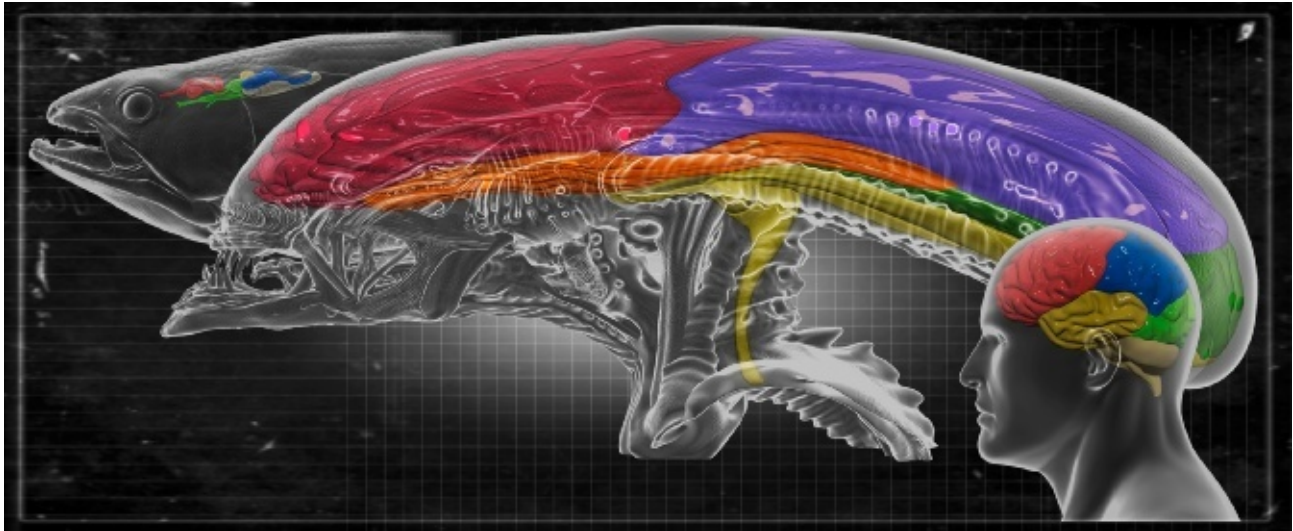




2. LES POISSONS OSSEUX, TEL LE CŒLACANTHE (*en haut à gauche*), ont un cerveau lisse. Le cerveau des humains (*en bas à droite*) est doté de circonvolutions. Enfin, *Alien*, avec son crâne démesurément long, est un représentant des extraterrestres à grosses têtes (*au milieu*).

évolué : notre visage est plus plat et notre crâne plus gros que ceux de nos cousins australopithèques par exemple. La station debout serait liée à la rotation vers le bas de la région du crâne où s'insère la colonne vertébrale – le basicrâne – et aurait joué un rôle dans l'augmentation du volume cérébral.

Une anomalie génétique

Les grosses têtes de l'espace présentent ce que l'on appelle cliniquement sur Terre une macrocéphalie. En biologie humaine, cette hypertrophie du crâne est un symptôme du dérèglement des gènes dits « architectes », responsables de la construction du crâne et de la face, mais aussi de celle des doigts et du système urogénital. Elle apparaît d'ailleurs souvent avec d'autres « malformations », telles qu'un écartement anormal des yeux ou la présence de doigts sumuméraires. Si les extraterrestres à grosse tête ne présentent pas les symptômes associés à la macrocéphalie humaine, c'est certainement parce que leur génome est très différent du nôtre !

Pourquoi donc de tels cerveaux ? Parce qu'en science-fiction, l'hypertrophie du crâne est souvent la marque d'un être superintelligent, disposant éventuellement de superpouvoirs mentaux, telle la télépathie. Pourtant une intelligence supérieure – nous nous

garderons bien de définir la chose – n'est pas nécessairement liée à un gros cerveau. Éléphant et baleine ont un cerveau plus gros que le nôtre ; sont-ils pour autant plus intelligents ? Notons aussi que Néandertal, souvent considéré comme moins « adapté », était doté d'un cerveau 25 pour cent plus gros que le nôtre ! Quant aux grands penseurs, ils n'étaient pas forcément dotés d'un cerveau plus gros que la moyenne...

