

# ATELIERS DE SCIENCES

Degré 11

Section maturités

Option spécifique "Sciences expérimentales et mathématiques"

## Le dossier du chercheur

Chercher, c'est bien !  
Trouver,  
c'est encore mieux...  
...mais le chemin est  
parfois long !



Moi,  
en cherchant,  
je suis tombé  
sur un os !



L'apprenti chercheur trouvera dans ce dossier tout ce qu'il faut pour entreprendre une recherche



## Ce dossier contient les fiches d'aide de base informant le chercheur sur...

... ce que sont et à quoi servent les ateliers de sciences

➔ pages « Informations » (couleur blanche)

... les attitudes et savoir-faire que le chercheur devra développer en ateliers de sciences

➔ pages « Objectifs » (couleur jaune)

... comment préparer le plan d'une recherche, comment conduire efficacement une recherche,

... quelles conditions doit remplir une proposition de recherche pour pouvoir être menée dans le cadre des ateliers de sciences

➔ pages « Recherche » (couleur verte)

... la manière de produire le compte-rendu d'une recherche

➔ pages « Rapport » (couleur bleue)

Je dirais même plus : tout ce qu'il faut pour réussir une recherche !



## Pourquoi des ATELIERS DE SCIENCES ?

En choisissant parmi les options spécifiques " Sciences expérimentales et mathématiques ", tu donnes à ta dernière année d'école obligatoire une teinte plutôt scientifique.

Tu vas donc pouvoir t'essayer à l'esprit et aux méthodes du travail des hommes de science et peut-être choisir de manière plus consciente l'orientation que tu vas donner à tes études dès l'année prochaine.

Les ateliers de sciences ont été créés pour te permettre d'effectuer quelques recherches, comme le ferait un véritable chercheur.

Ton travail dans le cadre des ateliers de sciences devra satisfaire un certain nombre d'exigences détaillées dans les pages "Objectifs".

Dès le départ, prends connaissance de ces objectifs de manière à bien les viser.

Tes performances dans le cadre de ces objectifs feront l'objet d'une évaluation dans ton bulletin scolaire.

La moyenne de tes performances réalisées en Ateliers de sciences constitue ta note d'OSE.

Elle figure parmi les disciplines du groupe I.



# Les ateliers de sciences en bref et en images

Les ateliers de sciences placent l'élève dans le rôle d'un chercheur...



Face à un problème, à une question, l'élève doit chercher des solutions, des explications.

**Les ateliers de sciences développent les attitudes et les savoir-faire nécessaires à toute démarche scientifique...**

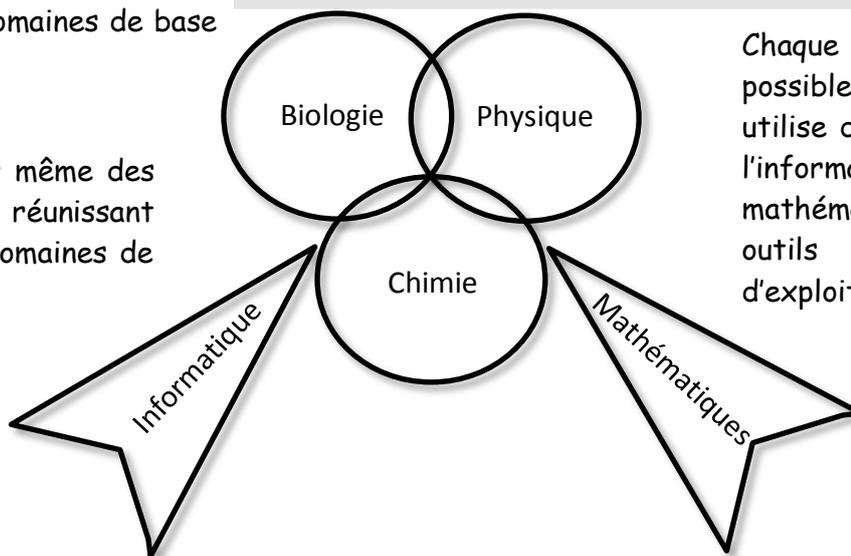
L'approche est essentiellement expérimentale : elle est basée sur l'observation et la mesure, et leur interprétation.



**En ateliers de sciences, l'évaluation se fait par l'observation des chercheurs dans leur travail en classe et sur la base des comptes-rendus, en aucun cas par des tests de connaissances (TE).**

Les ateliers de sciences proposent des recherches dans trois domaines de base principaux...

... et parfois même des recherches réunissant 2 ou les 3 domaines de base.



Chaque fois que c'est possible, le chercheur utilise dans son travail l'informatique et les mathématiques comme outils d'analyse et d'exploitation.

**Les recherches sont conduites par groupes de deux chercheurs...** avec toutefois des exceptions possibles (une recherche individuelle pour mieux juger des aptitudes de chacun ou rédaction individuelle du compte-rendu d'une recherche effectuée à deux...).

# Les objectifs que tu dois viser aux ateliers de sciences...

## Les attitudes

c'est-à-dire comment tu te comportes en tant qu'apprenti chercheur.

### 1. le sérieux, la rigueur

- le chercheur se met rapidement au travail ;
- il est concentré sur sa recherche, en discute avec son collaborateur, ne dévie pas vers des conversations "hors sujet"...
- le chercheur raconte, rapporte, dessine... ce qu'il voit (et non ce qu'il aimerait voir ou croit voir) ;
- il recherche la précision dans ses mesures ou observations ;
- il fait preuve de logique dans son travail ;
- il refait les expériences peu réussies ;
- il ne triche pas avec les observations ou mesures...



