

Quelle chimie pour les pays du Tiers Monde ?

M.L. Bouguerra

Conférence donnée à SFC 86,
dans le cadre du Colloque n° 10 "Chimie et Société"

Beaucoup de personnes bien intentionnées tant à l'intérieur qu'à l'extérieur du Tiers Monde se posent souvent la question de savoir ce que la chimie peut apporter à ces pays. Car la chimie est souvent desservie par son langage hermétique et son formalisme. Orbitales moléculaires, règles de l'octet ou de Woodward-Hoffman, spectrométrie de masse, est-ce que cela est d'une quelconque utilité pour des pays qui souffrent de la faim, de la mortalité infantile (40 000 enfants par jour), des maladies parasitaires et dont l'infrastructure laisse à désirer ? Lors d'un séminaire à Nairobi, consacré aux programmes, une suggestion a été faite demandant que des thèmes comme la théorie de la valence, les relations structure-réactivité, la spectroscopie, etc. soient remplacés dans les programmes africains par des études beaucoup plus pratiques telles que celles des processus industriels. En fait, il y a beaucoup de confusion. S'il est vrai qu'il y a des chimistes qui, dans le Tiers Monde, manquent de sens pratique, il n'en demeure pas moins que des chimistes insuffisamment formés sur le plan théorique risquent de faire plus de mal que de bien à leur communauté. Le maître mot doit être ici l'équilibre, tout en préparant le chimiste du Tiers Monde à travailler dans son milieu naturel. Souvent ce chimiste est formé à l'étranger et les problèmes de chimie "pratique" qu'il y rencontre ne sont pas de beaucoup d'utilité dans le contexte de son pays.

Souvent, aussi, la formation dans une université locale offre peu de liaison avec le milieu réel environnant. En effet, formés eux-mêmes à l'étranger, les enseignants jugent suivant les canons établis ou ayant couru à Oxford, à Paris, à Heidelberg ou à Harvard. L'enseignement est alors passablement étranger au contexte national. Il n'est pas rare de rencontrer dans le Tiers Monde des chimistes dont la thèse a porté sur les alliages pour sous-marins, l'effet de la fatigue du métal et des vibrations dans les avions ou le spectre de tel ou tel élément dans la nébuleuse du Crabe. En outre, dans le Tiers Monde, l'absence de relations université-industrie est à la base de beaucoup de dissonances. Cette dernière, accaparée par les tâches quotidiennes de production, n'a guère le moyen de penser à évoluer, à économiser tel ou tel produit, à utiliser un solvant meilleur marché, etc. Et l'université, écrasée par les charges d'enseignement (elle doit fournir les divers cadres dont a besoin le jeune État) et aussi par manque de traditions, reste dans un splendide isolement, alors qu'elle devrait, à notre humble avis, faire les premiers pas, étant donné qu'elle a précisément pour rôle de réfléchir et d'élaborer la démarche scientifique pour résoudre les problèmes, ici et maintenant.

Pourquoi la chimie dans le Tiers Monde

Le Tiers Monde est riche en substances chimiques de toutes sortes : du pétrole au coprah¹ en passant par le sisal², les phosphates, les insecticides naturels (pyrèthre³) l'uranium et les essences de fleurs ; la liste serait fort longue à dresser. Pour fixer les idées, notons par exemple que le Tiers Monde produit 80 % de l'étain et 75 % de la bauxite. Il produit aussi les 4/5 des phosphates de la planète. La recherche chimique est une des branches les plus florissantes de la science mais, affirme l'Unité de Politique Scientifique de l'Université du Sussex (G-B), moins de 1 % de la recherche fait dans les pays développés intéresse le Tiers Monde.

De plus, la production de produits chimiques dans le Tiers Monde n'a que peu progressé de 1960 à 1970, passant de 4,7 % à 5,2 % du total mondial ; la consommation de ces mêmes produits n'ayant progressé que de 0,4 % passant de 7,2 à 7,6 % de la consommation mondiale. En fait, en dépit de l'existence de matériaux bruts abondants (fer en Mauritanie, pétrole au Nigéria, uranium au Niger, phosphates en Tunisie, Maroc, Jordanie ou Togo, etc.), il n'y a guère dans le Tiers Monde d'industrie des produits chimiques, et tout spécialement de produits organiques. Quant aux problèmes que la chimie pourrait y résoudre, soit seule, soit dans un effort multidisciplinaire avec l'aide d'autres sciences, on peut citer à titre indicatif :