Qu'en est-il alors du rapport masse du cerveau sur masse corporelle, autre indicateur supposé de l'intelligence ? Il n'est guère plus parlant, car humains et souris seraient alors équivalents. De plus, ce rapport serait le plus important chez les petits oiseaux. Quant à l'espèce humaine, il est anormalement élevé pour les adultes. Car le crâne de la plupart des mammifères se développe plus rapidement que le reste du corps chez l'embryon. Puis le rapport diminue progressivement avec l'âge.

Ces énormes têtes relèvent-elles du fantasme du surhomme ? Sont-elles une anticipation de notre évolution ? Dans un futur plus ou moins lointain, notre cerveau se développera-t-il à l'image de ceux des aliens ? Probablement pas. D'abord, parce que la masse du cerveau et la masse corporelle évoluent simultanément. Ensuite, un trop gros cerveau pourrait devenir un inconvénient : le cerveau d'un adulte, même s'il ne représente que deux pour cent de la

masse corporelle, consomme 20 pour cent de toute l'énergie métabolique. Au stade prénatal et durant la première année de vie, c'est près de 60 pour cent de l'énergie de l'enfant qui est consommée par son cerveau.

Un cerveau massif imposerait donc de fortes contraintes énergétiques. Enfin, la taille du cerveau est aussi une contrainte lors de l'accouchement, parce que le bébé doit passer par le bassin de sa mère. Si le volume du crâne augmente au cours de l'évolution, il faut que le diamètre du bassin de la femme suive, avec les conséquences que cela peut avoir sur la locomotion, le taux de mortalité lors d'accouchements par voie naturelle, etc. Étant donné la morphologie filiforme des Martiens et l'étroitesse de leurs hanches, on imagine difficilement que l'évolution de leur bassin soit corrélée à celle de leur crâne : si les Martiennes accouchent, c'est forcément par césarienne ! Ou comment le cerveau des Martiens nous renseigne sur les difficultés que rencontrent les Martiennes pour perpétuer l'espèce...

J.-S. STEYER est paléontologue au MNHN à Paris.
R. LEHOUCQ est astrophysicien au CEA, à Saclay.

C. Hilgetag et H. Barbas, *Plis et replis du cerveau*, *Pour la Science* n° 378, pp. 42-47, 2009.
G. Roth et U. Dicke, *Evolution of the brain and intelligence*, *Trends in Cognitive Sciences*, vol. 9(5), pp. 250-257, 2005.

ART & SCIENCE

Les objets impalpables dans l'espace

À la fin du XIX^e siècle, Louis Ducos du Hauron a inventé la photographie en couleurs et les anaglyphes, c'est-à-dire les images en relief.

Les principes qu'il exploite sont toujours d'actualité : ils sont mis en œuvre dans nos écrans d'ordinateur et par les missions de la NASA sur Mars !

Loïc MANGIN

Le 15 novembre 1854, la Société française de photographie est créée avec, comme modèle, l'Académie des sciences. L'objectif fixé de la nouvelle institution est de « Concourir aux progrès scientifiques et artistiques de la photographie et de ses applications ». De fait, lors de réunions publiques, photographes et scientifiques venaient présenter leurs expériences et prototypes. En outre, la Société française de photographie était la dépositaire de plis cachetés qui faisaient office de dépôt légal en vue d'éventuelles contestations de paternité. Enfin, les inventeurs lui confiaient souvent des épreuves illustrant leurs découvertes.

Ainsi, les fonds de la Société française de photographie recèlent de nombreux incunables de l'histoire de la photographie. Ils correspondent à autant d'actes de naissance de techniques toujours en cours aujourd'hui, à quelques différences près, surtout depuis l'arrivée du numérique. Lors des rencontres d'Arles 2012, une exposition organisée par Luce Lebart, directrice des collections de la Société, a mis en lumière plusieurs de ces « premières fois », pour la plupart inédites. Décrivons-en certaines qui révèlent le fourmillement des inventions au tournant du XIX^e siècle et du XX^e.

