



# La création d'entreprise

LINH NUYEN

*En France, beaucoup d'ingénieurs, peu d'entrepreneurs. La société étouffe les vocations.*

**L**es entreprises naissent d'une idée technique : sans innovation, sans percée technologique, il n'est pas de réussite. Toutefois le succès, s'il dépend de ces éléments initiaux rationnels nécessaires, relève aussi de facteurs macro-économiques dont l'entrepreneur n'a pas la maîtrise. La crise actuelle en Asie en est un exemple. La réussite dépend de facteurs hasardeux, que le scientifique, tout au long de ses études, considère comme indésirables. L'esprit entrepreneurial considère que ces risques sont pondérables ou tout au moins croit au vieil adage : qui ne risque rien, n'a rien.

À la fin du XIX<sup>e</sup> siècle et au début du XX<sup>e</sup> siècle, les entrepreneurs français sont légion : les Eiffel, les Claude, les Citroën, les Renault étaient les Bill Gates de l'époque. Ils n'ont pas eu de continuateurs et la France semble avoir perdu une partie de son esprit d'entreprise. Non que ses scientifiques soient moins inventifs, mais que le contexte socio-économico-politique en France est détestable. À qui la faute ? À personne. À tout le monde.

Des cadres de la nation se préoccupent de ce manque d'initiative. Bel et bon. Mais leur attitude intellectuelle est celle de l'entomologiste qui épingle et décrit les rares cas d'entrepreneurs efficaces et chanceux. Il y a plus d'observateurs que de témoins dans les couloirs des ministères, parce qu'il existe plus de candidats à l'ENSA que de vocations de patrons de *start up*. Ce conformisme frileux de la société française est révélé par de petits indices : essayez de louer un appartement si vous n'avez pas les émoluments réguliers d'un fonctionnaire !

L'argent n'est pas le moteur premier des scientifiques qui se lancent dans l'aventure industrielle ; la réussite de l'entreprise leur est plus importante. Mais le risque individuel est énorme. Modernes Palissy, les créateurs misent leur vie matérielle, et tous n'ont pas la réussite de l'inventeur des terres cuites émaillées.

La société française n'a pas compris la mutation : elle garde l'image des patrons

exploitant la masse ouvrière. Les entrepreneurs créateurs d'emplois sont les «nouveaux soldats de la République»... et on peut leur louer un appartement sans trop d'atermoiements. Force est de constater que les bons exemples nous proviennent d'outre Atlantique : nul ne songe à reprocher au Président d'*Intel* de dégager des bénéfices colossaux pour son entreprise et pour lui-même. En France, l'argent a une odeur. Nous faisons semblant de ne pas comprendre que l'entreprise naît avec le concours de l'argent et prospère avec l'argent.

Je ne connais pas d'ingénieurs ou de chercheurs suffisamment riches pour financer entièrement la création et l'expansion de leur entreprise. Ils doivent s'adresser au capital-risque, dont le métier est de prendre ces risques financiers dans l'espoir de gagner beaucoup d'argent en cas de succès afin de compenser les échecs. Et pour gagner beaucoup d'argent, il faut que d'autres investisseurs rémunèrent ces risques. Le marché boursier est alors l'étape la plus logique.

*Hewlett-Packard, Intel, Microsoft...* Ils sont tous passés par là, à la satisfaction de tous. L'argent gagné par le capital-risque est réinvesti dans d'autres créations d'entreprises qui engendrent encore plus d'emplois.

**N**ul n'accepte jamais entièrement les lois du capitalisme et les règles du jeu boursier. L'introduction en Bourse d'une société n'est pas une romance ; présenter un bilan chaque trimestre est astreignant. Pourtant, je ne vois pas d'autre logique que celle qui permet aux individus-actionnaires de choisir l'entreprise où ils veulent faire fructifier leur épargne. Il n'empêche : nombre de scientifiques et de gouvernants pensent encore qu'en Bourse, on gagne de l'argent «en dormant», en profitant de la sueur des autres...