### 2. la volonté, la persévérance

- face à un problème (expérience ratée, résultats peu convaincants,...), le chercheur ne se décourage pas ;
- il imagine une ou plusieurs solutions pour résoudre le problème...



### 3. la participation, la collaboration

- le chercheur s'exprime, donne son avis ;
- il prend sa part d'activité dans le groupe : il ne se repose pas sur son collaborateur ou évite de le réduire à un simple assistant en imposant ses idées sans discussion...

### 4. l'autonomie, l'initiative

- le chercheur se met au travail sans que le maître ait besoin de le lui demander ;
- il essaie de trouver des solutions par lui-même et avec son collaborateur, avant de demander l'aide du maître...

### 5. le respect du matériel

- le chercheur manipule avec soin le matériel délicat ;
- il organise sa place de travail de manière à éviter la casse...



Ces attitudes peuvent intervenir dans l'évaluation de ton travail de recherche.

Un bon chercheur doit aussi faire preuve...

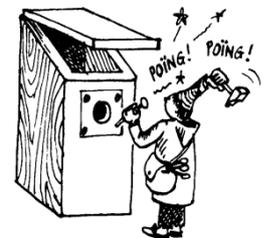
#### • d'esprit critique

- le chercheur vérifie ses idées et n'accepte rien sans preuve ;
- il ne se contente pas d'une seule observation ou mesure ;
- il reste prudent sur la valeur générale de ses observations.



#### • de créativité

- le chercheur propose une recherche originale ;
- il imagine des expériences pour tester ses buts ;
- il construit des instruments, du matériel pour sa recherche...



#### • de curiosité

- le chercheur s'intéresse à tous les domaines proposés dans les ateliers de sciences ;
- par une attitude ouverte et positive, il montre qu'il est animé du désir de découvrir et de comprendre.

#### • du respect de la vie

- le chercheur se comporte en protecteur de l'environnement et évite de perturber les milieux d'étude ;
- il renonce à toute expérience mettant en danger la vie ou risquant de faire souffrir.

Comme l'appréciation de ces attitudes est assez subjective, le maître décide lesquelles feront partie de l'évaluation de ton travail.

## Les savoir-faire

c'est-à-dire comment tu te débrouilles pratiquement pour réaliser tes recherches.

## 1. l'aptitude à imaginer et à conduire un plan d'action

- le chercheur prépare en détail son plan de recherche et le respecte dans la phase d'expérimentation...



## 2. l'habileté, la précision

- le chercheur utilise des dispositifs expérimentaux bien conçus et fiables (stables, lisibles, pas trop bricolés,...) ;
- il effectue des mesures ou observations précises...



## 3. l'aptitude à décrire, à analyser et à interpréter les observations et mesures

- le chercheur explique dans le détail, avec ses mots, la situation--problème qu'il se propose d'étudier ;
- il tire le plus de renseignements possibles des observations et mesures effectuées et exprime tout ce qu'elles peuvent signifier par rapport au(x) but(s) prévu(s)...

## 4. l'aptitude à évaluer la qualité d'une mesure ou d'une observation

- le chercheur confronte ses résultats avec ceux d'autres chercheurs et en tire des observations sur la valeur de son travail...



Ces aptitudes font partie de l'évaluation de ton travail de recherche.

Un bon chercheur doit aussi développer...

## • son aptitude à prévoir

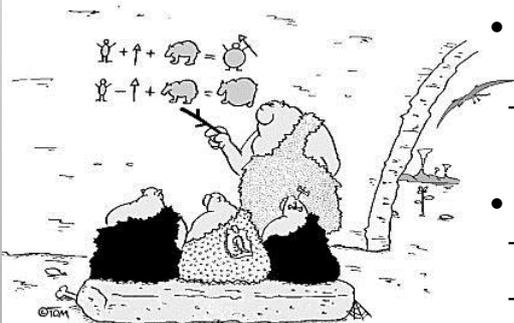
- le chercheur émet une ou plusieurs hypothèses sur ce qu'il pense découvrir par l'expérimentation.

## • son aptitude à utiliser les outils informatiques

- le chercheur n'utilise pas l'ordinateur seulement pour le traitement de texte, mais pour créer au besoin un fichier, un tableau, pour en tirer des sélections, des valeurs calculées, des graphes,...

Lorsque c'est utile et possible, il utilise l'ordinateur comme moyen de mesurer un phénomène.

Il peut même imaginer un petit programme ou une adaptation d'un programme existant pour faire des simulations.



## • son aptitude à exprimer mathématiquement des faits

- le chercheur propose des formules et des graphes illustrant les résultats de son expérimentation.

## • son aptitude à gérer le rythme de son travail

- le chercheur travaille de façon bien organisée et rapide, mais sans précipitation ;
- il respecte le calendrier de l'expérimentation et les délais.

Selon les cas, ces aptitudes peuvent intervenir dans l'appréciation de ton travail de recherche.

# Le déroulement d'une recherche

Une recherche se déroule en 3 phases successives :

## I. l'élaboration de la recherche

c'est-à-dire la rédaction d'un plan de travail.

## II. l'expérimentation

c'est-à-dire la réalisation des expériences, des observations et des mesures prévues par le plan de travail.

## III. la rédaction du rapport ou compte-rendu

c'est-à-dire l'analyse et l'interprétation des résultats de l'expérimentation et leur présentation écrite et illustrée.

Ce point très important est détaillé dans la partie « Rapport » du dossier du chercheur (pages bleues).



Durant toute la recherche, il pourra être demandé à chaque groupe de tenir un journal de bord dans lequel sera noté...

- ... ce qu'on a fait pendant la leçon ;
- ... l'évaluation du travail effectué ;
- ... ce qu'on prévoit de faire la semaine suivante ;
- ... la liste du matériel spécial dont on aura besoin, à l'intention du maître.

