

Peintures pariétales à Bornéo

La grotte Gua Tewet renferme des empreintes de mains décorées de motifs et reliées par un tracé arborescent.

Avant 1992, l'île de Bornéo avait livré très peu de traces préhistoriques d'occupation humaine. Seuls quelques sites des provinces malaises et de l'Émirat de Brunei, qui représentent un cinquième de l'île, avaient fait l'objet de fouilles avant la fin de la tutelle anglaise : on y avait notamment découvert des os fossiles humains datant de plus de 30 000 ans. C'est dans ce contexte de «quasi-désert» archéologique, à Kalimantan, la partie indonésienne de l'île, que l'archéologue Jean-Michel Chazine, de la maison Asie-Pacifique du CNRS, et le spéléologue Henri Fage sont partis en

expédition dans l'Est de Bornéo. Ce dernier avait repéré des dessins au charbon lors d'une traversée précédente de l'île. Depuis 1992, plusieurs grottes ont été découvertes dans des falaises de calcaire érodées, au milieu de la forêt vierge, où les tribus de Dayaks, anciens coupeurs de tête, sont les seules à s'aventurer. La grotte nommée Gua Tewet, découverte en mai 1999, présente des empreintes de mains uniques au monde : reliées par une ligne, elles forment une sorte de «arbre», et sont ornées de motifs géométriques.

Les grottes ornées se trouvent dans les parties supérieures des falaises de calcaire, isolées et difficiles d'accès (on doit parfois escalader la falaise sur 100 mètres pour les atteindre). Les peintures sont dans la semi-pénombre des zones d'entrée, contrairement à celles de l'art rupestre européen, en général dans l'obscurité. Les empreintes de mains recouvrent le plafond et les parois, jusqu'à dix mètres de hauteur par rapport au sol de la grotte.

Les empreintes de mains ont été réalisées avec la technique du pochoir : les habitants de Bornéo appliquaient leurs mains sur la paroi, puis projetaient la peinture rouge ou ocre à base d'hématite tout autour, en soufflant dans un petit tube ou en crachant cette peinture. On rencontre de telles empreintes de mains au pochoir dans toutes les peintures pariétales du reste du monde. Cependant, à Bornéo, certaines d'entre elles se distinguent par leur disposition en cercle ou en ellipse, évoquant le mouvement circulaire décrit par la main lors de la réalisation des peintures.

Dans la grotte Gua Tewet, qui mesure environ 20 mètres de longueur sur six mètres de largeur, on a dénombré plus de 170 empreintes de mains, mais elles ne sont pas disposées en cercle. Une vingtaine d'entre elles sont reliées par un trait qui évoque une «liane» qui porterait des «fruits». Cette liane fait apparaître

une arborescence, peut-être l'expression d'une continuité, d'un lien familial, social ou clanique. Les mains sont ornées d'une trentaine de motifs distincts (des traits et des points), peints à l'intérieur des empreintes. Déjà observés en petit nombre dans des grottes découvertes en 1995 et en 1998, ces motifs sont propres à Bornéo. Des animaux filiformes accompagnent les empreintes de mains. Dans les autres grottes ornées, les empreintes de mains sont souvent apposées comme des signatures, à côté de représentations d'hommes ou d'animaux.

Qui a peint ces empreintes de mains et à quelle époque ? Selon J.-M. Chazine, leurs auteurs avaient une culture et un sens de l'esthétique assez évolués : la technique du pochoir met en œuvre une chaîne de gestes opératoires, probablement symboliques et beaucoup plus complexes que pour un dessin ordinaire ; contrairement aux grottes qui s'ouvrent plus bas dans les falaises, où l'on retrouve des restes de foyers, les grottes ornées ne recèlent aucune trace d'activité ou d'installation humaine. Les empreintes de mains seraient des figurations de pratiques magiques, rituelles ou chamaniques.