Les devoirs que l'industriel doit remplir vis-à-vis d'actionnaires anonymes semblent, à beaucoup, moins impératifs que la satisfaction des salariés qui sont

la richesse fondamentale de l'entreprise. Ils n'ont pas compris qu'il faut rémunérer l'argent qui permet à une entreprise de se créer et de prospérer. Les jeunes Américains connaissent mieux les règles du jeu capitaliste, ne serait-ce que par les petits boulots qu'ils font pour gagner de l'argent de poche.

Pour lancer une entreprise, il faut un pôle répulsif et un pôle attractif. Dans mon cas, le pôle répulsif a été le Président de l'entreprise industrielle où j'étais salarié. Celui-ci méprisait par trop la technique qui, pour moi, ingénieur et chercheur, est l'assise d'une entreprise de haute technologie. J'ai relevé le défi. Le pôle positif a été l'émulation : des amis créaient leur entreprise aux États-Unis, des parents arrivaient ruinés du Vietnam et leur dynamisme m'a galvanisé.

La question reste posée : comment augmenter le nombre de créations d'entreprises ? Ne rêvons pas, le succès résultera d'un effort patient. Je ne crois guère à l'entière efficacité des lois incitatrices et des primes diverses. J'aurais plus foi en l'émulation créée par des exemples de succès industriels et financiers.

**E**t si c'était à refaire ? Aurais-je franchi le pas ? Lorsque par orgueil et avec un brin de folie, j'ai lancé mon entreprise, je ne connaissais pas toutes les difficultés que j'allais affronter. Néanmoins, ayons confiance : les difficultés courantes d'une entreprise se résolvent avec du bon sens et une dose d'humilité. J'ai appris à vendre, à gérer, et je reste convaincu qu'un scientifique, qui a intégré les règles du jeu, fait un bon créateur d'entreprise.

**Linh NUYEN, ex-chercheur au CNRS, est président de la Société PICOGIGA qui fabrique des transistors à arsénure de gallium, plus rapides et moins «bruyants» que les transistors au silicium. La société a été développée sur la base de techniques qu'il avait mises au point alors qu'il était ingénieur à Thomson-CSF.**

## Lentille à focale variable

*La forme d'une goutte est commandée par la tension électrique.*

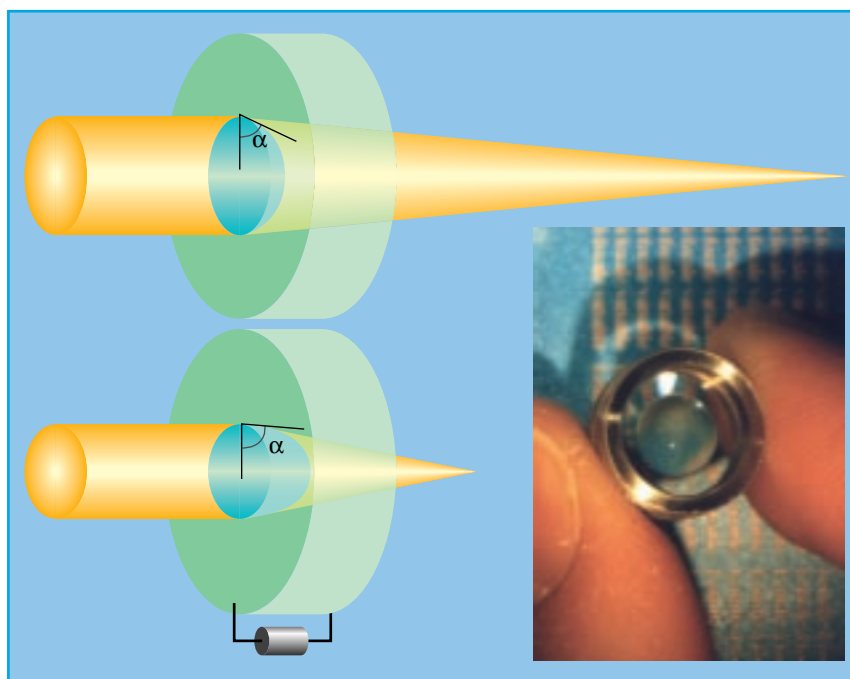
**E**st-il phénomène plus familier que l'étalement d'un liquide sur un solide : applications de peinture sur une surface, dépôts d'encre ou de colorants, etc. ? Le liquide s'étale plus ou moins sur le substrat solide en fonction de la tension de surface qui mesure l'affinité des molécules du liquide pour celles du solide.

