

ÉLÈVES, ENSEIGNANTS ET INTERNET

Catherine BOUYSSOU
Professeur de Physique Chimie
Lycée Gutenberg
16 rue Saussure 94044 Créteil
Catherine.Bouyssou@ie.cndp.fr

Janine GAUCHE
Lycée André Argouges
61 Rue Léon Jouhaux
38029 Grenoble Cedex
jgauche@ac-grenoble.fr

Francis BERTHOMIEU
Professeur de Sciences Physiques
Lycée Jean Moulin
Place de la Paix 83300 DRAGUIGNAN
berthomi@pelat.ac-nice.fr

François-Marie BLONDEL (*coordination*)
INRP
Technologies Nouvelles
91, rue Gabriel Péri 92120 Montrouge
blondel@inrp.fr

1. Introduction

Grâce à un courant médiatique puissant, à une volonté affirmée de l'administration, et à de nombreuses initiatives régionales et locales, Internet est maintenant mieux connu et ses potentialités mieux cernées [Favre-Nicolin & Leroux 96, Leprince & Sarmant 98].

Si, dans un premier temps, l'accent est mis sur les ressources que chacun peut en tirer pour son propre travail, les multiples usages qui peuvent être envisagés avec des élèves dans l'enseignement de la physique-chimie commencent seulement à se développer. Les exemples présentés ci-dessous¹ en montrent quelques aspects représentatifs.

La *Toile* (le *World Wide Web*) peut être vue comme un vaste fonds documentaire en perpétuel renouvellement. Ce fonds qui comporte une multitude de documents scientifiques et techniques et qui est alimenté régulièrement par des chercheurs, des entreprises, des enseignants, ou même des individus passionnés, peut être intégré, sans trop de difficultés, dans une activité documentaire. Reste à trouver les bons outils, à inventorier les bonnes adresses, à guider les élèves pour leur faciliter la tâche et à les orienter vers la recherche de sources fiables.

Mais Internet est aussi un moyen de communication qui réduit les distances et facilite la coopération au delà des frontières nationales, professionnelles ou culturelles. Plusieurs types de coopérations, favorisées entre autres par les échanges européens, ont été expérimentés récemment. L'opération *Astronomy On Line* qui a engagé plus de 5000 élèves de 39 pays différents est un exemple de réussite d'un projet conçu à la fois par des chercheurs et des enseignants.

2. Utilisation d'Internet au cours d'une activité documentaire en seconde

Le public de nos classes actuelles capte les informations de manière moins traditionnelle qu'il y a seulement quelques années. Les élèves sont plus visuels qu'auditifs ; leur temps n'est pas élastique ; ils sont plus impatients et rapidement démotivés. Nous ressentons la nécessité de

¹ Catherine Bouyssou (Utilisation d'Internet au cours d'une activité documentaire en seconde),
Janine Gauche (Internet en physique chimie : quelques essais, constatations et réflexions),
Francis Berthomieu (Communication et coopération : un projet européen sur le Web).

recourir à de nouvelles stratégies pédagogiques pour accroître l'efficacité de la transmission des connaissances et la motivation de nos élèves.

Parmi les activités que j'ai entreprises avec mes élèves, je présente ci-après quelques travaux réalisés par des élèves de seconde du lycée sur le thème "activité documentaire sur les engrais". En décrivant les étapes de cette activité, sont abordées quelques réponses possibles aux différents problèmes soulevés lors de l'utilisation du réseau Internet.

2.1 Présentation de l'activité

2.1.1 Une stratégie pédagogique adaptée

Dans le cadre du "TP documentaire sur les engrais" figurant au programme de chimie, les élèves d'une classe de seconde de lycée ont à préparer un exposé sur les engrais.

Cette activité s'adresse à une classe de seconde indifférenciée, donc à un public souvent très hétérogène. Les thèmes sur lesquels les élèves ont à travailler sont diversifiés pour que chacun soit motivé ; les élèves à vocation scientifique choisissent plutôt les problèmes liés à la pollution, d'autres seront plutôt attirés par les problèmes économiques ou bien par les origines historiques des engrais.

Par ailleurs, la seconde est la classe où l'élève élabore un projet personnel en glanant des informations sur différents métiers ; un groupe se consacre à la recherche des métiers en agrochimie.

