

1.1 Introduction

Dans ce chapitre préliminaire, nous décrivons le cadre biomédical de notre travail. Nous commençons par une description macroscopique et microscopique du cerveau, nous présentons, ensuite, les différentes lésions et les tumeurs qui peuvent l'affecter, leurs symptômes ainsi que leurs diagnostics. Nous terminons ce chapitre par une présentation du principe de base du système d'acquisition permettant d'obtenir d'excellentes images cérébrales : il s'agit de l'imagerie par résonance magnétique (IRM) et leur format (DICOM).

Partie 1

1.2 Présentation de la structure du cerveau

1.2.1 Description macroscopique

Le cerveau humain est un organe impair de forme schématiquement ovoïde à grand axe antéropostérieur, dont le volume moyen est de 1100 cm^3 chez la femme et de 1400 cm^3 chez l'homme. Le poids du cerveau varie de 1400 à 1800 gramme. Il occupe la boîte crânienne, mais il n'est pas en contact direct avec la cavité osseuse. Il baigne dans le liquide cérébro-spinal à l'intérieur d'une enceinte liquidienne [1].

Il comprend plusieurs régions : les deux hémisphères cérébraux, le cervelet, en relation les uns avec les autres et avec les organes ou d'autres parties du corps. Le tronc cérébral est sous le cervelet et met en communication le cerveau avec la moelle épinière qui se trouve dans la colonne vertébrale.

Le cerveau est formé de deux hémisphères cérébraux, d'aspect plissé dont la substance blanche, interne, est recouverte d'un cortex cérébral gris, d'épaisseur variable. Trois sillons plus accentués (scissure de Sylvius, sillon de Rolando, sillon perpendiculaire), divisent chaque hémisphère en quatre lobes (frontal, temporal, pariétal, occipital) comprenant chacun un certain nombre de circonvolutions (figure 1.1) [2] :

- Le lobe frontal ;
- Le lobe pariétal, séparé du lobe frontal par le sillon central ;
- Le lobe occipital, séparé du lobe pariétal par la fissure pariéto-occipital ;
- Le lobe temporal, séparé du lobe frontal par la vallée sylvienne ;

Le cerveau commande la plupart des fonctions du corps : la respiration, la contraction des muscles, les battements du cœur et les informations sensorielles : la vision, l'ouïe, toucher, l'odorat et le goût. Il est constitué de cellules nerveuses, les neurones, et de cellules

qui en assurent le soutien, la protection et la nutrition, les cellules gliales. La multiplication des cellules gliales, et non de celle des neurones résultent les principaux cancers du cerveau [3].

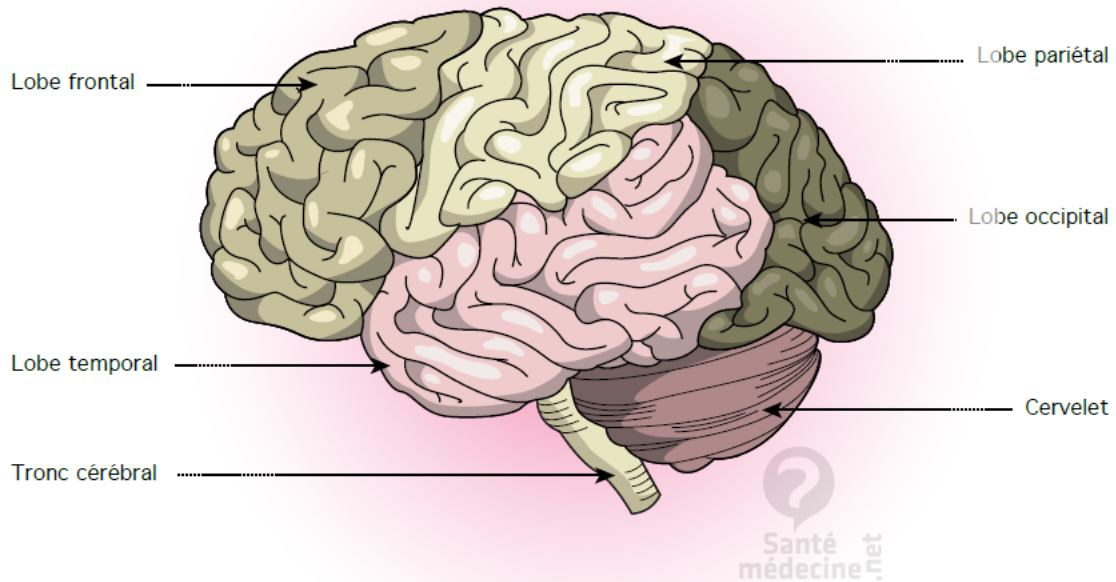


Figure 1.1 : La position des quatre lobes dans le cerveau

1.2.2 Description microscopique

La compréhension de l'image acquise par l'IRM, Il faut d'abord connaître l'anatomie du cerveau, et les principaux composants du cerveau.

