

tent confidentiels (autant que lors d'un vote à bulletins secrets avec une urne s'il avait été possible). Chacune d'entre elles doit pouvoir calculer le résultat du vote. Comment doivent-elles s'y prendre? On fera l'hypothèse que les cinq personnes, parfaitement honnêtes, ne tentent pas de tricher et qu'elles savent toujours qui leur a envoyé un message (aucun anonymat n'est donc possible dans les communications).

Solution

Chacune des cinq personnes A, B, C, D et E choisit un nombre entier (respectivement a , b , c , d , et e) qu'elle prend multiple de 6 si elle veut voter OUI ou multiple de 6 plus 1 (comme $31 = 6 \times 5 + 1$) si elle veut voter NON. La somme $N = a + b + c + d + e$ sera donc de la forme «un multiple de 6, plus le nombre de voix NON» (par exemple, $604 = 6 \times 100 + 4$ signifie «4 NON»).

Chaque participant choisit maintenant une décomposition arbitraire de son nombre sous la forme d'une somme de cinq nombres entiers :

$$a = a1 + a2 + a3 + a4 + a5,$$

$$b = b1 + b2 + b3 + b4 + b5, \text{ etc.}$$

Chacun communique aux quatre autres un des quatre termes de sa décomposition. Par exemple, A recevra les nombres $b1$, $c1$, $d1$ et $e1$, B recevra $a2$, $c2$, $d2$ et $e2$, etc. La personne A additionne le nombre $a1$ qu'elle n'a pas communiqué, aux quatre qu'elle a reçu et obtient $N1 = a1 + b1 + c1 + d1 + e1$; la personne B additionne $a2 + b2 + c2 + d2 + e2 = N2$, etc. Remarquez que $N1 + N2 + N3 + N4 + N5 = a + b + c + d + e = N$.

Les participants se communiquent alors $N1$, $N2$, $N3$, $N4$ et $N5$ et calculent chacun de leur côté la somme $N1 + N2 + N3 + N4 + N5 = N$.

Si N est «un multiple de 6», c'est que tous ont voté OUI ; si N est «un multiple de 6 plus 1», c'est qu'il y a eu un vote NON ; si N est «un multiple de 6 plus 2», c'est qu'il y a eu deux votes NON, etc.

Si toutes les opérations se déroulent normalement, aucun des participants au vote ne dispose d'informations sur le vote des autres, en dehors de celles déduites normalement du résultat. En effet, connaître la valeur de $b1$ (ce qui est la seule chose que A connaisse du vote de B) ne fournit aucune indication sur le reste de la division par 6 de $b = b1 + b2 + b3 + b4 + b5$, et donc A ne connaît rien du vote de B. Par symétrie, aucun participant ne peut tirer quoi que ce soit concernant le vote des autres des informations qu'il a eues entre les mains.

Nous avons supposé que les participants étaient honnêtes, mais il est inté-

3. LE VOTE PAR TÉLÉPHONE

Comment 5 personnes peuvent-elles voter une motion par téléphone en préservant le secret du vote ?

Pour voter OUI, choisir un multiple de 6 (par exemple 60)

Pour voter NON, choisir un multiple de 6 plus 1 (par exemple 37)

A vote OUI : il choisit 60 qu'il décompose en $\boxed{3} + \boxed{12} + \boxed{30} + \boxed{7} + \boxed{8}$

B vote NON : il choisit 37 qu'il décompose en $\boxed{3} + \boxed{11} + \boxed{11} + \boxed{6} + \boxed{6}$

C vote OUI : il choisit 30 qu'il décompose en $\boxed{10} + \boxed{2} + \boxed{8} + \boxed{5} + \boxed{5}$

D vote NON : il choisit 19 qu'il décompose en $\boxed{3} + \boxed{3} + \boxed{3} + \boxed{9} + \boxed{1}$

E vote OUI : il choisit 42 qu'il décompose en $\boxed{10} + \boxed{11} + \boxed{12} + \boxed{8} + \boxed{1}$

(les décompositions sont arbitraires et laissées au choix de chacun)

La somme est $60 + 37 + 30 + 19 + 42 = 188 = 31 \times 6 + 2$.