Cette affinité est modifiée par une différence de potentiel électrique appliquée entre le liquide et le substrat : en 1873, le physicien français Gabriel Lippmann a expliqué la déformation électrique d'une goutte de mercure par l'apparition de charges à l'interface du liquide et du substrat.

Aujourd'hui, on amplifie la déformation des gouttes posées sur un isolant en chargeant la goutte électriquement. Nous avons ainsi mis au point une lentille dont la focale varie en fonction de la tension appliquée.

On définit l'étalement d'une goutte sur une surface par l'angle entre la surface et la tangente à la goutte au point de contact (comptée à partir de l'intérieur de la goutte). Pour des surfaces hydrophiles, comme du verre ou du métal, l'étalement d'une goutte d'eau est bon, et l'angle de contact est de quelques degrés. En revanche, lorsque la surface est hydrophobe, comme celle d'une poêle en *Téflon*, les groupes fluorés en surface du *Téflon* ont très peu d'affinité pour les molécules d'eau, de sorte que la tension de surface entre la poêle et la goutte est élevée : la goutte s'étale mal, et l'angle de contact est important, parfois supérieur à 90°.

La variation de cet angle de contact avec la tension appliquée étant rapide et réversible, nous avons eu l'idée de fabriquer une lentille à focale variable. Dans notre dispositif, une goutte d'un liquide à fort indice de réfraction est plongée dans un second liquide conducteur, recouvert d'un film isolant. Les deux liquides ne se mélangent pas, mais possèdent la même densité, de sorte que la lentille, insensible à la poussée d'Archimède, fonctionne bien, quelle que soit son orientation. Confor-



À l'intérieur d'un liquide conducteur (en vert) et sur une surface isolante, on place une goutte de liquide qui ne se mélange pas au premier (en bleu). En l'absence de tension électrique, la goutte prend une forme dictée par l'affinité entre le liquide et la surface. La goutte est alors une lentille à focale longue (en haut). Lorsque l'on place un générateur de tension entre la surface isolante et le liquide conducteur (en bas), les charges modifient la tension superficielle du liquide extérieur et donc la courbure de la goutte : l'angle de contact  $\alpha$  augmente, et la focale de la lentille diminue.

mément à ce qui est observé pour une goutte isolée sur une surface, la tension superficielle entre le liquide extérieur et le film diminue avec la tension, de sorte que ce liquide s'étale. Par réaction, la goutte a le mouvement contraire : elle se contracte. En appliquant une tension, on modifie la forme de la goutte, et donc sa focale.

Cette lentille est l'analogue du cristallin de l'œil humain, lequel accommode des objets à différentes distances. La qualité des prototypes mis au point a été une heureuse surprise : pour un diamètre de pupille identique, la capacité à accommoder (la variation de puissance optique) de la goutte est dix fois supérieure à celle de l'œil humain. À la précision des mesures, la réversibilité est parfaite et deux centièmes de seconde suffisent pour changer la focale. De multiples applications sont envisageables : dans le domaine médical, ces petites lentilles pourraient équiper les endoscopes et, utilisation plus large, les têtes des lecteurs de disques optiques du futur. Un brevet a été déposé.