## I. L'élaboration de la recherche

Le plan d'une recherche comprend les 3 premiers points qui apparaîtront plus tard dans le rapport final :

**Introduction - But(s) et hypothèses - Méthode(s)**

### I.1. Introduction

Il est plus facile d'écrire l'introduction après avoir effectué l'expérimentation et rédigé l'essentiel du rapport. Les idées sur le thème de la recherche sont alors plus claires.

Dans le plan, on peut cependant déjà définir en quelques mots, simplement et clairement la situation-problème choisie.

On essaie de donner des situations originales et personnelles liées au sujet. On tente de situer la question dans un cadre plus général.

Si on a choisi une recherche dans la liste officielle, on peut rédiger cette introduction en s'inspirant du texte de présentation du sujet, mais il faut l'enrichir d'une réflexion « personnelle ». Il faut aussi montrer qu'on en a compris tous les mots en l'exprimant dans son propre langage.

Ce point un peu compliqué est détaillé dans la partie « Rapport » du dossier du chercheur (pages bleues).



## I. L'élaboration de la recherche (suite)

## I.2. But(s) et hypothèses

Il s'agit de fixer **un ou plusieurs buts** à la recherche.

**Ces buts doivent être rédigés le plus précisément possible sous la forme de questions, de problèmes ou d'actions de recherche.**

- Exemples :
- nous voulons observer si...
  - nous souhaitons comparer ceci et cela pour voir si...
  - nous aimerions montrer comment...
  - nous allons mesurer tel facteur pour en préciser l'influence sur....

Dans les buts, on devrait déjà voir apparaître les éléments ou paramètres qui vont être mis en relation

- Exemple : - mesurer l'influence de la luminosité du milieu sur la croissance d'une plante,...).

Lorsque la recherche comporte plusieurs buts, les présenter sous la forme d'une liste numérotée... Le lecteur les distinguera plus facilement que s'ils sont énumérés dans un texte.

On peut les classer dans l'ordre de leur importance (but principal, buts secondaires) ou par ordre chronologique lorsque le contenu du 2e but dépend des résultats obtenus lors de la mise en œuvre du 1er but, etc.



Ne pas confondre les buts (= ce qu'on veut vérifier ou démontrer) avec la méthode (= les expériences qu'on va réaliser pour atteindre les buts).

**Cette partie de la préparation de la recherche doit obligatoirement comprendre des hypothèses.**

Les chercheurs rédigent proprement et clairement ce qu'ils pensent obtenir comme résultats ou observations lors de l'expérimentation.

**Il ne s'agit pas seulement d'imaginer des résultats ou observations, mais aussi de dire pourquoi on imagine tel résultat ou telle observation.**

Ces hypothèses jouent un rôle très important lors de l'analyse et de l'interprétation des résultats, car elles serviront de point de départ à la discussion des observations.

Dans les duos de chercheurs, chacun peut rédiger ses propres hypothèses, même et surtout si elles sont différentes d'un chercheur à l'autre : la discussion lors de l'analyse n'en sera que plus riche !



## I. L'élaboration de la recherche (suite)

### I.3. Méthode(s)

Il s'agit de décrire les expériences que l'on veut réaliser.

- Expliquer clairement ce qu'on veut observer, comparer, mesurer,...
- Décrire précisément les éléments ou paramètres (grandeurs physiques) qui vont entrer en relation dans l'expérience, isoler ceux qui seront constants, ceux qui seront variables et ceux qui seront mesurés.



Concevoir les expériences en ne faisant varier qu'un seul élément ou paramètre à la fois, les autres étant fixés et leur valeur notée.

En effet, si plusieurs éléments ou paramètres varient en même temps, il devient impossible de préciser l'influence de chacun en particulier.

- Indiquer les références des documents, livres ou sites Internet dans lesquels on a trouvé des expériences adaptées à la recherche.
- Préparer la liste de tout le matériel nécessaire (sous la forme d'une liste à puces facile à consulter ou à annoter).



### Matériel

- 210 graines de petits pois
- 7 boîtes Petri de 10 centimètre de diamètre
- 7 disques de papier filtre de 10 centimètre de diamètre
- Un cylindre gradué de 100 ml
- 7 sachets en plastique (20 x 10 cm environ)
- Du papier collant de carrossier
- De l'hibitane (désinfectant)

### Mode opératoire

1. Déposer un disque de papier filtre dans chacune des 7 boîtes de Petri.
2. Disposer dans chaque boîte 30 graines de pois.
3. Étiqueter les boîtes avec le papier collant de carrossier (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 ml).
4. Dans chaque boîte verser la bonne quantité d'eau additionnée de 4 gouttes d'hibitane par 20 ml.
5. Placer chaque boîte dans un sachet en plastique bien fermé.
6. Mettre les boîtes dans un endroit calme où toutes sont exposées à la même luminosité.
7. Une semaine plus tard, compter le nombre de graines germées dans chaque boîte.
8. Noter les résultats.

- De la même manière, décrire le mode opératoire, à la manière d'une recette de cuisine, étape par étape, en expliquant comment on va utiliser le matériel.

Décrire les montages à effectuer, les représenter éventuellement par des dessins, schémas,...

Prévoir les principaux calculs que l'on va effectuer à partir des mesures et les exprimer en formules.

Préparer un tableau genre "grille" dans lequel on pourra noter les observations et mesures en cours d'expérimentation.

- Etablir le calendrier de l'expérimentation (= ce qu'on se propose de faire durant chacune des séances que l'on va consacrer aux observations et mesures).

