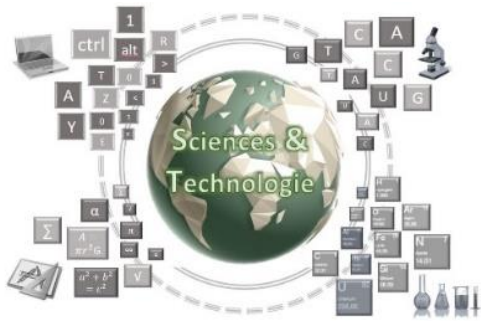




L'octaèdre sciences : un outil pour développer la démarche scientifique

Auteur(s) : Johann GERARD, IA-IPR SVT

Contenus d'apprentissage

Niveau ou cycle concerné : **Cycle 3, Cycle 4, Lycée Sciences et technologie**

Points abordés du programme : **La démarche scientifique**

Compétence(s), capacité(s) déclinées dans la situation d'apprentissage : **Mettre en œuvre une démarche scientifique**



Outils

Scénario et Objectif(s)

La démarche scientifique correspond à une succession d'étapes engageant un élève dans la recherche de preuves matérielles en lien avec une question, un problème. Les étapes envisagées ne sont pas prédéterminées et se posent alors deux questions à l'enseignant qui accompagne cette investigation :

- Les élèves sont-ils réellement engagés dans une démarche ?
- Les élèves font-ils réellement des sciences ?

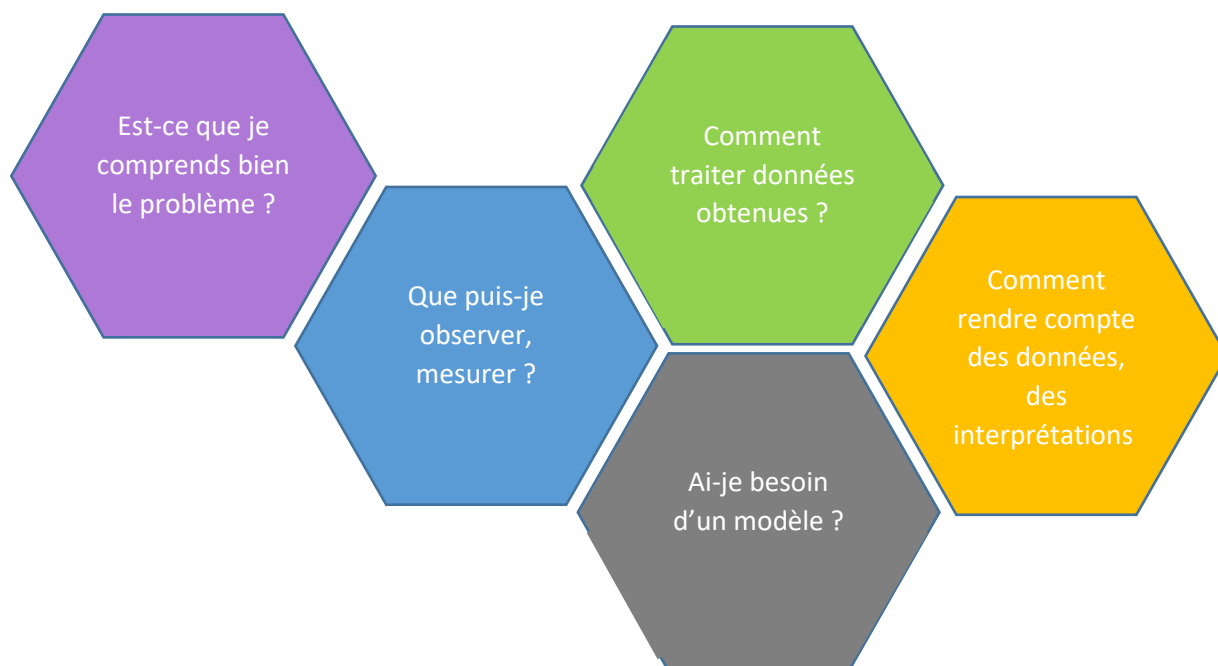
Afin d'analyser une séquence, ou bien pour en préparer une, l'octaèdre sciences apporte une aide intéressante puisqu'il permettra à la fois :

