Les pluies acides en classe

par Anne GOUBE
Collège Stendhal - 38000 Grenoble

RÉSUMÉ

Comment arriver à motiver les élèves de troisième pour la chimie ? Comment travailler sur les concepts : «un gaz est de la matière» ; «un gaz peut être réactif ou produit dans une réaction chimique».
Comment faire pour que les élèves vivent une démarche expérimentale ?

La séquence pédagogique présentée ici intègre ces trois intentions à partir d'un thème lié à l'environnement.

POURQUOI CE TRAVAIL ?

Les principes directeurs des nouveaux programmes de collège et de lycée insistent beaucoup sur la nécessité de motiver les élèves en s'appuyant sur des thèmes liés à l'environnement ou à la vie quotidienne et en leur faisant vivre des démarches expérimentales.

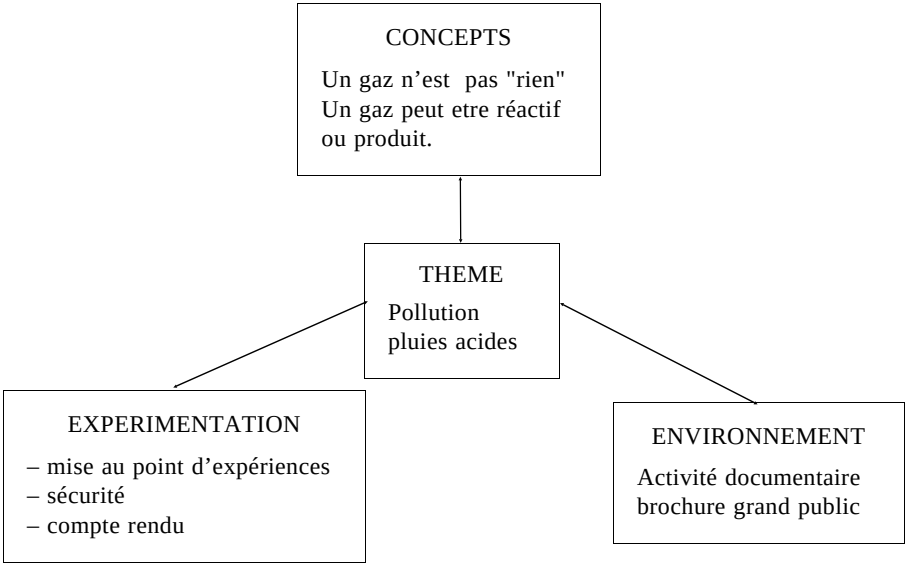
Le travail décrit ici, se propose d'allier une recherche sur document à partir d'une brochure pour le grand public étudiée à Grenoble par l'ASCOPARG (ASsociation pour le COntrôle de la Pollution Atmosphérique dans la Région Grenobloise), à la mise au point par les élèves d'expériences à faire en classe pour reproduire l'une des réactions chimiques en jeu lors de l'acidification des pluies, à la sensibilisation aux problèmes de sécurité et à la rédaction d'un compte rendu.

Le professeur a choisi ce thème et cette démarche pour essayer de travailler trois concepts particulièrement délicats : «un gaz c'est de la matière», «la réaction chimique» et «les gaz peuvent être réactifs ou produits dans une réaction chimique».

De nombreuses recherches en didactique ont montré que le concept de gaz n'est pas acquis par la totalité des adolescents de quinze ans (M.-G. SÉRÉ thèse 1985, recherche INRP en cours ROOSA : Recherche sur Objectifs Obstacles et Situations d'Apprentissages sur les transfor-

mations de matière). Le concept de réaction chimique n'est parfois pas maîtrisé par les étudiants de DEUG (M. MEY, A. BALAS et D. PLOUIN séminaire du LDPUC Grenoble). On trouve les mêmes difficultés dans l'enseignement secondaire (M. MÉHEUT thèse 1982 et article dans le B.U.P. n° 716, A. GOUBE B.U.P. n° 726).

La forte motivation des élèves favorisera-t-elle l'acquisition de ces concepts ?



