

## ANNEXE 6 : COMMUNICATION SCIENTIFIQUE

L'une des principales visées pédagogiques des *Sujets d'actualité en sciences de la nature* consiste à fournir de nombreuses possibilités de *communication scientifique*. Dans certaines activités, par exemple, on invite les élèves à mimer les comportements, les coutumes et les types d'organisation de la *communauté scientifique*. D'autres exercices se rapprochent davantage de la réalité et encouragent directement l'acquisition de compétences chez les élèves afin qu'ils puissent satisfaire aux critères d'une communication efficace des idées et des résultats de travaux scientifiques.

Les stratégies suivantes peuvent être utilisées en classe de sciences afin d'assurer la communication de l'information scientifique.

### **Adaptation aux destinataires ciblés**

Les élèves adaptent l'information, par exemple, un paragraphe dans un manuel, pour différents destinataires.

### **Livret, brochure, dépliant**

Les élèves peuvent présenter l'information résultant d'une étude ou recherche sous forme de livret, de brochure ou de dépliant. Ce médium est très efficace lorsque l'information à présenter comporte une série d'étapes ou d'éléments distincts, y compris des diagrammes ou des illustrations. Il s'agit d'un moyen de communication très utile pour les élèves des cours d'arts graphiques, par exemple.

### **Bande dessinée**

Pour communiquer un concept scientifique (une règle de sécurité, par exemple) ou une loi précise, on peut utiliser la bande dessinée, l'illustration ou une série d'images ou photos.

### **Organigramme**

L'organigramme est la meilleure façon de présenter des renseignements ou des résultats illustrant des tendances ou des profils interdépendants. Cet outil permet d'illustrer clairement les étapes d'un processus.

### **Cadre de sommaire de concept** (Voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, 11.25, 11.37.)

Après avoir assimilé un concept, les élèves peuvent préparer un cadre de sommaire de concept, qui résume les nouvelles notions apprises.

### **Tableau de données**

Souvent, la meilleure façon de structurer les données recueillies au cours d'une étude est d'en faire un tableau. Les tableaux de données doivent avoir un titre, des colonnes et des rangs étiquetés, et indiquer l'unité appropriée pour chaque élément. On peut y indiquer les valeurs de plusieurs essais et leur moyenne de même que les équations utilisées (sous diverses formes). Le tableau pour inscrire les données doit être préparé avant le début de l'expérience.

**Débat** (Voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, 4.19.)

Le débat est une méthode efficace pour présenter des opinions et points de vue divergents concernant des enjeux STSE (sciences, technologie, société et environnement). Le débat prend comme point de départ les positions personnelles des élèves sur des questions sociales liées à des dossiers scientifiques. Il peut s'articuler autour des arguments pour et contre afin d'illustrer les principaux points et permettre de créer une dialectique au sein des discussions. Souvent, on utilise la simulation pour véhiculer des idées, et les élèves ont toute liberté pour faire des commentaires personnels. Comme il arrive souvent que les participants à un débat défendent leurs opinions avec vigueur, les discussions doivent être structurées de façon à ce que les divers points de vue soient entendus, même s'il n'y a pas consensus.

**Suggestions pour l'organisation d'un débat**

1. Choisir deux groupes de quelques élèves de force égale défendant deux points de vue divergents ou opposés sur une question sociale liée à un enjeu scientifique.
2. Fournir de l'information générale ou demander aux élèves de se documenter sur le sujet.
3. Inviter les élèves de chaque groupe à préparer leurs arguments en se concertant pour éviter la redondance.
4. Choisir un modérateur pour surveiller le temps de parole et pour répondre aux questions.
5. Rappeler aux élèves qu'ils doivent écouter et respecter les opinions divergentes, et qu'il est rare qu'une opinion soit la seule qui soit bonne.

**Démonstration**

La démonstration d'une technique ou d'une procédure représente un moyen efficace pour faire comprendre la façon de procéder.

**Diagramme**

Une communication visuelle est souvent plus efficace qu'une description écrite. Les diagrammes avec légende peuvent servir à illustrer la disposition d'équipements, des cycles ou mécanismes et ainsi de suite.

**Présentation théâtrale**

Bien des élèves à l'imagination fertile aiment présenter l'information (comme l'historique d'une science) sous une forme théâtrale : saynète, jeu de rôles, pièce de théâtre, film, etc., ils doivent d'abord se documenter pour trouver le matériel qui peut être intégré à leur présentation, ce qui peut nécessiter une somme considérable de travail. L'enseignant doit s'assurer que les élèves mettent l'accent sur les concepts et informations scientifiques à véhiculer, et pas seulement sur la prestation.

