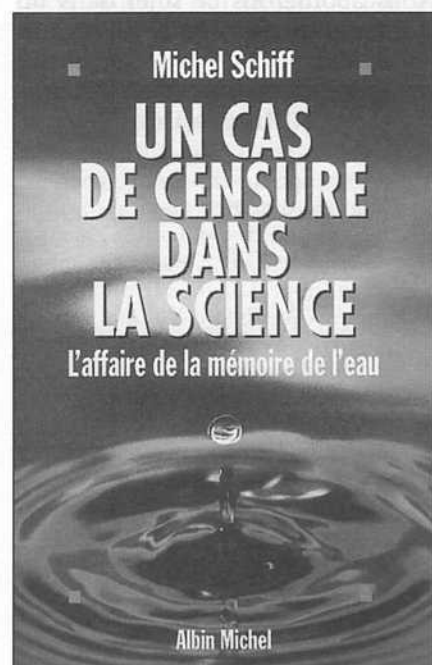


Le dossier scientifique de la mémoire de l'eau

A notre connaissance, les revues scientifiques n'ont encore publié aucun article de synthèse sur le dossier scientifique de la mémoire l'eau.

Cette lacune en dit long sur le blocage des chercheurs face à des phénomènes encore incompris. L'affaire de la mémoire de l'eau comporte deux volets : un volet scientifique et technique et un volet psychosocial. Dans cet article Michel Schiff expose le premier



volet, en insistant sur les résultats les plus récents. Mais les deux volets sont étroitement imbriqués.

C'est pourquoi, dans un second temps, nous nous sommes entretenus avec Michel Schiff sur l'aspect sociologique de l'affaire, qu'il expose dans un livre récemment paru aux éditions Albin Michel.

Michel Schiff

Les expériences sur les hautes dilutions

Proposée par le fondateur de l'homéopathie, la pratique des hautes dilutions est très ancienne. Cette pratique consiste à diviser par 10 (ou par 100) la concentration d'un produit actif jusqu'à ce qu'il ne reste en principe que peu de molécules actives, ou même, comme c'est le cas dans les expériences évoquées ici, plus aucune molécule active (**Figure 1**).

Supposons que, dans un petit volume d'eau, on ait au départ 10^{12} molécules d'un produit actif. Pour diluer par 10, on prend un dixième de la solution initiale du produit actif, que l'on complète par neuf dixièmes d'eau. Après la première dilution, le petit volume ne contient plus que 10^{11} molécules actives. Il n'en contient plus que 10^{10} après la deuxième dilution, 10^9 après la troisième, et ainsi de suite. Après la douzième dilution, il ne reste en principe qu'une seule molécule active en moyenne pour chacun des petits volumes considérés. A la dilution suivante, on n'aura plus qu'une chance sur dix de trouver une molécule active. Après la vingtième dilution, il faudrait examiner cent millions de petits volumes pour trouver une seule molécule active ! Si ce petit volume gardait néanmoins une activité chimique du même ordre que le produit d'origine, on parlerait de mémoire de l'eau. Dans le cas particulier du test biologique utilisé par l'équipe de Benveniste, par exemple, on dit que la trentième dilution décimale d'un produit actif tel que l'anti-IgE est active parce

que, en moyenne, elle provoque une diminution du nombre des cellules visibles au microscope (**Figure 1**)

Toute l'énigme de la mémoire de l'eau se trouve dans ce paradoxe : un petit volume d'eau agit sur une cellule vivante alors qu'en principe il ne contient plus une seule molécule du produit actif. On comprend que les détracteurs de l'homéopathie parlent « d'effets sans cause », ce qui violerait évidemment nos conceptions les plus fondamentales. Comme nous le verrons dans la dernière partie, la réalité est plus subtile : la mémoire de l'eau n'a rien de magique, mais on n'en connaît pas encore le mécanisme.

Délaissant provisoirement les questions théoriques, voyons quelles informations scientifiques sont actuellement disponibles quant à la réalité du phénomène de mémoire de l'eau esquissé plus haut. Pour éviter toute polémique, acceptons la définition traditionnelle de ce qui est scientifique, à savoir... ce qui est publié par des revues scientifiques. Éliminant ainsi tout ce qui a été publié dans des revues consacrées à l'étude expérimentale de l'homéopathie, je me limiterai aux autres revues scientifiques à comité de lecture.