DÉROULEMENT EN CLASSE DE TROISIÈME

Étape 1 - Travail préparatoire à la maison

– lire la brochure et répondre à quelques questions (voir annexe 1) (toutes les réponses se trouvent dans la brochure, bien sûr).

Étape 2 - Synthèse en classe (répondre aux questions du questionnaire)

– les polluants de l'air à Grenoble,

– les conditions climatiques et météorologiques de pollution maximum,

– les pluies acides : quelle est leur origine et quels sont leurs effets.

Ces deux premières étapes favorisent la motivation et l'implication des élèves, car ils se sentent tous concernés ; il s'agit d'un problème d'environnement de la ville qu'ils habitent.

*Étape 3 - Comment faire pour produire des pluies acides en classe ?**

– chacun, tout seul, écrit une proposition,

– par groupes de quatre, échange sur les propositions de chacun et mise au point d'une proposition écrite commune,

– chaque groupe expose sa proposition, puis un débat s'engage sur la pertinence et la faisabilité des expériences proposées,

– mise au point collective du protocole expérimental, en tenant compte des problèmes de sécurité.

Cette étape permet de vivre une démarche expérimentale ce qui montre aux élèves ce qu'est la chimie.

Les interactions entre les élèves, sans intervention du professeur leur laisse le temps de s'approprier la question. Ce temps de murissement des propositions expérimentales permet d'analyser les difficultés expérimentales et conceptuelles.

Souvent les expériences proposées s'intéressent aux effets des pluies acides sur les plantes. Le débat s'engage (dans les petits groupes ou en classe entière) pour savoir si c'est bien le sujet ! Souvent aussi certains proposent de sortir dans la rue et de remplir des bouteilles avec les gaz d'échappement des voitures, et de le mettre en solution dans l'eau ensuite. Parfois certains proposent de fabriquer le polluant, mais à contrecœur, car l'air en contient déjà assez. Dans ce cas, les élèves proposent de fabriquer soit des oxydes d'azote, soit du dioxyde de soufre, soit de l'acide chlorhydrique, qui sont d'après la brochure les principaux agents des pluies acides. Un débat s'installe pour essayer de savoir quels sont les polluants fabricables facilement, quels sont les moins toxiques, comment faire ?

---

* La question très ouverte s'est trouvée pour les élèves précisée par le contexte et le guidage de l'enseignant. On pourrait suggérer une formulation plus fermée : «Comment reproduire en classe la transformation d'une pluie en pluie acide ? Comment s'assurer qu'on a réussi ?».

Dans un deuxième temps il faut caractériser le gaz fabriqué, puis le mettre en solution et tester l'acidité de la solution. Cette suite logique pose de grosses difficultés à cause des concepts de gaz et de réaction chimique mais aussi à cause des étapes successives :

1 - fabriquer SO_2,

2 - identifier SO_2,

3 - faire réagir l'eau pure avec SO_2 («fabriquer des pluies acides»),

4 - mettre en évidence l'acidité.

L'interaction entre élèves permet à chacun d'argumenter longuement avant qu'une solution opérationnelle ne soit acceptée. Le rôle du professeur est d'animer le débat, de reformuler questions et propositions et d'apporter les informations nécessaires lorsqu'elles sont demandées (faisabilité, toxicité, existence de détecteurs de SO_2 et de détecteurs d'acidité...).

Étape 4 - Réalisation expérimentale et compte-rendu

– réalisation des expériences,

– rédaction d'un compte-rendu individuel conforme à une grille de critères de réussite négociée lors de comptes-rendus précédents : (voir annexe 2).

La réalisation expérimentale ne pose pas de problème.

Chacun rend son compte-rendu, mais le travail par équipe est encouragé, pour multiplier encore les occasions de confrontations et de remises en question.

Les comptes-rendus sont commencés en classe et terminés à la maison.

Le compte-rendu oblige chacun à expliciter ce qu'il a compris, ce qui permet au professeur d'identifier pour chacun la maîtrise conceptuelle et logique, de pointer les erreurs et de proposer des remédiations adaptées.

