

ANNEXE A : LA DÉMARCHE D'INVESTIGATION

1. [Grille d'aide à la structuration d'une séance d'investigation.](#)
2. [Un exemple de démarche d'investigation en classe de cinquième : recueil et identification du dioxyde de carbone.](#)
3. [Un exemple de démarche d'investigation en classe de quatrième : synthèse additive des lumières colorées.](#)

ANNEXE A 1. Grille d'aide à la structuration d'une séance d'investigation
(Académie de Versailles)

La séance s'inscrit-elle dans une séquence ou est-elle isolée ?	
Y a-t-il un élément déclencheur (question, document, situation de la vie quotidienne....) ?	
Existe-t-il une construction collective de la réflexion au sujet du problème posé ? (confrontation de points de vue, choix des questions qui vont être abordées, ...)	
Les élèves participent-ils à l'élaboration du(es) protocole(s) à mettre en œuvre ?	
Le matériel expérimental est-il donné <i>a priori</i> ou est-il choisi par les groupes ?	
Les activités sont-elles menées par les élèves eux-mêmes ?	
Les élèves échangent-ils entre eux et/ou rendent-ils compte de leur travail à la classe ?	
Y a-t-il synthèse des résultats et construction collective d'une conclusion ?	
La conclusion de la classe est-elle conforme ou confrontée au savoir établi ?	
Les échanges oraux : - Les interventions des élèves sont-elles prises en charge par le professeur ou mises en débat avec la classe ? - Les temps de parole des élèves sont-ils inférieurs, égaux ou supérieurs à ceux du professeur ?	
Les traces écrites : - Y a-t-il des traces individuelles ? de groupe ? des écrits de classe ? - Quelle est la nature des traces écrites ? - Comment les différentes formes d'écrits sont-elles exploitées ?	
Les investigations sont-elles faites individuellement ? Par groupe de 2, 3, 4... élèves ?	

Trame d'une démarche d'investigation

Titre

Pré requis de l'école :

Compétences à atteindre :

Compétence disciplinaire :

Compétence expérimentale :

Compétence transversale (maîtrise du langage : parler, lire, écrire) :

Etapes de la démarche	<i>Séance</i> Modalités (formes et durées prévues)	Scénario pédagogique <i>Activités des élèves</i> et <i>rôle du professeur</i>
Présentation du problème Situation déclenchante		
Questionnement		
Elaboration d'hypothèses		
Elaboration d'un moyen de répondre (protocole exp., recherche doc. ...)		
Investigation expérimentale ou autre		
Institutionnalisation, Acquisition, structuration des connaissances.		

NB : Mettre éventuellement, en italique, les propositions des élèves non attendues....

Activités des élèves : réfléchir, émettre des hypothèses, proposer des protocoles, expérimenter, observer, rechercher, écrire, débattre, argumenter, communiquer,

Rôle du professeur : donne des consignes, apporte des informations, distribue le travail, relance la réflexion, pose des questions, gère les phases de mise en commun (il joue souvent le rôle de conseiller, s'interdit de donner les réponses ...).

ANNEXE A 2. Un exemple de démarche d'investigation en classe de cinquième

Recueil et identification du dioxyde de carbone

Perrier® versé dans un aquarium

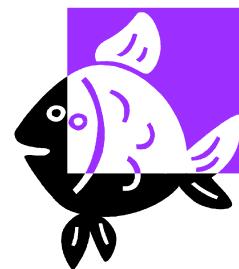
(Académie de Versailles)

DOCUMENT POUR L'ÉLÈVE

Document 1

Madame Fish change l'eau de son aquarium.
Surprise : il y a une coupure d'eau ! Que faire ?
Elle prend une bouteille de Perrier, la décapsule, vide son contenu dans l'aquarium avant d'y placer son poisson.

Horreur !! Peu après, le poisson meurt.
Madame Fish pense que son poisson est mort à cause des bulles du Perrier.



