

Recettes de Noël

HERVÉ THIS

Quelques pistes pour moderniser les réveillons.

Les fêtes sont là, il faut passer en cuisine. Nous contenterons-nous d'une dinde, comme au Moyen Âge, alors que l'an 2000 approche ? Non, inventons des plats nouveaux. Mais comment ? Pour le cuisinier inspiré par la chimie et la physique, la chose n'est pas difficile !

Commençons par un nouveau mode de cuisson, fondé sur une remarque de François Pérégó, restaurateur de tableaux, féru de chimie, à Bécherel : utilisant de l'œuf pour ses toiles, il m'a signalé l'effet de l'alcool éthylique sur le blanc d'œuf. D'où un nouveau mode de cuisson que je vous propose d'étudier par l'expérience suivante : dans un bol, placez un blanc d'œuf, puis versez une rasade d'alcool à 90 degrés. Aussitôt, le blanc coagule.

Comment expliquer le phénomène ? Le blanc d'œuf est composé d'environ 90 pour cent d'eau, et de dix pour cent de protéines. Ces molécules sont des enchaînements d'acides aminés (il en existe 20 types dans les aliments), qui se distinguent par leur chaîne latérale, laquelle est, selon les cas, hydrophile (soluble dans l'eau) ou hydrophobe. Dans l'eau, les parties hydrophiles se replient sur les parties hydrophobes, minimisant le contact des parties hydrophobes avec l'eau.

L'ajout d'alcool à 90 degrés, qui change l'environnement des protéines, déclenche le déroulement des protéines ; la réaction de deux groupes thiols ($-SH$) de protéines voisines conduit à un pont disulfure, qui lie les protéines. Ainsi se forme un gel : le blanc d'œuf cuit. Ce procédé chimique ne peut naturellement pas être utilisé tel quel en cuisine : le blanc d'œuf est fade, et l'alcool à 90 degrés a de bien pauvres vertus gustatives, mais si l'on remplaçait l'al-

cool à 90 degrés par de l'eau de vie de mirabelle ?

Après l'entrée, le plat principal : utilisons les données scientifiques sur les transformations de la viande chauffée. À 40 °C, les protéines se dénaturent (elles se «déroutent»), et la viande perd sa transparence ; à 50 °C, les fibres de collagène (le tissu de soutien des cellules musculaires) se contractent ; à 55 °C, la myosine (une des principales protéines des cellules musculaires) coagule et le collagène commence à se dissoudre ; à 66 °C, des protéines «sarcoplasmiques», le collagène, coagulent ; à 79 °C, l'actine (une autre protéine importante des muscles) coagule.

Que faire de telles données ? Au lieu de cuire votre dinde au four, prélevez les blancs, et cuisez-en certains morceaux à une température comprise entre 40 et 50 degrés, d'autres entre 50 et 55 degrés, d'autres encore entre 55 et 66 degrés, etc. : vos convives auront le plaisir d'apprécier des textures différentes pour une même viande, puisque des composés différents de la viande auront réagi.

Le fromage, maintenant. Nous avons présenté dans cette rubrique, il y a deux ans, le «chocolat Chantilly», qui est une mousse de chocolat, plutôt qu'une mousse au chocolat. Nous vous proposons cette fois de répéter la chose avec du fromage. Dans une casserole, versons un verre d'eau ou de vinaigre, puis ajoutons une feuille de gélatine, un bon morceau de fromage (du roquefort, par exemple) et chauffons doucement en agitant. Ainsi le fromage qui fond forme des gouttelettes de matière grasse qui se dispersent dans l'eau, s'entourant des molécules dites tensioactives apportées par la

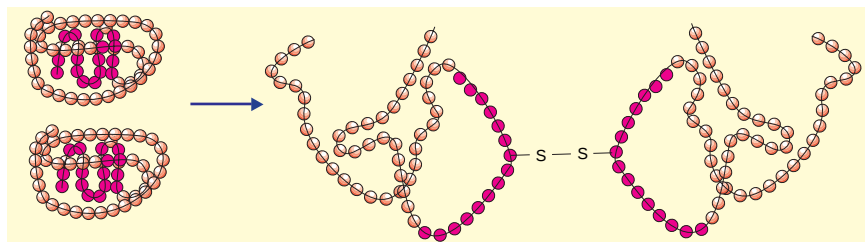
gélatine. Cette «béarnaise de fromage» est une cousine de bien d'autres émulsions culinaires, telles la mayonnaise, la sauce béarnaise (d'où le nom), la fondue au fromage... et la crème. Or qu'obtient-on quand on fouette de la crème fraîche en la refroidissant ? De la crème Chantilly. De même, quand on fouette la béarnaise au fromage en posant la casserole sur un lit de glaçons, on obtient un «fromage Chantilly».

