

On doit aussi reconnaître que l'enseignement étant commun jusqu'en Seconde, il y a compensation puisque c'est l'ensemble d'une classe d'âge qui reçoit cet enseignement. Étant donné l'importance de la chimie dans le monde et comme élément de formation, je pense que l'effort doit être poursuivi pour augmenter son importance dans l'enseignement élémentaire et dans le Second Degré.

Dans l'Enseignement Supérieur, la chimie est bien représentée. Le plus gros retard que nous avons pris par rapport à l'étranger se trouve dans la réflexion sur les objectifs et méthodes d'enseignement. Dans tous les pays développés, on trouve des Centres de recherches importants en « Éducation chimique ». De plus en plus de pays prennent conscience de ces problèmes et on peut voir, à travers l'augmentation du nombre de colloques internationaux et de la participation à ces colloques, l'évolution considérable en quelques années.

Je ne m'étendrai pas sur les différents aspects de cette « Éducation chimique » à l'étranger, le compte rendu sur le dernier congrès de l'IUPAC à l'Université de Maryland, qui doit paraître dans *L'actualité chimique*, fait le point de la situation (5).

Même si nous sommes en retard par nos structures, je pense que nous avons de bons atouts. En partant un peu tard nous avons bénéficié de l'expérience des autres et

rattrapé, dans une certaine mesure, le retard initial. Cependant, je pense que l'effort est urgent. Il est conditionné par les réponses aux questions du § 2.3 et l'intérêt porté par les Pouvoirs publics pour le développement des relations internationales dans ce domaine (5).

La Société Chimique de France a fait un gros effort :

- organisation d'un atelier UNESCO pour la réalisation d'un livre (aujourd'hui sorti) sur l'enseignement expérimental dans le premier cycle universitaire;
- le nouveau Président de la Division, P. Arnaud, représente la Société au Groupe de travail Enseignement de la F.E.C.S.;
- le nouveau Vice-Président de la Division, M. Chastrette, est nommé Secrétaire du « Comité of Teaching » de l'IUPAC;
- à son initiative, sous le patronage du Comité National de la Chimie, grâce à l'appui du Pr Bénard, la VII^e Conférence Internationale de l'IUPAC et l'UNESCO sur l'Éducation chimique aura lieu en août 1983 à Montpellier.

Dans ce domaine nous sommes à un carrefour : ou nous saurons suivre une évolution internationale extrêmement nette dans le domaine de l'éducation, ou nous risquons fort de perdre une influence culturelle certaine au niveau de l'enseignement. Ceci est vrai pour toutes disciplines, mais la chimie me paraît être un domaine particulièrement significatif.

Conclusion

Comme tout bilan, il y a des lumières et des ombres : ombres dans les difficultés à promouvoir un enseignement expérimental, à développer la formation permanente, à faire reconnaître la recherche en éducation; lumières par le développement de l'enseignement précoce de la chimie, par le nombre des initiatives prises par des chimistes dans ce domaine et par la reconnaissance internationale de notre apport. La situation, en 1981, est la suivante : la réaction est thermodynamiquement possible, les réactifs sont bons, pourra-t-on franchir les barrières de potentiel pour amener la réaction à son terme ?

Bibliographie

- (1) J. Gatecel, « L'enseignement de la chimie : un enseignement expérimental », *L'actualité chimique*, à paraître.
- (2) Société Chimique de France, Les documents de la Commission Lagarrigue BUP, n° 597 (1977).
- (3) « A propos du contrôle des connaissances », BUP, n° 627, p. 29 à 72, ou Textes du Groupe CHAPHAM, publiés par LIRESPT Université Paris VII, Tour 23, Couloir 23-13, 2, place Jussieu, 75221 Paris Cedex 05.
- (4) Voir en particulier : *Chemical Education in Seventies*, Éd. A. Kornhauser, D. J. Waddington (IUPAC, CTC).

Peut-on faire de la chimie à partir des oranges ?

par Mohamed Larbi Bouguerra

(Département de chimie, Faculté des sciences, Campus universitaire, Le Belvédère, Tunis, Tunisie)

C'est là, en effet, la question que nous avons posé à nos étudiants de 4^e année de Maîtrise de chimie lors de la plage horaire appelée « Initiation à la méthodologie de l'enseignement et de la recherche » (IMER), plage dont nous avons déjà parlé dans ces colonnes (1).

Les réponses devaient conduire à la « soutenance » d'une microthèse que nous allons résumer dans l'article qui suit.

I. Pourquoi l'orange ?

La Tunisie est un pays qui compte près de 6 millions de pieds d'agrumes (orangers, citronniers, bigaradiers, mandariniers etc...) et qui exporte aux alentours de 300 000 tonnes de fruits réputés (oranges maltaises et Thomson notamment), essentiellement vers l'Europe occidentale et depuis peu vers les pays du Golfe.

