou CO₂
3. plante et (photosynthèse ou respiration)
4. humain + respiration

2

RÉSUMÉ DE LECTURE

Samedi 27 octobre

RÉSUMÉ DE :

Leblanc, Joël. 2008. « La terre et nous, message intra-terrestre » Québec Science, Vol. 1, no 1, mai 2008, pages 44-55.

- Des travaux ont été faits avec une plante riveraine des Grands Lacs pour savoir si elle a des mécanismes lui permettant de communiquer avec d'autres plantes (Le caquillier édentulé ou roquette de mer).
 - Ils ont faits pousser 2 plantes par pot.
 - Après 2 mois, chez les plantes non apparentées : les racines étaient plus développées que les parties aériennes.
 - Les plantes qui provenaient de la même plante-mère se sont « respectées ».
 - Ils ont conclu que les plantes pourraient se reconnaître et adapter leur comportement.
 - les plantes pourraient donc reconnaître les autres plantes génétiquement semblables et les laisser se développer.
- (suite à la page suivante)

5

4.2 RECHERCHE D'INFORMATION (SUITE)

RENCONTRE AVEC UN SPÉCIALISTE

Mercredi 3 octobre

10 h 15

Nous avons téléphoné à 3 pharmaciens pour obtenir un rendez-vous afin de discuter de la caféine et du corps humain

1. M. Boily (pharmacie du centre commercial)

2. Mme Tremblay (pharmacie au centre-ville)

3. Mme Guay (pharmacie à côté de l'école)

M. Boily et Mme Guay nous ont demandé de leur envoyer de l'information sur notre projet par courriel.

12 h 30

Nous venons d'envoyer les documents à M. Boily et à Mme Guay.

Nous attendons leur réponses.

Vendredi (Année/10/05)

M. Boily nous a répondu ce matin! Il accepte de nous rencontrer lundi après l'école. Voici les questions que nous allons lui poser:

1- Comment peut-on mesurer la quantité de caféine dans un aliment?

2- Quelles sont les fonctions du corps qui peuvent être affectées par la caféine?

3- Comment la caféine peut-elle agir comme un neurotransmetteur?

(les autres questions sont à la page suivante)

38

mardi, 9 oct.

Hier, nous avons rencontré M. Boily à sa pharmacie au centre commercial pour parler de l'effet de la caféine sur le corps humain.

Nous avons commencé par les questions que nous avons préparées (p. 27 et 28). Ensuite, nous avons continué à parler avec lui sur la caféine en général.

Nous avons discuté pendant 1h30 et nous avons enregistré, avec sa permission, la discussion (boily_9oct.mp3 dans le dossier « Expro-sciences » sur l'ordi de Julie).

Voici le résumé de ses réponses et de la discussion :

1- M. Boily croit que nous devrions contacter un chimiste ou un nutritionniste, car ses connaissances ne lui permettent pas de répondre avec certitude à cette question (qui était comment mesurer la caféine dans un aliment).

2- La tolérance à la caféine varie d'une personne à l'autre.

La caféine peut causer des symptômes plus généraux comme des tremblements, de l'anxiété et des nausées. Mais, elle peut aussi influencer le rythme cardiaque, la tension artérielle et le cholestérol. Certaines études ont même démontré qu'elle peut interagir avec l'absorption du calcium par le corps humain (Il va nous envoyer par courriel la référence d'un article scientifique sur ce sujet).

39

4.3 PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL

10 décembre (lundi)

Pour préparer le protocole, je me suis inspiré du reportage de l'émission « L'Épicerie » du 2 nov. et de la méthode qui a été utilisée dans l'article de la revue « Suivons la science » du 8 juin (page 30).

Je dois modifier la méthode de l'article, car je ne peux pas utiliser tous les produits (à cause des règlements de l'Expo-sciences) et je n'ai pas accès à un « vrai » laboratoire.

Je vais travailler à l'école et la technicienne des laboratoires du cours de biologie va me superviser. Elle m'a donné quelques conseils pour trouver des produits pour remplacer ceux que je ne pouvais pas utiliser et pour adapter les étapes que je ne pouvais pas faire. J'ai apporté un formulaire d'institution reconnue pour le faire remplir par la technicienne afin de préciser le travail qu'elle aura effectuée. De cette façon, je m'assure de respecter les règlements des Expo-sciences.

Protocole :

Pour : comparer la prolifération des bactéries dans les aliments congelés et dans les aliments en conserve (en pot de verre) :

- Pour la conservation des aliments congelés, je vais utiliser des plats en plastique conçus pour le congélateur de 475 ml.
- Pour les conserves, je vais utiliser des pots « Mason » de 500 ml avec des couvercles neufs (rondelles en métal caoutchoutées).

Voici les étapes à réaliser dans l'ordre :

1- Stériliser les plats en plastiques, les pots en verre et les couvercles en métal en les faisant bouillir 30 minutes; Ensuite les plonger dans la solution de métabisulfite / métabisulfite (recette page suivante).

2- Pendant la stérilisation, préparer les solutions sucrées :

- Faire bouillir 10 litres d'eau pendant 30 minutes;
- Identifier chaque contenant hermétique de 3L (concentration en sucre, code et date);
- Transvider l'eau bouillie dans les contenants;
- Ajouter le sucre (quantités dans le tableau à la page suivante);
- Bien mélanger l'eau et le sucre.

Jérôme Tremblay
Florence Bouchard

Matériel :



N'OUBLIEZ PAS DE SIGNER VOTRE CAHIER DE LABORATOIRE POUR INDiquer QUE VOUS ÊTES BEL ET BIEN L'AUTEUR DES OBSERVATIONS ET DES NOTES INSCRITES QUI Y SONT INSCRITES.

52

4.4 COLLECTES DES DONNÉES ET DES OBSERVATIONS

RENCONTRE AVEC UN SPÉCIALISTE

Jeudi 17 janvier

65

Suite de l'expérimentation :

Pour : vérifier si des bactéries se sont développées dans les plats au congélateur et dans les pots en verre

- Pour manipuler la solution sucrée (et non de la glace!), les plats en plastique ont été sortis du congélateur hier midi (16 janvier) et ont été placés au réfrigérateur (à 4°C);
- J'ai effectué les étapes 8 à 15 de mon protocole (à la page 58);
- Pour ne pas contaminer la solution sucrée, j'ai travaillé près d'un brûleur (pour créer un espace stérile);
- la solution A-3 au congélateur a été renversée sur le comptoir et les tests n'ont pas pu être faits avec cette solution.

Vendredi, 18 janvier

Tableau 12. Décompte des colonies de bactéries sur les boîtes de pétri qui ont été placés dans l'étuve (à 70°C) pendant 24 h

UFC = unité formatrice de colonies (les points blancs sur les boîtes de pétri)

Nombre d'UFC

# d'échantillon	Conserve en pot de verre	Plat de plastique au congélateur
A-1	25	22
A-2	32	29 F.B
A-3	19	— —
B-1	45	36
B-2	38	14
B-3	12	14
C-1	59	56
C-2	48	44
C-3	50	51

P.S. IL NE FAUT PAS OUBLIER D'AJOUTER LES INITIALES DE LA PERSONNE QUI A OBSERVÉ.

Commentaires/Observations :

- Puisqu'il n'y avait plus de boîte de Pétri A-3 (congélation), les données brutes des solutions B-1 et B-2 (congélation) ont d'abord été inscrites dans la mauvaise case. Par contre, les données ont été revérifiées et transcrites au bon endroit.

(en signature) : Jérôme Tremblay
Florence Bouchard

SECTION



Partir à la recherche d'information

La recherche d'information est l'une des premières démarches que l'élève doit entreprendre dès le moment où il décide de participer à l'Expo-sciences. Cette recherche d'information va se poursuivre tout au long de son projet. Dans le cas d'un projet en expérimentation, la qualité de la démarche scientifique est particulièrement importante. Celle-ci doit s'appuyer sur des faits et des renseignements fiables et pertinents. Voici les trois principaux moments où l'élève a besoin d'information :

- **Choisir un sujet et poser une hypothèse**

La recherche d'information permet alors de délimiter le sujet et d'acquérir le vocabulaire qui y est lié. L'élève doit alors regrouper suffisamment de renseignements afin de bien le comprendre. Cette première exploration du sujet est importante, puisqu'elle aidera à poser l'hypothèse.

- **Planifier un protocole expérimental ou protocole de recherche**

La recherche d'information permet de déterminer comment l'hypothèse sera vérifiée. Les principales méthodes et techniques qui sont utilisées dans le domaine choisi doivent être identifiées. Par la suite, l'élève doit déterminer la meilleure façon de faire en tenant compte des techniques identifiées et de ses moyens.

- **Analyser les résultats**

La recherche d'information permet de comprendre et d'expliquer les résultats obtenus. L'élève pourra alors comparer ses résultats à des valeurs théoriques ou chercher à expliquer pourquoi ses variables se sont comportées ainsi.

L'information ainsi rassemblée est à la base de la démarche scientifique. Il ne faut pas oublier que **le plagiat est formellement interdit**. Il est important de mentionner d'où proviennent les renseignements et ce, même lorsqu'ils sont résumés et expliqués dans les mots de l'élève. Pour plus de précisions sur la manière de présenter les sources d'information, consultez la section « Communiquer les résultats d'un projet en expérimentation ». Le guide « **L'Indispensable des Expo-sciences** » présente aussi de nombreux renseignements pertinents à ce sujet.

1. LES MOTS-CLEFS

Les mots-clefs sont des mots ou de petits groupes de mots qui sont liés au sujet de près ou de loin. Il peut donc s'agir, par exemple, de synonymes, du nom d'une organisation, d'une profession, des noms latin et français d'une espèce (animal, végétal ou insecte), etc.

Au tout début du projet, l'élève doit dresser une première liste de mots-clefs et noter celle-ci dans son cahier de laboratoire. Par la suite, cette liste va évoluer en même temps que le projet. Certains mots-clefs de la première liste disparaîtront peut-être alors que de nouveaux plus précis et pertinents apparaîtront.

De la même manière, il est possible que certains mots-clefs ne soient pas utiles à toutes les étapes. Par exemple, les renseignements nécessaires pour poser une hypothèse ne sont pas les mêmes que ceux requis pour planifier un protocole.

EXEMPLE

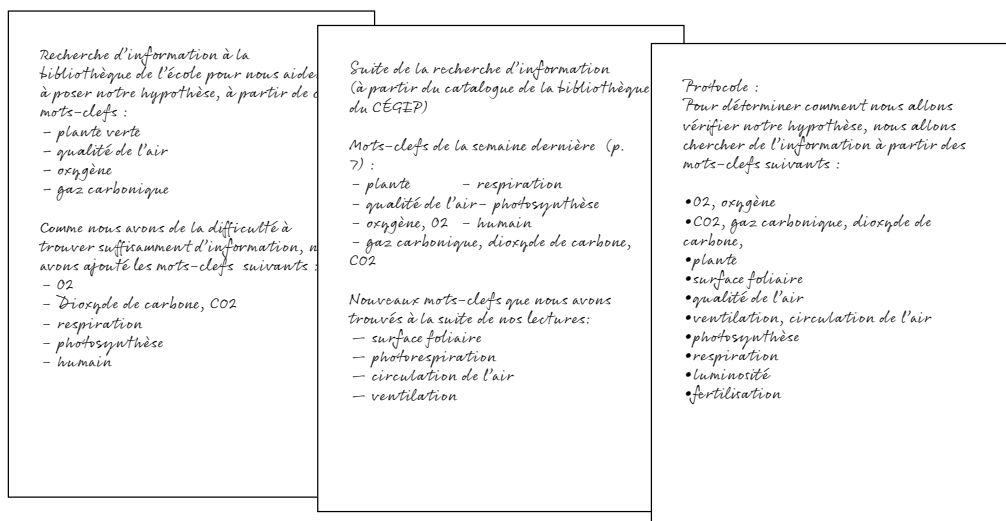
Évolution de la liste de mots-clefs d'un projet en expérimentation :

Question : Est-ce que les plantes peuvent améliorer la qualité de l'air d'un édifice?

Hypothèse : Une plante dont la surface des feuilles est de 1 m^2 produit suffisamment d'oxygène pour améliorer la qualité de l'air d'une pièce de 30 m^3 .

Mots-clefs potentiels : oxygène, O_2 , gaz carbonique, dioxyde de carbone, CO_2 , concentration, qualité de l'air, circulation de l'air, ventilation, plante, croissance, luminosité, fertilisation, surface foliaire, photosynthèse, respiration, photorespiration, humain, poumon, méthode, test, etc.

Exemples de pages de cahiers de laboratoire sur l'évolution d'une liste de mots-clefs d'un projet en expérimentation. Pour en savoir plus sur les cahiers de laboratoire, consulter le document « Le cahier de laboratoire : un outil indispensable! »



2. LES SOURCES D'INFORMATION

Il existe plusieurs sources d'information pouvant être consultées dans le cadre d'un projet d'Expo-sciences. Ces sources sont différentes les unes des autres principalement par le type d'information qu'elles transmettent et par la qualité de cette information.

Cette section présente en annexe, cinq tableaux qui portent sur les principales sources d'information susceptibles d'être consultées. Ces tableaux contiennent des renseignements sur les endroits où l'on peut accéder à ces sources, sur le type d'information qu'on y trouve, sur l'intérêt que chacune peut représenter pour un projet d'Expo-sciences. Finalement, on y retrouve des exemples de sources d'information potentielles.

Les documents consultés dans le cadre d'un projet peuvent prendre diverses formes. Il peut s'agir aussi bien d'une encyclopédie ou d'un article d'une revue sur Internet que d'une discussion avec un spécialiste ou d'un reportage télé. Tous les documents utilisés, peu importe leur forme, doivent être mentionnés dans la bibliographie. Plus de renseignements à ce sujet sont disponibles dans le guide « **L'Indispensable des Expo-sciences** » ainsi que dans le document « Guide de rédaction d'un rapport écrit – projet d'expérimentation ».

Il n'y a pas de règle qui détermine le nombre de documents nécessaire. Cela dépend des projets et des sujets. Chaque cas est unique. Toutefois, il faut rassembler suffisamment d'information pour bien comprendre le sujet. De plus, peu importe le nombre, il faut explorer et comprendre chaque document sélectionné. Voici quelques trucs ou conseils pour bien utiliser les documents consultés :

RÉSUMER LES LECTURES ET LES REPORTAGES ÉCOUTÉS DANS LE CAHIER DE LABORATOIRE;

- Pour les documents écrits, souligner les passages importants et prendre des notes dans les marges;
- Noter les comptes rendus des discussions avec un spécialiste dans le cahier de laboratoire;
- Prendre en note la référence des sources d'information consultées avec ses résumés, ses comptes rendus ou ses photocopies.
- Finalement, il est important de varier les sources d'information. En diversifiant la provenance des renseignements recueillis, l'élève obtiendra différents points qui lui permettront de confirmer la validité de l'information rassemblée.



3. LES OUTILS DE RECHERCHE

Afin de faciliter la recherche d'information, il existe différents **outils de recherche** électroniques. Ces outils explorent des documents et identifient ceux qui correspondent aux critères de recherche spécifiés. On peut y utiliser les mots-clefs trouvés précédemment comme point de départ des recherches.

Même si les outils de recherche ne tiennent généralement pas compte des accents, il faut prendre garde à ce que les mots-clefs utilisés soient correctement orthographiés.

Parmi les outils de recherche couramment utilisés, on retrouve les catalogues de bibliothèque, les moteurs de recherche (exemples : Google et Alta vista) et les répertoires (exemple : La toile du Québec). Dans le premier cas, on obtient une liste de documents parmi tous ceux qui sont accessibles sur cette bibliothèque. Avec les deux derniers outils, on obtient plutôt une liste de sites Web. Des outils de recherche sont également disponibles sur certains sites qui contiennent un grand nombre de renseignements ou de documents, par exemple le portail d'un gouvernement ou le site d'une revue scientifique ou d'un magazine de vulgarisation.

La plupart des outils de recherche électroniques permettent l'utilisation des opérateurs logiques (parfois appelés opérateurs booléens). Ces opérateurs sont des caractères qui permettent de préciser une recherche en créant des liens entre des mots-clefs. Parfois, ces opérateurs sont accessibles à partir de la page d'accueil de l'outil de recherche tandis que pour d'autres outils, il faudra utiliser la fonction « recherche avancée ». Des précisions sur les particularités de chaque outil de recherche sont habituellement disponibles en consultant la rubrique « Aide ».

Voici les principales opérations qu'il est possible d'effectuer sur la plupart des outils de recherche :

ET, + associe obligatoirement deux mots-clefs ensemble.

Oxygène et air : L'outil de recherche listera seulement les documents qui portent sur ces deux mots-clefs en même temps.

OU considère que les deux mots-clefs ont la même valeur.

Plante ou photosynthèse : L'outil de recherche listera tous les documents qui portent sur l'un ou l'autre de ces mots-clefs.

SAUF, — permet d'exclure un terme de la recherche.

