



كلية الطب
والصيدلة - مراكش
FACULTÉ DE MÉDECINE
ET DE PHARMACIE - MARRAKECH

Année 2022

Thèse N° 351

**Ablation tumorale par radiofréquence :
Expérience du service de radiologie du CHU
Mohammed VI de Marrakech**

THÈSE

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 25/11/2022

PAR

Mlle. Ghita GHAZAL

Née Le 24/Novembre/1997 à Marrakech

POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MÉDECINE

MOTS-CLÉS

Radiofréquence – Tumeurs hépatiques – Pulmonaires – Rénales – Osseuses

JURY

Mme. M. OUALI IDRISSI

Professeur de Radiologie

PRESIDENT

Mme. N. IDRISSI EL GANOUNI

Professeur de Radiologie

RAPPORTEUR

Mr. A. EL OMRANI

Professeur de Radiothérapie

Mr. H. FENANE

Professeur agrégé en Chirurgie thoracique

JUGES

سُورَةُ الْفَاتِحَةِ

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ ①
الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ ②
الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ ③ مَلِكِ يَوْمِ الدِّينِ ④
إِيَّاكَ نَعْبُدُ وَإِيَّاكَ نَسْتَعِينُ ⑤ أَهْدِنَا
الصِّرَاطَ الْمُسْتَقِيمَ ⑥ صِرَاطَ الَّذِينَ أَنْعَمْتَ
عَلَيْهِمْ غَيْرِ الْمَغْضُوبِ عَلَيْهِمْ
وَلَا الضَّالِّينَ ⑦

Serment d'Hippocrate

Au moment d'être admis à devenir membre de la profession médicale, je m'engage solennellement à consacrer ma vie au service de l'humanité. Je traiterai mes maîtres avec le respect et la reconnaissance qui leur sont dus.

Je pratiquerai ma profession avec conscience et dignité. La santé de mes malades sera mon premier but.

Je ne trahirai pas les secrets qui me seront confiés.

Je maintiendrai par tous les moyens en mon pouvoir l'honneur et les nobles traditions de la profession médicale.

Les médecins seront mes frères.

Aucune considération de religion, de nationalité, de race, aucune considération politique et sociale, ne s'interposera entre mon devoir et mon patient.

Je maintiendrai strictement le respect de la vie humaine dès sa conception.

Même sous la menace, je n'userai pas mes connaissances médicales d'une façon contraire aux lois de l'humanité.

Je m'y engage librement et sur mon honneur.

Déclaration Genève, 1948

*LISTE
DES PROFESSEURS*



UNIVERSITE CADI AYYAD
FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE
MARRAKECH

Doyens Honoraires

: Pr. Badie Azzaman MEHADJI
: Pr. Abdelhaq ALAOUI YAZIDI

ADMINISTRARATION

Doyen

: Pr Mohammed BOUSKRAOUI

Vice doyen à la Recherche et la coopération

: Pr. Mohamed AMINE

Vice doyen aux affaires pédagogiques

: Pr. Redouane EL FEZZAZI

Vice doyen chargé de la Pharmacie

: Pr. Said ZOUHAIR

Secrétaire Général

: Mr. Azzeddine EL HOUDAIGUI

Professeurs de l'enseignement supérieur

Nom et Prénom	Spécialité	Nom et Prénom	Spécialité
ABKARI Imad	Traumato-orthopédie	ELOMRANI Abdelhamid	Radiothérapie
ABOUCHADI Abdeljalil	Stomatologie et chirurgie maxillo faciale	ESSAADOUNI Lamiaa	Médecine interne
ABOU EL HASSAN Taoufik	Anésthésie-réanimation	FADILI Wafaa	Néphrologie
ABOULFALAH Abderrahim	Gynécologie-obstétrique	FAKHIR Bouchra	Gynécologie- obstétrique
ABOUSSAIR Nisrine	Génétique	FAKHRI Anass	Histologie-embryologie cytogénétique
ADALI Imane	Psychiatrie	FOURAJI Karima	Chirurgie pédiatrique
ADMOU Brahim	Immunologie	GHANNANE Houssine	Neurochirurgie
AGHOUTANE El Mouhtadi	Chirurgie pédiatrique	GHOUNDALE Omar	Urologie
AISSAOUI Younes	Anésthésie-réanimation	HACHIMI Abdelhamid	Réanimation médicale
AIT AMEURMustapha	Hématologie	HAJJI Ibtissam	Ophtalmologie
AIT BENALI Said	Neurochirurgie	HAROU Karam	Gynécologie- obstétrique
AIT BENKADDOUR Yassir	Gynécologie-obstétrique	HOCAR Ouafa	Dermatologie
AIT SAB Imane	Pédiatrie	JALAL Hicham	Radiologie
ALJ Soumaya	Radiologie	KAMILI El Ouafi El Aouni	Chirurgie pédiatrique
AMAL Said	Dermatologie	KHALLOUKI Mohammed	Anésthésie- réanimation
AMINE Mohamed	Epidemiologie clinique	KHATOURI Ali	Cardiologie
AMMAR Haddou	Oto-rhino-laryngologie	KHOUCHANI Mouna	Radiothérapie
AMRO Lamyae	Pneumo-phtisiologie	KISSANI Najib	Neurologie
ANIBA Khalid	Neurochirurgie	KRATI Khadija	Gastro-entérologie
ARSALANE Lamiaa	Microbiologie-virologie	KRIET Mohamed	Ophtalmologie
ASMOUKI Hamid	Gynécologie-obstétrique	LAGHMARI Mehdi	Neurochirurgie
ATMANE El Mehdi	Radiologie	LAKMICH Mohamed Amine	Urologie

BAIZRI Hicham	Endocrinologie et maladies métaboliques	LAKOUICHMI Mohammed	Stomatologie et chirurgie maxillo faciale
BASRAOUI Dounia	Radiologie	LAOUAD Inass	Néphrologie
BASSIR Ahlam	Gynécologie-obstétrique	LOUHAB Nissrine	Neurologie
BELBARAKA Rhizlane	Oncologie médicale	LOUZI Abdelouahed	Chirurgie générale
BELKHOUS Ahlam	Rhumatologie	MADHAR Si Mohamed	Traumato-orthopédie
BENALI Abdeslam	Psychiatrie	MANOUDI Fatiha	Psychiatrie
BENCHAMKHA Yassine	Chirurgie réparatrice et plastique	MANSOURI Nadia	Stomatologie et chirurgie maxillo faciale
BEN DRISS Laila	Cardiologie	MAOULAININE Fadl mrabih rabou	Pédiatrie
BENELKHAÏAT BENOMAR Ridouan	Chirurgie générale	MATRANE Aboubakr	Médecine nucléaire
BENHIMA Mohamed Amine	Traumato-orthopédie	MOUAFFAK Youssef	Anesthésie- réanimation
BENJELLOUN HARZIMI Amine	Pneumo-phtisiologie	MOUDOUNI Said Mohammed	Urologie
BENJILALI Laila	Médecine interne	MOUFID Kamal	Urologie
BENZAROUEL Dounia	Cardiologie	MOUTAJ Redouane	Parasitologie
BOUCHENTOUF Rachid	Pneumo-phtisiologie	MOUTAOUAKIL Abdeljalil	Ophtalmologie
BOUKHANNI Lahcen	Gynécologie-obstétrique	MSOUGAR Yassine	Chirurgie thoracique
BOUKHIRA Abderrahman	Biochimie-chimie	NAJEB Youssef	Traumato-orthopédie
BOUMZEBRA Drissi	Chirurgie Cardio-vasculaire	NARJIS Youssef	Chirurgie générale
BOURRAHOUEAT Aïcha	Pédiatrie	NEJMI Hicham	Anesthésie- réanimation
BOURROUS Monir	Pédiatrie	NIAMANE Radouane	Rhumatologie
BOUSKRAOUI Mohammed	Pédiatrie	OUALI IDRISSE Mariem	Radiologie
BSISS Mohammed Aziz	Biophysique	OUBAHA Sofia	Physiologie
CHAFIK Rachid	Traumato-orthopédie	OULAD SAIAD Mohamed	Chirurgie pédiatrique
CHAKOUR Mohammed	Hématologie	QACIF Hassan	Médecine interne
CHELLAK Laila	Biochimie-chimie	QAMOUISS Youssef	Anesthésie- réanimation
CHERIF IDRISSE EL GANOUNI Najat	Radiologie	RABBANI Khalid	Chirurgie générale
CHOULLI Mohamed Khaled	Neuro pharmacologie	RADA Nouredine	Pédiatrie
DAHAMI Zakaria	Urologie	RAIS Hanane	Anatomie pathologique
DAROUASSI Youssef	Oto-rhino-laryngologie	RAJI Abdelaziz	Oto-rhino- laryngologie
DRAISS Ghizlane	Pédiatrie	ROCHDI Youssef	Oto-rhino- laryngologie

EL ADIB Ahmed Rhassane	Anesthésie-réanimation	SAMKAOUI Mohamed Abdenasser	Anesthésie- réanimation
ELAMRANI Moulay Driss	Anatomie	SAMLANI Zouhour	Gastro-entérologie
EL ANSARI Nawal	Endocrinologie et maladies métaboliques	SARF Ismail	Urologie
EL BARNI Rachid	Chirurgie générale	SORAA Nabila	Microbiologie- virologie
EL BOUCHTI Imane	Rhumatologie	SOUMMANI Abderraouf	Gynécologie- obstétrique
EL BOUIHI Mohamed	Stomatologie et chirurgie maxillo faciale	TASSI Noura	Maladies infectieuses
EL FEZZAZI Redouane	Chirurgie pédiatrique	TAZI Mohamed Illias	Hématologie clinique
ELFIKRI Abdelghani	Radiologie	YOUNOUS Said	Anesthésie- réanimation
EL HAOURY Hanane	Traumato-orthopédie	ZAHLANE Kawtar	Microbiologie- virologie
EL HATTAOUI Mustapha	Cardiologie	ZAHLANE Mouna	Médecine interne
EL HOUDZI Jamila	Pédiatrie	ZAOUI Sanaa	Pharmacologie
EL IDRISSE SLITINE Nadia	Pédiatrie	ZEMRAOUI Nadir	Néphrologie
EL KARIMI Saloua	Cardiologie	ZIADI Amra	Anesthésie- réanimation
EL KHADER Ahmed	Chirurgie générale	ZOUHAIR Said	Microbiologie
EL KHAYARI Mina	Réanimation médicale	ZYANI Mohammad	Médecine interne
EL MGHARI TABIB Ghizlane	Endocrinologie et maladies métaboliques		

Professeurs Agrégés

Nom et Prénom	Spécialité	Nom et Prénom	Spécialité
ABDOU Abdessamad	Chirurgie Cardio-vasculaire	HAZMIRI Fatima Ezzahra	Histologie-embryologie-cytogénétique
ABIR Badreddine	Stomatologie et chirurgie maxillo faciale	JANAH Hicham	Pneumo-phtisiologie
ADARMOUCH Latifa	Médecine communautaire (médecine préventive, santé publique et hygiène)	KADDOURI Said	Médecine interne
AIT BATAHAR Salma	Pneumo-phtisiologie	LAFFINTI Mahmoud Amine	Psychiatrie
ALAOUI Hassan	Anesthésie-réanimation	LAHKIM Mohammed	Chirurgie générale
ALJALIL Abdelfattah	Oto-rhino-laryngologie	MARGAD Omar	Traumato-orthopédie
ARABI Hafid	Médecine physique et réadaptation fonctionnelle	MESSAOUDI Redouane	Ophtalmologie
ARSALANE Adil	Chirurgie thoracique	MLIHA TOUATI Mohammed	Oto-rhino-laryngologie
ASSERRAJI Mohammed	Néphrologie	MOUHSINE Abdelilah	Radiologie

BELBACHIR Anass	Anatomie pathologique	NADER Youssef	Traumato-orthopédie
BELHADJ Ayoub	Anesthésie-réanimation	NASSIM SABAH Taoufik	Chirurgie réparatrice et plastique
BOUZERDA Abdelmajid	Cardiologie	RHARRASSI Issam	Anatomie pathologique
CHRAA Mohamed	Physiologie	SALAMA Tarik	Chirurgie pédiatrique
EL HAOUATI Rachid	Chirurgie Cardio- vasculaire	SEDDIKI Rachid	Anesthésie-réanimation
EL KAMOUNI Youssef	Microbiologie-virologie	SERGHINI Issam	Anesthésie-réanimation
EL MEZOUARI El Mostafa	Parasitologie-mycologie	TOURABI Khalid	Chirurgie réparatrice et plastique
ESSADI Ismail	Oncologie médicale	ZARROUKI Youssef	Anesthésie-réanimation
GHAZI Mirieme	Rhumatologie	ZIDANE Moulay Abdelfettah	Chirurgie thoracique
HAMMOUNE Nabil	Radiologie		

Professeurs Assistants

Nom et Prénom	Spécialité	Nom et Prénom	Spécialité
AABBASSI Bouchra	Psychiatrie	EL JADI Hamza	Endocrinologie et maladies métaboliques
ABALLA Najoua	Chirurgie pédiatrique	EL-QADIRY Rabiyy	Pédiatrie
ABDELFETTAH Youness	Rééducation et réhabilitation fonctionnelle	FASSI Fihri Mohamed jawad	Chirurgie générale
ABOUDOURIB Maryem	Dermatologie	FDIL Naima	Chimie de coordination bio- organique
ABOULMAKARIM Siham	Biochimie	FENANE Hicham	Chirurgie thoracique
ACHKOUN Abdessalam	Anatomie	GEBRATI Lhoucine	Chimie physique
AHBALA Tariq	Chirurgie générale	HAJHOUI Farouk	Neurochirurgie
AIT ERRAMI Adil	Gastro-entérologie	HAJJI Fouad	Urologie
AKKA Rachid	Gastro-entérologie	HAMRI Asma	Chirurgie Générale
AMINE Abdellah	Cardiologie	HAZIME Raja	Immunologie
ARROB Adil	Chirurgie réparatrice et plastique	IDAENE Malika	Maladies infectieuses
AZAMI Mohamed Amine	Anatomie pathologique	KHALLIKANE Said	Anesthésie-réanimation
AZIZ Zakaria	Stomatologie et chirurgie maxillo faciale	LACHHAB Zineb	Pharmacognosie
AZIZI Mounia	Néphrologie	LAHLIMI Fatima Ezzahra	Hématologie clinique
BAALLAL Hassan	Neurochirurgie	LAHMINE Widad	Pédiatrie
BABA Hicham	Chirurgie générale	LAMRANI HANCI Asmae	Microbiologie- virologie
BELARBI Marouane	Néphrologie	LOQMAN Souad	Microbiologie et toxicologie environnementale
BELFQUIH Hatim	Neurochirurgie	JALLAL Hamid	Cardiologie

BELGHMAIDI Sarah	Ophtalmologie	MAOUJOURD Omar	Néphrologie
BELLASRI Salah	Radiologie	MEFTAH Azzelarab	Endocrinologie et maladies métaboliques
BENAMEUR Yassir	Médecine nucléaire	MILOUDI Mouhcine	Microbiologie-virologie
BENANTAR Lamia	Neurochirurgie	MOUGUI Ahmed	Rhumatologie
BENCHAFAI Ilias	Oto- rhino- laryngologie	MOULINE Souhail	Microbiologie-virologie
BENNAOUI Fatiha	Pédiatrie	NASSIH Houda	Pédiatrie
BENYASS Youssef	Traumatologie-orthopédie	OUERIAGLI NABIH Fadoua	Psychiatrie
BENZALIM Meriam	Radiologie	OUMERZOUK Jawad	Neurologie
BOUHAMIDI Ahmed	Dermatologie	RAGGABI Amine	Neurologie
BOUTAKIOUTE Badr	Radiologie	RAISSI Abderrahim	Hématologie clinique
CHAHBI Zakaria	Maladies infectieuses	REBAHI Houssam	Anesthésie-réanimation
CHEGGOUR Mouna	Biochimie	RHEZALI Manal	Anesthésie-réanimation
CHETOUI Abdelkhalek	Cardiologie	ROUKHSI Redouane	Radiologie
CHETTATI Mariam	Néphrologie	SAHRAOUI Houssam Eddine	Anesthésie-réanimation
DAMI Abdallah	Médecine légale	SALLAHI Hicham	Traumatologie- orthopédie
DARFAOUI Mouna	Radiothérapie	SAYAGH Sanae	Hématologie
DOUIREK Fouzia	Anesthésie réanimation	SBAAI Mohammed	Parasitologie-mycologie
DOULHOUSNE Hassan	Radiologie	SBAI Asma	Informatique
EL-AKHIRI Mohammed	Oto- rhino- laryngologie	SEBBANI Majda	Médecine Communautaire (Médecine préventive, santé publique et hygiène)
EL AMIRI Moulay Ahmed	Chimie de coordination bio-organique	SIRBOU Rachid	Médecine d'urgence et de catastrophe
ELATIQI Oumkeltoum	Chirurgie réparatrice et plastique	SLIOUI Badr	Radiologie
ELBAZ Meriem	Pédiatrie	WARDA Karima	Microbiologie
EL FADLI Mohammed	Oncologie médicale	YAHYAOUI Hicham	Hématologie
EL FAKIRI Karima	Pédiatrie	YANISSE Siham	Pharmacie galénique
EL GAMRANI Younes	Gastro-entérologie	ZBITOU Mohamed Anas	Cardiologie
EL HAKKOUNI Awatif	Parasitologie-mycologie	ZIRAOUI Oualid	Chimie thérapeutique
ELJAMILI Mohammed	Cardiologie	ZOUIA Btissam	Radiologie
EL KHASSOUI Amine	Chirurgie pédiatrique	ZOUIZRA Zahira	Chirurgie Cardio- vasculaire
ELOUARDI Youssef	Anesthésie-réanimation		

Liste Arrêtée Le 03/03/2022

DEDICACES



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Je dédie cette thèse à ...