Le tableau synoptique (page suivante) des publications de haut niveau consacrées à l'étude expérimentale des hautes dilutions fait apparaître les faits suivants :

1) En dépit du biais important que constitue le barrage à la publication par des revues scientifiques quand il s'agit de phénomènes inexplicables, onze publications différentes annoncent un résultat positif.

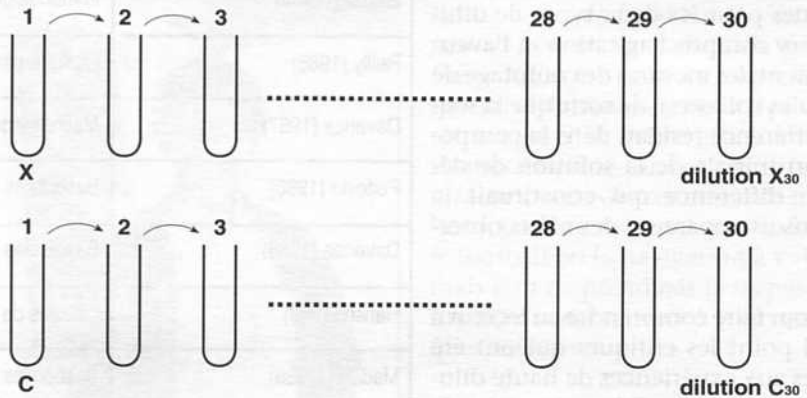
2) Ces onze publications émanent de six groupes différents et portent sur huit systèmes différents de détection des effets de hautes dilutions.

3) Les six publications annonçant un résultat négatif portent sur un seul système de détection (les basophiles).

4) Comme je l'ai montré en détail dans mon livre et comme je l'illustre-

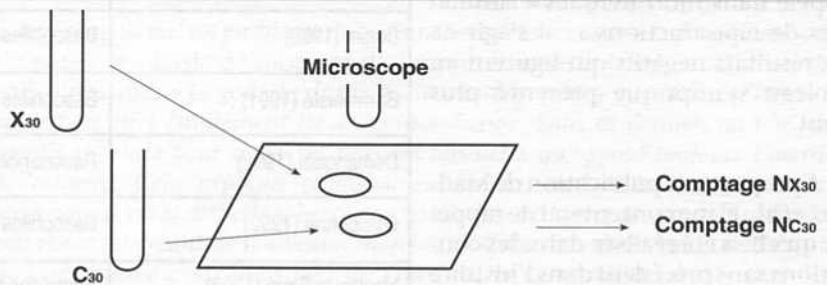
Figure 1 - Mise en évidence d'un effet biologique de hautes dilutions

Préparation des hautes dilutions (exemple : dilution N°30)



Chaque dilution au dixième consiste à verser un dixième du tube dans le tube suivant, qui a été rempli aux 9/10^e avec du solvant, puis à l'agiter vigoureusement.

Test de l'activité biologique



rai plus loin sur quelques exemples, ces expériences négatives ont en fait constitué des simulacres de reproduction des expériences de Benveniste.

En résumé : *répéter en 1995 que les phénomènes de haute dilution ne sont pas reproductibles relève de l'incantation plus que de l'évaluation scientifique.*

Tout faire pour ne rien voir

Jusqu'en 1988, date à laquelle des expériences de haute dilution ont été publiées par *Nature*, les scientifiques ont réagi par le silence à des phénomènes qu'ils ne comprenaient pas. Après les expériences de Davenas *et al.* publiées par le groupe de Benveniste, le silence a fait place à un

déchaînement dont je n'évoquerai ici que certains aspects techniques. Avant d'évoquer les critiques techniques faites aux expériences des chercheurs de l'INSERM, il convient de rappeler le principe de ces expériences.

Sous leur forme la plus élaborée, les expériences ont consisté à comparer l'effet biologique de deux sortes de haute dilution : une haute dilution expérimentale (par exemple, la dilution 30 du produit actif anti-IgE) et une haute dilution de contrôle (le solvant inactif « dilué » 30 fois dans lui-même). Le test biologique de l'activité d'une dilution était celui de la coloration de certaines cellules du sang humain appelées basophiles. Lorsque la concentration du produit actif est importante, une partie des cellules perdent leur coloration. Sous certaines conditions, cette propriété d'effacement de la coloration se re-

trouve dans des hautes dilutions du produit actif mais pas dans celles du produit de contrôle.

