

un nouvel obstacle apparut : la variole elle-même devint aspécifique. François-Joseph-Victor Broussais, médecin très en vogue auprès des étudiants en médecine, soutint l'idée que la maladie était une déviation de la physiologie normale alors que, depuis la Révolution, la maladie était ontologique (désignée par des symptômes et des signes). Les causes de la maladie, qui étaient déjà multiples, accessoires et séparées de leur effet, devinrent encore plus secondaires, car toute l'attention se focalisa sur la fonction perturbée. La contagion, notamment, n'était plus prise en compte. Et si la syphilis et la variole ne dépendaient pas de la contagion, pourquoi la gale aurait-elle dû en dépendre ? Le sarcopte, qui n'appartenait plus à aucun système, devint impossible à trouver.

À peu près 20 ans après la thèse de Galès, un autre changement eut lieu dans le concept de cause spécifique. La révolution de 1830, à laquelle les étudiants en médecine participèrent en masse, mit les opposants politiques, tel Broussais, au pouvoir. Les idées de Broussais, dont le succès devait beaucoup à sa très forte image républicaine, furent examinées plus scientifiquement par le corps médical, qui détecta les nombreux échecs de sa thérapeutique. Dans le même temps, les idées sur la spécificité de la maladie retrouvèrent la liberté confisquée par le pouvoir politique. La spécificité de la gale fut de nouveau possible, comme Bonomo, Alibert et Galès l'avaient proposé en leurs temps, en insistant sur le fait que seul l'acare était responsable de la gale.

La connaissance suit des chemins détournés

Enfin, en 1855, Joseph Rollet, chirurgien en chef à l'Antiquaille de Lyon, sépara dans sa classification les parasites, tels l'acare de la gale et les champignons microscopiques, des autres agents contagieux des maladies de la peau – les « virus », qui provoquent la variole et la rougeole. Il semblait alors bien établi que la transmission de toutes les maladies spécifiques de la peau peut être expliquée par la multiplication des agents ; mais dans le cas des « virus », cette affirmation était encore spéculative ; s'ils étaient



3. UNE MAIN GALEUSE, planche extraite de la *Description des maladies de la peau* de Jean-Louis Alibert (1825), le directeur de thèse de Jean-Chrysanthè Galès. Alibert nommait « psoride pustuleuse vulgaire » la gale, en raison des pustules qu'elles entraîne lorsqu'elle n'est pas soignée, semblables aux pustules de la variole.

J. L. Alibert, *Description des maladies de la peau*, vol. 2, 1825.

perçus comme un matériel vivant, la relation avec les parasites n'était pas faite. Le virus était encore dans cette obscurité d'où est réapparu l'acare de la gale.

La gale humaine est un parfait exemple des difficultés que rencontrent les idées nouvelles lorsqu'elles doivent éliminer d'anciens modes de pensée pour progresser sur des bases nouvelles. Cette histoire est une histoire des idées, une histoire de la pensée et des théories médicales, qui sont modelables non seulement par les idées en provenance du milieu médical, mais aussi par les idées en provenance d'autres domaines scientifiques et de la sphère socio-politique-économique. La pensée collective est sans arrêt en mouvement, modifiée par les relations de pouvoir, capables de renforcer l'influence d'un acteur ou de réduire celle d'un autre. Elle peut être influencée par un savant comme par un livre de médecine populaire, par ce qui se passe dans un amphithéâtre de médecine ou dans le village corse de Renucci.

À l'heure où l'on parle de mettre la connaissance au service de l'économie, cette histoire montre qu'orienter la recherche n'est pas une intervention génératrice de découvertes. Les idées ont leur indépendance et, s'il est possible de retracer le chemin qu'elles ont pris, il ne l'est pas de modifier celui-ci. Toute action dans ce sens prend le risque de retarder la marche de la connaissance. ■

✓ À ÉCOUTER

Jeudi 8 septembre 2011, Danièle Ghesquier-Pourcin évoquera l'affaire de la gale dans la partie « Actualités » de l'émission **La marche des sciences**, sur France Culture de 14h à 15h.
www.franceculture.com

✓ BIBLIOGRAPHIE

D. Ghesquier-Pourcin, *Itinéraire des idées. L'affaire de la gale*, Hermann, 2011.

B. Dujardin, *L'histoire de la gale et le roman de l'acare*, *Arc. Belg. dermat. syphil.*, vol. 2, pp. 13-75, 1946 ; vol. 3, pp. 1-49, 1946 ; vol. 3, pp. 129-75, 1949.

J.-C. Galès, *Essai sur le diagnostic de la gale, sur ses causes, et sur les conséquences médicales pratiques à déduire des vraies notions de cette maladie*, thèse de médecine, Paris, 1812. En ligne sur books.google.fr

J.-L. Alibert, *Description des maladies de la peau*, Paris, 1806 et 1825, 2 vol., pp. 235-238.