Ces peintures datent probablement d'une époque antérieure à l'arrivée des Austronésiens, originaires de Taïwan, et qui se sont dispersés dans toute l'Asie du Sud-Est à partir de 5 000 avant notre ère. Plusieurs arguments en attestent : il n'y a pas de relation entre l'expression esthétique des peintures pariétales de Bornéo et l'art des communautés austronésiennes (dont les motifs en spirale ou les rosaces sont complètement différents) ; les poteries, apportées par les Austronésiens, sont absentes des grottes ornées ; on a découvert une stalagmite qui recouvre un panneau d'empreintes de mains et qui aurait plusieurs milliers d'années ; enfin, l'une des peintures représente un bovidé disparu depuis environ 10 000 ans. Ces empreintes de mains pourraient être de la même époque que les peintures pariétales de Sulawesi, l'île indonésienne voisine, datées de 20 000 à 7 000 ans avant notre ère.

Parmi les empreintes de mains ornées d'un motif géométrique, certaines évoquent les représentations avec figuration du squelette stylisé sous forme de traits ou de pointillés des Aborigènes d'Australie et l'on s'interroge : les premières populations de Bornéo ont-elles également assuré le peuplement de l'Australie ?

Les grottes ornées de Bornéo sont dans des falaises de calcaire érodé, à plusieurs dizaines de mètres du sol du milieu de la forêt vierge (la flèche rouge marque l'emplacement de la grotte Gua Tewet, en haut). Dans la grotte Gua Tewet, qui renferme plus de 170 empreintes de mains réalisées avec la technique du pochoir, une vingtaine d'entre elles sont reliées par une «liane», qui correspond probablement à un lien familial, social ou clanique entre les individus, dont les empreintes sont ornées par plus d'une trentaine de motifs géométriques différents (en bas).



Luc-Henri Fage

Diabète sucré

Une protéine favorisant la destruction des cellules qui produisent l'insuline révèle un nouveau mécanisme du diabète.

Le diabète est une «épidémie», certes non infectieuse, mais qui, selon l'Organisation mondiale de la santé, touchera 300 millions de personnes en 2025 : le nombre de personnes atteintes de diabète sucré risque d'avoir doublé entre 1995 et 2025, en raison de l'accroissement et du vieillissement de la population mondiale, ainsi que de l'augmentation de l'obésité dans les pays industrialisés. Les femmes sont plus souvent atteintes que les hommes, et les diabétiques sont plus nombreux en milieu urbain qu'en milieu rural. Contrairement au diabète insulino-dépendant qui touche les personnes jeunes, le diabète sucré se déclare à l'âge adulte et, s'il existe des gènes de prédisposition, les facteurs environnementaux, telle l'obésité, jouent un rôle essentiel dans son déclenchement. La découverte d'un gène qui participe à cette maladie chez quelques personnes éclaire d'un jour nouveau les mécanismes de cette maladie complexe et ouvre la voie à de nouvelles perspectives thérapeutiques.

Plus d'un million de Français sont diabétiques : 20 pour cent d'entre eux ont un diabète de type 1, c'est-à-dire qu'ils ne produisent pas du tout d'insuline et doivent s'administrer quotidiennement l'hormone (l'insuline est indispensable au métabolisme du glucose ; quand elle n'est pas produite, la concentration sanguine en glucose est trop élevée) ; 80 pour cent sont atteints de diabète de type 2, non insulino-dépendant, encore nommé diabète sucré.

Contrairement au cas du diabète de type 1, le pancréas produit encore de l'insuline, mais la quantité produite est insuffisante ou l'insuline est inactive. Des médicaments stimulent la production d'insuline par les cellules bêta des îlots pancréatiques de Langerhans, mais ils finissent par devenir inefficaces, et les personnes atteintes doivent alors s'administrer de l'insuline, comme les personnes atteintes de diabète de type 1. L'obésité est un facteur de risque du diabète de type 2, car le métabolisme général est perturbé : les cellules adipeuses produisent une cytokine, le TNF, qui dérègle le fonctionnement du récepteur de l'insuline, lequel devient insensible à l'hormone. Le transport du glucose se fait mal et sa concentration sanguine reste élevée.

