

Enseignement

Former des chimistes pour le 21^e siècle*

par David R. Williams
(Université Saint Andrews, Écosse)

Les étudiants qui s'inscrivent actuellement à l'université seront certainement appelés à passer la majorité de leur vie active au cours du 21^e siècle. Avons-nous seulement essayé de savoir si les sujets que nous enseignons et les disciplines intellectuelles que nous encourageons conviennent le mieux à cette future génération de chimistes? Différentes raisons conduisent à vouloir améliorer les cours de sciences : la pénurie actuelle d'emplois dans l'industrie pour les chimistes diplômés, la nécessité d'exercer nos diplômés à s'adapter rapidement à de nouveaux domaines ou de nouvelles techniques étant donné l'évolution des applications de la chimie, le besoin de former une génération de chimistes qui s'engagera à utiliser sagement ses découvertes, même si cela implique l'intégration de ses recherches dans d'autres sujets et les demandes croissantes des étudiants pour un système optionnel d'éducation plutôt que pour des cours obligatoires, laboratoires, etc.

A mon avis, la plupart des cours universitaires de chimie peuvent être comparés à des Parcs Nationaux — les bêtes du passé (chimie inorganique, chimie organique et chimie physique) sont bien traitées, spacieusement installées, bien nourries alors qu'à l'extérieur de cet univers splendide, les recherches médicales, les industriels et le gouvernement agitent leurs bols de graux sur l'enceinte réclamant des résultats utiles de nos cours de chimie. Personne ne nie l'utilité des parcs nationaux (pour préserver soigneusement et avec nostalgie les caractéristiques de la chimie du 19^e siècle et du début du 20^e) mais avons-nous besoin de tant de musées? Il semblerait beaucoup plus opportun d'essayer de transformer nos départements en fermes productives qui pourraient nourrir les esprits affamés de nos chercheurs appliqués.

Je suggère que, dans un premier temps, nous introduisons un programme de chimie intégré au niveau du département et que, dans la deuxième étape du développement, nous introduisons au niveau de la Faculté les aspects interdisciplinaires.

* Conférence présentée devant la section de Marseille-Nice, le lundi 10 mars 1975; traduite de l'anglais par Hélène Desvals.

« Avez-vous remarqué : rien ne se fait avant que chacun soit convaincu suffisamment longtemps pour qu'il soit alors temps de faire autre chose? »

Cornford, dans *Microcosmographia Academia* (1908).

La vie professionnelle des étudiants qui abordent maintenant l'enseignement supérieur se déroulera surtout au 21^e siècle. Les matières et le mode de pensée que nous enseignons conviennent-ils vraiment à ces futurs chimistes? Si nous étions nous-mêmes adolescents, quels cours de chimie préfererions-nous en Faculté?

C'est par une vision d'ensemble, interdisciplinaire, que l'on pourra réduire le déséquilibre actuel entre le nombre de diplômés de chimie et celui des offres d'emplois (ou leur absence!) et par ailleurs garantir que les futurs chimistes sauront s'adapter rapidement à des offres d'emploi de type nouveau. Voici pour les problèmes actuels. Mais l'on peut se demander si les mêmes solutions s'appliqueront aux difficultés de l'an 2000? On pourrait en discuter. Ces problèmes doivent déjà être abordés pour que l'on puisse les adapter à nos solutions. (Ceci est un paradoxe : on pourrait l'expliquer en disant que faire l'histoire des sciences est un sport pour lequel nous sommes à la fois joueurs et arbitres.)

Raisons du changement

J'ai deux principes : (a) l'enseignement de la chimie doit être amélioré — parce que la chimie n'est pas une fin en soi (il suffit de voir le mauvais usage que nous avons fait de la chimie chaque fois que nous avons oublié cette vérité); de plus, la raison d'être et l'utilisation de la chimie évoluent; (b) il nous faut des chimistes qui, au risque de faire tout autre chose que de la chimie, veillent à ce que leurs découvertes soient utilisées pour le bien de l'humanité.