2.1.2 Une équipe pédagogique transdisciplinaire

Le professeur de physique-chimie (professeur principal de la classe) et le professeur documentaliste travaillent en parallèle (par demi-groupe). Les professeurs d'histoire, d'anglais, d'espagnol et la conseillère d'orientation apportent leur compétence dans leur propre domaine.

2.1.3 Le matériel et les logiciels nécessaires

Les élèves utilisent les ordinateurs de la médiathèque mis en réseau ; le compte Internet est fourni par la mission Nouvelles Technologies de l'Académie de Créteil. Sont mis à la disposition des élèves : le catalogue informatique de la médiathèque, une encyclopédie sur cédérom, un navigateur Internet, un traitement de texte et un logiciel de création de pages Web.

2.2 Déroulement de l'activité

Première séance de travaux pratiques

1. les élèves élaborent ensemble un plan précis de l'exposé, guidés par leur professeur de physique-chimie,
2. chaque binôme choisit le sous-paragraphe qu'il aura à rédiger,
3. les élèves vont au CDI, encadrés par le professeur de physique-chimie et le professeur documentaliste, pour apprendre à recueillir l'information, soit à partir d'un catalogue informatisé qui permet de rechercher des références de documents, soit à partir d'une encyclopédie sur cédérom. Les élèves découvrent les procédés de recherche par mots-clés. Ils utilisent les liens hypertexte. Ainsi ils sont préparés à comprendre les différents moyens d'investigation sur Internet : les moteurs de recherche, l'importance des opérateurs, le mode hypertexte.

Plan de l'exposé

Introduction Analyse des sols et besoins des plantes Évolution de la fertilisation au cours des siècles	Thèmes Biologie Chimie Histoire
Avantage des engrais Principes généraux de la fertilisation Les effets de l'assimilation de P, N, K sur les plantes A partir de tableaux de données économiques, prouver la productivité des engrais Risques dus aux engrais Pollution des eaux Risques alimentaires dus à l'excès d'engrais	Économie
Les remèdes Solutions rationnelles permettant de limiter la pollution par les nitrates Les métiers spécialisés en agronomie	Législation Orientation Métiers

Deuxième séance de travaux pratiques

Pendant cette séance, le professeur **documentaliste** apprend aux élèves à *prendre des notes* et à *faire le résumé* d'un texte à l'aide d'un questionnaire.

Questionnaire

1. La prise de note

Après avoir lu en survol votre texte, répondez aux questions suivantes :

1.1 Comment est constitué cet article ?

A-t-il une introduction ? A quelle page ?

A quoi sert-elle ?

1.2 De combien de parties est constitué cet article ?

A-t-il des titres ? Si oui écrivez-les. Y a-t-il des sous-titres ? Si oui écrivez-les.

Comment les reconnaissez-vous les uns des autres ? ...

2. Le résumé

2.1 Relevez dans chaque paragraphe les mots qui vous semblent importants, essentiels : les éléments-clés ou *mots-clés*.

2.2 Construisez une phrase pour chaque paragraphe en liant les mots-clés entre eux.

2.3 Enchaînez vos phrases de façon correcte par rapport au sens du texte ;

Pendant ce temps, le professeur de **physique-chimie** apprend à chaque groupe d'élèves (4 au maximum) à *naviguer* sur Internet :

1. Les élèves apprennent à se servir d'un moteur de recherche. Ils obtiennent de nombreux documents dont la plupart, provenant d'instituts de recherche ou d'écoles supérieures, sont trop spécialisés. Ils se lassent vite de lire des pages incompréhensibles. Il est donc nécessaire que l'enseignant ait parcouru l'article auparavant pour ne leur montrer qu'un extrait pertinent comme l'exemple suivant :

Extrait d'un article issu d'un site Internet

Nouveaux engrais complexes valorisant le phosphogypse, diminuant la pollution azotée et carbonée, à faible intrant énergétique, pour les pays en développement.
Centre d'Énergétique, Cenerg Sophia-Antipolis
École des Mines de Paris
Le recours à l'urée comme vecteur d'azote s'est généralisé.
emploi facile, il ne permettait pas de fabriquer des engrais binaires ou ternaires NP ou NPK.
L'urée permet lors de son élaboration la fixation du CO₂ sous produit dans la fabrication de l'ammoniac à partir du méthane. Ceci représente une contribution à la lutte contre l'effet de serre...