Ta mission : Réfléchir pour trouver le nom du gaz responsable de la mort du poisson.
Puis tu rédigeras une lettre à Madame Fish lui expliquant le travail de la classe. Tu joindras à la lettre d'éventuelles pièces jointes avec des schémas.

Document 2

L'importance des gaz dissous pour un éco système aquatique

L'eau a la capacité de dissoudre certains gaz comme le **dioxygène** et le **dioxyde de carbone**. Une chance, car leur présence dans les milieux aquatiques a permis à la vie de se développer. Les poissons, comme les humains, respirent et ont donc besoin de **dioxygène** pour vivre. Les algues ont en plus besoin de **dioxyde de carbone** pour produire leur propre matière (par photosynthèse).

Le dioxygène est indispensable à l'épuration des milieux aquatiques. Il permet aux bactéries présentes dans les écosystèmes aquatiques (rivières, étang,...) de dégrader les matières organiques. Un tel processus peut être long. Mais il produit du dioxyde de carbone, de l'eau et de l'ammoniac soluble dans l'eau.

L'oxygénation de l'eau provient de la dissolution du dioxygène atmosphérique. Elle est donc favorisée quand l'eau est fortement brassée, au niveau des chutes d'eau par exemple ou des remous, rapides. Aussi, l'eau d'un torrent est-elle mieux oxygénée que celle d'une eau stagnante. Le dioxyde de carbone nécessaire à la croissance des plantes provient quant à lui de la respiration des êtres vivants et de la dégradation des matières organiques.

Enfin, la solubilité de ces gaz dans l'eau dépend de la **température**. Elle diminue lorsque la température augmente : en moyenne, les eaux tropicales sont donc moins bien oxygénées que les eaux tempérées et, d'une manière générale, les milieux aquatiques contiennent moins de dioxygène par litre d'eau en période estivale.

Extrait du site : <http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/doseau/decouv/ecosys/gazDiss.html>

Document 3

Caractéristiques de quelques gaz

AMMONIAC	
Fonction principale	Composé azoté
Produit	Inorganique
Etat physique	Gazeux
Couleur	Incolore
Odeur	Suffocante

DIOXYGENE	
GENERALITES : L'oxygène est de loin l'élément que l'on trouve le plus abondamment dans la nature. L'oxygène représente en poids : <ul style="list-style-type: none"> • 46 % de l'écorce terrestre (sous forme d'oxydes, de silicates, etc.), • 89 % de l'eau présente sur Terre (sous forme moléculaire), • 21 % de l'air que nous respirons, • 62 % du corps humain (sous forme moléculaire). <p>Sous sa forme la plus connue (il constitue 21 % de l'atmosphère), c'est un gaz incolore, inodore et sans saveur ; il est essentiel à la vie et réagit fortement en présence de nombreuses autres substances chimiques.</p>	

DIOXYDE DE CARBONE	
Aspect/couleur	Gaz incolore
Odeur	Non détectable à l'odeur
Autres données	Gaz ou vapeur plus lourd que l'air. Peut s'accumuler dans les endroits confinés, en particulier au niveau ou en dessous du sol. En présence de dioxyde de carbone, l'eau de chaux se trouble.

Extrait du site : <http://www.airliquide.com/safety/msds/fr>

Document 4

La vie dans l'aquarium

Certains aquariophiles ajoutent du dioxyde de carbone à l'eau de l'aquarium pour les plantes aquatiques.

Le rajout de dioxyde de carbone peut-il devenir dangereux pour les habitants de l'aquarium ?

Il y a des précautions à prendre lorsque l'on ajoute du dioxyde de carbone dans l'aquarium... Trop de dioxyde de carbone servirait à empoisonner les poissons et les bactéries.

Extrait du site : <http://www.vetofish.com/modules/news/article.php?storyid=138>

DOCUMENT DU PROFESSEUR

Trame de la démarche

Pré requis de l'école :

Compétences à atteindre :

Compétence disciplinaire : existence de gaz dissous dans l'eau, test de reconnaissance du dioxyde de carbone à l'eau de chaux

Compétence expérimentale : récupérer un gaz par déplacement d'eau, reconnaître le dioxyde de carbone par le test à l'eau de chaux.