1. les problèmes de l'eau,
2. l'amélioration de la production animale et végétale pour une meilleure alimentation et pour exorciser le spectre de la faim et

¹. Coprah : amande de coco utilisée pour l'extraction de l'huile ;
² sisal : agave dont la feuille fournit des fibres très employées en corderie, chapellerie... ;
³ pyrèthre : plante voisine du chrysanthème, commune en Afrique de l'Est, dont les capitules séchés fournissent une poudre insecticide.

de la malnutrition,

3. les problèmes relatifs à l'énergie,

4. la recherche de nouveaux médicaments pour lutter contre les maladies endémiques et/ou parasitaires : choléra, paludisme, fièvre jaune, bilharziose, maladie du sommeil, etc.,

5. la recherche de procédés industriels plus adaptés au contexte du pays (main-d'œuvre abondante mais souvent analphabète, par exemple...),

6. la lutte contre la pollution et pour la protection de la nature et de l'environnement.

Chimie et santé

1. Le problème de l'eau est souvent crucial dans le Tiers Monde. Dans certains pays, cette eau est chargée en sels divers et sa dureté importante. Son usage, dans certains cas, peut même être limité pour les besoins agricoles. Le dessalement bon marché de l'eau par l'énergie solaire abondante dans le Tiers Monde est en mesure de changer radicalement la vie des hommes et des femmes de cette partie du monde. Ce problème interpelle tout chimiste. Asit K. Biswas disait dans "Foreign Affairs" en 1981 : "ce sont les femmes et les enfants des pays en voie de développement qui seront les bénéficiaires principaux de la disponibilité étendue d'une eau saine, car ils passent un temps considérable à aller chercher le liquide précieux. En Afrique, 90 % de l'eau et du bois pour la cuisine sont ramassés par les femmes et les enfants. Par endroits, comme à Wayen, au Burkina-Faso, les femmes marchent deux ou trois heures par jour pour aller à la source et portent sur leur tête 25 l d'eau. Cet effort leur coûte 600 calories/jour, soit le tiers de leur alimentation quotidienne". La chimie de l'eau et son économie devraient être dans tout programme et l'initiation des élèves devrait se faire très tôt.

2. Mais l'eau peut être aussi source de graves affections débilitantes sinon mortelles : bilharziose, choléra, fièvre typhoïde, etc. (les maladies hydriques comme disent les médecins) qui affectent 800 millions d'individus. Par exemple, les méthodes chimiques de désinfection de l'eau, son hygiène et le traitement des effluents devraient figurer dans tous les programmes.

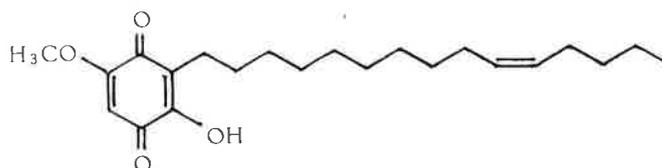
3. La chimie peut aussi grandement contribuer à éviter les maladies parasitaires pour lesquelles aucune thérapie valable n'est encore parfaitement au point. Ainsi, bien que le vaccin du paludisme soit annoncé, il existe encore un épineux problème de brevet (qui, pour le moment, limite l'accès au marché). Quant au traitement de la bilharziose, il est très coûteux.

a) La chimie y a cependant peut-être fait une percée porteuse d'espoir. La bilharziose est une maladie qui affecte un demi-milliard d'individus en Afrique (dans la vallée du Nil, par exemple), en Asie et en Amérique latine. La cause en est un trématode du sang *Schistosoma mansoni* qui dépend d'un mollusque aquatique, un hôte intermédiaire. Le parasite se multiplie dans le mollusque et il en émerge sous forme de larves qui envahissent le corps humain en pénétrant à travers la peau (quand on marche pieds nus dans le Nil ou les canaux d'irrigation ou quand on y lave la vaisselle, ou le linge, etc.). La larve provoque des lésions (d'où des hémorragies discrètes) dans le système urinaire, puis elle envahit toute la circulation sanguine. La science a attaqué le problème sous des angles divers : par l'éducation (la sensibilisation en Égypte commence à l'école primaire), par l'amélioration des conditions d'hygiène (mais 36 % seulement des foyers ont l'eau courante en milieu rural, en Égypte) et aussi en essayant d'éradiquer le mollusque dans les canaux d'irrigation par des moyens chimiques (peu efficaces, comme le sulfate de cuivre, ou trop toxiques, comme les molluscides organiques) ou mécaniques. Otto Gootlieb, professeur de chimie à l'Université de São Paulo et Walter Mors, un spécialiste brésilien de la chimie des substances naturelles, ont pensé à une méthode originale : l'utilisation d'un répulsif chimique qui empêche la larve de traverser l'épiderme. Un candidat possible pour ce rôle serait le lapachol et ses dérivés que l'on trouve dans le cœur de beaucoup d'arbres tropicaux. Avantage supplémentaire de ces produits : non seulement ils empêcheraient l'atteinte bilharzienne, mais, en outre, ils contrecarrent toute division cellulaire anormale. Aussi, les scientifiques brésiliens sont-ils en train de produire le lapachol pour