Les erreurs les plus fréquentes portent sur l'identification des réactifs et des produits pour les réactions chimiques successives et sur le non classement en réactions chimiques des réactions d'identification de SO_2 par le permanganate de potassium et du test d'acidité avec le papier pH.

POUR CONCLURE... OU POUR COMMENCER...

OUI, l'enthousiasme des élèves est au rendez-vous, la motivation et l'implication aussi. La richesse des débats et des argumentations en témoignent ainsi que le soin apporté aux expériences et aux comptes-rendus.

MAIS est ce efficace pour l'acquisition des concepts ?

Une étude plus approfondie est en cours... Les premiers résultats sont positifs.

BIBLIOGRAPHIE

– Brochure de l'ASCOPARG, 45, boulevard Foch - 38000 Grenoble.

– *«Combustions et réaction chimique dans un enseignement destiné à des élèves de sixième»* par M. MÉHEUT, thèse 1982.

– *«Analyse des conceptions de l'état gazeux et propositions de stratégies pédagogiques pour en faciliter l'évolution»* par M. G. SÉRÉ, thèse 1985.

– *«Des représentations des élèves au concept de réaction chimique : première étapes»* par M. MÉHEUT, B.U.P. n° 716.

– *«La formation des concepts décrivant les états de la matière»* par M.-G. SÉRÉ et A. TIBERGHIEN, B.U.P. n° 716.

– *«Essai sur la maîtrise de l'équation bilan à l'entrée à l'université»* par M. MEY, A. BALLAS et D. PLOUIN - Séminaire du LDPUC Université de Grenoble 1993.

– *«L'imagination au pouvoir : le concept de réaction chimique au collège»* par A. GOUBE, B.U.P. n° 766.

– *«Écrire en sciences : une aide méthodologique»* par A. GOUBE, B.U.P. n° 720.

Annexe 1
Questionnaire élève

LA POLLUTION DE L'AIR À GRENOBLE

Lire la brochure de l'ASCOPARG, répondre sur cette feuille aux questions suivantes :

1. **Quels sont les principaux polluants de l'atmosphère à Grenoble ?**

Donner leurs noms en français, les formules des molécules et les quantités produites.

.....
.....
.....

2. **Quelles sont les conditions de diffusion des polluants ?**

Donner les conditions saisonnières et météorologiques de pollution maximum.

.....
.....
.....

3. **Les pluies acides**

3.1. Comment se forment-elles ?

.....
.....
.....

3.2. Comment feriez-vous, en classe, pour observer dans un bocal, les différentes étapes de la formation des pluies acides ?

.....
.....
.....

Annexe 2

GRILLE D'ÉVALUATION DES COMPTES-RENDUS D'EXPÉRIENCES EN SCIENCES PHYSIQUES

Pour réaliser un compte-rendu d'expériences communicable à quelqu'un qui souhaiterait comprendre et refaire l'expérience, il faut pour CHAQUE EXPÉRIENCE :

		Moi	Prof.	Moi	Prof.
FORME	Mettre un titre.				
	Faire des paragraphes séparés.				
	Souligner, soigner l'écriture et la présentation.				
FOND	Trouver **le but** de l'expérience : pourquoi la fais-tu ?				
	Faire **une conclusion** : as-tu répondu au but donné ?				
	Donner la liste du matériel utilisé.				
	Si nécessaire décrire ce que tu fais (mode d'emploi, consignes, dangers...).				
	Observations : Décrire ce que tu vois.				
	Si nécessaire donner des résultats, faire un tableau de mesures.				
	Interpréter ce qui s'est passé (si nécessaire).				
	Ne pas confondre observer et interpréter.				
	Exactitude du vocabulaire.				
SCHÉMAS	Au crayon, à la règle, grand, clair, lisible en coupe, sans détail inutile avec légende.				
GRAPHIQUES	Au crayon, axes orientés, ce que représente, chaque axe, unités d'échelles, titre (si nécessaire).				
BILAN					

\+ Fait et bien fait
+/ −
− Pas fait ou faux