اللَّهُ

*A Allah tout puissant
qui m'a permis de voir ce jour tant attendu qui m'a guidé et inspiré.
Je vous dois ce que je suis devenue
Louanges et remerciements pour votre clémence et miséricorde.*

A mes très chers parents :

Jalila CHRAÏBI KAADOUD et Abdelaziz GHAZAL

Je vous dois ce que je suis aujourd'hui et ce que je serai demain et je ferai toujours de mon mieux pour rester votre fierté et ne jamais vous décevoir.

Que Dieu tout puissant vous préserve, vous accorde santé, bonheur, et vous protège de tout mal.

A ma très chère mère :

Autant de phrases aussi expressives soient-elles ne sauraient montrer le degré d'amour et d'affection que j'éprouve pour toi. Tu m'as comblé avec ta tendresse et affection. Tu n'as cessé de me soutenir et de m'encourager durant toutes les années de mes longues études, tu as toujours été présente à mes côtés pour me consoler quand il le fallait. Tu as consacré toute ta vie pour mon bien être. Merci pour l'amour que tu m'as donné sans compter. Merci pour ta disponibilité. Merci pour tes conseils.

Je ne te remercierais jamais assez pour ce que tu fais pour moi et j'espère être à la hauteur de tes attentes.

En ce jour mémorable, pour moi ainsi que pour toi, reçoit ce travail en signe de ma vive reconnaissance et mon profond estime.

A mon très cher père :

Autant de phrases et d'expressions aussi éloquente soit-elles ne sauraient exprimer ma gratitude et ma reconnaissance. Toi qui m'as donné la passion de ce noble métier, tu m'as transmis tout l'amour que tu lui portes. Tu as su m'inculquer le sens de la responsabilité, de l'optimisme et de la confiance en soi face aux difficultés de la vie. Tes conseils ont toujours guidé mes pas vers la réussite.

Merci pour ta patience sans fin, ton amour, ta compréhension, ton encouragement ainsi que le soutien que tu as toujours su m'apporter. Puisse cette thèse symboliser le fruit de tes longues années de sacrifices consentis pour mes études et mon éducation.

A mes sœurs chéries : Salma GHAZAL, Mariam GHAZAL et Soumaya GHAZAL :

Quoique je dise, je ne saurais exprimer l'amour et la tendresse que j'ai pour vous, vous êtes non seulement mes petites sœurs mais aussi mes meilleures amies, mes confidentes et

ma joie, je vous remercie pour votre support et vos encouragements

Je vous dédie ce travail, pour tous les moments de joie et de taquinerie qu'on a pu partager ensemble.

Puisse DIEU, le tout puissant, vous préserver du mal, vous combler de santé et de bonheur.

Que Dieu nous unissent pour toujours.

Je vous aime éternellement

A ma grand-mère MI Lalla Hadda EL MOUFEQ :

Que ce modeste travail, soit l'expression des vœux que vous n'avez cessé de formuler dans vos prières. Que Dieu vous préserve santé et longue vie.

A la mémoire de mes grands-parents : Lalla Saadia CHRAIBI, Ba-sidi Mohammed

GHAZAL, Aazizi Mohammed CHRAIBI KAADOUD

Qui ont toujours été dans mon esprit et dans mon cœur, Je vous dédie ce travail et puisse

Dieu tout puissant vous avoir dans sa sainte miséricorde

A mes oncles et tantes, à mes cousins et cousines ainsi qu'à toute la famille : GHAZAL,

CHRAIBI KAADOUD, KABBAJ, SAIB, BENFDIL, EL BOUAYCHI, ACHOUB, ainsi

qu'à tous leur époux et épouses

En témoignage de mon attachement et de ma grande considération. J'espère que vous trouverez à travers ce travail l'expression de mes sentiments les plus chaleureux. Que ce travail vous apporte l'estime, et le respect que je porte à votre égard, et soit la preuve du

désir que j'avais depuis toujours pour vous honorer.

Tous mes vœux de bonheur et de santé.

A mes très chères : Houđa AZOUD, Isra CHRAIBI KAADOUD, Sara SAIB, Mouna BENFDIL, Nada BENFDIL

Je ne saurais trouver une expression témoignant de ma reconnaissance et des sentiments de fraternité que je vous porte.

On a passé toutes nos années ensemble, nos voyages, nos soirées, nos fous rires, nos escapades, nos longues conversations.

Je vous dédie ce travail en témoignage de ma grande affection et en souvenir de ces agréables moments passés ensemble.

Vous êtes un amour.

A la mémoire de mon oncle Abdelmalek EL BOUAYCHI

Que Dieu tout puissant, vous accorde de sa clémence et sa miséricorde et vous accueille dans son saint paradis.

A Malaik BELKASMI :

A ma confidente, à ma malaik tout simplement,

Tu m'as toujours soutenu et supporté dans mes moments de doute et d'angoisse.

Tu sais comme personne me remonter le moral quand je ne vais pas bien. Et tu sais surtout m'accompagner dans toutes les étapes de ma vie. Je peux compter sur toi pour m'écouter des heures et m'apporter les petits conseils si précieux dont tu as le secret.

A Oumaïma BELHABIB :

Plus qu'une amie, mais une sœur

Ta créativité, ton soutien et tes conseils ont été pour moi une source de courage et de confiance.

Je dédie ce travail à notre amitié, qui je l'espère sera éternelle.

A Fadwa GLIL :

Tu es une personne formidable, spontanée, souriante et pleine d'énergie

Je suis heureuse de t'écrire ces quelques mots qui ne pourraient tous résumer, en souvenir de nos merveilleux moments, de nos gardes, de nos nuits à l'hôpital et de tous ce que nous avons passés ensemble

Je te souhaite plein de bonheur et de succès

*A mes amies d'enfance : Meryem BOUKTIBA , Yousra CHAFIQ
Parce que ni la distance ni le temps ne peuvent réduire la force d'une amitié*

*A tous mes ami(e)s, confrères et consœurs de la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Marrakech : Oumaima GHYAT, Nada GOUJDAMI, Imane AITLAHCEN, Meryem BOUIGNANE, Ouissal FIKRI, Zineb SOUNNY SLITINE, Elbatoul ELBYOUZI, Hind FAKHRADDINE, Laïla CHAKIR, Yasmine ELOUAZZANI, Mounia KHOLTEI, ...
Merci pour tous les moments formidables qu'on a partagés. Mes années de médecines, d'externat, les gardes, les périodes de préparations , ce sont des moments qu'on ne vit qu'une seule fois et je suis fière de les avoir passés auprès de vous . Cette thèse est le fruit de toutes ces années.*

*A mes chers amis : Mohamed KABBAJ, Zakaria AGINANE, Hamza AGOUASSIF ,
Mohamed MAHDAOUI*

A tous les moments qu'on a passés ensemble, à tous nos éclats de rire, et à tous nos souvenirs ! Vous avez fait grande part de mes années de médecine, et de ce travail modeste, je vous remercie d'en avoir fait parti et je vous souhaite à tous une longue vie pleine de bonheur et de prospérité.

A Notre Maître : Pr. BOUTAKIOUTE Badr : Professeur agrégé en radiologie au CHU Mohammed VI de Marrakech

Merci pour votre investissement dans notre étude, votre disponibilité, votre accessibilité, votre pertinence et votre gentillesse.

*Vos conseils et vos remarques ont orienté et facilité mon travail.
Je vous remercie infiniment pour l'aide précieuse que vous m'avez accordé
Veuillez trouver ici, professeur, l'expression de notre profond respect*

A tous nos confrères et consœurs du service de radiologie de l'hôpital ARRAZI du CHU de Marrakech et qui ont contribué dans la réalisation de cette thèse.

*A tous ceux qui me sont chers, et que j'ai involontairement omis de citer. A tous mes enseignants et enseignantes de primaire, collège, lycée et supérieure.
A tous ceux qui ont contribué en cette réussite de loin ou de près.
A tous ceux qui ont rendu mes années de médecine plus faciles plus agréables et moins pénibles.*

*Sachez que l'amour que j'ai pour vous n'a pas besoin d'être concerté sur du papier.
Votre présence m'a aidé à surmonter les épreuves.
Je vous dédie mon travail et je vous transmets mon très grand respect.*

Mais avant de clôturer, je tiens à me remercier moi-même pour toutes ces longues années d'études, pour toutes les larmes versées, pour tous les éclats de rire mais surtout pour la patience et la persévérance, j'espère trouver dans ce travail, le fruit de tout ce parcours et j'espère également devenir une personne compétente, expérimentée, sincère, à l'écoute, et pleine d'empathie.

REMERCIEMENTS



A Notre Maître et Présidente de Thèse :
Pr. OUALI IDRISSI Mariem
Professeur de radiologie au CHU Mohammed VI de Marrakech

*Nous sommes très sensibles à l'honneur que vous nous avez fait en acceptant
aimablement de présider notre jury de thèse.*

*Votre gentillesse, vos qualités humaines, votre modestie n'ont rien d'égal que votre
compétence.*

*Veillez trouver, cher Maître, dans ce travail l'expression de notre grande attention et
notre profond respect.*

A Notre Maître et Rapporteur de Thèse :
Pr. CHERIF IDRISSI EL GANOUNINajaf
Professeur et Chef de service de radiologie au CHU Mohamed VI de MARRAKECH

*Ces quelques mots ne suffisent certainement pas pour exprimer l'immense honneur et
plaisir que j'ai eu à travailler sous votre direction,
pour vous témoigner ma profonde reconnaissance de m'avoir confié ce travail, pour tout
ce que vous m'avez appris, pour le précieux temps que vous avez consacré à diriger
chacune des étapes de cette thèse avec une grande rigueur et perspicacité.
Votre compétence, votre dynamisme, votre sympathie et votre rigueur ont suscité en
nous une grande admiration et un profond respect.*

A Notre Maître et Juge de Thèse :

Pr. EL OMRANI Abdelhamid

Professeur en radiothérapie au CHU Mohammed VI de Marrakech

Nous vous remercions pour votre qualité d'enseignement ainsi que pour l'intérêt que vous avez porté à ce travail.

Nous vous sommes très reconnaissants de l'honneur que vous nous faites en acceptant de juger ce travail.

Veillez accepter, cher Maître, l'expression de notre estime et profond respect.

A Notre Maître et Juge de Thèse :

Pr. FENANE Hicham

Professeur agrégé en chirurgie thoracique au CHU Mohammed VI de Marrakech

Nous avons bénéficié, au cours de nos études, de votre enseignement clair et précis.

Vos qualités humaines et professionnelles jointes à votre compétence et votre disponibilité seront pour nous un exemple à suivre dans l'exercice de notre profession

Vous nous faites l'honneur de juger ce modeste travail.

Veillez accepter, cher Maître, l'expression de notre estime et profond respect.

ABBREVIATIONS



Liste des abréviations

RF	: Radiofréquence
CHE	: Chimio-embolisation
CHC	: Carcinome hépato-cellulaire
CCR	: Cancer colorectal
ADK	: Adénocarcinome
CBNPC	: Cancer bronchique non à petites cellules
VBIH	: Voies biliaires intra-hépatique
TDM	: Tomodensitométrie
IRM	: Imagerie par résonance magnétique
CHT	: Chimiothérapie
RTH	: Radiothérapie
CI	: Contre-indication
PDC	: Produit de contraste
TTT	: Traitement

*LISTE DES
TABLEAUX*



Liste des tableaux :

- Tableau I** : Répartition par âge des patients traités par radiofréquence
- Tableau II** : Répartition des localisations des métastases hépatiques traitées par radiofréquence
- Tableau III** : Répartition par taille des nodules traités
- Tableau IV** : Répartition du nombre de nodules traités par patient
- Tableau V** : Traitements entrepris avant la radiofréquence :
- Tableau VI** : Répartition des patients traités par RF selon le nombre de séquences thérapeutiques
- Tableau VII** : récapitulatif de l'ensemble des patients porteurs de tumeurs hépatiques (CHC et métastases) traités par radiofréquence
- Tableau VIII** : récapitulatif de l'ensemble des patients porteurs de tumeurs pulmonaires et rénale traités par radiofréquence
- Tableau IX** : Études évaluant la destruction par RF des CHC
- Tableau X** : Études évaluant la destruction par radiofréquence seul sur les métastases hépatiques des tumeurs colo rectale
- Tableau XI** : Indications actuelles des traitements par ablation percutanée au niveau thoracique
- Tableau XII** : Ablations percutanées dans le traitement des CBNPC
* + Radiothérapie.
** Inclus des CBNPC et des métastases
- Tableau XIII** : Ablations percutanées dans le traitement des métastases pulmonaires.
* Neuf patients avec CBNPC
** Inclus des CBNPC et des métastases.
- Tableau XIV** : Tableau récapitulatif de séries de radiofréquence avec un taux de réussite de 90 %, toutes tailles et toutes localisations confondues (d'après Gervais et al.)