## II. L'expérimentation

### II.1. Montage

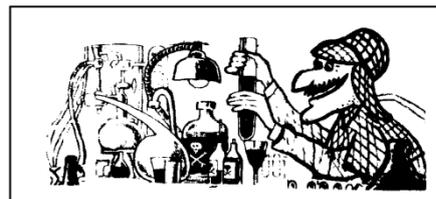
Lors du montage de l'expérience, veiller à assurer un maximum de sécurité, pour soi (attention aux projections de produits toxiques, brûlures,...), et pour le matériel (éviter la casse toujours trop chère!).



Prendre des mesures de protection si nécessaire (blouse de chimie, lunettes de protection, travail sous une hotte de ventilation).

Lorsque le montage est fait, chaque fois que cela est possible, essayer plusieurs fois l'expérience sans mesurer afin de se faire la main.

Quand on se sent au point, commencer les mesures ou observations.



### II.2. Mesures

Il faut être attentif à la cohérence des mesures.

Souvent, une mauvaise manipulation provoque de petites ou de grosses erreurs de mesures. On obtient alors des résultats qui, mis ensemble, ne veulent rien dire.

**Pour limiter l'importance des erreurs dans les mesures, il faut...**

- ... refaire systématiquement plusieurs fois la même mesure et comparer directement les résultats obtenus.  
S'il y a de grosses différences, chercher à comprendre où est l'erreur.
- ... toujours refaire une observation qui ne cadre pas avec les autres ou avec ce qu'on attend.

Si on constate qu'il y a eu effectivement une erreur, on élimine cette observation.

Si, au contraire, la même observation se répète, c'est qu'on a vraiment découvert quelque chose.



- ... chercher à minimiser l'influence d'une erreur inévitable sur une mesure.



Par exemple, si on doit mesurer l'épaisseur d'une feuille de papier avec une simple règle dont la graduation la plus petite est de 1 mm, l'erreur sera inévitablement grande. On peut réduire cette erreur en mesurant l'épaisseur de 50 ou 100 feuilles, puis en déduisant par calcul l'épaisseur d'une feuille.

Ne pas oublier de prendre quelques notes sur le déroulement réel de l'expérience (petits souvenirs qui seront très utiles lors de la rédaction du rapport!).

## II. L'expérimentation (suite)

### II.3. Rangements

A la fin de la leçon, on doit ranger sa place de travail et remettre le matériel utilisé (nettoyé !) dans les armoires ou les tiroirs.

Si nécessaire, balayer le sol de la salle.

Cas particuliers :

- lorsque du matériel doit rester à un endroit précis pour que l'expérience se poursuive pendant la semaine (au soleil près de la fenêtre, dans le frigo,...) mettre une fiche qui indique le sujet de l'expérience, la date de début et fin, le nom des chercheurs et la classe, ainsi que les éventuelles précautions à prendre si on doit déplacer ce matériel ;
- si l'expérience doit se poursuivre ou être répétée la semaine suivante, pour éviter de devoir refaire un montage compliqué et qui prend un certain temps, regrouper le matériel dans un endroit du laboratoire de façon à ce que les autres leçons ne soient pas dérangées.  
S'assurer au préalable que personne ne risque d'avoir besoin de ce matériel pendant l'intervalle.



### En résumé...

#### Principes de base de toute expérimentation :

- savoir exactement ce qu'on recherche
- respecter les règles élémentaires de sécurité et de respect de l'environnement (y compris le mobilier et le matériel)
- faire au moins deux fois chaque mesure
- être critique vis-à-vis des mesures
- minimiser les erreurs
- commenter par écrit l'expérimentation
- et enfin... ranger le matériel et la salle !



## Proposer une recherche originale...

Les documents officiels proposent une liste de sujets de recherches dans les domaines de la Biologie, de la Chimie et de la Physique, ainsi que quelques thèmes moins faciles à classer (autres domaines).

**Cependant, les chercheurs peuvent proposer d'autres sujets (recherches originales), pour autant qu'ils respectent les exigences suivantes :**

### **1. Le sujet doit partir d'une situation concrète...**

- pas de recherche pure, fondamentale genre anatomie de la souris, structure de l'atome ou formule chimique des acides,... ;
- plus la recherche concerne une question que beaucoup de gens se posent, plus elle correspondra à l'esprit pratique des ateliers de sciences.

### **2. Le sujet doit pouvoir être présenté simplement, avec des mots qui font partie du langage de tous les jours, et en termes de situation-problème...**

- d'abord la situation : le phénomène auquel on s'intéresse...
- ensuite le problème : ce que l'on voudrait montrer ou mieux comprendre de ce phénomène.

### **3. Le sujet doit permettre une approche pratique, une expérimentation...**

- plus le sujet implique d'observations pratiques (analyses, mesures, comptages,...), plus il correspond à l'objectif premier des ateliers de sciences...
- pas de sujet qui ne peut être étudié que dans les livres !

### **4. Le sujet doit être suffisamment simple pour que le chercheur puisse prendre en charge lui-même la plus grande partie de son étude...**

- celui qui propose un sujet doit avoir des idées assez précises sur la manière dont il va s'y prendre, pratiquement, expérimentalement, pour résoudre la situation-problème ;
- si le chercheur est bloqué dans sa recherche, il doit savoir que le maître ne lui proposera que des pistes, jamais de solution toute prête...
- une recherche ne peut pas entraîner de dépenses coûteuses. On doit se débrouiller avec le matériel de base proposé en biologie, physique, chimie et informatique ou créer, à partir d'un matériel tout simple, ses propres outils.

### **5. Le sujet ne doit en aucun cas mettre la vie en danger...**

- pas d'expériences qui risquent de provoquer des accidents dangereux ;
- pas de recherches mettant en danger la vie des animaux ou risquant de les faire souffrir ou de les stresser.

