

Fédération Française de Chimie

Union des Industries Chimiques

Conférence de presse du 24 juin 1982

Exposé de M. J. C. Achille

(Président de l'Union des Industries Chimiques)

Chimie et agro-alimentaire

Ceux d'entre vous qui participaient, il y a quelques semaines, au congrès de l'A.F.J.A., savent déjà que le numéro de juillet de notre journal *Molécules* consacra son dossier à la contribution des industries chimiques à l'agriculture. Notre réunion a un double but : vous remettre en priorité les éléments de ce dossier et vous apporter les compléments nécessaires sur le plan national. En effet, comme dans les précédents dossiers qui ont traité successivement des apports de la chimie dans les transports, l'habitation, la communication,

la santé et dernièrement la mode, nous nous sommes limités aux aspects généraux de cette contribution, en n'effleurant que les aspects nationaux. Mon propos n'est donc pas de commenter largement le dossier qui vous est remis; j'en rappellerai seulement les grandes lignes, en souhaitant qu'il constitue pour vous un document de référence utile. J'insisterai sur les liens qui unissent chimie et agriculture en France, liens que les perspectives d'évolution à moyen et long termes doivent contribuer à resserrer.

I. La chimie et la faim dans le monde

Notre dossier d'abord : six milliards et demi de bouches à nourrir à l'horizon 2000. Avec ses 4,5 milliards d'hectares de terres cultivées et aussi ses 4 milliards d'hectares de forêts, notre globe nourrit vaillamment près de 4,5 milliards d'humains, dont 40 % seulement sont normalement alimentés ou même suralimentés. Le problème de la faim dans le monde n'est pas un mythe. Il doit être, avec celui de l'énergie, la préoccupation constante de tout responsable. S'il n'est pas résolu, il se traduira un jour ou l'autre, comme le rappelle Alfred Sauvy dans son dernier livre, « en termes d'espaces », c'est-à-dire en conflits.

Engrais et phytosanitaires sont indispensables

Le problème peut-il être résolu ? Oui, selon l'agronome français Klatzmann, cité par Sauvy, il serait possible, avec les techniques actuelles, de nourrir assez convenablement 10 milliards d'hommes. La marge de manœuvre est donc considérable. Les techniques, vous les connaissez. Ce sont celles que notre monde occidental a mises

en œuvre pour sortir des famines et se procurer l'alimentation qualitativement équilibrée dont il jouit : semences et souches animales adaptées aux conditions de sols et de climats, mécanisation, drainage et irrigation, fertilisation par les engrais naturels puis synthétiques, protection des plantations et des récoltes contre les mauvaises herbes, champignons, insectes et ravageurs avec les produits phytosanitaires, enrichissement des rations animales et protection vétérinaire, protection contre les intempéries et mise à profit de l'effet de serre avec la plasticulture, etc.

La chimie intervient à tous ces stades, tant par ses procédés qu'avec ses produits, depuis la sélection génétique jusqu'au conditionnement alimentaire. Engrais et phytosanitaires représentent cependant sa contribution majeure. J'en suis désolé pour les adeptes, souvent sympathiques, de l'agriculture biologique, mais, je ne vois pas aujourd'hui d'autre moyen, au regard de la croissance rapide de la population mondiale, que la mécanisation et le recours aux produits chimiques pour obtenir la moisson

maximale sur une surface donnée. Selon la FAO, 80 % de la production doit provenir de l'augmentation des rendements. Pour reprendre une citation de Perutz, prix Nobel de chimie en 1962 pour ses travaux sur l'hémoglobine, « *il n'y aurait jamais suffisamment de purin et d'autres engrais organiques en Grande-Bretagne pour assurer un rendement suffisant... et si on y interdisait l'utilisation des produits phytosanitaires, la production céréalière baisserait de 24 % la première année, notamment en raison des parasites, et de 45 % au cours de la deuxième année, en particulier en raison des mauvaises herbes* ». Ce qui est vrai pour un pays avancé l'est encore plus pour les pays en développement. La FAO estime que 34 % de la valeur potentielle de la production mondiale est perdue sur champs et dans les entrepôts : de quoi nourrir 200 millions d'hommes.