**Graphique**

La représentation de données sous forme de graphique aide les élèves à mieux saisir les liens existant entre différentes variables.

- Comme l'échelle est le premier point à considérer dans un graphique, demander aux élèves de déterminer d'abord les valeurs maximales pouvant convenir à chaque axe du graphique, puis de construire l'échelle en conséquence.
- Leur demander d'étiqueter les deux axes, vertical et horizontal, en indiquant les facteurs mesurés ainsi que l'unité employée pour chacun.
- Si les points du graphique forment une droite, préciser qu'ils doivent utiliser une règle pour les relier d'un seul jet. Et s'il faut calculer une droite de meilleur ajustement, ils doivent utiliser une calculatrice et indiquer les calculs précis effectués.

- Ajouter qu'ils doivent expliquer dans une phrase ou deux sous le graphique ou dans l'analyse les principales constatations ou conclusions tirées du graphique.

### **Perspective historique**

Les élèves peuvent communiquer l'information du point de vue d'un individu (scientifique, non-initié) venu d'une autre époque. Ainsi, ils peuvent rédiger un article remettant en question une idée controversée en ce temps-là (comme le vaccin antivariolique ou l'orbite terrestre). Ils doivent d'abord se documenter et réfléchir à leur position face à cet enjeu. Comme variante, l'enseignant peut leur demander de défendre un point de vue courant à une autre période ou dans une culture différente.

### **Livret d'information sur l'étude scientifique** (Voir *Senior 3 ELA*, 4-270.)

Diviser la classe en petits groupes et demander aux élèves de produire un livret d'information indiquant les diverses étapes, le processus et les stratégies à utiliser dans l'étude ou la recherche prévue. Ce livret pourra ensuite servir de référence au cours de l'étude et être modifié ou complété au besoin.

### **Journal/carnet scientifique**

Un journal ou carnet scientifique représente un outil efficace qui permet aux élèves de consigner leurs réflexions et idées en cours d'apprentissage. L'enseignant peut demander aux élèves de réfléchir afin de répondre à des questions précises, par exemple, concernant un problème abordé dans le journal local. On peut aussi proposer aux élèves de consigner les pensées et sentiments qui leur viennent à l'esprit à la lecture d'un ouvrage scientifique.

### **Carnet d'apprentissage**

Les élèves peuvent tenir un carnet pour consigner au fur et à mesure les résultats de leur projet d'étude ou de recherche. Ce carnet peut comprendre des artefacts représentant les différentes étapes du processus, ainsi que des anecdotes relatives à cette expérience.

### **Maquette**

L'enseignant peut proposer aux élèves de construire une maquette bidimensionnelle ou tridimensionnelle pour illustrer un certain concept, une théorie ou une idée précise. À cette fin, ils peuvent utiliser des matériaux tels que papier mâché ou argile (plâtre de Paris).

### **Présentation multimédia**

D'autres moyens de communication de concepts scientifiques sont offerts aux élèves, comme le logiciel PowerPoint, la vidéo ou d'autres médias électroniques.

### **Reportage**

En jouant le rôle de reporters d'une période historique précise, les élèves peuvent étudier un enjeu ou une hypothèse scientifique suivant une perspective différente.

### **Exposé oral**

L'aisance, le naturel et la confiance au cours de présentations orales ne s'acquièrent qu'après plusieurs années d'école et de nombreuses occasions de s'exprimer devant des tiers en dehors des heures de cours. Rendus à un certain point dans leur apprentissage, les élèves sont encouragés à développer cette facilité d'expression devant un auditoire. Cependant, lorsque ces

exposés oraux sont obligatoires dans le programme scolaire, l'enseignant doit faire preuve de prudence et de jugement. En soulignant les réussites des élèves dans ces situations, on peut leur insuffler de la confiance et favoriser leur succès dans leurs prestations futures.

### Affiche

Depuis longtemps, la séance d'affichage dans les conférences destinées aux chercheurs constitue une pièce maîtresse de la communication scientifique et fournit un autre moyen de présenter les résultats de nouvelles recherches lors d'assemblées s'adressant aux membres du public en général qui ne peuvent pas y prendre part personnellement. Le document *Sujets d'actualité en sciences de la nature, 11<sup>e</sup> année* se prête particulièrement bien à la démonstration du travail des élèves au moyen d'affiches. Une présentation sur affiches permet d'entrer dans l'univers de l'auteur (le « créateur »), de lui poser des questions, de souligner des facettes particulièrement intéressantes de son travail et de suggérer des avenues pour pousser la recherche.