## La rédaction du rapport de recherche



La rédaction du rapport constitue l'aboutissement de tout le travail de recherche effectué auparavant. Ce n'est pas la partie préférée des chercheurs du degré 11...

Elle reste cependant essentielle, car elle permet à chacun de faire le point sur ses qualités et ses aptitudes de chercheur.

Quelle que soit sa forme, le compte-rendu comprend 6 points :

1. Introduction
2. But(s) et hypothèse(s)
3. Méthode et déroulement de l'expérimentation
4. Résultats bruts
5. Analyse et interprétation des résultats
6. Conclusion

Les trois premiers points du rapport doivent être repris de l'élaboration de la recherche. Ils peuvent être éventuellement complétés (surtout le troisième) en fonction du déroulement réel de l'expérimentation.

Dans quelques cas cités plus loin, les points 4 et 5 peuvent être réunis.

### La forme du rapport



Le rapport "écrit" reste la forme de compte-rendu la plus utilisée. Les pages suivantes sont consacrées à ce type de présentation surtout.

Il existe cependant bien d'autres manières de raconter une recherche et ses résultats (exposé, production d'un modèle, confection d'un panneau d'exposition, réalisation d'une vidéo,...).

Si la forme de compte-rendu n'est pas imposée, les chercheurs peuvent choisir celle qui paraît la mieux adaptée à raconter leur travail.

## 1. Introduction

**Un compte-rendu bien construit d'une recherche commence par une introduction et se termine par une conclusion.**

L'introduction présente la recherche dans ses grandes lignes tandis que la conclusion fait la synthèse des principaux résultats obtenus.

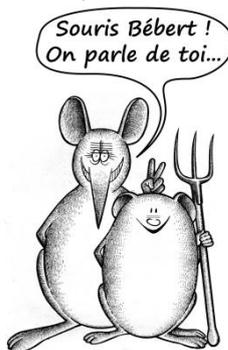
Le mot « introduction » signifie « conduire dedans ».

L'introduction sert en effet à amener le lecteur au problème étudié sans qu'il se sente trop brusquement plongé dans une recherche parfois très spécialisée.

**L'introduction doit intéresser le lecteur et lui donner envie de lire le rapport.  
C'est un peu comme la bande-annonce d'un film.**

Une bonne manière de conduire gentiment le lecteur au sujet particulier de la recherche consiste à **situer ce dernier dans un contexte plus général.**

Imaginons une étude visant à établir la distribution du Campagnol roussâtre et à décrire son habitat préféré dans une forêt donnée de la région...



Le contexte très général de cette recherche, c'est *comment les espèces animales (et végétales) se répartissent dans la nature, autrement dit l'écologie.*



Cette science s'intéresse aux relations des êtres vivants entre eux et avec le milieu dans lequel ils vivent.

Elle permet de préciser les conditions de vie indispensables aux diverses espèces animales et végétales et, au besoin, de tout faire pour protéger les habitats indispensables à la survie des espèces menacées.

Un contexte un peu moins général va conduire le lecteur vers le groupe d'animaux auquel appartient le Campagnol.

*On pourra donc parler des petits rongeurs et de la ou des manières principales dont ils choisissent leur habitat (qu'est-ce qui guide leur choix...).*

Un contexte plus particulier de la recherche en question pourrait être *les petits rongeurs de la famille du Campagnol roussâtre (les Muridés) qui vivent dans la région étudiée et leurs exigences du point de vue de leur habitat, sans entrer dans le détail.*

On arrive enfin au thème précis de la recherche et à son acteur principal : le Campagnol roussâtre.

C'est le moment idéal pour préciser ce qui vous a amené à choisir ce sujet et ce qui vous intéresse particulièrement dans cette recherche.

L'introduction peut aussi partir d'une expérience personnelle, d'un souvenir, d'un vécu marquant,... autant de situations originales qui vous ont amené au problème posé dans la recherche.



## 1. Introduction (suite)

**Attention**, veillez à **ne pas rédiger une introduction trop longue** (une, éventuellement deux pages dactylographiées). Conservez cependant l'ensemble des renseignements trouvés dans la littérature ou sur Internet, car vous pourrez les utiliser dans les parties 5 et 6 du rapport (« Analyse et interprétation des résultats » et « Conclusion »).

### Remarques importantes :

- Indiquez vos sources en citant le titre et l'auteur du livre par exemple, ou en donnant l'adresse du site Internet dont vous vous êtes inspirés. Ces indications peuvent être regroupées en fin de rapport dans une partie nommée « Références et sources ». Elles peuvent aussi être données au fur et à mesure dans le texte avec le risque de rendre sa lecture un peu difficile...
- Vous ne devez pas copier-coller des paragraphes entiers, mais faire l'effort de les réécrire avec vos propres mots, de manière à ce que vous puissiez expliquer chaque terme de votre texte et montrer ainsi que vous avez compris vos sources.



Notez que le copier-coller de quelques petits passages est possible, sous forme de citation, à condition d'indiquer la source immédiatement après. Si vous ne le faites pas, cela s'appelle du plagiat et c'est considéré par la loi comme un délit punissable.



## 2. But(s) et hypothèses

**Reprenre le texte rédigé lors de l'élaboration de la recherche.**

Il est possible qu'en cours d'expérience un nouveau but ait été défini. Le joindre à la liste des buts premiers en précisant pourquoi il a été ajouté.



Ne pas modifier la partie où on décrit ses idées sur le sujet, ses prévisions et hypothèses, même si les résultats de l'expérience se sont révélés contraires.

Ce serait se priver de ce point de départ important pour l'analyse et l'interprétation des résultats.