Respiration sauf humain : L'outil de recherche listera seulement les documents qui portent sur le premier mot-clef (respiration) sans porter sur le second (humain).

« » permet la recherche d'une expression exacte (il faut faire attention à l'orthographe des mots-clefs).

« **Dioxyde de carbone** » : L'outil de recherche listera seulement les documents qui comportent l'expression exacte « dioxyde de carbone ».

* ? permet d'abréger un mot ou de masquer une lettre afin de chercher plusieurs mots-clefs à la fois ou des mots-clefs dont l'orthographe est semblable.

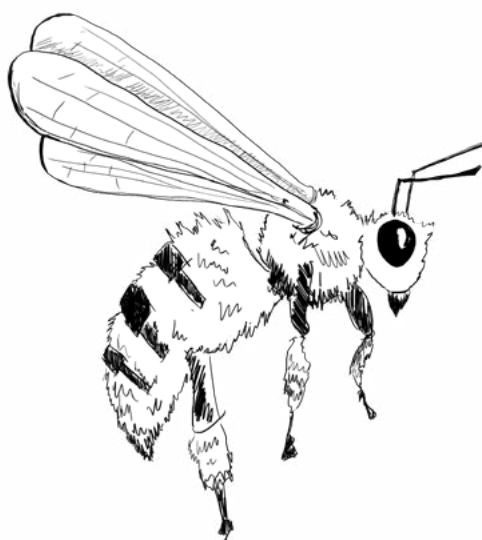
Adolesc* : inclut adolescent, adolescente et adolescence. L'outil considérera les documents qui portent sur les mots-clefs dont les premières lettres sont « adolesc ».

Adolescen?e : inclut adolescente et adolescence. L'outil considérera les documents qui portent sur ces mots-clefs ainsi que tous ceux dont l'orthographe correspond aux lettres précisées.

Attention :fore* : inclut forêt, forestier et foresterie, mais aussi le nom foret et le verbe forer. Il faut donc faire attention pour que l'expression utilisée regroupe seulement des mots qui sont en lien avec ce qui est recherché.

() permet de grouper ensemble plus d'un mot ou expression.

Plante et (photosynthèse ou respiration) : L'outil de recherche considère les parenthèses comme on le fait en mathématiques, c'est-à-dire en premier. Dans cet exemple, il cherchera donc tous les documents qui portent soit sur le mot-clef photosynthèse ou soit sur le mot-clef respiration, puis parmi ceux-ci, il listera ceux qui comprennent également le mot plante.



4. LA QUALITÉ DE L'INFORMATION

Toutes les sources n'offrent pas la même qualité d'information. Ceci est vrai pour tous les types de documents consultés, qu'il s'agisse d'un document écrit (électronique ou imprimé), audio ou audiovisuel. Il faut toutefois prêter une attention particulière à l'information provenant d'Internet. Le libre accès à Internet fait en sorte que de l'information de tout genre s'y retrouve. Ainsi, même si certains des renseignements qu'on y trouve sont vrais et vérifiables, on peut également mettre la main sur de l'information complètement fausse ou farfelue.

Peu importe le type de document consulté, il faut rechercher de l'information pertinente, fiable, crédible et récente. Il faut faire preuve de prudence et de discernement lors des recherches.

L'information qui est retenue doit être pertinente. Elle doit être en lien avec le projet et apporter des précisions ou des renseignements appropriés qui sont utiles à la compréhension du sujet.

Il est important de s'assurer de la fiabilité et de la crédibilité de la source d'information consultée. Pour cela, le meilleur moyen consiste à vérifier l'origine de l'information. Pour ce faire, on peut s'inspirer des questions qui suivent :

- Qui est l'auteur? Est-il facilement identifiable? S'agit-il d'un groupe ou d'une organisation reconnue (centre de recherche, établissement d'enseignement, ministère, etc.)?
- Quel est la maison d'édition ou le producteur? Le média ou le site Internet à partir duquel est diffusée l'information est-il connu et a-t-il une bonne réputation?
- L'information présentée a-t-elle été vérifiée? Est-ce que des références sont mentionnées?
- L'information semble-t-elle objective? S'agit-il d'une publicité « cachée » ou d'un document pour appuyer une cause? (par exemple, de l'information provenant d'une compagnie ou d'un groupe de pression présentant un seul point de vue)
- Est-ce que les renseignements trouvés se comparent à d'autres sources d'information consultées?

L'âge des documents utilisés est également important. Ce qui était considéré exact il y a 20, 10 ou même 5 ans ne l'est plus nécessairement aujourd'hui. La science évolue sans arrêt et nous faisons constamment de nouvelles découvertes. Qui aurait dit, il y a quelques années, que Pluton perdrait son titre de planète?

Il faut donc s'assurer de consulter des documents récents. Il n'y a pas de règle qui détermine le moment où une information est dépassée ou encore l'âge auquel un document devient ancien. Les différents domaines d'études n'évoluent pas tous à la même vitesse et ce qui est considéré récent dans un domaine peut être dépassé dans un autre. Par exemple, à l'heure actuelle, le rythme des nouvelles découvertes est plus élevé en nanotechnologie qu'en archéologie. Toutefois, en règle générale, la majorité des documents consultés devraient environ avoir cinq ans ou moins.

Lorsqu'une information est confirmée par plusieurs sources différentes (et non pas par plusieurs documents qui citent une information provenant de la même source), il est probable qu'elle soit crédible. En variant les sources d'information, on réduit de façon importante les risques de retenir de mauvais renseignements.

POUR ALLER PLUS LOIN...

Pour obtenir des renseignements supplémentaires à ce sujet, on peut consulter les ressources électroniques suivantes :

- Trucs et conseils sur l'évaluation de la qualité et de la pertinence d'une source d'information :
Évaluer ses sources [www.bibl.ulaval.ca/infosphere/sciences/tutoriel7.html] [fait partie de l'Infosphère Laval, qui est un tutoriel de la bibliothèque de l'Université Laval sur la recherche d'information et la documentation
(www.bibl.ulaval.ca, dans la section Infosphère-Laval de la rubrique S'orienter)]
- Information sur l'évaluation d'un site Internet (cette ressource a été créée pour le secteur des sciences de la santé, les exemples sont donc orientés vers ce secteur. Toutefois, les renseignements fournis peuvent s'appliquer à tous les sites web) :
L'évaluation d'un site Web [www.bib.umontreal.ca/SA/caps31.htm]
[fait partie des Capsules de formation documentaire InfoRepère qui est un programme de formation documentaire de la bibliothèque de l'Université de Montréal
(à partir du site web de la bibliothèque des sciences de la santé de l'Université de Montréal dans la section Apprendre à utiliser les ressources)]

5. NOTER LA RÉFÉRENCE D'UNE SOURCE D'UNE INFORMATION

Lorsqu'on consulte un document, peu importe la forme qu'il prend, il est très important de noter sa référence. La référence d'un document correspond aux renseignements qui sont nécessaires afin d'en identifier la source. Elle est utile afin de retrouver le document original plus tard ainsi que pour construire la bibliographie du rapport écrit.

Les renseignements nécessaires varient quelque peu selon le type de document. Il s'agit principalement du nom des auteurs, de l'année de publication, du titre de l'article ou du reportage (s'il y a lieu), du nom de la revue ou du document, du lieu de publication et la maison d'édition (s'il y a lieu) ainsi que du nombre de pages ou les pages consultées.

Plus de renseignements sur la manière de noter la référence d'un document, sur les citations et sur les règles de présentation de la bibliographie sont disponibles dans le document « Guide de rédaction d'un rapport écrit – projet d'expérimentation » ainsi que dans le guide « **L'Indispensable des Expo-sciences** ».

6. CHERCHER DE L'INFORMATION EFFICACEMENT

La recherche d'information est une démarche qui n'est jamais terminée et qui évolue en même temps que le projet. Plus on se documente sur un sujet, plus on le comprend et plus on maîtrise le vocabulaire qui y est lié. De plus, les renseignements nécessaires ne sont pas les mêmes à chaque étape. Par exemple, on ne recherche pas la même information pour mettre au point le protocole que pour analyser les résultats.

Cette section propose une méthode qui aide à chercher de l'information efficacement.

1. Dresser une liste de mots-clefs (ou utiliser la plus récente à sa disposition);
2. Rechercher des documents à partir de ces mots-clefs dans différentes sources d'information;
3. Sélectionner les documents intéressants et pertinents;
4. Consulter les documents sélectionnés pour trouver l'information nécessaire;
5. Résumer les lectures et noter les comptes rendus dans le cahier de laboratoire (en prenant en note la source de l'information);
6. Au besoin, retourner à la première étape pour rechercher de l'information nouvelle.

Il ne faut pas oublier de conserver des traces de l'information recueillie. En plus des résumés et des comptes rendus du cahier de laboratoire, il faut aussi conserver des photocopies des documents papier consultés et imprimer les pages Internet contenant des renseignements pertinents. Ces documents peuvent être rassemblés dans un cartable. Il sera utile de les avoir à portée de main pour vérifier un renseignement ou si l'adresse d'une page Web a changé.

Annexe 1

LIVRES, DICTIONNAIRES ET ENCYCLOPÉDIES

ACCESSIBILITÉ	• Bibliothèques scolaires, municipales, collégiales et universitaires • Collections personnelles • Internet
TYPE D'INFORMATION	De très générale et vulgarisée (exemples : dictionnaires ou encyclopédies générales) à très approfondie (exemples : encyclopédies spécialisées).
INTÉRÊT	Ce type de documents constitue une bonne source d'information pour un premier contact avec un sujet et pour en avoir une vue d'ensemble (exemples : dictionnaires, encyclopédies générales ou livres de vulgarisation). On peut également les consulter pour approfondir certains points plus précis du projet (exemples : encyclopédies spécialisées).
RECHERCHE	Les catalogues des bibliothèques sont accessibles sur place et dans la plupart des cas par Internet. Il faut toutefois se rendre à la bibliothèque pour consulter les documents sélectionnés (certains documents électroniques sont parfois disponibles à distance). NOTE : Le catalogue d'une bibliothèque est un outil qui dresse l'inventaire des documents qui y sont disponibles, et ce peu importe la forme qu'ils prennent (document audio ou audiovisuel, abonnement à une revue papier ou sur support électronique, encyclopédie, etc.). Il contient des renseignements sur l'auteur, sur le sujet du document, sur la date de parution, etc. Il est possible d'y effectuer des recherches par mots-clefs. • Réseau Biblio : www.reseaubiblioduquebec.qc.ca (pour accéder aux services offerts et pour trouver les coordonnées des établissements à proximité) • Bibliothèques municipales (on peut consulter le site Internet de sa municipalité pour connaître les services qui y sont offerts) • Catalogue de la Grande bibliothèque du Québec : www.banq.qc.ca • Catalogue des bibliothèques universitaires et collégiales (généralement accessible à partir de la page d'accueil du site Internet de l'établissement)
Exemples	• Les dictionnaires visuels • Les yeux de la découverte • L'Encyclopædia Universalis • L'Encyclopædia Britannica • etc.

Annexe 2

MAGAZINES DE VULGARISATION SCIENTIFIQUE (DOCUMENTS ÉCRITS, AUDIO OU AUDIOVISUELS)

ACCESSIBILITÉ	Librairies, bibliothèques, télévision, radio, Internet			
TYPE D'INFORMATION	Information vulgarisée et généralement spécifique à un sujet NOTE : Il est important de faire une distinction entre les magazines de vulgarisation scientifique (exemples : Québec Science, Découvrir) et les chroniques de vulgarisation dans les magazines de divertissement (exemple : La Semaine). En effet, ces chroniques sont souvent très vulgarisées, contiennent peu de contenu scientifique et il est souvent difficile de déterminer la source de l'information qui y est transmise. C'est pourquoi ce tableau concerne spécifiquement les magazines de vulgarisation scientifique.			
INTÉRÊT	Les thèmes abordés sont précis. L'information est vulgarisée et est basée sur le contenu d'articles scientifiques (périodiques) ou d'entrevues avec des spécialistes.			
RECHERCHE	- Bibliothèques (consulter l'Annexe 1 « Livres, dictionnaires et encyclopédies » pour de l'information sur les catalogues des bibliothèques) - Site Internet officiel du magazine (souvent à partir du site de l'éditeur ou du diffuseur)			
Exemples	Magazines écrits : - Québec Science - Pour la science - Découvrir - Science et vie - Science et avenir - National Geographic - etc.	Magazines télévisés : - Découverte (Radio-Canada) - Électrons libres (Télé-Québec) - National Geographic (Télé-Québec) - Le code Chastenay (Télé-Québec) - GÉNIAL! (Télé-Québec) - etc.	Magazines radio : - Les Années lumière (Première chaîne de Radio-Canada) - La semaine verte (Première chaîne de Radio-Canada) - etc.	Magazines en ligne : - Science étonnante (Youtube) - Espace des sciences (Youtube) - Zeste de Science lancée par le CNRS (Youtube) - etc.

Annexe 3

REVUES SCIENTIFIQUES (AUSSI APPELÉES « PÉRIODIQUES »)

ACCESSIBILITÉ	Bibliothèques, Internet
TYPE D'INFORMATION	Information très précise et spécifique sur un sujet. Information très à jour (Ces revues sont publiées plusieurs fois par année et il s'agit d'un des premiers endroits où les découvertes scientifiques sont publiées. L'information y est donc généralement plus récente que dans les encyclopédies pour lesquelles le délai de publication est plus long). Les articles sont écrits par des spécialistes du sujet et le contenu des articles est validé avant la publication par d'autres spécialistes du sujet (ce qu'on appelle l'évaluation par les pairs).
INTÉRÊT	Constitue la source d'information la plus reconnue en science et en technologie. Toutefois, le caractère très spécifique des sujets et la langue de rédaction (la plupart du temps en anglais) peuvent limiter leur utilisation dans le cadre d'un projet d'Expo-sciences.
RECHERCHE	• Catalogues des bibliothèques Les catalogues répertorient le nom de la revue et les sujets qui sont couverts, mais pas le titre des articles qui y sont publiés. Consulter l'Annexe 1 « Livres, dictionnaires et encyclopédies » pour obtenir de l'information sur les catalogues des bibliothèques. • Bases de données Les bases de données sont des outils de recherche électronique qui répertorient le titre des articles qui sont publiés dans les revues scientifiques. Ils sont généralement accessibles à partir des bibliothèques universitaires et, quelques fois, à partir des bibliothèques collégiales. Plusieurs bases de données sont accessibles à partir du site Internet de l'Institut national de recherche scientifique (INRS). Service de documentation et d'information spécialisées : www.inrs.ca • Site Internet officiel de la revue Il est possible de consulter les tables des matières et souvent d'y faire des recherches par mots-clefs. Parfois, les articles (ou seulement les résumés) sont disponibles gratuitement en ligne.
Exemples	Le Conseil national de recherche du Canada (CNRC) publie plusieurs revues scientifiques que l'on peut obtenir à partir de leur site Web. On peut y trouver les résumés en français et en anglais des articles et quelques-uns sont publiés en français. Ces revues couvrent plusieurs domaines de la science. Voici quelques titres de revues à consulter : Botanique, Génome, Revue canadienne de physique, Revue canadienne de zoologie, etc. (www.nrc-cnrc.gc.ca)

Annexe 4

COMMUNICATIONS PERSONNELLES AVEC UN SPÉCIALISTE

ACCESSIBILITÉ	Dans l'environnement de l'élève! Il peut s'agir aussi bien d'une personne de son entourage immédiat (famille, amis, enseignants, etc.) que d'un spécialiste qui pourra fournir de l'information sur le sujet.
TYPE D'INFORMATION	De générale à spécialisée Cela dépend de la préparation de l'élève avant la rencontre (sa connaissance du sujet, l'identification des renseignements dont il a besoin, etc.) ainsi que du niveau de spécialisation de la personne rencontrée.
INTÉRÊT	Constitue la source d'information la plus reconnue en science et en technologie. Toutefois, le caractère très spécifique des sujets et la langue de rédaction (la plupart du temps en anglais) peuvent limiter leur utilisation dans le cadre d'un projet d'Expo-sciences.
RECHERCHE	Il faut garder les yeux ouverts! Souvent, il y a quelqu'un tout près en mesure de donner un coup de main à l'élève. Une fois que l'information dont l'élève a besoin est identifiée, il ne faut pas hésiter à contacter la ou les personnes pouvant répondre aux questions. Les gens sont souvent très généreux et prêts à aider lorsqu'on leur demande poliment et qu'on leur explique la nature du projet. La section « Mentorat » sur le site Web du Réseau Technoscience peut également aider l'élève. Un modèle de lettre d'approche d'un mentor ou d'un spécialiste peut être téléchargé. Cette lettre peut être utilisée à la fois pour approcher un mentor pour obtenir seulement un entretien, mais aussi pour du mentorat qui requiert une présence plus importante (par exemple, lors de manipulations en laboratoire). Une banque de mentors comprenant des spécialistes de divers domaines intéressés à accompagner les élèves est aussi disponible. Les élèves voulant consulter cette banque doivent s'inscrire comme mentorés, dans la section « Mentorat » du site Web du Réseau Technoscience.
Exemples	• Enseignants d'un CÉGEP ou d'une université • Spécialistes du domaine de la santé (pharmacien, infirmier, dentiste, optométriste, etc.) • Personnel spécialisé d'un ministère ou d'un centre de recherche • Personnel spécialisé d'une entreprise offrant des services-conseils (dans les domaines du génie, de l'agronomie, de l'informatique, de l'architecture, de l'urbanisme, etc.) • Spécialistes de musées scientifiques • etc.