### Logiciel de présentation

Les élèves peuvent se servir d'un logiciel de présentation (p. ex., PowerPoint) pour communiquer de l'information. Pour ce faire, ils devront déterminer les sons et images qui conviennent à leur sujet et rehaussent la communication, et apprendre comment utiliser les éléments du programme pour assurer la cohérence de leur présentation.

**Rédaction PPPST (personnage, public, présentation, sujet, ton)** (Voir le format PPPST dans *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, 13.23.)

Les devoirs de rédaction PPPST font partie d'une stratégie ayant pour but de produire des textes originaux et novateurs dans le domaine scientifique. Ces rédactions permettent aux élèves de :

- voir un thème ou un enjeu scientifique sous des angles différents,
- découvrir diverses applications de concepts scientifiques,
- faire des liens entre leur bagage d'expériences et leur apprentissage en sciences (p. ex., raisonnements métaphoriques).

**Rapport de recommandation** (Voir *Senior 3 ELA*, 4-270.)

L'enseignant demande aux élèves d'écrire brièvement leurs réflexions sur l'impact des conclusions de leur recherche, et notamment :

- d'indiquer des sujets d'étude pouvant faire suite à la recherche effectuée,
- de suggérer des façons d'appliquer les données recueillies durant leur étude,
- de recommander des mesures à prendre pour résoudre un problème,
- d'explorer des façons de sensibiliser davantage le public concernant un enjeu,
- de décrire en quoi ils changeront d'attitude ou de comportement par suite de cette recherche.

**Jeu de rôles** (Voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, 4.18.)

Les scénarios basés sur les jeux de rôles montrent les différentes règles sociales qui encadrent les relations interpersonnelles, comme la négociation, le marchandage, le compromis et la réceptivité. Avec le temps, les élèves pourront appliquer ces habiletés dans leur démarche pour passer de la vision à l'action relativement à des enjeux STSE. Souvent, le jeu de rôles peut servir à véhiculer des opinions biaisées qui peuvent être conformes ou opposées aux points de vue des élèves. Le plus important, c'est qu'il facilite la formulation d'opinions divergentes et permet aux

élèves d'analyser ces idées, d'y réagir et de comprendre pourquoi on peut avoir différents points de vue. Idéalement, le jeu de rôles favorise la réflexion critique tout en encourageant la tolérance face aux idées d'autres cultures. Toutes les simulations obéissent à des règles qui régissent les interactions humaines. Quel que soit le rôle assumé, certains comportements doivent être encouragés, et d'autres ne doivent pas être tolérés.

### Table ronde

Une discussion en table ronde doit encourager la participation de tous les élèves à des échanges libres sur un sujet scientifique. Pour amorcer la discussion, on peut présenter un article traitant de concepts scientifiques. À l'aide d'une question d'introduction, on invite alors tous les participants à prendre part au débat après cette lecture. L'enseignant peut demander à *chaque* élève de répondre brièvement à la première question afin de « casser la glace », mais ce n'est pas obligatoire. (Exemples de questions d'introduction : « Quelle est l'idée la plus importante dans ce texte? Pourquoi? » ou « Selon vous, ce texte est-il scientifiquement valide, et pourquoi? ») La question de fond peut être modifiée durant la discussion en table ronde de façon à obtenir des réponses plus précises, ou pour recentrer le groupe sur le sujet discuté. Cette question doit être axée précisément sur le texte (par exemple, « Pourquoi les scientifiques ont-ils utilisé cet animal [ou cette technique, cet équipement]? » ou « Expliquez ce que l'auteur voulait dire par le mot \_\_\_\_\_ au paragraphe n°X ».) Cette question devrait inciter les élèves à examiner en quoi leur réflexion a changé au cours des discussions. L'enseignant voudra peut-être poser des questions telles que : « Votre réponse à la question d'introduction a-t-elle changé, et en quoi? », « Quel rapport ce sujet peut-il avoir avec votre vie? », « Que pourrait-on faire ensuite? » ou « Selon vous, qu'est-ce qu'on devrait changer? ». Il n'est pas nécessaire que tous soient d'accord avec les réponses suggérées.