Sans entrer dans aucun détail il faut souligner que, dans ce type d'expérience, tous les facteurs sont les mêmes pour les deux types de dilution (y compris l'agitation et l'aveuglement des mesures de comptage de cellules colorées), de sorte que la seule différence résidait dans la composition initiale de la solution de départ, différence qui constituait la « cause » apparente des effets observés.

Pour faire comprendre au lecteur à quel point les critiques qui ont été faites aux expériences de haute dilution sur les basophiles relevaient du dénigrement systématique plus que de la volonté d'éclaircir une énigme, je limiterai les exemples à ce que j'ai appelé dans mon livre les « simulacres de reproductions » : il s'agit de six résultats négatifs qui figurent au tableau synoptique présenté plus haut.

A propos de la publication de Maddox *et al.*, je me contenterai de rappeler qu'elle a été réalisée dans des conditions sans précédent dans l'histoire des sciences : le rédacteur en chef de *Nature* est venu dans le laboratoire de Benveniste accompagné d'un spécialiste de la détection des fraudes et d'un magicien. A partir du résultat négatif de deux expériences, ce commando scientifique a prétendu annuler les résultats positifs de 200 expériences, dont 50 en aveugle.

En ce qui concerne les trois expériences négatives suivantes, il me suffira ici de souligner que la réaction biochimique utilisée était beaucoup moins sensible que la réaction de coloration de basophiles. Par ailleurs, deux de ces trois expériences ne portaient même pas sur les basophiles humains mais sur des basophiles de rats !

La cinquième expérience négative a bien utilisé des basophiles humains et a bien utilisé le test de coloration, mais, au lieu de comparer une dilution du produit actif à une dilution d'un produit inactif, on s'est conten-

Tableau synoptique des expériences sur les effets de hautes dilutions ?

Premier auteur	Test utilisé	Résultat
Bastide (1985)	Immunologique	+
Reilly (1986)	Clinique (rhume des foins)	+
Davenas (1987)	Macrophages de souris	+
Poitevin (1988)	Basophiles humains (décoloration)	+
Davenas (1988)	Basophiles humains (décoloration)	+
Harish (1988)	Cellules de rats	+
Maddox (1988)	Basophiles humains (décoloration)	-
Metzger (1988)	Basophiles de rats (histamine)	-
Seagrave (1988)	Basophiles de rats (histamine)	-
Bonini (1988)	Basophiles humains (histamine)	-
Benveniste (1991)	Basophiles humains (décoloration)	+
Demangeat (1992)	Résonance magnétique nucléaire	+
Ovelgönne (1992)	Basophiles humains (décoloration)	-
Youbicier-Simo (1993)	Embryons de poulets	+
Hirst (1993)	Basophiles humains (décoloration)	-
Jacobs (1994)	Clinique (diarrhée grave)	+
Reilly (1994)	Clinique (asthme)	+

té de comparer une dilution du produit actif à une dilution... du même produit actif, mais non agité. Enfin, la dernière expérience ne reproduit en rien le dispositif de Benveniste. Malgré des différences notables, qui toutes tendaient à diminuer la sensibilité des expériences, les auteurs rapportent un des trois effets trouvés par l'équipe de l'INSERM mais ils en minimisent la signification*.

En conclusion, aucune des six publications qui prétendent reproduire les

* Il s'agissait de la variabilité des comptages, variabilité qui augmente quand on passe de la haute dilution du solvant à celle du produit actif.

expériences des chercheurs de l'INSERM n'ont en fait cherché à reproduire ces expériences. Par ailleurs, les modifications apportées au protocole original allaient dans le sens d'une diminution de la sensibilité des expériences, comme si les auteurs craignaient d'aboutir à un résultat positif.

