

Les nouvelles techniques IRM

Emmanuelle CASSOL*

L'imagerie par résonance magnétique nucléaire (IRM) est une méthode très sensible qui permet de visualiser directement les plaques de sclérose en plaques, disséminées dans le cerveau et/ou la moelle épinière des patients. Cependant, les informations morphologiques fournies par les séquences conventionnelles, utilisées en routine, sont peu corrélées au handicap clinique. C'est pourquoi, l'examen IRM reste un outil diagnos-

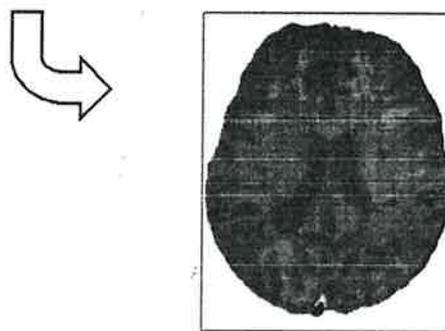
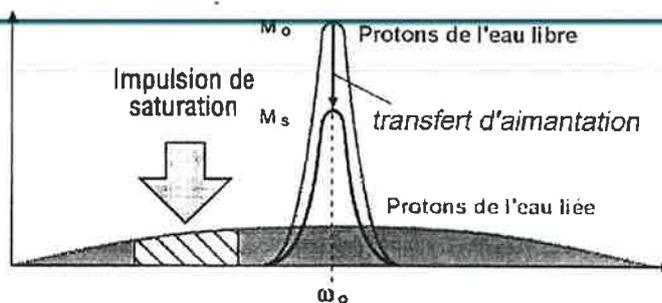
tique à faible valeur pronostique. De « nouvelles » séquences d'IRM permettent d'accéder aux informations fonctionnelles liées aux mécanismes lésionnels, tels que l'œdème, l'inflammation, la démyélinisation et la perte axonale. Ces nouvelles techniques sont l'imagerie de transfert d'aimantation, la spectroscopie du proton et l'imagerie de diffusion et d'anisotropie de diffusion.

L'imagerie de transfert d'aimantation

Cette technique permet d'imager les échanges entre les compartiments d'eau libre et d'eau liée à la myéline (figure ci-contre).

Les protons de l'eau liée ne sont pas visibles à l'IRM, mais le taux de transfert d'aimantation permet de connaître une quantité qui reflète indirectement l'état de la myéline. Ainsi, le taux mesuré dans la substance blanche saine est de l'ordre de 40 à 45 %. Dans les lésions de démyélinisation, ce rapport est diminué.

Ce n'est pas la seule modification qui est retrouvée chez les sujets atteints de SEP : leur substance blanche, même apparemment normale sur l'IRM ordinaire, présenterait une baisse globale du taux de transfert d'aimantation. Certaines études tendent à montrer que la diminution de ce taux reflèterait différents mécanismes lésionnels microscopiques comme l'œdème (réversible) et la perte axonale. Par ailleurs, comme il semble à l'échelon du groupe exister une bonne **corrélation entre le degré de handicap et la diminution du taux de transfert d'aimantation**, cette méthode est à l'heure actuelle utilisée dans les essais thérapeutiques pour tester l'efficacité de médicaments.



La spectroscopie du proton

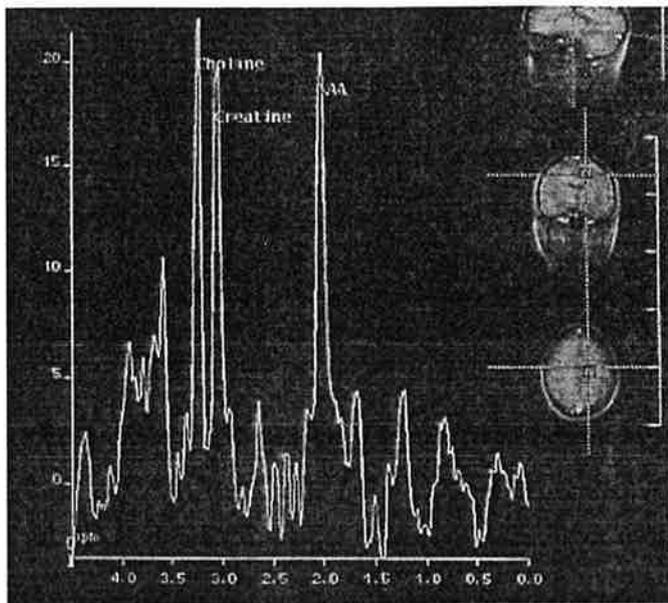
Il s'agit d'une **analyse fine des fréquences de résonance** qui varient selon le type de molécules dans lesquelles les protons sont situés. La technique de spectroscopie est pratiquée dans un petit volume d'intérêt (d'une dizaine de cm³) localisé sur les images IRM du cerveau. Elle donne des spectres ou courbes comportant des pics correspondants à différentes molécules visibles dans le cerveau. Un développement supplémentaire consiste à acquérir en même temps plusieurs spectres de façon à produire la **cartographie de distribution de chaque molécule dans l'ensemble du cerveau** : c'est l'imagerie spectroscopique.