Bruno BERGE,  
Laboratoire de spectrométrie physique,  
Université Joseph Fourier, Grenoble

## Deux vieux enfants

*Le cerveau des premiers hommes se développait déjà plus lentement que celui des autres hominidés.*

**E**n 1925, Raymond Dart, de l'Université du Witwatersrand, à Johannesburg, annonce que les restes fossilisés d'un crâne d'enfant, nommé l'enfant de Taung, appartiennent à un nouveau genre d'hominidés très anciens, *Australopithecus*. Cet hominidé serait, selon Dart, un proche parent de l'homme, sinon son ancêtre. L'hypothèse de Dart est vivement contestée : un crâne d'enfant ne suffisait pas pour des comparaisons anatomiques entre espèces. Elle fut pourtant confirmée par la découverte de fossiles d'*Australopithecus* adultes (ce genre s'est répandu en Afrique il y a probablement quatre millions d'années).

Aujourd'hui, au contraire, la découverte à Drimolen, en Afrique du Sud, de deux fossiles de très jeunes hominidés

est accueillie avec intérêt par les paléontologues : ils apportent des informations sur le développement des individus de deux genres différents et précisent ainsi leurs relations avec l'homme moderne.

Ces deux enfants, découverts dans les mêmes couches sédimentaires, ont deux millions d'années. L'un, dont il ne reste que quelques éléments du crâne, des dents et de l'avant-bras gauche, appartient à l'espèce *Homo habilis*, la plus ancienne du genre *Homo*, auquel nous appartenons. L'autre est un petit *Paranthropus*, un genre plus proche de l'homme qu'*Australopithecus*, mais qui ne figurerait pas parmi nos ancêtres. Il n'en reste que des éléments de la face. Ce n'est pas la première fois que des vestiges de ces deux genres sont découverts sur un même site : sans nécessairement se fréquenter, ils vivaient dans les mêmes milieux.

Huit autres enfants d'hominidés de ces périodes anciennes étaient déjà connus, mais les deux fossiles de Dri-molen sont les plus jeunes de leurs groupes respectifs. Les restes dentaires et crâniens du petit *Homo habilis* indiquent qu'il est mort à moins de trois ans. La morphologie de son cervelet, déduite de la forme de deux os de son crâne, ressemble déjà beaucoup à celle des enfants actuels. Le diamètre du canal où passait une artère céphalique nous permet de calculer la taille du cerveau de l'enfant : plus gros que celui d'un *Paranthropus*

adulte, mais plus petit que celui d'un *Homo habilis* adulte.

Nous savions que les premiers hommes avaient une capacité cérébrale supérieure à celle des autres hominidés. Nous avons désormais la preuve que le cerveau de nos ancêtres d'il y a deux millions d'années se développait déjà, comme le nôtre, sur une durée plus longue que celui des singes : chez *Australopithecus* et chez le chimpanzé, le cerveau atteint sa taille adulte à l'âge de trois ans. Dès son apparition, l'homme, se distingue ainsi des autres hominidés par une enfance plus longue, et donc par une plus grande capacité d'apprentissage.

Les restes du bébé *Paranthropus*, qui est mort encore plus jeune, précisent son proche apparentement avec l'homme ; c'est notamment le cas de l'os prémaxillaire qui porte les incisives supérieures. Comme chez l'homme, l'os prémaxillaire est petit et se soude très tôt à l'os maxillaire ; ainsi, la face est moins projetée vers l'avant que chez *Australopithecus*. Par ailleurs, tandis que chez *Australopithecus*, les molaires permanentes poussent bien avant les incisives, les incisives permanentes du petit *Paranthropus*, que nous observons au scanner à l'intérieur de l'os, se calcifient en même temps que les premières molaires permanentes, comme chez l'homme.

José BRAGA, Université Bordeaux 1,  
Dominique GOMMERY, Muséum  
national d'histoire naturelle.