Compétence transversale (maîtrise du langage : parler, lire, écrire) : utiliser la conjonction *donc* de façon pertinente dans l'argumentation.

Une expérience ayant été réalisée, imaginer ou reprendre une argumentation logique permettant de parvenir des faits à une conclusion.

Étapes de la démarche	Modalités (formes et durées prévues)	Scénario pédagogique Activités des élèves et rôle du professeur
1 ^{ère} séance		
Présentation du problème Situation déclenchante	Magistral (2 min)	Le professeur distribue le document 1 (voir plus haut) , et donne la consigne : lire et répondre à la question posée sur la feuille de recherche (page de couleur spécifique, recherche personnelle).
	Autonome individuel	Les élèves recherchent seuls la réponse.
	Magistral (5 min)	Le professeur donne une nouvelle consigne : se mettre par 4 et confronter les traces personnelles puis choisir ce qui sera proposé à la classe.
Élaboration d'hypothèses	Par groupe de 4 (15 min)	Les élèves débattent et procèdent au choix.
	Mise en commun (10 min)	Chaque groupe envoie un représentant qui écrit la proposition au tableau (6 propositions). Modification du scénario car les réponses ne permettent pas d'avancer, pas d'hypothèses. Le professeur ne porte aucun jugement de valeur sur les propositions d'élèves. Le professeur apporte une information par le biais d'un document 2 (voir plus haut) sur l'importance de l'écosystème dans le monde aquatique avec les gaz dissous.
À la maison		
Élaboration d'hypothèses	Individuel	Le professeur demande aux élèves : qu'est-ce que la lecture du texte peut apporter aux hypothèses.

Étapes de la démarche	Modalités (formes et durées prévues)	Scénario pédagogique Activités des élèves et rôle du professeur
2 ^{ème} séance		
Recherche d'un protocole pour valider les hypothèses	Interactif (5 min)	Le professeur recueille les propositions des élèves et les écrit au tableau (les élèves ont tous proposé que c'était les « bulles » qui avaient tué le poisson et que les bulles étaient constituées d'un gaz dissous : O_2 , CO_2 , dioxygène, gaz carbonique, dioxyde de carbone ammoniac il y a eu l'air et le diazote. Propositions différentes suivant les classes)) Ce qui n'était pas prévu c'était que les élèves proposent des gaz vitaux et qu'ils différencient O_2 , dioxygène par exemple)
	Interactif (10 min)	Le professeur demande à la classe de choisir le gaz effectivement responsable de la mort parmi les hypothèses et d'argumenter. Les doublons ont été éliminés.
	Magistral (5 min)	Le professeur regroupe les élèves par hypothèse de gaz et donne les objectifs = comment valider les hypothèses et apporte comme information un document 3 (voir plus haut), avec les tests de reconnaissances des gaz.
	Autonome groupe de 4 (15 min)	Les élèves élaborent un protocole en utilisant les documents et préparent un transparent Les élèves débattent et rédigent un protocole.
	Interactif (15 min)	Le professeur circule et observe les productions d'élèves et écoute leur débat Le professeur s'interdit toute réponse, encourage, donne des conseils méthodiques (bien lire les documents à disposition). Un rapporteur va présenter sa proposition au tableau.
Questionnement	Magistral (5 min)	Un rapporteur va présenter sa proposition au tableau. Mais compte tenu de productions d'élèves (hypothèses O_2) dont aucune ne suggérait la récupération du gaz, les présentations de productions (hypothèse CO_2) ont été faites et commentées par le groupe classe (les élèves ne répondent pas à la question.) le scénario a été modifié. Le professeur questionne la classe par un jeu de questions-réponses et l'amène à penser qu'il faut « séparer » les bulles du liquide.
A la maison		
	Individuel	Le professeur demande aux élèves d'imaginer une expérience pour récupérer le gaz dissous dans les bouteilles. Les élèves doivent rédiger sur la feuille de recherche.