- L'anatomie du cerveau

Le système nerveux central est constitué de la moelle épinière logée dans le canal vertébral, et de l'encéphale. Dans ce qui suit nous d'écrivons l'anatomie de ce dernier, et notamment les composants qui nous intéressent dans le cadre de cette étude.

- L'encéphale

L'encéphale renferme plus de 120 milliards de neurones et 50 milliards de cellules gliales interstitielles. Avec la moelle épinière, il contrôle et commande les activités volontaires ou involontaires de tout l'organisme. Le cerveau, partie la plus volumineuse de l'encéphale, est divisé en quatre paires de lobes : frontaux, temporaux, pariétaux et occipitaux sa surface plissée présente des circonvolutions et des sillons dont le dessin diffère

selon les individus. Les sillons profonds sont appelés scissures. Un profond longitudinal, le sillon inter hémisphérique, divise le cerveau en deux hémisphères gauche et droit. Ils communiquent continuellement grâce à un pont de fibres nerveuses qui le relie [4].

- La substance grise et la substance blanche

Le cortex, qui recouvre le cerveau, forme une fine couche de substance blanche. Celle-ci est principalement composée des axones issus des neurones du cortex. La matière grise est répartie en deux types de structure : le cortex et le noyau [4]. Le cortex qui recouvre le cerveau forme une fine couche de substance grise de 2 à 6 mm d'épaisseur, formée de groupe de corps cellulaire de neurones. Les noyaux de la base sont des masses de substance grise située dans la partie centrale du cerveau incluent le noyau lenticulaire, et le noyau caudé. Ils interviennent dans les fonctions motrices [5].

La substance blanche est composée principalement des axones issus des neurones du cortex. La gaine de myéline des axones, adipeuse, et isolante, accélèrent la transmission du flux nerveux. La substance blanche est ponctuée d'amas de substance grise plus foncée.

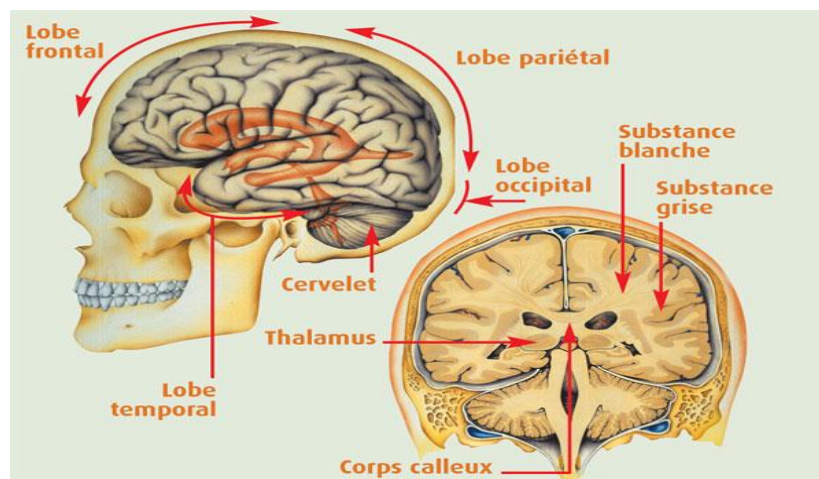


Figure 1.2 Schéma d'un cerveau humain. Vue sagittale à gauche. Vue coronale à droite.

- Le liquide céphalorachidien

Les tissus mous du cerveau et de la moelle épinière sont protégés par la boîte crânienne et les vertèbres. En outre, ils baignent dans un fluide aqueux translucide : le liquide céphalorachidien, qui apporte une protection supplémentaire. Ce liquide est produit dans les ventricules du cerveau et se renouvelle 3 à 4 fois par jours. Il agit comme un coussin : il amortit les mouvements de l'encéphale dans la boîte crânienne en cas de choc, il répartit la pression sanguine sur l'ensemble des centres nerveux et atténue les contraintes sur les nerfs. Il contient du glucose qui alimente les cellules cérébrales.