2. Les élèves lisent également les pages des sites relatifs aux engrais que leurs professeurs ont sélectionnés pour eux. Ceux-ci sont écrits en majorité en anglais, une occasion d'étudier le vocabulaire scientifique anglais avec la participation du professeur d'anglais. Les élèves découvrent par exemple certains termes scientifiques tels que "nitrogen", "fertilizers".

Extrait d'un article écrit en anglais, sélectionné sur le Web.

TURFGRASS
...Problems : Common to Turfgrass SYMPTOMS : Yellowing of leaves; no wilting. POSSIBLE CAUSES : Nutrient deficiency (iron or nitrogen). Water-logging soil resulting in poor nutrients uptake and transport. CONTROLS AND COMMENTS : Treat with iron and/or nitrogen fertilizers. Improved drainage through core aerifying...

Il est souvent nécessaire que l'enseignant donne des orientations initiales (préciser l'objet de recherche, indiquer les bonnes sources, donner les adresses incontournables, etc.). Ceci suppose qu'il a déjà effectué une partie de la recherche ou dispose des renseignements utiles. Ce qui ramène plus en amont à la question des ressources disponibles pour l'enseignant.

Troisième séance

L'objectif est de mettre au point la rédaction finale de leur exposé à l'aide d'un traitement de texte au CDI. Les élèves essayent de concevoir la présentation de cette activité documentaire sur un site Web.

Extrait du thème "L'évolution de la fertilisation" écrit par les élèves

...C. Un scientifique renommé : Justus von Liebig ...Il s'est particulièrement intéressé à l'agrochimie,C'est ainsi qu'en 1840 Justus von Liebig formule la Loi de Liebig selon laquelle la croissance d'une plante est limitée par l'élément assimilable dont la concentration dans le milieu est la plus faible (facteur limitant). En fait, cette loi s'applique à tous les facteurs écologiques (syn. Loi du minimum)...
--

Extrait du thème "Les métiers en agrochimie" écrit par les élèves

...Ces activités s'exercent dans le cadre d'emplois très divers : * les chercheurs (niveau doctorat) : Ils sont à l'origine des innovations. Leurs travaux sont publiés dans les revues scientifiques. * les ingénieurs (DEA école d'ingénieurs) : Leur rôle est de mettre au point les acquis des chercheurs, d'approfondir les connaissances pour qu'elles soient opérationnelles. - <i>les ingénieurs de recherche</i> (Bac+5 spécialisés en agrochimie, chimie...) : Ils définissent des méthodes expérimentales, gèrent des appareils complexes et dirigent le plus souvent un laboratoire...
--

Quatrième séance

Les élèves apprennent l'importance des aspects juridiques liés à l'écriture de pages sur le Web : mentionner leurs sources et références, adresser une lettre aux éditeurs pour obtenir les autorisations nécessaires.

2.3 Bilan de l'activité

Le document préparé sera bientôt en ligne sur le serveur de l'académie de Créteil à l'adresse <http://www.ac-idf.jussieu.fr> au niveau de la vie pédagogique de l'académie dans les groupes GRIDS (Groupes de Réflexion sur l'Informatique dans les Disciplines). Un lien avec l'adresse électronique du lycée permettra à d'autres lycées de communiquer avec l'équipe (professeurs et élèves de la classe). Il suffira de cliquer sur l'icône "Mél." figurant en première page pour pouvoir dialoguer avec le lycée.

Deux séances de travaux pratiques ont été utilisées pour cette activité mais cela n'a pas été suffisant. Étant professeur principal de cette classe, j'ai utilisé deux séances de "l'heure de vie" qui avait été attribuée à la classe.

Cette activité a permis aux élèves de découvrir les apports de la médiathèque du lycée : documents sur papier, encyclopédies sur cédérom et ressources disponibles sur le réseau Internet. Ils ont également appris à faire un résumé à partir des informations recueillies et à utiliser un traitement de texte.

3. Internet en physique chimie : quelques essais, constatations et réflexions

Que peut apporter à notre enseignement ce réseau mondial de diffusion de l'information ? Cet exemple a pour but de donner quelques éléments de réponses à cette question à partir d'expériences concrètes d'utilisation en physique chimie.

Ces utilisations peuvent être classées en trois catégories selon leurs auteurs : l'enseignant qui prépare ses cours, l'enseignant avec ses élèves, les élèves seuls.