LOGIQUE & CALCUL

Le principe de Peter

La différence entre un texte humoristique et des travaux universitaires sérieux est parfois mince. Le principe de Peter est l'exemple même d'une loi dont le statut reste incertain.

Jean-Paul DELAHAYE

Vous prenez dix dés, vous les lancez. Vous relancez ceux qui n'ont pas donné 1 jusqu'à ce que tous les dés donnent 1.

Un moment viendra où chaque dé montrera 1. Cette évidence appliquée au problème de la promotion dans les entreprises conduit au *principe de Peter*. Si, à chaque fois qu'un employé remplit correctement sa fonction, on le promeut à un poste où il aura à faire une tâche différente, alors arrivera un moment où l'employé occupera une fonction où il fera mal son travail ; il n'aura alors plus de promotion et restera dans cet emploi mal adapté.

Exprimé avec le langage de l'Américain Laurence Peter (1919-1990) : dans une hiérarchie, toute personne finit par atteindre son niveau d'incompétence. De ce principe de Peter découlent deux corollaires :

— plus le temps passe, plus grande est la proportion de postes occupés par des incompetents.

— la charge de travail des personnes compétentes ne cesse de croître.

Si le livre de Peter coécrit avec Raymond Hull (paru en 1969) fut un succès mondial, c'est sans doute dû à ce double aspect de sa thèse centrale : elle apparaît parfaitement logique, mais, bien sûr, elle ne peut pas être vraie... ce serait absurde.

Peter expliquait dans son livre que si « tout va toujours mal » (sous-titre de l'ouvrage de 1969), c'est parce que rien ne peut s'opposer à son implacable logique.

Comment y voir clair ? Comment évaluer l'impact réel des cas où le principe de

Peter est l'explication correcte ? Comment aussi organiser la gestion du personnel et les promotions d'une structure hiérarchique pour contrer et annuler ses éventuels effets ?

Plusieurs catégories de travaux sérieux sur le principe de Peter ont été menées dans de nombreuses disciplines : économie, sociologie, psychologie, management, théorie des jeux, sciences politiques et, plus étonnant, en physique, informatique et biologie.

Intrépide recherche universitaire

Il y a d'abord les études concrètes : dans une entreprise sélectionnée, on mesure à coup de pourcentages et de courbes synthétiques tirées des statistiques disponibles si les effets du principe de Peter sur la productivité sont patents. C'est ainsi qu'on a pu établir que la productivité scientifique des universitaires américains baisse à la suite de leur recrutement ferme (la célèbre *tenure*)... mais que ce n'est pas général, comme le montre une étude de Mareva Sabatier publiée en 2009 à propos des promotions dans les universités françaises.

Le deuxième type de travaux est celui des études à bases mathématiques. Il se fonde sur des modèles à équations continues où les variables sont des nombres réels, et où, comme on le fait en économie et en physique, sont introduits des paramètres globaux (productivité de l'entreprise, aptitude des agents, difficulté des tâches, etc.) et leurs relations. Devenus équations et résolus, ces modèles montrent ce qu'on craignait :

la productivité baisse inexorablement au cours du temps alors qu'augmente l'incompétence moyenne dans les hiérarchies pratiquant la promotion interne au mérite. Bien sûr, les mises en équations simplifient la réalité des organisations hiérarchiques et il est souvent possible de compliquer les modèles en ajoutant quelques paramètres supplémentaires qui amènent alors à des conclusions... opposées à celles du modèle initial.

La baisse de productivité constatée chez les sujets qui viennent de bénéficier d'une promotion ne résulte-t-elle pas de la régression vers la moyenne ? Le phénomène a été observé par le Britannique Francis Galton, au XIX^e siècle, à propos de la comparaison entre les tailles des parents et des enfants (les enfants des géants sont plus petits que leurs parents, les enfants des nains sont plus grands). L'efficacité d'un employé occupant une fonction où il vient d'être promu est statistiquement moins bonne que sa précédente efficacité, puisque, justement, il a obtenu une promotion du fait qu'il était efficace. En s'approchant maintenant de la moyenne, ce qui est statistiquement inévitable, l'efficacité baisse. Pour certains chercheurs, c'est la raison unique du principe de Peter.

Les expériences en laboratoire constituent une troisième méthode d'étude. On prend des sujets humains et on reproduit artificiellement une situation de promotion en demandant aux personnes participant à l'expérience de se comporter comme elles le feraient dans la réalité. Pour que les décisions prises par les sujets le soient sérieusement et que leurs efforts pour réussir

1. Le principe de Peter se manifeste

Le principe de Laurence Peter est une maxime humoristique : « Dans une hiérarchie, tout employé tend à s'élever jusqu'à atteindre son niveau d'incompétence. » Il semble résulter d'une logique imparable et, parmi ses corollaires, il y a : « Avec le temps, tout poste est occupé par une personne incapable d'en remplir les fonctions. »



Le management est une science étrange où, heureusement, l'humour permet de ne pas prendre trop au sérieux les modes aux conséquences parfois désastreuses, créées et promues par des gourous pas toujours conscients des subtiles réalités humaines et des spécificités nationales non négligeables.



