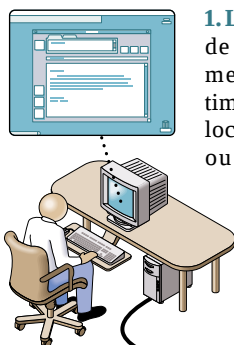


# Le courrier électronique sur l'Internet

**D**es milliards de courriers électroniques (courriel ou mël, selon l'Académie) transitent sur le réseau Internet chaque année. L'envoi de lettres électroniques, soit d'un bureau à un bureau voisin ou d'un endroit du Globe à l'autre, est devenu si fréquent que ces envois remplacent le courrier postal ou le téléphone. Ce moyen de transmission universel n'est plus restreint aux seuls échanges de fichiers de texte, mais transporte de plus en plus souvent la voix, des télécopies, des images, des sons ou de la vidéo.

Un message arrive chez son destinataire quelques secondes après son envoi. Pour cette raison, le courrier électronique sur l'Internet a transformé notre façon de communiquer.

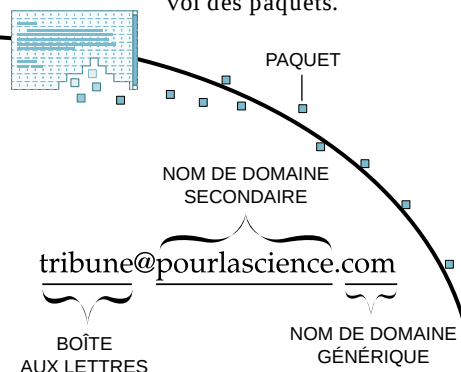
**Paul HOFFMAN**  
Consortium du mail sur l'Internet.



**1. LA PERSONNE QUI ENVOIE LE MESSAGE** utilise un programme de courrier électronique baptisé *client*, pour construire un document qui peut inclure des annexes, comme des documents multimédias. Le programme *client* s'adresse à un serveur de messagerie local, un ordinateur qui est sur le réseau interne d'une société ou chez un fournisseur d'accès à l'Internet, lequel gère l'envoi.

Sur cet ordinateur, un programme utilise un protocole de transmission (le plus souvent TCP, l'acronyme de *Transmission Control Protocol*, soit «protocole de contrôle de transmission») pour séparer le message en paquets et adjoindre à chaque paquet l'information qui concerne son envoi, par exemple, l'ordre d'envoi des paquets.

**2. LES ADRESSES INTERNET** attachées à chaque message sont de la forme «boîte\_aux\_lettres@nom\_de\_domaine», par exemple «tribune@pouirlascience.com». Le nom de domaine comprend un nom de domaine générique («.com») qui suit le nom de domaine secondaire («pouirlascience»). Un message est distribué à un groupe ou à un individu grâce à une boîte aux lettres («tribune»).



**3. LE SERVEUR DE MESSAGERIE LOCAL** convertit le nom de domaine du récipiendaire du message («pouirlascience.com») en une adresse numérique du protocole Internet (IP). Pour cela, il interroge les serveurs de nom de domaine (DNS) répartis sur le réseau. Par exemple, le serveur de messagerie peut demander d'abord à un serveur où se trouvent les serveurs qui contiennent des informations sur les noms de domaine «.com» (a). Ensuite, il interroge l'un de ses serveurs sur la localisation du serveur «pouirlascience.com» (b). Une requête finale au serveur de nom «pouirlascience.com» fournit l'adresse IP de l'ordinateur qui reçoit le courrier de pouirlascience.com, adresse qui est alors jointe à chaque paquet (c). Le serveur de messagerie envoie ensuite les paquets à des routeurs répartis sur l'Internet.