3.1 Internet au service de l'enseignant

Lors de nos préparations de cours nous sommes tous confrontés à différents problèmes auxquels la consultation d'Internet peut fournir de nombreuses solutions.

En premier lieu, nous sommes toujours à la recherche de nouvelles stratégies pédagogiques afin de faciliter la compréhension, d'accroître l'efficacité de la transmission des connaissances et la motivation de nos élèves. L'accès à des cours sur Internet suscite de nombreuses idées. Un cours d'optique, un autre sur le benzène (<http://www.ac-nancy-metz.fr>) suggèrent une progression, des illustrations différentes.

La trame du cours étant construite, il est indispensable d'actualiser des données comme les productions industrielles, de trouver des illustrations issues de la vie courante et de l'industrie. Ainsi, une recherche portant sur l'uranium nous a conduit sur un site fournissant, entre autres, les productions les plus récentes. Une autre sur l'énergie a donné le bilan, en durée de vie, des ressources énergétiques mondiales.

Après cette phase de documentation et d'actualisation, se pose la question des exercices et autres travaux destinés à l'application et à la rétention. La consultation des serveurs pédagogiques s'avère un apport précieux. Ils sont de plus en plus nombreux, tant en France qu'à l'étranger. Citons deux exemples français, les serveurs de Toulouse (<http://www.ac-toulouse.fr>) et de Grenoble (<http://www.ac-grenoble.fr/phychim>).

3.1.1 Le serveur de Toulouse

Il met à disposition de nombreuses fiches de travaux pratiques et de travaux dirigés. Source d'idées, le téléchargement de ces documents fait de plus gagner un temps considérable à l'utilisateur. Il n'a plus qu'à apporter des modifications mineures en tenant compte de sa progression et du matériel disponible. Ainsi, en classe de première chimie, les fiches relatives à l'étude des piles, à l'oxydo-réduction, aux aldéhydes, cétones, ont été exploitées.

3.1.2 Le serveur de Grenoble

Il a pour vocation d'être une *source d'informations et d'outils pour l'enseignement* ainsi qu'un *lieu d'échange et de mise en commun d'idées et de réalisations*. Il comprend différentes pages réalisées par le *groupe SPIN*. On peut citer, entre autres, des "*informations académiques*" (préparation aux Olympiades régionales de chimie), "*Quoi de neuf au labo ?*", avec des informations pratiques diverses.

Deux pages sont mises à la disposition de tous les enseignants de physique chimie : "Envoyez-nous vos propositions" et "trucs et astuces".

Les enseignants peuvent envoyer idées, réalisations, "trucs" pour réaliser expériences de cours ou de travaux pratiques, illustrer telle ou telle notion. Leurs propositions seront diffusées dans *Des documents pour l'enseignant* après examen par le groupe SPIN.

3.2 Internet utilisé par les élèves avec l'enseignant

Trois exemples seront décrits ici :

- des compléments de cours,
- une recherche sur l'aluminium,
- un travail sur la sécurité au laboratoire de chimie.

Ils ont été réalisés avec les élèves de première Technique de Laboratoire Chimie pendant les travaux pratiques ainsi qu'en libre service, en dehors des cours.

Plusieurs objectifs sont poursuivis. D'une part, *en chimie*, il s'agit de compléter cours et travaux pratiques par des informations récentes afin de développer la motivation des élèves et leur implication dans leur progression. D'autre part, un *objectif plus général* est visé : initier à la recherche d'informations sur Internet et à leur exploitation. Ces futurs "chimistes" ont à leur programme l'utilisation de bases de données. Quelle meilleure base qu'Internet puisque mondiale ! De plus, nous constatons chaque jour l'importance croissante du réseau, en particulier dans le monde professionnel.

3.2.1 Compléments de cours

L'initiation à la recherche sur Internet a fait l'objet d'un travail en binôme. Il s'agissait de compléter le cours sur les alcanes ou sur les alcènes à partir d'informations industrielles, actuelles mises en forme avec un traitement de texte. Ce travail s'est déroulé en plusieurs étapes.

Une *première séance* (travaux pratiques) a été consacrée à l'initiation à la recherche sur Internet. Grâce à un vidéoprojecteur, elle a commencé par une présentation collective d'un quart d'heure :

- utilisation d'un moteur de recherche (YAHOO),
- consultation avec une adresse.