une administration par voie orale comme thérapie possible dans certains types de cancers ; le produit a eu toutes les autorisations pour une utilisation en médecine humaine au Brésil. De plus le lapachol serait aussi en mesure d'inhiber le trypanosome cruzi, un protozoaire qui provoque la forme sud-américaine de la maladie du sommeil : la maladie de Chagas qui affecte plusieurs millions de Brésiliens (dossiers et documents, *Le Monde*, février 1984). Il est à espérer que le lapachol puisse faire de même en Afrique pour la maladie du sommeil transmise par la mouche tsétsé (devenue souvent résistante aux insecticides courants) et qui empêche la mise en valeur de vastes régions en Afrique et dont une forme affecte même le bétail : c'est le nagana qui multiplie les risques de famine.

b) En Afrique, le domaine de la chimie des substances naturelles intéresse diverses institutions. Au Nigéria, le Professeur Donald Ekong de l'Université de Port-Harcourt et son équipe ont étudié une plante locale *Xylopiya aethiopyca*. Les fruits secs de cette plante sont utilisés dans la médecine traditionnelle dans de nombreux pays africains notamment en obstétrique. Ekong et son équipe en ont isolé un nouveau principe actif : l'acide xylopique. Le travail de l'équipe nigérienne a stimulé la recherche au Ghana où l'on a découvert que l'acide en question était très actif contre le staphylocoque doré et le *Bacillus subtilis* ainsi que contre divers germes de genre *Candida*, agents de diverses infections vaginales. Ceci ne nous autorise pas pour autant à tomber béat d'admiration devant toutes les recettes de la médecine traditionnelle : ainsi, un article de *Nature* en 1976, a montré que certaines plantes utilisées en Afrique Centrale provoquaient une forme rare de cancer de Burkitt.

Cependant, Isao Kubo, un chimiste japonais travaillant en Californie, a étudié un produit de la médecine traditionnelle au Kenya. Il s'agit des baies de *Maesa lanceolata* dont on prescrit l'infusion avant l'entrée dans une zone cholérique. Il en a isolé la maésanine (voir *Chemistry in Britain*, juillet 1984, p. 598) qui a la forme suivante :



Ce produit a des propriétés antibiotiques et est actif vis-à-vis des bactéries gram négatifs, responsables d'infections sévères : la médecine traditionnelle prescrit à juste titre ces baies avant opérations chirurgicales ou accouchements. La tribu des Bwana Mganga au Kenya a découvert les propriétés de ces baies pour la lutte contre l'asthme. Kubo a découvert que la maésanine bloque la lipoxy-génase 5, une enzyme qui provoque la production de thromboxane impliqué dans l'asthme. Comme on le voit, le règne végétal est très prometteur et est très riche en principes actifs et métabolites divers de grand intérêt thérapeutique. On comprend que la Chine y consacre une Académie de Médecine Traditionnelle (le même intérêt se retrouve en Occident où une étude de l'OCDE, publiée à Paris en 1982, "Interdépendance économique et écologique" dit (p. 50) : "Les médicaments et les autres produits pharmaceutiques sont largement dérivés des

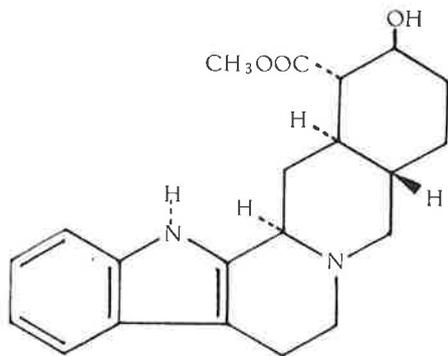
plantes et des espèces animales". On estime par exemple que plus de 40 % des ordonnances délivrées chaque année aux États-Unis comportent un médicament d'origine naturelle provenant des végétaux supérieurs (25 %), de microbes (13 %), ou d'animaux (3 %), dont ils constituent le seul ou l'un des principaux éléments actifs. La valeur commerciale de l'ensemble des préparations pharmaceutiques d'origine naturelle dépasse maintenant 10 milliards de dollars aux États-Unis. Les végétaux supérieurs et les animaux sont surtout utilisés dans le domaine biomédical, soit directement comme agents thérapeutiques, soit comme matériaux de base et modèles pour la synthèse des médicaments, soit comme modèles pour les essais de toxicité et la préparation des sérums".