La question est posée : comment repérer les incompetents ? Une journaliste, Anne Steiger, a proposé les critères suivants.

- (1) Sa force : déléguer. Il aime se présenter comme le chef d'orchestre de son équipe.
- (2) Il brasse de l'air, fait beaucoup de bruit, affirme à qui veut bien le croire qu'il est très occupé.
- (3) Dans les couloirs, il marche vite et a toujours l'air préoccupé.
- (4) Si, pour lui, l'erreur est humaine, l'attribuer à quelqu'un d'autre que lui est encore plus humain.
- (5) Quoi qu'il arrive, l'incompétent s'efforce de faire comme si tout avait été prévu.
- (6) Aimable avec ses supérieurs hiérarchiques, il se plaît à humilier ses subordonnés, particulièrement ceux dont il a le plus besoin.
- (7) Friand des relations de pouvoir, il rappelle quotidiennement à ses subordonnés qu'ils lui sont... subordonnés.
- (8) Il détruit toute preuve de son échec quand il ne réussit pas.
- (9) Pour communiquer ses ordres, il use et abuse des *Post-it*, des courriels et des notes de service pour mettre de la distance et éviter les face-à-face.
- (10) En réunion, il s'efforce d'avoir toujours le dernier mot, quitte à s'attribuer ce qui vient d'être dit.



Le principe de Peter est un exemple d'affirmation dont la vérité semble incontestable alors qu'en même temps, il ridiculise le monde social qu'il décrit. Vivons-nous dans un monde absurde ?

D'autres lois du même type ont été proposées pour nous faire rire... et réfléchir.

« Quand un dispositif fonctionne bien, on l'utilise au-delà de ce pour quoi il était prévu, et cela jusqu'à ce qu'il ne fonctionne plus » (dû à William Corcoran, un spécialiste américain de sûreté nucléaire).

« Un logiciel informatique qui donne satisfaction tend à se développer et à se perfectionner jusqu'au point où plus personne n'en maîtrise la complexité... et le fonctionnement. »

« Les employés incompetents sont directement promus aux fonctions de management, sans nécessairement avoir été compétents à aucun poste » (loi de Dilbert du dessinateur de BD américain Scott Adams).

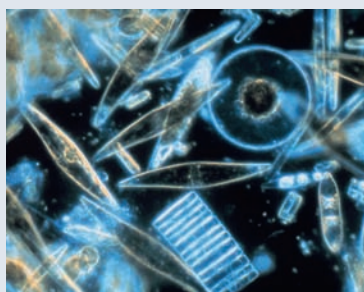
« Le travail s'étale de façon à occuper tout le temps disponible pour son achèvement » (loi de Parkinson, de l'historien et essayiste britannique Cyril Parkinson).

« Les personnes aux capacités limitées formulent des conclusions fausses et prennent de mauvaises décisions, mais leur incompétence limite aussi leur aptitude d'analyse critique et elles ne peuvent donc ni voir, ni comprendre, ni corriger leurs erreurs » (effet de biais cognitif Dunning-Kruger).



2. Le phytoplancton

Même dans la nature, le principe de Peter semble jouer un rôle. La compétition entre les espèces de phytoplancton, dont le grand nombre est depuis longtemps apparu paradoxal, est difficile à comprendre. En 2009, William Durham et ses collègues, aux États-Unis, ont identifié un étrange mécanisme expliquant en partie cette grande variété d'espèces, et qui semble un cas remarquable de principe de Peter dans le monde biologique.



Sur la côte Ouest de l'Amérique du Nord, un grand nombre d'espèces différentes de phytoplancton sont visibles dans les parties les plus hautes de l'océan. Ces espèces sont disposées en couches parallèles horizontales et peu épaisses, comme si l'espèce de chaque couche était spécialement adaptée à une profondeur donnée.

La plupart des espèces de ce phytoplancton sont mobiles. La capacité à se mouvoir de couche en couche serait pour elles un avantage, car cela faciliterait leur accès à la nourriture et à la lumière. Cependant, un étrange phénomène se produit : cherchant à accéder à la surface, chaque micro-organisme mobile monte jusqu'au niveau où les variations de courant créées par l'approche de la surface déstabilisent son mécanisme d'orientation et perturbe son mouvement. Ce dernier devient alors désordonné, l'empêchant de poursuivre vers la surface et le condamnant alors à rester à une profondeur donnée qui n'est en rien avantageuse pour lui.

Tout se passe donc comme si chaque organisme unicellulaire de ces espèces de phytoplancton progressait vers la surface jusqu'à atteindre son « niveau d'incompétence », où, bien que cela ne lui soit pas particulièrement favorable, il reste bloqué, inapte à poursuivre son ascension.

soient réels, ils sont rémunérés à la fin de l'expérience en fonction de leur succès. Là aussi, le protocole (c'est-à-dire la description du jeu auquel on invite les sujets à jouer) est souvent très simplifié par rapport à la réalité, et les résultats obtenus n'ont qu'une portée limitée.