- Les méninges

Les méninges sont trois membranes qui enveloppent le cerveau et la moelle épinière. Le plus externe est, la dure-mère, touche la paroi crânienne interne. Elle referme des veines et de artères qui irriguent les os du crâne. L'arachnoïde .ainsi dénommée parce qu'elle évoque une toile d'araignées, est la méninge centrale .c'est une membrane conjonctive qui se projette dans l'espace sous-arachnoïdien, zone contenant le liquide céphalorachidien et de vaisseau sanguins. Enfin, la pie-mère est une fine membrane en contact étroit avec le cortex cérébral.

1.3 Développement des tumeurs cérébrales

1.3.1 Définition de tumeur cérébrale

Les multiples recherches sur les facteurs environnementaux et héréditaires ne permettent pas, à l'heure actuelle, de définir clairement la relation entre ces facteurs et le développement d'une tumeur cérébrale. Par ailleurs, les recherches progressent dans un certain nombre de nouveaux domaines tels que les oncogènes (gènes spécifiques associés au cancer) et la production anormale de facteurs de croissance spécialisés. Rarement, les tumeurs cérébrales se développent en relation avec des maladies familiales (génétiquement transmises) telles que la neurofibromatose, la maladie de Von Hippel Lindau ou la sclérose tubéreuse de Bourneville [6].

1.3.2 Tumeur cérébrale primaire et tumeur cérébrale métastatique ou secondaire

Les tumeurs cérébrales primaires sont celles qui se développent dans les cellules spécialisées qui constituent le cerveau et son enveloppe.

Les tumeurs cérébrales métastatiques proviennent d'un autre organe tel que les poumons, les seins, les reins ou la peau [7].

1.3.3 Tumeurs cérébrales bénignes et tumeurs cérébrales malignes

1.3.3.1 Les tumeurs cérébrales bénignes

Elles sont constituées de cellules qui croissent lentement et qui, à l'analyse microscopique n'ont pas de caractère d'activité importante. Une tumeur cérébrale bénigne peut être soit simplement surveillée radiologiquement soit être extirpée chirurgicalement complètement ou de façon partielle. Si une tumeur bénigne n'est pas complètement enlevée, elle peut récidiver [7].

1.3.3.2 Les tumeurs cérébrales malignes

Elles sont classées « cancéreuses », définissent certaines tumeurs primaires ainsi que toutes les lésions cérébrales métastatiques. Elles sont constituées de cellules qui se divisent relativement vite. Ces tumeurs croissent donc rapidement et peuvent envahir et endommager les structures cérébrales importantes. Elles peuvent être traitées par la chirurgie, la radiothérapie, la chimiothérapie ou la combinaison de celles-ci [7].

1.3.3.3 Signes et symptômes associés à la présence de tumeurs cérébrales

Les manifestations cliniques d'une tumeur cérébrale sont variables. En effet, elles dépendent de la localisation, du volume de la lésion et de l'hypertension intracrânienne et l'hydrocéphalie et/ou de l'œdème associées ou non. Par exemple, il peut s'agir de [7] :

- céphalées
- crises d'épilepsie
- vertiges/étourdissements
- déficits moteurs ou sensitifs
- nausées matinales/vomissements
- troubles auditifs
- troubles visuels
- changement de la personnalité

1.3.4 Types de tumeurs cérébrales [8]

La classification officielle des tumeurs cérébrales, proposée par l'organisation mondiale de la santé (OMS), s'effectue selon des critères d'origine cellulaire et leur degré de malignité.

- **Les tumeurs neuroepithéliales** : représentant les tumeurs cérébrales primaires les plus fréquentes et elles prennent pour origine, soit les neurones, soit les cellules entourant les neurones (les cellules gliales).
- **Les tumeurs des nerfs périphériques** : proviennent des gaines des nerfs périphériques, qui sont composées de cellules différentes que celles que l'on trouve dans le cerveau. On trouve ces tumeurs au niveau des nerfs crâniens et des nerfs périphériques de tout le corps.

- **Les tumeurs des méninges** : le cerveau est recouvert d'une fine toile Protectrice qui se nomme méninge est à partir de laquelle peuvent se former des tumeurs.
- **Les tumeurs germinales** : il s'agit de tumeurs rares survenant plutôt chez les enfants et jeunes adultes, dont l'origine cellulaire est germinale.
- **Les tumeurs d'origine hématopoïétique** : ces tumeurs proviennent des cellules sanguines. Elles surviennent soit isolément dans le cerveau, soit dans un contexte de maladie du sang plus généralisée.
- **Les métastases (tumeurs cérébrales les plus fréquentes)** : elles sont malignes et secondaires a une tumeur d'une autre région du corps (poumon, sein, rein, peau).