Les chimistes peuvent de moins en moins se contenter de ne faire que de la chimie. D'ailleurs, les étudiants refusent les cours obligatoires : ils préfèrent choisir et approfondir ce qui les intéresse. On voit bien qu'il y a de moins en moins d'étudiants en chimie et que l'enseignement traditionnel est remis en cause, avec ses cours magistraux, son enseignement dirigé et ses travaux pratiques (qui sont rigidement liés à la chimie minérale, organique et physique comme les horizontales aux verticales d'une

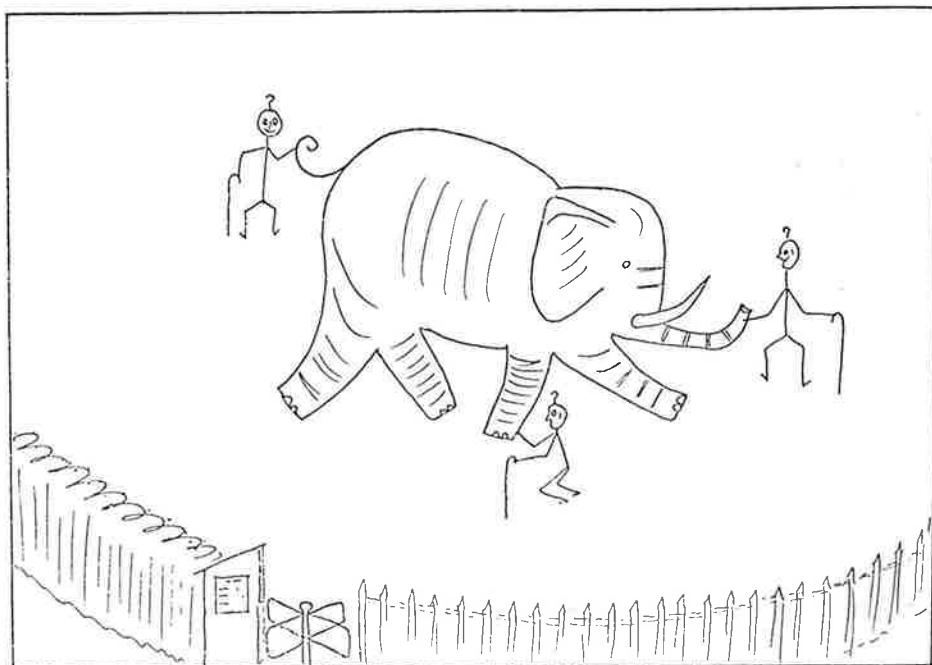


Fig. 1.

grille). Vous connaissez probablement la rengaine : « Copie, régurgite, passe et abandonne ! » (pour des carrières sans chimie). La chimie est comme les humanités du début du siècle : une discipline excellente pour l'esprit. Mais cela est difficile à prouver : les aptitudes et les ambitions des étudiants sont variées et les jeunes diplômés de chimie se dispersent, dans maints domaines et maints pays.

Pour concilier l'opinion « des anciens et des modernes » nous devons essayer de sortir de nos coquilles et accepter de plein gré une transition logique. La figure 1 schématise les connaissances d'un étudiant. Les divers groupes d'enseignants contrôlent ses progrès comme des aveugles qui examinent un éléphant ; chacun a évidemment une opinion différente de celle du voisin, car il observe surtout ce qui l'intéresse : le bon anglais, l'habileté expérimentale, l'intelligence du cours, la bibliographie, l'aptitude à trouver de l'argent pour acheter des livres, à savoir si les cours sont adaptés aux problèmes actuels de l'industrie, de la société et de l'environnement, etc.). Pour que l'enseignant et l'étudiant aient une *vue d'ensemble*, il faut créer un nouveau cours ; si on le fait avec enthousiasme, on peut en attendre beaucoup de satisfaction.