Les problèmes de transfert

Toujours selon la FAO, pour atteindre le modeste objectif qui consisterait à augmenter de 44 kilos de céréales la consommation annuelle d'un habitant des pays en développement (celle-ci n'est que de 200 kilos, soit le tiers de la consommation d'un habitant des pays industrialisés), il faudrait, d'ici l'an 2000, multiplier par 5 la production des engrais; par 2,6 celle des produits phytosanitaires; par 1,5 celle des surfaces irriguées. Le seul maintien de la consommation actuelle, et c'est là une solution de détresse, implique d'augmenter chaque année la production d'ammoniac de 4 millions de tonnes. Il faudrait, de par

le monde, mettre chaque mois en service une unité de 1 000 tonnes/jour d'ammoniac.

Le défi est colossal. Il a fallu aux agriculteurs de nos pays industrialisés des générations pour passer des méthodes primitives à la culture intensive actuelle. Comment un petit exploitant d'un canton écarté de l'Afrique, n'utilisant que de la main-d'œuvre familiale et des équipements assez frustes, va-t-il s'adapter assez rapidement aux calendriers rigides et aux mesures complexes de l'agriculture productive? Comment le Nord va-t-il s'y prendre pour transférer au Sud, avec le moins de gaspillage possible, son savoir-faire agronomique?

Autre problème : pour installer la dernière usine d'engrais mise en service en France (il s'agit d'une usine d'urée à Toulouse), il a fallu deux ans et 190 millions de francs, avec la disposition d'une plate-forme existante dotée de toutes les utilités. Il n'est pas difficile d'imaginer les obstacles qui se dressent à l'implantation de telles unités dans les pays en développement : rareté de la matière première, insuffisance des infrastructures, longs délais de construction, manque de maîtrise industrielle, manque de capitaux. Sans doute, le recours à des unités plus petites, plus simples et de conduite plus facile peut-il, dans certains cas, alléger les difficultés. Néanmoins, le défi à relever est, je le répète, colossal et je me demande si l'on mesure bien les conséquences économiques de la volonté d'y répondre. Le dialogue Nord-Sud s'exprimera, en décembre prochain, à Manille, pour ce qui concerne les aides de

la chimie, et nous avons préparé les bases de notre participation lors d'un colloque organisé à Lyon par l'INSA en septembre dernier.

Nous ne limitons pas, sur le plan des techniques, nos propositions aux domaines des engrais, des phytosanitaires et des produits vétérinaires. De nombreux axes novateurs peuvent, par leur addition, aboutir à des résultats non négligeables : utilisation de conditionneurs de sols tels que des rétenteurs d'humidité, d'inhibiteurs de nitrification limitant le lessivage des engrais, traitement à la soude de déchets celluloseux afin de les rendre digestes pour les animaux, enrichissement du manioc en protéines par action enzymatique, etc. Dans ce domaine, toutefois, il faut prendre garde à ne pas rêver. Les technologies dites légères, celles notamment qui relèvent des biotechnologies, exigent beaucoup de savoir. « *Small is beautiful* »..., mais c'est surtout vrai dans les pays industrialisés.

Parmi les technologies nouvelles, celles qui relèvent de la plasticulture semblent toutefois plus accessibles, notamment toutes celles qui concernent la gestion de l'eau. L'exposition Europlastique qui se tenait il y a trois semaines montrait des applications assez spectaculaires et a été l'occasion d'un colloque international. Notre industrie a été novatrice dans ce domaine, et sait fort bien installer des moyens de culture sans sol en zone aride comme le désert saoudien. Là aussi, comme l'établit notre dossier, une révolution est en train de se produire.