## BRÈVES

### Le pont irlandais

Les archéologues pensaient que le savoir-faire des ingénieurs romains d'avant l'an mil de notre ère avait disparu. Cette idée vient d'être abattue par la découverte des restes d'un pont de 160 mètres de long près de Clonmacnoise, en Irlande. C'est la plus grande structure de bois connue pour la période médiévale. Le bois utilisé pour ce pont date de 804 : la construction eut lieu plusieurs siècles avant que les Normands n'imposent leurs techniques.



D.R.

### Des yeux derrière les genoux

On savait que les alternances de sommeil et de veille sont synchronisées avec l'alternance du jour et de la nuit : la lumière reçue par les photorécepteurs de l'œil provoque une série de réactions qui déclenchent le sommeil. Surprise : on perturbe le rythme circadien de personnes bien réglées en éclairant pendant trois heures... la face postérieure d'un de leurs genoux. Ainsi, le rythme circadien serait réglé à la fois par les récepteurs oculaires et par des récepteurs sensibles à la lumière, localisés dans la peau.

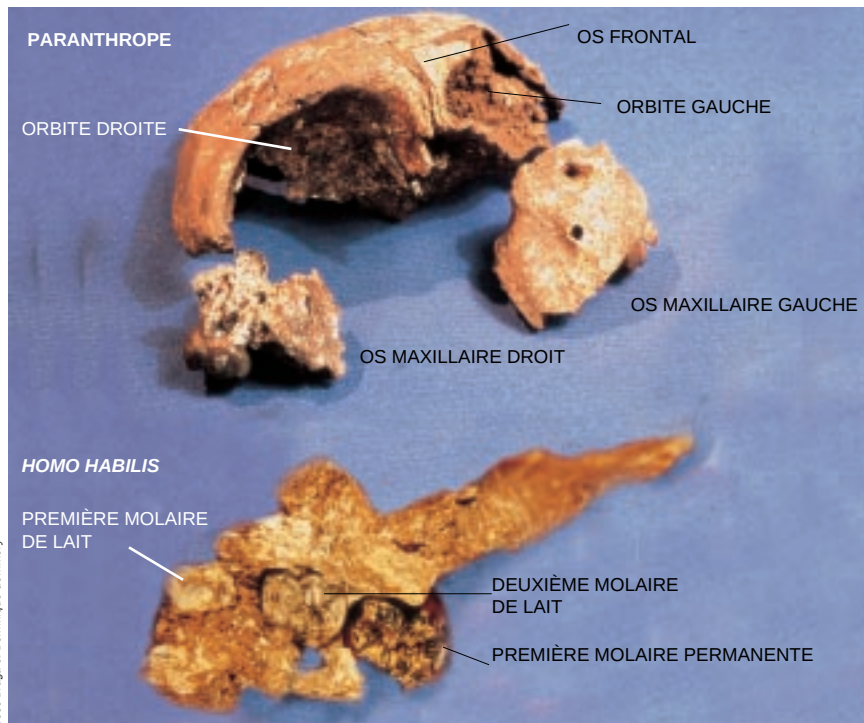
### Étrange étrange...

Plus denses que les naines blanches ou que les étoiles à neutrons, mais moins denses que les trous noirs, les étoiles étranges viennent de s'ajouter au bestiaire cosmique. Ces étoiles, nées de l'explosion de certaines supernovae, seraient presque exclusivement constituées de quarks étranges, les plus petits de tous les quarks. Vladimir Usov, de l'Institut Weizmann, vient d'établir les critères de distinction entre ces étoiles et les étoiles à neutrons. En réexaminant les données, les astronomes pourraient découvrir que certains objets que l'on pensait être des étoiles à neutrons sont en fait des étoiles étranges.

### L'origine de l'eau

Des astronomes français et américains, ont mesuré la quantité de deutérium dans les molécules d'eau de la comète Hale-Bopp, qui s'approcha de la Terre en 1997. Cette quantité étant supérieure à celle mesurée sur Terre, les astronomes déduisent que les comètes ne sont pas l'unique source des océans terrestres.