Chaque binôme a ensuite eu accès au réseau pendant 20 minutes pour rechercher des sites correspondants au thème choisi. Chaque "bonne" adresse était enregistrée pour utilisation différée. Les autres binômes commençaient leur document avec le logiciel WORD en exploitant les données industrielles, économiques et géographiques tirées de [Vignes & al 97] disponibles sur le réseau local.

La *deuxième étape* a consisté en un travail en dehors des cours, en libre-service : suite de la recherche, enregistrement d'adresses, de pages Web et d'images.

La *troisième étape*, en travaux pratiques, a permis l'exploitation et la mise en forme des informations, des recherches complémentaires et la numérisation de documents personnels.

Exemples de thèmes traités :

- le *pétrole*, approfondissement de questions évoquées en cours, raffinage, réserves mondiales, exploration par voie aérienne, satellite,
- les *polymères* à partir des alcènes.

3.2.2 Étude de l'aluminium

Le programme de 1ère TLC inclut l'étude d'un métal. L'aluminium a été retenu car la proximité de l'usine Pechiney de Saint-Jean de Maurienne a permis de commencer par une visite. Les élèves se sont ensuite répartis les différentes parties de cette étude telles les propriétés physiques, mécaniques, chimiques, les productions et utilisations industrielles.

Sur le site Web de Pechiney (<http://www.pechiney.fr>) des binômes ont trouvé des informations concernant les aspects industriels de l'utilisation du métal. Par binômes, les élèves ont produit un document. L'ensemble des productions a été distribué à la classe à titre de cours sur l'aluminium.

3.2.3 Sécurité au laboratoire de chimie

Connaître les règles à observer au laboratoire, les précautions à prendre, est indispensable pour tout élève et encore plus pour de futurs techniciens chimistes. Dans cette classe, une formation systématique a été organisée. Elle s'est déroulée en plusieurs étapes.

Dans un premier temps, une *initiation* a été faite sous forme de discussions à partir de l'observation du logiciel "Risques chimiques" et d'un approfondissement avec examen de fiches toxicologiques de l'I.N.R.S..

La classe s'est ensuite scindée en deux. Le premier groupe a utilisé Internet pour rechercher des informations sur la sécurité. Il a ainsi consulté le serveur de Nancy-Metz qui propose des fiches en direct. A partir de ces diverses informations, le groupe a rédigé des "cartes d'identité" de réactifs courants, cartes mises à la disposition de tous.

Le deuxième groupe, constitué d'élèves qui participaient d'autre part à l'A.P.T.I.C. (Atelier de Pratique des Technologies de l'Information et de la Communication), a décidé de *programmer de petites applications hypermédias* sur des réactifs usuels au laboratoire : acides sulfurique, nitrique, chlorhydrique, hydroxyde de sodium, eau de Javel,.... Leurs sources d'informations ont été Internet et des fiches du Rectorat de Grenoble.

Elèves et professeur ont ensuite réalisé une page Web sur la sécurité au laboratoire mise sur le serveur académique de Grenoble, notre lycée faisant partie des serveurs d'établissement de l'Académie (<http://www.ac-grenoble.fr/argouges>).

Lorsque les élèves ont été familiarisés avec Internet, bon nombre d'entre eux sont venus, en dehors des cours, pendant le libre-service, afin de compléter et d'enrichir leurs connaissances.

3.3 Constatations, suggestions et questions

Ces quelques exemples d'utilisation du réseau pour consulter, informer, échanger ne sont qu'une première exploration. Ils nous suggèrent quelques constatations et soulèvent plusieurs questions.

Du côté des élèves, nous constatons trois étapes dans leurs réactions : 1- « *chic, on va surfer sur Internet* », 2- « *bof, c'est pas facile* », « *c'est long* », « *en plus, c'est en anglais* », 3- « *c'est intéressant, on y va* ».

La première étape est courte, car il s'agit de travailler sur un thème donné et non de "papillonner" ! La deuxième peut être plus longue et demande souvent une aide pour être franchie. Il s'agit d'abord de les rassurer : « *il y a beaucoup de sites en français, l'anglais utilisé n'est pas très difficile* », puis de les mettre sur la bonne voie, par exemple avec quelques bonnes adresses. Bon nombre d'entre eux se passionnent ensuite pour ces recherches, y consacrent volontiers du temps, venant en dehors des cours pour les poursuivre.