Les plantes tropicales sont une source importante de produits chimiques (leurs métabolites secondaires, en fait) et surtout pharmaceutiques.

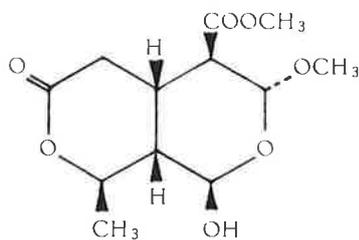
Seule, une minuscule partie de la flore mondiale a été répertoriée quant à son activité pharmacologique. De nouveaux médicaments d'origine végétale pourraient être découverts dans ces plantes tropicales. L'exemple du paludisme peut parfaitement illustrer notre propos. La résistance du parasite paludéen, le *plasmodium*, à la chloroquine et à la pyriméthamine est, à l'heure actuelle, une véritable catastrophe dans de nombreux pays où l'on avait cru la maladie sous contrôle. Or, en 1985, deux chercheurs anglais ont découvert, dans le nord de Sumatra, pas moins de 15 espèces végétales, utilisées par les autochtones pour traiter le paludisme. Bien sûr, loin de nous la prétention d'affirmer que ces plantes constituent des remèdes, mais il est clair que la recherche scientifique devrait s'y intéresser.

Rappelons, pêle-mêle :

- a) qu'un chêne d'Amazonie fournit, à l'heure actuelle, un extrait qui joue un grand rôle, aux États-Unis, dans la mise au point d'un vaccin contre le SIDA. Cet extrait provoque en effet la coagulation des protéines virales qui ont été séparées de l'ADN ;
- b) qu'un arbre de l'Afrique de l'Ouest *Corynanthe yohimbe* fournit la yohimbine destinée au traitement de l'impotence et qui est en fait un stimulant du système nerveux. (La yohimbine est un alcaloïde indolique) ;

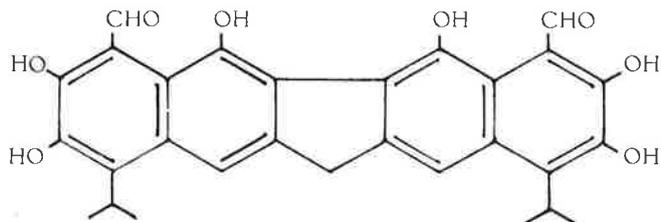


- c) qu'un arbuste de l'Afrique de l'Est (genre *Xylocarpus*) produit un répulsif puissant des insectes ;



- d) que des plantes du genre *Mucuna* d'Amérique Centrale produisent de la L.dopa utilisée dans le traitement de la maladie de

Parkinson (atteintes de cellules extrapyramidales du cerveau se traduisant notamment par des tremblements aux extrémités des membres) ;



- e) qu'un arbuste oléagineux des régions désertiques de Californie, d'Arizona et du Mexique, le jojoba (*Simmondsia sinensis*), est susceptible de fournir une huile aux propriétés remarquables pour servir de lubrifiant mécanique de haute valeur mais utilisable aussi dans les cosmétiques, la pharmacie et même l'alimentation. Le jojoba possède des caractéristiques agronomiques intéressantes : il se contente de sols pauvres et salés et supporte la chaleur et résiste aux températures hivernales, aux températures nocturnes négatives. Une association française se consacre à sa promotion (Association Française de jojoba, Chemin de Colbias, 30700 Saint-Siffret) ;

- f) que les racines d'une patate douce mexicaine sauvage ont permis à Russel Marker d'isoler la diosgénine, point de départ de son remarquable travail sur les stéroïdes (voir *J. of Chemical Educ.*, 1973, 50, 199) ;

- g) que, suite à une note de l'explorateur Francisco Hernandez (1576) qui avait signalé l'emploi par les Aztèques du Mexique des feuilles et des fruits d'une plante appelée tzompalic xihuilt (*Lippia dulcis*), des chercheurs de l'Université de l'Illinois ont isolé la hernandulcine, mille fois plus sucrée que le saccharose. Il est vrai que cette substance a un arrière-goût amer qui fait que, bien qu'ayant subi avec succès les premiers tests en vue de son utilisation comme substitut du sucre, elle n'est pas encore près d'être commercialisée ;

- h) qu'enfin, les chercheurs de l'Institut indien des Sciences à Bangalore ont montré que le (-) gossypol, extrait du coton, a une activité antifécondante prometteuse sur l'homme. (voir *J. of Chem. Soc. Chem. Comm.*, 1986, p. 649).