Le 2 indique le nombre de NON.

Les nombres de la colonne 1 sont envoyés à A, qui les additionne

$$\boxed{3} + \boxed{3} + \boxed{10} + \boxed{3} + \boxed{10} = 29 = N1$$

Les nombres de la colonne 2 sont envoyés à B, qui les additionne

$$\boxed{12} + \boxed{11} + \boxed{2} + \boxed{3} + \boxed{11} = 39 = N2$$

Les nombres de la colonne 3 sont envoyés à C, qui les additionne

$$\boxed{30} + \boxed{11} + \boxed{8} + \boxed{3} + \boxed{12} = 64 = N3$$

Les nombres de la colonne 4 sont envoyés à D, qui les additionne

$$\boxed{7} + \boxed{6} + \boxed{5} + \boxed{9} + \boxed{8} = 35 = N4$$

Les nombres de la colonne 5 sont envoyés à E, qui les additionne

$$\boxed{8} + \boxed{6} + \boxed{5} + \boxed{1} + \boxed{1} = 21 = N5$$

Les nombres $N1$, $N2$, $N3$, $N4$, $N5$ sont rendus publics.

La somme $N1 + N2 + N3 + N4 + N5$ est calculée. Le résultat est $188 = 6 \times 31 + 2$, et ainsi chaque participant connaît le résultat du vote sans connaître le vote des autres participants.



ressant de savoir si le système proposé est robuste aux tentatives de tricheries.

Deux possibilités de tricherie sont à envisager. Lorsque les cinq personnes font connaître les nombres $N1$, $N2$, $N3$, $N4$ et $N5$, si l'une d'entre elles, par exemple E, connaît les quatre autres résultats avant d'indiquer le sien, elle peut tricher en choisissant d'indiquer pour $N5$ un nombre qui donne une somme $N = N1 + N2 + N3 + N4 + N5$ conforme au résultat qu'elle souhaite. Ce risque est facile à écarter : il suffit, lors de l'échange des nombres $N1$, ..., $N5$, de procéder en deux temps. D'abord A communique $N1$ à B uniquement, B communique $N2$ à C uniquement... E communique $N5$ à A uniquement. Ensuite les nombres sont communiqués à tous. Personne, au moment où il divulgue son nombre, ne connaît tous les autres, donc personne ne peut forcer N à être comme il le désire.

Une autre tricherie est à envisager : un des participants pourrait choisir un nombre qui soit «un multiple de 6 plus 2», ce qui revient pour lui à voter deux fois NON. Toutefois, ce type de tricherie se retournera contre le tricheur si les quatre autres participants choisissent le NON, car alors il y a un total de 6 NON, apparaissant comme un vote à l'unanimité pour le OUI (puisque la somme $N1 + N2 + N3 + N4 + N5$ est un multiple de 6). Un tel résultat serait contraire au désir du tricheur (qui veut faire gagner

le NON). De plus, cette tricherie serait détectée par chaque participant puisque, ayant voté NON, il s'attendra à découvrir, lors du dépouillement, un NON au moins. Lorsqu'une telle tricherie est découverte, les participants, s'ils acceptent de lever le secret du vote, donc de communiquer les nombres qu'ils ont utilisés, sont en mesure de savoir qui a triché. Cette tricherie est donc doublement risquée pour le tricheur : il peut faire gagner le OUI et il est susceptible de se faire repérer. On pourra raisonnablement supposer que personne ne se laisse tenter.

Jean Paul DELAHAYE est directeur adjoint du Laboratoire d'informatique fondamentale de Lille du CNRS.

James ASPNES, Richard BEIGEL, Merrick FURST et Steven RUDICH, *The Expressive Power of Voting Polynomials*, 23rd Annual ACM Symposium on Theory of Computing, 1991, pp. 402-409.