**a OÙ EST LE SERVEUR .COM?**

**b OÙ EST LE SERVEUR DE NOM POURLASCIENCE.COM?**

**c OÙ EST LE SERVEUR DE MESSAGERIE POURLASCIENCE.COM?**

SERVEUR DE NOM

ROUTEUR

SERVEUR DE MESSAGERIE POURLASCIENCE.COM

SERVEUR DE MESSAGERIE LOCAL

Jared Schneidman Design



**5. LE SERVEUR DE MESSAGERIE FINAL** remplace les paquets reçus dans leur ordre initial, grâce aux instructions contenues dans chaque paquet, et stocke le message dans la boîte aux lettres du récipiendaire. Le programme de courrier électronique peut alors afficher le message.

## 4. LES ROUTEURS

lisent l'adresse IP de chaque paquet et les relayent jusqu'à destination, par le chemin le plus efficace. En raison de l'encombrement des lignes de données, il n'est pas toujours plus rapide d'envoyer le paquet directement à son destinataire. Les différents paquets peuvent transiter par des chemins différents, relayés par une dizaine de routeurs, avant d'arriver à destination.

# Les expressions chimériques

**O**n repère plus vite un visage en colère ou effrayé dans un ensemble de visages gais, qu'un visage joyeux au sein de visages exprimant la peur. Cette identification du «visage dans la foule» est d'autant plus rapide et sûre que les expressions qui constituent le fond (la foule) et la figure (la cible) caractérisent des émotions primaires : joie, peur, colère, tristesse et dégoût. Le fait que les expressions faciales de colère et de peur sautent plus vite aux yeux que les émotions positives apporte de l'eau au moulin de la thèse darwinienne : la détection précoce de stimulus incitant à la fuite ou au retrait constitue un avantage sérieux pour le sujet, comme pour l'espèce.

De nombreuses mesures indiquent que la détection de la signification affective d'un stimulus s'effectue souvent de façon automatique sans nécessiter un traitement complexe par le cerveau. Cela ne signifie pas, pour autant, qu'il en soit toujours ainsi. Dans la plupart des recherches, le type de visages est emprunté à l'ensemble standardisé de photographies prototypiques exprimant les émotions de base. La «pureté» de ces expressions est fondée sur des critères anatomiques de la musculature faciale.

Or, dans bon nombre de situations de la vie courante, le sujet est confronté à des signaux émotionnels qui ne sont pas aussi «purs». Les expressions émotionnelles naturelles sont souvent mixtes, équivoques, voire conflictuelles. Elles comportent alors des éléments positifs (joie) et négatifs (peur).

Pour étudier les réactions à de telles expressions faciales complexes, des experts peuvent évidemment sélectionner de telles expressions dans des banques de données photographiques. Mais on obtient alors des combinaisons hétérogènes et les comparaisons sont rendues difficiles par les caractéristiques de la physionomie de chaque individu. Les technologies de l'image numérique permettent aujourd'hui de fabriquer, à partir d'un visage réel, des expressions artificielles où l'on peut combiner de façon rigoureuse et systématique les signaux émotionnels correspondant à des émotions distinctes. On crée ainsi des expressions émotionnelles «chimériques». Il est ainsi possible, à partir de deux photographies d'un même individu, l'une expri-

mant la joie, l'autre la peur, de composer un visage chimérique dont le haut exprime la joie, et le bas la peur et *vice versa* (voir les figures). Le principe général consiste à fusionner de façon continue une expression dans l'autre en prenant le nez comme zone frontière.

**C**omment ces combinaisons de peur et de joie sont-elles perçues et évaluées par des observateurs? On pourrait penser que les évaluations fournies résultent d'une algèbre simple, les éléments négatifs étant retranchés aux positifs pour aboutir à une expression neutre, les chimères seraient alors jugées par des observateurs comme n'exprimant ni la joie ni la peur. Cette hypothèse est fort peu plausible dans le cas des visages, car les différentes unités faciales contribuent avec des poids différents à la formation d'une impression chez l'observateur. Il y a de bonnes raisons de penser au contraire que le traitement de visages chimériques repose sur une combinatoire plus compliquée.