Certains cours de chimie de Faculté (et ils sont nombreux) me font penser à des parcs nationaux : les animaux en voie d'extinction (auxquels on peut comparer la chimie minérale, organique et physique) y sont merveilleusement soignés, logés, nourris. Mais autour de ce petit paradis, on voit les chercheurs (médecins, industriels ou employés de l'État) qui manifestent en frappant les grilles avec leurs pauvres écuellées. Que veulent-ils ? Ils espèrent qu'il leur restera quelques reliefs *utiles* des cours de chimie pure. Les parcs nationaux sont indispensables, c'est certain (ne serait-ce que pour préserver cette merveilleuse chimie du 19^e et du début du 20^e siècle qui me fait penser au catalogue d'un marchand de graines). Mais faut-il tant de musées ? Il vaudrait mieux que les Facultés soient des fermes d'élevage où l'on nourrirait les esprits affamés des chercheurs en sciences appliquées !

Ceci, bien sûr, implique des changements et tout changement n'est pas forcément bénéfique : il existe parfois un fossé entre « changement » et « amélioration ». Pour imaginer les méfaits d'un changement mal compris, supposons que notre ferme soit en réalité une ferme industrielle : les étudiants (désignés par des numéros) remettent un rapport quotidien à l'ordinateur, des nourrices audiovisuelles leur donnent des cours ; ils s'installent ensuite devant des appareils électroniques qui simulent des expériences de chimie ; évidemment, c'est un ordinateur qui leur fait passer l'examen final, sur des questions parfaitement objectives. Certains pensent que l'on produit ainsi de bons chimistes, mais pour un scientifique ouvert au progrès, c'est précisément cette uniformité qui se condamne elle-même ; les étudiants devraient au contraire être aussi différents les uns des autres que des empreintes digitales.

Il ne sera certes pas facile d'imaginer un système permettant l'épanouissement de chaque étudiant (mais il ne serait pas plus facile de supprimer tout contact direct entre enseignants et étudiants, comme le souhaiterait Georges Orwell). Nous devons donc nous consacrer bien davantage à l'enseignement.

Comment améliorer nos cours de chimie ?

Créons d'abord un tronc commun de chimie au niveau du département et ajoutons ensuite quelques matières interdisciplinaires au niveau de la Faculté. On évitera ainsi de séparer la chimie en trois branches : chimie minérale, organique et physique. De plus, cela permettra d'abattre les cloisonnements entre départements : les disciplines intermédiaires (géochimie, chimie biominérale, par exemple) recevront ainsi comme une bouffée d'air frais.

Ces extravagantes suggestions tendent surtout à remplacer l'enseignement passif d'antan par l'éducation active de demain (active, aussi bien du côté des étudiants que des enseignants, car tous doivent s'engager profondément). Les chimistes qui font les programmes et ceux qui enseignent doivent prendre certaines décisions en

commun et donc accepter les mêmes risques. Évidemment, la « production » variera d'une année sur l'autre et l'on pourra se demander si 2005 sera une bonne année pour le vin d'Alsace et les chimistes de St-Andrews ! Les étudiants souhaitent trop souvent que les cours de haut niveau soient plus faciles « juste pour cette année » : il vaudrait mieux qu'ils suggèrent aux enseignants des améliorations et des expériences pour les années suivantes.

Chaque université devrait en outre proposer un enseignement différent — de même que chaque étudiant peut devenir, par un enseignement personnalisé, un chimiste différent des autres. Les programmes seraient définis en fonction de certains critères : domaines de compétence des enseignants, influences de l'industrie et de la recherche régionales (glace en Norvège, lanthanides en Suède, alcool en Écosse, etc.), matériel disponible et montages existants, accès à un ordinateur, etc.