LISTE DES FIGURES



Liste des figures :

- Figure 1** : a) Système de radiofréquence (COVIDIEN cool-tip E séries) (Medtronic) sur chariot avec les différents composants : a) Générateur ; b) Une pompe pour refroidir les antennes efficacement et minimiser la conductivité thermique pour plus de contrôle et de prévisibilité.
- Figure 2** : Trousses d'électrodes pour ablation par radiofréquence Cool-tip™ Série E : a) unique, b) en grappe (Cluster), c) multiples
- Figure 3** : Électrode de retour patient à haute puissance pour l'ablation par radiofréquence Série E
- Figure 4** : Générateur de Radiofréquence Boston Scientific RF 3000
- Figure 5** : Système d'électrode LeVeen CoAccess™
- Figure 6** : a) Electrodes de retour Megadyne™ 0850C, b) Orientation et alignement corrects des électrodes de retour placées sur le milieu de la cuisse.
- Figure 7** : Radiofréquence percutanée hépatique échoguidée (a) et pulmonaire scannoguidée (b)
- Figure 8** : Radiofréquence peropératoire d'une métastase hépatique réalisée à l'aide d'une aiguille de type Cluster.
- Figure 9** : Zones d'ablation du système d'ablation RF Cool-TipMC Série E en fonction de l'électrode utilisée.
- Figure 10** : Répartition selon l'âge des patients traités par radiofréquence
- Figure 11** : Répartition selon le sexe des patients traités par radiofréquence
- Figure 12** : Répartition des tumeurs selon leur localisation et leur nature primitive ou secondaire
- Figure 13** : Répartition des patients selon leurs comorbidités
- Figure 14** : IRM hépatique montrant une lésion nodulaire du segment VIII de 2,16 cm en rapport avec un CHC
- Figure 15** : IRM hépatique d'un CHC du segment V, 2 mois après sa chimio-embolisation, de 19x27 mm de diamètre
- Figure 16** : Répartition des localisations des métastases hépatiques traités par radiofréquence
- Figure 17** : Echographie de métastases hépatiques des segments II et VII mesurant respectivement 24 x 15 mm et 27 x 18 mm avec une distance par rapport à la peau de 7,37 cm pour le segment II et de 8,93 cm pour le segment 8,93 cm
- Figure 18** : TDM Thoracique d'une lésion nodulaire linguale mesurant 28,3 mm de diamètre
- Figure 19** : TDM abdominale montrant une image lésionnelle polaire supérieure arrondie, de contours réguliers, spontanément isodense mesurant 42 x 34 x 32 mm
- Figure 20** : Répartition par taille des nodules traités
- Figure 21** : Répartition du nombre de nodules traités par patient
- Figure 22** : Répartition des différents traitements reçus avant la RF
- Figure 23** : Anesthésie locale à la xylocaïne échoguidée lors d'une RF hépatique per-cutanée
- Figure 24** : Séance de Chimio-embolisation combinée à une RF chez un patient porteur d'un CHC du segment V du foie
- Figure 25** : Générateur de radiofréquence

- Figure 26** : Aiguille de RF type Leveen Co Access 4cm/15cm
- Figure 27** : Plaques de dispersion
- Figure 28** : Table stérile contenant le matériel utilisé lors de la RF
- Figure 29** : Contrôle échographique d'une RF d'un nodule hépatique sous capsulaire du segment VIII
- Figure 30** : Répartition des patients traités par RF selon le nombre de séquences thérapeutiques
- Figure 31** : RF d'une métastase pulmonaire linguale inférieure d'un ADK du cardia
- Figure 32** : RF de 3 nodules hépatiques des segments VII (2) et VIII (1)
- Figure 33** : Pneumothorax de moyenne abondance en per-procédure drainé en fin de procédure
- Figure 34** : Pneumothorax gauche de grande abondance compressif
- Figure 35** : Répartition des patients selon les examens complémentaires reçus après la RF
- Figure 36** : IRM hépatique d'un CHC montrant une bonne réponse thérapeutique avec nécrose hémorragique du segment VIII
- Figure 37** : Échographie d'une métastase hépatique d'un ADK du sigmoïde traité par RF
- Figure 38** : Echographie en mode B montrant une formation nodulaire du dôme hépatique hypoéchogène homogène, sur foie d'hépatopathie chronique évoquant un CHC.
- Figure 39** : Angioscanner abdominal montrant une lésion nodulaire assez bien limitée, à cheval des segments VII et VIII spontanément hypodense au contraste spontané (a), rehaussée de façon intense et homogène au temps artériel (b) avec un wash out au temps portal (c) et tardif (d) et individualisation d'une capsule périphérique rehaussée au temps portal (c) persistant au temps tardif (d) (LIRADS 5)
- Figure 40** : 1^{er} temps de traitement : chimioembolisation :
- Figure 41** : 2^{ème} temps de traitement : Biopsie + Radiofréquence :
- Figure 42** : IRM de contrôle à 2 mois montrant la lésion du dôme du foie totalement dévascularisée, en hyper T1 (a) hypoT2 (b), sans rehaussement vasculaire au temps artériel (c) ni wash out au temps portal (d) et tardif (d) en faveur d'une réponse complète selon les critères m-RECIST.
- Figure 43** : IRM hépatique de contrôle (1 an après la première séance de traitement combiné) montrant une récurrence au niveau de la partie supéro-latérale de la zone d'ablation du nodule sous capsulaire du segment VIII, visible sous forme d'un hyper signal sur la séquence de Diffusion, et prenant le contraste discrètement sur la séquence T1 après injection de Gadolinium
- Figure 44** : 2^{ème} séance de RF hépatique percutannée sous contrôle échographique, ciblant la partie supéro-latérale du nodule sous capsulaire du segment VIII, objectivant l'ablation complète de la lésion
- Figure 45** : IRM hépatique montrant un foie d'hépatopathie chronique multinodulaire siège au niveau du segment V d'une lésion nodulaire de contours irréguliers en hypersignal hétérogène T1 (a), T2 (b) et diffusion avec restriction de l'ADC (c), rehaussée de façon intense en temps artériel (d) et portal (e) avec wash out en temps tardif (f), entourée d'une capsule fibreuse en hyposignal T1(a) et T2 (b) avec rehaussement tardif (f).

- Figure 46** : Séquences d'artériographie durant la séance de chimioembolisation montrant a : La configuration artérielle hépatique est de type modal et cathétérisme du tronc cœliaque (TC) sans difficulté technique à l'aide du cathéter IMA 5F.
b : Cathétérisme de l'artère hépatique propre (AHP) dont l'opacification montre un blush vasculaire tumoral à projection du segment V du foie.
c : Administration de l'émulsion chimioliopiodolée à ce niveau complétée par une embolisation à l'aide de fragments résorbables de curaspon mélangés à du produit contraste iodé permettant la stagnation de l'émulsion au sein de la lésion et la stagnation du flux au niveau artériel.
d : Contrôle angiographique satisfaisant avec une dévascularisation distale et un flux proximal ralenti.
- Figure 47** : Contrôle scannographique à J1 post chimioembolisation montre une fixation lipiodolée intense du nodule du segment V, en rapport avec une bonne réponse thérapeutique.
- Figure 48** : IRM hépatique de contrôle à 2 mois montrant une persistance avec régression en taille de la lésion du segment V (27mm vs 34mm), en hypersignal hétérogène T1 (a), T2 (b) et diffusion avec restriction de l'ADC (c), rehaussée de façon intense en temps artériel (d) et portal (e) avec wash out en temps tardif (f), entourée d'une capsule fibreuse en hyposignal T1(a) et T2 (b) avec rehaussement tardif (f).
- Figure 49** : Deuxième séance de chimioembolisation lipiodolée + radiofréquence en même temps opératoire.
- Figure 50** : Contrôle scannographique à J1 post chimioembolisation et radiofréquence montre une fixation lipiodolée intense du nodule du segment VIII, en rapport avec une bonne réponse thérapeutique.
- Figure 51** : TDM thoracique : Biopsie du nodule linguale inférieur
- Figure 52** : RF pulmonaire du nodule linguale inférieur, Images per procédurales montrant l'aiguille de RF de type Cluster bien positionnée au centre de la lésion (a : fenêtre parenchymateuse , b : fenêtre axiale, c : reconstruction en rendu volumique)
- Figure 53** : TDM thoracique réalisée à J1 post ablation RF objectivant la zone d'ablation complète et l'aspect en « halo inversé » (a : coupe axiale, b :reconstruction sagittale)
- Figure 54** : TDM thoracique réalisée 8 mois après la RF (a : fenetre médiastinale après injection de PDC, b :fenetre parenchymateuse) : réduction du volume du nodule et persistance d'une image cicatricielle, témoignant d'une bonne réponse thérapeutique
- Figure 55** : IRM rénale :Lésion tissulaire médiorénale gauche corticale bien limitée en hypo T1 (a) et T2 (b) mesurant 41x37mm suspecte.
- Figure 56** : Echographie rénale en per procédure (a) objectivant le nodule médiorénal gauche bien limité à une distance de 6cm de la peau. (b) Aspect du nodule après ablation : remaniements centronodulaires hyperéchogènes et couronne périphérique hypoéchogène.
- Figure 57** : Contrôle TDM sans injection de PDC à J1 post RF : objectivant l'aspect hyperdense de la lésion rénale gauche, siège d'une petite bulle d'air (flèche jaune), associé à

une infiltration de la graisse périrénale et à un épaissement des fascia pararénaux (flèches bleues) en rapport avec les remaniements post ablation par RF.

Figure 58 : Principe de l'ablation par radiofréquence. L'application d'un courant alternatif transforme les électrodes successivement en cathode (+) et en anode (-), entraînant une agitation moléculaire et une zone d'hyperthermie à l'extrémité de l'électrode permettant la coagulation locale.

Figure 59 : **a** : schématisation d'une zone d'ablation à extension centrifuge idéale à partir d'une source énergétique centro-tumorale : ablation RF monopolaire mono-électrode ;
b : schématisation d'une ablation par sommation idéale (séquentielle ou simultanée) de trois zones d'ablation à extension centrifuge isométrique à partir de trois sources énergétiques intra-tumorales paracentrées : ablation RF monopolaire multi-électrodes.

Figure 60 : Schématisation d'une ablation multipolaire par activation séquentielle bipolaire de toutes les paires d'électrodes (ici trois électrodes → trois dipôles possibles). La zone d'ablation s'étend de façon centripète entre les trois sources énergétiques d'implantation intra-tumorale périhérique.

Figure 61 : TDM pulmonaire en reformation coronale et sagittale et en fenêtres parenchymateuse, montrant le bon positionnement de l'aiguille de RF de type Cluster au centre du nodule pulmonaire.

Figure 62 : Contrôle TDM post ablation : coupe axiale et reformation sagittale, objectivant l'aspect de l'ablation complète du nodule du lobe supérieur gauche. Aspect en halo inversé

PLAN



INTRODUCTION	1
MATERIELS ET METHODES	4
I. Critères d'inclusion	5
II. Critères d'exclusion	6
III. Matériel utilisé	7
1) Générateurs de radiofréquence	7
2) Matériel de guidage et de contrôle des procédures	11
3) Moyens d'imagerie de suivi	11
IV. Technique de réalisation de la thermoablation par radiofréquence	11
1) Voies d'abord de la radiofréquence	12
2) Choix des aiguilles	13
3) Technique de réalisation d'une procédure de radiofréquence pulmonaire	14
4) Technique de réalisation d'une procédure de radiofréquence hépatique	16
5) Monitoring du traitement	18
V. Recueil des données	18
RESULTATS	21
I. Données épidémiologiques	22
1) Age	22
2) Sexe	23
II. Données cliniques et paracliniques	23
1) Caractéristiques des tumeurs et circonstances de découverte	23
2) Comorbidités des patients	25
3) Localisation	26
4) Taille	29
5) Nombre de nodules par patients	30
6) Présence d'autres métastases avant la radiofréquence	31
7) Traitements antérieurs de la population suivie	31
III. Analyse des procédures	33
IV. Mesures ou traitements entrepris après la RF	38
V. Suivi	39
1) Complications	39
2) Évaluation du traitement	41
3) Evolution	42
VI. Exemples de dossiers	46
DISCUSSION	61
I. Historique	62
II. Principe de la radiofréquence	62
III. Place de la radiofréquence hépatique	64
1) Généralités	64

2) Technique.....	65
3) Préparation du patient avant le geste.....	68
4) Guidage et monitoring.....	69
5) Indications.....	70
5.1. Traitement curateur.....	73
5.2. Traitements combinés.....	71
5.3. Traitement d'attente de greffe hépatique pour CHC.....	71
5.4. Traitement palliatif.....	73
6) Résultats.....	73
6.1. En cas de Carcinome hépatocellulaire.....	73
6.2. En cas de métastases d'origine colorectale.....	74
7) Contre-indications.....	75
7.1. Hémostase.....	75
7.2. Cirrhose.....	75
7.3. Localisation.....	76
7.4. Sphincter d'Oddi non fonctionnel.....	77
7.5. Interférences électromagnétiques.....	77
8) Evolution et complications.....	78
8.1. Précoce (1 mois).....	78
8.2. Evolution et complications tardives.....	79
9) Modalités de surveillance à long terme.....	81
9.1. Evolution histologique :.....	82
9.2. Surveillance radiologique à long terme.....	82
IV. Place de la radiofréquence pulmonaire :.....	85
1) Généralités.....	85
2) Indications.....	86
3) Contre- indications.....	88
4) Procédure.....	89
5) Résultats.....	92
6) Complications.....	95
7) Suivi.....	97
V. Place de la radiofréquence dans le traitement des autres tumeurs.....	99
1) Radiofréquence rénale.....	99
1.1. Indications.....	99
1.2. Contre-indications.....	100
1.3. Résultats.....	100
1.4. Avantages et limites de la radiofréquence dans le traitement du cancer du rein.....	101
2) Radiofréquence osseuse.....	103
3) Radiofréquence thyroïdienne.....	105
VI. Autres techniques d'ablation percutanées en oncologie.....	109
1) Microondes.....	109
2) Cryoablation.....	109

3) Electroporation.....	111
4) Les ultrasons focalisés (HIFU).....	112
CONCLUSION.....	113
ANNEXES.....	115
RESUMES.....	123
BIBLIOGRAPHIE.....	131

INTRODUCTION



La Radiologie Interventionnelle oncologique (RIO) est une spécialité peu invasive, qui depuis plusieurs années est devenue incontournable dans la prise en charge des patients en cancérologie, et a consolidé sa place en tant que l'un des quatre piliers de soins avec l'oncologie médicale, la radiothérapie, et la chirurgie.

Le champ d'application de la radiologie interventionnelle cancérologique est de plus en plus vaste. Il comprend des actes diagnostiques comme les ponctions biopsies percutanées mais également des actes thérapeutiques à visée curative de la tumeur. (1)

L'exérèse chirurgicale reste le pilier du traitement de la majorité des tumeurs en offrant les meilleures chances de guérison et ce pour les patients atteints de tumeurs pour lesquels une chirurgie curative est le traitement de choix, mais la chirurgie ne peut pas être toujours indiquée en raison de comorbidités telles qu'une fonction organique altérée ou en raison du siège de la lésion.

Une variété de thérapies ablatives locales peut donc être proposée comme options thérapeutiques. Parmi ces thérapies ablatives locales, la radiofréquence (RF) est la plus employée et la plus étudiée pour traiter les tumeurs des poumons, des reins, du pancréas, de la thyroïde, des os et des tissus mous ; mais l'application la plus répandue de la RF reste celle des tumeurs hépatiques primitives et secondaires.(2)

La RF est une procédure ablatif locale mini-invasive, qui sous guidage d'imagerie, va utiliser l'énergie électrique et la chaleur pour détruire les cellules cancéreuses ; à l'aide d'une aiguille dont la taille ou la forme diffère d'une tumeur à une autre, et qui va appliquer une chaleur supérieure à 60 °C dans le tissu cancéreux à travers la peau ou à travers une incision. L'énergie à haute fréquence passe à travers l'aiguille et induit le réchauffement des tissus environnants, provoquant de façon quasi immédiate une dénaturation irréversible des cellules tumorales. Cette technique est souvent bien tolérée par les patients avec un faible taux de mortalité, et une courte durée d'hospitalisation, permettant de réduire ainsi le cout global de la prise en charge des malades. (3)

D'autres méthodes de thermoablation peuvent aussi être utilisées comme les micro-ondes (MW) et la cryoablation.

L'ensemble des techniques de thermoablation percutanée sont aujourd'hui validées et font partie de l'arsenal thérapeutique, où elles sont systématiquement proposées au cours des Réunions de Concertation Pluridisciplinaire (RCP).

D'autres procédés comme les ultrasons focalisés à haute intensité (HIFU) et électroporation sont également utilisés, mais ils restent encore en cours de validation.

Les objectifs de notre étude :

- Rapporter les résultats de l'expérience préliminaire du service de radiologie Arrazi concernant la technique de thermoablation par radiofréquence dans le traitement des tumeurs hépatiques primitives et secondaires, des tumeurs pulmonaires secondaires et rénales.
- Discuter ses indications et ses contre-indications.
- Répertorier et discuter ses principales complications.
- Comparer la radiofréquence aux autres moyens thérapeutiques.

*MATERIELS
ET METHODES*



Il s'agit d'une étude prospective portant sur 16 patients ayant bénéficié de séances de radiofréquence pour des tumeurs hépatiques, pulmonaires et rénales entre Janvier 2019 et Novembre 2022, réalisées au sein du service de radiologie de l'hôpital ARRAZI au CHU Mohamed VI de Marrakech en collaboration avec notre expert Pr El Hajjam de l'hôpital Ambroise-Paré à Paris.

I. Critères d'inclusion :

❖ Pour les tumeurs hépatiques :

- **Les carcinomes hépatocellulaires (CHC) :**
 - Toute tumeur dont le diagnostic a été posé devant l'association d'une image radiologique typique sur un foie de cirrhose selon les critères de Barcelone qui ont été adoptés par l'Association Européenne pour l'Etude du Foie (EASL) ainsi que L'American Association for the Study of Liver Diseases (AASLD).
 - Lésion unique de moins de 3cm.
- **Les métastases hépatiques :**
 - Nombre de tumeurs < à 5
 - Taille < à 3cm

❖ Pour les tumeurs pulmonaires :

- Diamètre maximale de 3 cm
- Nombre de lésions maximale < à 5 dans le même poumon

❖ Pour les tumeurs rénales :

- Taille < à 3 cm
- Nombre de lésions maximale < à 5
- Localisation périphérique de la lésion

❖ Tous les patients ayant un bilan biologique normal :

- Fonction hépatique conservée : Child A ou B.