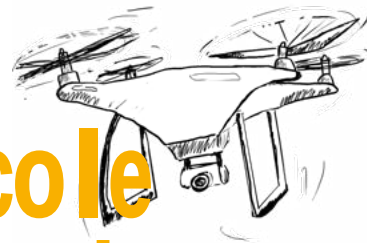
Annexe 5

INTERNET

TYPE D'INFORMATION	Le cas d'Internet est particulier. En fait, on y trouve de l'information pertinente, vraie et validée, mais également de l'information entièrement fausse ou farfelue. L'information qu'on y trouve varie de très vulgarisée à très spécialisée.
INTÉRÊT	• Pour un premier contact avec un sujet ou pour identifier des mots-clefs. • Pour consulter des sites d'organisations reconnues présentant de l'information scientifique (exemples : ministères, centres de recherche, ordres professionnels, associations de spécialistes, etc.). • Pour suivre l'actualité scientifique et connaître les dernières découvertes.
Notes	• Il est important d'évaluer la qualité de l'information trouvée sur chacun des sites visités • Il faut faire attention à l'information issue de sites privés (exemple : entreprises, groupes de pression, etc.) et s'assurer qu'il ne s'agit pas un outil de publicité ou de propagande (Est-ce qu'on y présente qu'un seul côté de la médaille?). • Les encyclopédies en ligne, comme Wikipedia par exemple, offre généralement (donc pas toujours) une information de qualité. Il est donc nécessaire de confirmer l'information qui s'y trouve à partir d'autres sources. Toutefois, cela peut être approprié pour un premier contact avec un sujet, pour en avoir une vue d'ensemble ou pour identifier les mots-clefs. • Les pages personnelles, les forums de discussions, les blogues ne sont pas des sources d'information fiables. L'information qui y est donnée n'est pas validée et il est très difficile d'en déterminer l'origine. C'est pourquoi ils devraient être utilisés seulement pour trouver des pistes de solutions ou pour identifier des mots-clefs par exemple.
Exemples	Actualité scientifique : • Agence Science-Pressé [au Québec] (www.sciencepresse.qc.ca) • Branchez-vous – Science [au Québec] (science.branchez-vous.com) • Techno-Science.net [en France] (www.techno-science.net) • Futura-Sciences.com [en France] (www.futura-sciences.com) Les universités et les centres de recherches : • Université Laval (www.ulaval.ca), Université de Montréal (www.umontreal.ca), Université de Sherbrooke (www.usherbrooke.ca), Polytechnique Montréal, le réseau de l'Université du Québec (www.uquebec.ca), etc. • Institut national de recherche scientifique (INRS) (www.inrs.uquebec.ca) • Institut national de recherche agronomique (INRA) (www.inra.fr) • Les ministères provinciaux (www.gouv.qc.ca) Exemples : Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation; Développement durable, Environnement et Parcs; Ressources naturelles et Faune; Santé et Services sociaux; etc. • Les ministères fédéraux (www.gc.ca) Exemples : Agriculture et Agroalimentaire Canada; Environnement Canada; Ressources naturelles Canada; Santé Canada; etc. Autres sources d'information potentielles : • CyberSciences-Junior (www.cybersciences-junior.org) • Quebec Science/CyberSciences (www.cyberscience.com) • Les Débrouillards (www.lesdebrouillards.com) • etc.

SECTION

Mettre au point un protocole expérimental ou protocole de recherche



La mise au point du protocole expérimental est une étape clef de la démarche scientifique, donc de tous les projets en expérimentation à l'Expo-sciences. Le protocole correspond aux étapes qui doivent être réalisées afin de répondre à la **question** de départ. C'est donc à cette étape que l'élève va déterminer comment il va faire pour vérifier si son **hypothèse** est vraie ou fausse. Pour en savoir plus sur la question de départ et sur l'hypothèse, on peut consulter la section « Trouver une idée pour un projet en expérimentation ».

Un protocole bien planifié permet de diminuer les pertes de temps lors des manipulations. De plus, cela permet de s'assurer que les résultats seront en lien avec l'hypothèse et la question de départ.

Avoir une liste de toutes les étapes prévues pour la recherche, l'expérimentation, le détail du projet d'Expo-sciences souhaité. Indiquer son hypothèse, objectifs et lister quoi faire, le pourquoi et comment sera-t-il fait. En bref, en lisant le protocole de recherche, on lit les étapes prévues pour la réalisation complète du projet d'Expo-sciences.

Il est possible que l'on doive adapter le protocole en cours de route pour répondre à des imprévus. Toutefois, un protocole bien planifié dès le départ n'entraînera souvent que quelques corrections mineures.

Il est important de vérifier que le protocole soit conforme aux règlements.

Des formulaires à remplir?

TOUS les projets nécessitant la participation de sujets humains ou l'utilisation de matériel biologique d'origine humaine doivent remplir et soumettre le Formulaire A (en ligne) **AVANT** de débiter l'expérimentation. **SEULEMENT**, si le projet est jugé conforme, le comité provincial de l'éthique du Réseau Technoscience émettra le certificat d'approbation accompagnant le Formulaire A et afin que les exposants puissent amorcer leur expérimentation.

Pour tous les autres projets d'expérimentation (utilisant des animaux vivants, des tissus ou parties d'animaux, des microorganismes, bactéries, virus, moisissures ou organismes primitifs, des cellules végétales ou animales, tout autre matériel d'origine biologique et des substances chimiques), le Formulaire A doit être rempli en ligne **AVANT** de débiter l'expérimentation.

Pour les projets du volet primaire (juvénile), si les exposants réalisent une expérimentation, ils doivent remplir le Formulaire D. Veuillez prendre note que les projets qui nécessitent la participation de sujets humains et l'utilisation de matériel biologique ne sont pas permis au volet primaire des Expo-sciences.

Il est également préférable de faire valider le protocole par un enseignant, un mentor ou son superviseur scientifique durant sa mise au point afin d'obtenir ses commentaires et ses suggestions et pour s'assurer de ne pas faire fausse route.

Les différents formulaires nécessaires au projet, disponibles sur le site Web Réseau Technoscience

La mise au point du protocole expérimental peut être influencée par des facteurs sur lesquels peu de contrôle peut être exercé. Il faut ainsi tenir compte, entre autres, du lieu où seront réalisées les manipulations, du budget disponible, du matériel accessible, des délais avant l'Expo-sciences, etc.

Note : Pour aider à comprendre les différents concepts expliqués dans ce document, des exemples seront donnés au fur et à mesure des explications. Ces exemples sont basés sur les cinq projets fictifs présentés dans le tableau qui suit :

	Question	Hypothèse(s)
1.	Quelle est l'influence de la pression de l'air contenu dans un ballon de basketball sur la hauteur de ses bonds?	Il n'y a pas de lien entre la hauteur des bonds d'un ballon de basketball et la pression de l'air qu'il contient (en % de la pression réglementaire).
2.	Quelle est l'influence du type de gaz contenu dans un ballon sur la hauteur de ses bonds?	Un ballon de basketball gonflé à l'air ambiant bondit plus haut qu'un ballon gonflé à l'azote ou à l'hélium.
3.	Quel est l'effet du vent sur la croissance des plantes?	A) La croissance d'un plant de tomates diminue lorsque la vitesse du vent auquel il est exposé augmente. B) L'inclinaison de la tige principale d'un plant de tomates augmente avec la vitesse du vent.
4.	Quel est l'effet répulsif de certains produits domestiques sur les fourmis?*	Certains produits trouvés dans un garde-manger peuvent être utilisés comme répulsif contre les fourmis.*
5.	Quelle méthode de conservation « maison » protège mieux la nourriture contre les bactéries?	La congélation (à -18°C) permet une prolifération des bactéries moins élevée que la mise en conserve en pots de verre.

*Les expérimentations avec des animaux vivants doivent être réalisées dans une institution reconnue.

Avant de débiter un projet avec des êtres vivants, consulter attentivement les [règlements](#) afin d'obtenir toutes les autorisations requises et pour s'assurer que le protocole soit conforme.

1. IDENTIFIER LES VARIABLES

Comme leur nom l'indique, les variables représentent ce qui varie dans un projet de recherche. En fait, ce sont les caractéristiques que l'on veut étudier en expérimentant. Il en existe deux types, les **variables indépendantes** et les **variables dépendantes**.

1.1 LES VARIABLES INDÉPENDANTES

Une variable indépendante est une caractéristique que l'on décide **de faire varier** pour étudier son effet. En fait, il s'agit de la caractéristique dont la valeur est contrôlée par la personne qui expérimente.

Par exemple, dans un projet portant sur l'influence de différentes vitesses du vent sur la croissance des plantes, la variable indépendante serait la vitesse du vent. En fait, il s'agit de la caractéristique que l'ÉLÈVE décide de faire varier et qu'il contrôle.

Chaque variable indépendante peut ainsi prendre plus d'une valeur. Les valeurs qui seront évaluées doivent être déterminées dès le début du projet et ne sont pas modifiées par la suite. Chacune de ces valeurs est appelée un **traitement**. Il y a ainsi plus d'un traitement par projet.

Il est important de ne pas choisir au hasard les traitements, c'est-à-dire les valeurs de la variable indépendante qui seront évaluées. En fait, il doit y avoir une explication logique derrière chacun de ces choix et ces valeurs doivent représenter des événements plausibles.

Dans un projet sur l'exposition des plantes au vent, on pourrait décider d'étudier le comportement d'une plante soumise à des vents extrêmes, soit durant une tornade ou un ouragan. Dans cet exemple, la variable indépendante est la vitesse du vent. Ceci représente une situation plausible, même si les vitesses du vent évaluées correspondent à des événements rares ou extrêmes. Par contre, on pourrait décider d'évaluer les effets de vents plus faibles et fréquents, soit par exemple les quatre traitements suivants : 0 km/h, 10 km/h, 20 km/h et 30 km/h.

De la même manière, si on voulait déterminer l'influence de la pression de l'air dans un ballon sur la hauteur de ses bonds, la variable indépendante serait la pression de l'air dans le ballon. On pourrait ainsi décider d'évaluer l'effet de quatre pressions différentes (ce projet aurait donc quatre traitements) : la pression réglementaire (100 %), puis 75 %, 50 % et 25 % de la pression réglementaire. Dans cet exemple, les traitements évalués représentent une situation plausible, qui pourrait se produire dans des conditions habituelles, soit un ballon dégonflant graduellement.

Les variables indépendantes ne sont pas nécessairement représentées par des valeurs numériques. Dans certains cas, il peut s'agir de la forme ou de l'état de la caractéristique qui est étudiée.

Dans un projet sur l'influence du type de gaz dans un ballon sur la hauteur de ses bonds, la variable indépendante serait le type de gaz tandis que les traitements correspondraient aux différents gaz évalués, par exemple l'air ambiant, l'azote et l'hélium.

1.2 LES VARIABLES DÉPENDANTES

Une variable dépendante est une caractéristique qui peut **varier en réaction** à une variable indépendante. On peut aussi dire qu'**elle subit l'influence** de la variable indépendante, donc qu'**elle en dépend**. Les variables dépendantes correspondent aux caractéristiques qui seront mesurées suite à l'application des traitements.

Ainsi, si un projet étudie l'influence du type de gaz dans un ballon sur la hauteur de ses bonds, la variable dépendante serait la hauteur des bonds (en centimètres). En fait, la hauteur des bonds est la caractéristique qui subit l'influence du type de gaz (la variable indépendante).

Chaque variable indépendante peut influencer plus d'une caractéristique de ce qui est étudié. C'est pourquoi il peut y avoir plus d'une variable dépendante pour chaque variable indépendante.

Dans un projet sur l'effet du vent sur les plantes, la vitesse du vent (la variable indépendante) peut influencer les plantes de plus d'une façon. Ainsi, les variations de la vitesse du vent pourraient entraîner des changements sur le taux de croissance de la plante ou sur l'inclinaison de la tige principale. Dans cet exemple, il pourrait donc y avoir deux variables dépendantes, soit deux caractéristiques qui sont influencées par la vitesse du vent et dont on veut observer la réaction.

EN RÉSUMÉ

Une **variable indépendante** est la caractéristique qui est contrôlée par la personne qui expérimente, tandis que les **traitements** correspondent aux valeurs de cette variable indépendante qui seront évaluées. Pour sa part, la **variable dépendante** est la caractéristique qui subit l'influence de la variable indépendante (donc des traitements) et dont on veut étudier la réaction.

Variable indépendante	Traitement	Variable dépendante
Caractéristique dont la valeur est contrôlée par la personne qui expérimente. Par l'expérimentation, on cherche à étudier son effet sur une autre caractéristique.	Les différentes valeurs prises par la variable indépendante qui seront évaluées dans le cadre d'un projet.	Caractéristique qui subit l'influence de la variable indépendante et pouvant varier suite à l'application des traitements.

1.3 BIEN IDENTIFIER LES VARIABLES

Il est important de bien identifier les variables dépendantes et les variables indépendantes au **début** du **projet**. En fait, les variables sont à la base du protocole expérimental, puisque c'est pour **observer leurs comportements que l'on expérimente**. Pour les identifier plus facilement, on peut relire la question et l'hypothèse. Une fois les variables identifiées, il faut déterminer quels traitements seront évalués, c'est-à-dire quelles sont les valeurs de la variable indépendante qui seront testées.

Pour bien distinguer les notions de variables indépendantes, de variables dépendantes et de traitements, le tableau qui suit présente cinq exemples complets.

Question (s)	Hypothèse(s)	Variable indépendante	Traitements	Variable(s) dépendante(s)
Quelle est l'influence de la pression de l'air contenu dans un ballon de basketball sur la hauteur de ses bonds?	Il n'y a pas de lien entre la hauteur des bonds d'un ballon de basketball et la pression de l'air qu'il contient (en % de la pression réglementaire).	Pression de l'air dans le ballon	- Pression réglementaire (100 %) 75 % de la pression réglementaire 50 % de la pression réglementaire 25 % de la pression réglementaire	Hauteur des bonds (en cm et en % de la hauteur des bonds d'un ballon à la pression réglementaire)
Quelle est l'influence du type de gaz contenu dans un ballon sur la hauteur de ses bonds?	Un ballon de basketball gonflé à l'air ambiant bondit plus haut qu'un ballon gonflé à l'azote ou à l'hélium.	Type de gaz dans le ballon	- Air ambiant - Azote - Hélium	Hauteur des bonds (en cm)
Quel est l'effet du vent sur la croissance des plantes?	A) La croissance d'un plant de tomates diminue lorsque la vitesse du vent auquel il est exposé augmente. B) L'inclinaison de la tige principale d'un plant de tomates augmente avec la vitesse du vent auquel il est exposé.	Vitesse du vent	0 km/h 10 km/h 20 km/h 30 km/h	A) Croissance des plants (en mm) B) Angle de la tige principale (par rapport à un angle droit avec le sol)
Quel est l'effet répulsif de certains produits domestiques sur les fourmis? *	Certains produits trouvés dans un garde-manger peuvent être utilisés comme répulsif contre les fourmis.	Produit domestique potentiellement répulsif	- Vinaigre - Sauce soya - Bicarbonate de sodium - Poivre - Sel - Eau - Rien	Distance en ligne droite parcourue par la fourmi en direction de la cible, un fruit très mur (en cm)
Quelle méthode de conservation « maison » protège mieux la nourriture contre les bactéries?	La congélation (à -18 °C) permet une prolifération des bactéries moins élevée que la mise en conserve en pot de verre.	Méthode de conservation des aliments	- Congélation (-18 °C) - Mise en conserve en pots de verre	Quantité de bactéries

* Les expérimentations avec des animaux vivants doivent être réalisées dans une institution reconnue. Avant de débiter un projet avec des êtres vivants, consulter attentivement les [règlements](#) afin d'obtenir toutes les autorisations requises et pour s'assurer que le protocole soit conforme.

2. RECHERCHER DE L'INFORMATION

Une des premières démarches à entreprendre pour mettre au point un protocole expérimental est de rassembler l'information nécessaire. Certains des renseignements obtenus lors de précédentes recherches d'information pourront être utiles. Toutefois, il est probable que l'élève ait besoin de se documenter à nouveau. Pour en savoir plus à ce sujet, on peut consulter la section « Partir à la recherche d'information ».

Il faut donc réunir, entre autres, des renseignements sur les techniques et les méthodes qui pourraient être utilisées pour valider l'hypothèse. Pour cela, l'élève peut essayer de répondre à la question suivante : « *Quelles sont les techniques et les méthodes utilisées par les chercheurs travaillant dans le même domaine que mon projet ?* ».