- De répondre aux deux précédentes questions
- D'envisager un grand nombre de démarches possibles pour un même problème
- D'envisager une progressivité des apprentissages concernant la mise en œuvre des démarches d'investigation scientifiques



Présentation générale :

L'octaèdre propose de visualiser plusieurs plaquettes hexagonales de différentes couleurs. Chaque couleur se réfère à un type de tâche associé à toute démarche scientifique : 5 catégories de questions que l'on peut se poser



La situation pédagogique implique...	Alors...	Parce que...
Une seule couleur 	Ce n'est pas réellement une démarche	Vous travaillez uniquement une étape pour elle-même (ce qui ne veut pas dire que c'est inutile).
Trois couleurs(minimum) dont le violet   	C'est une démarche de résolution de problème	Il y a plusieurs étapes en lien avec un problème à résoudre. On est dans une démarche de résolution de problème.
Trois couleurs dont le violet et le bleu   	C'est une démarche scientifique	Cette démarche s'appuie sur la recherche de données matérielles (preuves par observations, mesures).



Envisager la progressivité de l'apprentissage de la démarche scientifique

De l'école au lycée il est possible d'envisager une progressivité des apprentissages liés à la démarche scientifique selon trois axes :

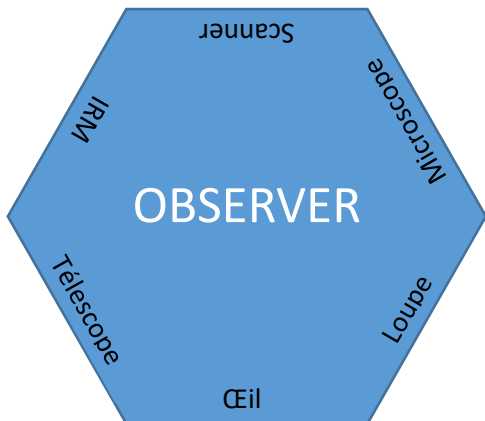
- Des démarches intégrant des étapes plus ou moins nombreuses
- Des étapes intégrant des outils plus ou moins complexes (techniques d'obtentions des données, techniques de traitement des données, etc.)
- Des problématiques de départ aux concepts plus ou moins abordables

Une progressivité liée à la complexité des démarches : une démarche qui s'enrichit en nombre d'hexagones

Au cours des apprentissages les démarches scientifiques deviendront de plus en plus complexes. De premières démarches de base (violet-bleu- vert : problème-observation- rendre compte...) on passera à des démarches enrichies en additionnant d'autres plaquettes ou hexagones ; par exemple :

- deux hexagones bleus pour associer observation et mesure ou différentes sources d'observation et/ou mesures
- ajout d'une étape de traitement des données (pour faire une moyenne...)
- ajout d'une modélisation
- ajout d'une analyse critique des données
- etc.

Une progressivité liée à l'apprentissage de nouvelles techniques (d'observation, de mesure, de traitement...) : une démarche qui s'enrichit avec les éléments périphériques de chaque hexagone.

Exemple :	
Le recueil de données obtenues par observation peut commencer par l'œil, la loupe, des jumelles qui permettent de rester dans des échelles appréhendables chez les plus jeunes élèves (premier degré). L'utilisation d'un microscope optique ou d'un télescope s'envisage ensuite. Puis les élèves apprennent petit à petit de nouvelles techniques d'observation, toujours plus complexes à obtenir et/ou à traiter : IRM, scanners, images satellitaires, etc.	