- **Rôle de l'enseignant** : Le rôle de l'enseignant est de faciliter l'échange, et non de valider les propos. Il doit s'efforcer de ne pas donner d'indice de son opinion, que ce soit par une expression du visage, un hochement de tête ou un froncement de sourcils, pour approuver ou désapprouver les réponses. Les questions posées doivent inciter à la réflexion et la porter à un niveau plus élevé. Rappeler aux élèves d'étayer leurs idées au moyen de faits tirés du document. Il peut être utile de tracer un schéma de la disposition des participants, de créer un « réseau » de réponses et d'ajouter un mot ou une expression vis-à-vis du nom de l'élève qui parle. Cette stratégie peut aider à :
  - savoir qui parle et à quelle fréquence
  - fournir une indication sur la pertinence d'introduire une nouvelle question,
  - éviter à l'enseignant de donner des signes physiques d'approbation des réponses.
 Si un élève semble monopoliser la discussion, on peut fournir à chaque élève cinq jetons. Chaque fois que l'élève veut parler, il devra rendre un jeton; donc, chacun aura cinq chances de parler.
- **Rôle de l'élève** : Tous les élèves doivent participer, soit en parlant, soit en écoutant. Ils doivent être courtois et respectueux envers leurs pairs, et parler sans agiter les mains. Ils doivent éviter de se parler entre eux, et lorsqu'ils s'adressent à quelqu'un, ils doivent d'abord nommer cette personne. Une table ronde est une bonne façon pour les élèves d'exprimer ce qu'ils pensent du document, et non leurs sentiments. Ils doivent toujours se référer au texte.

**Article scientifique** (Voir le format dans *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, 14.13.)

Au secondaire, il est très important que les élèves aient l'occasion de rédiger un article technique ou scientifique, mais à un niveau de débutant. Bien des élèves rendus au niveau postsecondaire doivent soudainement lire ou rédiger un article scientifique sans avoir une préparation suffisante. En pratique, les journaux ou revues scientifiques ont leur propre exigences quant au style de rédaction ou au format de présentation, etc. Il faut éviter de promouvoir exclusivement un seul style de présentation ou façon d'indiquer les renvois, mais plutôt fournir quelques exemples utiles (par exemple, le style de renvoi de l'American Psychological Association [APA] comparativement aux notes de fin de document avec numérotation).

*L'enseignant des sciences de la nature au secondaire* propose des modèles normatifs standard pour le format de rapport de laboratoire et le format d'article scientifique (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, chapitre 14, Rédaction technique en sciences, 14.11 à 14.15). Il faut garder à l'esprit que l'un des principaux objectifs de l'article scientifique classique est de diffuser les résultats d'une recherche représentant une *nouvelle contribution* dans un domaine particulier. En conséquence, le rôle et les buts de cet article sont distincts de ceux d'un article de recherche ou d'un exposé de position.

### Scénario-maquette

L'enseignant peut proposer aux élèves de créer un scénario-maquette pour montrer le développement d'un concept ou d'une théorie scientifique. Les discussions subséquentes peuvent être centrées sur la suggestion suivante : « Qu'est-ce qui aurait pu arriver si l'ordre des événements avait été différent (chronologie différente)? ».

**Création d'une page Web** (Voir *Senior 3 ELA*, 4-168.)

La création d'un site Web peut comprendre les étapes suivantes :

- examen des autres sites Web sur le même sujet
- compilation d'une série de critères pour assurer l'efficacité d'un site Web sur le sujet choisi,
- rédaction d'un projet de site Web décrivant les destinataires ciblés et le but visé,
- usage d'un organigramme pour construire un site Web personnel ou apporter sa contribution au site Web de l'école.

**Cycle de mots, glossaire** (Voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, 10.21.)

Le cycle de mots est considéré comme une stratégie de niveau 1 dans la construction d'un vocabulaire scientifique (voir notamment *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, chapitre 10 : Bâtir un vocabulaire scientifique). La valeur du cycle de mots vient du fait qu'on prend un concept très général, comme l'écosystème, pour dresser une liste de termes pouvant être liés à ce concept, puis de demander aux élèves de relier ces mots de façon cohérente ou logique. Les élèves apprennent ainsi les liens entre les termes et élargissent la définition de ces termes; cette stratégie favorise la collaboration. L'enseignant devrait utiliser des activités fondées sur les cycles de mots pour promouvoir la collaboration entre les élèves (par jumelage, notamment).

Un glossaire, enrichi constamment au fil des jours, est un outil de choix permettant aux élèves d'organiser les nombreux termes rattachés à des sujets scientifiques. Il convient d'accorder une attention toute particulière à l'usage répétitif des préfixes (p. ex., neuro-) et des suffixes (-logique, etc.) dans le vocabulaire scientifique.