Lors de ses recherches d'information, l'élève trouvera peut-être des résumés ou des rapports de projets de recherche scientifique portant sur des problématiques semblables à sa question de départ. Ces documents sont parfois disponibles sur les sites Internet de ministères, d'universités, de centres de recherche, etc. Ces documents peuvent fournir de l'information pertinente sur les méthodologies qu'il pourrait utiliser. Les différents renseignements rassemblés à cette étape aideront l'élève à mettre au point son propre protocole expérimental.

3. PLANIFIER LES MANIPULATIONS

À partir des renseignements recueillis et des connaissances acquises, il faut **déterminer la meilleure façon** de vérifier si l'hypothèse est vraie ou fausse. Pour ce faire, l'élève peut s'inspirer d'un protocole existant et l'adapter afin qu'il corresponde à son projet ou bien concevoir un protocole entièrement par soi-même.

Peu importe la manière utilisée pour élaborer le protocole expérimental, il est très important que de comprendre **pourquoi** les manipulations choisies sont appropriées au projet. Il faut également être capable d'expliquer le protocole aux juges et aux visiteurs.

Il ne faut pas oublier d'indiquer la référence de toutes les **sources d'information** utilisées (tel qu'indiqué dans la section « Communiquer les résultats d'un projet en expérimentation »). Si l'élève a choisi d'adapter un protocole existant, il doit indiquer la référence et préciser les modifications apportées. S'il conçoit lui-même son protocole, il doit mentionner toutes les sources d'information consultées pour y arriver.

Les étapes du protocole doivent être décrites le plus précisément possible. Il faut donc y préciser, par exemple, le matériel nécessaire, les quantités requises, le type de montage à effectuer, les appareils à utiliser, les temps de réaction ou d'attente, la température, les unités de mesure, etc. Le protocole doit comprendre suffisamment de détails pour que quelqu'un voulant reproduire cette expérimentation puisse le faire en utilisant seulement les renseignements qui y sont mentionnés. Enfin, il est recommandé de prévoir des étapes courtes et simples. Cela diminue le risque d'erreurs lors des manipulations.

Lors de l'élaboration d'un protocole, il faut prendre en compte différents éléments. Ses éléments ne sont pas nécessairement pertinents pour tous les types de projet. Il est donc suggéré à l'élève d'utiliser les prochaines sections comme une « liste de pistes à suivre » et de se concentrer sur ceux qui s'appliquent à son expérimentation.

Les prochaines sections décrivent les éléments suivants :

- 3.1) **l'échantillonnage**;
- 3.2) **la distribution au hasard**;
- 3.3) **les répétitions**;
- 3.4) **les témoins**;
- 3.5) **le matériel**;
- 3.6) **l'environnement à contrôler**;
- 3.7) **la collecte des données brutes**.

3.1 L'ÉCHANTILLONNAGE

Il est possible qu'on ne puisse pas réaliser l'expérimentation sur tous les éléments concernés par le projet. Par exemple, si on souhaite déterminer l'effet répulsif d'un produit contre les fourmis, on ne pourra pas effectuer les tests sur toutes les fourmis vivantes dans le monde! Il faudra donc réaliser l'expérimentation avec un échantillon comprenant un nombre prédéterminé de fourmis.

L'échantillon doit être le plus **homogène** possible afin d'éviter que les résultats obtenus soient influencés par autre chose que par les traitements évalués (c'est-à-dire par la variable indépendante).

Par exemple, pour étudier l'effet du vent sur la croissance des plantes, il est important de choisir des plantes semblables les unes aux autres. On ne peut obtenir des conclusions significatives si la taille des plants n'est pas la même au départ. Aussi, puisque chaque espèce de plante a une croissance différente, on ne pourrait pas mélanger des plants de tomates et des plants de poivrons.

De la même manière, pour évaluer l'effet répulsif de produits domestiques sur les fourmis, il est important de constituer l'échantillon avec des fourmis semblables les unes aux autres. Il faudrait alors vérifier, entre autres, si elles appartiennent à la même espèce (par exemples, seulement des fourmis rouges ou seulement des fourmis charpentières), si ce sont toutes des ouvrières, si leur taille est semblable, etc.

L'échantillon doit également être **représentatif de la population totale**, c'est-à-dire qu'il doit se comporter comme celle-ci l'aurait fait. Pour cela, un échantillon doit être **composé du plus grand nombre d'éléments possible**. Il n'y a pas de règles précises pour déterminer la taille idéale d'un échantillon. Il faut faire un compromis entre un échantillon de très grande taille et les diverses contraintes pouvant être rencontrées. Ces contraintes peuvent être l'espace accessible, le matériel et le budget disponible, le temps nécessaire pour effectuer les manipulations et pour noter les observations, etc.

Il est important de préciser que le terme « **population** » ne fait pas uniquement référence à des humains, mais plutôt à l'ensemble des éléments sur lesquels porte l'expérimentation. Il peut ainsi s'agir d'une espèce d'insectes, de plantes ou de poissons, d'un type de minéral, de piles, de champignons, de bactéries, de ressorts, de boissons gazeuses, etc.

Par exemple, pour évaluer l'influence du type de gaz dans un ballon de basketball, les manipulations devraient être réalisées sur un échantillon, puisqu'il serait impossible de le faire avec tous les ballons de basketball. Pour constituer cet échantillon, il faudrait rassembler des ballons neufs qui se ressemblent (de la même marque et du même modèle). Il faudrait également s'assurer que leur diamètre et leur poids sont semblables, car la quantité de caoutchouc peut influencer les bonds. Dans ce projet, la population représentée par l'échantillon correspondrait à l'ensemble des ballons du même type que ceux utilisés.

3.2 LA DISTRIBUTION AU HASARD

Une des premières règles à respecter en statistiques pour s'assurer de la validité des résultats est celle de la **distribution au hasard** (qu'on appelle également la distribution aléatoire). Dans le cas d'un projet d'Expo-sciences en expérimentation, cela signifie qu'il faut choisir entièrement au hasard quel traitement sera attribué à chaque élément de l'échantillon. De plus, si l'échantillon doit être séparé en petits groupes, cela doit également être fait au hasard et sans imposer de contraintes.

Pour respecter cette règle, il n'est pas nécessaire d'utiliser une méthode complexe. On peut simplement donner un numéro à chaque élément de l'échantillon, placer ces numéros dans un panier et procéder à un tirage.

Par exemple, pour évaluer l'effet de la pression de l'air dans un ballon sur la hauteur de ses bonds, l'élève pourrait attribuer un numéro à chacun des ballons de l'échantillon. Par la suite, il pourrait tirer au sort pour déterminer à quelle pression va être gonflé chaque ballon.

3.3 LES RÉPÉTITIONS

Pour diminuer les probabilités que les résultats obtenus soient la conséquence d'un phénomène autre que celui qu'on veut observer, il est nécessaire d'obtenir plus d'un résultat pour chacun des traitements (c'est-à-dire pour chaque valeur de la variable indépendante). Ainsi, les manipulations permettant d'évaluer chaque traitement sont effectuées plus d'une fois, et ce, sur un élément différent de l'échantillon à chaque reprise. C'est ce qu'on appelle les **répétitions**.

Le nombre de répétitions doit être prévu dans le protocole. Les manipulations associées aux répétitions d'un même traitement ne doivent pas être effectuées une à la suite de l'autre, mais elles doivent plutôt être réalisées dans le désordre (on dit aussi aléatoirement). Cela permet d'augmenter la validité des résultats.

Par exemple, un projet portant sur l'effet de quatre vitesses de vent (les traitements) sur la croissance de plants de tomates pourrait comprendre quatre répétitions. Il faudrait alors constituer un échantillon comprenant 16 plantes semblables afin de réaliser l'ensemble des manipulations de ce protocole (puisque chacun des quatre traitements est testé avec quatre plantes différentes).

Afin d'améliorer la validité des résultats, il est également possible de refaire plus d'une fois l'ensemble du protocole expérimental. Chacune des fois où l'ensemble de ton protocole est effectué est appelée un **essai**.

Par exemple, il est possible d'évaluer l'influence de trois types de gaz (air ambiant, azote et hélium) sur la hauteur des bonds en effectuant quatre répétitions, et ce, avec 12 ballons. Par la suite, il serait possible de faire un deuxième essai en recommençant l'ensemble des manipulations et en utilisant les mêmes 12 ballons. Pour réaliser ce deuxième essai, il faudrait refaire une distribution au hasard d'un type de gaz à chacun des douze ballons. Dans ce projet, il y aurait donc eu deux essais comprenant chacun quatre répétitions.

A. DISTRIBUTION AU HASARD DES TRAITEMENTS ET DES RÉPÉTITIONS AUX ÉLÉMENTS DE L'ÉCHANTILLON

A1. Projet évaluant l'influence du type de gaz contenu dans un ballon de basketball sur la hauteur de ses bonds

Question :	Quelle est l'influence du type de gaz contenu dans un ballon sur la hauteur de ses bonds?
Hypothèse :	Un ballon de basketball gonflé à l'air ambiant bondit plus haut qu'un ballon gonflé à l'azote ou à l'hélium.
Variable indépendante :	Type de gaz dans le ballon
Traitements :	3 traitements : Azote, hélium et air ambiant
Variable dépendante :	Hauteur des bonds (en cm)
Nombre de répétitions :	4 répétitions
Taille de l'échantillon :	12 ballons (puisque chacun des 3 gaz est testé avec 4 ballons différents)

A2. Distribution au hasard des traitements aux éléments de l'échantillon

	Ballon #1 Hélium (Répétition #1)		Ballon #2 Air (Répétition #3)		Ballon #3 Hélium (Répétition #3)		Ballon #4 Azote (Répétition #4)
	Ballon #5 Air (Répétition #2)		Ballon #6 Azote (Répétition #1)		Ballon #7 Air (Répétition #4)		Ballon #8 Hélium (Répétition #2)
	Ballon #9 Hélium (Répétition #4)		Ballon #10 Azote (Répétition #2)		Ballon #11 Azote (Répétition #3)		Ballon #12 Air (Répétition #1)

B. DISTRIBUTION AU HASARD DES TRAITEMENTS ET DES RÉPARTITIONS AUX ÉLÉMENTS DE L'ÉCHANTILLON

B1. Projet évaluant l'effet répulsif de produits trouvés dans un garde-manger sur les fourmis

Question :	Quel est l'effet répulsif de certains produits domestiques sur les fourmis?
Hypothèse :	Certains produits trouvés dans un garde-manger peuvent être utilisés comme répulsif contre les fourmis.
Variable indépendante :	Produits potentiellement répulsifs
Traitements :	7 traitements : produits A, B, C, D, E, F et G
Variable dépendante :	Distance en ligne droite parcourue par la fourmi en direction de la cible (en cm)
Nombre de répétitions :	5 répétitions
Taille de l'échantillon :	35 fourmis (puisque chacun des 7 produits est testé avec 5 fourmis différentes)

B2. Schéma du dispositif utilisé pour évaluer l'effet répulsif des produits contre les fourmis



EXPLICATION DU SCHÉMA:

À tour de rôle, les fourmis sont déposées à une extrémité d'un tunnel dans la zone de départ (entre les lignes pointillées). À l'autre extrémité, se trouve un fruit très mur (la « cible ») pour y attirer la fourmi. Le produit potentiellement répulsif testé est déposé devant la cible. Après un temps prédéterminé, la distance parcourue par la fourmi en direction de la cible est notée.

Distribution au hasard des traitements aux éléments de l'échantillon :

Fourmi #1		Fourmi #2		Fourmi #3		Fourmi #4		Fourmi #5		Fourmi #6		Fourmi #7	
Produit B (Répétition #1)		Produit D (Répétition #1)		Produit D (Répétition #1)		Produit C (Répétition #1)		Produit A (Répétition #1)		Produit F (Répétition #1)		Produit D (Répétition #1)	
Fourmi #8		Fourmi #9		Fourmi #10		Fourmi #11		Fourmi #12		Fourmi #13		Fourmi #14	
Produit G (Répétition #1)		Produit F (Répétition #1)		Produit B (Répétition #1)		Produit E (Répétition #1)		Produit C (Répétition #1)		Produit B (Répétition #1)		Produit G (Répétition #1)	
Fourmi #15		Fourmi #16		Fourmi #17		Fourmi #18		Fourmi #19		Fourmi #20		Fourmi #21	
Produit C (Répétition #1)		Produit B (Répétition #1)		Produit F (Répétition #1)		Produit C (Répétition #1)		Produit A (Répétition #1)		Produit G (Répétition #1)		Produit C (Répétition #1)	
Fourmi #22		Fourmi #23		Fourmi #34		Fourmi #25		Fourmi #26		Fourmi #27		Fourmi #28	
Produit A (Répétition #1)		Produit E (Répétition #1)		Produit D (Répétition #1)		Produit B (Répétition #1)		Produit G (Répétition #1)		Produit D (Répétition #1)		Produit E (Répétition #1)	
Fourmi #29		Fourmi #30		Fourmi #31		Fourmi #32		Fourmi #33		Fourmi #34		Fourmi #35	
Produit F (Répétition #1)		Produit G (Répétition #1)		Produit A (Répétition #1)		Produit E (Répétition #1)		Produit F (Répétition #1)		Produit E (Répétition #1)		Produit A (Répétition #1)	

3.4 LES TÉMOINS

Il est parfois nécessaire de comparer les résultats obtenus avec une valeur « neutre », c'est-à-dire avec le comportement qui serait observé sans l'expérimentation. Il faut alors planifier dans le protocole expérimental un ou plusieurs témoins.

Les **témoins** font partie de l'échantillon, ils suivent toutes les étapes du protocole expérimental, mais dans leur cas, la variable indépendante ne varie pas, elle a une « valeur neutre ». Il faut le même nombre de répétitions de la valeur témoin que des autres valeurs de la variable indépendante.

Par exemple, pour évaluer l'effet répulsif de produits trouvés dans un garde-manger sur les fourmis, il faudrait prévoir l'utilisation de témoins. En fait, il serait important de savoir si le comportement observé est réellement dû à l'effet des produits testés. Dans cet exemple, il pourrait y avoir deux (2) valeurs de la variable indépendante comme témoin. La première valeur témoin serait simplement de n'utiliser aucun produit. Cela permettrait de vérifier si la fourmi atteint la cible lorsqu'il n'y a pas de substance répulsive devant elle. Puis, si certains produits testés sont des liquides, il serait pertinent de vérifier si la présence de liquide « dérange » la fourmi et l'empêche d'atteindre la cible. La seconde valeur témoin pourrait alors être de l'eau, puisqu'il s'agit d'une substance sans odeur qui ne devrait pas incommoder la fourmi.

EXEMPLES :

C. UTILISATION DE TÉMOIN DANS UN PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL

C1. Projet évaluant l'effet du vent sur la croissance des plantes

Question :	Quel est l'effet du vent sur la croissance des plantes?
Hypothèse :	A) La croissance d'un plant de tomates diminue lorsque la vitesse du vent auquel il est exposé augmente. B) L'inclinaison de la tige principale d'un plant de tomates augmente avec la vitesse du vent auquel il est exposé.
Variable indépendante :	Vitesse du vent
Traitements :	4 traitements : 0 km/h (témoin), 10 km/h, 20 km/h et 30 km/h
Variable dépendante :	A) Croissance des plants (en mm) B) Angle de la tige principale (par rapport à un angle droit avec le sol)
Nombre de répétitions :	4 répétitions
Taille de l'échantillon :	16 plantes (puisque chacune des 4 vitesses du vent est testée avec 4 plantes différentes)

C2. Distribution au hasard des traitements (incluant la valeur témoin) aux éléments de l'échantillon :

	Plante #1		Plante #2		Plante #3		Plante #4
	0 km/h (témoin)		20 km/h		10 km/h		30 km/h
	Plante #5		Plante #6		Plante #7		Plante #8
	30 km/h		10 km/h		30 km/h		0 km/h (témoin)
	Plante #9		Plante #10		Plante #11		Plante #12
	10 km/h		20 km/h		0 km/h (témoin)		20 km/h
	Plante #13		Plante #14		Plante #15		Plante #16
	0 km/h (témoin)		30 km/h		20 km/h		10 km/h

3.5 LE MATÉRIEL

Une fois les étapes à réaliser, les traitements qui seront évalués et le nombre de répétitions établis, il faut dresser une liste de tout le matériel requis. Par la suite, il faut indiquer les quantités nécessaires de chaque élément. Lorsque cette liste est terminée, on peut alors déterminer où et comment on peut se procurer le tout.

Lorsque plusieurs exemplaires d'un même article sont nécessaires, il est important que ceux-ci soient homogènes, c'est-à-dire qu'ils doivent se ressembler le plus possible (exemples : même marque ou fabricant, taille, poids ou volume identique, etc.). Ceci est important pour s'assurer que l'état du matériel utilisé n'influencera pas les résultats qui seront observés.