Douglas BLAIR et Robert POLLACK, *La logique du choix collectif*, in *Pour La Science*, p. 104-111, octobre 1993.

Gilles COHEN, *Mathématiques du citoyen : élections piège à...* *Matheux*, in *Tangente*, n° 30, pp. 12-15, janvier-février 1993.

Nicholas FALLETTA, *Le livre des paradoxes*, chapitre 5, éditions Belfond, 1985.

Illusions musicales

SHAWN CARLSON

Des sons pour explorer le fonctionnement du cerveau.

Au cours de l'été 1893, Arthur Nikisch, qui est alors le chef d'orchestre le plus célèbre d'Europe, fait irruption chez Pyotr Ilich Tchaïkovski : il n'aime pas le finale de la sixième symphonie (la *Symphonie pathétique*) de Tchaïkovski, et il réclame un changement.

Les passages incriminés ne sont effectivement pas orthodoxes : Tchaïkovski répartit, en alternance, le thème principal et l'accompagnement entre les premiers et seconds violons ; chaque groupe doit jouer une note sur deux de chaque thème. Nikisch veut que Tchaïkovski, qui prépare alors la pièce pour

la première, réarrange le mouvement, de sorte que les premiers violons ne jouent que le thème principal, et les seconds violons l'accompagnement.

Pourquoi Nikisch était-il si opposé à la partition de Tchaïkovski ? Il est tentant de croire qu'ayant commencé les répétitions, sa colère musicale soit née d'une particularité que les acousticiens ont récemment découverte.

Aujourd'hui la partition originale ne dérange plus, car les premiers et seconds violons sont rassemblés dans l'orchestre ; les deux thèmes semblent provenir du même endroit. Toutefois, il y a un siècle, l'organisation des

orchestres était différente : les premiers violons se trouvaient à la gauche du chef d'orchestre, et les seconds violons à sa droite. Debout au centre, Nikisch a peut-être été assailli des deux côtés par deux ensembles disjoints de sons qui ne s'intégraient pas en un tout harmonieux. J'écris « il a peut-être été assailli », parce que (et c'est là la facette particulière de la perception) tout le monde n'entend pas la musique de la même façon : selon Diana Deutsch, de l'Université de San Diego, la manière dont nous percevons certaines configurations de sons dépend de notre langue maternelle et de notre dominance latérale (droitier-gaucher). Même le dialecte semble déterminant : les personnes du Midi, par exemple, entendent certains arrangements de sons différemment des personnes d'Alsace.

Les mesures contestées de la *Symphonie pathétique* sont un exemple de configurations sonores ambiguës. Le cerveau de la plupart d'entre nous assemble les voix des violons pour former les mélodies voulues par Tchaïkovski. Cependant, le génie singulier de Nikisch pour la direction d'orchestre suggère qu'il distinguait avec une précision extraordinaire les configurations sonores ; il ne se laissait peut-être pas duper par l'illusion.

Aujourd'hui, on peut utiliser ces illusions afin d'explorer le fonctionnement du cerveau. Jusqu'à présent, seule une poignée de psychoacousticiens pouvait faire des expériences, mais D. Deutsch vient de réunir quelques illusions auditives sur un disque compact (Philomel Records, Box 12189, La Jolla, CA 92039-2189 ; téléphone : 001-800-225-1228 ; fax : 001-619-453-4763 ; sur Internet : <http://www.philomel.com> ; 14,95 dollars plus 4,95 dollars de frais de port).

J'ai récemment visité le laboratoire de D. Deutsch et j'ai fait l'expérience de ces illusions. Mon initiation a commencé par l'illusion de l'octave. Dans un casque stéréophonique, j'ai écouté une configuration simple : deux notes séparées par une octave étaient émises dans le casque, d'abord la note grave dans l'écouteur gauche et la note aiguë dans l'écouteur droit, puis la note aiguë dans l'écouteur gauche et la note grave dans l'écouteur droit, et à nouveau la confi-



Corbis-Bettmann



Dover Publications



Glinka Museum, Moscou

1. Le chef d'orchestre Arthur Nikisch (en haut) réécrivit une partie de la *Symphonie pathétique* de Tchaïkovski, de sorte que le premier violon joue *fa, mi, ré, do, si*, et le deuxième *si, la dièse, sol dièse, mi dièse, mi*. La partition originale (ci-dessus) de Tchaïkovski (à droite) fait jouer *si, ré, sol dièse, do, mi dièse* par le premier violon, et *fa, la dièse, ré, mi dièse, si* par le second. L'objection de Nikisch pourrait avoir pour origine un caractère particulier de la perception humaine des sons.