Un agent chimique passe-muraille

Lorsque Röntgen annonça la découverte de ce que l'on devait plus tard appeler les rayons X, un des plus éminents physiciens de son temps réagit en disant qu'il devait s'agir

d'un canular. De nombreuses inventions furent initialement accueillies par l'incrédulité et les sarcasmes, par exemple celle d'un objet plus lourd que l'air pouvant quitter le sol : trois ans après la première démonstration publique des frères Wright le *Scientific American* ironisait sur cette invention que, si c'était vrai, ça se saurait. Il y a trois ans, j'accueillis avec incrédulité l'annonce par Benveniste d'une expérience mettant en évidence le transfert d'un agent chimique en l'absence de déplacement apparent de matière. Sans être encore certain de la validité de l'interprétation que donne Benveniste de ses observations, j'ai été progressivement convaincu de la réalité du phénomène : dans des expériences réalisées en aveugle, tout se passe comme si un amplificateur électronique était capable de transmettre un agent chimique d'un tube fermé à un autre tube fermé. Il faut souligner que, dans leur principe, les expériences de transmission de Benveniste et celles de Thomas sont d'une grande simplicité.

Dans les expériences de Benveniste (voir encadrés p.20 et 21), on procède en deux temps. Dans un premier temps un tube contenant un produit actif (le plus utilisé a été l'ovalbumine) est placé sur la bobine d'entrée de l'appareil de transmission, alors qu'un tube d'eau pure est placé sur la bobine de sortie. Après quinze minutes, l'eau ainsi « activée » est analysée par ses effets sur le débit cardiaque d'un cœur isolé de cobaye ou de rat. Alors que l'eau ordinaire contenue dans des tubes au hasard est sans effet l'eau « activée » provenant de tubes initialement identiques modifie le débit cardiaque. Lors d'une série de dix expériences menées en aveugle auxquelles j'ai participé ou que j'ai moi-même codées, les différences observées entre l'eau « naïve » et l'eau « activée » avaient moins d'une chance sur mille d'être dues au hasard.

Plus récemment, Yolène Thomas a mis au point un autre système de détection biologique pour des expériences de transmission légèrement différentes. Dans ces expériences, les deux étapes (la transmission et l'action biologique de l'agent transmis) se produisent de façon quasi simulta-

Les difficultés de l'innovation en France



Jacques Benveniste s'est adressé aux grandes industries françaises de l'électronique pour leur demander un soutien et une collaboration. Il s'est vu partout opposer un refus poli, mais ferme. « J'ai été reçu à chaque fois que je l'ai demandé, mais la réponse est toujours la même : il y a des risques, fulmine-t-il. On investit des dizaines, voire des centaines de millions, pour du mécénat sportif dans le football ou la navigation à voile, mais l'on ne prend pas le risque de financer une recherche pour quelques millions. »

Constatant que la France a mis sur le marché très peu de produits de grande consommation depuis un siècle, Jacques Benveniste pose la question de l'innovation de façon originale. Pour

lui, les Français ont un problème de cynisme voltairien : comme le disait Flaubert, chez eux, « le plaisir de montrer de l'esprit étouffe le bonheur d'avoir de l'enthousiasme. » Le goût du risque, facteur indispensable en matière d'innovation, est en effet étroitement lié à l'enthousiasme. Sans ce dernier, on n'a pas l'énergie mentale pour renverser tous les obstacles qu'oppose toujours l'inertie intellectuelle. Cela explique pourquoi en France, malgré la qualité de nos chercheurs, il est si difficile d'innover, c'est-à-dire de lancer un produit radicalement nouveau créant de nouveaux marchés. « Cela demande un état d'esprit que l'on trouve chez bien peu de Français, et quasiment jamais chez les directeurs de la recherche des grandes entreprises. Ceux-ci passent leur temps dans leur bureau et sont très rarement sur leur terrain. » Le problème se pose d'ailleurs aussi chez certains dirigeants de grands organismes de recherche, qui effectuent toute leur carrière dans l'administration de la recherche après avoir passé très peu de temps dans un laboratoire. « On peut aussi se demander si l'existence même de ces grands organismes, dont la surcharge bureaucratique contribue à retirer des moyens à la recherche elle-même, n'est pas un frein à l'innovation... Cette question des relations entre structures et innovation est un vrai problème politique... dont se désintéressent les politiques. » EG

née, les cellules biologiques détectrices étant placées directement dans le tube activé par la transmission. Par opposition à la transmission différée mise en évidence dans les expériences de Benveniste, on parle alors de transmission directe. Dans ce nouveau dispositif, deux transmissions sont réalisées en parallèles dont l'une concerne un produit actif et l'autre un produit inactif. Dans 20 paires de transmission ainsi réalisées en aveugle, 19 ont donné le résultat correspondant à la transmission d'un agent actif. La probabilité qu'un tel résultat soit dû au hasard est infime.