Par exemple, pour évaluer des méthodes de conservation « maison » des aliments, il faudrait utiliser des contenants identiques, c'est-à-dire de la même marque, du même modèle et du même volume. Par contre, il est possible qu'on ne puisse pas utiliser le même type de contenant pour la congélation et pour la mise en conserve. Il faudrait alors sélectionner deux types de contenants (soit un par traitement) qui possèdent le plus de caractéristiques communes (même volume et forme semblables, par exemple).

Enfin, voici quelques points à ne pas oublier :

- Si l'élève a du matériel à emprunter, il ne doit pas oublier de faire les réservations nécessaires afin qu'il soit disponible et en bon état au moment où il en aura besoin.
- Certains appareils et instruments de mesure doivent être étalonnés¹ régulièrement (balances, thermomètre, pH-mètre, etc.). Il ne faut pas oublier de demander si les vérifications nécessaires ont été faites sur les appareils et les instruments qui seront utilisés.
- Prévoir un endroit adéquat pour effectuer les manipulations et, s'il y a lieu, ne pas oublier de faire les réservations nécessaires à l'avance.
- Si l'élève a besoin d'être supervisé, il doit aviser les personnes concernées à l'avance afin qu'elles soient disponibles au moment requis et leur faire remplir les formulaires requis.

3.6 L'ENVIRONNEMENT À CONTRÔLER

Dans la mesure du possible, l'expérimentation doit se réaliser dans un environnement contrôlé. En fait, à l'exception de ce qu'on veut observer (c'est-à-dire les variables), tout devrait demeurer stable et constant. En procédant ainsi, les résultats ne seront pas influencés par des conditions changeantes ou par un phénomène extérieur à l'expérimentation.

Il est important de noter les conditions existantes au moment de l'expérimentation (exemples : température, humidité, vent, heure, surface de travail, personne qui fait les manipulations, etc.). Ces conditions pourront aider à comprendre les résultats plus tard lors de leur analyse. De plus, si l'ensemble du protocole expérimental est réalisé plus d'une fois, il faut indiquer les conditions qui étaient présentes au moment de chacun des essais afin d'analyser correctement les résultats.

Par exemple, pour étudier les bonds d'un ballon selon la pression d'air qu'il contient, il est important que la surface sur laquelle le ballon rebondit soit toujours la même, car celle-ci pourrait influencer la hauteur des bonds. La température de l'air au moment de l'expérimentation a également de l'importance, puisque le volume d'un gaz varie selon la température. Il ne serait donc pas possible de comparer des résultats obtenus à l'extérieur sur du gravier par une journée de canicule avec ceux obtenus dans un gymnase à l'air climatisé.

¹**Étalonnage** : L'étalonnage d'un appareil ou d'un instrument est une procédure qui permet de « vérifier si les indications fournies par un appareil de mesure sont exactes » et de le « régler conformément à une norme » ou à une quantité prédéterminée. (Office québécois de la langue française, « Grand dictionnaire terminologique », www.granddictionnaire.com, 2008)

3.7 LA COLLECTE DES DONNÉES BRUTES

Les **données brutes** sont les résultats obtenus directement à la suite de l'expérimentation, c'est-à-dire avant que les données soient regroupées ou qu'elles subissent des transformations mathématiques ou statistiques.

Il est important de prévoir à l'avance comment les données brutes seront notées. En connaissant le nombre de répétitions et de traitements qui seront évalués, on peut savoir le nombre total de données brutes qui sera recueilli. Il est donc possible de préparer à l'avance les tableaux nécessaires pour noter ces données brutes lors des manipulations. Par la suite, ces tableaux pourront être retranscrits ou collés dans le cahier de laboratoire. Il faut un tableau de données brutes (aussi appelé tableau de compilation) pour chacun des essais réalisés.

Les tableaux de données brutes doivent contenir tous les renseignements pertinents pour que quelqu'un puisse comprendre par lui-même les données qui y sont inscrites. On doit donc y trouver des renseignements comme la date, le nom de la personne qui manipule et de celle qui prends les notes, les unités de mesure, les instruments utilisés, les conditions existantes au moment de l'expérimentation, la température, etc. Les éléments qui demeurent constants tout au long des manipulations peuvent être indiqués dans une note sous le tableau. Par contre, ceux qui varient doivent être précisés dans le tableau vis-à-vis les données brutes correspondantes. On peut ainsi prévoir dans le tableau une ligne ou une colonne pour noter ces renseignements. Il est également important de conserver des espaces pour inscrire des observations et des commentaires pendant l'expérimentation.

EXEMPLES :

D. TABLEAUX DE COMPILATION DES DONNÉES BRUTES PRÉPARÉ À L'AVANCE ET POUVANT ÊTRE COLLÉ OU RETRANSCRIT DANS LE CAHIER DE LABORATOIRE LORS DES MANIPULATIONS

D1. Projet sur les méthodes de conservation « maison » des aliments et la prolifération des bactéries :

# de solution	Conserve	Congélation	Observations ou commentaires
	Nombre d'UFC* par boîte de Pétri	Nombre d'UFC* par boîte de Pétri	
A-1			
A-2			
A-3			
B-1			
B-2			
B-3			
C-1			
C-2			
C-3			

* UFC : Unité formatrice de colonies (les points blancs sur les boîtes de Pétri)

D2. Projet sur l'effet potentiellement répulsif de produits domestiques sur les fourmis :

Fourmi #	Produit évalué	Distance parcourue (cm)	Fourmi #	Produit évalué	Distance parcourue (cm)	Fourmi #	Produit évalué	Distance parcourue (cm)	Fourmi #	Produit évalué	Distance parcourue (cm)	Fourmi #	Produit évalué	Distance parcourue (cm)
1	B	6,7	8	G	20,0	15	C	2,9	22	A	14,9	29	F	20,0
2	D	20,0	9	F	19,1	16	B	7,1	23	E	6,9	30	G	20,0
3	D	20,0	10	B	8,5	17	F	18,8	24	D	20,0	31	A	16,1
4	C	2,3	11	E	7,5	18	C	3,2	25	B	6,3	32	E	8,0
5	A	15,5	12	C	3,7	19	A	12,2	26	G	20,0	33	F	20,0
6	F	20,0	13	B	5,4	20	G	20,0	27	D	20,0	34	E	7,3
7	D	20,0	14	G	20,0	21	C	3,4	28	E	7,8	35	A	13,7
NOTES														
Fruit utilisé pour la cible :														
Température de la pièce :														
AUTRES:														

E. Extrait d'un cahier de laboratoire présentant le tableau de compilation des données brutes d'un projet évaluant l'effet de la vitesse du vent sur la croissance des plantes.

Lundi 7 novembre

Mise en marche des ventilateurs pour soumettre les plants de tomates à différentes vitesses de vent et début de la prise de données brutes (hauteur des plants et inclinaison de la tige au jour 0).

Les ventilateurs vont fonctionner pendant les 15 prochains jours, ils seront arrêtés seulement pour prendre les données.

Note : L'angle de la tige principale est calculé par rapport à un angle droit avec le sol.

Tableau 9. Cueillette des données brutes (hauteur et inclinaison de la tige principale des plants de tomates selon la vitesse du vent) pour les jours 0 à 15

N.B.

Ne pas oublier d'écrire la date à chaque fois et les initiales de l'observateur

# plante		Départ		Jour 3		Jour 6		Jour 9		Jour 12		Jour 15	
		date : 7 nov.		date :		date :		date :		date :		date :	
		Hauteur (cm)	Angle de la tige (°)	Hauteur (cm)	Angle de la tige (°)	Hauteur (cm)	Angle de la tige (°)	Hauteur (cm)	Angle de la tige (°)	Hauteur (cm)	Angle de la tige (°)	Hauteur (cm)	Angle de la tige (°)
2													
4													
7													
0	13												
10	1												
10	6												
10	10												
10	16												
20	3												
20	8												
20	12												
20	15												
30	5												
30	9												
30	11												
30	14												

Observations/commentaires

SECTION

Des conseils pour bien réussir les manipulations



L'étape tant attendue est enfin arrivée : **manipuler** ! Tout est maintenant prêt pour aller de l'avant. Le protocole est au point, il a été validé par un enseignant et l'approbation du comité d'éthique ou du comité des **règlements** du Réseau Technoscience a été reçu. Le matériel est rassemblé et l'élève a en main tous les formulaires requis pour son projet. Il ne reste qu'à foncer !

Toutefois, il est important de prendre certaines précautions pour que l'expérimentation se déroule comme prévu et pour que les résultats obtenus soient concluants. Voici donc quelques conseils :

DANS LE CAHIER DE LABORATOIRE, COMPILER SÉPARÉMENT LES DONNÉES BRUTES DE CHAQUE ESSAI.

Si plus d'une expérience ou plusieurs essais du protocole sont réalisés, il est important de compiler séparément les données brutes de chacun de ceux-ci. Un tableau de données brutes est donc nécessaire pour chaque essai. En procédant ainsi, il sera possible d'analyser les essais un à la fois. Cela permettra, entre autres, de détecter plus facilement si un phénomène extérieur à l'expérimentation a influencé les résultats. De plus, si une erreur survient en cours de route, son impact sera limité à un seul essai.

DURANT LE DÉROULEMENT DE L'EXPÉRIMENTATION, TOUT INSCRIRE DANS LE CAHIER DE LABORATOIRE.

Dans le cadre d'un projet en expérimentation, la qualité et la rigueur de la démarche scientifique sont très importantes. Il faut être en mesure d'expliquer le déroulement de l'expérimentation et de comprendre ce qui a pu influencer les résultats. C'est pourquoi, en plus des données brutes, il faut noter dans le cahier de laboratoire un **maximum d'observations et de commentaires**. En fait, le cahier de laboratoire doit contenir suffisamment d'information pour que quelqu'un qui le consulte puisse comprendre par lui-même tout ce qui a été fait. Il faut prendre en note des renseignements tels que les conditions existantes au moment de l'essai (température, vent, humidité, etc.), la personne qui fait les manipulations, la date et l'heure, le numéro de lot des produits utilisés, le numéro d'identification des instruments de mesure, etc. Ces informations pourront être utiles lors de l'analyse des résultats.

PRENDRE EN NOTE LES ERREURS COMMISES AINSI QUE LES DOUTES.

Il est important de prendre en note les erreurs qui ont été commises durant l'expérimentation ainsi que les doutes qui ont surgi (exemples : hésitations si deux éléments ont été inversés, incertitudes si le bon produit a été utilisé, doutes sur l'exactitude d'un résultat, etc.). Ces renseignements fourniront peut-être les indices nécessaires pour expliquer des résultats imprévus ou hors du commun. De plus, reconnaître les sources d'erreurs possibles ainsi que les erreurs commises facilite l'analyse des résultats et fait partie d'une bonne démarche scientifique.

DOCUMENTER L'EXPÉRIMENTATION AVEC DES PHOTOS OU DES VIDÉOS

Comme le dit si bien l'expression « une image vaut mille mots », les photos ou les vidéos peuvent apporter de l'information complémentaire aux notes prises durant l'expérimentation. Cela pourrait être utile, par exemple, pour vérifier un détail oublié lors d'un montage expérimental. De plus, puisqu'il n'est pas toujours possible de reproduire les manipulations au site d'exposition¹, les photos ou les vidéos sont des outils très utiles pour expliquer aux visiteurs et aux juges l'expérimentation qui a été réalisée.

NE PAS OUBLIER, S'IL Y A LIEU, DE RESPECTER LA RÈGLE DE LA DISTRIBUTION AU HASARD*

Si l'échantillon doit être séparé en petits groupes, il est important que cela soit fait complètement au hasard. Il est également très important de respecter cette règle lors de l'attribution d'un traitement* à chacun des éléments de l'échantillon. Cette façon de faire permet d'augmenter la validité des résultats.

SI CELA EST POSSIBLE, RÉPÉTER LE PROTOCOLE* PLUS D'UNE FOIS

Répéter un protocole plus d'une fois permet de démontrer que les résultats obtenus ne sont pas le fruit du hasard, mais qu'ils sont en lien avec l'expérimentation. Il est alors important de conserver un environnement constant et similaire entre les essais, afin de pouvoir les comparer entre eux lors de l'analyse des résultats.

Il est également possible de réaliser à nouveau l'ensemble du protocole expérimental, mais en choisissant de faire varier un paramètre de l'environnement par rapport au premier essai (exemples : la température, le temps d'attente, l'humidité, etc.). On peut ainsi évaluer l'influence de ce paramètre sur les résultats.



¹ Pour savoir ce qui est permis d'apporter ou non sur le site d'exposition, consulter les règlements.

* Pour en savoir plus sur ces différents éléments, lire la section « Mettre au point un protocole expérimental ».

ÊTRE HONNÊTE PENDANT LES MANIPULATIONS ET LA COLLECTE DES DONNÉES BRUTES

Il est très important que les observations et les données notées durant l'expérimentation soient conformes à la réalité et qu'elles représentent ce qui s'est réellement produit.

Plus précisément, cela signifie notamment que :

- Il ne faut pas falsifier les données brutes, même si elles semblent contraires à l'hypothèse ou à ce qui était prévu. En fait, il faut rapporter le plus fidèlement possible les phénomènes observés. Par la suite, l'analyse des résultats permettra d'expliquer pourquoi les variables* se sont comportées de cette façon et de relier les résultats à l'hypothèse.
- Il ne faut pas s'approprier les résultats de quelqu'un d'autre, c'est-à-dire qu'on ne peut utiliser des résultats qui auraient été obtenus par une autre personne en faisant croire qu'ils sont le fruit de notre travail.
- Si une partie des manipulations du projet ont été effectuées par une autre personne (pour des raisons de sécurité, par exemple), il faut le mentionner, même si l'élève était présent pendant ces manipulations. L'élève peut également préciser à quel niveau il est intervenu pendant les manipulations et les raisons pour lesquelles il ne pouvait pas effectuer toutes les manipulations requises. Enfin, il est important que l'élève comprenne l'ensemble des manipulations qui ont été réalisées, même celles où il était spectateur.

Le guide « **L'Indispensable des Expo-sciences** » est un autre document où l'élève peut trouver des conseils essentiels pour réaliser un projet d'Expo-sciences et des renseignements complémentaires sur l'intégrité académique et en science. Consultez-le régulièrement!

**Et finalement, il faut demeurer
attentif et rigoureux, travailler de
façon sécuritaire et, surtout, ne pas
oublier de s'amuser!**

SECTION

La présentation et l'analyse des résultats



Une fois que les manipulations sont terminées, il faut analyser les données brutes qui ont été recueillies au cours de l'expérimentation. Il s'agit d'une des étapes clefs de la démarche scientifique. L'analyse des résultats permet de **comprendre** et **d'interpréter** les différents résultats obtenus et ce, afin de tirer les conclusions appropriées. Ainsi, à la fin de cette étape, il faut être en mesure de déterminer :

- Si l'hypothèse est vraie ou fausse.
- S'il est possible de répondre à la question de départ.

1. LES TABLEAUX ET GRAPHIQUES

Les tableaux et les graphiques sont des outils pouvant être utilisés pour présenter les résultats de l'expérimentation. Ils permettent de transmettre efficacement et visuellement un grand nombre de renseignements. Il est important qu'ils soient préparés correctement et ils doivent respecter certaines règles de présentation.

Les **tableaux** permettent de rassembler et de structurer efficacement un ensemble de données, tandis que les **graphiques** sont principalement utilisés pour visualiser plus facilement des résultats ou pour illustrer des relations entre ceux-ci.

Le document suivant présente des règles précises sur les tableaux et les graphiques. Pour des informations complémentaires sur la présentation des résultats au stand ou dans le rapport écrit, consulter la section « Communiquer les résultats d'un projet en expérimentation » ainsi que les règlements de l'Expo-sciences. Le guide « **L'Indispensable des Expo-sciences** » présente aussi de nombreux renseignements pertinents à ce sujet.

PRINCIPALES RÈGLES DE PRÉSENTATION À RESPECTER

Tous les tableaux et graphiques doivent être **numérotés** et être accompagnés d'un titre complet. Ce **titre** doit être suffisamment précis pour permettre de comprendre exactement ce dont il est question dans le tableau ou le graphique sans avoir besoin de référer au texte ou de chercher des renseignements complémentaires. Le titre doit donc décrire le type de données qu'on y trouve et, s'il y a lieu, les conditions dans lesquelles les données ont été recueillies (exemples : température, humidité, réglage d'un appareil de mesure, date, etc.).

Les **axes** d'un graphique doivent être correctement identifiés. On doit y retrouver le nom de la variable suivie de l'unité de mesure entre parenthèses. On doit également s'assurer que la **graduation** des axes soit fait avec des intervalles réguliers.

Il est important de préciser les **unités de mesure** des données présentées. Dans le cas d'un tableau, les unités de mesure sont indiquées une seule fois, dans l'identification de la ligne ou de la colonne correspondante. Pour ce qui est des graphiques, les unités de mesure sont précisées dans l'identification des axes.

La signification des **symboles** et des **abréviations** utilisés doit être précisée. Dans un tableau, ces indications peuvent être rassemblées immédiatement sous celui-ci, tandis que sur un graphique, elles doivent être rassemblées dans une légende.