II. La chimie et l'agriculture françaises

Indéniablement, la France a vocation pour être une grande nation agricole : elle dispose d'un tiers des surfaces cultivables du marché commun; elle est le deuxième exportateur mondial de produits agro-alimentaires. Ses marges de progrès restent considérables : elle a quelque 3 millions d'hectares de friches et landes. Voilà donc un marché porteur pour la chimie. Il est effectivement le premier consommateur d'engrais en Europe, le cinquième dans le monde. Il est le troisième consommateur mondial de produits phytosanitaires, derrière les États-Unis et le Japon. Il a utilisé l'an dernier, 100 000 tonnes de matières plastiques pour protéger, avancer, prolonger les récoltes, et bien plus si l'on prend en compte la sacherie des engrais et toutes les parties plastiques des équipements agricoles. Sur un montant d'intrants de 79 milliards en 1980, les engrais représentent 18,5 milliards et les phytosanitaires 6,7 milliards; à eux seuls, ces deux postes représentent près de 30 % des consommations intermédiaires de l'agriculture. Mais, sur ce total, les fournitures de la chimie française (engrais et produits phytosanitaires) ne représentent que 19,4 milliards. Pourquoi notre chimie ne profite-t-elle pas davantage d'un marché national aussi porteur? La réponse n'est

pas la même s'il s'agit de chimie lourde, de chimie fine et de parachimie.

Chimie lourde des engrais et des polymères

La chimie lourde n'a pas aujourd'hui bonne presse; on lui reproche volontiers ses faiblesses structurelles, sa dispersion, ses pertes financières. Cela paraît excessif dans le cas des engrais qui nous intéressent aujourd'hui. La plupart des usines sont modernes, concentrées dans les zones de grande production agricole, exploitées par un personnel qui accumule une longue expérience. Les produits sont de bonne qualité. Les investissements ont été opérés pour la plupart en un temps où les groupes disposaient encore de fonds propres suffisants. Cela ne signifie pas cependant qu'il n'existe plus aucune usine historique, créée en son temps sur une source de matières premières aujourd'hui disparue. Pour tous, le problème depuis quelques années est celui du coût des matières premières. Si la chimie des engrais doit reconquérir son marché intérieur, c'est autour du prix de ses matières de base que se jouera l'essentiel de la partie. L'approvisionnement en potasse, soufre et phosphate ne créera pas de différence significative

entre les divers pays européens; les difficultés de notre industrie du phosphate dépendent de la politique des pays producteurs et du marché mondial. En revanche, pour l'ammoniac (il faut 0,9 tep de gaz naturel pour produire 1 tonne d'ammoniac) le problème crucial est celui de la concurrence intra-européenne due à de larges disparités de prix des approvisionnements en gaz. Périodiquement revient aussi le problème du dumping des pays de l'Est, ou des États-Unis, atténué en ce moment par le cours du dollar. En dehors de ce problème fondamental, il est évident que le regroupement des producteurs sur deux pôles et la simplification des circuits de distribution seront un facteur d'amélioration de la compétitivité, à une condition d'éviter soigneusement qu'à l'occasion de ces mouvements les importateurs n'élargissent leur position.

Autre secteur de la chimie lourde, celui des polymères. Tout le monde sait aujourd'hui que la surcapacité européenne est ruineuse pour tous; tous les producteurs ont été pris à contre-pied par le brusque et durable changement de pente des consommations, brutalement passées d'une valeur à deux chiffres à un tout petit nombre de %. Il va bien falloir que les producteurs procèdent

aux indispensables ajustements de capacité. Mais ce phénomène très grave ne doit pas cependant cacher que les plastiques ont toujours l'avenir pour eux, y compris dans l'agro-alimentaire.

Chimie fine et parachimie

Avec les produits phytosanitaires et vétérinaires, nous sommes dans le domaine de la chimie fine pour la préparation des principes actifs, et dans celui de la parachimie pour les formulations. Les produits sont des molécules à haute valeur ajoutée. Il faut trier 10 000 molécules pour en trouver une qui ait sa chance sur le marché international, et engager pour cela quelque 100 à 120 millions de francs. Le point d'équilibre financier de l'opération n'est atteint, en moyenne, que 16 ans après les premières synthèses en laboratoire. Le problème n'est plus ici celui du coût des approvisionnements, ni même celui des investissements de production. Il est celui de l'intégration des coûts de recherches et d'introduction sur le marché international dans une structure financière assez puissante, ainsi que sur la réalisation d'un certain nombre de conditions mises en relief lors du récent Colloque National sur la Recherche et la Technologie : notamment des liaisons plus étroites avec les universités et les grands organismes publics de recherches en matière de botanique, microbiologie, biologie végétales et animales, bref de tout ce qu'englobe la recherche agronomique. Cela dit, constatons que la recherche française peut mettre à son actif nombre de réussites (je ne citerai que la plus récente, la synthèse de pyrèthrinoides photostables) et que l'agriculture nationale, avec son polymorphisme, lui offre une précieuse base de départ dans la compétition internationale.