Corbis-Bettmann

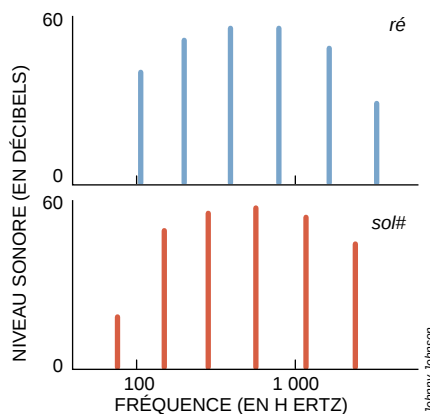
guration initiale, etc. J'ai eu l'impression d'une alternance entre une note haute unique, toujours perçue par l'oreille droite, et une note basse unique toujours perçue par l'oreille gauche. Quand j'invertissais les écouteurs du casque, l'impression ne changeait pas.

D'après D. Deutsch, cela signifie que je suis un vrai droitier, dont l'hémisphère gauche du cerveau est dominant. La plupart des signaux captés par l'oreille droite sont envoyés à l'hémisphère cérébral gauche, où les neurones déchiffrent leur tonalité, tandis que l'hémisphère droit traite essentiellement les signaux de l'oreille gauche. Ensuite, un ensemble indépendant de neurones analyse l'origine spatiale des sons. Les neurones utilisent la fréquence pour localiser les sons ; ils attribuent la source à l'oreille qui reçoit la tonalité la plus aiguë. Ce mécanisme engendre le paradoxe : le cerveau attribue l'origine du son à l'oreille dominante, de sorte que c'est de cette oreille que semble venir le son aigu.

Les personnes dont les hémisphères sont plus équilibrés que les miens (la plupart des gauchers et quelques droitiers) entendent cette illusion assez différemment. Les gauchers ont la même probabilité d'entendre le son aigu dans les deux oreilles, et une probabilité deux fois supérieure aux droitiers d'entendre des configurations plus complexes où soit les notes changent de tonalité, soit le son le plus aigu alterne entre les deux oreilles.

Quand on réduit le volume sonore dans l'écouteur de droite, on diminue la stimulation de l'hémisphère gauche et, ainsi, on déplace l'équilibre vers l'hémisphère droit. Pour un certain volume, l'illusion change, même pour les plus droitiers des droitiers. La même procédure devrait permettre aux gauchers de percevoir l'illusion (l'expérience n'a pas encore été faite), et l'on mesure la dominance hémisphérique à la différence de volume entre les deux écouteurs nécessaire pour modifier la perception du sujet.

Pour faire l'expérience, choisissez d'abord un volume sonore modéré ; puis réglez la «balance» de l'amplificateur jusqu'à ce que la perception semble s'inverser. À l'aide d'un audiomètre (que vous pourrez vous procurer dans un magasin spécialisé ou que vous pourrez bricoler à l'aide d'un microphone et d'une autre chaîne stéréophonique), mesurez l'intensité dans chaque écouteur. Répétez la procédure avec plusieurs personnes et faites la moyenne des résultats ; puis tracez l'histogramme de cette moyenne pour une trentaine de droitiers (ou de gauchers), et vous découvrirez quelque chose de fonda-



2. On construit des paires de tons ambigus par combinaison de plusieurs notes. Ici les sons ré et sol dièse, d'octave ambiguë, sont constitués de six ré et de six sol dièse sur plusieurs octaves.

mental sur la manière dont les cerveaux des droitiers (ou des gauchers) sont structurés.