Pour réaliser ces transformations, le mieux est de demander aux différentes équipes du département de pratiquer l'autopsie des cours actuels et, parmi les points de discussion suivants, d'aborder tous ceux qui leur semblent utiles :

1. Avant tout exercice, cours ou manipulation, il faut définir le but de celui-ci. Aux étudiants plus avancés, on donne la liste des connaissances préalables nécessaires (et des séances de rattrapage sont mises à la disposition de ceux qui ne seraient pas très sûrs de leurs connaissances).
2. Il y a tant de sujets nouveaux qui rendraient un cours plus captivant : les conséquences des découvertes, l'influence de l'industrie chimique sur la vie des hommes (pourquoi ne pas étudier par exemple le rapport d'enquête sur le désastre de Flixborough *?).
3. Le programme peut se composer d'un tronc commun et de matières à option : le tronc commun occupe une plus ou moins grande partie du temps selon les années d'études, par exemple 70 à 75 %.
4. Certains aspects ne servent qu'à exercer le jugement, pas la mémoire.
5. Il ne faut pas croire que tout est à refaire : cours, idées, méthodes. Au contraire ! Il faut être très prudent et se demander chaque fois si l'on fait bien d'inclure ou de modifier telle ou telle chose. Par exemple, pourquoi ne pas conserver la plupart des cours de chimie organique ? Évidemment, à condition de dire pourquoi et de présenter un raisonnement convaincant, car il serait trop facile de retomber dans l'enseignement passif des vingt dernières années.
6. Pour que les étudiants puissent apprendre en explorant et en raisonnant, il faut que les nouveaux cours touchent à des domaines assez larges.
7. L'enseignement doit être bien adapté aux étudiants. Comme tous n'ont pas les mêmes aptitudes ni les mêmes ambitions, c'est par des méthodes différentes qu'ils peuvent acquérir une bonne formation : les uns se spécialisent, d'autres préfèrent les comptes rendus ou des discussions avec les enseignants. Le résultat peut être excellent mais si la méthode choisie n'est pas celle qui convient, toutes ces améliorations ne sont qu'un miroir aux alouettes.
8. Il faudrait des enquêtes (régulières et bien faites) auprès des étudiants et des enseignants, pour savoir si les cours sont utiles et intéressants.

* 40 personnes furent tuées, le 2 juin 1974, à la suite d'une violente explosion survenue dans une usine de produits chimiques.

9. Selon Halliwell, il faudrait enseigner la manière de prendre des décisions (*définition des buts, action, estimation et adaptation*) : c'est le seul moyen pour éviter que les discussions ne s'enlisent dans les détails ou même ne s'écartent du sujet. Bien que les études soient formées d'étapes successives, il ne suffit pas que chacune d'elles soit bien conçue : il faut parfois repenser tout l'enseignement depuis le début.

10. Les étudiants doivent être capables (et c'est un point important) de discerner les circonstances dans lesquelles ils doivent se comporter en scientifiques ou en humanistes. Les confins de la chimie rejoignent alors d'autres domaines : ceux qui ne font pas appel à la chimie et ceux qui ne sont pas scientifiques. « Quand nous intégrerons la science à tout ce qui n'est pas la science, je crois que nous entrerons dans une ère de lumière » (Halliwell, 1974).

11. Bien malin qui prédira les besoins *futurs* de l'industrie, de la médecine, etc. (déjà l'industrie répugne à dire quelle sorte de chimiste elle préférerait dans l'immédiat!). Plutôt que de jouer aux devins, mieux vaut enseigner et stimuler les facultés d'adaptation. Si un étudiant a appris à faire face à des situations nouvelles, il lui sera plus facile de passer par exemple d'un exercice de travaux pratiques à un problème industriel réel.

12. Il est bon que les enseignants et les étudiants se retrouvent de temps en temps dans une soirée, une réception ou se réunissent un week-end pour discuter : c'est une bonne occasion pour encourager les étudiants un peu trop réservés à parler. D'ailleurs, au 21^e siècle, la craie et le cours magistral auront fait place à la parole et à la discussion.

Il me semble important que les Universités (à la différence des écoles) ne soient pas obligées d'enseigner les mêmes matières. Au contraire, elles devraient organiser des cours en fonction de la personnalité de leurs enseignants, des intérêts régionaux ou de l'actualité. Je ne prétends pas que seules les questions intéressantes méritent d'être enseignées mais je veux dire que, pour abaisser les barrières interdisciplinaires, il faut des enseignants compétents et enthousiasmés par leur propre sujet. En effet, comment créer un cours sans faire un certain choix? (En chimie, les informations déferlent sur les bibliothèques!). On voit par exemple des enseignants de chimie minérale qui enseignent les applications de la minérale à des biochimistes : cela a été le cas du physico-chimiste Crick qui nous a montré la structure moléculaire de l'A.D.N.