Le 7 mai 1869, le chimiste et physicien Louis Ducos du Hauron présente à la Société les premières photographies en couleurs réalisées selon un procédé qu'il a breveté l'année précédente. Ce dernier est fondé sur le principe de la trichromie : de la même façon que nos yeux perçoivent les couleurs à partir

de trois types de cellules (les cônes) photosensibles, on peut reconstituer la plupart des teintes avec seulement trois couleurs primaires, le bleu, le vert et le rouge. C'est la synthèse additive des couleurs. Le principe de ce procédé sera ensuite décliné de façon industrielle par les frères Lumière qui commercialisent à partir de 1907 leurs premiers autochromes. Ces diapositives en couleurs sur plaque de verre fonctionnent grâce à de la fécule de pomme de terre teintée dont les grains correspondent, dans le principe... aux pixels des images numériques d'aujourd'hui !

La NASA utilise une méthode mise au point à la fin du XIX^e siècle pour obtenir des images en relief de Mars.

En 1891, Ducos du Hauron présente une nouvelle innovation, l'anaglyphe, ou « objet impalpable dans l'espace ». Un anaglyphe est constitué de deux images superposées de couleurs complémentaires (cyan et magenta le plus souvent) représentant la même scène vue de points décalés (la figure b est un des premiers anaglyphes de Ducos du Hauron). Les images ne sont pas identiques, car le décalage, ou parallaxe, d'un même élément dans les deux couleurs est d'autant plus grand qu'il est situé près du premier plan. Le relief est restitué grâce à des lunettes bicolores qui cachent à chacun des yeux une des deux couleurs. On retrouve alors le fonctionnement stéréoscopique de la vision humaine en relief.

Le succès des anaglyphes viendra avec les images de Léon Gimpel, dont la *Jeanne qui rit, Jeanne qui pleure*, en 1920 (voir ci-dessus), illustre le mécanisme de l'absorption d'une couleur par sa complémentaire : chaussez les lunettes bicolores et fermez alternativement un œil, puis un autre : la fillette est gaie ou triste.

Gimpel, photoreporter, adapte la méthode de Ducos du Hauron aux autochromes des frères Lumière et produit de nombreuses images, par exemple *l'Intérieur d'un char d'assaut type Saint Chamond*, en 1916 (voir la figure a). On lui doit aussi des images de reconnaissance en avion ou en ballon d'observation. Les anaglyphes sont toujours d'actualité, le robot *Curiosity* de la NASA créant des images numériques de ce type depuis la surface de Mars !

Autre invention de cette époque, un « radar » automobile. Peu après les premiers décrets limitant la vitesse, Léon Gaumont propose un appareil qui prend deux clichés à un intervalle de temps connu sur une même plaque photographique. Le décalage des images d'un véhicule (voir la figure c) permet de calculer sa vitesse. Citons aussi les premières photographies au microscope, la transmission d'images par téléphone... La façon d'envisager les images aujourd'hui découle de ces inventions. ■

Un laboratoire des « premières fois » : les collections de la Société française de photographie, Rencontres d'Arles 2012, du 2 juillet au 23 septembre 2012. www.sfp.asso.fr/blog-collection



Regards



IDÉES DE PHYSIQUE

Les torches à plasma

De l'air soufflé à travers un arc électrique intense produit un gaz ionisé à haute température... et à usages multiples.

Jean-Michel COURTY et Édouard KIERLIK

En créant sur Terre des conditions de températures similaires à celles régnant à la surface du Soleil, ne pourrait-on pas neutraliser les déchets les plus toxiques ? Avec des températures de l'ordre de 10 000 °C dans leur cœur, les torches à plasma sont une voie prometteuse. Initialement dédiées à tester la résistance des matériaux aux températures élevées, elles consistent à ioniser partiellement un gaz en l'insufflant à travers un arc électrique très dense en énergie. Le jet de plasma (gaz ionisé) ainsi créé, très chaud, fait déjà l'objet d'applications industrielles dans la soudure ou la découpe de métaux ; mais il pourrait aussi révolutionner le traitement des déchets.

