



Culture scientifique et efficacité

PIERRE CASTILLON

L'ingénieur moderne assemble, au cours de son travail, différents savoirs orchestrés autour d'une compétence de base.

En quelques dizaines d'années, l'ingénieur est devenu réaliste et pluraliste. Réaliste parce qu'il intègre les coûts de sa recherche dans son évaluation de l'intérêt de son projet et que la pression de la rentabilité l'oblige à interroger tous les matins son miroir sur la valorisation de son travail. Nous le regrettons tous, mais la concurrence mondiale a réduit le coin de ciel bleu scientifique que l'ingénieur pouvait explorer il y a encore quelques années. Il n'y a plus de savants Cosinus dans nos laboratoires de recherches : ils ont pris...la tangente !

Pluraliste parce qu'il est un assembleur de techniques : l'ingénieur est aujourd'hui maître d'œuvre et aussi maître d'ouvrage. Cette nécessité est apparue avec la généralisation d'un outil informatique indispensable à la modélisation des phénomènes et au perfectionnement des procédés. Après l'informatique, l'ingénieur a appris à amalgamer d'autres disciplines. Ainsi, en prospection pétrolière, l'ingénieur associe les techniques optiques, les programmes informatiques de traitement d'image, la géologie et la géochimie, et des connaissances de mécanique ; le pharmacien utilise les mêmes techniques, en substituant la chimie fine et la physiologie à la géologie. La diminution des méga-gisements de pétrole et la nécessité d'optimisation des principes actifs imposent une recherche plus fine et à cette fin, des associations de compétence. D'où la constitution d'équipes pluridisciplinaires. Là aussi, plus de savant Cosinus travaillant isolé dans le silence de son officine.

Les considérations environnementales, les contraintes de sécurité, la pression des consommateurs amplifient les exigences dont il faut tenir compte en amont du développement. La culture de l'ingénieur s'est élargie.

Bel et bon. Nécessité fait loi. J'ai toutefois une certaine nostalgie des

spécialistes chevronnés de naguère. D'autant que je reste persuadé que la compétence initiale de base dans un domaine bien maîtrisé est une nécessité initiale pour l'efficacité du travail de l'ingénieur. La réalité reste d'exploration difficile et sans connaissance fine initiale, il n'est pas de bonnes réalisations.

La pluri-orientation vient avec l'expérience et il me semble désolant de voir certains ingénieurs papillonner trop jeunes et se disperser dans des orientations multiples. S'il est bon de connaître un minimum de gestion, cette connaissance peut être acquise plus tard dans le cours de leur carrière. L'industrie désire des ingénieurs immédiatement opérationnels et cette efficacité repose initialement sur des bases scientifiques et techniques solides.

Même l'informatique, indispensable, est devenue la langue d'Ésope. Les possibilités documentaires qu'elle procure ne remplacent pas les connaissances de base. Socrate s'inquiétait déjà de la prolifération de textes écrits ; cette prolifération incitait, selon lui, à la paresse intellectuelle et à la non-mémorisation : «L'écrit est un orphelin dont le père ne peut reporter» écrivait-il.

La découverte, ou plus modestement la résolution d'un problème, résulte d'une alchimie cérébrale encore mal connue, mais qui est le fruit d'une combinatoire personnelle des connaissances. Savoir que la documentation existe n'est pas suffisant. À cet égard, je suis dubitatif quant à l'efficacité de l'implantation d'*Internet* trop tôt dans le cursus scolaire, universitaire ou même dans l'entreprise. *Internet* est, pour l'industrie, un formidable atout si l'utilisateur maîtrise la technique et si son niveau de connaissance lui permet d'en tirer parti.

En une phrase, la pluridisciplinarité apparaît au cours de la carrière par des spécialisations successives où l'exigence de rigueur et de savoir-faire est préservée. Mon souhait en tant qu'industriel est que ces exigences soit maintenues dans l'enseignement universitaire et dans les écoles d'ingénieur.

Bien entendu, il nous faut insister sur les qualités de flexibilité, de créativité et d'innovation auxquelles ne prépare pas un savoir mémorisé : il faut privilégier les études permettant l'expérimentation, les remises en cause, les parcours d'obstacles. Citons là-dessus un ministre de l'Éducation nationale :

«Les délégués des différents ministères se sont trouvés d'accord sur tous les points essentiels : développement du côté expérimental de l'enseignement des sciences, la mécanique, la physique, la chimie ; suppression de toutes les questions qui n'ont pas un caractère scientifique élevé, ou qui ne comportent aucune application importante.»

De qui est ce texte, qui a des connotations actuelles ? De Paul Appell. Et il date de... 1904.

Confrontés à la mise au point de procédés et de produits, souvent même à leur prospection sur les marchés internationaux, les ingénieurs doivent assortir leurs capacités créatives d'un rôle d'interface avec les scientifiques de la recherche publique et universitaire, permettant d'assurer une valorisation efficace des avancées de la science. Il faut en citant encore Appell, «... que chacun travaille à développer sa compréhension, sa volonté, son initiative...»

Pierre CASTILLON est Directeur de recherche, technologie, environnement du groupe Elf Aquitaine.



Dérivés d'aïoli

HERVÉ THIS

De délicieuses émulsions faites à partir de n'importe quel végétal, viande ou poisson.

Partons de l'aïoli, le vrai, celui qu'on fait, en Provence, en pilant de l'ail auquel on ajoute de l'huile d'olive, sans addition de jaune d'œuf. C'est une émulsion, c'est-à-dire une dispersion de gouttelettes d'huile dans l'eau de l'ail.