Cette expérience montre donc qu'une phase d'initiation est indispensable. Ceci est vrai pour l'exploitation de toute base de données mais encore plus pour Internet. On peut se perdre facilement dans les "méandres internationaux" ! Il faut éviter une perte de temps ainsi que des recherches souvent infructueuses qui sont la cause d'un découragement certain.

Sur le plan de l'organisation matérielle, plusieurs remarques :

- il faudrait disposer de plusieurs postes de consultation,
- les échanges doivent être rapides (ligne Numéris),
- les élèves doivent pouvoir se connecter en dehors des cours (CDI, salle en libre-service),
- l'existence d'un réseau local facilite stockage et exploitation des informations.

Pour les enseignants, *la mutualisation des idées et des documents enrichit considérablement les pratiques pédagogiques*. Tous cependant ne sont pas encore prêts à intégrer Internet dans leur enseignement. Une sensibilisation et une courte initiation sont indispensables. Une demi-journée consacrée à des "outils" pédagogiques informatisés pour les sciences physiques peut permettre une approche du réseau et développer leur motivation, en particulier avec le téléchargement de documents. Notre expérience montre que les collègues reviennent ensuite dans le cadre de permanences où un animateur peut apporter une aide si nécessaire. Une liste d'adresses intéressantes favorise cette démarche et la demande croît rapidement.

Quelle que soit notre propre approche d'Internet, son existence, toutes les possibilités offertes posent des questions très importantes, tant sur le plan de la formation initiale que de la formation continue.

3.4 Conclusion

De plus en plus nécessaire aux enseignants et en particulier ceux de physique-chimie, Internet l'est davantage encore pour les élèves. Ce réseau mondial d'informations prend chaque jour plus d'importance dans le monde professionnel ainsi que dans la vie courante. Dans la vie de l'homme du 21^{ème} siècle, savoir l'utiliser jouera un rôle fondamental.

A nous, enseignants, d'explorer différentes pistes d'initiation et d'utilisation afin d'offrir les meilleures chances à ceux que nous formons.

4. Communication et coopération : un projet européen sur le Web

On rencontre souvent de sérieuses réticences à l'emploi de nouvelles technologies dans le domaine de la pédagogie. Les points de vue s'accordent plus souvent sur des difficultés pratiques ou d'inévitables inquiétudes que sur les aspects les plus positifs. Aujourd'hui, le réseau Internet est évidemment l'objet de débats passionnés de ce type.

Je souhaite retracer ici à grands traits le parcours initiatique effectué en un peu plus d'un an vers un nouvel outil, motivant et efficace, pour enseigner les sciences physiques.

4.1 Une expérience passionnante

Comme souvent, l'histoire commence par des contacts amicaux. Amateur d'astronomie depuis de nombreuses années, et convaincu que c'est un vecteur privilégié de connaissances scientifiques, j'ai participé à la mise en place d'une association européenne pour promouvoir une éducation astronomique. L'EAAE (European Association for Astronomy Education) a vu le jour en 1996 et s'est mobilisée, avec l'ESO (Observatoire Austral Européen) pour monter une opération pédagogique "planétaire" : *Astronomy On Line*.

La très généreuse idée de créer un site de rencontre et d'échanges fut au centre de débats constructifs et animés lors de l'Université d'été organisée par le CLEA à Gap en 1996. Exercices et projets scientifiques furent listés et soigneusement peaufinés avant leur

indispensable traduction en anglais d'abord, puis dans le langage du World Wide Web (HTML) qu'aucun de nous, hélas, ne connaissait ! Étonnant apprentissage qui fit qu'en quelques semaines... nous avons réussi. Échanges de "méls", propositions d'images, critiques et suggestions, mise en forme finale par le "webmestre" de l'ESO, la boîte à idées de l'opération *Astronomy on Line* ne cessait de s'emplier, de s'étoffer et de passionner chaque jour un plus grand nombre d'enseignants et d'élèves, pour un échange scientifique sans frontière !

4.2 Un PEE sur le WWW

Parallèlement, un collègue espagnol me demandait de participer avec les élèves de mon établissement à un Projet Éducatif Européen (PEE - SOCRATES - COMENIUS action 1). Le projet se fixait pour objectif d'initier nos élèves "à la réalisation et au traitement d'images astronomiques CCD".