Les artistes culinaires sauront tirer parti de cette innovation : Didier Clément, chef du Lion d'or, à Romorantin, a ainsi exécuté un «crottin de Chavignol Chantilly», qu'il a accompagné d'échalotes caramélisées. Innovation oblige, le caramel n'était pas un caramel habituel, confectionné par chauffage de sucre de table, ou saccharose, avec un peu d'eau. Non, cette fois, la chimie lui avait conseillé un «caramel de fructose». Ce dernier avait un goût original, de raisins confits.

Finissons par la véritable crème Chantilly, que vous ne manquerez pas de préparer pour accompagner le dessert. Sa préparation est simple, puisqu'il suffit de fouetter de la crème bien fraîche : le fouet introduit des bulles d'air dans l'émulsion, et les gouttelettes de matière grasse viennent cristalliser à la périphérie de ces bulles, ce qui les stabilise. Hélas, le fouet manuel a souvent été remplacé par le batteur électrique, avec lequel s'est accru le risque de voir la crème tourner en beurre (les gouttelettes de matière grasse fusionnent, et l'air est perdu lors du processus).

Pourtant tous les ingrédients d'une bonne crème Chantilly subsistent alors. Il suffit donc de les réorganiser : formons à nouveau une émulsion analogue à la crème en chauffant, dans une casserole, une cuillerée à soupe d'eau, à laquelle on ajoute la crème tournée en beurre. Quand toute la crème a été ainsi réintroduite, on pose la casserole sur de la glace et l'on fouette à nouveau : la crème remonte. Joyeuses fêtes !

Prochain rendez-vous France Info et Pour la Science le 22 janvier 1999, avec la chronique Info Sciences de Marie-Odile Monchicourt.



Le déroulement de deux protéines conduit à leur liaison, par formation d'un pont disulfure, entre deux atomes de soufre. Ainsi l'alcool gélifie le blanc d'œuf.

Mes mains ont la parole

L'usage des mains est un comportement inné et complémentaire de la parole.

Quels que soient sa fonction et son rang, un homme public est secondé par un conseiller en communication qui lui indique comment utiliser ses mains pour appuyer son discours de campagne électorale. Par ailleurs, certains peuples méditerranéens sont connus pour leur propension naturelle à utiliser une communication manuelle. Plus généralement, nous utilisons tous nos mains lorsque nous parlons. Perpétuons-nous ainsi une convention culturelle ? Illustrons-nous notre discours afin d'être mieux compris ? Jana Iverson et Susan Goldin-Meadow, psychologues à l'Université de Chicago, ont montré que la gestuelle est une communication supplémentaire qui complète la parole articulée. Les mains sont un auxiliaire de la voix.

Nos psychologues ont tout d'abord étudié l'hypothèse selon laquelle l'emploi des mains résulterait d'un apprentissage visuel. Elles ont étudié douze enfants âgés de 8 à 18 ans, dont la moitié était aveugle de naissance. Dans une expérience, un manipulateur transvasait un liquide d'un verre long et mince dans un récipient plus trapu. Les aveugles ont auparavant manipulé les

réipients avec leurs mains qu'ils gardaient posées sur les récipients pendant l'opération, les enfants voyants observaient. Puis, à la demande des psychologues, les enfants ont commenté les variations de quantité d'eau durant l'opération. Les réponses des sujets étaient enregistrées, puis les paroles et les gestes codés pour une analyse quantitative des rapports entre leur paroles et leur comportements manuels. Quand les enfants voyants ont répondu, ils ont utilisé leurs mains pour expliciter leur raisonnement. Par exemple, ils écartaient leurs mains, préalablement incurvées en forme de C, représentant le récipient. Ils montraient ainsi la variation de largeur. Contre toute attente, les enfants aveugles ont utilisé les mêmes gestes, dans les mêmes circonstances et avec les mêmes significations. Ces résultats contredisent l'hypothèse selon laquelle les enfants apprendraient l'usage des mains en observant leurs parents ou leur entourage.