Enfin, plus récemment, on a eu recours à des études informatiques fondées sur ce que l'on dénomme des simulations multi-agents. Nous y reviendrons, car elles conduisent à des conclusions nouvelles et étonnantes. Résumons d'abord les conclusions classiques auxquelles le travail universitaire avait déjà conduit.

Certains travaux contestent le principe de Peter : non, il n'est pas toujours exact que les promotions internes au mérite produisent l'effet désastreux dénoncé, car les responsables lucides et attentifs le prennent en compte pour décider des promotions. D'autres études concluent que le principe de Peter est vrai et ses effets mesurables, en particulier quand on pratique la méthode des modèles mathématiques. Edward Lazear, de l'Université Stanford, affirme que l'effet se réduit à celui de la régression vers la moyenne, inévitable, et qu'il n'empêche pas que les promotions se fassent au mieux de l'intérêt des entreprises.

Limiter les dégâts

Bien sûr, ceux qui concluent à l'existence réelle des effets du principe de Peter prodiguent des conseils (souvent de bon sens) pour limiter ses dégâts.

- Former les gens et les tester pour s'assurer de leurs capacités avant de les promouvoir dans de nouvelles fonctions.

- Limiter les promotions internes et mettre les employés en concurrence avec de nouvelles recrues provenant de l'extérieur ; il ne faut toutefois pas abuser de ces recrutements exogènes qui démotiveraient des employés de l'entreprise toujours écartés au profit de nouveaux venus.

- Augmenter les salaires, car c'est utile pour tirer le mieux de chacun, mais sans nécessairement changer les fonctions de ceux que l'on augmente. Laisser les gens compétents exercer leurs talents à leur niveau

fera coïncider l'intérêt de l'entreprise et celui de ses salariés : les promus ne deviennent pas incompetents.

- Une pratique, mise en œuvre depuis longtemps dans l'armée, limite le temps qu'un militaire reste à un niveau donné de la hiérarchie et, s'il n'est pas promu à temps, l'armée s'en débarrasse pour qu'il ne stagne pas à son niveau d'incompétence.

L'outil de la simulation multi-agents mis en œuvre récemment pour étudier le principe de Peter vient de produire des résultats contre-intuitifs, et nous allons présenter le modèle utilisé.

Les travaux ont été réalisés par une équipe de trois physiciens de l'Université de Catane, en Sicile : Alessandro Pluchino, Andrea Rapisarda et Cesare Garofalo. Leur article, publié dans la revue *Physica A*, leur a valu un prix Ig Nobel (à ne pas confondre avec le prix Nobel attribué en Suède chaque année). Selon les organisateurs du prix Ig Nobel qui, en anglais, se prononce à peu près comme *ignoble* : « Les prix *Ig Nobel* couronnent des prouesses qui font rire les gens au premier abord, et les font ensuite réfléchir. Ces prix ont pour but de rendre hommage à l'originalité et à l'imagination, ainsi que d'attiser l'intérêt des gens pour la science, la médecine et la technologie. »

Aussi farfelus que semblent parfois les travaux récompensés par les Ig Nobel, il ne s'agit pas uniquement de canulars ou de blagues de potache : André Geim, prix Ig Nobel en 2000 pour la lévitation d'une grenouille, s'est vu ensuite décerner le prix Nobel (le vrai !) de physique en 2010 pour ses recherches sur le graphène.

Dans notre cas, le côté inattendu des conclusions a valu le prix à l'étude italienne sur le principe de Peter qui prouve que des promotions décidées au hasard ne seraient pas absurdes dans certaines organisations hiérarchiques. Notons que cette conclusion suggérant d'utiliser l'arbitraire des tirages au sort n'est pas totalement opposée à l'une des conclusions formulées par Peter lui-même : il a suggéré, pour éviter les effets de son principe, d'exploiter arbitrairement la structure de la société en classes, en plaçant d'office en haut de la hiérarchie non pas les plus méritants, mais les membres

des classes les plus élevées de par leur naissance. Ce qui était un trait d'humour chez Peter est-il devenu une vérité prouvée par la simulation numérique ?

Le modèle de Catane

Une structure hiérarchique de 160 personnes est créée dans l'ordinateur en utilisant le langage de programmation *Netlogo* et la méthode multi-agents. Celle-ci consiste à définir des entités informatiques indépendantes qui interagissent comme le font dans la réalité les objets, les êtres vivants ou les humains, cela en limitant autant que possible les décisions centralisées. L'autonomie des agents de ces modèles en facilite la programmation, et en s'approchant du monde réel qui est composé d'agents indépendants, on accroît la taille des systèmes que l'on simule (avec parfois plusieurs millions d'agents) tout en augmentant la fiabilité et la pertinence des résultats obtenus.