Je voudrais maintenant dégager les grandes lignes d'un cours auquel j'ai participé : il durait deux ans et était réservé aux meilleurs étudiants d'une promotion de chimie. Je n'en donnerai qu'une ébauche : en effet, (a) si je donnais tous les détails, ils ne concerneraient que notre université (et voilà la question d'adaptation qui revient); (b) les harpagons intellectuels (qui ne croient pas qu'un scientifique puisse avoir des compétences dans une autre spécialité que celle dans laquelle il a été formé) auraient beau jeu de critiquer ces détails. Le tableau 1 montre les cours d'un programme-type étalé sur cinq trimestres et destiné aux meilleurs étudiants d'une promotion. On voit comment ce que l'on aurait appelé la chimie minérale, organique et physique composent chaque cours. On pourrait faire les remarques suivantes :

1. Pour chaque cours, le nombre de séances dépend des bases acquises les années

Tableau 1.

Exemple de programme de chimie intégré. Les pourcentages sont ceux du contenu approximatif de chaque cours en chimie minérale, organique et physique.

Cours	M	O	P	Confér.
Composés aromatiques	—	100	—	6
Colloïdes	—	20	80	4
Électrochimie	20	—	80	8
Mécanismes des réactions minérales	80	—	—	6
Cinétique	33	33	33	12
Éléments des colonnes principales	100	—	—	8
Mécanismes	33	33	33	10
Spectroscopie moléculaire	40	40	20	8
Produits naturels	10	90	—	6
Métaux autres que les métaux de transition	100	—	—	7
Solvants non aqueux	60	30	10	6
Composés organométalliques	70	30	—	7
Équilibres de phases	—	10	90	4
Polymères	—	40	60	8
Intermédiaires réactionnels	10	70	20	6
État solide	30	—	70	5
Mécanique statistique	10	—	90	4
Stéréochimie	30	70	—	6
Synthèse et biosynthèse	5	95	—	20
Chimie organique théorique	80	—	20	7
Thermodynamique	—	—	100	14
Métaux de transition, chimie et théorie	90	—	10	12
				174

Cours interdisciplinaires

Chimie biominérale
La chimie et l'ordinateur
Sciences de l'environnement
Chimie extraterrestre
Géochimie
Sciences de la mer

précédentes et du niveau auquel le sujet doit être traité. Certaines matières sont complètement marginales (l'étude des mécanismes, par exemple) tandis que l'électrochimie fait bien partie de la chimie physique.

2. Aucune décision n'est prise directement au début de la session universitaire : auparavant, chaque équipe d'enseignants définit un programme, passe en revue les connaissances préalables nécessaires et fixe le niveau à atteindre à la fin du cours (illustré par quelques questions d'examen). On en discute alors afin de programmer dans un ordre logique les cours que le tableau 1 présentait par ordre alphabétique. De toute façon, il restera toujours des problèmes de chevauchement : pour aplanir les difficultés, je propose quelques cours intensifs, ou encore une ou deux conférences (données pendant les 30 % du temps consacrés à des études complémentaires).

3. On précise pour chaque cours le nombre de séances d'enseignements dirigés, d'interrogations et de travaux pratiques nécessaires.

4. Les enseignants doivent discuter des cours avec les étudiants, mais aussi entre eux : ces entretiens font partie de l'emploi du temps normal.

5. On réserve 30 % du temps à des études complémentaires. Parmi celles-ci, on prévoit des cours interdisciplinaires organisés avec le concours d'autres départements.

Le schéma ci-dessus est peut-être incomplet. Certaines considérations risquent de ne pas s'appliquer à toutes les universités; d'autres, utiles pour le moment, ne le seront peut-être plus dans vingt ans. Notre but est d'aider la discussion et d'apporter un certain dynamisme aux structures des cours; nous espérons ainsi ouvrir les esprits (nous en avons bien besoin!) pour que les univer-

sitaires s'engagent davantage dans l'enseignement.