En conclusion, soit les observations faites par Benveniste puis par Thomas sont faussées par un artefact subtil que personne n'a encore réussi à imaginer, soit il y a vraiment un phénomène très important : une information chimique pourrait se séparer de son support moléculaire d'origine et agir directement sur un système biologique. Comme dans le cas des hautes dilutions, il ne s'agirait nullement d'un « effet sans cause » mais d'un effet dont la cause est encore inconnue. D'après Benveniste, le système de transmission électronique qu'il appelle le « téléphone à

molécules » ne ferait que reproduire de façon artificielle ce qui se passerait de façon naturelle dans une cellule vivante, où les molécules communiqueraient par « radio ».

Comme ils l'avaient fait pour les expériences de hautes dilutions, les chercheurs ont commencé à étudier les paramètres physiques susceptibles d'influencer l'activité biologique observée. Pour l'instant, deux résultats intéressants ont été obtenus. Dans les expériences de transmission indirecte réalisées avec des cœurs, le chauffage de l'eau activée fait disparaître l'activité, comme

c'était le cas pour l'eau résultant de la succession de dilutions et d'agitation. Cette observation suggère que l'eau activée par transmission pourrait avoir la même structure que l'eau résultant de processus de haute dilution.

Par ailleurs, dans les expériences directes sur des cellules, Thomas a confirmé une des conséquences de l'hypothèse de Benveniste, suivant laquelle le phénomène de transmission serait d'ordre électromagnétique. Les expériences en question utilisent un alliage spécial (Mu Métal[®]) destiné au blindage contre les champs

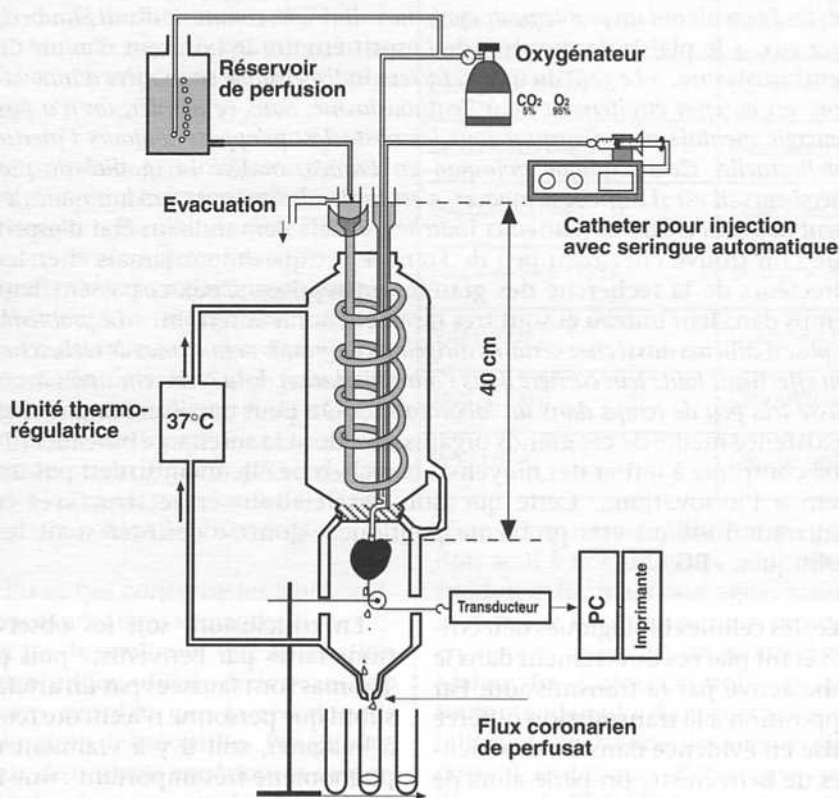
magnétiques alternatifs. Dans neuf expériences, on a comparé l'effet de la transmission d'un produit actif sur quatre tubes posés sur la même bobine de sortie, dont deux étaient nus et deux étaient blindés par du Mu métal. A une exception près, l'activité mesurée sur chacun des deux tubes nus était importante alors qu'elle était faible pour chacun des deux tubes blindés.