Étapes de la démarche	Modalités (formes et durées prévues)	Scénario pédagogique Activités des élèves et rôle du professeur
3 ^{ème} séance		
Réalisation de l'expérience	Magistral (5 min)	Le professeur présente le travail.
	Interactif (25 min)	Les élèves mettent en commun leurs recherches et produisent un document (affiche) à présenter à la classe. Les élèves présentent leur protocole (affiche collée au tableau). Le professeur demande à la classe de réagir sur les propositions pour amener à choisir la méthode de recueil du gaz. <i>Les élèves aiment produire des documents et insistent pour avoir du temps en plus afin de finir le travail demandé avant de le présenter.</i>
	Magistral	Le professeur propose le schéma de l'expérience et réalise l'expérience de récupération.
	Seul en autonomie(15)	Les élèves se déplacent à la paillasse pour observer ce qui se passe et complètent le document distribué.
	Interactif(5)	Les élèves mettent en commun leurs réponses et corrigent si nécessaire.
A la maison		
Institutionnalisation des connaissances	Individuel	Les élèves relisent le travail fait depuis le début et commencent à rédiger la lettre à madame Dupont et colle sur leur cahier les feuilles distribuées en écrivant en dessous leur rôle dans le travail de recherche

Etapes de la démarche	Modalités (formes et durées prévues)	Scénario pédagogique Activités des élèves et rôle du professeur
4 ^{ème} séance		
Réalisation du test d'identification	Magistral puis interactif (10 min)	Le professeur reprend le montage et envoie quelques élèves à la paille.
	Autonomie (10 min) Par groupe d'hypothèse de nature de gaz.	Ces élèves remplissent un tube nécessaire à l'identification du gaz. Les élèves réalisent leur test. Les élèves rédigent leur observation et concluent.
	Magistral (5 min)	Le professeur reprend les différentes hypothèses sur la nature du gaz et les écrit au tableau.
	Interactif(5)	Les élèves présentent leur observation et conclusion sur la nature du gaz. Les résultats sont écrits au tableau.
Observation et confrontation avec les hypothèses. Validation ou invalidation des hypothèses.	Magistral (10 min)	Le professeur pose à la classe la question : Quel est le gaz qui a tué le poisson ? La classe répond en cœur : c'est le dioxyde de carbone. Le professeur félicite la classe. Grâce à leur travail individuel et en groupe tous les élèves ont participé à la l'identification du gaz responsable de la mort du poisson. Le professeur n'a pas donné la solution, mais les a guidés dans leur recherche. Le professeur distribue le document 4 (voir plus bas) confirmant le résultat trouvé par les élèves Le professeur aura fait remarquer à la classe que si le gaz avait été de l'ammoniac, les élèves n'auraient pas eu le droit de sentir le gaz.
A la maison		
	Individuel	Les élèves doivent faire des exercices (choisis par le professeur) du manuel correspondant aux notions vues Les élèves rédigent la lettre à Madame DUPONT.

Étapes de la démarche	Modalités (formes et durées prévues)	Scénario pédagogique Activités des élèves et rôle du professeur
5 ^{ème} séance		
Institutionnalisation des connaissances	Autonomie (45 min) En classe entière	Les élèves corrigent les exercices faits à la maison. Le professeur n'intervient pas sur la justesse des réponses. Les élèves se corrigent entre eux Le professeur gère la distribution de la parole.
	Interactif (10 min)	Le professeur guide les élèves à repérer les connaissances à savoir et les savoir-faire sont notés au tableau.
A la maison		
Réinvestissement		Réviser pour l'évaluation

Étapes de la démarche	Modalités (formes et durées prévues)	Scénario pédagogique Activités des élèves et rôle du professeur
6 ^{ème} séance		
Réinvestissement Structuration des connaissances	Individuel	Évaluation. <i>Tout au long de la recherche, les élèves ont cherché à comprendre comment le poisson était mort et non quel gaz avait pu le tuer. Il a fallu les aider à recentrer leurs réponses</i>