Augmenter le solde positif de la balance extérieure

L'agriculture est notre pétrole vert, on l'a assez dit. Elle nourrit fort bien notre population, même sur le plan qualitatif, quoiqu'on en dise, et l'on attend d'elle qu'elle contribue davantage à l'équilibre de notre balance commerciale. Comment l'industrie chimique peut-elle aider à l'accroissement durable du solde positif qui, malgré ses 25 milliards en 1981, se situe encore loin des performances relatives hollandaises ? En contribuant à la fois à la diminution des importations (produits intermédiaires ou produits agricoles) et à l'accroissement des exportations.

Importations

Trois postes essentiels peuvent ici être pris en considération.

1. Les importations d'engrais. Lorsqu'on parle de reconquête du marché intérieur, cela signifie qu'il ne peut être question de refuser la concurrence. Il faut certes corriger les anomalies de la concurrence

par le gommage de la disparité de prix du gaz, mais la recherche d'une productivité meilleure est un objectif impératif, notamment par l'amélioration du rendement énergétique des ateliers, du tube de synthèse jusqu'aux ateliers de mélange. Il ne faut pas, non plus, gaspiller l'engrais : le code de bon usage, qui définit les règles d'apport de la bonne dose au bon moment, coïncide d'ailleurs avec les préoccupations de sauvegarde de l'environnement. Ceci n'implique pas pour notre pays une régression de la consommation de fertilisants et la quasi-totalité des experts pense que celle-ci doit continuer à croître. On peut toujours monter en épingle quelques cas de surfertilisation, mais les zones de sous-fertilisation restent de loin les plus nombreuses, notamment en zones herbagères. Notre pays ne vient qu'au cinquième rang de la fertilisation à l'hectare dans la CEE, derrière les Pays-Bas, la Belgique, l'Allemagne et le Danemark.

2. Autre poste déficitaire important : celui des aliments riches en protéines pour les animaux. La production nationale ne couvre que le tiers de la consommation et se trouve dans une grande dépendance envers le soja américain et brésilien. Un recours accru aux sources non conventionnelles de protéines peut contribuer à réduire ce déficit. Pour les ruminants qui peuvent transformer l'azote non protéique en protéines, l'urée et certains sels d'ammonium peuvent se substituer partiellement aux tourteaux, farines de poisson et autres protéines naturelles. Aux États-Unis, ce marché représente plus de 500 000 tonnes d'urée. En France, il est estimé à 100 000 tonnes. Pour les animaux monogastriques, deux acides aminés, la méthionine et la lysine, permettent de diminuer la ration de protéines naturelles. La France est le premier producteur mondial de méthionine, obtenu par action de méthylmercaptan sur l'acroléine; le méthylmercaptan s'obtient par combinaison de méthanol et de l'hydrogène sulfuré; l'acroléine s'obtient par oxydation du propylène. Notre pays occupe la première place en Europe pour la lysine fabriquée par des bactéries élevées sur des mélasses de betterave : des souches japonaises travaillant en Picardie pour nourrir un cheptel européen, c'est là un des premiers miracles de ces biotechnologies dont on parle tant.

3. Troisième poste déficitaire important, celui des importations de bois, notamment sous forme de papier. Situation paradoxale lorsqu'on sait que la forêt française représente presque la moitié des surfaces boisées de la CEE. La revitalisation de la filière bois passe en partie par la chimie avec la fertilisation des sols forestiers, la protection phytosanitaire des peuplements, l'amélioration des qualités technologiques des bois, l'élaboration de la pâte à papier.