Dans l'organisation pyramidale simulée à Catane, il y a six niveaux hiérarchiques, qui

comportent 81 éléments pour le niveau 6 (le plus bas), 41 pour le niveau 5, 21 pour le niveau 4, 11 pour le niveau 3, cinq pour le niveau 2 et un seul pour le niveau 1. Chaque membre de la hiérarchie est caractérisé par deux nombres : son niveau de compétence *C* dans l'emploi qu'il occupe dans la hiérarchie et son âge *A*. Le nombre *C* varie entre 1 et 10, le nombre *A* entre 18 et 60. Au début de la simulation, on choisit les âges et les niveaux de compétence de chaque agent en opérant un tirage au sort selon une loi normale (la fameuse courbe en cloche) qui imite raisonnablement une répartition réelle.

À chaque étape d'évolution de l'entreprise simulée, l'âge des employés est augmenté d'une unité. Ceux qui ont atteint 60 ans sont éliminés. Sont aussi retirés les employés dont le niveau de compétence est inférieur à 4 (ils sont licenciés). Chaque place ainsi libérée est alors occupée par un employé du niveau en dessous ou par un nouveau venu quand il s'agit du niveau le plus bas. Le niveau de compétence *C* et l'âge *A* des nouveaux recrutés sont

L'AUTEUR



Jean-Paul DELAHAYE est professeur à l'Université de Lille et chercheur au Laboratoire d'informatique fondamentale de Lille (LIFL).

3. Quelques autres Ig Nobel

Les prix Ig Nobel se moquent gentiment de certaines recherches qui, vues du grand public, apparaissent ridicules ou absurdes de par leur sujet ou leurs résultats, comme cela a été le cas pour les conclusions des chercheurs siciliens sur le principe de Peter. Voici quelques exemples de recherches primées.

Chimie 1996 : à G. Goble pour son record du monde d'allumage de barbecue en trois secondes en utilisant de l'oxygène liquide.

Entomologie 1997 : à M. Hostetler pour son livre intitulé « Cette bouillie sur votre voiture », qui permet d'identifier les impacts d'insectes sur les pare-brise d'automobiles.

Paix 1997 : à H. Hillman pour son travail plein d'empathie sur « la douleur éventuellement ressentie durant l'exécution des condamnés à mort par différentes méthodes ».

Ingénierie et sécurité 1998 : à T. Hurtubise pour avoir mis au point et testé personnellement une armure à l'épreuve des grizzlis.

Littérature 1999 : à l'Institut britannique de standardisation pour sa spécification en six pages BS-6008 décrivant la bonne façon de faire une tasse de thé.

Paix 2005 : à C. Rind et P. Simmons pour avoir étudié l'activité cérébrale d'une sauteuse lors d'une projection du film *Star Wars*.

Chimie 2005 : à E. Cussler et B. Gertelinger pour leur étude minutieuse de la question « les gens nagent-ils plus vite dans le sirop ou dans l'eau ? ».

Médecine 2008 : à D. Ariely qui a démontré qu'un placebo cher était plus efficace qu'un placebo au prix modique.

Économie 2008 : à G. Miller, J. Tybur et B. Jordan pour avoir découvert que le cycle d'ovulation d'une danseuse de danse-contact avait un effet sur le total de ses pourboires.

Paix 2009 : à R. Stephens, J. Atkins et A. Kingston qui ont démontré que jurer augmente la tolérance à la douleur.

Santé publique 2009 : à E. Bodnar, R. Lee et S. Marijan pour la mise au point d'un soutien-gorge qui, en cas d'urgence, peut être instantanément converti en une paire de masques à gaz. Notons que les récipiendaires acceptent le prix avec bonne humeur, comme on le voit sur la photographie ci-dessous, assistent souvent à la cérémonie et, fiers de leur originalité, prononcent un discours d'acceptation...



Alexey Eliseev

minés comme lors de la constitution de la structure initiale.

Pour déterminer la compétence d'un employé qui monte d'un niveau, deux modèles ont été envisagés. Dans le premier modèle, on suit ce que les auteurs dénomment l'*hypothèse de Peter* : la compétence dans la nouvelle fonction est indépendante de la compétence dans l'ancienne et est déterminée par un tirage aléatoire comme pour les nouveaux recrutés ou comme pour la fixation des compétences dans la hiérarchie au point de départ. Dans le second modèle, on adopte l'*hypothèse de bon sens* : en gravissant un échelon, un employé garde le niveau de compétence qu'il avait auparavant, avec seulement une variation aléatoire d'au plus dix pour cent de la compétence maximale. Trois types différents de promotions ont été simulés et comparés.

- La promotion du meilleur : pour remplir une case vide de la hiérarchie, on choisit, dans le niveau inférieur, l'employé le plus compétent.
- La promotion du pire : pour remplir une case vide de la hiérarchie, on choisit, dans le niveau inférieur, l'employé le moins compétent.
- La promotion au hasard : le promu est choisi en tirant au sort parmi les employés du niveau inférieur.

Bien sûr, à chaque étape d'évolution de la hiérarchie [étape qui simule une durée d'une année], les places libérées par une promotion provoquent une autre promotion, ou un recrutement s'il s'agit du niveau le plus bas, et cela en cascade, jusqu'à ce que tous les postes soient pourvus.