Il est important que les **symboles** et les couleurs choisis pour identifier les séries de données sur un même graphique soient suffisamment différents les uns des autres pour ne pas créer de confusion. Toutefois, lorsqu'une même variable est présente sur plus d'un graphique ou tableau, il peut être pertinent d'utiliser le même symbole ou la même couleur pour identifier cette variable sur tous les graphiques et tableaux où on la retrouve.

LES PRINCIPAUX TYPES DE GRAPHIQUES

Il existe de nombreux types de graphiques pouvant être utilisés pour présenter des résultats. Ce sont la nature des données ainsi que les relations à illustrer qui permettent de faire le choix de ce dernier. Lorsque vient le temps de préparer un graphique, il est possible d'en tracer quelques-uns de différents types, puis de choisir celui qui illustre le mieux les résultats et les relations que l'on souhaite mettre en valeur.

Il ne faut pas hésiter à utiliser plusieurs couleurs pour créer des graphiques dynamiques et attrayants. Ceci est particulièrement vrai pour les affiches exposées au stand. Utiliser des couleurs différentes peut ainsi aider à la compréhension des renseignements transmis par les graphiques.

Les graphiques à trois dimensions (3D) peuvent compliquer la compréhension des résultats en alourdissant leur présentation. C'est pourquoi, avant d'utiliser de tels graphiques, il faut s'assurer qu'ils apporteront réellement plus d'information qu'un graphique à deux dimensions (2D) et qu'ils seront clairs et facilement interprétables.

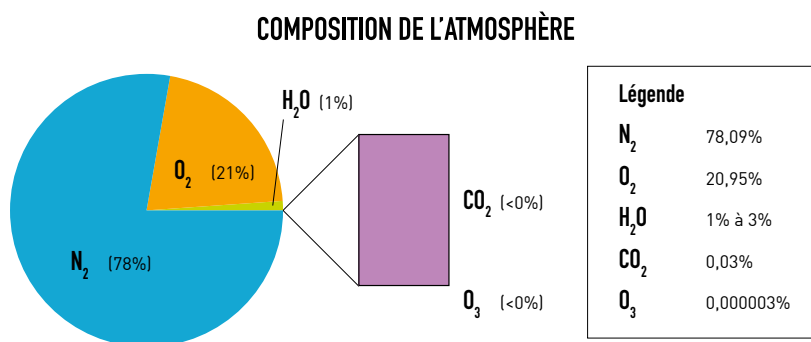
Finalement, il est important de rappeler qu'il ne faut pas préparer des graphiques seulement « parce qu'il faut des graphiques », mais bien parce qu'ils apportent de l'information complémentaire et pertinente et qu'ils améliorent la compréhension des résultats.

Les exemples qui suivent présentent les principales caractéristiques des types de graphiques couramment utilisés.

TYPES DE GRAPHIQUES COURAMMENT UTILISÉS

DIAGRAMMES À SECTEUR (OU « POINTES DE TARTE »)

Les diagrammes à secteur permettent d'illustrer facilement des proportions ou des pourcentages. Ce type de graphique est pertinent principalement lorsqu'il y a peu de valeurs à illustrer (pas plus de 5 ou 6 valeurs) et que la différence entre chacune est suffisante pour être facilement distinguable.



Environnement Canada, 2004. « Service météorologique du Canada », www.qc.ec.gc.ca/meteo/Documentation/Atmosphère_fr.html, consulté le 12 septembre 2018.

DIAGRAMME À BANDES (VERTICALES OU HORIZONTALES) ET HISTOGRAMME

Les diagrammes à bandes et les histogrammes sont très semblables. Avec ce type de graphique, plus la bande est longue et plus la valeur illustrée est élevée. Ces graphiques sont particulièrement utiles pour illustrer des distributions de fréquence ou pour montrer des tendances. Ils permettent également de comparer le comportement de plusieurs éléments. Enfin, ils sont particulièrement utiles lorsqu'une des variables est représentée par des valeurs non-numériques.

La principale différence entre les diagrammes à bandes et les histogrammes est au niveau des intervalles représentés sur l'axes des « X » (ou sur l'axe des « Y » pour les graphiques horizontaux). Les intervalles représentés sur les diagrammes à bandes sont tous de la même taille, tandis que ceux des histogrammes peuvent être inégaux et la largeur de la bande est alors proportionnelle à l'intervalle représenté.

Diagramme à bandes verticales

DISTANCE PARCOURUE PAR LES FOURMIS SELON LE PRODUIT AUQUEL ELLES SONT EXPOSÉES (ESSAI 1)

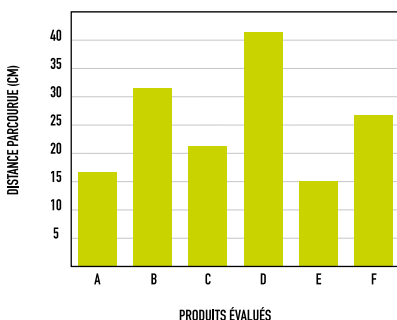
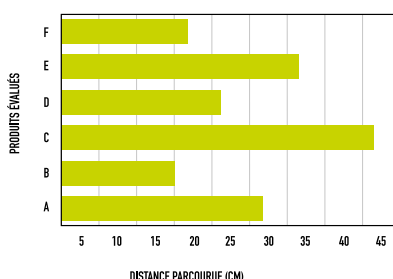


Diagramme à bandes horizontales

DISTANCE PARCOURUE PAR LES FOURMIS SELON LE PRODUIT AUQUEL ELLES SONT EXPOSÉES (ESSAI 1)



Histogramme

HEURE D'ÉCOUTE HEBDOMADAIRE DE LA TÉLÉVISION SELON L'ÂGE

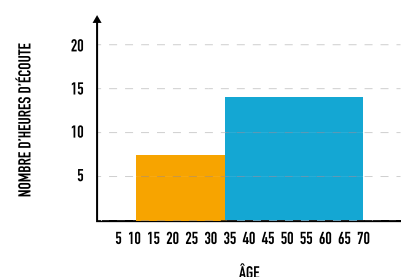
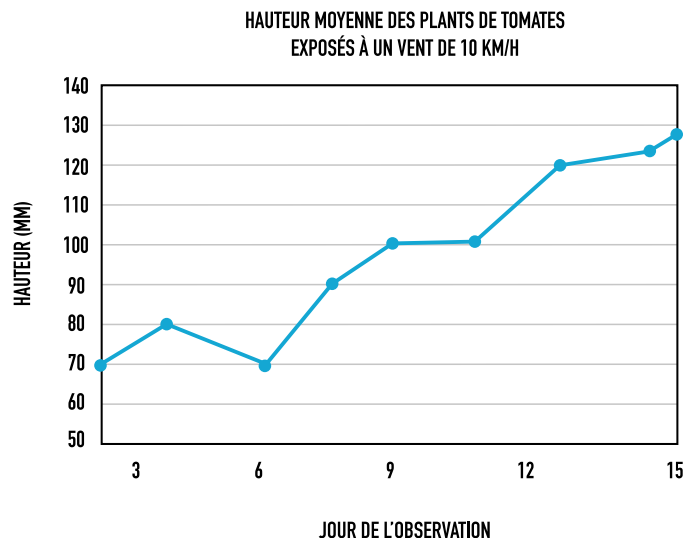
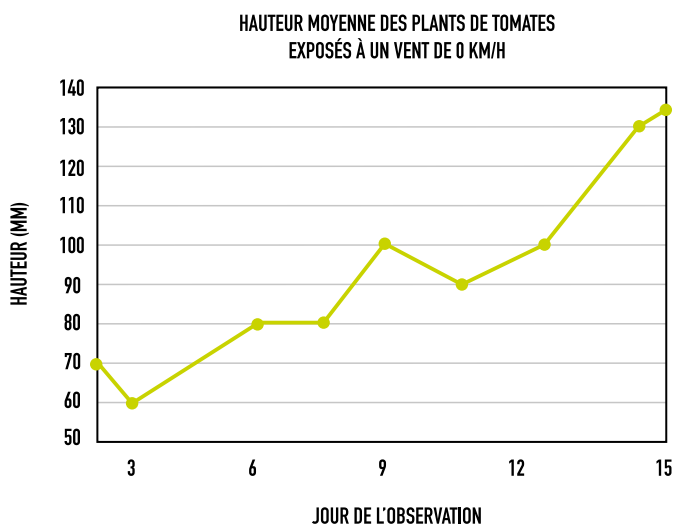


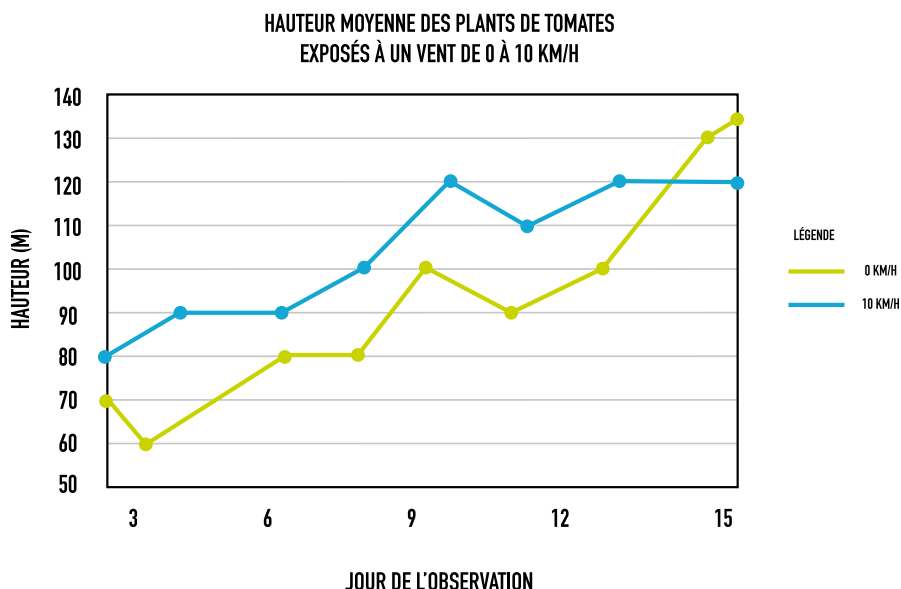
DIAGRAMME LINÉAIRE

Le diagramme linéaire est un type de graphique très utilisé. Il permet, entre autres choses, de présenter des résultats sur un période de temps ou d'illustrer des relations existant entre les variables.

Par exemple, on pourrait utiliser ce type de graphique pour illustrer la relation existant entre la croissance de plants de tomates exposés à différentes vitesses de vent.

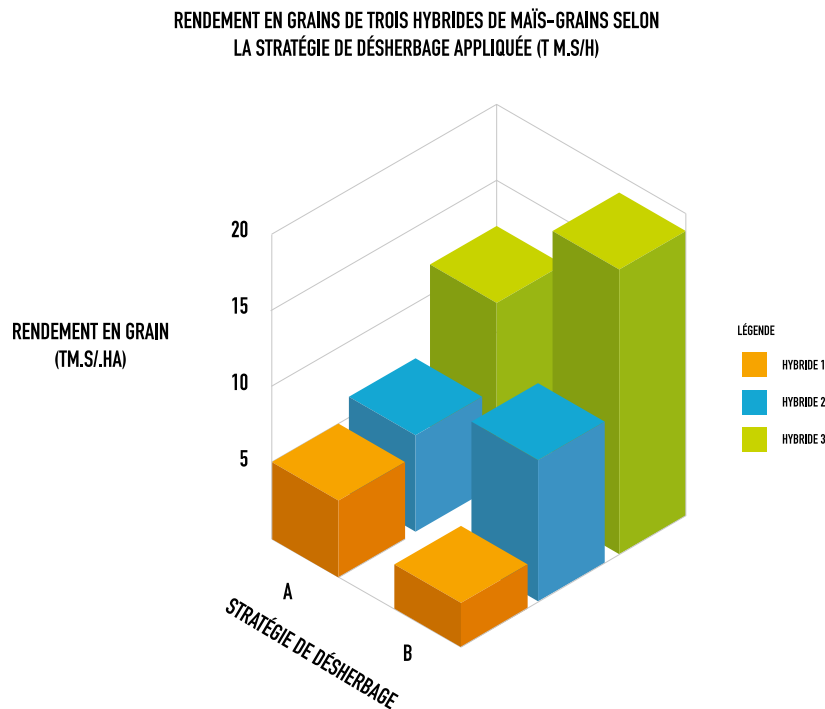


Il est également possible de tracer des graphiques comportant plus d'une série de données. Par exemple, il serait difficile de comparer entre eux les résultats présentés dans les deux graphiques précédents. Il serait alors pertinent de rassembler toutes ces données dans un même graphique. Ce troisième graphique permettrait donc de voir la croissance des plants de tomates exposés à un vent nul (0 km/h) et à un vent de 10 km/h.



GRAPHIQUE À TROIS DIMENSIONS (3D)

Les graphiques à trois dimensions (3D) peuvent être utilisés pour illustrer les relations entre trois variables. Par contre, il est souvent difficile de préparer de tels graphiques sans en compliquer la compréhension. En fait, les valeurs représentées à l'arrière peuvent être dissimulées (en tout ou en partie) par les valeurs représentées aux premiers plans. Il est également souvent difficile de déterminer les valeurs illustrées puisque certaines bandes sont éloignées des axes.



2. COMMENT UTILISER LES DONNÉES BRUTES

Les tableaux de données brutes renferment beaucoup d'information. Par contre, il n'est pas toujours facile d'avoir une vue d'ensemble des résultats à partir de ceux-ci. C'est pourquoi il est souvent nécessaire de regrouper différemment les données brutes. Il est alors possible de dessiner de nouveaux tableaux pour y rassembler les données brutes de façon à ce qu'elles soient plus faciles à visualiser et à interpréter. La section « Mettre au point un protocole expérimental » contient aussi des informations sur les données brutes. N'hésitez pas à le consulter!

LE CLASSEMENT DES DONNÉES BRUTES

Tout d'abord, il est possible de préparer de nouveaux tableaux qui permettent de classer les données brutes différemment. En fait, ces tableaux doivent regrouper les données brutes par traitement, c'est-à-dire par valeur de la variable indépendante.

Par exemple, dans un projet portant sur l'évaluation de l'effet répulsif sur les fourmis de produits trouvés dans un garde-manger, le tableau de données brutes pourrait présenter les données dans l'ordre où elles ont été recueillies. À partir de ce premier tableau, il serait difficile de se faire une idée juste du comportement des fourmis. Par contre, en classant les données brutes selon les produits potentiellement répulsifs, il serait plus facile d'avoir une vue d'ensemble des résultats.

TRANSCRIPTION DES DONNÉES BRUTES EN LES CLASSANT PAR TRAITEMENT

Tableau 1. Distance parcourue par les fourmis (essai #2)

Fourmi #	Produit évalué	Distance parcourue (cm)	Fourmi #	Produit évalué	Distance parcourue (cm)	Fourmi #	Produit évalué	Distance parcourue (cm)	Fourmi #	Produit évalué	Distance parcourue (cm)	Fourmi #	Produit évalué	Distance parcourue (cm)
1	B	6,7	8	G	20,0	15	C	2,9	22	A	14,9	29	F	20,0
2	D	20,0	9	F	19,1	16	B	7,1	23	E	6,9	30	G	20,0
3	D	20,0	10	B	8,5	17	F	18,8	24	D	20,0	31	A	16,1
4	C	2,3	11	E	7,5	18	C	3,2	25	B	6,3	32	E	8,0
5	A	15,5	12	C	3,7	19	A	12,2	26	G	20,0	33	F	20,0
6	F	20,0	13	B	5,4	20	G	20,0	27	D	20,0	34	E	7,3
7	D	20,0	14	G	20,0	21	C	3,4	28	E	7,8	35	A	13,7

Tableau 2. Distance parcourue par les fourmis pour chacun des produits potentiellement répulsifs testés, obtenue lors de l'essai #2

# Répétition	Distance parcourue par fourmi (cm)						
	Produit A	Produit B	Produit C	Produit D	Produit E	Produit F	Produit G
1	15,5	6,7	2,3	20,0			
2	12,2	8,5	3,7	...			
3	14,9	5,4	2,9				
4	16,1	7,1	3,2				
5	13,7	6,3	3,4				

Il est possible de transcrire les données brutes dans un tableur (exemple : Microsoft Excel) et d'utiliser cet outil pour les classer. Ceci permet de simplifier les manipulations des données brutes par la suite (exemples : pour créer de nouveaux tableaux, effectuer des opérations mathématiques, tracer des graphiques, etc.). De plus, puisque les données brutes sont recopiées une seule fois, ceci diminue le risque de provoquer des erreurs de transcription.

Il est très important de prendre le temps de vérifier si les données ont correctement été transcrites afin de s'assurer qu'aucune erreur ne s'est glissée (exemples : inversion de données, virgule oubliée ou au mauvais endroit, etc.).