Travaux pratiques

Nous avons suggéré depuis longtemps de faire un enseignement intégré de la chimie (minérale, organique et physique). Si cela est réalisable, on doit alors repenser les travaux pratiques puisqu'ils ont été conçus pour chacune de ces trois branches. On l'a déjà dit : le meilleur moyen de faire assimiler les principes d'un cours magistral est de le faire suivre d'une séance de travaux pratiques conçue par ceux qui ont fait le cours. Il est parfois plus commode de regrouper ces cours : d'un côté on voudrait bien que chaque séance de travaux pratiques se déroule en parallèle ou immédiatement à la suite du cours; mais il faut bien tenir compte de la disposition du matériel. On recherche à chaque fois un compromis. Un programme de travaux pratiques peut porter, par exemple, sur trois sujets : (a) caractérisation et analyse des composés chimiques; (b) étude des transformations chimiques; (c) préparation et purification des composés.

Selon Tietze, l'organisation des travaux pratiques doit tenir compte des points suivants :

1. Organisation des cours les uns par rapport aux autres;
2. Objectifs de chaque cours;
3. Types d'expériences et d'instructions;
4. Rédaction d'un rapport;
5. Notation;
6. Sécurité.

Les étudiants vont passer plus de 1 000 heures à réaliser les expériences que nous leur aurons suggérées : il est donc bien naturel

que nous apportions tout le soin nécessaire à leur organisation. J'ai peu de solutions à proposer (si toutefois j'en ai!) mais plutôt des suggestions; j'espère qu'elles aideront les lecteurs à choisir des méthodes adaptées à leurs cours magistraux :

1. On peut proposer aux meilleurs étudiants de dernière année des programmes de recherche, durant un à trois trimestres. Dans ce cas, les laissera-t-on choisir l'enseignant qui les dirigera?

2. Pour rendre les travaux pratiques plus utiles, passionnants et agréables, pourquoi ne pas laisser les étudiants choisir le temps qu'ils souhaitent passer à la paillasse? Il y a là un véritable pari à tenir...

3. Des étudiants peuvent-ils réaliser pour de plus jeunes qu'eux des manipulations portant, par exemple, sur les réactions ou les techniques qu'ils préfèrent? Ils feraient précéder leur démonstration d'une petite présentation à l'intention des étudiants de première année; ce travail remplacerait par exemple un exposé qu'ils auraient dû préparer pour un week-end de discussion.

4. Objectifs du cours. Le tableau 2 montre les résultats d'une enquête menée récemment dans des universités. Nous devons dégager les objectifs importants pour les étudiants. S'ils s'ennuient ou se plaignent de leurs travaux pratiques, il est temps de repenser complètement la question; nous avons d'ailleurs déjà dit (cf. paragraphe 2) que les étudiants devraient pouvoir participer librement à une séance sans que leur présence soit obligatoire.

Tableau 2.
Réponses des enseignants à la question : « Quel est le principal but des travaux pratiques de chimie dans l'enseignement supérieur »?

Réponses	Fréquence des réponses
Développer l'habileté expérimentale (utilisation d'appareils de mesure) ..	39
Illustre et élargir l'enseignement dispensé aux cours magistraux	26
Stimuler la pensée par l'interprétation des résultats expérimentaux	17
Connaître la précision et les limites du travail de laboratoire	16
Enregistrer des résultats exacts et les consigner clairement	15
Utiliser au mieux les ressources du laboratoire	11
Acquérir un bon sens expérimental ..	9
Apprendre à utiliser la littérature chimique	8
Montrer que l'expérience est le fondement de la théorie	7
Montrer que l'expérimentation est un moyen de découverte	4
Développer les qualités d'observation	4
Développer le sens de la responsabilité individuelle et de l'exactitude des mesures	2
Apprendre en commettant des erreurs non sanctionnées	2
Stimuler et donner le goût du travail bien fait	2
Donner l'expérience du travail dans un laboratoire	1
Mesurer des constantes physicochimiques types	1

5. Le but de chaque expérience doit figurer sur les feuilles de travaux pratiques ou

donner lieu à une discussion entre le démonstrateur et les étudiants, avant l'expérience. On peut même enregistrer ce dialogue pour le rédiger ensuite d'une manière critique. Les objectifs peuvent être variés : acquisition d'une certaine habileté expérimentale, compréhension des théories qui se dégagent d'un cours.