L'économie d'importantes régions du pays (Le Cap Bon notamment) est fondée sur la production des agrumes. Autre source de

profits importants : l'exportation des huiles essentielles tirées de la fleur d'oranger qui représente des entrées de devises appréciable et entretient, en outre, un petit secteur artisanal traditionnel celui de la parfumerie d'Orient (Tunis et Sfax notamment).

II. Plan de l'étude

Dire que nos étudiants furent d'emblée conquis par ce sujet n'est pas exactement conforme à la vérité. Que pouvait-on faire d'un fruit si commun, si connu ? Mais au fil des semaines, il fallut freiner leur enthousiasme : ils voulaient se lancer dans la microéconomie, les barrières douanières érigées par la CEE... et la concurrence des oranges espagnoles, marocaines, voire de Jaffa et d'Afrique du Sud. Ils notèrent qu'à Wall Street, on cotait le jus d'orange comme l'acier ou les mines d'or !

Très vite, devant l'abondance et la variété des problèmes, nous avons opté pour le plan suivant, compatible avec l'enveloppe

horaire et les possibilités du laboratoire :

1. L'intérieur de l'orange : dosage et étude de la vitamine C.
2. La peau de l'orange : l'extraction du limonène.
3. La fleur d'oranger : étude des huiles essentielles.

Après un travail exploratoire, nous dûmes nous résigner à laisser de côté l'étude des engrais, l'étude des pesticides et des fongicides et leurs résidus sur le fruit mûr.

III. La vitamine C

Le travail débuta par le dosage de cette vitamine dans le jus d'orange. Les valeurs trouvées vont de 0,65 mg/ml à 0,80 mg/ml, valeurs comparables à celles des fruits de Californie. Deux méthodes de dosage ont été utilisées :

- a) L'iode et le thiosulfate, en présence d'amidon (2).
- b) Le dichloro-2,6 phénol-indophénol, en présence de NBS (3).

L'influence du temps sur la teneur en vitamine C du jus d'orange fut étudiée à l'instar de Haddad (3). Les étudiants se posèrent ensuite tout naturellement la question de l'acidité de cette vitamine lactonique et le rôle du groupement éno. La structure de ce composé retint longtemps leur attention : les chercheurs eurent, comme on le sait, quelque mal à l'établir du fait de son oxydation à l'air libre. C'est un fait historique établi que Zilva, d'une part, et Waugh et King, d'autre part (4), isolèrent assez de produit à partir du citron pour en étudier les propriétés physico-chimiques pendant qu'indépendamment Szent György l'extraisait de l'orange et du chou.

Mais on devait démontrer bientôt que « facteur réducteur » de Zilva, et « acide hexuronique » de Waugh et King n'étaient en fait que de l'« acide ascorbique » suivant l'appellation de Haworth et Szent György, ce dernier ayant établi ses propriétés antiscorbutiques (5) quatre ans après l'avoir isolé.

Les propriétés antiscorbutiques focalisèrent l'attention de mes étudiants qui notèrent que la marine britannique imposa à ses équipages la consommation du citron après la relation de voyage de Jacques Cartier (1536) et les observations du Dr James Lind dans son « Traité du scorbut », de 1753. Mes étudiants notèrent, avec intérêt, que ce sont les Indiens du Saint-Laurent qui guérirent du scorbut ce qui restait de l'équipage de Cartier en leur faisant mâcher les feuilles et l'écorce de « *Thuja occidentalis* » (6) qui pouvaient contenir jusqu'à 50 mg de vitamine C pour 100 g. Ils notèrent aussi, plus près de nous, le rôle joué par les légumes et les plantes vertes en général dans la résistance des défenseurs de Léningrad lors du long siège de cette cité durant la 2^e guerre mondiale.

Quelques étudiants allèrent interroger un collègue de la Faculté de Médecine sur les symptômes du scorbut et sur les trois ouvrages de Pauling consacrés aux utilisations médicales de la vitamine C dans la lutte contre la grippe et les refroidissements (6) dans la lutte contre le cancer (7) comme éventuel traitement de la schizophrénie (8) et sur les furieuses discussions qui ont lieu outre-Atlantique quant à la ration quotidienne en vitamine C (9).

D'autres s'adressèrent à un généticien pour comprendre pourquoi seuls les primates et le cobaye sont incapables de synthétiser cette vitamine.

Le fait que la vitamine C fut la première vitamine disponible sur le marché, en 1936, les amena à en étudier la synthèse par la méthode de Reichstein (L. Sorbose) (10) et à se pencher sur l'utilisation des micro-organismes en synthèse organique (11). Les utilisations industrielles de l'acide ascorbique furent aussi examinées : antioxydants

dans les pâtisseries, utilisation dans les boissons, etc.

IV. Extraction du limonène

Le limonène a été obtenu, par pression à froid, à partir de la peau du fruit. On en a aussi obtenu par entraînement à la vapeur. Les quantités obtenues sont, évidemment, faibles. Cette extraction a permis aux étudiants de se replonger dans l'historique et la théorie de l'entraînement à la vapeur dont on attribue la découverte au savant arabe Ibn Rochd (Averroès en Occident 1126-1198) (12).