Mais il n'en est pas moins vrai que tout n'est pas rose dans le monde des plantes tropicales. Ainsi, un légume couramment consommé dans l'état du Madhya Pradesh dans le nord de l'Inde provoque une terrible maladie neurologique : le lathyrisme qui a son origine dans la consommation par les plus défavorisés de *Lathyrus sativus*.

La plante contient bien 28 % de protéines et 58 % de carbohydrates, mais renferme aussi un acide aminé non protéinique, l'acide β .N. oxalyl L. α β diaminopropionique (ADOP), qui est une toxine responsable des atteintes à la transaminase cérébrale caractéristique du lathyrisme.

Il n'en demeure pas moins que les potentialités des forêts tropicales sont telles sur le plan pharmacologique que certains prônent la création de "réserves pharmacologiques protégées" comme cela se fait pour les bois précieux (International Tropical Timber Agreement, *Nature*, 7 juillet 1986, 322, p. 493).

Il est clair qu'il y a là de larges possibilités de collaboration entre les chimistes du Tiers Monde et leurs collègues d'Occident.

4. Le chimiste peut protéger sa communauté dans le Tiers Monde des médicaments dangereux que certains fabricants peu scrupuleux essaient d'y écouler. Une étude a montré que cinq compagnies pharmaceutiques européennes vendaient 350 % plus cher au consommateur indien qu'elles ne vendent au consommateur occidental (on lira avec profit l'excellent ouvrage de Surendra Patel, "Pharmaceuticals and Health in the Third World", Pergamon Press, 1984).

Chimie et agriculture

1. le Tiers Monde ne consomme que 15 % des engrais produits de par le monde et il n'en fabrique que 8 %. Il est évident que tant que la consommation d'engrais croîtra peu, le problème de la faim ne risque pas d'être résolu. Une tonne d'engrais administrée à une terre précédemment non traitée, comme c'est souvent le cas dans le Tiers Monde, peut produire jusqu'à 10 tonnes de plus de grains. C'est pourquoi certains pays essaient de produire de l'urée et de l'ammoniac. Mais ce sont des industries nécessitant capitaux et énergie. L'alternative serait des industries de taille moyenne fondées sur les ressources renouvelables. Mais, pour ce faire, il faut former des chimistes ayant de solides connaissances en génie chimique, en énergétique, voire en biologie.

2. L'utilisation des déchets végétaux pour la production d'engrais et de biogaz est un domaine d'avenir pour le Tiers Monde et où la chimie peut provoquer des percées décisives. L'utilisation de ces déchets peut, dans certains cas, conduire à des produits chimiques de valeur. Ainsi, la production de furfural en Tunisie à partir des déchets des huileries est un bon exemple. Traditionnellement, ces déchets de fort tonnage (le pays dispose de 50 millions de pieds d'oliviers) servent comme combustible dans les fours à pains, les bains publics et les petites industries artisanales (poterie, fours à chaux...). Le furfural est un produit fort demandé pour la raffinerie de pétrole (solvant d'extraction) et l'industrie des polymères et résines. Son extraction a cependant nécessité une importation de technologie et son adaptation : le procédé était applicable aux déchets de maïs et il a fallu le transformer pour pouvoir traiter les déchets d'olives et les coques

d'amandes. Il est à noter que l'acide sulfurique nécessaire pour l'attaque est produit localement.

3. L'exemple de la Chine et du Brésil pour obtenir de l'énergie à partir de la biomasse est maintenant devenu classique. En Chine, 7 millions d'usines à biogaz consomment des déchets de toute sorte pour produire :

- du gaz combustible (méthane) servant à la cuisine, au chauffage domestique et à celui des serres et des couvoirs,
- un liquide riche en azote constituant un bon engrais.