6. Les « mini-programmes » de recherche sont excellents pour apprendre à concevoir et mener des expériences; ils complètent bien les « manipulations toutes faites » des premières années. Le travail comporte quatre phases : bibliographie, partie expérimentale, discussion et rédaction d'un rapport.

7. Si l'on accepte de laisser chaque étudiant libre de choisir son horaire de travaux pratiques, on ne peut se contenter d'avoir le strict minimum de montages et d'appareils. Les étudiants peuvent alors choisir les manipulations qui les intéressent le plus (évidemment, les enseignants sont là pour les conseiller); de plus, le matériel peut servir à des expériences « sans fin » ou à des recherches non prévues au programme. Il ne faut surtout pas que les étudiants soient formés « à la chaîne », qu'ils fassent tous les mêmes manipulations (sauf au tout début de la première année).

8. Toute une gamme de matériel complémentaire peut être utilisée, allant du terminal d'ordinateur à l'équipement audiovisuel. J'ai même vu quelqu'un employer un sifflet d'arbitre pour rassembler les étudiants dans un coin du laboratoire : là, pendant dix minutes, on a illustré un principe qui venait de se dégager d'une manipulation. Ne me dites pas qu'il est dangereux de s'éloigner de la paillasse quand une expérience est en cours; je vous répondrais : « Comptez le nombre d'expériences qui bouillonnent toutes seules pendant la sacro-sainte pause-café! ».

9. Qui peut deviner la forme que prendront les rapports de recherche? Bien des facteurs vont influencer cette évolution, mais comment? Prolifération des publications, pénurie de papier, revues scientifiques qui se tournent vers les bulletins de résumés et les banques de données sur microfilms, marqueurs multicolores, ordinateurs, figures holographiques à trois dimensions, écriture de plus en plus illisible. Qui sait ce que l'avenir nous réserve?

10. Comment noter? Ici encore nous devons nous demander quelles seront, au vu des tendances actuelles, les orientations de l'avenir. Sur quoi doit-on se baser pour noter : rapports des étudiants, interrogation orale par le démonstrateur, manipulations les mieux réussies ou examens pratiques? Et quelle importance doit-on accorder à cet *entraînement* pratique pour l'attribution du diplôme? Les diplômés peuvent-ils inclure une « attestation de formation pratique »? Il est encore plus difficile de noter les travaux de recherche : peut-être qu'un jury à la fois interne et venu de l'extérieur serait le plus apte à juger l'étudiant.

11. La sécurité doit être notre souci permanent, à tous les niveaux. S'il est impossible de ne faire que de bons chimistes, faisons au moins des chimistes *sûrs*.

Examens

Nous avons la fâcheuse habitude d'adapter nos cours aux examens (tests objectifs sur ordinateur, échantillons statistiques, etc.), alors que nous devrions faire l'inverse. Voici quelques suggestions :

1. Pourquoi ne pas organiser un petit

concours où les étudiants proposeraient des améliorations aux examens qu'ils ont déjà passés? Ils verraient au moins comme il est difficile d'organiser un examen.

2. Pourquoi ne pas inviter au jury des industriels, pharmacologues, instituteurs ou autres?

3. Les examens devraient être conçus en fonction des objectifs de chaque cours. Tout est acceptable; courte interrogation orale, composition de durée quelconque en fin de session, etc. L'essentiel est d'échapper au carcan des x interrogations écrites de y heures en 3 ou 4 ans.

4. De temps en temps, on devrait traiter des problèmes qui font appel à l'observation, l'interprétation ou la classification.