	Niveau 1 (Cycle 3)	Niveau 2 (Cycle 4)	Niveau 3 (Lycée)
Observer	Œil Loupe Loupe binoculaire Jumelles	Microscopie optique Télescope	Imagerie médicale Images satellitaires Microscopie électronique
Mesurer	De mesures simples utilisant des appareils simples vers des mesures plus complexes et précises.		
Traiter	Calcul simple comparaisons	Moyennes Comparaisons avec notion de témoin	Statistiques Incertitudes
Rendre compte	Affiche Lecture graphique Tableau de simple à double entrée Texte descriptif Oral descriptif	Poster scientifique Graphique Tableau avec codage Dessin d'observation Schéma Texte argumenté Oral argumenté	Article
Modélisation, simulation	Modèle analogique pour illustrer et comprendre	Modèle analogique et/ou numérique pour illustrer et comprendre Mathématisation, lois Critique du modèle	Elaboration de modèles numériques pour illustrer, comprendre et prévoir



Remarque :

L'idée n'est pas ici d'empêcher un élève d'accéder à un microscope en cycle 3 ou bien d'accéder à des images satellitaires en collège. Le découpage correspond plutôt à celui de la compréhension fine de la technique. Un élève pourra donc trouver des données avec des images satellites en collège mais l'objectif ne sera pas qu'il comprenne le principe des radiomètres qui permettent la fabrication de ces images.

Une progressivité liée au problème à résoudre

L'étape initiale « questionner le problème » se doit d'être accessible au niveau de l'élève. Sa difficulté peut se mesurer entre deux extrêmes :

- Le problème est trop simple ; l'élève saura mettre en œuvre une démarche de résolution mais ne fera pas d'apprentissage réel. Autrement dit, résout-on réellement quelque chose qu'on a déjà résolu ?
- Le problème est trop complexe ; l'élève sera incapable de proposer une démarche de résolution puisqu'il ne comprend même pas le problème. La conséquence étant que l'élève devra appliquer la démarche imposée par l'enseignant.

Pour éviter ces deux situations il faut identifier ce qui peut rendre une situation trop complexe à problématiser.

Premier obstacle : les échelles (espace et temps)

Par exemple dans le domaine de la biologie, au cycle 3 nous sommes sur des échelles allant de l'environnement à l'organisme (avec une incursion au niveau organe et au niveau cellulaire). Au cycle 4 on renforce le niveau des organes, des tissus et des cellules (avec une incursion au niveau moléculaire). Au lycée l'échelle moléculaire est partout. Conséquence: un problème qui se résout à l'échelle moléculaire sera à éviter au cycle 3 et posera des difficultés certaines au cycle 4.

Second obstacle : les prérequis de connaissances

Nous dirons simplement qu'il est plus facile de proposer une stratégie de résolution d'un problème si, déjà, on peut se faire une idée du problème. Pour cela avoir quelques connaissances préalables est un élément facilitant.

Par exemple aborder la question de l'adaptation de la respiration lors d'un effort au cycle 4 ne posera pas de souci majeur. En revanche aborder la question de la fusion partielle d'une roche dans le manteau supérieur ne peut se faire sans avoir quelques connaissances préalables.

Analyse du dispositif

En résumé :

Concevoir une séance ou séquence intégrant une démarche scientifique : il suffit d'avoir un problème à résoudre (en veillant à ce qu'il soit « à portée » des élèves), d'intégrer une recherche de données matérielles (par l'observation et/ou la mesure), de rendre compte de ces données (en utilisant différents langages). Cette démarche en trois étapes minimum peut s'enrichir et a vocation à élaborer une réponse provisoire.

Analyse de pratique d'une séance ou séquence : il suffit d'identifier dans une séance les différents hexagones réellement travaillés par les élèves pour savoir si on se situe dans une seule étape de la démarche, une démarche de résolution de problème, une démarche d'investigation scientifique.