PARADOXES SONORES

Poursuivez par exemple vos études avec le paradoxe du triton de D. Deutsch. Ce paradoxe utilise des sons engendrés par ordinateur et construits à partir d'une même note (ré, par exemple) : chaque son est composé par la superposition de cette note jouée simultanément sur cinq octaves (voir la figure 2). Un tel son est ambigu : les sujets perçoivent le son comme un ré, mais n'arrivent pas à déterminer l'octave à laquelle il appartient. Le paradoxe se produit lorsqu'un deuxième son, construit de la même manière, est joué immédiatement après le premier. Cette deuxième note est choisie à six demi-tons (soit six touches de piano, en tenant compte des touches noires, soit un intervalle triton) de la première : un ré serait suivi d'un sol dièse. Comme aucune des deux notes ne contient d'information sur l'octave, on ne perçoit pas bien laquelle des deux est la plus aiguë. Certaines personnes jugent que le sol dièse est plus bas que le ré ; d'autres l'entendent plus haut.

Selon D. Deutsch, la sensation que l'on a dépend du pays d'où l'on vient. En outre, les enfants entendent généralement comme leur mère. Apparemment, la langue que l'on a entendue en grandissant détermine la façon dont le cerveau traite ces tons.

De tels effets ont été rarement explorés. Comment les habitants des différentes régions du Globe réagissent-ils ? Différentes générations donnent-elles différentes réponses ? On l'ignore. Aussi, en enregistrant les réactions de vos amis au paradoxe du triton, vous

contribuerez à l'avancement de la science.

L'illusion que je préfère, dans le disque de D. Deutsch, est celle que nous nommerons «high-low» («haut-bas»). D. Deutsch a d'abord enregistré les mots «high» et «low» ; puis elle a constitué une piste stéré continue où les deux mots alternent rapidement entre les deux haut-parleurs. On croit alors entendre des phrases, mais les mots ne sont pas reconnaissables.

Après quelques secondes d'écoute de cette étrange cacophonie, le cerveau commence à imposer un ordre périodique à ce chaos. Par exemple, j'ai cru entendre des mots et des phrases distincts : d'abord «blank, blank, blank» (soit blanc, blanc, blanc) ; puis «time, time, time» (temps, temps, temps). Puis «no time» (pas le temps), «long pine» (grand pin), et «any time» (n'importe quand). Je fus ensuite étonné d'entendre une voix d'homme qui ne venait que de l'écouteur de droite ; avec un accent australien caractéristique, elle disait «Take me, take me» (Emmène-moi).

Cette illusion révèle-t-elle des pensées inconscientes ? Je vous engage à faire l'expérience. Vous pouvez, notamment, mesurer le temps que vos cobayes mettront à entendre des mots de votre choix après que vous les aurez suggérés. N'hésitez pas à m'envoyer vos résultats.

Revenons maintenant à Tchaïkovski, qui mourut quelques mois après avoir rencontré Nikisch, ayant refusé d'obtempérer. Nikisch réécrivit les passages contestés et créa, de ce fait, une version particulière de la *Symphonie pathétique*. Quelques chefs d'orchestre modernes continuent d'utiliser sa partition révisée. Ils se privent de l'illusion sonore voulue par le Maître.

La Society for Amateur Scientists et D. Deutsch ont mis au point un coffret d'expérimentation pour aider les amateurs à contribuer à la psychophysologie. Il comprend le disque présenté dans l'article, une cassette audio pour tester les aptitudes perceptives, des instructions détaillées et des feuilles de collecte de données qui permettent de réaliser des expériences originales et de collaborer avec l'équipe de l'Université de San Diego. Le coût est de 24,95 dollars, plus 5 dollars de port, à l'ordre de la Society for Amateur Scientist, 4951 D Clairemont Square, Suite 179, San Diego, CA 92117. Des informations supplémentaires sont données sur le site Internet <http://www.thesphere.com/SAS/>

Parasitisme en série

Les pucerons ont, comme la plupart des insectes, tout un cortège d'ennemis. Parmi ceux-ci figurent les parasitoïdes, hyménoptères aphidiines ou aphelinides. Ils ont un rôle évident dans la limitation des populations d'aphides. Quelle que soit la famille à laquelle ils appartiennent, l'objectif de ces habiles pourfendeurs est le même : pondre un œuf dans un puceron hôte.