5. En attribuant des notes trop souvent, on inhibe la libre expression et les recherches personnelles.

6. Actuellement, les examens mettent trop l'accent sur les *défaillances*, au lieu de mettre en valeur les *acquisitions*. Nous dressons la liste des candidats admis, en annonçant le pourcentage d'échec : ce n'est pas une bonne méthode. En tant que scientifiques, nous devrions rendre compte des acquisitions d'un étudiant, estimer sa valeur potentielle ainsi que son niveau.

Nyholm l'a dit : les examens sont au service de l'enseignement. Ne l'oublions pas.

Conclusions

Nous traversons une période de mutation que Lipman symbolise par les graphes de la figure 2. L'Homme comprend mieux les phénomènes naturels mais ne sait pas résoudre d'importants problèmes tels que la recherche de la paix, la répartition des biens ou la lutte contre la pollution. Les cours de chimie devraient servir à améliorer la situation actuelle, avant que l'irréparable n'arrive. Comment? En changeant radicalement les relations sociales, affectives et politiques entre les hommes.

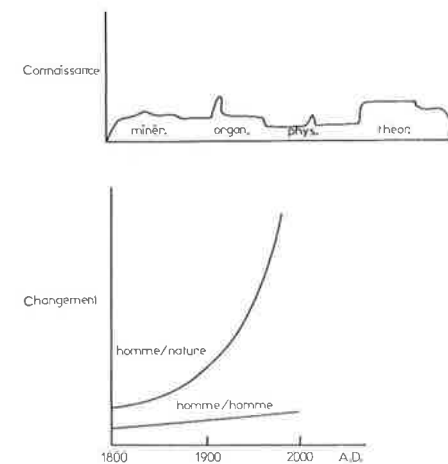


Fig. 2.

D'autres menaces pèsent sur la chimie : l'intérêt porté davantage à une certaine forme d'automédication et à la méditation qu'à la recherche pharmaceutique, le resserrement monétaire, la lutte entre les énergies nucléaire et solaire, etc. Consacrons-nous entièrement à la formation des chimistes du 21^e siècle : ainsi pourrions-nous faire pencher la balance du bon côté. Si nous refusions cette mission, nous serions grandement responsables du désastre qui risque de s'abattre sur l'humanité.

Pourtant, nous sommes assez satisfaits de nous-mêmes. Pourquoi? En partie parce qu'on ne nous a pas *démontré* qu'il est nécessaire de faire des cours nouveaux : c'est oublier que nul n'a jamais pu démontrer que l'innovation est nécessaire. Il est tout aussi impossible de faire croire à son trésorier que l'on a absolument besoin d'argent pour faire du nouveau (que ce soit pour l'enseignement, la recherche, la production...). C'est à nous d'exercer une partie des contrôles financiers, même si cela nous est pénible; s'il est une chose dont je suis *vraiment sûr*, c'est qu'il nous faudra de l'argent pour monter de nouveaux cours : les livres, le matériel sont onéreux.

Il en faudra aussi (et beaucoup) si l'on veut que les enseignants du Supérieur fassent plus d'enseignement que de recherche, conservant ainsi leur enthousiasme pour de nouvelles méthodes pédagogiques. Rutherford affirmait : « Il n'y a que deux sciences : la physique et la philatélie... ». C'était au début du 20^e siècle! Voici venir l'an 2000 et ses centaines de sciences. Faisons des cours de chimie pour le 21^e siècle tel que nous l'imaginons; renversons les concepts actuels dans tous les domaines : programmes, travaux pratiques, examens, administration et trésorerie. La chimie sera alors florissante et les chimistes seront des gens *heureux*.

Bibliographie

H. R. Tietze, Université de Newcastle, Nouvelle-Galles du Sud, Conférence intitulée : « Comment vont les choses dans le Supérieur? ».
H. F. Halliwell, Conférence à la mémoire de Nyholm, *Chem. Soc. Rev.*, 1974, p. 373.

Remerciements

Je remercie bien sincèrement les membres de l'Université de St-Andrews en général et ceux du Département de chimie en particulier, pour leur coopération et leurs précieux conseils.