L'EXAMEN ATTENTIF DES DONNÉES

Une fois que les données brutes ont été regroupées par traitement, il est recommandé de prendre quelques instants pour examiner attentivement celles-ci. Ceci permet de détecter des erreurs potentielles. L'examen attentif des données brutes doit se faire conjointement avec la lecture des commentaires notés durant les manipulations afin d'enlever les données qui pourraient être erronées. On ne doit pas conserver des données pour lesquelles on a un doute sur leur exactitude (exemples : incertitude si le bon produit a été utilisé ou si des manipulations ont été réalisées en double sur un élément de l'échantillon, etc.). En fait, il est préférable d'avoir une répétition en moins pour un traitement plutôt que de conserver une donnée erronée.

Par exemple, si on évalue l'effet de la vitesse du vent sur la croissance des plantes et qu'on soupçonne que deux plantes ont été inversées durant quelques jours, il serait préférable d'éliminer les données correspondantes à ces deux plantes. Il y aurait alors une répétition de moins pour ces deux vitesses de vent que pour les autres traitements évalués.

LES DONNÉES À ANALYSER

En général, ce ne sont pas les données brutes qui doivent être analysées et il faut effectuer des opérations mathématiques ou statistiques avec les données brutes. Le type de calculs à effectuer dépend de la nature des données qui ont été recueillies.

Pour la plupart des projets, le calcul des moyennes suffit souvent pour avoir une idée juste du comportement d'une variable. La **moyenne** correspond à la somme des données divisée par le nombre de données. Il est ainsi possible de calculer la moyenne obtenue pour chacun des traitements évalués, puis de comparer ces moyennes entre elles.

Par exemple, pour déterminer l'effet répulsif sur les fourmis de produits trouvés dans un garde-manger, les données brutes pourraient correspondre à la distance parcourue par une fourmi selon le produit auquel elle est exposée. Afin d'analyser correctement ces résultats, il faudrait d'abord calculer la distance moyenne parcourue avec chacun des produits. Par la suite, ces distances moyennes pourraient être comparées pour déterminer quels produits ont les meilleurs potentiels en tant que répulsif contre les fourmis.

CALCULS DES MOYENNES POUR CHAQUE VALEUR DE LA VARIABLE INDÉPENDANTE ÉVALUÉ

Tableau 2. Distance parcourue par les fourmis selon le produit potentiellement répulsif auquel elles ont été exposées (essai #2)

# Répétition	Distance parcourue par fourmi (cm)						
	Produit A	Produit B	Produit C	Produit D	Produit E	Produit F	Produit G
1	15,5	6,7	2,3	20,0	7,5	20,0	20,0
2	12,2	8,5	3,7	20,0	6,9	19,1	20,0
3	14,9	5,4	2,9	20,0	7,8	18,8	20,0
4	16,1	7,1	3,2	20,0	8,0	20,0	20,0
5	13,7	6,3	3,4	20,0	7,3	20,0	20,0
Moyenne	14,5	6,8	3,1	20,0	7,5	19,6	20,0

Note : Au départ, la fourmi est située à 20 cm de la cible (un fruit très mûr). Ainsi, lorsque la fourmi atteint la cible, la distance parcourue est notée « 20 ».

Pour certains projets, il peut être possible d'obtenir un complément d'information à partir des données recueillies lors de l'expérimentation et ce, en réalisant différentes analyses statistiques (exemples : variance, écart-type, tests d'hypothèses, etc.).

Pour savoir comment appliquer ces calculs à son projet ou pour obtenir plus de renseignements à ce sujet, il est recommandé à l'élève de s'informer auprès des gens de son entourage. Il y a probablement quelqu'un en mesure de lui donner un coup de main (un membre de la famille, un ami, un enseignant de l'école ou d'un cégep à proximité, etc.). Par contre, s'il effectue de telles analyses statistiques, il est **très important** qu'il comprenne **pourquoi et comment** ces statistiques ont été obtenues.

3. INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

L'interprétation des résultats consiste à **comprendre le comportement des variables** étudiées dans le projet. Pour cela, il est nécessaire de faire un retour sur les résultats obtenus ainsi que sur le déroulement de l'expérimentation.

Lors des précédentes **recherches d'information**, de nombreux renseignements ont été rassemblés. L'élève a donc probablement déjà trouvé certaines explications théoriques sur les phénomènes impliqués. Également, il a peut-être les résultats de projets de recherche qui ressemblaient à sa question de départ. Tous ces renseignements peuvent être utiles pour comprendre ses propres résultats. Toutefois, il ne faut pas hésiter à rechercher à nouveau de l'information afin d'avoir tous les renseignements nécessaires et pertinents pour interpréter les résultats.

Le plus important lors de l'interprétation des résultats, c'est d'être en mesure d'expliquer les résultats obtenus ainsi que les phénomènes impliqués dans l'expérimentation.

Pour l'aider à orienter sa réflexion, l'élève peut s'inspirer des questions suivantes :

- Qu'ai-je appris, observé ou trouvé d'intéressant?
- De quelles façons les résultats se comparent-ils à ce que j'avais prévu?
- Que puis-je conclure à partir de mes résultats?
- Quels sont les points forts et les points faibles de mon protocole?
- Quelles sont les sources d'erreur qui ont pu influencer mes résultats?
- Est-ce que mes résultats me mènent sur des pistes qui me permettent d'émettre de nouvelles hypothèses? Est-ce qu'ils soulèvent de nouvelles questions?

4. FORMULER LA CONCLUSION DU PROJET

Pour formuler la conclusion d'un projet, il faut d'abord faire une synthèse des principaux points de l'analyse. Puis, il est important de faire un **retour sur l'hypothèse** (Peut-elle être déclarée vraie ou fausse?) **et sur la question de départ** (Est-ce que les résultats obtenus permettent d'y répondre?). La conclusion doit également présenter les points forts et les points faibles du projet, ainsi que les améliorations qui pourraient y être apportées.

Enfin, les résultats obtenus ont probablement soulevés certaines questions à lesquelles l'élève n'est pas en mesure de répondre maintenant ou peut-être permettent-ils d'émettre de nouvelles hypothèses. Ces nouvelles questions et hypothèses font également partie de la conclusion du projet.

LE CAS DE « L'HYPOTHÈSE FAUSSE »

À la suite de l'expérimentation, l'élève a pu déterminer si son hypothèse était **VRAIE** ou **FAUSSE**. Dans le cas où il déclare **l'hypothèse fausse**, il est très important de **ne pas la changer**. En fait, cette hypothèse est UNE des réponses possibles à la question et elle a été formulée à partir de l'information disponible à ce moment. Il faut se rappeler que l'important, c'est la **démarche** qui a permis cette conclusion. L'élève a vérifié quelque chose et il est possible de le démontrer à partir de ses résultats! Ainsi, un projet qui déclare que son hypothèse est fausse peut être tout aussi valable que celui dont l'hypothèse est déclarée vraie. Tout dépend de la qualité de la démarche scientifique qui a été suivie.

SECTION

Communiquer les résultats d'un projet en expérimentation



Dans le cadre d'une Expo-sciences, l'élève a l'occasion de partager ses connaissances et de faire connaître l'expérimentation qu'il a réalisée. Il dispose de trois moyens pour communiquer ses résultats, soit **le rapport écrit, la présentation visuelle et l'animation du stand**.

Ces moyens de communication sont communs à l'ensemble des projets d'Expo-sciences. Le guide L'Indispensable des Expo-sciences présente de nombreux renseignements pertinents à leur sujet. Toutefois, certaines particularités sont spécifiques aux projets en expérimentation. Celles-ci sont présentées dans ce document.

COMMUNIQUER CITER CORRECTEMENT SES SOURCES D'INFORMATION

Lorsqu'on communique de l'information et des renseignements, il est très important de respecter les principes de l'éthique et de l'intégrité. **Le plagiat** est formellement interdit à l'Expo-sciences et peut mener à la disqualification d'un projet.

Plagier, c'est : utiliser, copier, imiter les idées ou le travail de quelqu'un d'autre sans le dire et en faisant croire que ces informations sont le résultat de son travail ou de ses réflexions. C'est pourquoi il est essentiel de **mentionner les sources d'information qui ont été consultées** et de **préciser toute l'aide reçue** durant la réalisation du projet. Des renseignements sur comment présenter les sources d'information sont disponibles dans le guide L'Indispensable des Expo-sciences.

1. LE RAPPORT ÉCRIT

Même si le rapport écrit constitue en quelque sorte un compte rendu du projet, il est bien plus que cela. Il doit notamment respecter des règles précises quant à son contenu et à sa mise en page. Il est donc important de consulter les règlements pour s'assurer que le rapport y soit conforme.

Tous les rapports écrits doivent respecter les normes exigées et comprendre obligatoirement :

- la page titre officielle générée automatiquement lors de l'inscription en ligne;
- une introduction;
- un développement;
- une conclusion;
- une bibliographie.

Le contenu des rapports écrits varie selon le type de projet. Dans le cas d'un projet en **expérimentation**, le rapport écrit doit résumer la **démarche scientifique** suivie. Il doit transmettre suffisamment de renseignements pour que le lecteur comprenne l'ensemble du projet et les différentes étapes qui ont été franchies.

Des formulaires à joindre à votre rapport ?

S'il y a lieu, les différents formulaires nécessaires au projet, disponibles sur le site Web Réseau Technoscience, doivent également être joints au rapport écrit. Pour savoir si des formulaires d'autorisation sont requis pour un projet et si oui lesquels, consultez les règlements.

Voici quelques exemples de situations où des formulaires d'autorisation peuvent être requis :

- pour réaliser la suite ou l'approfondissement d'un précédent projet (**Formulaire C**);
- lorsqu'un projet utilise des animaux vivants, des tissus ou parties d'animaux, des microorganismes, bactéries, virus, moisissures ou organismes primitifs, des cellules végétales ou animales, tout autre matériel d'origine biologique et des substances chimiques (**Formulaire A**);
- lorsqu'un projet nécessite la participation de sujets humains et l'utilisation de matériel biologique d'origine humaine (**Formulaire A**);

Pour les projets du volet primaire (juvénile), il n'y a pas de rapport écrit à produire, mais si les exposants réalisent une expérimentation, ils doivent remplir le **formulaire D**. Veuillez prendre note que les projets qui nécessitent la participation de sujets humains et l'utilisation de matériel biologique ne sont pas permis au volet primaire des Expo-sciences.

L'INTRODUCTION

L'introduction permet de clairement **indiquer la question de départ et l'hypothèse**. Elle permet aussi de situer dans son contexte le sujet de l'expérimentation :

- son importance;
- le ou les domaine(s) d'intérêt qu'il aborde (exemples : écologique, économique, historique, etc.);
- l'intérêt de consacrer du temps et de s'attarder à ce sujet;
- l'influence possible sur un ou d'autres phénomène(s).

L'élève peut également y expliquer en quelques mots les motivations qui l'ont poussé à choisir ce sujet.

LE DÉVELOPPEMENT

Le développement est la partie centrale du rapport écrit. C'est aussi la partie transmettant le plus de renseignements. D'abord, on devrait y trouver une explication du processus utilisé pour valider l'hypothèse, c'est-à-dire une brève description du **protocole expérimental** ou protocole de recherche présentant les principales étapes et le matériel utilisé. Il peut également être pertinent d'expliquer pourquoi cette méthode a été privilégiée plutôt qu'une autre.

Ensuite, il faut résumer les **résultats** les plus importants. Ceci évite de devoir reproduire l'ensemble des tableaux et des graphiques. Pour sa part, **l'analyse** des résultats devrait occuper la plus grande partie du développement. Il est alors possible d'expliquer pourquoi ces résultats ont été obtenus, comment les conditions entourant les manipulations ont pu les influencer, quels sont les phénomènes impliqués, etc.

LA CONCLUSION

La conclusion du rapport écrit devrait débiter par un court **résumé** des principaux constats faits à partir de l'analyse des résultats obtenus. Par la suite, il est important de faire un **retour sur l'hypothèse** (Peut-on déterminer si elle est vraie ou fausse?) et **sur la question de départ** (Peut-on y répondre à partir des résultats obtenus?). Puis, il faut souligner les **points forts et les points faibles du projet** ainsi que les améliorations qui pourraient y être apportées. Finalement, on peut conclure en proposant de **nouvelles questions** ou des hypothèses qui ont pu être soulevées par les résultats.

BIBLIOGRAPHIE

Il n'y a aucune limite du nombre de pages mais elle est **OBLIGATOIRE** (référence règlements des Expo-sciences section rapport écrit). Il est très important de citer toutes les sources utilisées. Toute contribution d'un mentor ou toute autre personne reliés au projet doit également être mentionnée dans la bibliographie.

LES ANNEXES

Il peut parfois être tentant de joindre des annexes au rapport écrit (exemples : des tableaux ou des graphiques présentant des résultats, des schémas ou des photos, etc.). Toutefois, il est important de rappeler qu'en tout temps, **les annexes doivent demeurer au stand**, puisqu'elles ne sont pas considérées comme des composantes du rapport écrit. Il est suggéré de les placer dans un cartable afin que les juges puissent les consulter facilement.

POUR PLUS D'INFORMATION SUR LES RAPPORTS ÉCRITS,
CONSULTER NOS DOCUMENTS « GUIDE DE RÉDACTION DU
RAPPORT ÉCRIT » EN LIGNE SUR LE SITE WEB DU RÉSEAU
TECHNOSCIENCE!



2. LE STAND : LA PRÉSENTATION VISUELLE ET L'ANIMATION

La présentation visuelle du stand ainsi que le dynamisme et l'enthousiasme de l'animation sont des éléments qui doivent aider à capter l'attention, à transmettre de l'information et à faciliter la compréhension par tous de la démarche scientifique suivie.

2.1 LA PRÉSENTATION VISUELLE

La présentation visuelle du stand permet de transmettre un grand nombre de renseignements aux visiteurs. En fait, quelqu'un se présentant au stand en l'absence de l'élève doit être en mesure de comprendre globalement sa démarche scientifique. Les éléments exposés doivent donc communiquer de l'information pertinente sur chacune des étapes franchies. Aussi, il est préférable de disposer ces éléments en respectant l'ordre chronologique de leur réalisation, car cela permet de suivre plus facilement la progression du projet.

Dans un premier temps, la **question** ainsi que l'**hypothèse** doivent être clairement identifiées. Ces deux éléments sont très importants puisqu'ils représentent le point de départ du projet et qu'ils ont orienté la démarche scientifique.

Deuxièmement, il faut que le **protocole expérimental** ou protocole de recherche soit bien identifié. Des schémas et des photographies peuvent être utilisés pour ce faire¹. Il est également possible d'exposer au stand certains accessoires pouvant aider à la compréhension de l'expérimentation, comme du matériel utilisé lors des manipulations, des maquettes expliquant les phénomènes impliqués ou représentant les montages effectués, etc. Par contre, pour des raisons de sécurité, certaines restrictions s'appliquent quant aux produits et aux objets pouvant être apportés au site d'exposition (pendant la période de jugement ou non). Il est donc très important de consulter les **règlements** pour s'assurer que tout soit conforme AVANT l'arrivée à une finale. Les règlements apportent aussi des précisions à propos des dimensions des stands.

En troisième lieu, on doit y retrouver le résumé des principaux **résultats** ainsi que leur **analyse**. Il est généralement préférable de présenter schématiquement les résultats, puisque cela permet de transmettre efficacement un grand nombre de renseignements. Pour cela, on peut utiliser des graphiques ou des tableaux synthèses accompagnés de courts textes.

Finalement, les visiteurs doivent pouvoir voir la **conclusion** du projet, qui rappelle les principaux points de l'analyse et les constats auxquels l'élève est arrivé. On peut également indiquer les points forts et les points faibles du projet ainsi que les suites qui pourraient y être données. Il ne faut pas oublier de préciser s'il est possible de déterminer si l'hypothèse est vraie ou fausse et si la question de départ peut être répondue.

Lorsqu'il y a du texte sur une affiche, celui-ci doit être clair, bref et précis et l'information transmise doit être pertinente. En fait, il est souvent préférable d'employer de courtes phrases sous forme de listes à puces que de présenter des textes continus. De plus, la taille des caractères doit être suffisante pour que le tout soit lisible à distance. Le guide « L'Indispensable des Expo-sciences » propose des photos de stands présentés à une finale québécoise, parmi lesquels plusieurs sont des projets en expérimentation.

1. Si des photographies sont utilisées au stand, il faut s'assurer d'obtenir l'autorisation de les diffuser de la part des personnes concernées et inscrire les sources des photos sur les affiches. Consultez les règlements pour obtenir plus de renseignements à ce sujet.

2.2 L'ANIMATION DU STAND

L'animation du stand permet de communiquer directement avec les visiteurs et avec les juges afin de leur faire connaître le projet réalisé.

Par contre, les renseignements à transmettre sont nombreux et, malheureusement, le temps disponible pour le faire est court. Lors de la visite des juges, un temps limite (variant de 15 minutes pour le primaire à 20 minutes pour le secondaire/collégial lors d'une finale régionale et lors de la finale québécoise) est accordé pour discuter avec chacun d'eux. Quant aux visiteurs, non seulement ils disposent généralement de moins de temps pour s'informer à chaque stand, mais ils ne sont pas nécessairement des scientifiques. C'est pourquoi la préparation est très importante. L'élève doit notamment bien comprendre la démarche scientifique qu'il a suivie ainsi que l'information qu'il veut transmettre.