C'est du moins la conclusion qui ressort des résultats que nous avons obtenus en faisant comparer par des sujets, à l'aide de méthodes d'évaluation appropriées, les expressions pures de joie et de peur à celles des expressions chimériques. Ainsi, par exemple, les chimères du type «peur-joie» (*figure 1*) sont estimées plus expressives que les prototypes de joie ou de peur. Loin d'induire une réaction nulle (ni positive ni négative), les mélanges de peur-joie sont jugés positifs et ceux de joie-peur (*figure 2*), négatifs. Enfin, en dépit du fait que les expressions chimériques ne correspondent pas à des configurations d'unités musculaires «biologiquement correctes», elles apparaissent à l'observateur qui n'est généralement pas conscient de la supercherie, comme dotées d'une signification psychologique cohérente, les unes sont plus proches de l'expression de joie, les autres de l'expression de peur.

La simulation numérique d'expressions composites permettra d'explorer les mécanismes réglant les réactions du sujet humain face aux stimulations affectives complexes de son environnement.

Monique de BONIS (CNRS UMR 7593)  
et Monique NAHAS (Université Paris VIII)

---

Ces deux visages chimériques ont été extraits du *Facial Action Coding System* d'Ekman et Friesen et reproduits avec leur permission. Les images ont été réalisées par M. Almiron (Éditions du Centre de Psychologie Appliquée).

---

### 1. Chimère peur-joie



### 2. Chimère joie-peur



# Astronomie

## Les planètes géantes

Thérèse Encrenaz. Éditions Belin.

**L**e livre de Thérèse Encrenaz nous emmène, à plus de 800 millions de kilomètres du Soleil, explorer ces astres lointains du Système solaire que sont les quatre planètes géantes : Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune. Dans un style vif et très clair, l'auteur relate les grandes étapes de leur exploration, de la lunette de Galilée à la sonde spatiale *Galileo*, en orbite autour de Jupiter.

Ce livre a notamment le mérite de nous faire vivre l'astrophysique telle qu'elle se fait aujourd'hui dans les laboratoires et auprès des télescopes. L'auteur souligne à juste titre la synergie entre l'exploration spatiale et l'observation à partir de la Terre. Les instruments qui équipent les grands télescopes ont considérablement progressé, et ils se perfectionnent encore. Les détecteurs de plus en plus sensibles, associés à des spectromètres refroidis, très performants, ont permis l'essor de spectroscopies dans le domaine infrarouge et dans le domaine millimétrique. Ce sont ces techniques que les planétologues utilisent pour détecter des molécules rares dans les atmosphères des planètes géantes et de leurs satellites.

D'autre part, l'avènement de l'optique adaptative, qui compense en temps réel la turbulence de l'atmosphère terrestre, montre des détails de plus en plus fins des corps lointains. Songeons que l'on peut ainsi «voir» en infrarouge des régions d'environ 700 kilomètres à la surface de Titan, ce satellite de Saturne distant de plus de un milliard de kilomètres ! Toutefois, ces instruments complexes et performants sont lourds et fragiles ; ils ne peuvent être embarqués sur des sondes spatiales. Celles-ci emmènent plutôt des équipements légers, fiables, qui consomment peu d'énergie et sont souvent en retard sur la technique du moment.

L'exploration spatiale est indispensable pour aller voir de plus près ces planètes et leur cortège de satellites. L'étude *in situ* des planètes, par des modules de rentrée atmosphérique, a commencé il y a une vingtaine d'années par Vénus et par Mars. Une nouvelle étape vient d'être franchie avec le largage d'une sonde dans l'atmosphère de Jupiter, le 7 décembre 1995, et le

lancement, le 15 octobre 1997, de la mission *Cassini/Huygens*, qui emporte un module de rentrée dans l'atmosphère de Titan. Cet ouvrage utilise largement l'iconographie des sondes *Voyager*, qui visitèrent les quatre planètes géantes entre 1979 et 1989. Les délais de parution n'ont hélas pas permis d'inclure les superbes images de Jupiter et de ses satellites (notamment Io et Europe) enregistrées tout récemment par la sonde *Galileo*.