À long terme, l'hyperglycémie chronique endommage les vaisseaux sanguins qui irriguent notamment la rétine, les reins et le système nerveux, de sorte que le diabète s'accompagne souvent de rétinopathie diabétique, d'insuffisance

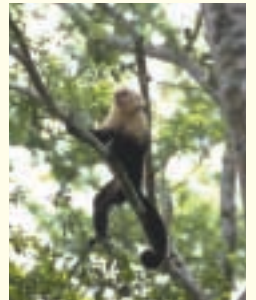
BRÈVES

Du Viagra® pour les femmes

Le Viagra® qui traite l'impuissance masculine aurait une indication féminine : il aiderait les œufs fécondés à s'implanter dans la matrice utérine des femmes qui ne peuvent avoir d'enfants parce que leur paroi utérine est trop mince et mal irriguée. La molécule potentialise les effets vasodilatateurs du monoxyde d'azote NO et améliore le flux sanguin. Après traitement par le Viagra®, trois grossesses ont pu être déclenchées et deux enfants sont déjà nés. La question principale qui subsiste est celle de l'effet potentiellement nocif du monoxyde d'azote sur les embryons : l'implantation de l'embryon n'a lieu qu'une semaine après la dernière administration du Viagra® quand on est certain qu'il a été éliminé de l'organisme maternel.

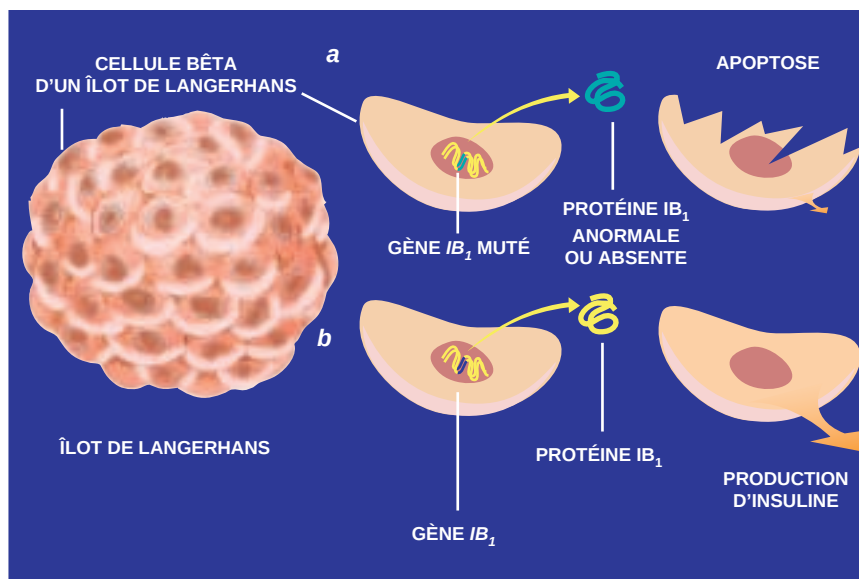
Récompense simiesque

Une équipe américaine a montré que les singes capucins d'Amérique du Sud coopèrent pour obtenir de la nourriture et partagent ensuite les fruits de leurs efforts conjoints. Ainsi deux singes sont séparés par une grille ; un bol contenant des tranches de pommes est placé en face d'un des deux singes, sur un plateau ; ce dernier est trop lourd pour qu'un seul singe puisse le rapprocher suffisamment et se saisir du bol ; les deux singes tirent donc ensemble sur le plateau, le singe face au bol s'en saisit et partage les pommes avec son coéquipier. En liberté, les capucins et les chimpanzés chassent à plusieurs, mais un seul capture la proie, laquelle est ensuite partagée. Coopération et réciprocité ne sont pas des spécificités humaines.