Au Brésil, la fermentation des mélasses et des déchets de canne à sucre a permis la mise sur le marché d'une essence à forte teneur en alcool éthylique qui a fortement réduit la facture énergétique d'un pays lourdement endetté par ailleurs. Des critiques à l'encontre de ce procédé existent toutefois : on lui reproche de favoriser les habitants des villes (possesseurs de voitures) aux dépens des paysans et des agriculteurs pauvres qui se trouvent dépossédés de terres pour cultiver du maïs au profit de la canne à sucre, le résultat pouvant être une contribution à la faim lancinante dans plusieurs États du Brésil.

4. Un exemple intéressant vient des Philippines : une cinquantaine de digesteurs anaérobies traitent les déchets produits par 17 000 porcs. Les boues de digestion sont séchées à ciel ouvert et remises dans la nourriture des porcs à raison d'une partie pour dix.

En Tunisie, des essais sont faits en vue de traiter aussi les déchets des agrumes forts abondants (pelures d'oranges, mandarines, pamplemousses, etc.).

5. L'étude de la photosynthèse des plantes pour améliorer le rendement des diverses récoltes est une tâche exaltante pour le chimiste du Tiers Monde. A l'Université de Ghana, le Pr Samuel Safa Dedeh étudie les possibilités d'augmenter la production des légumineuses sous les tropiques.

6. Au Soudan, en Inde, en Malaisie, au Bangladesh, la jacinthe d'eau est une sérieuse nuisance, car elle bouche les canaux d'irrigation, facilite la prolifération des insectes et des mollusques, vecteurs de maladies parasitaires, et elle diminue les prises de poissons par abaissement de la DBO². Or, le poisson est une source majeure de la ration protéinique de la population. Des chimistes du Bangladesh sont en train d'étudier la possibilité de faire de cette plante une source d'énergie et de produits chimiques comme cela a été montré en septembre 1984 à l'Université d'East Anglia à l'occasion d'un symposium international. Le Professeur S.Z. Haider de l'Université de Dacca a récemment décrit les diverses possibilités qu'offre la jacinthe d'eau (*Eichhornia crassipes*) dans le domaine des réactions bioinorganiques des processus naturels, le degré de tolérance de la jacinthe d'eau envers l'absorption des ions métalliques, des acides, des alcalis, des substances organiques et toxiques dans des conditions environnementales données qui pourraient en faire un moyen de contrôle de la pollution par les eaux usées industrielles ou municipales. Haider en a étudié aussi les possibilités par fermentation anaérobie pour les utilisations domestiques en milieu rural, pour la production de compost riche en NPK utilisable comme engrais et l'extraction de concentré de protéines des feuilles comme additif dans l'alimentation de la volaille et du bétail. Une usine pilote a été montée au Bangladesh pour la production du papier et du carton à partir de la jacinthe d'eau. On en étudie aussi l'utilisation pour la production de champignons comestibles, la réduction photocatalytique de l'eau et sa distillation par évapotranspiration.

Mais, dans le domaine de l'agriculture et de la biotechnologie en relation avec notre discipline, une mention spéciale doit être

2. DBO : demande biologique en oxygène. Cette valeur mesure le degré de pollution d'une eau.

Une fabuleuse richesse

La forêt tropicale humide constitue un précieux réservoir de médicaments de valeur. Voici quelques exemples :

d-turbocurarine :

Puissant myorelaxant utilisé couramment, ainsi que d'autres alcaloïdes, en chirurgie.

Physostigmine :

Extrait des haricots de Calabar (*Physostigma venenosum*), ce produit est utilisé pour traiter les glaucomes. C'est aussi un anticholestérasique.

Vincristine :

Obtenu à partir d'une pervenche malgache, la vincristine est utilisée dans le traitement de la maladie de Hodgkin et de la leucémie.

Racine d'ipécacuanha :

Puissant émétique. Cette racine a guéri Louis XIV de la dysenterie et est toujours considérée comme le traitement le plus efficace de cette affection.

Diosgénine :

Steréroïde extrait des ignames sauvages ; point de départ d'une synthèse en 5 étapes de la progestérone (pilules contraceptives).

Résérpine :

Antihypertensif courant isolé des racines de *Rauwolfia serpentina*.

Stropanthine :

Glycoside cardiotonique obtenu à partir d'une apocynacée : *Stropanthus kombé*.

Ouabaïne :

Autre glycoside cardiotonique dérivant d'une apocynacée.

Digitaline :

Digitalinum verum des pharmaciens. Jadis utilisée comme poison pour les flèches. Puissant cardiotonique (glycoside).