Pour mesurer et comparer les effets des deux hypothèses et des trois méthodes de promotion, on calcule pour chaque étape l'efficacité globale de la hiérarchie à l'aide d'une formule. Celle-ci prend en compte l'efficacité de chaque employé de la hiérarchie, tout en donnant de plus en plus de poids aux employés à mesure qu'ils s'élèvent dans la pyramide : l'importance d'un salarié pour l'efficacité globale de l'entreprise est d'autant plus grande qu'il occupe un poste élevé. Cette mesure d'efficacité globale est normalisée pour varier entre 0 et 100 pour cent, le 0 correspondant à une organisation totalement inefficace, le 100 correspondant au maximum théorique quand tous les employés ont un niveau de compétence maximal.

Le calcul pour les six combinaisons possibles d'hypothèses et de méthodes de promotion a été mené pendant 1 000 étapes (ce qui correspond à une évolution sur 1 000 ans !) On obtient donc (ci-dessous) six courbes. Chaque courbe montre une évo-

lution du niveau général d'efficacité de l'entreprise qui, dans un premier temps, est soit globalement croissant, soit globalement décroissant, puis qui reste approximativement constant, subissant seulement de faibles fluctuations, inévitables puisque les modèles font tous appel à de nombreux éléments aléatoires. Il n'y a pas de surprises notables pour les trois courbes noires correspondant à l'hypothèse qu'une personne promue garde approximativement son niveau de compétence en changeant d'échelon.

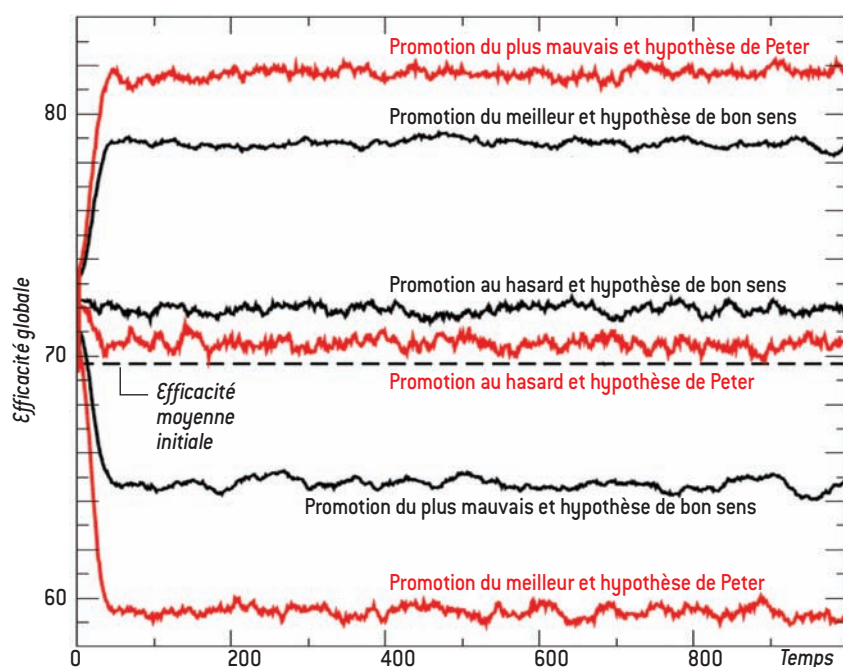
Promouvoir les incompetents ?

La promotion du meilleur est la bonne méthode ; sa compétence se trouve valorisée en montant dans la hiérarchie, où elle contribue de plus en plus à l'efficacité globale. Le tout conduit l'organisation à un haut niveau d'efficacité générale, mesurée à 79 pour cent par la simulation. Toujours sous l'hypothèse de bon sens de la persistance de la compétence quand un employé passe d'un niveau au suivant, la méthode de promotion du pire se révèle très mauvaise : elle conduit à une efficacité de 65 pour cent et donne, sans surprise, un résultat moins bon que la promotion au hasard (efficacité de 72 pour cent).

La surprise vient des courbes rouges explorant l'hypothèse de Peter que la compétence de l'employé promu dans ses nouvelles fonctions n'est pas directement liée à ses compétences à l'échelon précédent. Cette fois, la meilleure méthode de promotion (efficacité globale de 82 pour cent) consiste à choisir le plus incompetent (promotion du pire), meilleure même que la promotion du meilleur sous l'hypothèse d'une conservation de compétence !

Sous l'hypothèse de Peter, la seconde méthode en efficacité consiste à promouvoir au hasard : elle conduit à une efficacité globale aux alentours de 70 pour cent. En dernier, arrive la méthode naturelle de promotion du meilleur, qui fait paradoxalement passer l'efficacité générale de la hiérarchie sous 60 pour cent, le plus mauvais résultat des six calculs opérés !

C'est cette étrangeté qui a sans doute valu aux auteurs des calculs l'attribution du



Ig Nobel, car, bien sûr, aucune entreprise ne va promouvoir les plus mauvais employés ou procéder au hasard !