Pourquoi cette sauce est-elle stable (relativement), alors que le mélange d'huile et d'eau se sépare ? Parce que l'ail apporte des molécules dites tensioactives qui enrobent les gouttelettes d'huile et préviennent leur fusion. L'aïoli est une sauce apparentée à la mayonnaise, où les molécules de lécithines, provenant du jaune d'œuf, sont tensioactives.

Éloignons-nous de la recette traditionnelle pour inventer nos premières variations : l'échalote, qui appartient à la même famille végétale que l'ail, contient-il également des molécules tensioactives qui nous permettraient de faire de l'«échalotoli» ? Et de l'«oignoli» à partir d'oignons ? La réponse expérimentale est concluante : il suffit de piler l'échalote ou l'oignon avec de l'huile pour obtenir ces nouvelles émulsions. Au pire doit-on ajouter un peu d'eau, afin de faciliter la réalisation (dans certaines recettes d'aïoli, on conseille, ainsi, d'ajouter un morceau de pain trempé dans du lait). Restera ensuite à imaginer des plats où l'on utilisera ces deux nouvelles sauces. Aux Chefs de jouer...

D'autres végétaux que les liliacées contiennent-ils également des tensioactifs ? Les cuisinières et cuisiniers savent que la moutarde permet, quand on s'y prend bien, de réaliser des vinaigrettes émulsionnées : la moutarde, aussi, contient des molécules tensioactives utiles à la stabilisation des émulsions. Mais dans les autres végétaux ?

Toutes les cellules, qu'elles soient végétales ou animales, contiennent des compartiments limités par des membranes : ces dernières sont composées de molécules de phospholipide, avec une queue lipidique, insoluble dans l'eau, et une partie soluble dans l'eau. Dans les cellules vivantes, ces molécules de phospholipides forment des doubles couches, parce que les queues hydrophobes se regroupent, tandis que leurs têtes hydrophiles sont au contact de l'eau, dans les

divers compartiments cellulaires. Ces molécules abondent et ce sont de bons tensioactifs. Pourrait-on les utiliser pour monter une émulsion ?

Pilons, par exemple, une courgette, en ajoutant de l'huile goutte à goutte : nous obtenons une sauce épaisse que, par analogie, nous nommerons «courgettoli». Puis, passons du règne végétal au règne animal : les cellules animales contiennent aussi des membranes. Pilons un cube de viande bœuf en ajoutant de l'huile : nous obtenons du «boeufoli». Ainsi, de n'importe quel végétal ou animal, nous savons que nous pouvons faire une sauce



Les cellules végétales ou animales sont pleines de membranes, composées de molécules tensioactives (en haut, les membranes d'une mitochondrie, organe de respiration des cellules). Ces molécules se disposent de sorte que les parties insolubles dans l'eau ne soient pas au contact de l'eau (en bas).

émulsionnée, pour peu que nous libérions les molécules de phospholipides, en les pilonnant, par exemple, avec de l'huile (nous devons ajouter un peu d'eau, en début de préparation, quand les ingrédients choisis en contiennent trop peu).

Notons que les molécules de phospholipides ne sont pas les seules molécules tensioactives des cellules végétales ou animales : les protéines, également, ont souvent de bonnes propriétés émulsifiantes. La preuve : un blanc d'œuf fouetté avec de l'huile forme une émulsion remarquablement stable... mais d'une piètre saveur : le blanc d'œuf et l'huile n'ont rien

de bien savoureux. En revanche, les molécules de protéines contribuent à la stabilité des diverses sauces que nous pouvons confectionner à partir de viande, de poisson ou de végétaux.

Des émulsions, passons maintenant à des systèmes physiques analogues : les mousses, composées de bulles d'air dispersées dans un liquide ou dans un solide. Il y a quelques mois, nous avons considéré dans cette rubrique une mousse de chocolat, le «Chocolat Chantilly», que l'on obtient par fouettage d'une émulsion de chocolat. Pourrait-on généraliser le procédé ?

La proposition, ce mois-ci, est l'utilisation du fromage, qui contient une grande quantité de matière grasse et des molécules tensioactives, les caséines, qui servent à disperser les gouttelettes de matière grasse du lait dans celui-ci. Pour obtenir une mousse de fromage, confectionnons d'abord une émulsion de fromage, en chauffant une casserole où nous aurons placé de l'eau et du fromage, par exemple des crottins de Chavignol. Agitons doucement : nous obtenons une sauce lisse et épaisse, que le microscope révèle composée de gouttelettes dispersées dans l'eau (pour avoir un goût plus relevé, nous pouvons remplacer l'eau par du vinaigre concentré par ébullition) : par analogie avec la sauce béarnaise, nous nommerons cette préparation «béarnaise de fromage».

Pour obtenir la mousse souhaitée, reprenons le procédé qui permet de passer de crème (une émulsion de matière grasse du lait dans l'eau) à une crème fouettée : on refroidit en fouettant. Ici, on met la casserole au congélateur pendant une dizaine de minutes, puis on fouette vigoureusement : on obtient alors un «Crottin de Chavignol Chantilly». L'essai a été également réussi à partir de Roquefort, qui a donné du Roquefort Chantilly.

Prochain rendez-vous France Info et Pour la Science le 25 janvier 1997, avec la chronique Info Sciences de Marie-Odile Monchicourt.