1.4. Le diagnostic des tumeurs cérébrales

1.4.1 Examen clinique

Lorsqu' un médecin suspecte une tumeur cérébrale, il va d'abord réaliser un examen clinique complet afin de localiser la zone cérébrale suspecte. En effet, chaque territoire du cerveau étant associé à une fonction spécifique de l'organisme, la détection de symptômes périphériques peut indiquer qu'elle est la zone du cerveau qui est touchée [8].

1.4.2 Examens complémentaires

En fonction de l'état du patient, d'autres examens peuvent se révéler nécessaires. Une ponction lombaire qui consiste à prélever un peu de liquide céphalo-rachidien au moyen d'une aiguille, une artériographie au cours de laquelle on injecte du produit iodé dans les artères du cerveau de façon à mieux préciser leur trajet [8].

1.4.3 La biopsie cérébrale

La biopsie consiste à effectuer un prélèvement chirurgical d'un fragment de la tumeur. Cet acte très délicat est réalisé par un chirurgien au bloc opératoire sous anesthésie générale. L'objectif est Les risques directs sont par contre bien présents, essentiellement avec le geste chirurgical (infection, hémorragie...) ou ce qui l'entoure (l'anesthésie notamment) [6].

Partie 2

1.5 Imagerie par résonance magnétique (IRM)

1.5.1 Historique

Initiée avec la radiographie par rayons X, l'imagerie médicale a bénéficié de la découverte de la radioactivité artificielle et des techniques de détection associées pour se développer. Par la suite, la découverte de la résonance magnétique nucléaire (RMN) puis des aimants supraconducteurs a permis des avancées technologiques significatives dans le domaine de l'imagerie par résonance magnétique (IRM) [9].

L'Imagerie par Résonance Magnétique (IRM) est une nouvelle technologie, elle est basée sur le magnétisme qui était connu depuis très longtemps. Cependant l'IRM n'a été inventée qu'au XX^{ème} siècle.

Voici quelques dates importantes retraçant un peu l'histoire de l'Imagerie par Résonance Magnétique :

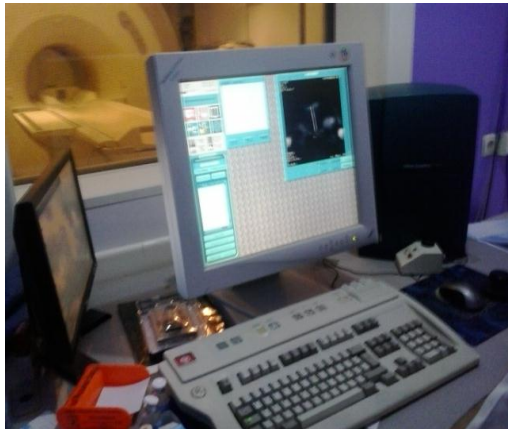
- ❖ Les premières origines de l'Imagerie par Résonance Magnétique (IRM) remontent à 1924, année où le mathématicien W. Pauli suggéra pour la première fois l'existence d'un spin nucléaire.
- ❖ En 1946, la Résonance Magnétique Nucléaire (RMN) fut découverte. C'est le phénomène physique par lequel, dans certaines conditions, certains noyaux atomiques entrent en résonance, comme peut le faire une corde de guitare. Cette résonance a lieu lorsque l'atome est placé dans un champ magnétique (aimant) et qu'il est soumis à un rayonnement électromagnétique intense d'une certaine fréquence. Bloch et Purcell ont obtenu le prix Nobel de physique de 1952 pour cette découverte.
- ❖ En 1969, Raymond Damadian trouve les bases de l'IRM en observant les propriétés physiques de tissus tumoraux et en les comparant à celles de tissus normaux.
- ❖ En 1973, le chercheur Paul Lauterbrunt obtient les premières images issues de la RMN.
- ❖ Au cours des années 1980, la diffusion de l'IRM s'est accentuée puisque cette technologie est inoffensive tout en fournissant des images précises et contrastées. La diffusion se poursuit dans les années 1990 avec des améliorations.
- ❖ Deux prix Nobel ont été décernés dans ce domaine : en 1991 à Richard Ernst, et Kurt Wütrich en 2002.

Aujourd'hui, les imageurs médicaux IRM ne se basent que sur les molécules d'eau, notamment parce qu'elles sont très nombreuses dans notre organisme (70%), mais aussi parce que la RMN ne fonctionne pas sur tous les noyaux. Ici, c'est l'hydrogène qui est utilisé.