Il ne faut pas réciter le rapport écrit « par cœur ». Ceci rend la présentation beaucoup moins dynamique et ne démontre pas la compréhension de la démarche suivie. Pour les projets en duo, il est important que les deux coéquipiers connaissent chacune des étapes franchies et soient capable de les expliquer. Vous trouverez plus d'information sur l'animation du stand dans « *L'Indispensable des Expo-sciences* », sur le site web du Réseau Technoscience.

LE CONTENU DE LA PRÉSENTATION

Lors de la présentation du projet, il est important de bien **résumer la démarche scientifique** suivie. Pour cela, les éléments exposés au stand sont utiles pour expliquer et faire comprendre aux visiteurs et aux juges les différentes étapes franchies au cours du projet.

La présentation devrait débuter par la mise en contexte du sujet, en indiquant clairement la **question** de départ ainsi que **l'hypothèse**. Par la suite, il faut résumer comment l'hypothèse a été validée, c'est-à-dire quelles sont les principales étapes du **protocole**, quel matériel a été utilisé, pourquoi cette méthode a été privilégiée, dans quelles conditions les manipulations ont-elles été réalisées, quelles erreurs ont été commises, etc.

Par la suite, viennent les explications des principaux **résultats** ainsi que leur **analyse** : correspondent-ils à ce qui avait été prévu et pourquoi, est-ce que quelque chose durant les manipulations a pu les influencer, qu'est-il possible de constater à partir de ceux-ci, etc.

Finalement, on termine la présentation par la **conclusion** du projet : est-ce que l'expérimentation réalisée permet de répondre à la question de départ et de déterminer si l'hypothèse est vraie ou fausse, quels sont les points forts et les points faibles du projet, quelles suites pourrait-on y donner, est-ce que les résultats obtenus ont soulevés de nouvelles questions ou permis d'émettre de nouvelles hypothèses, etc.

LES QUESTIONS

Lorsqu'un visiteur (ou un juge) pose une question, il faut l'écouter attentivement et prendre le temps de bien formuler sa réponse. Si la réponse à la question est inconnue ou incertaine, il est préférable de le dire plutôt que d'inventer quelque chose²! Par contre, utiliser les connaissances acquises pour présumer d'une réponse possible à cette question est permis, car cela donnera un aperçu de la capacité de réflexion et d'analyse de l'élève.

3. COMMENT CITER CORRECTEMENT LES SOURCES D'INFORMATION

Dans le cadre d'un projet en expérimentation, deux (2) types d'information différents peuvent être transmises :

A. L'information qui provient des sources consultées :

Lors de la transmission de ce type d'information, il est important de mentionner la source qui a été consultée. Ceci est nécessaire autant lorsqu'un extrait est rapporté intégralement (ce qu'on appelle une citation) que lorsque l'information est expliquée et résumée avec les mots de l'élève. Il peut s'agir, par exemple, d'un concept théorique, d'une loi mathématique ou physique, d'une méthode adaptée pour mettre au point le protocole expérimental, etc.

Mentionner les sources d'information est important pour respecter les droits d'auteurs et pour rendre le crédit aux personnes qui en sont à l'origine. De plus, cela permet au lecteur (ou à la personne qui écoute) de connaître la provenance de l'information et d'être en mesure de la retrouver.

B. L'information qui est le résultat du travail et des réflexions de l'élève :

Ce type d'information n'a pas besoin de référence, puisqu'il s'agit du résultat du propre travail et des réflexions de l'élève lui-même. En fait, on peut dire que cette information « appartient » en quelque sorte à ce dernier. Il peut être question, par exemple, de ses résultats, de son analyse et ses conclusions, de ses observations, de son protocole expérimental (si c'est lui qui l'a mis au point), etc.

2. Souvent la personne connaît la réponse à la question qu'elle pose, elle veut alors savoir si l'élève le sait et s'il sera honnête dans sa façon de répondre.

3.1 RÈGLES DE PRÉSENTATION DES SOURCES D'INFORMATION

Afin de présenter correctement la source d'une information, il est important de respecter certaines règles. Ainsi, la référence de la source consultée doit être mentionnée à proximité de l'information transmise. De plus, il faut préparer une **bibliographie** qui rassemble tous les documents utilisés.

Les 3 différents « **Guide de rédaction d'un rapport écrit** » proposent un modèle bibliographique afin de présenter correctement les sources d'information selon le type de document.

Les Expo-sciences demandent à leurs exposants d'utiliser le **style Vancouver** lors de la rédaction du rapport écrit et de la bibliographie.

Le système bibliographique « Vancouver » est le système le plus utilisé par les publications scientifiques en sciences naturelles et dans les sciences de la santé. Il se caractérise par des citations numériques. Les références sont numérotées par ordre d'apparition dans le texte.

Il est important de mentionner toutes les sources utilisées pour le projet d'Expo-sciences.

Le style Vancouver existe depuis 1979 et la présentation dans ce guide de rédaction s'appuie sur le Guide de l'Université de Montréal qui est en ligne à l'adresse suivante:

[http://guides.bib.umontreal.ca/disciplines/247-Citer-selon-le-style- Vancouver?tab=1002](http://guides.bib.umontreal.ca/disciplines/247-Citer-selon-le-style-Vancouver?tab=1002)

Pour plus d'informations, veuillez-vous référer aux 3 différents « Guide de rédaction d'un rapport écrit » ou au guide en ligne « Citer selon le style Vancouver » de l'Université de Montréal.

3.2 COMMENT INTÉGRER LES SOURCES D'INFORMATION SUR UNE AFFICHE

Il est préférable que l'information reproduite sur les affiches soit accompagnée de la source d'où elle provient. Il peut s'agir, dans ce cas, d'un court texte, d'une photo, d'un graphique ou d'un tableau de données ayant été utilisées pour mettre au point le protocole, d'un schéma utilisé pour préparer le montage expérimental, etc.

Lorsque toute l'information reproduite sur une affiche provient de la même source, celle-ci peut être indiquée dans le coin inférieur droit de l'affiche. Par contre, si plusieurs sources ont été consultées, chaque référence doit être mentionnée à proximité de l'information correspondante. Le caractère utilisé pour indiquer les références peut être plus petit que celui du texte des affiches.

Exemples :

Présentation des sources d'information sur une affiche en utilisant le style Vancouver.

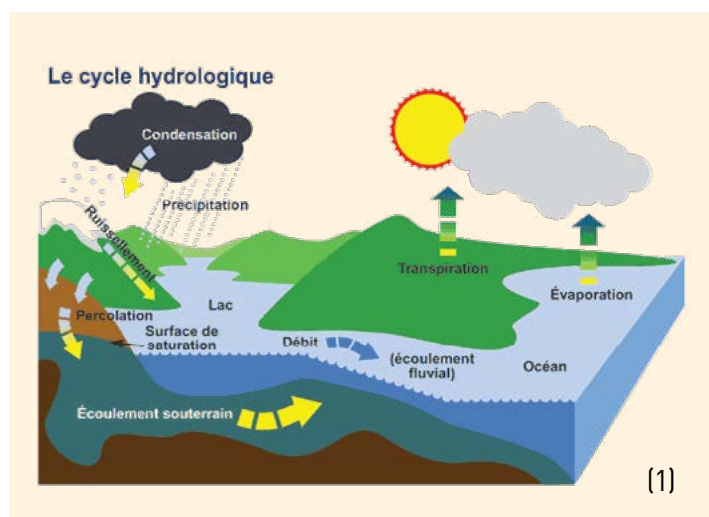


Tableau 1. Noms français et latins des espèces fauniques menacées au Québec

Noms français	Noms latins
Béluga (saint-Laurent)	<i>Delphinapterus leucas</i>
Carcajou	<i>Gulo gulo</i>
Chevalier cuivré	<i>Moxostoma hubbsi</i>
Grèbe esclavon	<i>Podiceps auritus</i>
Pie-grièche migratrice	<i>Lanius ludovicianus</i>
Pluvier siffleur	<i>Charadrius melodus</i>
Tortue-molle à épines	<i>Apalone spinifera</i>

(3)

Tableau 2. Noms français et latins des espèces végétales menacées au Québec et pour lesquelles un plan de conservation existe

Noms français	Noms latins
Béluga (saint-Laurent)	<i>Delphinapterus leucas</i>
Carcajou	<i>Gulo gulo</i>
Chevalier cuivré	<i>Moxostoma hubbsi</i>
Grèbe esclavon	<i>Podiceps auritus</i>
Pie-grièche migratrice	<i>Lanius ludovicianus</i>
Pluvier siffleur	<i>Charadrius melodus</i>
Tortue-molle à épines	<i>Apalone spinifera</i>

(2)

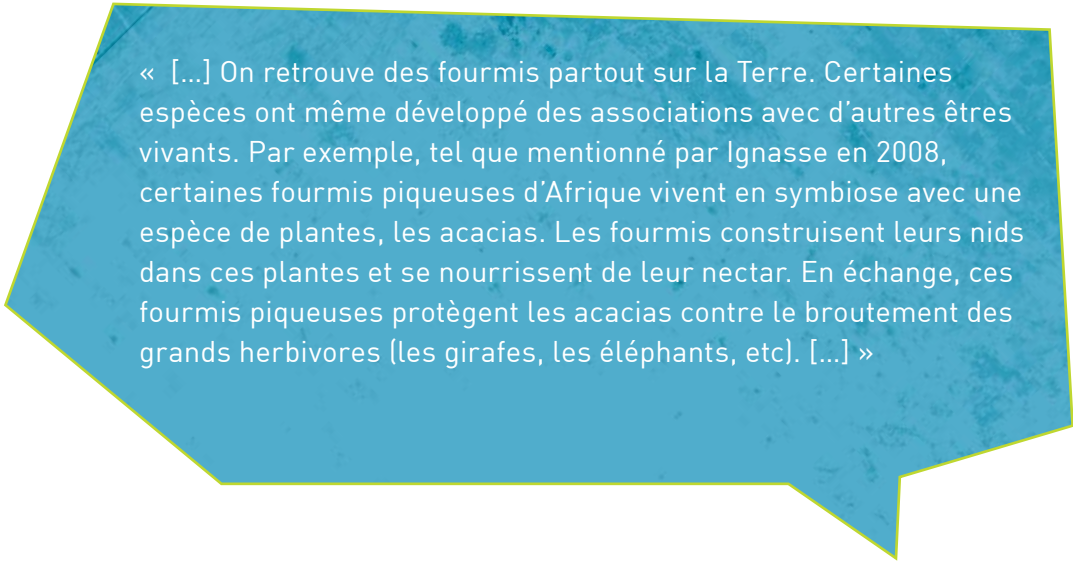
BIBLIOGRAPHIE (à mettre en bas de l'affiche ou sur une feuille au stand que les visiteurs peuvent consulter)

1. Environnement Canada, 2008. « Les propriétés de l'eau : Le cycle hydrologique », www.ec.gc.ca/water/fr/nature/prop/f_cycle.htm, mai 2008.
2. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF), 2008 « Liste des espèces fauniques menacées ou vulnérables au Québec », www3.mrnf.gouv.qc.ca/faune/especes/menacees/liste.asp, mai 2008.
3. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP), 2008. « Plantes menacées ou vulnérables au Québec », www.menv.gouv.qc.ca/biodiversite/especes/index.htm, mai 2008.

3.3 COMMENT INTÉGRER LES SOURCES D'INFORMATION VERBALEMENT

Lors de la présentation du projet aux visiteurs et, surtout, aux juges, il est possible de mentionner les sources de l'information transmise. Ceci ajoute du sérieux à la présentation et permet aux gens qui écoutent de connaître la provenance de l'information.

Il n'est pas nécessaire d'apprendre « par cœur » les références de toutes les sources d'information utilisées. En fait, les indications sur les affiches peuvent être utilisées comme aide-mémoire et il peut être utile de garder à portée de main une copie de la bibliographie pour répondre aux questions, s'il y a lieu.



« [...] On retrouve des fourmis partout sur la Terre. Certaines espèces ont même développé des associations avec d'autres êtres vivants. Par exemple, tel que mentionné par Ignasse en 2008, certaines fourmis piqueuses d'Afrique vivent en symbiose avec une espèce de plantes, les acacias. Les fourmis construisent leurs nids dans ces plantes et se nourrissent de leur nectar. En échange, ces fourmis piqueuses protègent les acacias contre le broutement des grands herbivores (les girafes, les éléphants, etc). [...] »

BIBLIOGRAPHIE

1. Ignasse, Joël. 2008. « La fourmi ayant paressé tout l'été ». Sciences et avenir. http://tempsreel.nouvelobs.com/actualites/sciences/nature/20080111.OBS4757/la_fourmi_ayant_paresse_tout_lete.html, 12 juin 2008

3.4 COMMENT PRÉSENTER UNE CITATION DANS UN TEXTE

Il peut arriver dans certains cas qu'il soit pertinent de **reproduire intégralement un extrait** provenant d'une source d'information. C'est ce qu'on appelle une citation. Les **citations** permettent de rapporter précisément les propos de quelqu'un ou d'expliquer certains concepts théoriques. Elles peuvent appuyer, par exemple, les explications sur la mise au point du protocole expérimental ou l'analyse des résultats.

Il y a alors certaines règles à respecter afin de le faire correctement :

Les citations courtes, c'est-à-dire celles ayant moins de trois lignes, doivent être intégrées au texte et placées entre guillemets.

Citation courte

[...] Les cellules souches peuvent se transformer en plusieurs sortes de cellules et elles se retrouvent à plusieurs endroits du corps humain. « Ainsi, celles du follicule pileux peuvent reconstituer à partir de rien toutes les cellules qui sont nécessaires à la fabrication du poil¹. » On peut donc penser qu'il serait théoriquement possible d'utiliser [...] (1)

BIBLIOGRAPHIE

1. Lamolet, Bruno. « Éloge du poil... et de ses cellules souches », Découvrir, vol. 29, No 1, février-mars 2008, p. 53.

Les citations longues, c'est-à-dire celles ayant plus de trois lignes, doivent être placées dans un paragraphe distinct et en retrait par rapport au texte. Généralement, les citations longues sont écrites à interligne simple.

Citation longue

[...] Il n'y a pas que des inconvénients à intégrer des plantes vivaces en agriculture. Entre autres, elles ont certains avantages au point de vue environnemental.

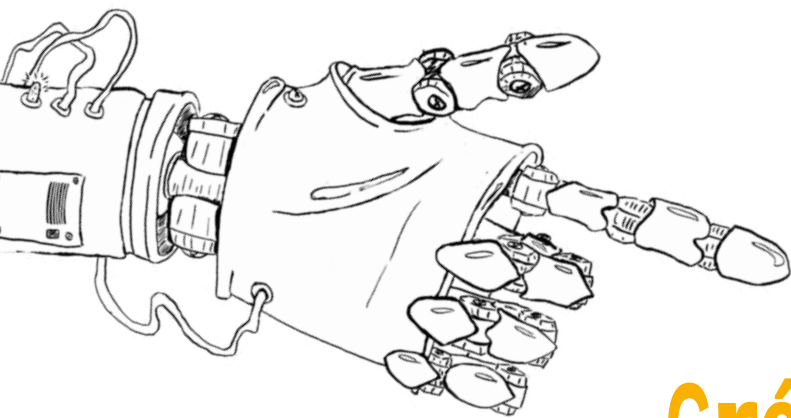
Des travaux sur l'érosion des sols ont montré, sur une période d'un siècle, que, par exemple, la fléole des prés, une graminée fourragère vivace, est près de 54 fois plus efficace pour retenir la terre que les cultures annuelles. De même, les pertes en eaux et en nitrates seraient respectivement 5 et 35 fois moins importantes dans un sol planté de luzerne et de graminées vivaces que dans un sol ayant porté du maïs et du soya (2).

Ainsi, la protection de cours d'eau peut être améliorée par la plantation de plantes vivaces dans les champs, puisqu'il y a moins de terre et d'engrais qui se retrouve dans l'eau. Ainsi si nous utilisons [...]

BIBLIOGRAPHIE

1. Lamolet, Bruno. « Éloge du poil... et de ses cellules souches », Découvrir, vol. 29, No 1, février-mars 2008, p. 53.

2. Glover, Jerry; Cox, Cindy et Reganold, John. 2008. « Agriculture : les racines du futur », Pour la Science, No 363, janvier 2008, p. 48 à 58.



Crédits

CONCEPTION ET RÉDACTION

Technoscience Saguenay-Lac-Saint-Jean

INFOGRAPHIE

Xavier Trudeau – Réseau Technoscience

RÉVISION

Marthe Poirier – Réseau Technoscience

Carole St-Cyr - Réseau Technoscience

Bénédicte Cléroux – Réseau Technoscience

Réseau technoscience – Octobre 2020