Exportations

Le blé représente le poste majeur de nos exportations agro-alimentaires. Rappelons

que le rendement moyen à l'hectare est passé de 17,8 quintaux, en 1950, à 52 quintaux en 1980; dans le même temps, la consommation d'engrais à l'hectare de blé passait de 35 à 108 kilos.

Engrais et phytosanitaires, notamment les désherbants, ont fortement concouru à l'explosion du maïs qui représente un atout majeur pour notre élevage bovin et nos exportations de viandes. Sur les sols blancs, comme ceux de la Champagne, chimistes et chercheurs de l'INRA ont mis au point le paillage avec des films de polyéthylène photodégradables. Cette technique, facteur indéniable de sécurisation des récoltes, comme on a pu le constater cette année encore avec un printemps froid, représente un apport original.

Cependant, l'accroissement de nos exportations en agro-alimentaire doit surtout se faire par une transformation plus électorale de nos produits agricoles. Malgré l'importance des résultats déjà acquis (l'agro-alimentaire est le second secteur industriel, avec 220 milliards de chiffre d'affaires) d'immenses efforts restent à accomplir et le rapport présenté, en 1979, par François Gros, François Jacob et Pierre Royer sur les sciences de la vie et de la société soulignait, entre autres, que son « *essor nécessite... un renforcement de ses liaisons de plus en plus étroites avec d'autres secteurs industriels : chimie, pharmacie, Mécanique, informatique et automatique* ». Il soulignait plus particulièrement que les industries agro-alimentaires « *sont d'importantes demanderesses de résultats scientifiques concrets de la biologie de base et de la biologie appliquée* ». En termes plus directs, Francis Lapatte, de l'Association Nationale des Industries Alimentaires, explique : « *la cuisine a toujours été delà chimie. L'industrie alimentaire, c'est la même chose. Jusqu'ici, elle a utilisé les techniques mécaniques classiques comme le broyage, la chaleur ou le froid, afin d'accommoder les aliments. Les possibilités de traitement biotechniques ouvrent pour l'avenir des perspectives fabuleuses* ».

Les fermes de progrès

Avant d'évoquer ces perspectives du long terme, je voudrais mettre en relief l'initiative prise par un groupe chimique national, en mars dernier, avec son opération « ferme de progrès ». 36 exploitations agricoles ont été sélectionnées dans les principales régions françaises et les résultats de Leur gestion vont être suivis durant trois ans. Les agriculteurs pourront ainsi vérifier, sur une exploitation comparable à la leur, comment il faut tirer le meilleur parti des facteurs quiconcourent à la rentabilité : semences, engrais, phytosanitaires, équipements, organisation des travaux. Le livre de gestion tenu par l'exploitant consigne notamment les diverses interventions culturales, fertilisation et traitements, ainsi que les facteurs qui peuvent influencer les résultats, en particulier la température et la pluviométrie.

III. Les promesses à long terme

Les fermes de progrès s'inscrivent dans le mouvement d'agriculture de fin du XX^e siècle qui, pour reprendre une expression employée par Jacques Poly, en 1977, dans son rapport « Réalités et perspectives en recherche agronomique », sera une « agriculture à valeur ajoutée biologique maximale ou optimale », encore plus productive qu'aujourd'hui. Pourquoi ce caractère productiviste ? Parce qu'à la nécessité de faire face à la triste réalité de la faim dans le monde, il lui faudra, de surcroît, fournir des matières premières à finalité industrielles pour répondre à des besoins énergétiques, technologiques et surtout chimiques. J. Poly se réfère, dans son rapport, à l'Académie des Sciences des USA qui envisage qu'à l'horizon 2020, 30 % des produits indispensables à ce qu'on appelle aujourd'hui la pétrochimie proviendront de l'agriculture.

Pétrole, gaz, charbon et biomasse

Ici, le chimiste industriel devient perplexe dans l'affectation qu'il doit faire de ses ressources, toujours rares, à la recherche et à l'investissement pour prendre à temps les opérations qui s'avèreront bénéfiques sur le long terme, pour lui-même et pour son marché agricole.