Toutefois leur stratégie d'approche diffère. Les *Aphidius* (voir la figure 1), à l'ovipositeur court, optent pour l'attaque de front ; palpation prudente des antennes d'abord, puis estocade rapide après retournement de l'abdomen. Les *Aphelinus* (voir la figure 2), à l'ovipositeur plus long, après une reconnaissance de l'hôte, font volte-face... et pondent à reculons ! Deux manières pour arriver au même but.

Le puceron offrira le gîte et le couvert à la larve parasite qui accomplira tout son cycle à l'intérieur de son hôte. Peu avant la nymphose, elle tissera un cocon (*Aphidius*) qui donnera à l'enveloppe éparse du puceron un aspect parcheminé, momifié, totalement dévoré à l'intérieur (voir la figure 3).

L'histoire pourrait bien se terminer ainsi, mais certains parasitoïdes sont spécialisés dans l'hyperparasitisme : en fait, ce sont des parasites de parasites. Les *Asaphes* (voir la figure 4) introduisent leurs œufs dans un puceron momifié, donc déjà parasité. La larve effectue son cycle aux dépens du parasite primaire. Serait-il le dernier de la série ?... Eh bien non, il existe aussi des parasites d'hyperparasites !... Fractale !

Bernard CHAUBET





Physique

Les palmes de M. Schutz

Éditions de l'Archipel, 1997.

Un film, actuellement dans les salles, a été réalisé par Claude Pinoteau, d'après une pièce de théâtre de Jean-Noël Fenwick, qui a connu un grand succès (un livre vient d'en être tiré ; il est publié par les éditions de l'Archipel).

Il s'agit d'un agréable divertissement autour de la science, mais il ne faut pas y chercher de vérité historique. Il nous rappelle opportunément que Pierre et Marie Curie ont été jeunes, aussi. Leurs personnages sont joués par deux excellents acteurs, Charles Berling et Isabelle Huppert ; leurs traits de caractère, tels qu'ils apparaissent dans leurs biographies, ont été notablement forcés, de manière à faire rire et à emporter l'adhésion du public. M. Schutz, le directeur de l'École de physique et de chimie industrielles de la ville de Paris, est remarquablement joué par Philippe Noiret, mais son personnage n'a rien à voir, comme nous l'expliquerons plus loin, avec le véritable Paul Schutzenberger, qui fut le premier directeur de l'ESPCI. Il a été inventé par J.-N. Fenwick pour constituer le moteur principal de l'intrigue, puisque, dans la pièce comme dans le film, c'est l'ardent désir de M. Schutz d'obtenir les palmes académiques qui le conduit à obliger Pierre et Marie Curie à découvrir le radium.

Dans cette joyeuse parodie, chargée à la fois de comique et d'émotion, apparaissent brièvement deux lauréats du prix Nobel de physique, Georges Char-

pak et Pierre-Gilles de Gennes (ce dernier est le directeur actuel de l'École où travaillèrent effectivement les Curie), habillés en livreurs de pechblende, le minéral d'uranium. Ils se sont certainement amusés, mais n'ont pas cherché à donner une caution scientifique au film.

Car l'essentiel de l'histoire est faux, comme le reconnaît d'ailleurs J.-N. Fenwick dans la postface de son livre. Seuls sont justes les costumes, l'allure des locaux et de certains appareils, le fait que Pierre et Marie Curie ont effectivement découvert le radium à l'École de physique et de chimie, et le fait que Marie Curie se soit livrée à un travail exténuant pour commencer à isoler.