Des bifaces chinois

Les silex taillés sur les deux faces du type acheuléens (du nom du village de Saint-Acheul, près d'Amiens) sont apparus il y a 1,7 million d'années en Afrique. On en a aussi retrouvé en Afrique, en Europe et en Asie occidentale. Dans le bassin de Bose, au Sud de la Chine, une équipe sino-américaine a mis au jour de nombreux bifaces vieux de 800 000 ans. Ainsi, l'Asie orientale a également été un foyer du savoir-faire des hominidés en matière de pierre taillée.



Les cellules bêta des îlots pancréatiques de Langerhans produisent normalement l'insuline qui normalise la concentration sanguine en sucre. Chez les diabétiques, la production d'insuline est insuffisante. On a découvert que chez certains d'entre eux, le gène IB_1 est muté de sorte que la protéine IB_1 correspondante est anormale, voire n'est pas synthétisée (a). On constate alors que les cellules des îlots de Langerhans ne produisent plus d'insuline et s'autodétruisent par apoptose. La protéine IB_1 protégerait les cellules contre le suicide cellulaire et activerait l'expression du gène de l'insuline (b).

Les nuances de bleu des oiseaux

Les oiseaux voient dans l'ultraviolet, grâce à un quatrième type de cellule en cône dans leur rétine, alors que les

hommes et les primates n'en ont que trois. Grâce à ces cellules, découvertes à l'Institut d'ophtalmologie de Londres, certains oiseaux reconnaissent les mâles des femelles de leur espèce : chez les mé-

sanges bleues, la différence de plumage entre les deux sexes, difficile à distinguer même pour un ornithologue, est nette dans l'ultraviolet.



A.T.D. Bennett, 1998

L'acier recyclé : plus dur, moins cher

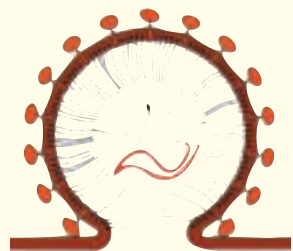
Les métallurgistes de l'Université de Leed ont découvert comment éliminer les défauts dus à la présence de cuivre et d'étain dans l'acier recyclé : en ajoutant de l'aluminium, qui forme un alliage avec ces métaux. L'acier obtenu est plus dur et sa mise en œuvre, simplifiée, est moins coûteuse : elle ne nécessite aucun triage préalable des déchets pour éliminer les autres métaux. En outre, les canettes de sodas apportent l'aluminium nécessaire au nouveau procédé.

Clé faussée

Les personnes infectées par le VIH ne réagissent pas toutes de la même façon, et leur espérance de vie est variable. Pour infecter ses cellules cibles, le virus se fixe sur le récepteur CD4 des lymphocytes T, mais il se sert d'autres «clés» pour pénétrer dans ces cellules. On avait trouvé que lorsqu'une des secondes clés

est faussée, le virus pénètre moins facilement dans les lymphocytes T (certaines mutations sur le gène codant le corécepteur CCR5 semblent protéger contre le virus). Inversement, l'équipe de C. Com-

badière et I. Théodorou vient de montrer que les personnes dont les deux gènes codant le corécepteur CX3CR1 portent deux mutations bien caractérisées évoluent deux fois plus vite vers la phase SIDA que les autres. Le dépistage de ces mutations chez les personnes séropositives aiderait les médecins à prévoir la rapidité de l'évolution de la maladie et à ajuster les traitements.



rénale, de neuropathie diabétique (des douleurs d'origine neurologiques) ou encore d'ulcération des pieds (qui nécessite parfois l'amputation).

Étudiant des cultures de cellules bêta de Langerhans, Gérard Waeber et ses collègues du Centre hospitalo-universitaire de Genève ont isolé un nouveau gène, le gène IB_1 , qui s'exprime spécifiquement dans ces cellules et dans le cerveau. Lorsque ce gène est muté, les cellules bêta sont plus sensibles aux stress et meurent plus facilement que les cellules où le gène n'est pas muté. Les cellules bêta ont une durée de vie réduite et, de surcroît, elles produisent moins d'insuline. Ces deux résultats montrent que la protéine IB_1 a deux actions : d'une part, elle inhibe l'apoptose, ou suicide cellulaire (puisque en son absence les cellules s'auto-détruisent plus vite) et, d'autre part, elle active l'expression du gène de l'insuline (puisque en son absence la synthèse de l'hormone diminue).