Il sait, d'expérience, combien la chimie organique s'est, par le passé, appuyée sur les ressources de la biomasse. Les premières fibres non naturelles ont été fabriquées par traitement chimique de la cellulose.

Le premier polyéthylène a été obtenu par polymérisation d'éthylène en provenance d'alcool éthylique de fermentation. Au temps des premières bakélites, le formol, via le méthanol, provenait de la pyrolyse du bois, de même qu'une partie du phénol. Le polyamide 11, initialement et encore pour partie, dérive de l'huile de ricin. Aujourd'hui encore, aux États-Unis, une part importante de l'éthanol et, en moindre proportion, du butanol et de l'acétone, est obtenue à partir de la biomasse.

Il sait qu'en théorie, toutes les synthèses de chimie organique peuvent être opérées à partir de la biomasse. Les hydrocarbures et le charbon ne sont-ils pas d'ailleurs une biomasse fossilisée, métarmorphisée ? Comme celle du charbon, la macromolécule du bois et des déchets végétaux comme les pailles peut-être craquée par pyrolyse ou dépolymérisée par liquéfaction hydrogénante ou encore gazéifiée en un mélange d'hydrogène et d'oxyde de carbone susceptible de donner de l'ammoniac et du méthanol. Elle se prête aussi à l'hydrolyse qui permet d'obtenir du glucose dont l'hydrogénation aboutit à l'éthylène, au propylène, aux glycols.

En plus de cela, qui est classique, le chimiste industriel se trouve devant les nouvelles percées du génie biologique. L'utilisation des enzymes et celle d'autres

molécules protéiques, comme les levures, relève de biotechnologies que l'humanité pratiquait empiriquement depuis la plus haute Antiquité dans les fermentations lactiques et alcooliques. Aujourd'hui, la production de glucose à partir d'amidon, la transformation du glucose en fructose, la production d'acides aminés à partir du lait ou du soja, représentent déjà des applications industrielles non négligeables des enzymes. Mais, les recherches pour fixer ces enzymes sur des supports insolubles et les rendre utilisables comme catalyseurs dans des réacteurs à flux continu peuvent élargir considérablement leur champ d'application.

Par ailleurs, la fabrication des antibiotiques, des hormones et des vitamines a fait accomplir de gros progrès à la production de bactéries *in vitro*, notamment par la mise au point de réacteurs spécifiques où les colonies de micro-organismes prolifèrent dans des milieux nutritifs liquides. Faire travailler les bactéries n'apparaît plus utopique, depuis que les progrès de la génétique moléculaire permettent de modifier leur information héréditaire et de les transformer, en quelque sorte, en réacteurs programmables.

Ainsi, dans ses relations avec l'agriculture, l'industrie chimique se trouve-t-elle engagée dans un processus d'échanges de plus en plus complexe. D'une part, il lui faut prévoir quelles sont les meilleures voies qui, à partir de bases traditionnelles, lui permettront d'apporter à l'agriculture française, à un meilleur prix et avec garantie d'approvisionnement, les aides chimiques dont elle a besoin. D'autre part, elle doit prévoir ce que cette agriculture pourra lui fournir en complément des matières classiques. Il est évident qu'un pays comme la France, pauvre en ressources locales d'hydrocarbures et de charbon, doit étudier avec beaucoup d'attention les possibilités d'une chimie sur biomasse; mais l'aspect économique lui-même, dépendant largement du reste du monde, sera décisif sur ces orientations qui fourmillent encore de points d'interrogation.

Retour des engrais azotés vers la carbochimie ?