En pratique, la spectroscopie est difficile à mettre en œuvre. Il est nécessaire d'obtenir une grande homogé-

néité du champ magnétique principal et, entre autres, d'éliminer sélectivement le signal provenant des protons de l'eau. Le pic de l'eau étant dix mille fois plus élevé que les autres pics, sa présence masquerait le signal provenant des autres substances.

Dans un spectre, on trouve essentiellement les pics de N-Acétyl Aspartate (NAA), de Choline (Cho) et de Créatine (Cr). Les mécanismes lésionnels modifient l'intensité de ces pics. Ainsi, dans la sclérose en plaques, on a montré que le NAA diminuait dans les lésions et même très tôt dans les lésions inflammatoires aiguës (figure p. 6).

Ce composé est très intéressant car il constitue un marqueur neuronal et rend donc compte de la fonction



de l'axone. Par exemple, les formes de maladie d'évolution progressive ont un taux de NAA plus bas que les formes à poussées. Le rapport NAA/Cr a donc été proposé comme index d'évolution de la sclérose en plaques reflétant la souffrance et/ou la perte axonale. Ces anomalies ont là aussi été mises en évidence dans la substance blanche de personnes atteintes de sclérose en plaques, qui apparaissait comme normale sur l'IRM ordinaire. D'autres substances peuvent également apparaître sur les spectres de SEP, telles que l'alanine et le lactate en raison de l'inflammation, ou augmenter, comme les lipides et la Choline, à cause de la démyélinisation. Du fait de sa forte corrélation avec le handicap, **cette technique semble très prometteuse**, mais la quantification absolue des substances n'est pas possible et l'harmonisation des critères d'acquisition et des index de quantification reste à faire. Cet examen est donc rarement pratiqué et reste une technique de recherche.

L'imagerie de diffusion et d'anisotropie de diffusion

Toutes les molécules d'eau sont animées de mouvements aléatoires microscopiques du fait de leurs vibrations. Selon la structure des tissus, les molécules ont une plus ou moins grande facilité à bouger, à diffuser. L'analyse de ces mouvements va donc permettre **d'imager indirectement l'organisation du tissu cérébral** qui est mesurée par le coefficient de diffusion apparent (ADC). Très tôt, l'application de cette méthode à la sclérose en plaques a montré l'augmentation du coefficient de diffusion, attribuable à la fois à la raréfaction axonale et à la démyélinisation.

Cependant, la valeur de ce coefficient est fonction de la direction dans laquelle on effectue la mesure. Ainsi, la diffusion est plus marquée si elle est mesurée le long de la gaine de myéline que perpendiculairement à celle-ci. Pour décrire cette notion d'orientation, on parle d'anisotropie de diffusion, dont l'exploration est faite par l'imagerie tensorielle de diffusion. Elle permet de savoir si les faisceaux de fibres nerveuses sont respectés ou non. Il semblerait que les deux types d'images, la diffusion et l'anisotropie, montrent des mécanismes lésionnels différents. L'inflammation correspondrait à une diminution de l'ADC accompagnée d'une perte d'anisotropie, tandis que l'atteinte axonale correspondrait à une augmentation de l'ADC avec une perte d'anisotropie. La substance blanche de patients atteints de sclérose en plaques présenterait une augmentation globale du coefficient de diffusion et une baisse d'anisotropie, lorsqu'on la compare à la substance blanche d'une population de contrôles. La quantification sous la forme d'histogrammes du coefficient de diffusion et d'anisotropie permettrait de différencier les différents profils d'évolution de la maladie (formes

progressives et rémittentes). Bien que mal corrélés au handicap, **les résultats de l'imagerie de diffusion sont prometteurs** et des études longitudinales sont actuellement en cours pour déterminer si les anomalies, notamment celles détectées dans la substance blanche apparemment normale, constitueraient des valeurs prédictives de l'évolution des patients.

En pratique, cette technique a pu être développée grâce à l'acquisition par imagerie rapide et n'est donc pas disponible sur tous les appareils d'IRM. Son utilisation appartient toujours au domaine de la recherche car elle nécessite une standardisation pour être applicable individuellement au suivi des patients.

En conclusion, l'IRM, d'un point de vue morphologique, constitue un **outil d'imagerie essentiel dans le diagnostic et le suivi des personnes porteuses de sclérose en plaques**. La réalisation d'un examen d'IRM n'est toutefois pas systématique et seule la prescription par un neurologue justifie sa réalisation. D'un point de vue fonctionnel, le développement et l'évaluation de nouvelles séquences apparaissent très prometteurs pour comprendre les différents mécanismes de la maladie et tenter d'expliquer le handicap résultant. A long terme, **l'enjeu de ces nouvelles techniques est bien évidemment de fournir des informations susceptibles de prévoir et, si possible, d'empêcher la destruction tissulaire par la mise en place de thérapeutiques**.

* IRM - Neuroradiologie
Service du Pr Isabelle BERRY - CHU Purpan - Toulouse
Tiré de la Lettre de l'ARSEP, n° 45.