Les dates et la chronologie sont inexactes. De même, pour les circonstances dans lesquelles Marie Skłodowska, qui deviendra Madame Curie, fait la connaissance de Pierre Curie : c'est chez des amis polonais qu'elle rencontre pour la première fois le jeune physicien, au printemps de 1894.

D'autre part, Henri Becquerel n'a jamais parlé d'hyperphosphorescence. C'est un physicien anglais, Silvanus Thompson, compétiteur de Becquerel, qui utilisa ce terme. Le physicien du Muséum pensait simplement qu'il avait affaire à une phosphorescence invisible de très longue durée, d'origine inconnue.

D'autre part, c'est Becquerel, et non les Curie, qui a découvert en mai 1896, que le rayonnement pénétrant qu'il observait était dû à l'élément uranium.

La personnalité du chimiste Gustave Bémont, qui collabora avec les Curie, est bien autre que celle qui apparaît dans le film. La raie optique intense, émise par le radium, fut mise en évidence par le chimiste et physicien Eugène Demarçay.

Jamais les Anglais et, notamment, Ernest Rutherford, n'ont contesté la découverte de la radioactivité et du radium. En revanche, il y eut, de 1901 à 1904, une controverse entre Pierre Curie et Rutherford sur le phénomène nommé radioactivité induite, et sur la nature de l'émanation, nom donné par le savant britannique à un gaz qui semblait s'échapper continuellement des sels de thorium et de radium. Pierre Curie finit d'ailleurs par se rallier à l'interprétation de Rutherford, qui était correcte.

Naturellement la garde du radium assurée par des militaires à l'École de physique et de chimie est une fantaisie.

Quelques mots, enfin, sur le véritable Paul Schutzenberger, qui naît à Strasbourg en décembre 1829. Il fait en parallèle des études de chimie et de médecine. Il enseigne pendant onze ans à l'École de chimie de Mulhouse, où il effectue de nombreux travaux sur les matières colorantes, avec des conséquences impor-

tantes dans l'industrie. Il découvre notamment l'acide hydrosulfureux, un précieux réactif. Il est alors, également, agrégé de chimie médicale à la Faculté de médecine de Strasbourg.

Après être devenu, à Paris, le préparateur du chimiste Antoine Balard, qui avait découvert le brome, il lui succède comme professeur au Collège de France, en 1876. Il réalise de nombreuses recherches, aussi bien en chimie minérale qu'en chimie organique ; il est particulièrement connu pour son étude des matières albuminoïdes et de leur constitution. Il publie un remarquable *Traité de chimie générale*, et devient membre de l'Académie de médecine en 1884, et de l'Académie des sciences en 1888.

En 1881, il devient le premier directeur de l'École de physique et de chimie industrielles de la ville de Paris. C'est lui qui autorise Marie Curie à travailler auprès de son mari, professeur à l'École, après leur mariage, en 1895. La jeune scientifique étudiait à l'époque l'aimantation des aciers trempés. Schutzenberger meurt à Paris en juin 1897 : il n'aura pas vu le début des recherches de Marie et Pierre Curie sur les rayons de Becquerel et les nouvelles substances radioactives.

Pierre RADVANYI

Botanique

Les plantes protégées d'Île-de-France

Gérard Arnal. Éditions Parthénope.

Les arbres qui cachent la forêt

Didier Carbiener. Edisud, 1995.

Il peut paraître singulier de rapprocher ces deux ouvrages. Le premier, dont la présentation et la brillante illustration en font presque un livre d'art, est accessible au «grand public», tout en satisfaisant le naturaliste le plus exigeant ; il présente méthodiquement la flore légalement protégée, rare et menacée, et les moyens de sa préservation, au sein d'une seule région, l'Île-de-France. Le second, au sous-titre significatif («la gestion forestière à l'épreuve de l'écologie»), est plus technique ; son objectif est à la fois plus restreint (la forêt) et plus général (la forêt française et son aménagement). Pourtant ces deux livres originaux et remarquables à plus d'un titre



ESPCI

Le vrai Paul Schutzenberger.