Ce sont les hydrocarbures, pétrole et gaz divers, qui constituent toujours la voie la plus simple pour faire l'ammoniac, les produits organiques et les polymères dont l'agriculture a besoin. Leur prix constitue donc le système de référence pour l'évaluation de tout procédé non pétrochimique. Leur évolution à long terme ne peut être prévue avec certitude. Pour certains, il y a tendance à la stabilisation ou même à la baisse sur le long terme. Pour d'autres, il ne faut pas se fier à la surabondance actuelle et la prudence commande d'étudier les procédés de substitution, en faisant tourner des unités industrielles assez rapidement multipliables si l'évolution les rend

rentables. Ainsi, les pouvoirs publics ont-ils demandé au groupe CdF de leur établir une proposition d'investissements pour un programme de synthèses chimiques à opérer à partir d'un gaz de synthèse obtenu par gazéification du charbon. Pour le sujet qui nous concerne, une étude est en cours sur la faisabilité d'un projet relatif à la production de 300 à 400 tonnes/jour d'ammoniac par gazéification de 200 à 300 000 tonnes de charbon par an. On en connaîtra les conclusions avant un an. Si elles sont positives, il faudra quatre ans pour réaliser le projet.

Fixation biologique de l'azote

Le retour éventuel à une carbochimie des engrais azotés, qui sera surtout un facteur de sécurisation des approvisionnements dans un domaine stratégique, ne fera pas disparaître le souci d'utiliser au mieux ces engrais. Il en faut 0,25 tep pour obtenir 2 tep de blé en produits nobles. Aussi s'efforce-t-on d'élargir l'intensité et le champ de la fixation biologique de l'azote de l'air telle que savent le faire les cyanobactéries et les bactéries photosynthétiques, ou encore les rhyzobiums qui vivent en symbiose avec les plantes hôtes comme le trèfle, le haricot, le soja, ou des spirilles qui sont associées aux racines du riz et du maïs, ou les micorhizes qui vivent en symbiose avec les racines des hêtres et des chênes. Les recherches visent à transférer ces micro-organismes fixateurs sur les céréales, les betteraves, les pommes de terre... à augmenter, par mutation génétique, leur capacité de fixation de l'azote non combiné, à transférer dans les plantes elles-mêmes les gènes « nif » de fixation de l'azote. Rien de cela n'est utopique, mais il est difficile d'assigner des délais à la réalisation de ces espoirs ambitieux.

Bioconversion des ressources et déchets celluloseux

Parmi les potentialités raisonnables, l'exploitation de la biomasse constituée par les bois, les pailles et déchets amyliques paraît d'autant plus abordable qu'elle donne déjà lieu à un certain nombre d'applications. Je ne parle pas ici de la gazéification de cette biomasse, analogue à celle du charbon.

Je ne parle pas non plus de l'exploitation énergétique de cette biomasse : méthanisation à la ferme, alcool carburant. Ce n'est pas du domaine direct de l'industrie chimique. Celle-ci, toutefois, est consommatrice d'alcool. Dans la biomasse disponible, la cellulose, l'hémicellulose et la lignine peuvent fournir, dans un état thermodynamique moins dégradé que celui de l'alcool, des intermédiaires intéressants.

J'ai déjà mentionné l'intérêt de l'hydrolyse de la cellulose pour l'obtention du glucose transformable en éthylène, propylène,

glycols. Le procédé classique à l'acide peut être amélioré. On étudie aussi l'utilisation, comme catalyseur, d'une enzyme, la cellulase, celle-là même qu'utilisent les micro-organismes pour faire disparaître le bois des arbres morts.

L'hémicellulose, celle de l'épi de maïs, du son de l'avoine, des bagasses de canne à sucre, bref, de tout ce qui emballe l'amidon, le glucose et les lipides des produits agricoles, est d'ores et déjà transformée en furfural et divers composés de la famille du furane qui constituent des solvants, des intermédiaires de synthèse, des réactifs pour plastiques de condensation... Cette utilisation pourra être développée.

Quant à la lignine, elle sert depuis un demi-siècle de matière première pour la synthèse de la vanilline. D'autres produits phénoliques pourraient être obtenus, à partir d'elle, ainsi que des polyols. On pense à utiliser des lignophosphates pour la récupération assistée du pétrole. Traitée au sulfate de soude, la lignine peut remplacer

le carbon black dans les caoutchoucs S.B.R. Bien qu'elle soit difficilement dépolymérisable par les micro-organismes, des recherches sont en cours associant un chimiste, l'Université de Compiègne et la DGRST pour l'obtention de phénols par biotechnologies.