Le fait que des hypothèses se révèlent partiellement ou totalement fausses n'influence pas la note de rapport ni celle de ton travail.

### 3. Méthode et déroulement de l'expérimentation



Ce point comprend 2 parties :

« Méthode » et « Déroulement de l'expérimentation ».

#### Méthode



Cette 1<sup>ère</sup> partie comprend les 3 subdivisions suivantes :

**Matériel - Mode opératoire - Exploitation des mesures et observations**

#### Matériel

Dresser la liste du matériel utilisé (cela peut être utile pour d'autres chercheurs qui voudraient entreprendre une étude semblable).

Cette liste a peut-être déjà été établie dans le plan et peut donc être reprise et éventuellement complétée ou corrigée en fonction du déroulement de l'expérimentation.

Le matériel rare ou créé de toutes pièces pour une recherche gagne à être accompagné d'une photo.

Ne pas présenter ce point sous la forme d'un texte, mais plutôt d'une **liste à puces** bien plus claire pour préparer le matériel.

Un exemple de liste de matériel se trouve à la page 7, "Recherche 3" !



#### Mode opératoire

Rappeler sans trop entrer dans les détails le dispositif (montage) expérimental prévu (seulement si ce dernier a dû être adapté au cours des mesures ou observations, sinon passer directement au point suivant).

Décrire précisément le dispositif effectivement utilisé (éventuellement sous la forme d'un schéma ou d'une photo avec légende et échelle).

Indiquer les éléments ou paramètres (grandeurs physiques ou conditions d'observations) qui sont restés constants, ceux qui ont varié et ceux qu'on a mesurés.

Un exemple de mode opératoire se trouve aussi à la page 7, "Recherche 3" !



Préciser la durée de l'expérimentation, le nombre de mesures effectuées, les unités de mesures, la taille de l'échantillon observé,...

Bien séparer ces divers points et les rédiger en phrases courtes, simples et claires. Chaque fois que cela est possible, **utiliser une liste à numéros précisant dans l'ordre chronologique les étapes du mode opératoire** (un peu comme une recette de cuisine).

### 3. Méthode et déroulement de l'expérimentation (suite)

#### Méthode (suite)

##### Exploitation des mesures et observations

Indiquer les calculs que l'on a effectués à partir des valeurs mesurées (le type de calculs, pas les résultats !).

Certains ont peut-être déjà été mentionnés dans le plan. Les reprendre.

Ces calculs brièvement introduits par quelques mots sont exprimés sous forme de formules.

Exemple à partir de notre recherche sur la distribution du Campagnol roussâtre dans une forêt :

##### Calcul de la densité du Campagnol roussâtre dans la forêt X :

$$\text{Nombre de Campagnol roussâtre par hectare} = \frac{\text{nombre de Campagnol roussâtre capturés}}{\text{surface de la forêt X en hectare}}$$

S'il s'agit d'un tableau avec plusieurs colonnes correspondant à des calculs différents, on peut donner la première ligne du tableau avec l'expression des calculs dans les cellules.

Exemple à partir de l'observation de la croissance de pousses de soja dans 3 types de solutions (1. eau distillée ; 2. eau du robinet ; 3. eau distillée avec engrais), 5 plants pour chaque type de solution.

Type de solution	Plant No	Longueur initiale mm A	Longueur finale mm B	Variation de la taille mm C=B-A	Variation de la taille en % D=(C/A)*100	Variation moyenne de la taille en % par type de solution E=Somme D (par solution) / nombre de plants par solution

#### Déroulement de l'expérimentation



L'expérimentation correspond à la période de travail de mesures ou d'observations au laboratoire ou sur le terrain.

Cette partie point comprend les 3 subdivisions suivantes :

##### Les étapes de l'expérimentation

Donner ici en bref l'historique de l'expérimentation en mentionnant, par exemple sous forme de tableau, les **dates des séances** et le **travail effectué** durant chacune d'elles, avec au besoin quelques commentaires sur le déroulement de la séance ou sur les résultats obtenus.

##### Les problèmes rencontrés au cours de l'expérimentation

Rapporter dans ce point les difficultés surgies lors de la phase de mesures et/ou d'observations.

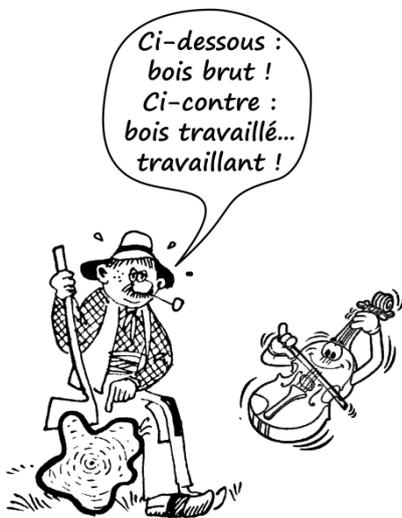
##### Modifications apportées en cours de recherche par rapport plan initial

Mentionner dans ce point les changements apportés à la méthode, éventuellement aux buts suite aux premiers résultats ou à des problèmes rencontrés au cours des observations et mesures.

4. Résultats bruts

**Les résultats bruts constituent la matière première de l'analyse.**

Ils permettent au lecteur ou au correcteur du rapport de se faire sa propre idée sur les résultats et de les travailler au besoin à sa manière si l'analyse présentée par les auteurs du rapport lui paraît discutable ou confuse.



Donner tous les résultats obtenus ou observations réalisées, **sans les travailler ni les interpréter.**

Les résultats chiffrés sont présentés si possible sous forme de tableau(x).

Ne pas oublier d'indiquer les unités de chaque paramètre.