Ce gène ayant à l'évidence une action potentielle dans le diabète, Philippe Froguel et ses collègues de l'Institut de biologie de Lille ont recherché si certains diabétiques avaient une mutation sur le gène IB_1 . Généralement, le diabète de type 2 n'est pas une maladie génétique transmissible, mais, dans ce cas, l'équipe lilloise a trouvé une famille de diabétiques ayant une mutation sur le gène IB_1 , localisé sur le chromosome 11. En l'absence de la protéine IB_1 , la production d'insuline est insuffisante, mais les cellules bêta des îlots de Langerhans en produisent pourtant quelques temps, puis ces cellules subissent une apoptose et l'insuline n'est plus produite. Cette évolution est compatible avec les réactions des malades aux traitements qui stimulent la production d'insuline : dans un premier temps, les médicaments activent la production d'insuline, mais ils finissent par devenir inefficaces, car les cellules productrices disparaissent. On pense qu'une hyperglycémie chronique inhiberait l'expression du gène IB_1 .

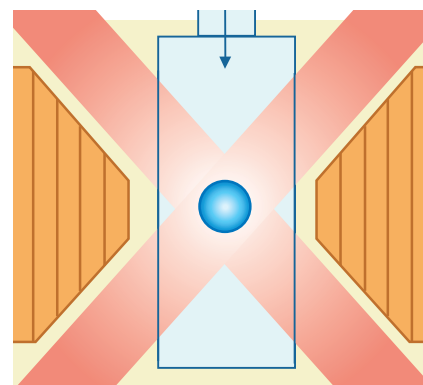
Des substances qui compenseraient le déficit de la protéine IB_1 ralentiraient le phénomène et éviteraient peut-être aux cellules de Langerhans encore fonctionnelles de rentrer dans le processus irréversible du suicide cellulaire. Par ailleurs, même si l'on ignore quelles cellules cérébrales expriment cette protéine (les souris transgéniques dépourvues de ce gène meurent avant la fin de l'embryogenèse), on espère que la protéine joue aussi un rôle dans l'inhibition de l'apoptose des neurones et qu'en renforçant son action, on retarderait certaines neurodégénérescences.