ANNEXE A 3. Un exemple de démarche d'investigation en classe de 4^{ème} Synthèse additive des lumières colorées

Dans le cas de la partie de **programme de 4^{ème}** intitulée : « *LUMIÈRES ET COULEURS DES OBJETS* », dans les exemples d'activités en lien avec « *réalisation d'un spectre continu* », « *obtention de lumières colorées avec des filtres* », « *obtention de lumières colorées par superposition de lumières colorées* » :

1. Choix d'une situation déclenchante :

Cette situation est instaurée par le professeur qui aura au préalable analysé les savoirs visés et déterminé les objectifs à atteindre.

Objectif pour la situation ici proposée :

À travers la démarche, les élèves doivent retrouver que la composition de trois lumières colorées peut donner de la lumière blanche.

Cette situation devra être ancrée sur le réel.

La situation déclenchante peut-être la question :

« Je possède un téléviseur couleur. Comment se fait-il que l'écran puisse présenter des parties blanches ? »

2. Approbation du problème par les élèves :

Ce travail sera guidé par le professeur qui tout d'abord veille à la bonne compréhension de la situation de départ.

Celui-ci prend en compte les représentations initiales des élèves ainsi que leurs connaissances afin de faire émerger des premiers éléments de réponse.

Les élèves par petits groupes réfléchissent au problème posé et notent leurs réflexions voire leurs questions ou interrogations sur leur cahier.

Quelques réflexions d'élèves relatives à leur appropriation du problème dans le cas de l'exemple proposé :

- C'est normal, le blanc est une couleur
- Ça s'affiche blanc car c'est fait exprès dans le film
- C'est la lumière qui donne le blanc, sans cela ce serait gris

Le professeur revient alors sur le fait que l'écran présente aussi des taches de couleur :

« Comment sont obtenues les taches colorées présentes sur l'écran ? »

- Il y a plein de petites lampes colorées de toutes les couleurs dans le téléviseur
- Il faudrait observer l'intérieur du téléviseur pour connaître le système
- Des lumières sont projetées sur fond blanc
- Il y a quelque chose à l'intérieur de l'écran qui permet de changer de couleur

Cette dernière remarque permet des propositions intéressantes :

- Il faudrait zoomer
- Il faut plutôt prendre une loupe

Ces propositions doivent déboucher sur des activités (expériences, recherche documentaire ...) qui doivent être en relation avec le but poursuivi.

Les élèves observent l'écran à la loupe et constatent que :

- On voit des taches colorées souvent rouges, vertes ou bleues avec quelquefois d'autres teintes supplémentaires.

Ici, tous se rallient à l'observation majoritaire de minuscules taches rouges, vertes et bleues que le professeur concrétise par la projection agrandie de l'image des luminophores. Mais ceci n'est pas une obligation, des groupes d'élèves pourraient proposer d'autres investigations qu'il ne faut pas forcément éliminer : l'erreur est le premier pas de la connaissance !

Le professeur pose alors la question :

« Il faut maintenant que vous imaginiez une expérience qui permettrait, sans téléviseur ni ordinateur, d'obtenir du blanc et d'autres couleurs à partir des trois lumières colorées verte, rouge et bleue »

3. Formulations d'hypothèses, de protocoles :

Après avoir géré le mode de regroupement des élèves (ici par groupes de 2 élèves), le professeur laisse les élèves formuler de manière écrite leurs hypothèses ainsi que leurs idées de manipulations.