Dans un deuxième temps, à l'aide d'une méthode identique, quatre jeunes aveugles ont répondu aux mêmes questions, mais posées cette fois par d'autres aveugles. Là encore, des gestes ont appuyé leurs paroles, alors qu'ils avaient connaissance

du handicap de leurs interlocuteurs. Les psychologues en ont conclu que l'emploi des mains est une aide au discours : ce n'est pas un moyen d'expression parallèle et redondant. Une étude en cours confirme cette théorie. Des sujets regardent un dessin animé, puis ils sont interrogés. Certains

ont les mains libres, tandis que d'autres ne peuvent les utiliser. Les souvenirs des premiers apparaissent plus précis, mieux ordonnés et mieux exprimés que ceux des seconds.

Les gestes favoriseraient ainsi l'élocution et la cohérence du discours. Ils sont indissociables du langage. J. Iverson et S. Goldin-Meadow étudient également l'influence de la culture sur les mouvements des mains. Les gestes d'un Finlandais sont-ils différents de ceux d'un Italien ? Dans l'affirmative, comment la culture gestuelle se transmet-elle ? Le langage articulé est un caractère apparu tardivement dans l'évolution ; selon certains psychologues, il s'est peut-être superposé à une forme primitive de communication manuelle. À quand un dictionnaire traduisant les signes manuels d'une langue à l'autre ?



Le titanosaure ovipare

Les embryons découverts en Argentine dans des œufs montrent que les sauropodes étaient ovipares.

Contrairement à ce que l'on croit souvent, les œufs de dinosaures ne sont pas des raretés ; on les trouve par centaines dans certaines formations géologiques. Au grand dam des paléontologues, beaucoup plus rare est la découverte d'embryons à l'intérieur de ces œufs, embryons qui sont le seul moyen pour identifier avec

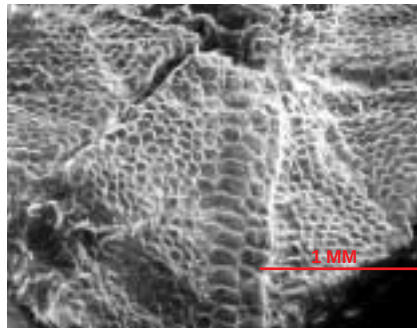
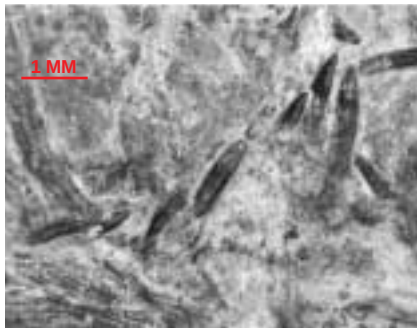
précision quel animal les a pondus. Quelques sites en Asie centrale et en Amérique du Nord ont déjà livré des œufs contenant des embryons de dinosaures, mais une récente découverte en Amérique du Sud, due au chercheur argentin Luis Chiappe et à son équipe, est d'un intérêt exceptionnel à cause du type de dinosaure concerné et de la préservation exceptionnelle des embryons.

Les œufs ont été découverts à Auca Mahuevo, dans la province

de Neuquen (Nord-Ouest de la Patagonie), dans des roches du Crétacé supérieur appartenant à la Formation Rio Colorado, datée d'environ 89 à 71 millions d'années. Le gisement contenait une douzaine d'œufs en place ainsi qu'une quarantaine de fragments de coquilles incluant des restes d'embryons. Ces restes sont de minuscules ossements, des dents, et, trouvaille plus inattendue, des empreintes de la peau (*Nature*, 19 novembre 1998).

Les dents, qui ne dépassent pas deux millimètres de longueur, ont la forme d'un cylindre. La face d'usure de l'une d'elle prouve, qu'avant la naissance, ces dinosaures usaient déjà leurs dents en





À gauche, les dents de l'embryon de titanosaure et à droite l'empreinte de la peau.

les frottant l'une contre l'autre. Ces dents ressemblent tout à fait à celles des sauropodes de la famille des Titanosauridae, qui sont très abondants dans le Crétacé supérieur d'Amérique du Sud, et les restes osseux identifiables confirment qu'il appartient à des sauropodes : ces embryons, les premiers embryons de dinosaures sauropodes jamais signalés, sont bien ceux de titanosaures et cela suffit à conférer à cette découverte une importance considérable. On dispose enfin d'informations concrètes sur les tout premiers stades de la vie de ces animaux au long cou et à la longue queue, les plus grands de tous les dinosaures.