Quinine :

Alcaloïde largement utilisé pour traiter le paludisme et initialement isolé, par les Français Pelletier et Caventou, de l'écorce de *Cinchona officinalis* L.

réservée à Cuba et à ses chercheurs – notamment chimistes et auxquels du reste l'organe de l'ACS, *Chemical and Engineering News* du 12 mai 1986, a consacré un dossier spécial.

Roald Hoffmann, Prix Nobel de Chimie 1981, qui a visité Cuba début 1985 affirme dans ce rapport : "Dans l'ensemble, je reviens, dit-il, avec des impressions mitigées mais optimistes quant à la chimie faite à Cuba" et il se dit très impressionné par la jeunesse et l'enthousiasme des chimistes de ce pays.

Il va de soi que la chimie cubaine est fortement dévolue aux problèmes issus de la culture de la canne à sucre et de l'industrie sucrière, et les chimistes cubains se sont attachés à utiliser le plus efficacement possible les diverses parties de la plante.

Parmi les sous-produits en cours de développement, on peut citer 1) la levure pour l'alimentation du bétail et les additifs alimentaires ; 2) les panneaux reconstitués pour l'ameublement utilisant les déchets de la canne à sucre ; 3) des médicaments pour traiter l'asthme qui affecte 10 % des Cubains ; 4) des contraceptifs ; 5) la construction d'une usine d'acide citrique, etc.

José Martinez du département de microbiologie de l'Université de La Havane a trouvé par exemple que la cire de la canne à sucre couramment utilisée pour enrober les agrumes et comme base pour les cosmétiques contient des quantités importantes de phyostérols. Ceux-ci peuvent être soumis à l'activité microbienne pour conduire à des intermédiaires utiles dans la production de médicaments stéroïdiens.

De même, Jorge Benitez et ses collaborateurs du Centre National de la Recherche Scientifique de La Havane ont obtenu, par fusion des protoplastes des cellules de *Saccharomyces cerevisiae* et *Candida utilis*, un micro-organisme hybride capable de faire fermenter le xylose de la canne à sucre. La culture des tissus a

permis à d'autres chercheurs du même organisme de mettre au point une variété de canne à sucre invulnérable à un dangereux champignon *Helminthosporium sacchari* et s'accommodant de sols à haute salinité.

Les scientifiques cubains s'orientent en fait sur quatre grands axes :

- tirer l'énergie de la biomasse et de la canne à sucre tout spécialement (ils arrivent à l'heure actuelle, avec les déchets de canne à sucre, non seulement à satisfaire les besoins en électricité des usines, mais ils injectent du courant dans le réseau national),
- améliorer la teneur en protéines des aliments,
- étudier les végétaux et les engrais,
- faire du génie génétique sur les organismes supérieurs.

Il est évident que l'exemple de Cuba doit être étudié et médité par les scientifiques du Tiers Monde. Galvez Taupier, directeur de l'Institut cubain des recherches sur les dérivés de la canne à sucre, affirme : "Posséder la canne à sucre est un avantage réel pour un pays qui sait comment la mettre à profit. Aucun matériau renouvelable n'a un aussi haut rendement que la canne à sucre".

Avant de quitter les plantes et leur biotechnologie signalons le très important article de Noël D. Vietmeyer consacré aux potentialités de plantes peu connues, telles l'amarante (*A. cruentus A. Caudatus*), l'arracacha (*Arracacia xanthorraiza*) du Mexique, les haricots adzuki du Japon (*Vigna angularis*), le plantain (*Musa paradisiaca*), etc. (*Science*, 232, 13 juin 1986, p. 1379-1384) qui pourraient non seulement nourrir l'humanité, mais aussi lui fournir de l'énergie, des médicaments, des additifs alimentaires, des colorants, des parfums et des produits bruts pour l'industrie.

Chimie et pollution

Le Tiers Monde souffre actuellement de plus de 5 000 morts par an (dont la moitié sont des enfants) et 500 000 intoxications par les pesticides et ceci parce que des produits hautement toxiques (parathion, paraquat, sulfate de thallium, etc.) sont utilisés sans les équipements et les vêtements de protection indispensables et parce qu'une certaine publicité encourage délibérément leur emploi ; pourtant, le Tiers Monde utilise à peine 20 % des pesticides consommés dans le monde, mais il est vrai aussi qu'il utilise les deux classes les plus toxiques, à savoir les raticides et les insecticides. De plus, un certain nombre de pesticides vendus dans le Tiers Monde sont interdits dans le pays d'origine (mais librement exportés) parce qu'ils sont cancérigènes, neurotoxiques ou persistants. C'est le cas de l'aldrine, de la dieldrine et du phosvel (alias leptophos). Le chimiste dans le Tiers Monde peut s'opposer à de telles menées et conseiller utilement les utilisateurs menacés. Aussi les chimistes indiens ont-ils mis en évidence les propriétés insecticides d'un arbuste local : le neem (*Azadi-*