- Fonction rénale normale.
- Bilan d'hémostase satisfaisant (plaquettes >50000, taux de prothrombine >50%).
- ❖ **Contre-indications chirurgicales ainsi que les comorbidités des patients.**
- ❖ **Consultation pré-anesthésique préalable.**

L'indication de la procédure a été validée en Réunion de Concertation Pluridisciplinaire et chaque patient recevait une information concernant la procédure de radiofréquence ainsi que les alternatives thérapeutiques.

II. Critères d'exclusion :

- ❖ **Pour les tumeurs hépatiques :**
 - Nombre de lésion > à 5
 - Taille > 3cm
 - Lésions d'accès difficile ou juxta-vasculaires.
 - Antécédent d'anastomose bilio-digestive.
 - Tumeurs hépatiques bénignes (angiomes hépatiques, kystes hépatiques simples, abcès, etc...) dont le diagnostic a été redressé par l'imagerie.
- ❖ **Pour les tumeurs pulmonaires :**
 - Nombre de lésion > à 5
 - Taille > 3 cm
 - Lésion trop proche du hile (distance < à 1 cm) ou du cœur
 - Fonction respiratoire précaire
 - CI à l'anesthésie générale
- ❖ **Pour les tumeurs rénales :**
 - Taille >3 cm
 - Lésions d'accès difficile ou juxta-vasculaires.

- ❖ **Etat général très altéré** (Indice de l’OMS >2)
- ❖ **Troubles de la crase sanguine**
- ❖ **Données manquantes et qui limitaient la mesure exacte de la zone d’ablation obtenue**

Le recueil des informations a été réalisé au moyen d’une fiche d’exploitation anonyme (Annexe 1) et les données sont saisies à l’aide du logiciel Microsoft office Excel.

III. Matériel utilisé :

1. Générateurs de radiofréquence :

- ❖ **Générateur COVIDIEN cool-tip E séries Medtronic : (Figure 1)**
 - Système opérant à des fréquences de 400 et 500 Hz et une puissance de 50 à 200 W, doté d’une interface simple et intuitive qui permet d’effectuer des interventions d’ablation par radiofréquence.
 - Grâce au procédé de refroidissement interne des électrodes et à la possibilité d’utiliser jusqu’à trois électrodes simultanément, le système de la série E limite la carbonisation du tissu et permet une émission d’énergie plus intense pour des volumes d’ablation accrus.
- Un système de refroidissement**
- ❖ **Électrodes utilisées :**
 - Les électrodes droites Cool-tip MC de 1,15 mm (17 G) sont dotées d’une pointe de type trocart et peuvent être insérées, positionnées et repositionnées comme une aiguille de biopsie
 - **3 types : (Figure 2)**
 - Électrodes simples (longueur : de 10 à 25cm) (Zone d’ablation : de 0,7cm à 3cm)
 - Électrodes multiples (longueur : de 15 à 25cm) (Zone d’ablation : de 3cm à 4cm)

- Électrodes groupées (longueur : de 10 à 20cm) (Zone d'ablation : 2,5cm)
- Électrode de retour de grande puissance : ce sont des plaques de dispersion cutanée qu'on colle sur la face antérieure des cuisses, qui aident à prévenir les brûlures accidentelles et réduit le nombre de plaques nécessaires. De conception originale, elle surveille le courant et est dotée d'une pellicule perméable à l'air qui évacue la chaleur. (Figure 3)



Figure 1 : a) Système de radiofréquence (COVIDIEN cool-tip E séries) (Medtronic) sur chariot avec les différents composants : a) Générateur ; b) Une pompe pour refroidir les antennes efficacement et minimiser la conductivité thermique pour plus de contrôle et de prévisibilité.



Figure 2 : Trousses d'électrode pour ablation par radiofréquence Cool-tip™ Série E : a) unique, b) en grappe (Cluster), c) multiples



Figure 3: Électrode de retour patient à haute puissance pour l'ablation par radiofréquence Série E

❖ **Générateur Boston Scientific RF 3000: (Figure 4)**

- Dispositif médical électro chirurgical qui, lorsqu'il est utilisé avec les gammes d'électrodes aiguilles LeVeen™ et Soloist™, est indiqué pour la coagulation thermique des tissus mous. Le générateur RF 3000 fournit à l'électrode une sortie RF isolée allant jusqu'à 200 watts. La pleine puissance est disponible dans une plage d'impédance allant de 25 Ω à 100 Ω à une tension RF constante; des puissances inférieures sont possibles en dehors de cette plage. La puissance peut être réglée manuellement ; cependant, les changements de l'impédance de charge entraînent un changement de la puissance réelle émise. Lorsque l'appareil est sous tension, la puissance RF réelle émise et l'impédance sont affichées
- **Électrodes** : Le générateur RF 3000 est uniquement prévu pour une utilisation en association avec les gammes d'électrodes aiguilles LeVeen pour la coagulation thermique des tissus mous :

Le système d'électrode LeVeen CoAccess™ (Figure 5) se compose d'un kit d'introduction (canule isolée et colorée avec un stylet de verrouillage) et d'une électrode (réseau avec poignée de déploiement intégrée). L'électrode est conçue pour une mise en place coaxiale dans la canule isolée.

- **Électrodes de retour** : 4 électrodes de retour patient électro chirurgicales jetables Megadyne™ 0850C. Deux électrodes sur chaque jambe, comme illustré dans la **figure 6**.



Figure 4 : Générateur de Radiofréquence Boston Scientific RF 3000



Figure 5 : Système d'électrode LeVein CoAccess™

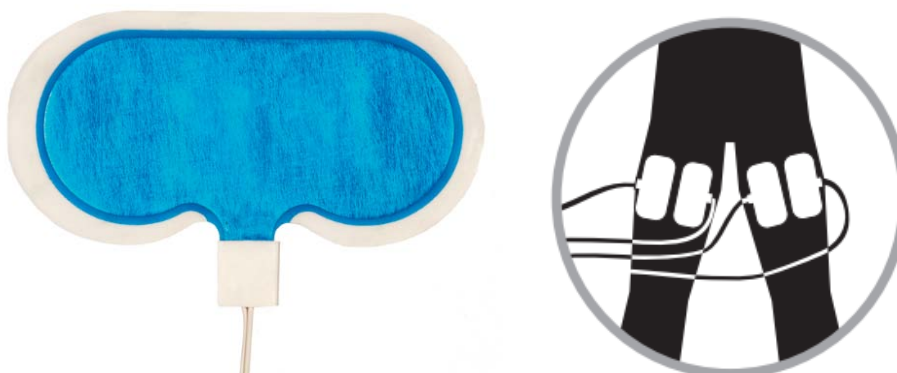


Figure 6 : a) Electrodes de retour Megadyne™ 0850C, b) Orientation et alignement corrects des électrodes de retour placées sur le milieu de chaque cuisse.

2. Matériel de guidage et de contrôle des procédures :

- Échographe Logiq E R7: doté de Sondes de basse et haute fréquences, Sonde linéaire peropératoire. Modes B et Doppler Couleur.
- Scanner Siemens 64 Barrettes (128 coupes) : Mode Fluoroscopique ; mAs : 30, kV: 120, coupe: 2.4mm, Démarrage de l'acquisition par pédale Nombre de coupes : 3
- Table d'angiographie Siemens Artis Zee Floor

3. Moyens d'imagerie de suivi :

- Scanner Siemens 64 Barrettes (128 coupes) : coupes axiales sans et avec injection de PDC au temps artériel, portal et tardif
- IRM 1.5 Tesla (Siemens) : Séquences T1, T2, diffusion, phase et opposition de phase, avec injection multiphasique de gadolinium au temps artériel, portal et tardif

IV. Technique de réalisation de la thermoablation par radiofréquence :

Comme avant toute procédure, le patient bénéficie d'une consultation pré-anesthésique, il est donc hospitalisé soit la veille ou le matin de l'intervention à jeun.

Un bilan biologique complet a été réalisé comprenant :

- Un bilan d'hémostase : Taux de Prothrombine (TP), Temps de céphaline activé (TCA)
- Une Numération de la formule sanguine (NFS),
- Un bilan hépatique,
- Une fonction rénale,
- Dosage de la Protéine C réactive (CRP) ; ...

Une antibiothérapie était prescrite à base d'amoxicilline acide clavulanique.

1. Voies d'abord de la radiofréquence :

- Percutanée : Figure 7

Technique réalisée sous anesthésie locale ou générale, sous guidage échographique ou scannographique.

Cette voie d'abord est utilisée chez des patients porteurs de tumeurs de petite taille, accessible et à distance des structure vasculonerveuses, biliaires ou des organes creux.



Figure 7 : Radiofréquence percutanée hépatique échoguidée (a) et pulmonaire scannoguidée (b)

- Peropératoire : Figure 8

Se fait au cours d'une opération et permet une exploration complète de lésion et de son voisinage, elle permet aussi la réalisation d'un geste chirurgical associé à visée curative (Hépatectomie, mé tastasectomiè).

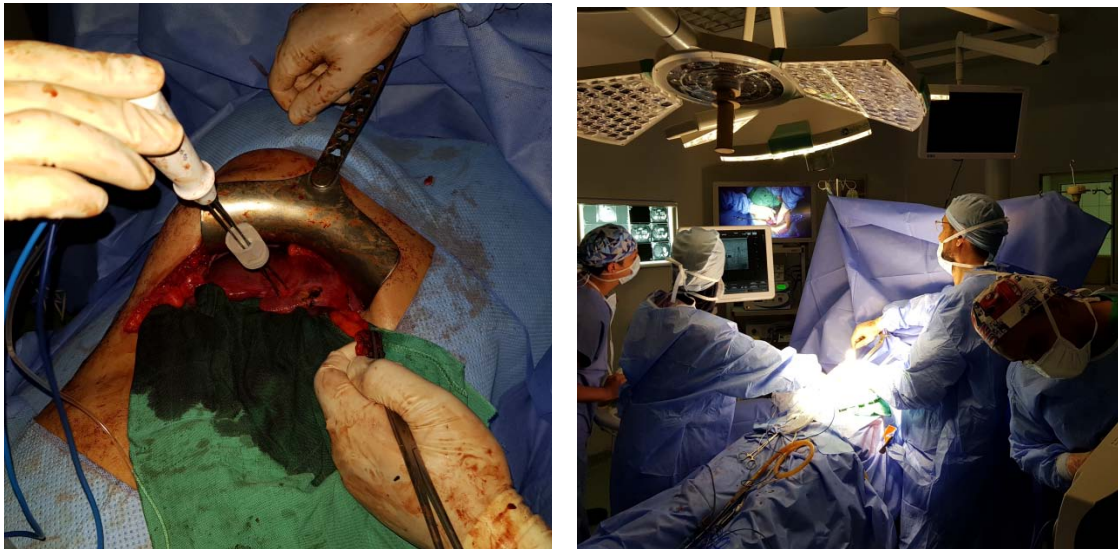


Figure 8 : Radiofréquence peropératoire d'une métastase hépatique réalisée à l'aide d'une aiguille de type Cluster.

2. Choix des aiguilles :

Le choix des aiguilles à utiliser était en fonction de la taille de la lésion, de la zone active de l'aiguille et de la disponibilité du matériel. **(Figure 9)**

L'aiguille unique ou simple est idéalement utilisée dans les lésions de taille inférieure à 2,5cm ; le courant est alors délivré pendant une durée comprise entre 15 et 20 minutes par nodule à une température supérieure à 60°C

Les aiguilles multiples, groupées (cluster) ou déployables sont réservées aux tumeurs d'une taille supérieure à 3cm.

Dans le cas où ces aiguilles ne peuvent être utilisées, on peut réaliser plusieurs séances de 15 minutes avec l'électrode unique que l'on place dans différents sites de la tumeur.

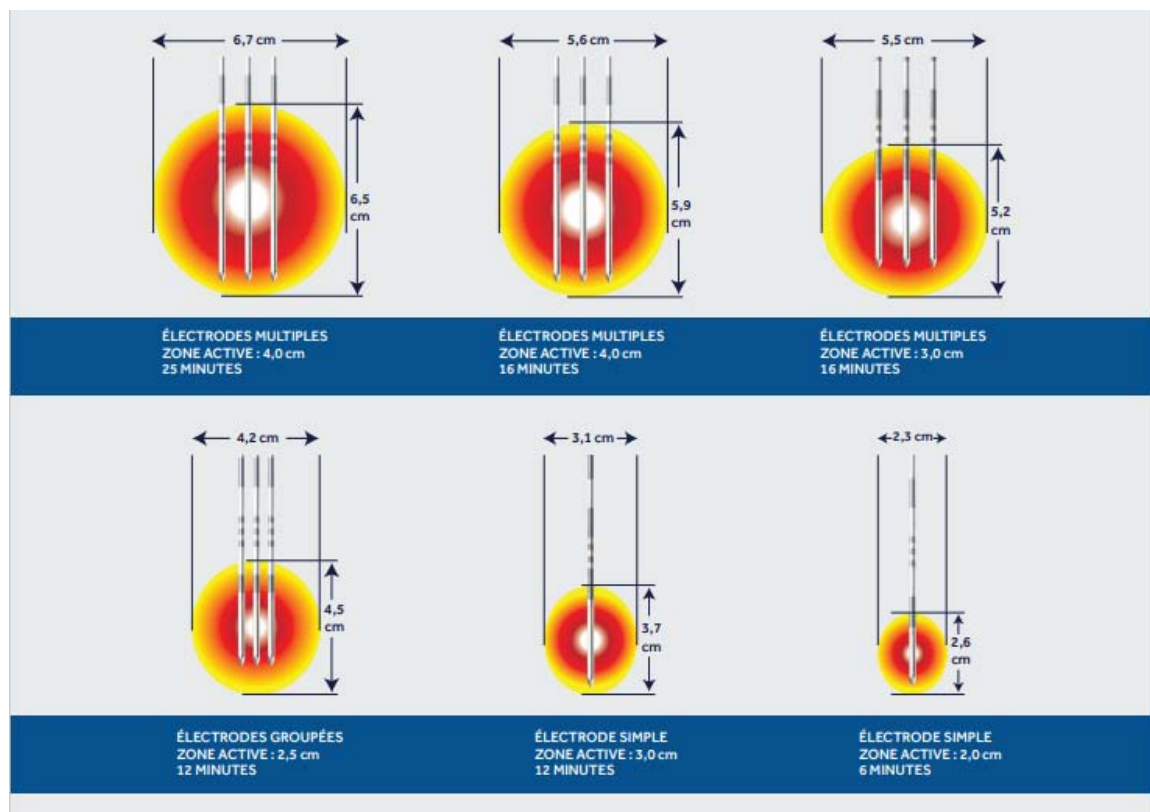


Figure 9 : Zones d'ablation du système d'ablation RF Cool-Tip MC Série E en fonction de l'électrode utilisée.

3. Technique de réalisation d'une procédure de radiofréquence pulmonaire :

- Patient positionné en décubitus dorsal, intubé, ventilé, scopé.
- Installation des plaques de dispersion sur les cuisses en faisant attention aux poils et en s'assurant qu'elles sont bien collées, celles-ci permettent d'éviter le risque de brûlure.
- Réalisation d'une première acquisition sans injection de PDC iodé avec une épaisseur des coupes de 5mm pour bien localiser la lésion.
- Un marqueur ou grille radio-opaque est placé sur la peau du patient sur la zone à traiter et marquage du point d'entrée sur la peau du malade.
- Respect strict des règles d'asepsie.
- Badigeonnage et installation des champs stériles.

- Vérification du bon fonctionnement de l'aiguille de radiofréquence (Aiguille simple ou Cluster) avant insertion.
- Anesthésie locale du point de ponction par de la Xylocaïne 1 ou 2%. Petite incision par lame de bistouri.
- En cas d'utilisation des aiguilles droites : On met en place l'aiguille de radiofréquence, sous contrôle fluoroscopique puis avancement de celle-ci jusqu'à la lésion. L'aiguille doit être bien positionnée au centre et couvrir la totalité de la lésion par les 3 électrodes (si aiguille de type Cluster) et être au centre de la lésion (si aiguille simple) avec bout distal à ras du parenchyme normal.
- En cas d'utilisation des aiguilles déployables : la ponction sera faite de façon coaxiale, en introduisant d'abord le coaxial jusqu'au centre de la lésion, on retire le mandrin, puis on insère l'aiguille déployable qu'on fixe au coaxial. On va déployer par la suite l'aiguille (baleines) et on s'assure de bien couvrir l'ensemble de la lésion tout en évitant les structures à risque adjacentes.
- Une fois bien positionnée, on démarre la machine, et on branche le câble de l'aiguille avec le générateur.
- Le temps de la séance est variable en fonction de la taille de la tumeur et sa composition tissulaire. La procédure d'ablation dure généralement moins de 15minutes, et durant ce temps-là, il faut faire attention à l'agitation du malade au début de la séquence (l'anesthésiste doit rester sur place) et vérifier la température de la lésion à la fin qui doit être supérieure à 65°.
- Un premier contrôle est nécessaire par une hélice prenant la totalité de la lésion en coupes millimétriques, afin de vérifier l'aspect complet de l'ablation
- Ensuite on procède à la cautérisation du trajet et on retire définitivement l'aiguille, puis on réalise un contrôle final par un grand paquet avec coupes millimétriques, afin de vérifier la présence ou non de complications (Pneumothorax ou hémorragie alvéolaire).