N'y aurait-il pas une erreur ? A. Pluchino et ses collègues ont vérifié leurs calculs et exploré avec succès toutes sortes de jeux de paramètres de façon à s'assurer de la robustesse de leur modèle. Une étude complémentaire, parue en 2011 et faisant encore varier les paramètres et les structures de la pyramide hiérarchique des organisations simulées, a confirmé les résultats.

À y réfléchir, ces résultats étaient prévisibles, car ils suivent la régression vers la moyenne [qu'assez curieusement les chercheurs italiens ne mentionnent pas]. Si, selon ce qu'ils nomment l'hypothèse de Peter, la compétence après promotion est indépendante de la compétence avant promotion, il est évidemment bénéfique de promouvoir les plus mauvais, qui deviendront meilleurs puisqu'après promotion, ils se rapprocheront de la moyenne.

Le choix des plus mauvais donne à ceux-ci une seconde chance. C'est bon pour eux et c'est bon aussi pour l'efficacité générale. De même, sous l'hypothèse de Peter, promouvoir au hasard est meilleur que promouvoir les meilleurs qui, quand ils sont promus, régressent dans leur ensemble vers la moyenne, faisant reculer l'efficacité globale. Promouvoir les meilleurs dans le cas de l'hypothèse de Peter est la pire chose à faire, il n'y a aucun paradoxe à cela et le principe de Peter est bien vrai.

Le cliquet

Avec les dés que l'on relance jusqu'à ce que tous donnent 1, il n'y a pas de régression vers la moyenne, mais uniquement un effet de cliquet. Comme dans une horloge où le dispositif mécanique du cliquet force les roues à tourner dans un sens et pas dans le sens inverse, dans l'exemple des dés, ne pas relancer les dés tombés sur 1 augmente jusqu'à 1 la proportion des dés donnant 1.

Dans le principe de Peter énoncé sous la forme « tout employé finit pas arriver à son niveau d'incompétence », deux mécanismes jouent : d'une part, la baisse d'ef-

ficacité moyenne d'une personne promue en interne et au mérite qui s'explique par la régression vers la moyenne, d'autre part, l'accumulation des incompetents dans la structure hiérarchique au cours du temps, due au mécanisme de cliquet.

Les organisations qui déterminent les promotions uniquement au mérite, cas des très grandes administrations, sont victimes de la régression vers la moyenne qui tend à produire de l'incompétence. Les organisations mieux dirigées, tout en n'oubliant pas l'intérêt stimulant de la promotion au mérite, contrôlent qu'on ne demande pas au promu de faire ce qu'il ne sait pas faire.

La seconde leçon est qu'il faut contrer le mécanisme de cliquet, ce qui est facile, par exemple en changeant rapidement les fonctions des incompetents ou en s'en débarrassant...

Le hasard social

L'affirmation que le hasard peut être utile pour prendre des décisions collectives s'applique aussi à la vie politique et à la justice et a été pratiquée depuis l'Antiquité. Le *Kleroterion*, dispositif utilisé dans la période de démocratie de la Grèce antique pour choisir des juges et fixer certaines responsabilités politiques, procédait avec des lanciers de billes.

Aujourd'hui, dans de nombreux pays, les jurés des grands procès sont choisis au hasard, et il n'est pas absurde de soutenir qu'il faut faire jouer au hasard un rôle plus grand dans le choix des responsables de l'exécutif politique. Cela éviterait que le pouvoir ne soit accaparé par une classe politicienne inamovible de gens représentant assez mal l'intérêt collectif et d'accord entre eux pour éviter les réformes opposées à leurs intérêts. Après la Grèce antique et la République de Venise, où une sorte de loto déterminait les membres du Sénat, un exemple contemporain de l'introduction délibérée de hasard dans les mécanismes de choix politique s'est produit en Ontario, au Canada, où, en 2007, l'Assemblée des citoyens a été constituée par tirage au sort et chargée de réfléchir à une réforme électorale...

BIBLIOGRAPHIE

Ph. Boulanger, **Il n'y a pas moyen de moyenniser**, *Dossier Pour la Science*, n° 59, 2008.

A. Pluchino *et al.*, **Efficient promotion strategies in hierarchical organizations**, 2011 : <http://arxiv.org/pdf/1102.2837>

A. Pluchino *et al.*, **The Peter Principle revisited: A computational study**, *Physica A*, vol. 389, pp. 467-472, 2010.

P. Sobkowicz, **Dilbert-Peter model of organization effectiveness: computer simulations**, *J. of Artificial Societies and Social Simulation*, vol. 13(4), 4, 2010.

M. Sabatier, **Promotion and productivity in French academia: A test of the Peter Principle**, Université de Savoie, Institut de recherche et gestion en économie, 2009 (www.irege.univ-savoie.fr/admin/files/publi_contenu/131122907_peter-principle.pdf).