L'eau, cette inconnue

Les phénomènes évoqués ici me semblent s'inscrire dans une nébuleuse de phénomènes incompris qui tous font intervenir l'eau, et dont la plupart font aussi intervenir des cellules vivantes et des champs électromagnétiques (réels ou hypothétiques). Tant que des phénomènes sont incompris, leur lien avec d'autres phénomènes est impossible à connaître. C'est ainsi que, avant le développement de la théorie atomique, personne ne pouvait prévoir qu'il y a un lien étroit entre des phénomènes aussi divers que la couleur bleue du ciel, le phénomène de viscosité et le mouvement erratique connu sous le nom de mouvement brownien. De même, avant le développement de la théorie quantique personne ne pouvait deviner le lien entre la distribution du rayonnement d'un four (le corps noir) et les régularités chimiques soulignées par Mendeleïev un demi-siècle plus tôt.

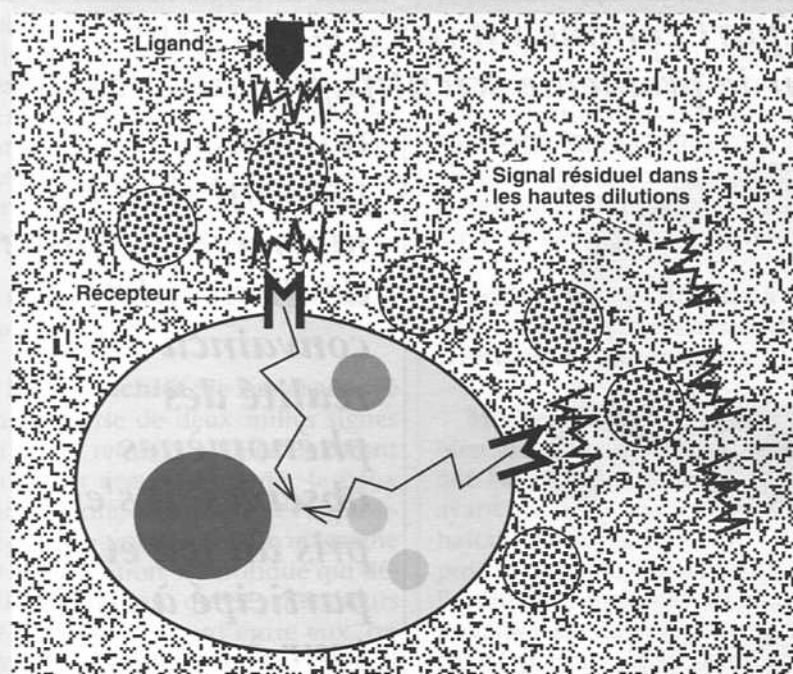
Dans le cas présent, il existe d'autres phénomènes qui pourraient avoir un lien avec ceux présentés ici. Deux physiciens italiens ont développé une théorie de l'eau liquide, qui permet de comprendre de nombreuses anomalies de l'eau. Ces anomalies étaient connues depuis longtemps mais elles étaient restées inexplicables. La plus frappante de ces anomalies est le fait que l'eau est liquide à température ordinaire alors que des molécules plus lourdes (par exemple, l'hydrogène sulfuré, dont les atomes de soufre sont plus lourds que ceux d'oxygène) restent gazeuses bien au-dessous du point de condensation de l'eau. D'après la théorie des domaines co-

Système de perfusion cardiaque de Langendorff

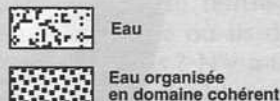


Dans les dernières expériences de Benveniste, on n'utilise pas de hautes dilutions, mais l'on cherche à transmettre, de façon électromagnétique, une information chimique. Pour savoir, si cette information a bien été transmise, on teste l'eau contenue dans le tube récepteur avec le dispositif ci-dessus. L'eau est injectée à l'aide d'une seringue et mêlée au perfusé; ses effets biophysiques (flux coronarien, fréquence cardiaque) sont mesurés.