- En cas de pneumothorax au cours du geste, une exsufflation immédiate doit être réalisée.
- A la fin on met des compresses et du sparadrap.
- Après le geste : on fait toujours attention au syndrome de lyse tumorale (fièvre, fatigabilité, déséquilibre acido-basique, trouble hydro-électrolytique, insuffisance rénale...)
- Une hospitalisation d'une durée minimum de 24 heures après la procédure était obligatoire et le retour à domicile était décidé après une bonne évolution clinique.

4. Technique de réalisation d'une procédure de radiofréquence hépatique :

- Patient positionné en décubitus dorsal, scopé.
- Installation des plaques de dispersion sur les cuisses.
- Repérage du ou des nodules à traiter par échographie abdominale, en utilisant une sonde de basse fréquence en cas de voie d'abord percutanée, ou une sonde linéaire per-opératoire en cas d'abord direct du foie en peropératoire.
- Respect strict des règles d'asepsie.
- Préparation de la table du matériel comprenant : Seringues de 10ml, Lame de Bistouri, Compresses stériles, Housse de la sonde d'échographie, Xylocaïne 1 ou 2%, Bétadine, Électrode de radiofréquence avec le guide Coaxial.
- Badigeonnage et installation des champs stériles.
- Vérification du bon fonctionnement de l'aiguille de radiofréquence (Aiguille simple ou Cluster) avant insertion.
- Anesthésie locale du point de ponction et du trajet de la ponction, en insistant sur la capsule hépatique en utilisant 10 à 20 ml de Xylocaïne à 1 ou 2%. Petite incision par lame de bistouri.
- En cas d'utilisation des aiguilles droites : On met en place de l'aiguille de radiofréquence, sous contrôle échographique en temps réel puis avancement de celle-

ci jusqu'à la lésion. L'aiguille doit être bien positionnée au centre et couvrir la totalité de la lésion par les 3 électrodes (si aiguille de type Cluster) et être au centre de la lésion (si aiguille simple) avec bout distal à ras de la lésion.

- En cas d'utilisation des aiguilles déployables : la ponction sera faite de façon coaxiale, en introduisant d'abord le coaxial jusqu'au centre de la lésion, on retire le mandrin, puis on insère l'aiguille déployable qu'on fixe au coaxial. On va déployer par la suite l'aiguille (baleines) et on s'assure de bien couvrir l'ensemble de la lésion tout en évitant les structures à risque adjacentes.
- Une fois bien positionnée, on démarre la machine, et on branche le câble de l'aiguille avec le générateur.
- Le temps de la séance est variable en fonction de la taille de la tumeur, de sa composition tissulaire, et du type d'aiguille choisi (**Figure 9**). La procédure d'ablation dure généralement moins de 15 minutes, et durant ce temps-là, il faut faire attention à l'agitation du malade au début de la séquence (l'anesthésiste doit rester sur place) et vérifier la température de la lésion à la fin qui doit être supérieure à 65°.
- Le contrôle de l'ablation se fait en temps réel pendant toute la durée d'ablation, en vérifiant l'apparition d'un aspect de nuage hyperéchogène gazeux formant un arc avec un cône d'ombre postérieur, expliqué par les phénomènes d'ébullition et d'émission de CO₂ dans le site tumoral
- Ensuite on procède à la cautérisation du trajet et on retire définitivement l'aiguille, puis on réalise un contrôle échographique final à la recherche d'éventuelles complications à type d'hématome intra parenchymateux ou sous capsulaire, ou d'épanchement péritonéal.
- A la fin on met des compresses, du sparadrap et on repositionne le patient sur le côté homolatéral à la ponction.

- Après le geste : on fait toujours attention au syndrome de lyse tumorale (fièvre, fatigabilité, déséquilibre acido-basique, trouble hydro-électrolytique, insuffisance rénale...)
- Une hospitalisation d'une durée minimum de 24 heures après la procédure était obligatoire et le retour à domicile était décidé après une bonne évolution clinique

5. Monitoring du traitement :

❖ Monitoring Par imagerie :

- Échographie :

L'échographie permet le contrôle du positionnement de l'aiguille d'anesthésie ainsi que de celle de l'électrode de façon précise : Apparition une hyperéchogénicité gazeuse formant un arc avec un cône d'ombre postérieur, ceci s'explique par les phénomènes d'ébullition et l'émission de CO₂ dans le site tumoral.

- La tomодensitométrie (TDM) :

Pour les tumeurs pulmonaires, le scanner permet le contrôle du bon positionnement de l'électrode de RF au centre de la lésion. Immédiatement après la procédure, il existe une zone d'hyperdensité en verre dépoli péri-nodulaire puis une condensation plus volumineuse que le nodule traité témoignant d'une ablation complète de la lésion.

❖ Par la température et l'impédance :

Dans tous les appareils de radiofréquence, il existe des moyens de mesure de la température et de l'impédance, celle-ci permet d'indiquer l'élévation brutale de cette dernière « roll-off » à la fin du traitement, traduisant alors la destruction complète de la zone lésionnelle atteinte.

V. Recueil des données :

Pour recueillir les données des patients traités, une analyse des dossiers médicaux était nécessaire, des archives des images (PACS), des services où nos patients étaient hospitalisés, du bloc opératoire où a eu lieu la RF ainsi qu'une enquête téléphonique auprès des patients.

❖ Dossier du patient

- Les données épidémiologiques
- Les éléments du diagnostic initial et la présentation clinique.
- Les données de l'imagerie diagnostique avant la procédure.
- Les caractéristiques de la tumeur avec l'histologie, sa classification et son score.
- Le délai de survenue des métastases si celles-ci sont présentes par rapport à l'apparition de la tumeur primitive.
- Traitements antérieurs entrepris :
 - o Traitement antiviral
 - o Chimiothérapie
 - o Hormonothérapie
 - o Radiothérapie
 - o Chirurgie
 - o Traitement par radiologie interventionnelle a type de chimio-embolisation, ou de thermodestruction par RF
- Les complications per procédurales liées au geste
- L'évolution et la survenue d'une récurrence
- L'évaluation de la qualité technique de la procédure
- Les paramètres d'irradiation lors du scanner opératoire
- L'analyse des suites opératoires : la durée d'hospitalisation ayant suivi l'intervention, le recueil des complications précoces et tardives

❖ **Fiche récapitulative de la procédure :**

- Type de la tumeur
- Grand axe de la tumeur
- Siège de la lésion et ses rapports
- Protocole thérapeutique : type de générateur, type d'aiguille, nombre de cycles, temps de la procédure, nombre de séances
- Gestes associés : Biopsie, Chimio-embolisation, drainage....
- Complications : immédiates, tardives
- Contrôle par imagerie : Type (IRM ou TDM avec ou sans injection de produit de contraste) et délai de réalisation : préférentiellement 6-8 semaines après la procédure

RESULTATS



I. Données épidémiologiques :

1. Age :

- Notre population d'étude était composée de 16 patients
- L'âge des patients variait entre 38 et 73 ans
- L'âge moyen au moment de la RF était de 55 ans
- La tranche d'âge la plus représentée dans notre étude est comprise entre 60 et 70 ans, suivie de la tranche d'âge de 50 – 60 ans (figure 3)

Tableau I : Répartition par âge des patients traités par radiofréquence

Catégories d'âge (années)	Nombre de patients
< 40	1
40 – 50	0
50 – 60	4
60 – 70	8
70 – 80	3

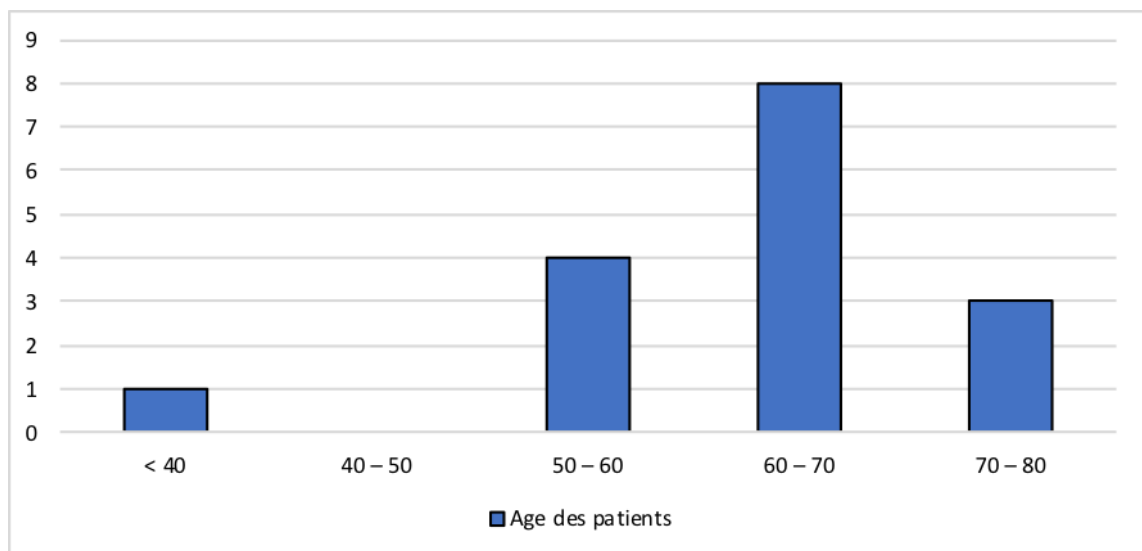


Figure 10 : Répartition selon l'âge des patients traités par radiofréquence

2. Sexe :

Notre étude porte sur 16 patients dont : 7 hommes et 9 femmes avec une prédominance féminine (figure 4)

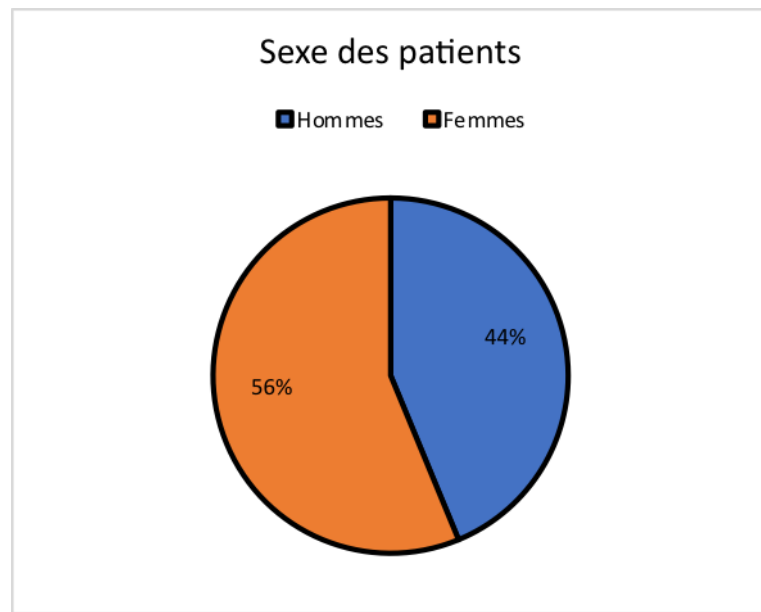


Figure 11 : Répartition selon le sexe des patients traités par radiofréquence

II. Données cliniques et paracliniques :

1. Caractéristiques des tumeurs et circonstances de découverte :

Durant ces quatre années d'inclusion, 16 patients ont été traités par radiofréquence :

- 12 patients présentant des tumeurs hépatiques (75%) dont :
 - 3 Carcinomes hépato-cellulaires
 - 9 Métastases hépatique dont :
 - 8 Métastases d'adénocarcinomes colorectaux
 - 1 Métastase d'un cancer du sein

- 3 présentant des tumeurs pulmonaires (18,75%) dont :
 - 1 Métastase d'un adénocarcinome du cardia
 - 1 Métastase d'un néo du col utérin
 - 1 Métastase d'un synoviosarcome du bras droit
- 1 seul présentant une tumeur rénale (6,25%)

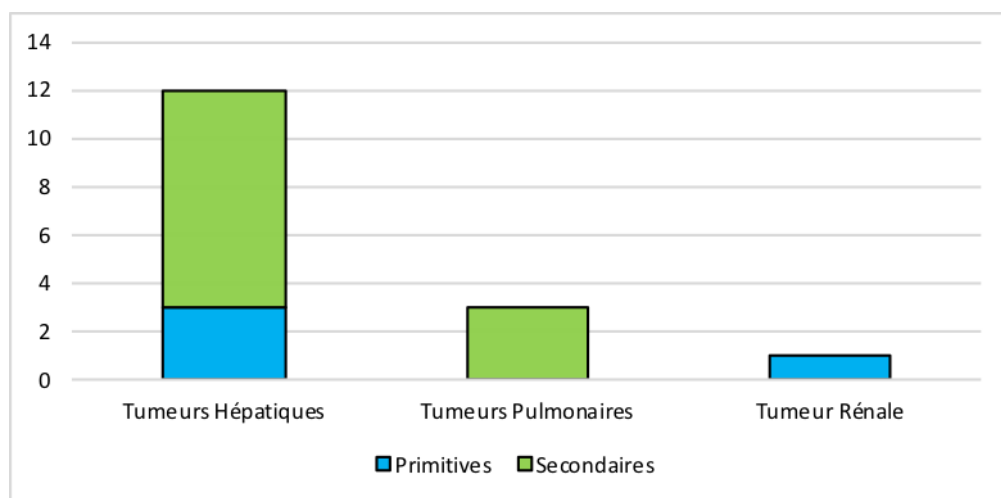


Figure 12 : Répartition des tumeurs selon leur localisation et leur nature primitive ou secondaire

❖ **Concernant les carcinomes hépato-cellulaires**, ils étaient développés sur un foie cirrhotique post hépatite virale B au stade d'Hypertension portale :

Le 1^{er} patient :

- Nodule unique < 3cm (26 x 14mm) , sans thrombose portale, sans dilatation des voies biliaires intra hépatique, sans envahissement vasculaire et sans métastases
- Score de Child-Pugh = A5
- BCLC = Stade précoce
- Score d'OKUDA = Stade 1
- Score de l'Alpha Foeto-protéine = 0

Le second patient :

- Nodule unique de < 3cm (19 x 27 mm)
- Score de Child-Pugh = B7
- BCLC = Stade précoce A3
- Score d'OKUDA = Stade 2
- Score de l'Alpha Foeto-protéine = 1

Le 3ème patient :

- Nodule unique de < 3cm (28 mm)
- Score de Child Pugh =A5
- BCLC = Stade A

❖ **Concernant les nodules pulmonaires :**

- Une métastase d'un ADK du cardia qui était découvert par des épigastralgies non calmées par le traitement symptomatique avec amaigrissement et anémie
- Une métastase d'un cancer du col utérin qui était découvert suite à des métrorragies provoquées
- Une métastase d'un synoviosarcome qui était découvert par l'apparition d'une masse du bras droit

- ❖ **Pour la tumeur rénale :** Il s'agit d'une lésion tumorale développée sur rein unique chez un patient en insuffisance rénale avec un DFG = 28ml/min.