Suite page 24



Ces os fossiles d'un bébé *Paranthropus* (en haut) et d'un bébé *Homo habilis* (en bas) ont environ deux millions d'années. Les restes du bébé *Homo habilis* montrent qu'il est mort à moins de trois ans : la première molaire permanente est encore logée dans sa crypte osseuse. Elle n'était pas visible chez l'enfant, mais elle apparaît ici parce que la paroi de la crypte a été détruite.

### La fin des chauves?

Afin d'identifier les causes moléculaires de l'alopécie (la perte des cheveux), une équipe internationale a étudié des personnes totalement dépourvues de cheveux et de poils. Leur gène *hairless* est muté. Ce gène, aussi actif chez les hommes que chez les femmes, ne détient certainement pas toutes les clés de l'alopécie, mais il aidera les biologistes à comprendre comment s'organisent les protéines qui participent à la pousse des cheveux et à identifier les étapes incorrectes qui déclenchent leur chute.

### Des instruments en béton

N'en déplaisent aux musiciens, le son d'un instrument à vent ne dépend pas du matériau constitutif de l'instrument : même des musiciens avertis ne dis-



tinguent pas une flûte en béton d'une flûte en métal ou en bois, pourvu que la forme interne et l'état de surface de l'instrument soient identiques. D'où vient alors que, selon les flûtistes, une flûte en or ou en argent sonne mieux qu'une flûte en métal? Sans doute de la facture : les instruments en métal ou en bois précieux sont mieux finis que les instruments en matériaux moins nobles.

### Verre recyclé

Spécialiste des molécules azotées, Yves Laurent, à Rennes, avait observé que les verres de nitrures gonflent quand ils fondent, parce qu'ils libèrent des bulles d'azote gazeux. Le chimiste a alors testé la fusion du verre de récupération additionné de verres de nitrures... et obtenu une mousse de verre, très bon isolant thermique et phonique, très résistant chimiquement et imputrescible. Le nouveau matériau, qui sera produit par les Sociétés Cockerill Sambre et Car Meuse, pourrait remplacer l'amiante.

### La génétique du langage

Environ cinq pour cent des enfants qui se développent par ailleurs normalement ont des difficultés pour s'exprimer et pour comprendre les textes écrits. Les études de jumeaux avaient déjà montré le rôle des facteurs génétiques dans les troubles du langage, mais des généticiens anglais viennent d'en donner la preuve. Ils ont étudié une famille dont la moitié des membres, sur trois générations, ont des troubles du langage, et des difficultés à coordonner les muscles faciaux de la parole. Ils ont localisé sur le chromosome 7 une région impliquée dans ces troubles.

Suite page 26

## Une enzyme artificielle

*Les biologistes fabriquent une enzyme «sur mesure» en modifiant une protéine naturelle.*

**L**es enzymes accélèrent diverses réactions chimiques naturelles. Il en existe toute une panoplie, mais des lacunes interrompent le spectre de ces activités catalytiques. André Ménez, Éric Quéméneur et leurs collègues du Commissariat à l'énergie atomique, le CEA, à Saclay, ont fabriqué l'une des enzymes manquantes, la première protéase artificielle.

Les protéases découpent les protéines spécifiquement à proximité de certains acides aminés : ainsi, l'élastase découpe les protéines à proximité des acides aminés alanine, la trypsine près des acides aminés basiques (la lysine et l'arginine), la chymotrypsine près des acides aminés aromatiques (la tyrosine, le tryptophane et la phénylalanine). En revanche, aucune protéase naturelle ne découpe les protéines près de l'acide aminé proline. La proline est disposée dans les zones charnières où s'effectue le repliement des protéines. L'équipe du CEA a fabriqué une protéase spécifique de la proline à partir d'une enzyme qui reconnaît spécifiquement cet acide aminé, mais qui, normalement, ne découpe pas les molécules qui portent ce groupe.