D. Dickinson et M. Villeval, **The Peter principle: an experiment**, Groupe d'analyse et de théorie économique, UMR CNRS 5824, 2007 (<http://hal.inria.fr/docs/00/20/12/25/PDF/0728.pdf>).

E. Lazear, **The Peter principle: A theory of decline**, *Journal of Political Economy*, vol. 112(1), pp. 141-163, 2001.

L. Peter et R. Hull, **The Peter Principle: Why Things Always Go Wrong**, William Morrow & Company, 1969.

 ART & SCIENCE

Pollock et la dynamique des fluides

Jackson Pollock faisait couler de la peinture à partir de bâtons qu'il trempait dans des pots. Il devenait donc tributaire des lois de la dynamique des fluides, notamment celles qui expliquent le comportement de liquides soumis à la gravité.

Loïc MANGIN

Les artistes sont parfois confrontés aux phénomènes naturels, régis par les lois de la physique. On distingue alors plusieurs types de relations. Prenons l'exemple des écoulements. Léonard de Vinci, à travers diverses études, a essayé de comprendre les mouvements des fluides et notamment les turbulences. Beaucoup de peintres ont représenté des vagues, le ruissellement d'un torrent... mais rares sont ceux qui ont réussi à les rendre de façon réaliste. Ces événements relevant de la dynamique des fluides sont particulièrement rétifs au pinceau.

Les liens entre cette discipline de la physique et l'art ne se cantonnent pas à cette difficulté de représentation et prennent parfois des chemins inattendus. Ainsi, les outils de l'analyse des mouvements des fluides se révèlent pertinents pour explorer les œuvres de certains artistes. C'est à cet exercice que se sont livrés Andrzej Herczyński et Claude Cernushi, du *Boston College*, aux États-Unis, avec L. Mahadevan, de l'Université Harvard, à Cambridge. Ils se sont penchés sur les peintures de l'Américain Jackson Pollock (1912-1956).

Dans les années 1940, l'artiste investit une vieille, mais immense grange, à Long Island, où il sera à même de se lancer dans les très grands formats. Pour ce faire, les toiles, de plusieurs mètres carrés de surface, sont posées sur le sol. Pollock abandonne également les pinceaux et développe une nouvelle technique : il plonge un bâton

dans un pot de peinture et, après l'en avoir retiré rapidement, il laisse la peinture couler sur la toile en même temps qu'il déplace le bâton. Les toiles étaient donc recouvertes d'un entrelacs de coulures de peinture, des lignes continues, sinueuses et ondulées, *Convergence* en étant une illustration (voir la figure a).

Le peintre bouleversa ainsi les canons esthétiques de l'art d'une façon particulièrement intrigante pour les physiciens, puis-

Pollock bouleversa les règles de l'art, mais il ne pouvait s'affranchir des lois de la physique.

qu'il partageait la responsabilité de l'œuvre avec les phénomènes naturels de la dynamique des fluides, coauteurs involontaires... A. Herczyński et ses collègues ont voulu savoir quelle part revenait au peintre en analysant la technique de Pollock sur des œuvres effectuées entre 1940 et 1950.

Commençons par le procédé de collecte et de dispersion de la peinture. Quelle quantité de peinture retire-t-on avec le bâton ? Pour un bâton cylindrique de rayon r_0 , elle est proportionnelle à l'épaisseur h de peinture qui y adhère (voir la figure b). Ce

paramètre dépend de plusieurs facteurs, notamment de la densité ρ , de la viscosité μ et de la vitesse u_0 avec laquelle le bâton est tiré du pot. On calcule que h vaut approximativement $\sqrt{\nu u_0 / g}$, ν étant la viscosité dite cinématique de la peinture (μ/ρ) et g , l'accélération de la pesanteur. Dans le cas le plus simple, quand le bâton est retiré verticalement, le volume V de peinture extrait est de l'ordre de $r_0 L h$, L étant la longueur du bâton enduite.

Une fois le bâton hors du pot, un jet se forme sous l'effet de la gravité dont le débit Q s'exprime ainsi : $r_0 u_0^{3/2} \sqrt{\nu/g}$. On en déduit que plus on extirpe vite le bâton, plus le film de peinture est épais et plus le débit Q est rapide. En outre, la dépendance de Q vis-à-vis de la viscosité cinématique indique qu'une augmentation de la viscosité améliore le débit, car la quantité de liquide est alors supérieure. Pollock, en tâtonnant, a sans doute perçu ce lien. De fait, on sait qu'il ajustait la viscosité grâce à de l'eau et à des solvants et qu'il testait ses mélanges. Une fois le jet entamé, il pouvait le contrôler en agitant le bâton latéralement, ou de haut en bas, de quelques centimètres à un mètre au-dessus de la toile. Plusieurs photos et films le montrent ajustant le flux de peinture.

On observe dans plusieurs œuvres de Pollock des motifs oscillants (voir l'agrandissement, figure c). Ces traces résultent d'une instabilité du jet qui se traduit par un enroulement du filet de peinture (similaire à l'in-