2. Comorbidités des patients :

Parmi les 16 patients qui avaient bénéficié d'une radiofréquence :

- 10 n'avaient aucune comorbidité
- 4 étaient diabétiques
- 3 étaient hypertendus

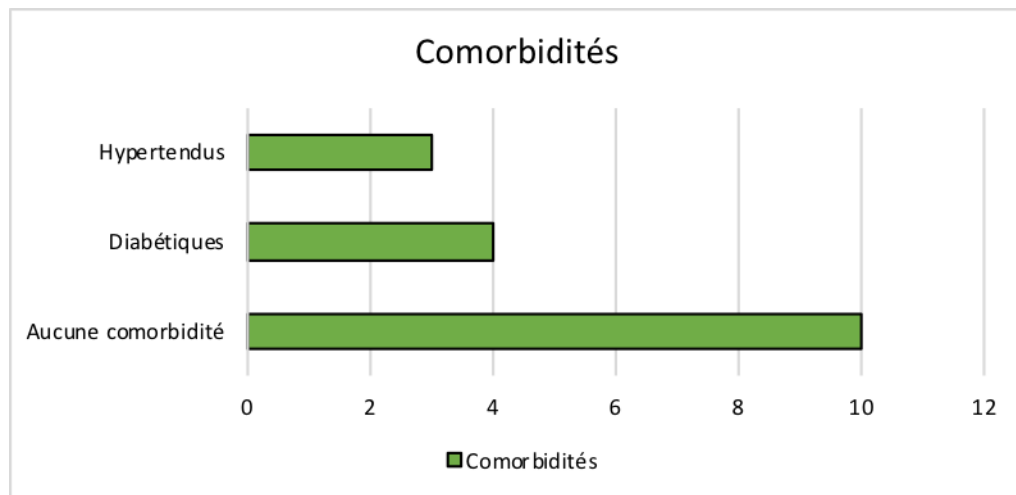


Figure 13 : Répartition des patients selon leurs comorbidités

3. Localisation :

- ❖ **Pour les tumeurs hépatiques :** plusieurs nodules de différentes localisations ont été traités
 - Les CHC siégeaient au niveau des segments V et VIII

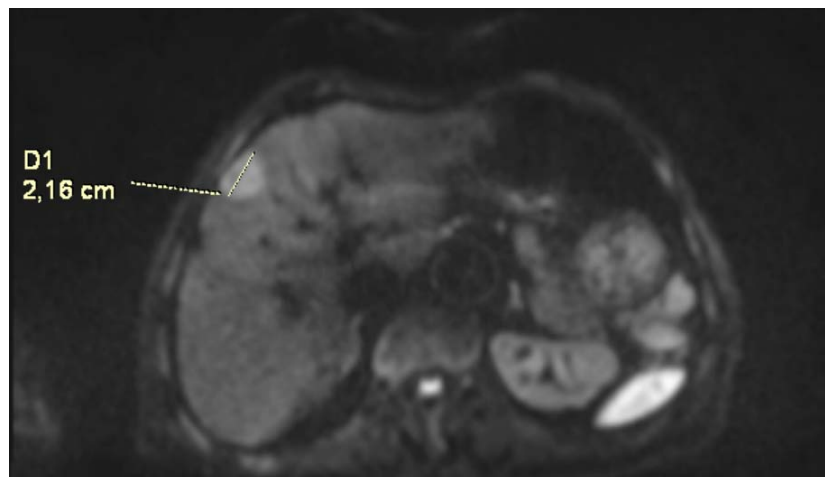


Figure 14 : IRM hépatique montrant une lésion nodulaire du segment VIII de 2,16 cm en rapport avec un CHC

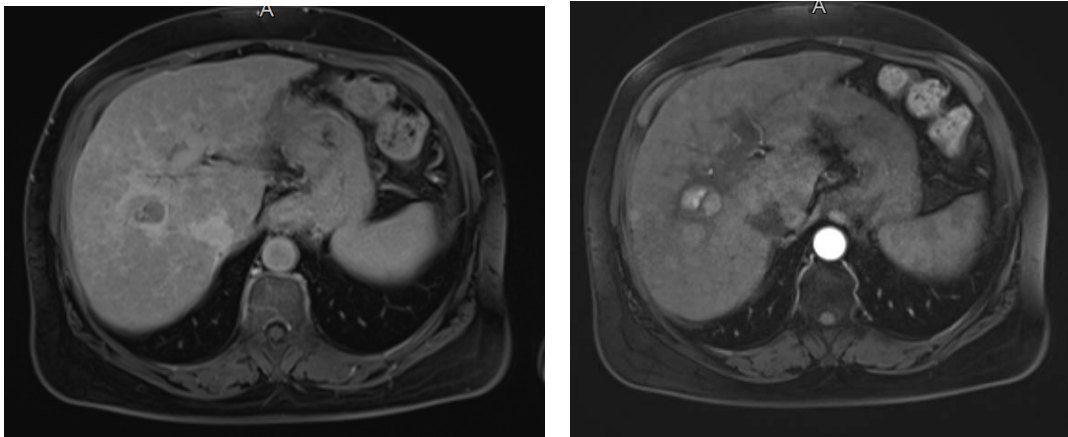


Figure 15 : IRM hépatique d'un CHC du segment V, 2 mois après sa chimio-embolisation, de 19x27 mm de diamètre

- Les métastases hépatiques siégeaient au niveau des segments II, III, IV, V, VII et VIII

Tableau II : Répartition des localisations des métastases hépatiques traitées par radiofréquence

Localisation des métastases hépatiques	Nombre de tumeurs
Segment II	1
Segment III	2
Segment IV	2
Segment V	2
Segment VII	6
Segment VIII	4

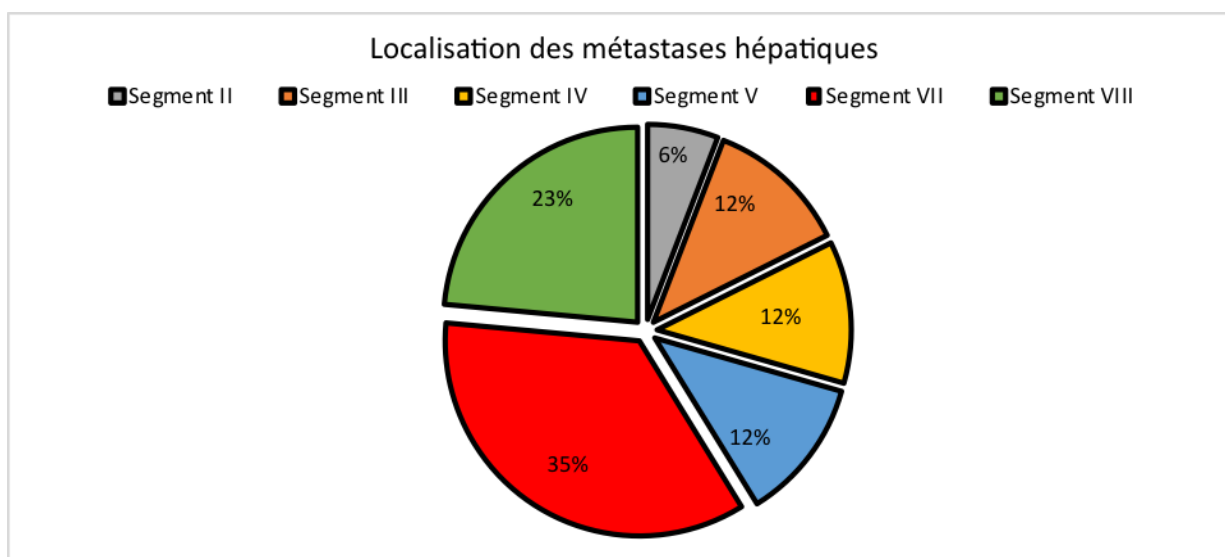


Figure 16 : Répartition des localisations des métastases hépatiques traités par radiofréquence

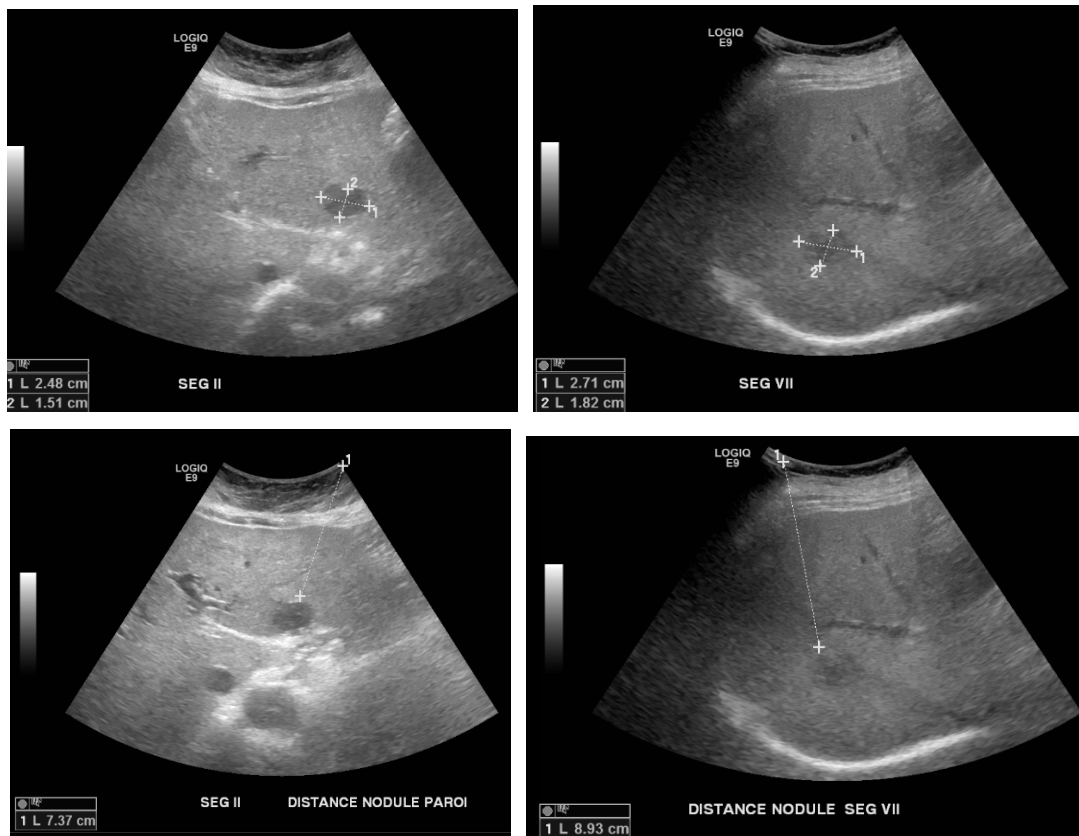


Figure 17 : Echographie de métastases hépatiques des segments II et VII mesurant respectivement 24 x 15 mm et 27 x 18 mm avec une distance par rapport à la peau de 7,37 cm pour le segment II et de 8,93 cm pour le segment 8,93 cm

- ❖ En ce qui concerne les tumeurs pulmonaires :
 - Le 1^{er} était de siège para hilaire supérieur gauche
 - Le second était au niveau linguale inférieur
 - Le 3^{ème} était au niveau apical gauche

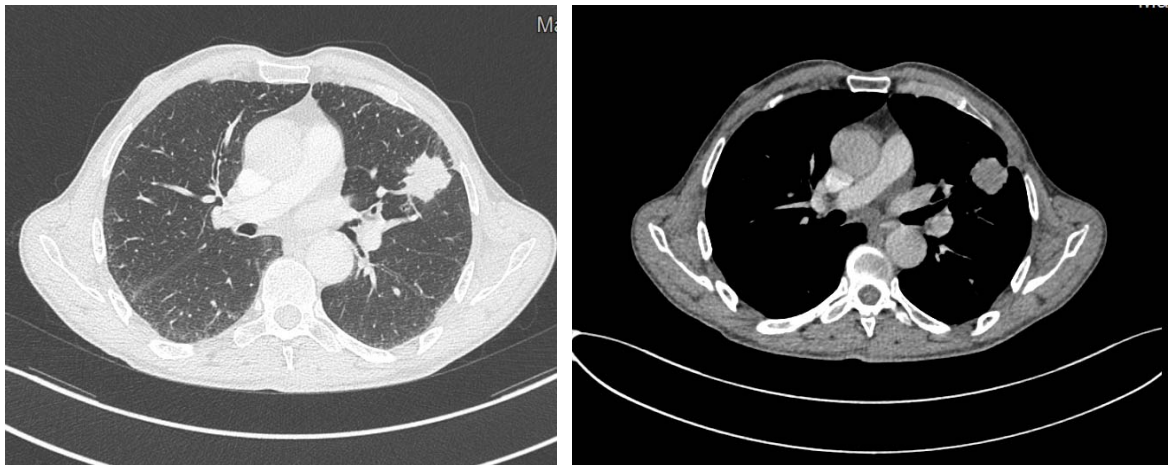


Figure 18 : TDM Thoracique d'une lésion nodulaire lingulaire mesurant 28,3 mm de diamètre

- ❖ Pour la tumeur rénale : elle était de localisation médio rénale gauche sur rein unique

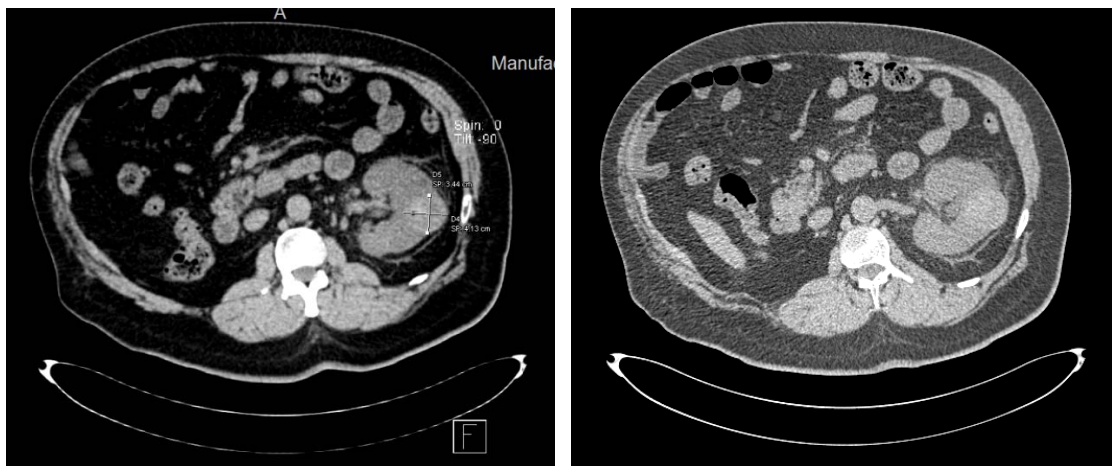


Figure 19 : TDM abdominale montrant une image lésionnelle polaire supérieure arrondie, de contours réguliers, spontanément isodense mesurant 42 x 34 x 32 mm

4. Taille :

24 nodules ont été traités dans cette étude avec une moyenne de 24 mm par nodule :

Tableau III : Répartition par taille des nodules traités

Taille	Nombre de tumeurs
<10 mm	2
10 à 20 mm	5
20 à 30 mm	13
>30 mm	4

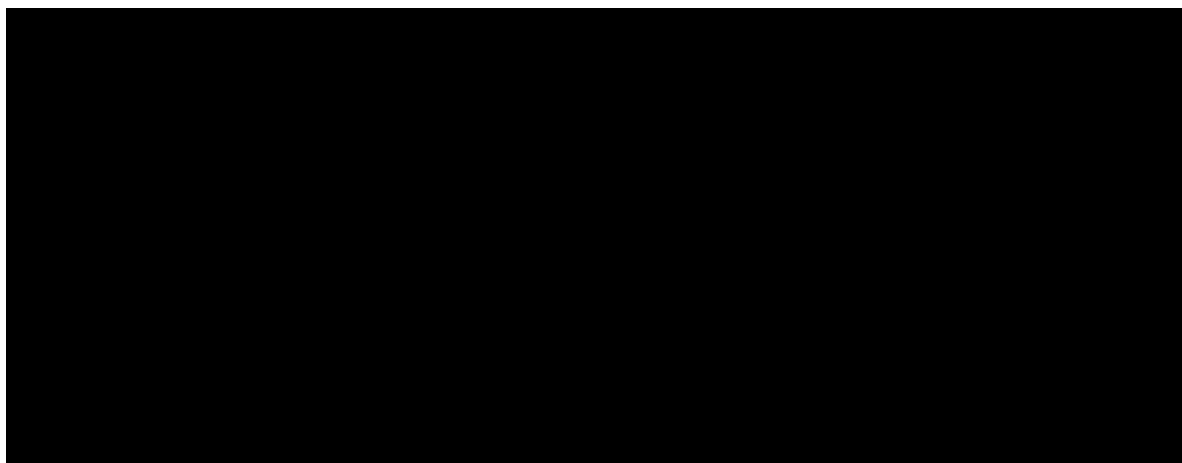


Figure 20 : Répartition par taille des nodules traités

5. Nombre de nodules par patients :

- Le nombre moyen de nodules traités était de 1 nodule par patient
- Seul un patient a bénéficié de l'ablation par radiofréquence de 5 nodules hépatiques en 2 séances
- 11 patients étaient porteurs d'une lésion unique
- 4 patients avaient 2 lésions à traiter