La surface de la peau, telle qu'elle est révélée par ces empreintes d'une grande finesse, montre une mosaïque de petits tubercules, parfois disposés en rosettes, sillonnée de rangées d'écailles plus grandes. La mosaïque d'écailles ou de tubercules présente chez ces embryons rappelle l'arrangement des plaques osseuses qui couvraient le corps de *Saltasaurus loricatus*, un titanosaure provenant aussi du Crétacé supérieur d'Argentine (des plaques osseuses dermiques sont fréquentes chez les titanosaures ; on en connaît par exemple chez *Ampeiosaurus atacis*, un dinosaure fréquent dans le Crétacé supérieur du Sud de la France). Chez les embryons de Patagonie, on n'a trouvé aucune trace d'ossification de ces écailles et tubercules, ce qui ne signifie pas que les adultes n'en possèdent pas : les embryons et les nouveau-nés du lézard actuel *Cordylus*, ainsi que le crocodile du Nil ne présentent pas non plus d'os bien formés dans leur peau, les plaques osseuses ne se développant qu'au cours de la croissance. Tout porte à croire que la cuirasse de plaques osseuses des titanosaures ne se développait qu'après la naissance.

Les œufs, de volume égal à 800 centimètres cubes, ne sont pas particulièrement grands, puisqu'on trouve couramment dans le Crétacé supérieur du Sud de la France des œufs de trois litres. La microstructure de la coquille de ces œufs, dont l'épaisseur est en moyenne de 1,4 millimètre, a été étudiée en détail. La rareté

des œufs fossiles contenant des embryons a contraint les paléontologues à classer les œufs selon les seuls caractères de la coquille et, en particulier, selon la forme et la disposition des prismes de calcite qui la composent. De nombreux noms de «familles», de «genres» et d'«espèces» désignant des types de coquilles ont ainsi été proposés, mais leur attribution à des types précis d'animaux ovipares est souvent incertaine, en l'absence d'association indiscutable avec des restes d'embryons identifiables. C'est le cas notamment des innombrables œufs trouvés dans le Crétacé supérieur du Sud de la France, qui jusqu'à maintenant n'ont pas livré d'ossements embryonnaires. Les œufs d'Auca Mahuevo correspondent bien, par la taille, la forme, l'ornementation et la microstructure de la coquille, au type d'œuf appelé Megaloolithidae, connu dans le Jurassique des États-Unis et du Portugal, et dans le Crétacé de France, d'Espagne, d'Inde, de Roumanie et d'Argentine. Certains paléontologues avaient supposé que des œufs de ce type avaient été pondus par des sauropodes, mais en l'absence d'association claire avec des embryons de ces dinosaures, la supposition manquait de fondement. L'exemple de certains œufs fossiles du Désert de Gobi, attribués pendant 70 ans au dinosaure *Protoceratops* avant la découverte à l'intérieur de l'un d'entre eux d'un embryon d'Oviraptor, un dinosaure tout à fait différent, incite à la plus grande prudence en cette matière. Un des grands intérêts des œufs d'Auca Mahuevo est de montrer enfin que certains au moins des œufs de type mégaloolithidé ont bien été pondus par des sauropodes.

Il y a quelques années, le paléontologue américain Robert Bakker avait supposé que les sauropodes étaient vivipares, son argument principal étant que les nouveau-nés auraient été trop gros pour tenir à l'intérieur d'un œuf. La découverte de ces embryons de sauropodes de Patagonie démontre la fausseté de cette hypothèse. Comme les autres dinosaures, les sauropodes naissaient très petits par rapport à leur taille adulte.

Eric BUFFETAUT

BRÈVES

Ancêtre complet

Un squelette d'australopithèque de 3,2 à 3,6 millions d'années vient d'être présenté par Ron Clarke et ses collègues de l'Université de Witwatersrand à Johannesburg. L'individu, dont on a trouvé des os des pieds, deux tibias, un fragment de bras et une bonne partie du crâne, mesurait 1,2 mètre et pouvait grimper aux arbres. C'est l'un des hominidés fossiles les plus complets que nous connaissions, et le plus ancien mis au jour en Afrique du Sud. Il est probable que d'autres os de cet australopithèque seront bientôt dégagés.