T. Encrenaz présente de façon très accessible ce qu'on sait aujourd'hui des planètes géantes, de leur formation à partir de la nébuleuse primitive, il y a 4,5 milliards d'années, et de leur évolution ultérieure. Quoique proches par leur origine, les planètes géantes ne sont pas toutes semblables, et les différences subtiles de leur composition chimique, de leur météorologie ou de leur magnétosphère ne sont pas toutes bien comprises. La diversité la plus remarquable réside dans leurs systèmes d'anneaux et de satellites. Comment comparer Io et ses volcans spectaculaires, Europe, couverte de glace d'eau mais cachant peut-être un océan, et Titan, entouré d'une atmosphère épaisse, siège d'une chimie organique complexe ?

L'auteur nous fait également revivre la collision de la comète Shoemaker-Levy 9 (SL9) avec Jupiter, qui eut lieu en juillet 1994. Cet événement suscita une mobilisation exceptionnelle des astronomes, qui utilisèrent la plupart des moyens d'observation à leur disposition : télescopes au sol, télescope spatial *Hubble* et, aussi, la sonde *Galileo*, qui était alors en route pour Jupiter. Seule la combinaison de ces diverses observations, de l'ultraviolet aux ondes radio, a permis de retracer la séquence des événements liés aux impacts des fragments cométaires et d'en mesurer les effets sur la planète. Ce phénomène nous rappelle que, si les collisions «catastrophiques» ont modelé notre Système solaire dans sa jeunesse, elles continuent de le faire aujourd'hui. Il est presque acquis que la Lune est née de l'impact d'un corps géant sur la Terre. Il est également possible que la chute d'un astéroïde ait provoqué, sur la Terre, l'extinction massive d'espèces vivantes, à la frontière du Crétacé et du Tertiaire.

La collision de SL9 et de Jupiter a bien montré les modifications que peuvent causer de tels impacts. Ainsi, certains des composés fabriqués à ces occasions (le monoxyde de carbone CO, le cyanure d'hydrogène HCN ou le sulfure de carbone CS) sont encore observables dans la haute atmosphère,

plus de deux ans après la collision : toujours aussi abondants, ils se sont simplement dilués horizontalement.

De même, le satellite *ISO*, en orbite autour de la Terre, vient de détecter la présence de vapeur d'eau et de dioxyde de carbone dans la haute atmosphère des planètes géantes. Ces gaz proviennent très vraisemblablement d'une pluie ininterrompue de petits grains de poussières glacées, qui peuplent l'espace interplanétaire. Quelques kilogrammes d'eau, tout au plus, tombant chaque seconde sur la planète, suffisent à expliquer les quantités détectées. Ces microcollisions continues ont donc des effets tout à fait mesurables sur la chimie de l'atmosphère supérieure des planètes géantes.

Ce sont ces mondes fascinants que T. Encrenaz nous invite à découvrir et à mieux comprendre. Servi par une belle iconographie, l'ouvrage *Les planètes géantes* est un document de qualité, vivant, et qui devrait faire rêver les initiés comme les profanes.

Bruno BÉZARD

# Botanique

## Les forêts d'Europe

Paul Arnould, Micheline Hotyat et Laurent Simon. Éditions Nathan Université, 1997.

**L**a forêt, «au cœur de l'imaginaire européen», «l'un des derniers lieux de naturalité», ultime refuge des formes vivantes ou usine à bois ? Dans l'esprit de chacun, selon les époques et les lieux, ces diverses conceptions se stratifient ou se combattent en fonction des idées acquises au cours de la formation scolaire, universitaire ou professionnelle, au cours des contacts avec les spécialistes du milieu forestier ou de la protection de la nature, au cours des rencontres personnelles...

Cet ouvrage apporte, à ce propos, d'innombrables thèmes de réflexion. Œuvre de géographes réunis au sein du Laboratoire de biogéographie de l'École normale supérieure de Fontenay-Saint-Cloud, il prend en compte l'ensemble des facteurs écologiques («naturalistes»), historiques, économiques, sociologiques, politiques..., variables dans le temps et dans l'espace, qui déterminent les caractères, la diversité, les modes d'utilisation et le probable deve-