

pour la solution passive, la moins chère de toutes. Il est étonnant de constater qu'il n'en est rien, et de très loin, car presque personne ne s'intéresse encore aux supports numériques pérennes. La raison en est peut-être que beaucoup de décideurs, et même de particuliers, n'ont pas pris la mesure du problème et préfèrent conserver leurs illusions plutôt que d'envisager des catastrophes futures potentielles ; et cela nécessite d'engager des politiques à moyen et long termes. La stratégie active reste donc à peu près la seule utilisée dans le monde, à quelques exceptions près, comme à l'Institut national de l'audiovisuel, en France, pour les émissions radiophoniques.

Cependant, évitons un alarmisme excessif : les données les plus importantes, celles du robot *Curiosity* sur Mars ou celles du CERN par exemple, ne seront pas perdues ; les sommes nécessaires à leur conservation seront très probablement dépensées, car elles restent une faible fraction du coût de ces grands programmes de recherche. De façon plus générale, toutes les données qui touchent à des domaines d'activité où l'argent abonde ont toutes les chances de survivre : les banques, les notaires et d'autres professions gérant des sommes importantes sont et resteront capables de mettre en œuvre la stratégie active dans de bonnes conditions.

Assurer la pérennité des données est difficile dans d'autres secteurs. Pour les hôpitaux, les données médicales doivent être légalement conservées au minimum 20 ans, une gageure dans un contexte de restrictions budgétaires. Et dans bien d'autres cas, on peut être encore plus inquiet. Il est d'ores et déjà connu que les données issues de la numérisation de documents analogiques ont parfois été perdues (dans certaines archives départementales par exemple), et l'on est loin d'avoir une vue générale sur la question. Quant aux données personnelles et familiales, tout porte à croire qu'elles n'auront pas la durée de vie des photos ou des films huit millimètres que nous ont transmis nos parents.

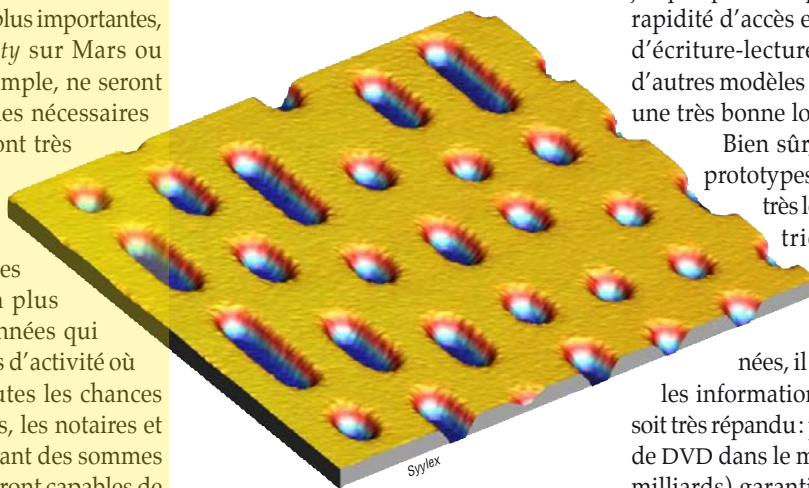
Peut-on raisonnablement espérer voir émerger des supports numériques peu onéreux, permettant le stockage de grandes quantités d'informations et garantissant leur conservation pendant des siècles

sans migration ? Il semble que les grands laboratoires industriels se sont longtemps concentrés sur la fiabilité, le volume de données stockées et la rapidité d'accès, mais une prise de conscience progressive et l'émergence d'un marché centré sur la longévité pourraient changer la donne. De plus, des structures publiques commencent à s'intéresser au sujet. Le Groupe d'intérêt scientifique SPADON (*Supports pérennes d'archivage pour les données numériques*) regroupe plusieurs laboratoires universitaires et du CNRS. Il suit et coordonne les progrès techniques dans ce domaine, et suscite de nouvelles recherches. De même, le groupe Pérennité des informa-

respondent aux trois dimensions d'espace habituelles, puisque l'inscription se fait en volume, plus deux dimensions pour la taille et l'orientation des nanostructures. La capacité de stockage extrapolée est de plus de 300 téraoctets par disque de silice, et la durée de vie serait pratiquement infinie ! On a aussi beaucoup parlé récemment des possibilités offertes par les skyrmions, des configurations quantiques particulières dans les matériaux magnétiques, ou même de l'enregistrement de données dans l'ADN (voir l'article de Christophe Dessimoz dans ce numéro) ! Enfin, de façon moins futuriste, rien n'interdit d'imaginer que les mémoires flash, jusqu'à présent optimisées en termes de rapidité d'accès et de nombre de cycles d'écriture-lecture, puissent engendrer d'autres modèles de dispositifs assurant une très bonne longévité.

Bien sûr, il ne s'agit là que de prototypes de laboratoire, encore très loin de toute offre industrielle. De plus, il faut garder à l'esprit que, pour un archivage à très long terme des données, il est essentiel de stocker les informations dans un format qui soit très répandu : par exemple, le nombre de DVD dans le monde (des dizaines de milliards) garantit probablement qu'ils resteront lisibles dans un siècle ou plus. Un support d'information numérique pérenne doit donc atteindre un certain niveau de diffusion pour être un bon candidat à l'archivage.

Aujourd'hui, le DVD gravé dans le verre est la meilleure piste. Il résiste bien à l'altération, mais sa capacité est limitée et son prix relativement élevé. C'est probablement pourquoi il est très peu utilisé. L'enjeu de la pérennité des données numériques est important, et il est crucial de trouver des solutions. Certes, cela nécessite une bonne organisation avec l'usage de métadonnées et de normes sur les formats pour les conserver sur le long terme. Mais l'aspect le plus important et le plus difficile à régler est celui de l'altération des supports numériques. La prise de conscience du problème va encourager la recherche et le développement de dispositifs à longue durée de vie. Il est difficile de dire si une solution pourrait apparaître bientôt et d'où elle viendrait. De l'optique ? De la physique du solide ? ■



2. LA SURFACE D'UN DVD EN VERRE vue au microscope à force atomique. L'information est gravée directement dans le verre. Ce support offre la meilleure durée de vie et la solution la plus économique à long terme.

tions numériques, auquel participent, entre autres, la Bibliothèque nationale de France et le Centre informatique national de l'enseignement supérieur (CINES), effectue un suivi depuis plusieurs années.

Ces efforts commencent à porter leurs fruits. Une voie prometteuse semble être fournie par des dispositifs optiques, avec l'écriture par des lasers à impulsions (nanosecondes ou femtosecondes) à l'intérieur même d'une structure vitreuse. Récemment, dans le cadre du projet européen *Femtoprint*, un groupe de l'Université de Southampton a annoncé avoir mis au point une technique d'enregistrement « à cinq dimensions » en créant, avec un laser ultrarapide, des nanostructures dans le verre – les cinq dimensions cor-