En outre il sera utile de se poser ces questions :

- Est-ce que la tâche engage l'élève dans une recherche de preuves ? (Pour éviter des démarches de « découverte »)
- Est-ce que la tâche engage l'élève dans une récupération de données matérielles ? (Pour s'assurer d'être dans une argumentation scientifique)

Puis :

- Pour récupérer des données que puis-je faire ? (Chercher des données prêtes, faire des observations, faire des mesures)
- Que faire des données (ou résultats) obtenues ? (Comparer, traiter, communiquer en langages scientifiques, critiquer)



Utiliser l'octaèdre avec des élèves

Nous avons vu que l'octaèdre peut être un outil d'analyse de pratique

- de séquences déjà faites
- de préparation de séquences intégrant une démarche d'investigation scientifique
- de programmation en intégrant une progressivité des apprentissages

Il est possible d'envisager une utilisation par les élèves dans le cadre de la problématisation d'une situation, de la proposition d'une stratégie de résolution de problème. L'idée ici est que l'élève soit en mesure de proposer une démarche de raisonnement scientifique (sans pour autant la mener par la suite).

L'objectif ci est de répondre à cette question : **comment aider un élève à progresser en termes de raisonnement ?**

Raisonner c'est mettre en lien des informations en vue d'anticiper une réponse. On pourrait parler de fonctionnement algorithmique du cerveau. Nous partons d'un postulat : pour mettre en lien des informations et anticiper une réponse il faut mieux savoir se poser les bonnes questions. Donc connaître différentes techniques, avoir des connaissances c'est bien (et nécessaire) mais se poser les questions pertinentes c'est mieux : ce n'est pas parce que « je sais » que « je sais résoudre ».

L'octaèdre propose donc une aide visuelle en suggérant de se poser quelques questions précises, dans un certain ordre.

Dans l'ordre des faces de l'octaèdre	Une liste de questions à se poser
Questionner le problème	<i>Peut-être, en tout premier lieu, se demander si la situation est comprise :</i> • Est-ce que je comprends le vocabulaire ? les échelles ? les grandeurs ?... • Qu'est-ce que je sais, ou pense savoir sur ce sujet ? (renvoie aux prérequis, aux représentations initiales...)
Observer, mesurer	Dans cette situation : • Que pourrais-je mesurer ? Avec quoi ? • Que pourrais observer ? Avec quoi ? <i>L'idée est ici que l'élève envisage bien d'obtenir des données matérielles</i>
	• A quels résultats je m'attends ? Cette question est à mettre en parallèle avec les données donc : • Qu'est-ce que je pense observer ? • Quels résultats je pense mesurer ? <i>L'intérêt, ici, de renvoyer aux données c'est de transformer la réponse à cette question en hypothèse scientifique.</i>
Traiter	Avec les données obtenues : • Vais-je devoir faire des comparaisons ? • Vais-je devoir faire des calculs, une moyenne, etc ? <i>L'idée ici est double :</i> • faire comprendre qu'un résultat unique suffit rarement pour interpréter. La « comparaison » suggère aussi d'amener la notion de témoin • faire comprendre qu'une masse de résultats nécessite un travail de synthèse
Interroger le résultat	• Quelle est la valeur de mes résultats ? Validation (ordre de grandeurs, unités, échelles, esprit critique, fiabilité)
Rendre compte	Pour communiquer les résultats j'envisage de faire : • Un texte ? • Un tableau ? • Un graphique ? • Un schéma ? ...

Remarque 1 : nous écartons volontairement la face de l'octaèdre qui correspond à la question de la modélisation. Cette dernière est un cas très particulier :

- Soit on utilise un modèle (analogique, numérique) pour illustrer ou comprendre un concept.
- Soit on utilise un modèle pour simuler, prévoir, parce qu'il n'est pas possible d'accéder à l'obtention de données globales (en lien avec des problèmes d'échelles et/ou de complexité de l'objet étudié).



Remarque 2 : bien souvent on demande aux élèves, un peu mécaniquement, de proposer une hypothèse. La « règle » donnée est souvent « qu'une hypothèse, c'est une réponse possible à un problème ». Les « martiens » étant une réponse possible il n'est pas rare que des élèves proposent des hypothèses tout à fait exotiques dont on ne sait que faire.

En sciences, **une hypothèse est une réponse possible et vérifiable**. Etre passé par les questionnements précédant en amont permet de proposer des hypothèses recevables, c'est-à-dire que l'on pourra valider parce que vérifiables scientifiquement.



Modèle d'octaèdre sciences