Rats et peuplement

Les Polynésiens qui colonisèrent les archipels du Pacifique il y a environ 5 000 ans transportèrent avec eux des animaux, en particulier des rats, peut-être pour les manger. L'analyse de l'ADN des descendants de ces rats a permis à E. Matissso-Smith et à ses collègues, de l'Université d'Auckland, de retracer les itinéraires maritimes empruntés lors du peuplement de cette région. Ils notent en particulier qu'à l'exception des îles Chatam, en Nouvelle-Zélande, et des Marquises, deux archipels relativement isolés, des relations existaient entre les différents archipels pendant la période préhistorique.



Enfants battus

Lorsqu'un enfant a un traumatisme crânien, les parents prétendent toujours qu'il s'agit d'un accident. Comment le médecin distingue-t-il un accident d'un sévice? Une équipe américaine vient de montrer que des enfants maltraités ont, dans leur liquide céphalo-rachidien, une concentration en acide quinolinique supérieure à la concentration détectée chez les enfants victimes d'un accident. Cette substance est produite par les cellules du système immunitaire après une blessure et diffuse lentement dans le cerveau : chez un accidenté rapidement hospitalisé, il n'a pas le temps de pénétrer dans le système nerveux central. Chez un enfant maltraité, il s'accumule au fil des jours. Un seul élément ne suffit pas à établir une maltraitance, mais devrait aider les médecins à la dépister.

Suite page 24

Altitude et population

Comment les hommes se répartissent-ils à la surface de la Terre? L'«individu moyen» vit à 194 mètres d'altitude ; 33,5 pour cent de la population mondiale vivent à moins de 100 mètres au-dessus du niveau de la mer, près du littoral ou dans des plaines fluviales, soit une superficie correspondant à seulement 17 pour cent des terres émergées.

Coquillages et céphalées

De petites protéines analogues aux toxines produites par des coquillages venimeux tels que les cônes des mers tropicales seront peut-être utilisées dans le traitement de la douleur. B. Olivera, de l'Université de l'Utah, a isolé une substance issue de *Conus magus*, qui a de puissantes propriétés antalgiques. Dans le liquide céphalo-rachidien baignant la moelle épinière, cette protéine bloque l'entrée du calcium dans les cellules nerveuses, empêchant ainsi la propagation du signal de la douleur.



Chimie et moteur

On connaissait le moteur électrique. Depuis peu, les revues scientifiques présentent les nanomoteurs, déposés à la surface de silicium. Jean-Pierre Sauvage et ses collègues de Strasbourg ont fait mieux : ils ont confectionné une molécule composée de deux anneaux entrelacés, qui peuvent se lier en deux points. Quand on éclaire la solution qui contient ces molécules, les deux anneaux tournent l'un par rapport à l'autre, et changent de point d'attache. Ainsi un signal (lumineux) déclenche le mouvement de ce moteur moléculaire.

Le mâle qui répand la terreur

Une femme enceinte sur 200, environ, souffre, au cours du troisième trimestre de grossesse, d'éruptions cutanées. Ces manifestations disparaissent après l'accouchement. Sélim Aractingi et ses collègues de l'Hôpital Tenon et de l'Hôpital Saint-Louis ont montré que le trouble est dû à des cellules fœtales qui envahissent la peau de la mère : ils ont trouvé de l'ADN masculin dans les lésions des femmes enceintes qui portaient un fœtus mâle (ils n'en ont pas trouvé dans la peau de femmes témoins indemnes de toute lésion cutanée et qui attendaient aussi un garçon).

Suite page 26

La puce et l'aveugle

Une puce électronique a permis à des aveugles de voir pendant quelques minutes.

La rétine est une couche de cellules qui tapisse l'intérieur du globe oculaire. L'extrémité (en forme de cônes ou de bâtonnets) de chacune de ces cellules contient des pigments qui convertissent l'énergie lumineuse des images en signaux électrochimiques que l'autre extrémité, nerveuse, véhicule vers le nerf optique. Les informations parviennent ainsi au cerveau, qui les analyse et construit l'image. Certains cas de cécité sont dus à une dégénérescence d'une partie de la rétine. Par exemple, la rétinopathie pigmentaire rend les parties cellulaires contenant les pigments inefficaces tout en laissant intacts les segments nerveux. La rétine conserve ses propriétés de transmission électrique, mais le codage du signal à l'entrée n'est plus effectué.