La maîtrise de cette technique serait à la base de la célébrité des parfums d'Orient qui auraient joué un certain rôle dans les motivations des Croisés (13).

L'extraction du limonène permet aux étudiants de manipuler à loisir un appareil de chromatographie en phase gazeuse Varian 3700 (Détection catharomètre et FID); ils mirent rapidement en évidence à côté du limonène (95 %) un peu de myrcène et de l' α -pinène. Le limonène extrait fut aussi examiné en RMN.

L'équipe s'intéressa aussi à la nomenclature des monoterpènes et à leur chimie. J'en profitais pour demander la synthèse du camphre à partir de l' α -pinène et l'étude des vitesses d'oxydation du camphre et de la cyclohexanone (14). Nous aurions voulu préparer aussi la carvone (15) à partir de l' α -pinène (ou du limonène), mais ce projet ne put se réaliser faute de temps.

V. L'huile essentielle de fleur d'oranger

La distillation des fleurs d'oranger est une tradition familiale ancestrale en Tunisie. L'eau de fleur d'oranger est utilisée en pâtisserie, en parfumerie et en médecine traditionnelle. Nous fîmes une très rapide incursion dans l'historique et la production des huiles essentielles (16).

L'huile essentielle de la fleur d'oranger obtenue à partir de l'alambic traditionnel (dont les étudiants critiquèrent le mauvais rendement) fut examinée en chromatographie en phase gazeuse. Ont été identifiés : l' α -pinène, le limonène et le citronnellal notamment; le chromatogramme étant bien complexe. La comparaison des chromatogrammes de l'huile essentielle de la clémentine d'Algérie, de l'orange Navel, de la mandarine Wilking, du citron Eureka, de la mandarine Satsuma du Japon trouvés dans la littérature montra la diversité des aspects et la richesse des gammes que mettent à profit les parfumeurs et les cosméticiens.

La lecture des articles de Tokahashi dans les « *Chemical Abstracts* » nous amena à réfléchir sur les possibilités des déchets d'oranger (Single cell protein, biogaz, alimentation du bétail etc...) (17).

VI. Les buts pédagogiques atteints

1. Les étudiants, réalisèrent, à travers ce travail, qu'un produit local peut donner lieu à une intéressante recherche chimique qui pourrait le valoriser.

2. Ils réalisèrent en outre l'importance économique de la production des agrumes et ses liens avec la chimie (engrais, pesticides, produits phytosanitaires).

3. Le fait de travailler au laboratoire en dehors du cadre institutionnel de T.P, de mettre au point librement les expériences à réaliser a eu un effet stimulant important et a donné libre cours à l'initiative et à la responsabilité.

4. L'initiation à la recherche bibliographique s'est faite naturellement tout comme la révision de nombre de concepts en chimie.

Bibliographie

- (1) M. L. Bouguerra, *L'actualité chimique*, 1980 (septembre), p. 49.
- (2) W. A. Gilkey, *J. of Chem. Ed.*, 1947, **24**, 458.
- (3) P. Haddad, *J. of Chem. Ed.*, 1977, **54**, 192.
- (4) Kirk Othmer : *Encyclopedia of Chemical technology*, 2d Ed., Vol. 2, p. 749; Wiley and Sons, 1963, New York.
- (5) Discours devant la Société Biologique de France, 1933.
- (6) L. Pauling « Vitamin C and the common cold », Bantan Book, 1971, New-York; traduit chez Trévise sous le titre : « La vitamine C contre le rhume ».
- (7) E. Cameron et L. Pauling : « Cancer and vitamine C ». The Linus Pauling Institute of Science and Medicine 1979, Menlo Park California.
- (8) a. L. Pauling, *Science*, 1968 (19 avril), p. 265. b. « Orthomolecular psychiatry. Treatment of schizophrenia », edited by D. Hawkins et L. Pauling; W. H. Freeman and Co., San Francisco, 1973.
- (9) T. H. Jukes, *Proceed Natl Acad. Sciences US*, 1975, **72**, 4151.
- (10) Voir (4), p. 753.
- (11) P. Bellet, *L'actualité chimique*, 1980 (mars), p. 14.
- (12) a. H. M. Leicester : « The historical background of chemistry »; John Wiley ed., New York, 1956. b. E. J. Holmyard : « Makers of chemistry »; Clarendon Press, Oxford, 1931.
- (13) S. Hunke : « Le soleil d'Allah brille sur l'Occident »; Albin Michel, Paris, 1963.
- (14) G. Vavon, R. Dulou et N. Lozac'h : « Manipulations de chimie organique »; Masson éd., Paris, 1946.
- (15) X. A. Dominguez et G. Leal, *J. of Chem. Ed.*, 1963, **40**, 347.
- (16) F. S. Sterrett, *J. of Chem. Ed.*, 1962, **39**, 203.
- (17) Takahashi Satoru, Okujima Sadayasu, Shimakawa Takeshi, Aihara Hiroshi et Kubo Susumu, *Chemical Abstracts*, 1980, **93**, 6112e et 6336f.