rachta indica). Ils en ont extrait le principe actif qui a permis l'émergence d'une nouvelle façon de contrôler les insectes, "l'antifeeding" : l'insecte ne peut plus ingérer la plante cible et meurt de faim. De plus, les chimistes indiens ont simplifié l'utilisation de la chromatographie en couche mince pour l'analyse des résidus de pesticides et des fluides biologiques.

De même, on constate une fâcheuse tendance à l'exportation dans le Tiers Monde d'industries polluantes très contrôlées en Occident. Amiante en Inde et au Brésil, colorants susceptibles d'induire un cancer de la prostate en Égypte, etc. Le chimiste peut, là aussi, valablement réduire les risques, mettre les garde-fous nécessaires et rappeler aux décideurs à la recherche de devises fortes pour le pays, et d'emplois pour les chômeurs, la recommandation de la Commission Brandt : "chercher à attirer des industries aux dépens de l'environnement pourrait provoquer des dommages qu'il sera plus onéreux de réparer que de prévenir".

Conclusion

Ceci n'est qu'un rapide survol de la question. En particulier, certains problèmes mériteraient de plus longs développements (Bhopal, par exemple).

En décembre 1982, s'est tenue à Manille (Philippines) une importante conférence internationale consacrée à la "chimie et à la fourniture des aliments pour le monde", et placée sous l'égide de l'IUPAC et de l'Institut International du Riz (Chemrawn II). Sans être entièrement d'accord avec ses conclusions, l'auteur de

la présente étude en extrait la recommandation relative au rôle de la chimie :

"Nourrir les populations actuelles et futures est un travail trop grand et trop important pour que l'énergie soit gaspillée en confrontations entre organisations et peuples concernés par cette tâche. Les solutions exigées impliquent des risques aussi bien que

des bénéfiques : résoudre le problème de l'alimentation dans le monde n'échappe pas à cette règle. La société doit trouver des solutions qui font que les bénéfices soient plus importants et que les coûts soient minimaux. Le rôle de la chimie dans la solution du problème alimentaire mondial doit être appréhendé dans cette perspective. Les risques et les bénéfices issus de l'utilisation d'un même produit chimique peuvent différer d'un pays à l'autre

et chaque pays doit décider si le rapport risque/bénéfice est acceptable ou non. Dans les pays en voie de développement dépourvus des moyens adéquats pour atteindre ce jugement, l'assistance doit être fournie par les agences internationales et par les agences gouvernementales et les firmes privées ainsi que les institutions du monde développé".

Bibliographie succincte

Freemantle (M.), *New Scientist*, avril 1983, 226-229.
Ekong (D.E.U.), *Chemistry in Britain*, 1979, 379-382.
Rao (C.N.R.), *J. of Chemical Education*, 1972, 49, 5, 321-322.
Sardar (Z.), *Nature*, avril 1979, 278, 679.
Sardar (Z.), *New Scientist*, janvier 1982, 244-248.
Leite Lopez (J.), *Le Monde*, 13 avril 1967, 13

Oladele Osibanjo, *Chemistry in Britain*, avril 1982, 270-271.
Chodziwadziwa (C.M.), *Chemistry in Britain*, avril 1982, 273-274.
Chemical and Engineering News, octobre 1982, 10.
Chemical and Engineering News, septembre 1979, 17-18.
Bouguerra (M.L.), *La Recherche*, avril 1985, 165, 540-542.

Règles de nomenclature pour la chimie organique

Section D: Composés organiques contenant des éléments qui ne sont pas exclusivement le carbone, l'hydrogène, l'oxygène, l'azote, les halogènes, le soufre, le sélénium et le tellure.

Section E: Stéréochimie.

Adaptation française des règles élaborées par la Commission de nomenclature en chimie organique de l'Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée.

Membres de la S.F.C. : 80 F.

Non membres de la S.F.C. : 170 F.

Une commande, pour être agréée, devra être accompagnée du règlement correspondant, sous forme de chèque bancaire ou de chèque postal (7078-60 U Paris), à l'ordre de la Société Française de Chimie.

Pour faciliter la tâche de la Trésorerie, éviter, si possible, la demande d'une facture.

Un livre édité par la Société Chimique de France