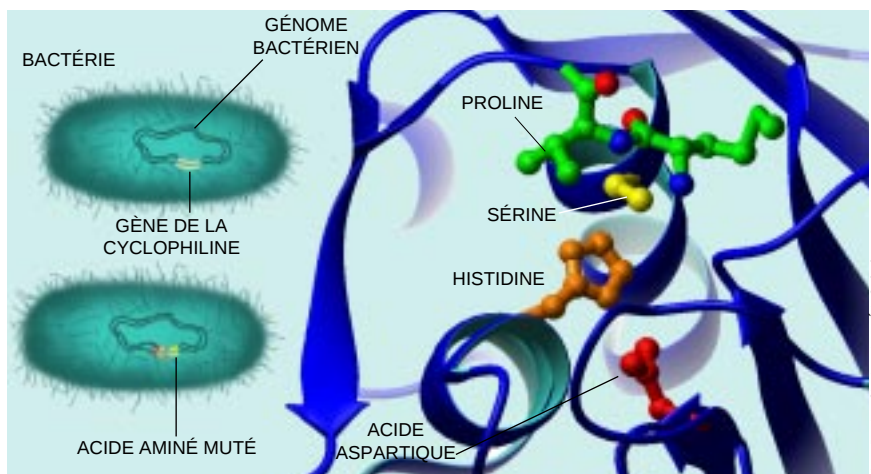
Cette enzyme de départ est la cyclophiline qui, dans tous les organismes vivants, catalyse le repliement des protéines en facilitant la torsion des chaînes autour des acides aminés proline. Comme toutes les enzymes, la cyclophiline a un site actif, une «poche» où s'adapte par-

faitement la proline. Les protéases sont pourvues, en plus de leur site actif spécifique, de «ciseaux moléculaires», souvent une triade de trois acides aminés (une sérine, une histidine et un acide aspartique), la même dans toutes les protéases.

Les biologistes ont modifié la séquence connue du gène de la cyclophiline de la bactérie *Escherichia coli* ; ainsi, dans la protéine que code ce gène, trois acides aminés ont été remplacés par le groupe des trois acides aminés qui assurent l'activité lytique (de «ciseaux») des protéases. Pour choisir l'emplacement de ce trio d'acides aminés, ils ont utilisé la modélisation moléculaire. Effectivement, la nouvelle molécule, la cyproase 1, découpe les protéines à proximité des acides aminés proline.

Quel est l'intérêt d'une telle protéase? Tout d'abord, on dispose ainsi d'un nouvel outil pour le séquençage des protéines. Pour élucider la séquence d'une protéine, on doit la découper en morceaux, ou peptides, avec diverses protéases. Par recoupement des différents peptides obtenus, on détermine l'enchaînement des acides aminés. La cyproase 1 permettra de placer de nouveaux jalons (les acides aminés proline) sur les protéines. Cette enzyme devrait aussi être utile dans le domaine agroalimentaire. Ainsi l'amertume des agrumes provient de petits peptides qui ont une proline à leur extrémité : une protéase spécifique éliminerait la proline, adoucissant l'amertume. Enfin, on peut envisager une application dans le domaine médical : le collagène, une protéine fibreuse, riche en proline, est présent dans les os et dans les tissus conjonctifs. Or, le collagène est anormal dans certaines pathologies. On pourrait utiliser la cyproase 1 pour diagnostiquer, *in vitro*, ces anomalies de structure ou de séquence.

Marie-Thérèse LANDOUSY



La séquence du gène codant la cyclophiline de la bactérie *Escherichia coli* a été modifiée en trois endroits pour que la nouvelle protéine (à droite) codée par le gène muté porte les ciseaux moléculaires que constitue la triade des acides aminés sérine (en jaune), histidine (en orange) et acide aspartique (en rouge). La nouvelle enzyme coupe spécifiquement les protéines à proximité des acides aminés proline (en vert).

Jean-Baptiste Charbonnier et Éric Quéméneur