Au besoin, bien différencier chaque partie de l'expérience.

Date	Racine	Tige
25.02.2007		
26.02.2007		
27.02.2007	3	
28.02.2007	20	
01.03.2007	40	
02.03.2007	60	5
03.03.2007	70	13
04.03.2007	80	25
05.03.2007	89	39
06.03.2007	95	52
07.03.2007	99	75
08.03.2007	103	107
09.03.2007	108	142
10.03.2007	112	190
11.03.2007	114	240
12.03.2007	116	310
13.03.2007	119	420

Il peut arriver que les résultats bruts se présentent sous la forme d'une vidéo, d'une série de photos, d'une série de relevés sur une carte à grande échelle,...

En ce cas, on peut les joindre au rapport en annexe en tant que pièces jointes à mentionner dans ce point du rapport.

Dans quelques cas, notamment lorsque les résultats bruts se résument à un petit nombre de valeurs chiffrées, il est possible de réunir dans un même chapitre « Résultats bruts » et « Analyse et interprétation des résultats ».

Il est cependant plus clair de s'en tenir à deux chapitres séparés.



## 5. Analyse et interprétation des résultats

Ce point devrait réjouir le chercheur, car il va enfin savoir si les mesures ou observations effectuées confirment ou non ses hypothèses.

Dans l'industrie ou dans les instituts de recherches, cette étape revêt une importance particulière, car elle permettra peut-être la mise au point d'un nouveau produit ou d'une méthode qui pourra être breveté et commercialisé, donc rapporter de l'argent pour le laboratoire... et payer le chercheur !



Cette partie du travail de recherche est aussi la plus longue... Quelques heures de mesures ou d'observations peuvent déboucher sur plusieurs jours d'analyse et d'interprétation. Il faut y ajouter des heures de mise en page soignée des résultats afin de convaincre le patron du laboratoire et les responsables de la commercialisation éventuelle des retombées de l'étude.

Pour bien montrer ce qu'est l'analyse et ce qu'est l'interprétation, on a séparé ci-dessous l'analyse de l'interprétation.

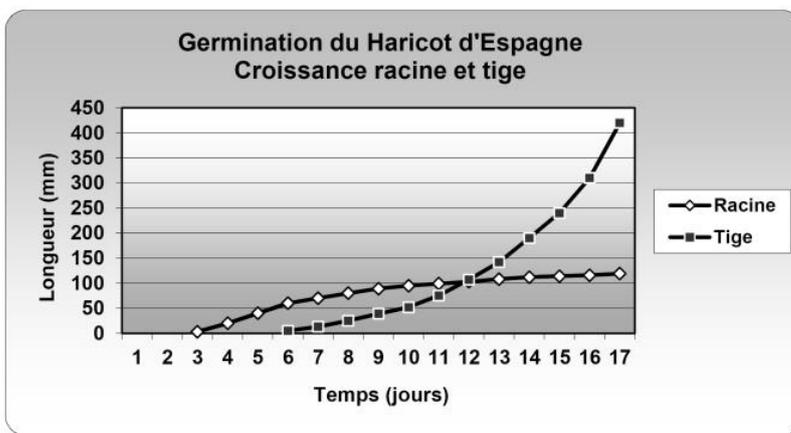
**Cependant, lors de la rédaction, il faut impérativement réunir l'analyse et l'interprétation dans un seul et même texte pour chaque tableau (et/ou graphe).**

D'abord analyser...

A partir des résultats bruts, effectuer les calculs qui vont permettre de vérifier ou non les hypothèses de départ.

L'analyse des résultats présente au lecteur les valeurs mesurées sous forme d'un tableau, illustrées chaque fois que c'est possible par une représentation graphique, le tout accompagné de quelques mots expliquant ce que montrent bien tableau et graphe.

**Graphe illustrant le tableau des résultats bruts de la page 16**



La racine apparaît en premier, 2 jours après la mise en pot.

Elle grandit d'abord assez rapidement, puis se stabilise aux environs de 100 mm à partir du 11<sup>e</sup> jour.

La tige apparaît 3 jours après la racine.

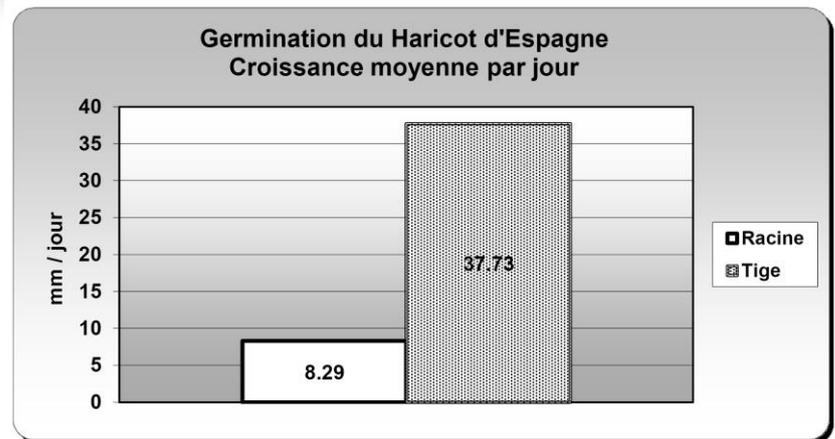
Elle grandit d'abord doucement, mais elle pousse de plus en plus vite dès le 10<sup>e</sup> jour.

## 5. Analyse et interprétation des résultats (suite)

Germination du Haricot d'Espagne Croissance moyenne par jour (mm)			
		Racine	Tige
Durée (jours)	a	14	11
Taille minimum (mm)	b	3	5
Taille maximum (mm)	c	119	420
Croissance (mm)	d = c - b	116	415
Croissance moyenne par jour (mm)	e = d / a	8.29	37.73

La tige grandit 4,5 fois plus vite que la racine.