Représentation schématique du signal électromagnétique moléculaire, telle qu'elle est proposée par Jacques Benveniste



Le champ électromagnétique d'une molécule se trouvant dans l'eau interagit avec d'autres champs, via des domaines cohérents de l'eau. La réaction entre un ligand et son récepteur, à la surface de la cellule, est fonctionnelle lorsqu'il y a résonance entre leurs champs, comme pour un récepteur de radio. Ce concept, figuré en haut de la figure, permettrait d'expliquer le mécanisme de la reconnaissance moléculaire. Mais cette résonance peut aussi se faire en l'absence de ligand. Pour Benveniste, l'explication de ses expériences de hautes dilutions tient au fait qu'il reste dans celles-ci un signal électromagnétique résiduel. Ce signal, toujours par l'intermédiaire de domaines cohérents, entre en résonance avec le champ d'un récepteur, comme figuré sur la gauche de la cellule. **EG**



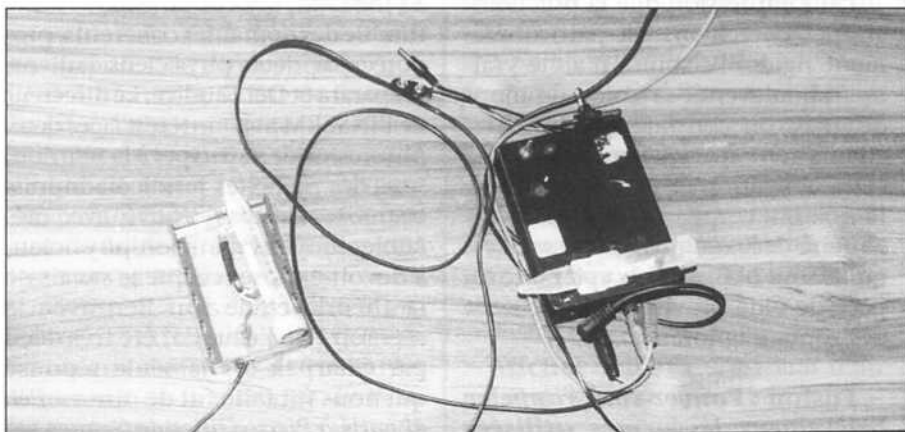
hérents de Del Giudice et Preprata, les molécules d'eau auraient entre elles des attractions à longue distance liées à leur nature polaire. Cette interaction entre un grand nombre de molécules d'eau conduirait à la constitution d'objets comprenant quelques millions de molécules (les domaines cohérents). Du point de vue de la mémoire de l'eau, le point

intéressant de cette théorie est qu'elle pourrait fournir une clé à la question suivante : comment des molécules d'eau pourraient-elles résister au chaos thermique et inscrire de façon stable une information sous la forme d'une structure ?

Plus près des phénomènes esquissés plus haut se trouvent certains

phénomènes biomagnétiques, dans lesquels un champ magnétique alternatif a un effet mesurable sur des cellules vivantes ou sur des organismes. Sans fournir ici des détails qui sortiraient du cadre de cet article, je signale que ces phénomènes encore incompris ont fait l'objet de nombreuses études, à la fois *in vitro* et *in vivo*. Dans ce dernier cas, les études épidémiologiques internationales les plus récentes confirment que des champs industriels de très basse fréquence peuvent avoir des conséquences mesurables sur la santé, en particulier dans le développement de certains cancers.

On parle beaucoup d'interdisciplinarité, mais la plupart des scientifiques sont incapables d'avoir une vision multidimensionnelle des phénomènes. D'où leur tendance à rejeter les phénomènes qui se situent à la frontière de plusieurs disciplines en disant « Je ne veux pas le savoir ». Faute de pouvoir caser ces phénomènes dans leurs représentations mentales, ils les placent dans un « no-scientist land ». Seule l'ouverture scientifique de la mémoire de l'eau permettra de sortir de l'impasse actuelle. ■



L'eau injectée dans le dispositif de la page 20 ne contient aucune molécule du produit original ; elle a simplement été exposée à des ondes électromagnétiques, issues de l'amplificateur de transfert ci-dessus. A droite, le tube contenant la substance active (ovalbumine ou acétylcholine) est placé sur une bobine magnétique. Le signal ainsi recueilli est amplifié et transmis pendant un quart d'heure, via une autre bobine, au tube d'eau situé à gauche. Cette eau est ainsi dotée d'effets biologiques, comme on le vérifie avec le dispositif de la page 20.