Tableau IV : Répartition du nombre de nodules traités par patient

Nombre de nodules traités	Nombre de patients
1	11
2	4
3	0
4	0
5	1

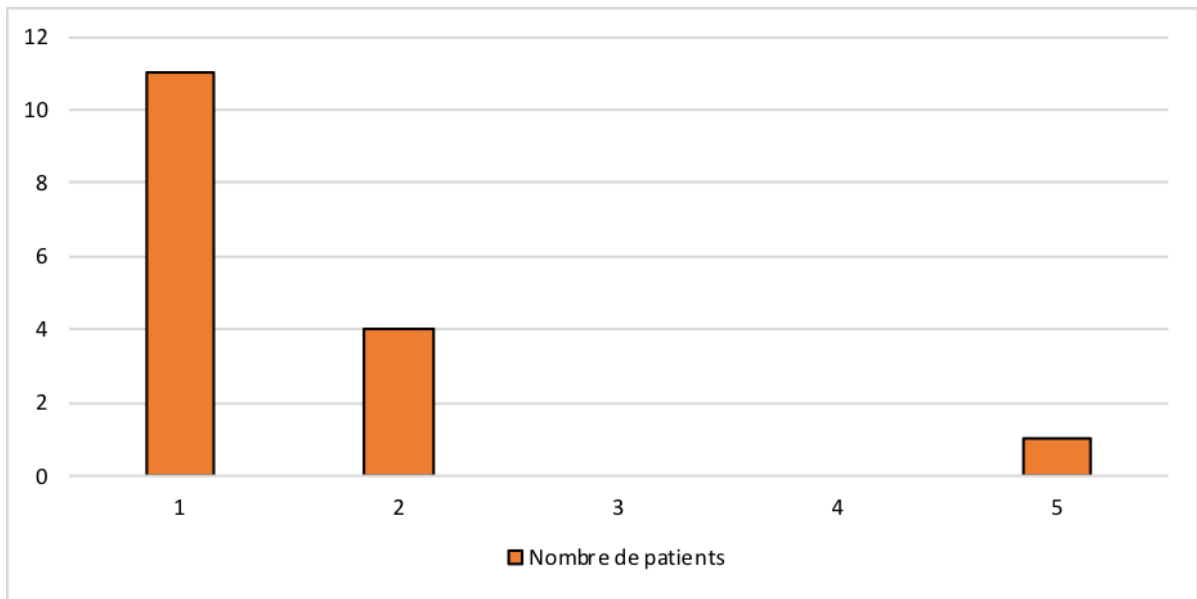


Figure 21 : Répartition du nombre de nodules traités par patient

6. Présence d'autres métastases avant la radiofréquence :

- Pour les patients porteurs d'ADK colique : 1 seul était métastatique au niveau pulmonaire par 2 nodules bilatéraux :
 - o Un au niveau du segment postéro-basal droit de 8,7mm de diamètre
 - o L'autre au niveau du lingula mesurant 6,5mm

Ces nodules étaient stables sur les contrôles scannographiques ultérieurs

- Un patient porteur de métastase hépatique d'un ADK gastrique avait développé une autre métastase au niveau pulmonaire ayant reçu une radiofréquence de cette dernière

7. Traitements antérieurs de la population suivie :

- 1 CHC a été traité précédemment par chimio-embolisation qui a permis de réduire sa taille de 34x28mm à 19x27mm

- 2 des foies cirrhotiques ont bénéficié d'un traitement anti hépatite B à base d'Entecavir et Ténofovir afin de diminuer la charge virale
- Pour les métastases hépatiques d'ADK du colon, 2 patients ont été opérés et ont reçu 6 à 9 séances de chimiothérapie, un autre patient a reçu une séance de chimio-embolisation et le dernier a été opéré pour métastasectomie seule
- Une métastase d'un cancer du sein a reçu une chimiothérapie adjuvante
- Une métastase d'un néo du col utérin a été opérée et a reçu une séance de radiothérapie
- Toutes les métastases pulmonaires ont été traitées par chimiothérapie adjuvante et néo-adjuvante

Tableau V : Traitements entrepris avant la radiofréquence :

Traitement reçus	Aucun	TTT Antiviral	Chirurgie	Chimiothérapie	Radiothérapie	Chimio-embolisation
Pourcentage	32 %	5 %	18 %	27 %	5 %	9 %

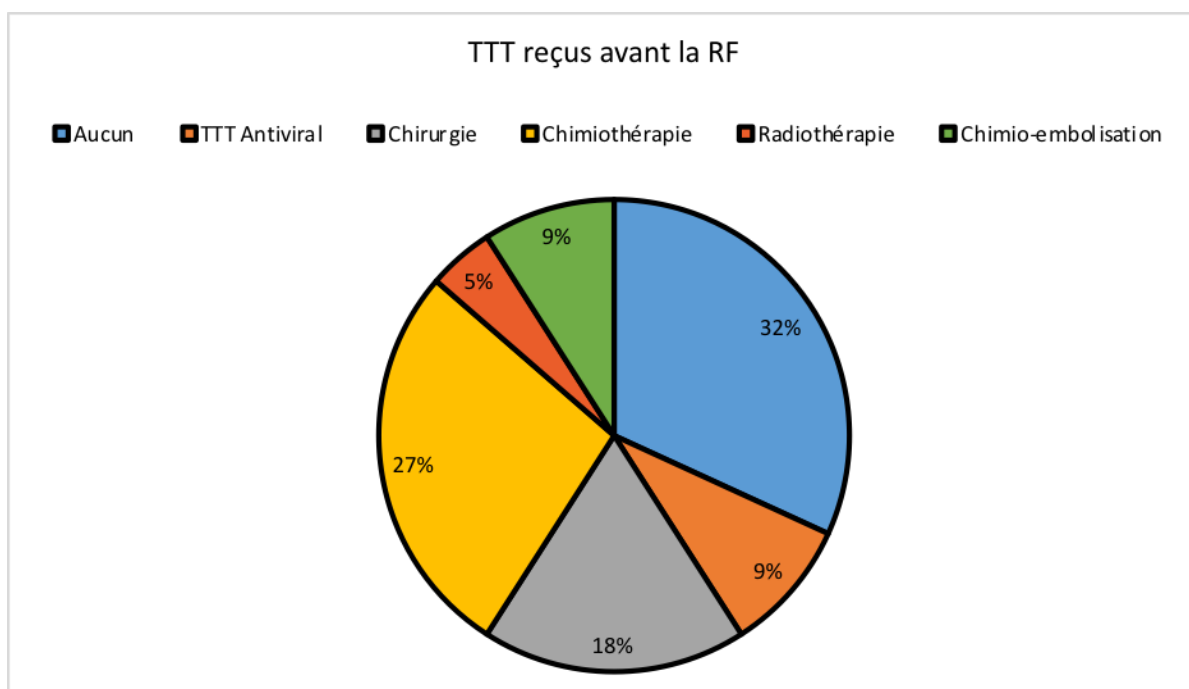


Figure 22: Répartition des différents traitements reçus avant la RF

III. Analyse des procédures :

- 18 procédures ont été réalisées pour le traitement des 24 nodules chez ces 16 patients
- Les décisions thérapeutiques étaient prises lors des Réunions de Concertation Pluridisciplinaires
- Tous les gestes ont été réalisés par voie percutanée sauf une qui s'est déroulée en peropératoire
- La radiofréquence hépatique peropératoire a été associée à une mé tastasectomie avec cholécystectomie
- Toutes les procédures ont été réalisées avec la présence de l'équipe d'anesthésie-réanimation
- Tous les gestes de radiofréquence pulmonaire ont été réalisés sous anesthésie générale
- Durant toutes les procédures une anesthésie locale à la xylocaïne échoguidée a été utilisée



Figure 23 : Anesthésie locale à la xylocaïne échoguidée lors d'une RF hépatique per-cutannée

- 2 séances de radiofréquences hépatiques ont été combinées à une chimio-embolisation lipiodolée

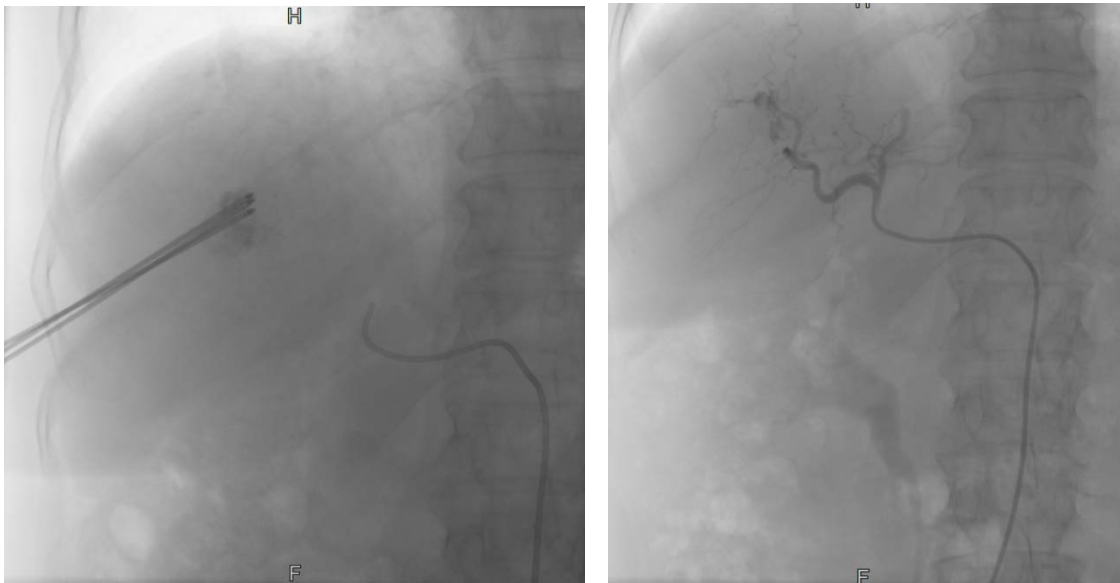


Figure 24 : Séance de Chimio-embolisation combinée à une RF
chez un patient porteur d'un CHC du segment V du foie

- Matériel utilisé pour nos patients :
- o Un générateur : Appareil de RF (COVIDIEN cool-tip E séries) et Appareil Boston scientifique RF 3000



Figure 25 : Générateur de radiofréquence

- o Une aiguille : Type Cluster (Cool-tip RF ablation cluster électrode kit E séries) et un Système d'électrode Leveen Co Access

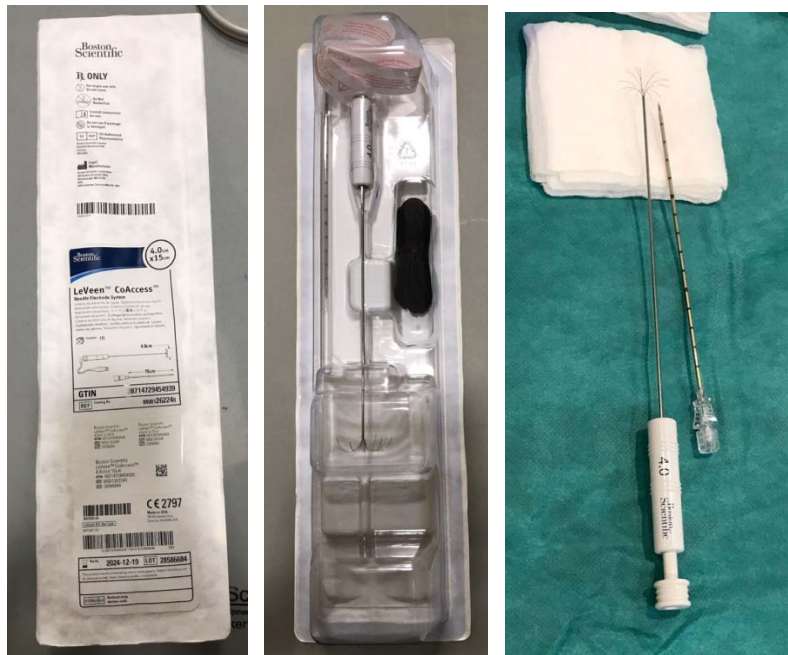


Figure 26 : Aiguille de RF type Leveen Co Access 4cm/15cm

- Des plaques de dispersion qu'on colle au niveau des faces antérieures des cuisses

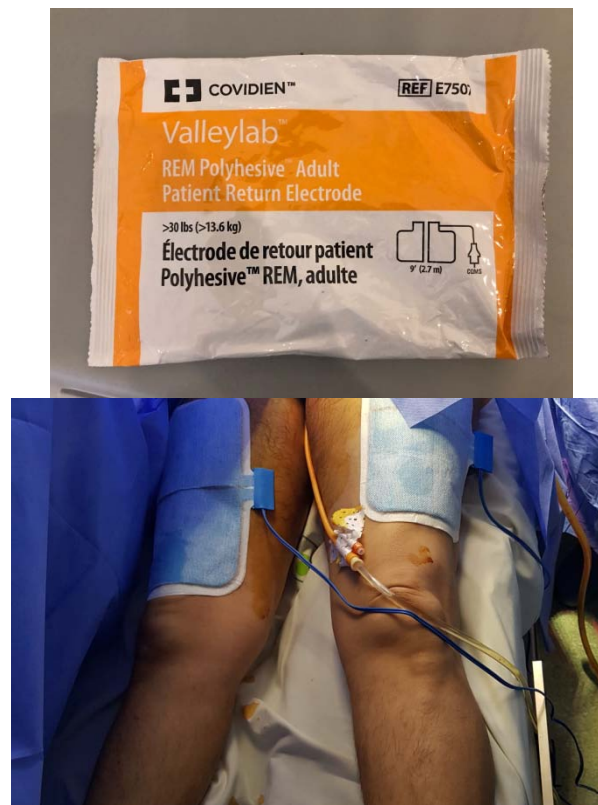


Figure 27 : Plaques de dispersion



Figure 28 :Table stérile contenant le matériel utilisé lors de la RF

- La localisation et le contrôle du bon positionnement des électrodes et de la zone d'ablation se faisaient par échographie lors du geste.

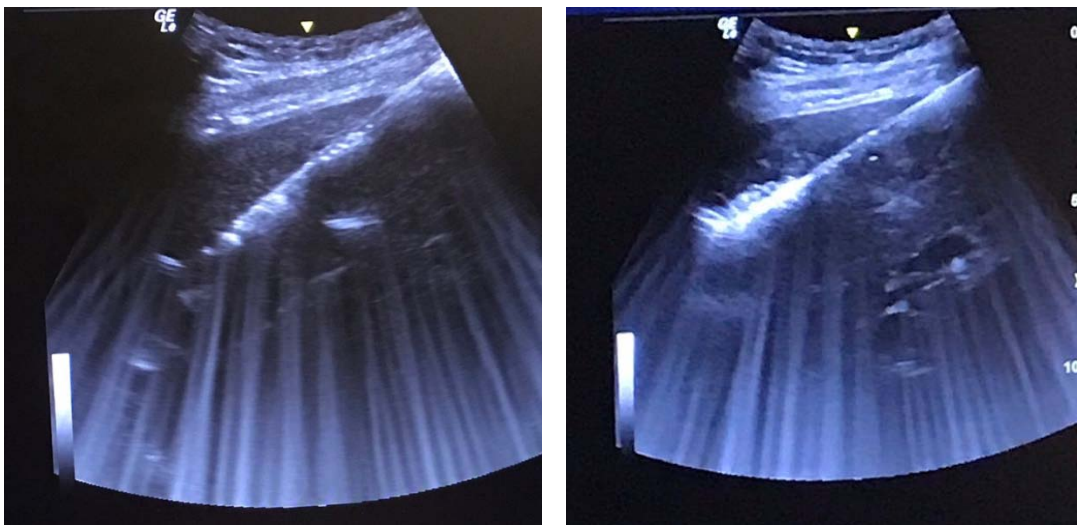


Figure 29 : Contrôle échographique d'une RF d'un nodule hépatique sous capsulaire du segment VIII

- 10 procédures ont été réalisées en un seul temps
- 5 procédures ont été réalisées en 2 temps
- 1 procédure a été réalisée en 3 temps

Tableau VI : Répartition des patients traités par RF selon le nombre de séquences thérapeutiques

Nombre de séquences thérapeutiques (temps)	Nombre de patients traités
1 temps	10
2 temps	5
3 temps	1