1.5.2. Définition de L'imagerie par résonance magnétique (IRM)

L'imagerie par résonance magnétique (IRM) est une technique d'imagerie médicale permettant d'obtenir une vue 2D, 3D, d'une partie du corps, notamment du cerveau. Elle est basée sur le principe de la résonance nucléaire (RMN). Grâce aux différentes séquences, on peut observer différents tissus avec des contrastes très élevées [10].

L'imagerie par résonance magnétique (IRM) se révèle particulièrement bien adaptée à l'étude non traumatique d'organes profonds, réputés difficiles d'accès, tels que le cerveau, l'abdomen, Pelvis, etc. [11].



(a)



(b)

Figure 1.3 l'appareille d'IRM ; centre d'imagerie médicale M'sila CIMM (a).Locale informatique (b).Appareille IRM GE. [19]

1.5.3 Principe de l'IRM

Le principe de l'IRM consiste à mesurer l'aimantation des tissus biologiques et à reconstruire une image à partir de ces aimantations. En pratique, l'aimantation mesurée est surtout induite par l'hydrogène car :

- l'hydrogène possède des propriétés magnétiques (contrairement à d'autres atomes).
- on le trouve en abondance dans le corps humain principalement dans l'eau et la graisse.

Le champ magnétique produit en IRM permet d'orienter l'aimantation des atomes d'hydrogène (spins) dans une même direction. Les aimantations sont ensuite écartées de cette direction grâce à l'énergie fournie par une onde radiofréquence (RF) générée par une antenne. L'émission de l'antenne s'interrompant, les spins retournent à leur position (phase de relaxation) en émettant un signal radiofréquence, qui peut être lu par la même antenne.

Le signal RMN ne permet pas directement de localiser les sources de ces ondes. En effet les dimensions de l'objet d'intérêt sont petites devant sa longueur d'onde qui est de l'ordre de quelque mètre à 1.5T ou 3T. On peut en revanche connaître avec une grande précision les fréquences qui lui sont associées. En codant l'espace en fréquence et en phase des signaux émis, il devient possible de reconstruire une image par application d'une transformée de fourrier inverse. L'IRM permet l'acquisition d'un volume complet, soit par acquisition de coupes 2D successives, soit par l'acquisition d'un volume 3D [10].

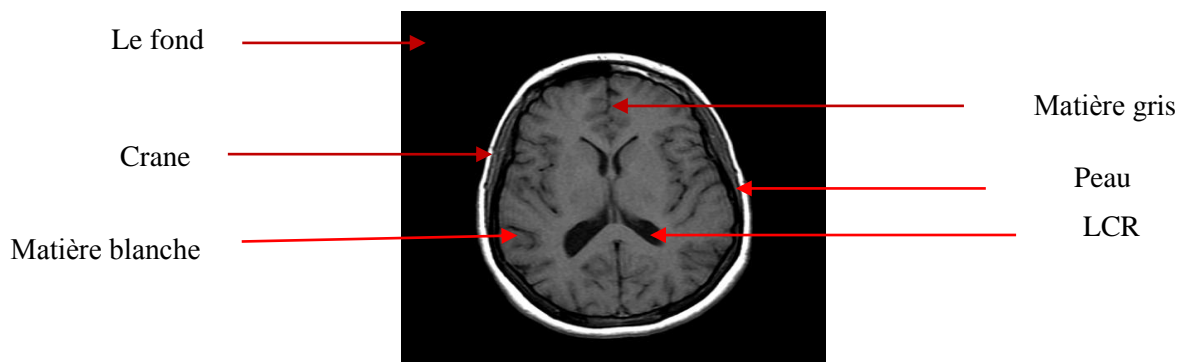


Figure 1.4 : Image acquise par l'IRM

1.5.4 Les modalités

Le contraste en IRM correspond à la traduction des signaux d'aimantation en *niveau de gris* (noir : signal faible, blanc : signal élevé).

Ce contraste traduit les différences en temps de relaxation, et dans une moindre mesure, les différences en densité de protons. Les trois facteurs (modalité) T1, T2, et densité de protons interviennent toujours à des degrés divers. L'opérateur peut, par le choix des paramètres de la séquence, favoriser l'un de ces facteurs dans la génération du signal, c'est-à-dire « pondérer » la séquence.

L'énergie du signal de la relaxation des spins peut être décomposée suivant un axe parallèle au champ magnétique (relaxation longitudinale ou T1) (Fig. 1.5 à gauche) ou un axe perpendiculaire au champ magnétique (relaxation transversale ou T2) (1.6 à droite). La

modalité T1 permet d'observer les tissus du cerveau : matière blanche (MB), matière grise (MG) et le liquide céphalo-rachidien. La modalité T2 ne permet pas de distinguer la matière grise de la matière blanche, mais met en évidence les lésions et le LCR [12].