Intégrée au Projet d'Établissement, sous le volet *Promotion des Sciences Physiques*, cette action fut initialement destinée à une classe de seconde de notre lycée : l'option IESP (Informatique et Électronique appliquée aux Sciences Physiques) fournissait un cadre idéal pour initier nos élèves aux aspects particuliers de la recherche scientifique contemporaine : observations, mesures, réalisation de documents, échanges, analyse et traitement des informations scientifiques. L'action pouvait s'ouvrir également aux élèves de l'option Sciences Expérimentales des premières scientifiques et apporter quelques intéressants documents pour renouveler un peu les trop classiques problèmes de mécanique posés aux élèves des terminales scientifiques. Notre établissement disposant d'un petit télescope et d'un laboratoire photographique, nous avons déjà entrepris bon nombre d'opérations pédagogiques lors d'événements astronomiques particuliers : un groupe d'élèves avait ainsi participé avec succès aux Olympiades de Physique en 1994.

C'est ici que l'Internet fait son entrée au lycée et nous apporte la possibilité de transmettre, recevoir et comparer rapidement des observations effectuées en divers lieux de la planète.

4.3 Premiers contacts

Les élèves de la classe de seconde IESP étaient particulièrement motivés : un séjour en classe transplantée sur l'île de Port-Cros, avait déjà permis de multiples soirées d'observations astronomiques. Des travaux pratiques avaient été consacrés sur l'île à des mesures de distances par triangulation. Ils avaient permis aux élèves de comprendre et de maîtriser la technique que nous voulions mettre en œuvre lors de l'éclipse du 12 octobre 96 (clôture fort judicieuse de notre séjour).

Les résultats de nos mesures, diffusés parmi bien d'autres sur Internet par le serveur de l'ESO, dans le cadre de l'opération *Astronomy On Line*, furent l'objet de croisement avec ceux d'autres observateurs, permettant une évaluation satisfaisante de la distance Terre-Lune.

4.4 Des productions

L'idée de mettre au point, à partir de documents réels (images CCD ou photos numérisées), de nouveaux exercices ou des activités adaptées aux divers programmes nationaux d'astronomie, astrophysique ou sciences physiques a ainsi vu le jour : la possibilité de les diffuser largement par le canal de l'Internet serait un atout évident.

La comète Hale-Bopp, puis ses multiples images, nous ont tout d'abord fascinés. Elles ont ensuite fourni matière à exercices variés et adaptables à tous les niveaux d'enseignement : on a pu ainsi se contenter de la visualisation de son déplacement parmi les étoiles de la voûte céleste ou vérifier avec rigueur et précision les lois de Képler et Newton. Une série de logiciels, INFASTRO 97, destinés à cet usage, fut alors mise au point, diffusée par

téléchargement sur le réseau grâce à l'accueil favorable du serveur de l'académie de Nice et sans doute testée dans de nombreuses classes.

4.5 Des projets

En cette fin d'année scolaire, la moisson était abondante, mais le sujet non épuisé : nous avons souhaité profiter un peu plus encore des fabuleuses possibilités de communication qui nous étaient offertes.

A la rentrée de septembre 97, une quinzaine d'élèves de seconde se regroupent au sein du club d'astronomie du lycée pour participer à l'opération *Lycée de Nuit*, avec l'appui d'astronomes professionnels. Quelques recherches sur Internet fournissent des pistes de travail et deux sujets de recherche sont choisis :

- calibration de la relation période luminosité sur des céphéïdes galactiques, puis sur des céphéïdes de la galaxie d'Andromède pour calculer finalement la distance de cette galaxie.
- étude de l'expansion de la nébuleuse du Crabe, en recherchant sur Internet des images datant des décennies passées, pour les comparer à celles que nous aurons réalisées.

Nous avons ainsi organisé dans un premier temps une campagne d'observation de Céphéïdes, en demandant la contribution active d'observatoires amateurs, notamment ceux de la liste AUDE (Association des Utilisateurs de Détecteurs Électroniques).

4.6 Petit bilan provisoire

Il m'a semblé utile de faire connaître ces quelques expériences, et donner ainsi à chacun de bonnes raisons de se joindre activement à ces passionnantes expériences.