Quelques propositions d'élèves relatives à la formulation d'hypothèses dans le cas de l'exemple proposé :

- Des miroirs à l'intérieur du téléviseur diffusent des lumières colorées
- Toutes les couleurs rassemblées donnent peut-être du blanc
- Le blanc est un effet d'optique car pour donner du blanc, on mélange du vert, du bleu et du rouge
- Le bleu, le rouge, le vert, les couleurs se sont mélangées
- Il y a plusieurs DEL ; quand le courant passe, ça donne des couleurs selon les DEL
- La télé transmet des taches qui donnent du blanc

Quelques propositions de protocoles :

- Il faudrait utiliser des cartons colorés rouges, verts et bleus qui diffuseraient les lumières ; en les mélangeant, on obtiendrait peut-être du blanc
- Il faudrait utiliser la "boîte à lumière" et éclairer des cartons colorés
- Avec la "boîte à lumière" et des diapositives colorées qu'on superposerait, on obtiendrait peut-être du blanc
- Des diapositives « rouge, verte et bleue » seraient placées dans la "boîte à lumière" et, avec les miroirs, on mélangerait les lumières colorées

4. Investigation conduite par les élèves :

C'est le moment privilégié du travail de l'élève (ou du groupe d'élèves) en autonomie encadrée pour réaliser les expériences et aussi pour apporter la preuve des hypothèses émises.

Lors de la réalisation de ces expériences, les élèves ayant élaboré une liste de matériel vont chercher celui-ci sur le chariot mis à leur disposition en fonction de leurs besoins et ils réalisent ensuite leurs expériences.

Quelques mises en œuvre expérimentales :

- Les élèves de deux groupes essaient d'éclairer en lumière rasante des écrans colorés bleu, rouge, vert pour qu'ils diffusent la lumière vers un écran blanc (les écrans diffusants ont été utilisés lors de la séance précédente) mais le résultat n'est pas probant.

- *Tous les autres groupes utilisent la "boîte à lumière", les diapositives rouge, verte et bleue et mélangent les trois lumières sur un écran blanc. Ils constatent tous que le mélange permet d'obtenir une sensation de blanc. Certains essaient, avec une loupe, de retrouver des luminophores sur le bristol blanc ; l'une des loupes, placée dans les faisceaux colorés, produit sur le bristol différentes taches colorées trop rapidement comparées aux luminophores (en réalité, les ombres colorées des parties opaques de la loupe).*

5. Échange argumenté autour des propositions élaborées :

C'est une phase de confrontation au sein de la classe des expériences mises en œuvre, de leur validité, des résultats, des questions restées en suspens.

- *Les différents rapporteurs décrivent à peu près tous la même expérience et le même constat d'obtention de lumière blanche en mélangeant les lumières colorées rouge, verte et bleue. Il est évident que certains ont abandonné leur proposition initiale de protocole qui leur est apparu inopérant pour se "rallier" à ce qu'ils ont pu observer sur les tables voisines.*

6. Acquisition et structuration des connaissances :

L'enseignant conduit les élèves à dégager de nouveaux éléments de savoir provenant des constatations réalisées. Il provoque la confrontation avec le savoir établi et suscite un débat sur les causes d'éventuelles divergences.

Avec un vocabulaire accessible aux élèves, les connaissances acquises sont formulées ou reformulées puis transcrites sur le cahier ou dans le classeur de l'élève.

- *Une élève volontaire se rend au tableau et écrit sa synthèse des différents rapports entendus :
"On a appris que quand on a mélangé le vert, le bleu et le rouge on a obtenu du blanc et c'est donc pour cela qu'on obtient du blanc dans le téléviseur."
L'un de ses camarades demande de commencer la phrase par :
"On a appris que quand on a mélangé les lumières primaires verte, bleue et rouge on ..."
Certains proposent, pour vérifier, de regarder dans le livre ou de demander au professeur.*

7. Opérationnalisation des connaissances :

Toute nouvelle connaissance doit être confortée dans son acquisition. Pour cela, on peut mettre en œuvre soit :

- des exercices d'application qui permettent d'automatiser certaines procédures ;
- des nouveaux problèmes permettant la mise en œuvre des connaissances acquises dans de nouveaux contextes (réinvestissement) ;
- une évaluation des connaissances et des compétences méthodologiques.