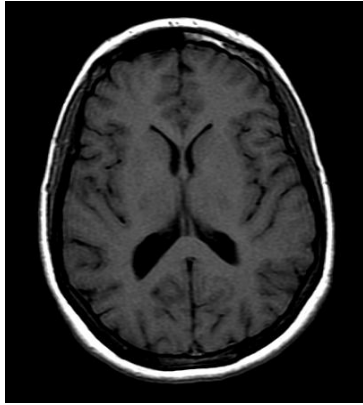


Figure .1.5 Séquence T1 axial

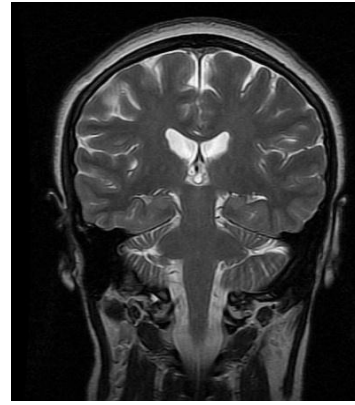


Figure .1.6 Séquence T2 coronal

➤ **T1 [13]**

Constante de temps caractérisant la relaxation longitudinale (retour progressif de l'aimantation le long de B_0). Constante de temps nécessaire pour que 63 % des spins se réalignent le long du champ magnétique.

➤ **T2 [13]**

Relaxation transversale, mise en phase (ou déphasage) des spins. Constantes de temps avec laquelle 63 % des spins perdent leur cohérence de phase du fait des interactions spin-spin (c'est-à-dire en excluant les effets causés par les inhomogénéités de champ).

Les séquences pondérées en T2 sont considérées comme plus sensibles pour détecter au sein d'un tissu des variations de contraste liées à une pathologie évolutive à ses débuts. Les exemples ne sont pas rares de lésions évidentes en T2 alors qu'elles ne sont pas visibles sur les séquences pondérées en T1.

➤ **Densité de protons [13]**

C'est le nombre de protons participant au phénomène d'IRM par unité de volume. Les séquences sont acquises en écho de spin avec TR long et TE court, conduisant à des contrastes en densité de proton.

Quelques paramètres techniques de l'IRM [13] :

➤ **T2***

On prononce T2 étoile. Identique au T2 mais en tenant compte des effets causés par les inhomogénéités de champ, équivaut aussi à une constante d'amortissement.

➤ **TE (temps d'écho)**

Durée qui sépare le milieu de l'onde RF et le milieu du temps de lecture. En écho de spin, TE est court pour des images pondérées en T1 (avec un TR court), TE est long pour des images pondérées en T2 (avec un TR long).

➤ **TR (temps de répétition)**

Intervalle de temps séparant les excitations successives des spins. En écho de spin, il s'agit du temps séparant deux impulsions excitatrices de 90° successives.

➤ **Écho de gradient**

Cette séquence est sensible aux inhomogénéités du champ magnétique B_0 . Cette séquence peut poser des problèmes s'il existe au voisinage du plan de coupe du matériel métallique et a fortiori ferromagnétique (pivots dentaires, couronnes...). Cette séquence ne nécessite qu'une impulsion sélective ce qui permet d'utiliser des temps d'écho plus courts. Elle permet surtout d'utiliser des angles d'excitation plus petits qui n'annulent pas la composante longitudinale et autorisent des temps de répétition très courts, permettant l'accès à l'imagerie rapide. Le contraste est variable, en fonction du temps d'écho et du temps de répétition, mais aussi en fonction de l'angle de bascule.

➤ **Spin écho**

Cela permet de s'affranchir des inhomogénéités du champ B_0 mais nécessite deux impulsions sélectives de RF 90° et 180° en présence du gradient de sélection de coupe, ce qui limite la durée minimum du temps d'écho. Le contraste est variable en fonction du choix du temps de répétition et du temps d'écho.

➤ **Séquence Écho Planar (EPI)**

Elle permet d'obtenir une image avec une seule impulsion d'excitation donc très rapidement (environ 100 ms). Technique surtout utilisée pour les séquences de diffusion, de perfusion et d'IRM fonctionnelle (IRMf).

➤ **Diffusion**

Mouvement aléatoire des molécules en rapport avec l'agitation thermique. Les séquences de diffusion, basées sur la chute du signal IRM en fonction de la constante de diffusion de chaque point, caractérisent la structure microscopique et la température de l'objet.