4.6.1 Échanges entre les partenaires européens

Ces contacts, largement complétés par les échanges de documents et de courrier électronique, ont été réguliers et fructueux. Ils se sont largement étendus hors des frontières des pays participants, puisque nos observations et images ont pu se retrouver sur des serveurs Internet de haute tenue (ESO, IAP, académie de Nice). La collaboration avec l'EAAE s'est poursuivie et renouvelée, avec des mesures de latitude et de longitude, lors de l'éclipse totale de Lune du 16 septembre 1997 ou de l'occultation de l'étoile Aldébaran. Les résultats de nos travaux ont également été présentés lors de deux universités d'été en Espagne en juillet 1997.

4.6.2 Nouvelles technologies et enseignement

Les élèves qui ont eu accès à l'Internet ont été rapidement conquis. La recherche d'informations ou l'échange de documents en temps réel a transformé leur conception du travail d'équipe. Ils ont du apprendre à communiquer, souvent en langue étrangère, et à mieux rédiger leurs comptes-rendus d'observation ou d'expérience, alors qu'ils ont tendance en classe à s'appuyer sur l'oral. L'utilisation de nouveaux types de logiciels interactifs les a aussi fortement motivés : il faut y observer avec attention, esprit critique et initiative personnelle, les conséquences de telle ou telle action, pour que jaillisse soudain l'idée propre qui permettra la compréhension d'un concept délicat ... mais ça marche !

4.7 Exemples d'activités des élèves

- *Éclipse de Lune du 28 septembre 1996*
Détermination du midi solaire vrai. Comparaison de longitudes entre divers observatoires.
- *Éclipse de Soleil du 12 Octobre 1996*
Mesure de la parallaxe de la Lune. Distance de la Lune.

- *Occultation d'Aldébaran par la Lune le 14 Mars 1997*
Distance Terre-Lune. Vitesse angulaire de la Lune.
- *Comparaison de latitudes le jour de l'Équinoxe de Printemps.*
Détermination de la latitude du lieu d'observation. Comparaisons en divers lieux. Mesure de la Terre (Méthode dérivée de celle d'Eratosthène).
- *Rétrogradation de la planète Mars*
Échanges d'images. Construction de l'orbite. Lois de Képler.
- *Mouvement de la comète Hale-Bopp*
Parallaxe. Trajectoire. Lois de Képler. Lois de Newton.

4.8 Productions

- Opération *Astronomy on Line* : <http://www.eso.org/outreach/spec-prog/aol/market/>
- Serveur du Rectorat de Nice: <http://mtn.ac-nice.fr/second/discip/physique/index.htm>
- Serveur du CNDP : *Les éclipses*. <http://www.cndp.fr/servpari/eclipse/default.htm>
- Publications dans les Cahiers Clairaut (bulletin du CLEA n°78 - été 1997)
- Logiciel INFASTRO 97 téléchargeable sur le serveur du Rectorat de Nice : <http://mtn.ac-nice.fr/second/discip/physique/fb/astrofb/KeplerHB.html>
- Projets Céphéides et Nébuleuse du Crabe (production en cours)

5. Conclusion

Les exemples présentés ici montrent comment des élèves de niveaux différents peuvent tirer parti des informations disponibles sur Internet et des échanges que ce réseau facilite pour élargir ou développer leurs connaissances.

Le succès et le développement des usages d'Internet avec des élèves suppose des conditions matérielles favorables telles que : l'existence de plusieurs postes de consultation regroupés dans un réseau local, des liaisons au réseau régional suffisamment rapides, des locaux permettant l'accès des élèves en dehors des cours. Ces activités supposent également une adaptation du cadre de travail et une organisation du temps scolaire qui favorisent la réalisation de projets.

Ces propositions d'activités nouvelles suscitées par Internet soulèvent aussi d'autres questions sur le rôle des échanges et des ressources disponibles à partir d'un réseau mondial dans la construction des savoirs.

6. Références

- [Favre-Nicolin & Leroux 96] Favre-Nicolin R., Leroux A., Internet en physique-chimie, *Septièmes Journées Informatique et Pédagogie des Sciences Physiques*, INRP-UDP, 1996, pp. 49-58.
- [Leprince & Sarmant 98] Leprince A., Sarmant J-P., Internet, l'Éducation Nationale et l'enseignement de la physique-chimie, *ce volume*.
- [Vignes & al. 97] Vignes J.-L., André G., Kapala F., *Données sur les principaux produits chimiques, métaux et matériaux*, UDP - SFC - Centre de ressources en chimie, 7^e édition, 1997-98, 462 p.