**Rapport de laboratoire** (Voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, 11.38, 11.39 et 14.12.)

Les rapports de laboratoire peuvent être présentés sous divers formats, mais en respectant un cadre commun. Ces rapports peuvent comprendre les renseignements suivants :

- **Résumé/introduction** : Cette version condensée du contenu du document est placée au début du rapport. L'information présentée dans le résumé apparaît dans le même ordre que dans le rapport et doit inclure une phrase ou deux résumant les points saillants de chaque section. Le résumé doit être préparé une fois le rapport terminé.
- **But/objectif/problem** : Il s'agit d'un bref énoncé indiquant le but ou l'objet de l'expérience.
- **Renseignements généraux** : Cette information provient généralement de recherches antérieures.
- **Théorie préalable** : C'est la formulation d'une solution théorique au problème avant le début de l'expérience. Elle peut comprendre une explication conceptuelle et des calculs mathématiques.
- **Hypothèse** : Contrairement à la croyance persistante, une hypothèse n'est pas une supposition fondée sur des observations antérieures concernant un éventuel résultat futur. Un énoncé tel que « le tabagisme cause le cancer » est une hypothèse parce qu'il porte sur un comportement possible dans le monde matériel qui est *vérifiable* par des méthodes scientifiques. Une hypothèse fait généralement une *déclaration conditionnelle* basée sur des modèles reconnus préalablement concernant le fonctionnement du monde. Cette déclaration doit alors être vérifiée par des expériences répétées, le rôle de la méthode d'expérimentation étant de confirmer ou de rejeter l'hypothèse de départ.
- **Variables** : Pour les fins du présent programme d'études, une variable désigne tout élément qui peut se présenter en différents types ou quantités et qui peut avoir une incidence sur les résultats de l'étude. Le type de relation le plus simple à vérifier est celle qui existe entre deux variables (p. ex., taille d'une personne et portée de son bras). Mais il n'est pas toujours facile de *contrôler* toutes les variables pouvant représenter des facteurs de confusion dans une recherche scientifique.
- **Matériel** : C'est la liste de fournitures utilisées dans l'expérience et un diagramme étiqueté de la disposition de l'équipement, s'il y a lieu.
- **Procédé ou technique** : Il s'agit de la série d'instructions écrites, étape par étape, nécessaire pour réaliser l'expérience et en assurer le contrôle, ainsi que d'un sommaire des étapes suivies, grâce auxquelles une personne qui n'aurait jamais fait cette expérience de laboratoire pourrait la répéter. Lorsqu'un mélange doit être chauffé, il faut indiquer la température à atteindre. Toute modification à la technique doit être mentionnée. Lorsqu'une technique est tirée d'une source secondaire, on doit faire un renvoi à la source.
- **Résultats** : Inclure les dessins, mesures, moyennes (s'il y a lieu), observations, tableaux de données, calculs et graphiques correspondants.
- **Observations** : Désignent les interprétations qualitatives de ce qui se produit au cours de l'expérience, par exemple, les changements de coloration, l'odeur, la formation d'un précipité, l'émission d'un gaz, les variations de température, de pression ou de solubilité.



- **Données quantitatives** : Ce sont les mesures prises directement au moyen d'instruments de laboratoire. Les données doivent être lues et consignées avec soin durant l'expérience, en utilisant les valeurs numériques précises et les unités appropriées. En cas de données douteuses, on doit le mentionner dans les conclusions et expliquer pourquoi on ne les a pas utilisées dans l'analyse.
- **Exemples de problèmes** : Ces problèmes montrent comment convertir les données en résultats. On doit étiqueter correctement les calculs et indiquer l'exactitude et la précision des instruments utilisés, et le nombre exact de valeurs significatives employées.
- **Analyse** : Il s'agit d'une section importante du rapport, qui montre la compréhension de l'expérience. Elle propose une interprétation ou une explication des résultats, précisant leur signification et la validité de l'hypothèse originale, les sources d'erreur et leur effet sur les résultats. Cette analyse indique aussi des façons d'améliorer l'expérience, par exemple en modifiant la technique, l'équipement, les variables et ainsi de suite. L'analyse peut établir le lien entre les résultats et le monde matériel et suggérer un suivi possible ou une expérience subséquente.
- **Conclusion** : Synthétise les résultats et indique si le but de l'expérience a été atteint. Souvent, les lecteurs de rapports lisent d'abord la conclusion.

### **Zines/fanzines** (Voir *Senior 3 ELA*, 4-166.)

Les zines ou fanzines sont des magazines de fiction scientifique. Ils portent généralement sur un thème particulier.

On peut trouver dans ces magazines les éléments suivants :

- bande dessinée
- collage
- article rédactionnel/éditorial
- entrevues
- aide-mémoire
- poème
- revue
- résultats d'études