1.5.5 Qualité d'image acquise par l'IRM

Les images IRM peuvent être modifiées à cause de beaucoup des ressources des artefacts en IRM. Il existe, entre autres, les artefacts suivants :

- L'artefact de mouvement, qui est du soit aux mouvements globaux du patient ; soit aux mouvements d'un seul organe du patient pendant une séquence d'imagerie.
- Les inhomogénéités d'intensité sont des variations de l'intensité observées pour un même tissu [14]. Les inhomogénéités dans le champ magnétique principal et dans le champ généré par les impulsions RF peuvent provoquer une inhomogénéité dans la distribution des intensités des images obtenues en IRM, qui handicape les approches purement photométriques [15].
- Volume partiel ; au niveau d'une interface entre deux tissus dans la direction de la sélection de coupe, l'utilisation de coupe fine permet de bien séparer les tissus. En revanche, une coupe plus épaisse contient à la fois les deux tissus : le signal résultant sera alors une moyenne du signal des tissus, d'où une perte d'information enterrée de contraste. Il en résulte également une perte de résolution partielle, puisque le signal des petites structures va être moyenné avec celui des structures adjacentes, ce qui peut les rendre invisibles ou peu distinctes.
- Le bruit : Outre les artefacts, la présence de bruit dans les images acquises, dû aux processus physiques d'acquisition ou aux propriétés des éléments visualisés, complexifient encore la tâche d'analyse des images.

1.5.6 Risques éventuels de l'IRM

Bien que l'équipement utilisé soit bruyant, l'IRM n'est pas un examen douloureux. Le patient doit s'être préalablement dépouillé de tout objet métallique (montre, bracelet, collier, carte de crédit...). Le cas échéant, il doit également signaler le port d'une valve ou d'une pile cardiaque, d'une prothèse ou d'implants. Tous ces éléments sont en effet susceptibles de perturber le déroulement de l'examen. À noter enfin, qu'un produit de contraste peut également être injecté. Généralement bien toléré, il peut toutefois être à l'origine de manifestations allergiques sans gravité (urticaire). Les réactions plus graves sont exceptionnelles, et peuvent généralement être anticipées lors de la consultation préalable à l'examen [16].

1.5.7 Application d'IRM

L'imagerie par résonance magnétique est utilisée généralement, dans la pratique clinique pour le diagnostic, suivi de patient, l'évaluation de thérapie, et dans la cartographie du cerveau humain [17]. En effet l'IRM anatomique permet d'obtenir des images en haute résolution spatiale sur l'architecture du cerveau, l'IRM de diffusion (IRMd) sur les connexions intracérébrales l'IRM fonctionnelle est une application de l'IRM à l'étude du fonctionnement du cerveau, la spectroscopie et l'imagerie spectroscopique (IRMs) sur les processus biochimiques (métabolisme, neurotransmission). L'IRM à haut champ magnétique fournit des images de meilleure qualité et plus d'informations physiologiques [16].

1.6 Le format DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine)

[18]

1.6.1. Historique

La norme DICOM a été émise par l'ACR (American College of Radiology) en association avec la NEMA (National Electrical Manufacturers Association).

Actuellement mise à jour par ces 2 comités auxquelles se sont joints d'autres comités d'experts internationaux tels le JRIA au Japon, l'ANSI aux USA, le CENTC251 en Europe.

Ces comités ne sont- en principe - pas dépendants d'intérêts économiques.

1.6.2 DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine) [18]

Désigne la norme pour les fichiers numériques créés lors d'examens d'imagerie médicale. Elle recouvre aussi les spécifications concernant leur archivage et leur transmission en réseau (aspects particulièrement importants dans le milieu médical). Indépendant des technologies (scanner, IRM, etc.), et des constructeurs, elle permet de standardiser l'accès aux résultats d'imagerie médicale. Outre les images numériques issues des examens médicaux, les fichiers DICOM véhiculent aussi nombre d'informations textuelles concernant le patient (état civil, âge, poids, etc.), l'examen réalisé (région explorée, technique d'imagerie utilisée, etc.), la date d'acquisition, le praticien etc. Ces fichiers ne peuvent être lus et modifiés que par des logiciels spécialisés.

1.6.3. Spécification d'une norme pour les images médicales [18]

1.6.3.1. Identification unique des images produites

Un service de Radiologie produit plusieurs dizaines de milliers d'images chaque jour (un scanner produit environ 1500 images par heure). Il n'est pas possible de classer ces images dans un format courant de type JPEG ou GIF sans risque de pertes des données démographiques de l'image, (nom du patient, type d'examen, hôpital, date d'examen, type d'acquisition etc....). La norme DICOM permet de rendre unique chaque image produite et de lui associer des informations spécifiques. Ainsi chaque image est autonome : si elle est perdue, reproduite ou renommée, il sera toujours possible d'identifier formellement son origine, le patient, la date, la série d'où elle provient, les paramètres d'acquisition etc.