Comment obtenir un jet de plasma utilisable ? La première étape consiste à ioniser un gaz, de l'air par exemple, en éta-

blissant un arc électrique entre deux conducteurs distants l'un de l'autre. En appliquant une tension suffisamment élevée à leurs bornes, on crée un courant électrique. Après un amorçage réalisé par exemple en rapprochant les deux électrodes, le phénomène s'entretient de lui-même.

Un jet de gaz ionisé à plus de 10 000 °C

Les électrons présents, accélérés par le champ électrique régnant dans l'espace entre les conducteurs, ont assez d'énergie cinétique pour ioniser les molécules neutres qu'ils heurtent. Une telle collision produit un ion et un électron supplémentaire, lequel est accéléré, et ainsi de suite.

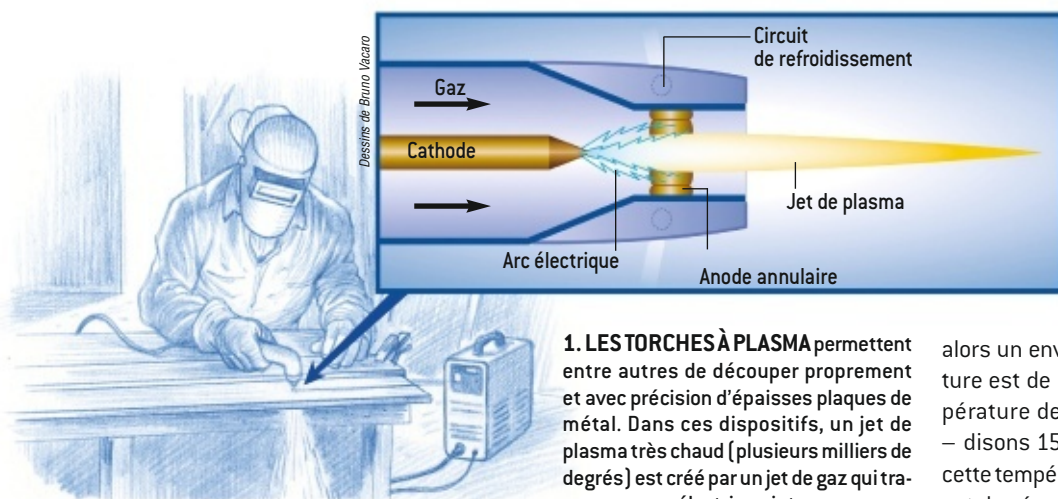
Cette cascade transforme le milieu isolant et neutre en un plasma (état de la matière partiellement ou totalement ioni-

sée) conducteur. Les molécules du gaz peuvent aussi être simplement excitées, c'est-à-dire portées à un niveau d'énergie supérieur, auquel cas elles émettent un photon au moment de la désexcitation. L'arc électrique, comme la foudre, est donc lumineux.

Le courant électrique dans un arc est beaucoup plus intense que dans les lampes à décharge, car les électrons sont émis en grand nombre par la cathode, par effet thermo-ionique : cette électrode est si chaude, environ 2 000 °C ou plus (d'où la nécessité d'utiliser des métaux à haut point de fusion, tels que le tungstène), que les électrons du métal acquièrent suffisamment d'énergie pour s'échapper spontanément de sa surface. On obtient ainsi des courants qui peuvent atteindre des centaines d'ampères sous des tensions de quelques dizaines de volts seulement.

Pour créer un jet de plasma, la deuxième étape consiste à souffler un gaz initialement neutre à travers l'arc. Il faut être astucieux et limiter l'espace occupé par l'arc grâce à la géométrie des électrodes, afin que la puissance électrique fournie se retrouve concentrée dans un tout petit volume. Les molécules du gaz rencontrent

alors un environnement dont la température est de l'ordre de grandeur de la température de surface du Soleil, voire plus – disons 15 000 °C pour fixer les idées. À cette température, les constituants de l'arc ont des énergies cinétiques moyennes de



1. LES TORCHES À PLASMA permettent entre autres de découper proprement et avec précision d'épais plaques de métal. Dans ces dispositifs, un jet de plasma très chaud (plusieurs milliers de degrés) est créé par un jet de gaz qui traverse un arc électrique intense.