Le 31 mai 1996, un patient atteint de rétinopathie pigmentaire a vu, pour la première fois, pendant quelques minutes grâce à une puce électronique en silicium greffée sur sa rétine par Mark Humayun, de l'Hôpital Johns Hopkins de Baltimore.

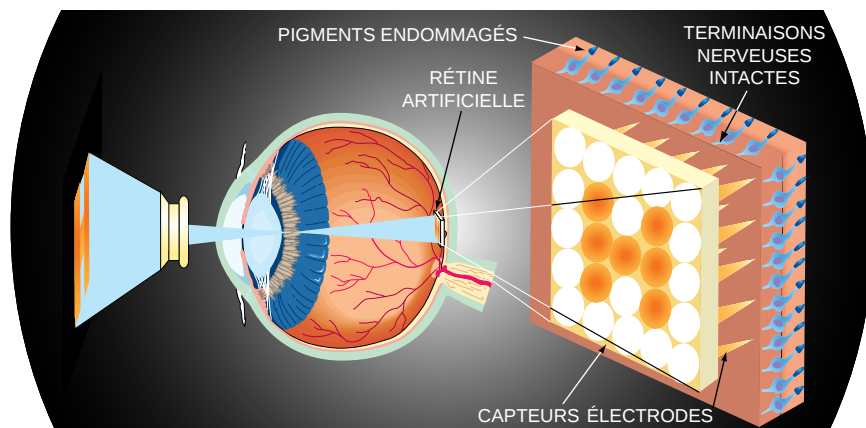
L'idée est née en 1988 lorsque le chirurgien a démontré que des aveugles «voient» des points lumineux quand les parties nerveuses des cellules rétiniennees endommagées sont stimulées par des impulsions électriques : les organes véhiculant les informations sensorielles sont fonctionnels. Les images peuvent-elles être artificiellement traduites?

En collaboration avec l'équipe de Wentai Liu, professeur à l'Université de Caroline du Nord, M. Humayun a construit et

mis au point une rétine artificielle. Ce système est composé d'une surface mince de quatre millimètres carrés, tapissée de capteurs sensibles à la lumière, qui convertissent une image en 25 points, ou pixels, chacun émettant une impulsion électrique. Ces impulsions sont transmises aux terminaisons nerveuses par l'intermédiaire de 25 électrodes. L'information est véhiculée par le nerf optique jusqu'au cerveau. Le dispositif reçoit son énergie d'une pile photovoltaïque, qui transforme l'énergie d'un faisceau laser en énergie électrique.

Ainsi, quinze patients opérés ont aujourd'hui, pendant deux heures, retrouvé une vue imparfaite, très floue, grâce à ces implants. Des images simples telles que des lettres ou des figures géométriques étaient enregistrées par une caméra placée sur une paire de lunettes. Cette caméra projetait ensuite vers l'implant les images réduites. Cependant, la puce n'a été laissée sur la rétine que deux heures, car le dispositif n'est pas encore assez fiable et trop de questions restent posées. Résiste-t-il à l'humidité et à la salinité de l'humeur vitrée, le liquide qui emplit la cavité du globe oculaire? L'œil supportera-t-il la chaleur dégagée par l'implant? Bien que l'œil soit un organe tolérant, acceptera-t-il une puce plus grande, sans la rejeter? L'opération est un succès, mais elle ne représente que le stade expérimental d'un traitement des cas de cécité où la rétine a conservé ses propriétés conductrices.

Selon Jean-Philippe Nordmann, à l'Hôpital Tenon à Paris, cette première d'un œil bionique représente un espoir pour les aveugles. Grâce aux progrès techniques, la résolution des images sera sans doute améliorée. Les greffés ne verront jamais parfaitement, mais ils pourraient détecter des mouvements, des formes simples ou des éclairages différents.



Une caméra projette une image réduite sur une puce de quatre millimètres carrés. Cette puce est implantée dans une rétine dont les pigments, détériorés, ne sont plus sensibles à la lumière. Les capteurs électroniques traduisent l'information lumineuse en impulsions électriques que 25 électrodes transmettent aux terminaisons intactes des cellules rétiniennees. Le cerveau reçoit ainsi des signaux électriques qu'il interprète comme une image.