La norme DICOM n'est pas rigide, elle implique des informations obligatoires et d'autres optionnelles. Plusieurs numéros d'identification uniques UID (Unique Identifier) sont générés automatiquement par les appareils d'imagerie DICOM et obligatoirement présents dans chaque image DICOM. Il ne peut pas exister deux UID identiques pour désigner des informations différentes, quelle que soit la machine et sa localisation, ainsi l'UID d'une série d'images est unique à une date, un patient, une étude, un hôpital et une machine donnée. Cette identification est nécessaire non seulement pour des raisons

médicales et médico-légales, mais aussi pour permettre aux machines la formation et la gestion de bases de données.

1.6.3.2. La norme DICOM est indépendante des appareils et des protocoles de communication

La norme DICOM est utilisée au niveau applicatif : elle permet la communication des logiciels entre-deux indépendamment du fabricant (ceci sous-entend que les connections de bas niveau, câblages et protocoles réseaux sont établies).

1.6.3.3. La norme utilise un vocabulaire contrôlé

Il est important que d'une machine à l'autre le vocabulaire soit identique afin que les données soient toujours identifiées et retrouvées de la même façon. DICOM utilise la norme SNOMED (Systemized Nomenclature for Medicine) mise au point par les anatomo-pathologistes.

1.6.3.4. La norme DICOM est adaptable à différentes spécialités médicales

DICOM est désormais adopté par les cardiologues, les dentistes, les anatomopathologistes et les gastro-entérologues.

1.6.4. Manipulation des fichiers DICOM [18]

1.6.4.1. Principales particularités des fichiers DICOM

L'extension .dcm désigne un fichier DICOM (en réalité l'extension dcm n'est pas obligatoire et souvent les fichiers sont repérés dans par de simples numéros). À l'issue d'un examen médical, un fichier nommé DICOMDIR contient la liste des fichiers générés (images, compressées ou non, parfois des vidéos, voir des comptes rendus). Il est possible de visualiser la totalité d'un examen dans l'ordre chronologique et par séries (par exemple coupes avant injection, coupes après injection, reconstructions selon un autre plan de coupe etc.).

- Fichiers riches en informations textuelles : Outre les images numériques issues des examens médicaux, les fichiers DICOM véhiculent aussi nombre d'informations textuelles concernant le patient (état civil, âge, poids, etc.), l'examen réalisé (région explorée, technique d'imagerie utilisée, etc.), la date d'acquisition, le praticien etc. Ces informations sont perdues si le fichier n'est pas enregistré au en DICOM.
- Fichiers permettant de stocker des dynamiques d'acquisition bien au-delà des capacités visuelles : La principale originalité des fichiers issus d'examens d'imagerie médicale

réside dans leur capacité à stocker des données brutes bien au-delà de ce que peut distinguer l'œil humain sur un écran, et sur lesquelles les médecins peuvent travailler ultérieurement sans perte d'information.

La plupart des logiciels permettent donc de travailler par fenêtres ou plages de niveaux de gris restreintes pour n'afficher que les nuances utiles (évidemment sans perte d'information).

Par exemple, dans une radiographie crânienne, si le logiciel focalise sur la fenêtre osseuse, l'œil pourra distinguer les différentes densités osseuses mais pas les tissus nerveux qui seront tous du même gris. Ensuite, si on demande au logiciel de focaliser sur une fenêtre permettant de distinguer le tissu cérébral, les os apparaîtront tous du même blanc, sans nuance (pour l'œil).

- Fichiers pouvant véhiculer des informations dans les trois dimensions de l'espace.

Enfin, la plupart de ces fichiers permettent l'acquisition et le stockage d'informations dans les trois dimensions de l'espace. Cela permet au médecin de visualiser des coupes dans plusieurs dimensions voir de demander un rendu tridimensionnel de la zone étudiée (reconstruction), de mesurer des distances, des surfaces, des volumes, des densités...etc.

1.7 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons tout d'abord présentés l'anatomie cérébrale macroscopique et microscopique, après nous présentons la définition des tumeurs cérébrales et leur types, puis l'imagerie par résonance magnétique et leur principes physiques qui la régissent, ainsi que les principes importants de aux déférentes pondérations qu'offre cette technique d'imagerie et leur intérêt dans le cadre du diagnostic des tumeurs cérébrales. Enfin nous sommes successivement intéressées au format de l'image médicale DICOM.