Tempête à zéro degré

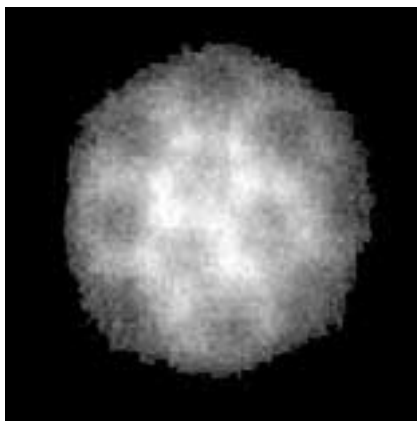
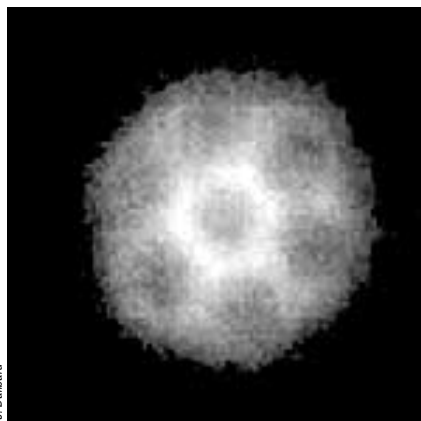
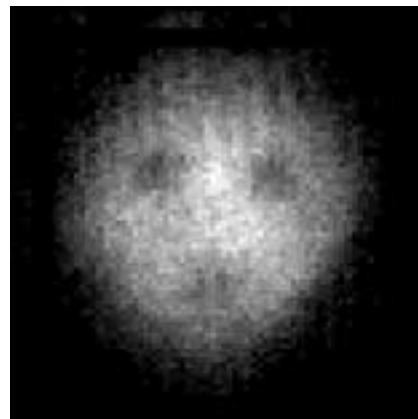
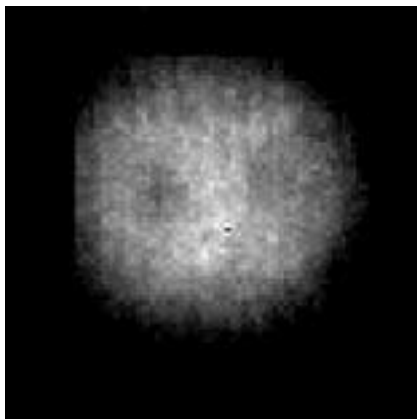
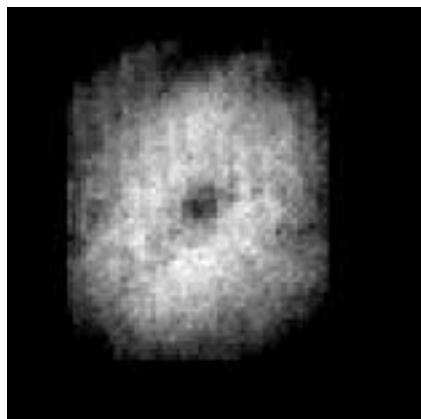
Des physiciens ont observé des tourbillons dans les condensats de Bose-Einstein

Il y a 75 ans, Einstein avait prédit qu'aux températures proches du zéro absolu (-273°C), certains gaz parfaits se condensent en fluides dont les atomes sont indiscernables. «C'est une belle théorie, mais contient-elle une vérité?», écrivit Einstein à un ami avant de se détourner définitivement de ce problème. Depuis 1995, les physiciens ont réussi à produire ces fluides surprenants, nommés condensats de Bose-Einstein (Einstein s'était inspiré des travaux de Bose pour prédire leur existence). À l'École normale supérieure de Paris, Jean Dalibard et ses collègues ont mis en évidence des tourbillons dans ces condensats, qu'ils sont parvenus à mettre en mouvement.

Les condensats de Bose-Einstein, constitués d'environ un million d'atomes de rubidium, de lithium, de sodium ou d'hydrogène, se forment à des températures de l'ordre de 300 nanokelvins (300 milliardièmes de degré au-dessus du zéro absolu) à partir de gaz presque parfaits, peu denses. Ils ont une durée de vie de quelques secondes. Pour les obtenir, on refroidit un milliard d'atomes, placés dans un dispositif sous vide, à l'aide d'un jeu de lasers :



Pour produire des condensats de Bose-Einstein, les physiciens introduisent des atomes de rubidium dans un dispositif sous vide (flèche). Ils les refroidissent avec des lasers (en rouge), qui ralentissent les atomes, et avec des champs magnétiques, créés par des bobines coniques (en orange). Quand la température atteint 300 nanokelvins, la condensation se produit et les atomes se comportent comme une même entité (en bleu). Les physiciens ont réussi à créer des tourbillons dans ces condensats à l'aide d'un faisceau laser, une sorte d'«agitateur», perpendiculaire au plan de la figure.



Les trous qui apparaissent dans ces condensats de Bose-Einstein correspondent à des tourbillons. Les atomes sont repoussés loin de l'axe de rotation, comme sous l'effet d'une force centrifuge. Le nombre de tourbillons augmente avec la fréquence de l'agitateur, pour former un réseau ordonné.

l'interaction des lasers et des atomes ralentit ces derniers, ce qui les refroidit. Puis, on comprime ces atomes en les piégeant, au centre du dispositif, avec des champs magnétiques. Un certain nombre d'atomes, trop rapides, sont éjectés du piège magnétique, emportant une énergie qui est alors prélevée aux atomes qui restent piégés : la température de ces derniers est encore abaissée, et la condensation de Bose-Einstein se produit.