Comme dans notre exemple, pour maintenir l'attention du lecteur, il est très important de toujours donner ces 3 représentations (tableau, graphe et texte explicatif) ensemble, au même endroit dans le rapport, si possible sur la même page.



Si on utilise un tableur, préciser le type de calculs programmés sur l'ordinateur, surtout si on ne l'a pas fait dans le point « Méthode ».

Apprécier la précision des résultats, calculer éventuellement l'erreur relative (en %).

(valeur calculée - valeur théorique) / (valeur théorique)

...puis interpréter

*L'interprétation des résultats* vise à expliquer les observations.

C'est à ce moment qu'il faut ressortir les hypothèses rédigées avant l'expérimentation. Elles constituent un excellent point de départ à cette partie du rapport...

Se sont-elles vérifiées ou, au contraire, les résultats obtenus montrent-ils qu'elles étaient entièrement ou partiellement fausses ?

Dans un cas comme dans l'autre, il faudra expliquer pourquoi, scientifiquement, en allant au besoin chercher des pistes dans les renseignements trouvés lors de la recherche bibliographique pour la rédaction de l'introduction. Il faudra retourner sur Internet pour vérifier si d'autres chercheurs ont obtenus les mêmes résultats...

Rappeler les principaux résultats obtenus par l'analyse ci-dessus.

Que signifient les résultats obtenus ?

Chercher à établir des relations entre les différents paramètres de l'expérience.

Essayer de trouver des explications à ce qu'on a mesuré ou observé.

**Interprétation pour l'exemple donné plus haut :**

La racine apparaît en premier, car elle doit d'abord fixer la petite plante au sol, puis lui fournir l'eau indispensable à récupérer la nourriture mise en réserve dans les cotylédons par la plante mère. Cette nourriture lui permet de déployer sa tige et ses deux premières feuilles. La tige grandit de plus en plus vite pour exposer au mieux les premières feuilles au soleil et pouvoir ainsi mettre en route la photosynthèse (= fabrication de glucose à partir de l'eau et des sels minéraux puisés dans le sol et du gaz carbonique de l'air). A ce moment, la plante n'a plus besoin des réserves des cotylédons.

## 6. Conclusion

La conclusion récapitule d'abord **en quelques mots** les principaux résultats. Elle propose quelques pistes pour approfondir le sujet.

- Reprendre le ou les buts fixés pour la recherche et expliquer dans quelle mesure chacun a été atteint.  
Concernant les buts partiellement ou pas atteints, il faut essayer d'en préciser les raisons avec objectivité et esprit critique.
- A partir des résultats ou observations, de leur analyse et interprétation, chercher à dégager une ou plusieurs lois générales sur le sujet.

Ne pas oublier d'exprimer dans ce point...

- ce qu'on a appris à travers cette recherche ;
- ce qui nous a surpris (par exemple, ce qui était contraire aux hypothèses) ;
- ce qu'on va retenir des résultats obtenus ou observations réalisées ;
- les propositions pour améliorer les expériences, préciser les observations, éviter les pièges et mieux atteindre les buts ;
- ce qu'on a aimé et moins aimé dans la recherche qui s'achève.



### Références et sources

Complément très important !

Ne pas oublier de mentionner en fin de rapport la liste des ouvrages (titre et auteur) et des sites consultés (adresse comme par exemple <http://www.rpn.ch/ats/index.htm>). Voir à ce sujet page 13, Introduction (suite), Remarques importantes.

### Recherche complémentaire

On peut compléter ce qui a été découvert expérimentalement par quelques données sur le sujet tirées de la littérature.



Pas de copie de documents sans en comprendre le sens ! Cette partie du rapport doit aussi être personnalisée, les éléments trouvés dans des livres doivent être reformulés avec les mots des chercheurs.



# Table des matières

Contenu en bref _____	Verso page de couverture
Informations générales _____	pages blanches
Pourquoi des ateliers de sciences ? _____	page 1
Les ateliers de sciences en bref et en images _____	page 2
Les objectifs que tu dois viser aux ateliers de sciences... _____	pages jaunes
Les attitudes _____	page 3
Les savoir-faire _____	page 4
Le déroulement d'une recherche _____	pages vertes
Les 3 phases d'une recherche _____	page 5
Le journal de bord _____	page 5
I. L'élaboration de la recherche _____	page 5
I.1. Introduction _____	page 5
I.2. But(s) et hypothèses _____	page 6
I.3. Méthode _____	page 7
II. L'expérimentation _____	page 8
II.1. Montage _____	page 8
II.2. Mesures _____	page 8
II.3. Rangements _____	page 9
En résumé... Principes de base de toute expérimentation _____	page 9
Proposer une recherche originale... _____	page 10
La rédaction du rapport de recherche _____	pages bleues
Les 6 points du rapport de recherche _____	page 11
La forme du rapport _____	page 11
1. Introduction _____	pages 12 - 13
2. But(s) et hypothèses _____	page 13
3. Méthode et déroulement de l'expérimentation _____	page 14
Méthode _____	page 14
Matériel _____	page 14
Mode opératoire _____	page 14
Exploitation des mesures et observations _____	page 15
Déroulement de l'expérimentation _____	page 16
Les étapes de l'expérimentation _____	page 16
Les problèmes rencontrés au cours de l'expérimentation _____	page 16
Modifications apportées en cours de recherche par rapport plan initial _____	page 16
4. Résultats bruts _____	page 17
5. Analyse et interprétation des résultats _____	pages 17 - 18
6. Conclusion _____	page 19