* *

Les domaines d'intérêt que j'ai évoqués, assez peu sensationnels au regard de beaucoup d'autres présentés par la littérature spécialisée, exigent néanmoins, pour s'ouvrir au progrès industriel, une intensification de la communication entre les disciplines scientifiques et branches industrielles concernées; l'industrie chimique se trouve ici devant une situation de dispersion qu'elle n'a pas connue à ce point dans le passé.

En outre, l'opinion publique doit être convenablement prévenue de ces nouvelles orientations. Traiter massivement des déchets, faire travailler des millions de microbes, qui ne se reposent jamais et prolifèrent de façon explosive, peut poser

des problèmes d'environnement. Le préfixe « bio » de biomasse et biotechnologie ne peut écarter, comme par magie, les nuisances du champ de ces activités.

Depuis plusieurs années, les engrais azotés sont accusés d'être le principal facteur de pollution des nappes phréatiques, bien qu'une commission mise en place par les ministères de l'Agriculture et de l'Environnement, en 1980, ait montré que l'azote des engrais n'entraîne que pour 20 % dans la pollution par les nitrates. Cet exemple de décalage entre le constat scientifique et la traduction imaginaire de la réalité, ainsi que la difficulté de faire apprécier le solde positif des avantages par rapport aux inconvénients, montre qu'agronomes, agriculteurs et chimistes sont désormais associés dans le même combat pour assurer la qualité des produits agro-alimentaires quant aux exigences hygiéniques, diététiques et organoleptiques, ainsi que pour protéger et conserver l'espace rural... sans oublier (car les Français y tiennent toujours autant) l'amélioration de notre niveau de vie.

G.A.M.S.

Prochaines réunions prévues

XX^e Séminaire de spectrochimie III^e Réunion franco-italienne de spectrométrie atomique (Florence, 4-6 octobre 1982)

Chaque année, la Commission de spectroscopie atomique du G.A.M.S. organise une réunion commune avec le Centre de Recherche Spectrochimique de l'Association Italienne de Métallurgie (CRS-AIM).

Les thèmes de cette réunion de Florence, du 4 au 6 octobre, porteront principalement sur « les nouvelles applications en absorption atomique, diffraction X, fluorescence X, émission atomique par sources plasma, analyse de surfaces et les méthodes nucléaires, etc. ».

Réunion du Groupe de travail « Instrumentation et méthodes nucléaires d'analyse ». Journée du jeudi 7 octobre 1982, à Paris (au siège du G.A.M.S.).

Il n'y a pas de thème particulier pour cette réunion, mais quelques sujets d'exposés et (ou) de discussions ont été suggérés :

Pour l'instrumentation :

- Spectrométrie à haute résolution de particules émises lors de réactions nucléaires.
- Problèmes divers d'acquisition de données.
- Installations ultra-vide auprès des accélérateurs, contaminations des surfaces.

Pour les problèmes analytiques :

- Analyse très localisée : problèmes posés, méthodes utilisables.
- Intérêt, spécificité des méthodes nucléaires pour l'analyse de matériaux (en particulier, semi-conducteurs).

Réunion de la Commission « Spectrométrie de masse ». Journée du mardi 9 novembre 1982 (Ecole Polytechnique, Palaiseau)

La réunion aura lieu sur le thème : « Physicochimie des ions organiques en phase gazeuse ». « Techniques complémentaires au spectromètre de masse magnétique classique ».

Mesucora 82 : Journées du G.A.M.S. des 6 et 7 décembre 1982

- A. Journée du 6 décembre : « L'Informatique au service de l'analyste ».
B. Journée du 7 décembre : « Méthodes modernes d'analyse des surfaces ».

Réunion commune de la Commission « Spectrométrie atomique » et du Groupe de travail « Analyse des particules » Journée du 8 décembre 1982

La réunion sera consacrée à l'échantillonnage, avec la participation de M. Gy. Une Table ronde aura lieu l'après-midi.

- Pour toutes réunions, renseignements complémentaires : G.A.M.S., 88, boulevard Malesherbes, 75008 Paris. Tél. : 563.93.04.