Tous les atomes des condensats sont dans le même état d'énergie minimale. En mécanique quantique, les particules sont assimilées à des ondes. Dans un condensat, les atomes ont tous la même fonction d'onde, c'est-à-dire qu'on ne peut pas les distinguer, car ils se comportent comme une même entité.

On a découvert que les condensats sont des superfluides : ils se comportent comme l'hélium liquide à très basse température. Dans un superfluide, un objet qui se déplace lentement n'est pas freiné, et le superfluide ne s'échauffe pas. Quand on met un récipient contenant un superfluide en rotation lente, la surface de celui-ci reste plane, car il n'est pas entraîné par les parois. Au contraire, la surface d'un

liquide classique se creuse en son centre à cause des forces d'adhérence aux parois.

Les physiciens de l'École normale supérieure ont étudié la dynamique des condensats. Ils ont travaillé sur des condensats d'atomes de rubidium, qu'ils ont mis en rotation à l'aide d'un faisceau laser, une sorte d'«agitateur». Ils ont constaté qu'au-dessous d'une fréquence critique de rotation de l'agitateur, rien ne se passe : le condensat reste au repos. En revanche, au-dessus de ce seuil, un tourbillon apparaît au centre du condensat. L'existence de ce seuil est due à la nature quantique des condensats : un gaz classique (ou un liquide classique) serait mis en mouvement quelle que soit la fréquence de l'agitateur.

Les physiciens ont observé ce tourbillon en interrompant les champs magnétiques qui confinent le condensat. Ce dernier se dilate et, au bout de quelques dizaines de millisecondes, le tourbillon a une taille suffisante pour être observé. Les physiciens envoient alors sur le condensat une brève impulsion lumineuse, dont ils mesurent ensuite l'absorption : ils obtiennent ainsi une image du nuage

atomique. Dans le tourbillon, les atomes sont repoussés loin de l'axe de rotation, comme sous l'effet d'une force centrifuge : le tourbillon apparaît ainsi sous la forme d'un trou.

Lorsque les physiciens ont augmenté la fréquence de l'agitateur laser, ils ont observé la formation d'un réseau ordonné de tourbillons de tailles identiques. Le nombre de tourbillons augmente avec la fréquence, jusqu'à onze. Ces tourbillons sont visibles à l'œil nu : leur diamètre est de l'ordre de huit micromètres au moment où on les «photographie». On avait déjà observé des réseaux de tourbillons dans l'hélium liquide, mais, leur diamètre étant inférieur au nanomètre (milliardième de mètre), on ne pouvait pas les observer directement. Pour les visualiser, on envoyait sur l'hélium liquide des électrons, qui étaient canalisés par les tourbillons et déclenchaient un phénomène de luminescence sur un écran au phosphore, grâce auquel ils étaient détectés.

La mise en évidence des tourbillons constitue un pas en avant dans la compréhension et la modélisation des condensats de Bose-Einstein, car on sait désormais qu'ils obéissent aux théories développées pour les superfluides. Les physiciens espèrent mettre au point des jets d'atomes cohérents et intenses issus de condensats de Bose-Einstein, analogues aux lasers, mais constitués d'atomes et non de photons. Ils seraient utilisés pour la nanolithographie atomique. La parfaite collimation de ces atomes cohérents en ferait des outils de déposition très précis. Si l'on sait d'ores et déjà extraire un filet continu d'atomes d'un condensat, on devra encore trouver le moyen de guider ces atomes sur une surface pour y reproduire un motif donné et augmenter le flux d'atomes que peut fournir un condensat (qui ne contient pour l'instant qu'un million d'atomes) : le «laser à atomes» deviendra alors, comme son équivalent lumineux, un outil pratique.