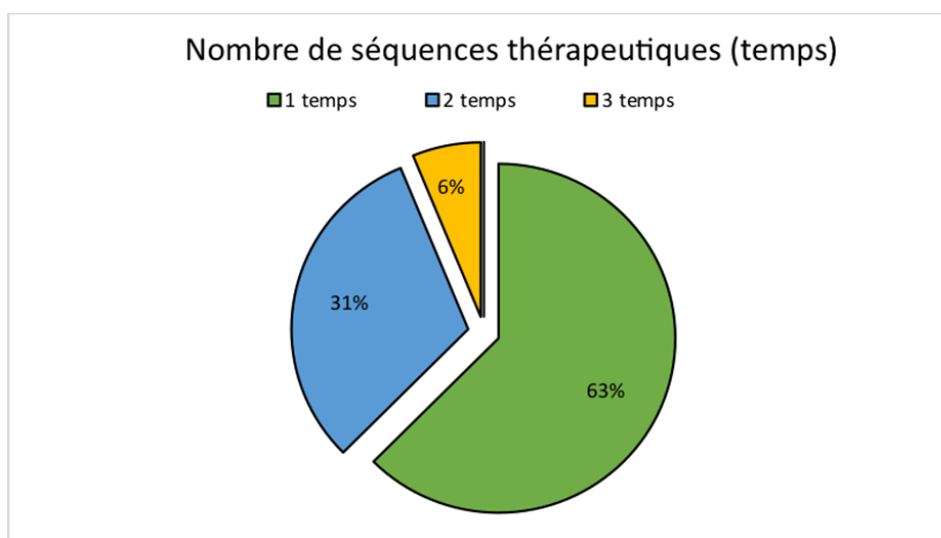


Figure 30 : Répartition des patients traités par RF selon le nombre de séquences thérapeutiques

- Durant toutes les procédures, une cautérisation du trajet de l'aiguille était réalisée pour ainsi éviter le risque de dissémination iatrogène des cellules tumorales
- 3 des procédures ont été finalisées par la réalisation de biopsies par biopseur automatique de 18G (1 RF hépatique et 1 pulmonaire et 1 rénale)

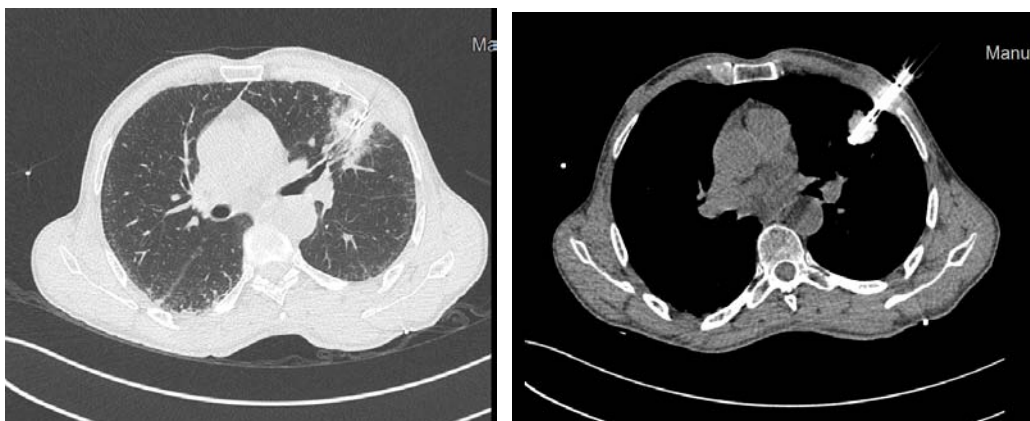


Figure 31 : RF d'une métastase pulmonaire linguilaire inférieure d'un ADK du cardia

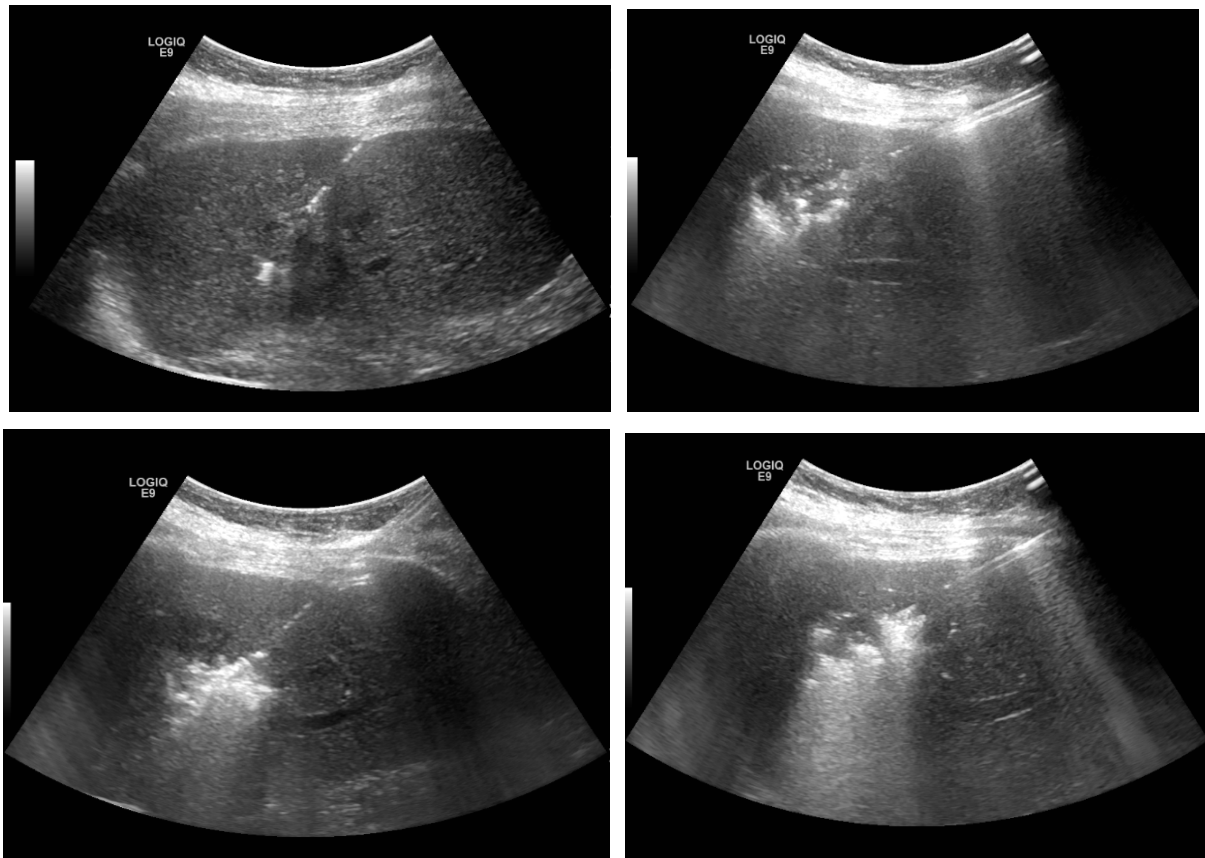


Figure 32: RF de 3 nodules hépatiques des segments VII (2) et VIII (1)

IV. Mesures ou traitements entrepris après la RF :

- Un contrôle par imagerie TDM ou IRM a été réalisé après une moyenne de 6 à 8 semaines de la procédure
- Une antibiothérapie a été maintenue durant au moins 48 heures après le geste
- Une analgésie a été prescrite en cas de douleurs
- Une position en décubitus latéral droit pendant 1 heure pour les patients traités pour RF hépatique.

V. Suivi :

1. Complications :

- Dans notre étude, tous nos patients ont bénéficié d'une surveillance post opératoire rapprochée de 2 jours dans les différents services : de gastro-entérologie, de chirurgie générale, d'urologie ou d'oncologie
- Un examen clinique a été réalisé pour :
 - Évaluer l'état général, neurologique, hémodynamique et respiratoire des patients
 - Rechercher un syndrome post ablation qui associe : des douleurs abdominales , une fièvre durant 4-5 jours, des nausées, des douleurs à l'épaule, une gêne thoracique et des céphalées
 - Rechercher des complications post procédure
- Les suites post-opératoires immédiates étaient bonnes
- Tous nos patients traités pour RF pulmonaire avaient bénéficié d'un scanner thoracique de contrôle à J1
- Les complications rapportées dans cette étude étaient principalement des complications immédiates qui étaient prises en charge au cours de l'hospitalisation :
 - Pour les RF hépatiques, on a retrouvé uniquement l'apparition de douleurs abdominales légères qui étaient calmées par du paracétamol
 - Pour les RF pulmonaires :
 - Un pneumothorax antérieur de moyenne abondance (celui-ci a été drainé en fin de procédure par un pleurocath) et un pneumothorax gauche de grande abondance compressif
 - Un emphysème sous cutané
 - Une atélectasie parenchymateuse
 - Un épanchement pleural liquidien de faible abondance
 - Un pneumothorax minime ne nécessitant pas de drainage



Figure 33 : Pneumothorax de moyenne abondance en per procédure drainé en fin de procédure



Figure 34 : Pneumothorax gauche de grande abondance compressif

- Dans le suivi post-opératoire on se basait sur les données cliniques ainsi que les IRM ou TDM réalisées 6 à 8 semaines de la procédure
 - 12 de nos patients ont bénéficié d'une IRM hépatique
 - 3 de nos patients ont bénéficié d'une TDM Thoracique
 - 1 patient a bénéficié d'une IRM rénale

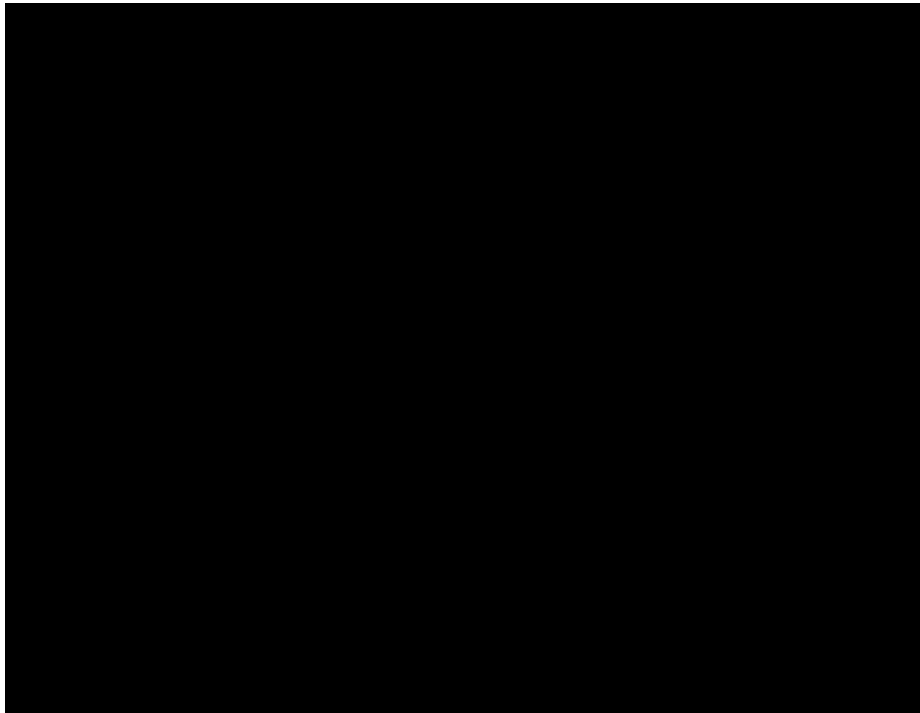


Figure 35 : Répartition des patients selon les examens complémentaires reçus après la RF

2. Évaluation du traitement :

La réponse au traitement a été évaluée :

- Immédiate : par l'apparition d'une zone hyperéchogène en intra et péri lésionnel dans le contrôle échographique per-procédure
- Au long cours : par la mesure du diamètre de la lésion traitée

Dans notre étude :

- Tous nos patients avaient une réponse immédiate favorable
- 11 patients avaient une réponse partielle (diminution d'au moins 30 % des diamètres des tumeurs).
- 2 patients avaient eu une progression (augmentation d'au moins 20% des diamètres des tumeurs).
- 3 patients avaient eu une stabilité des lésions

3. Evolution :

- Pour 2 des patients atteints de CHC :

Ils ont été revus 2 mois après la RF, aucune symptomatologie digestives n'a été rapportée, pas de douleurs digestives, ni d'hémorragie digestive haute ou basse, ni de distension abdominale, ni d'ictère, ni de trouble de transit, l'IRM a montré une bonne réponse thérapeutique avec nécrose hémorragique des lésions

Cependant un patient est décédé 2 ans après sa RF

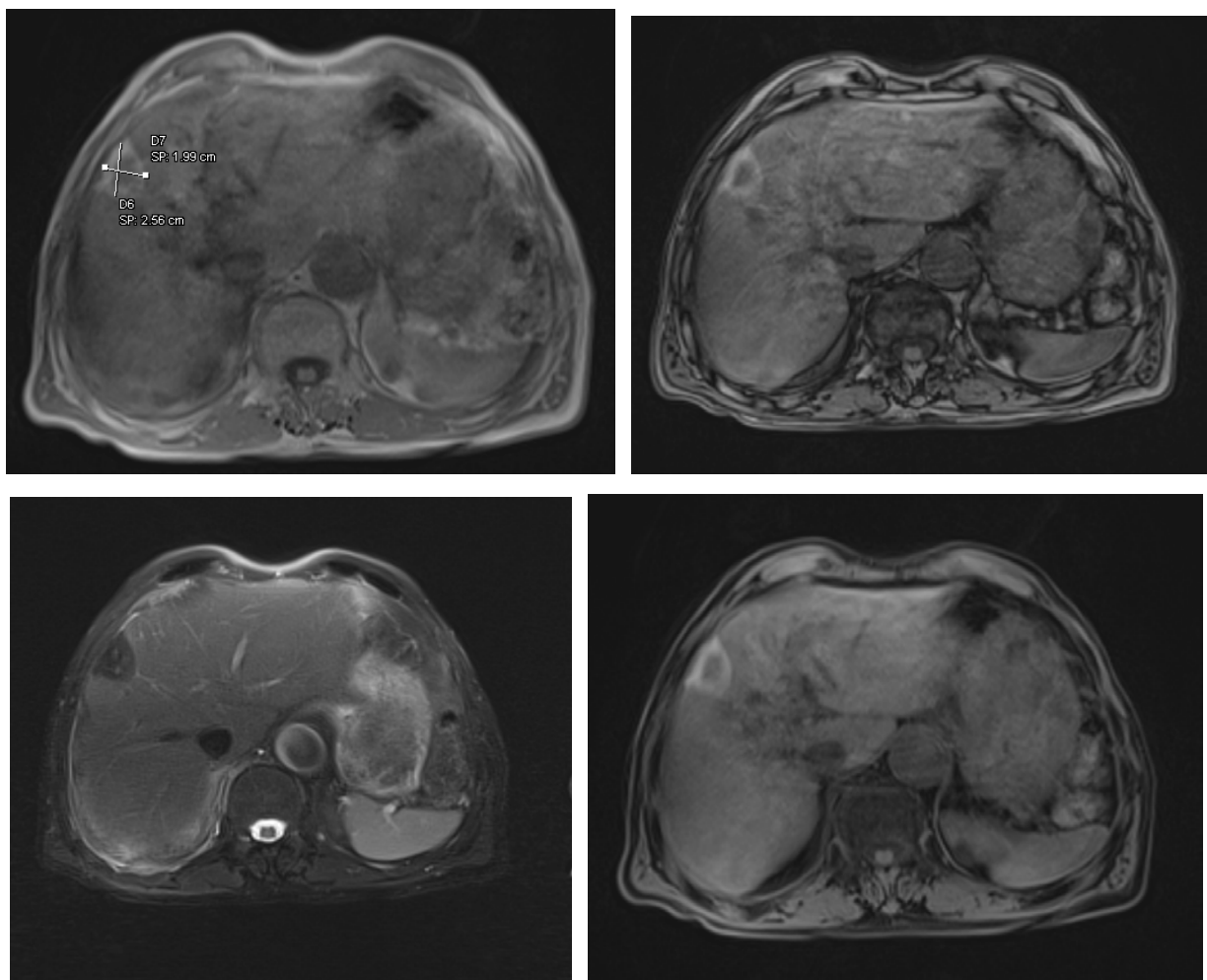


Figure 36 : IRM hépatique d'un CHC montrant une bonne réponse thérapeutique avec nécrose hémorragique du segment VIII

- **Pour les patients atteints de métastases hépatiques :**

Une patiente a reçu un drainage externe des voies biliaires intra hépatique gauche par un drain de 8F suite à une dilatation en amont d'une sténose de la convergence hépatique 1 an après sa RF

Une autre patiente est décédée 1 an et demi après sa RF

- **Concernant la RF hépatique faite en peropératoire :** la patiente est décédée 1 an après sa radiofréquence

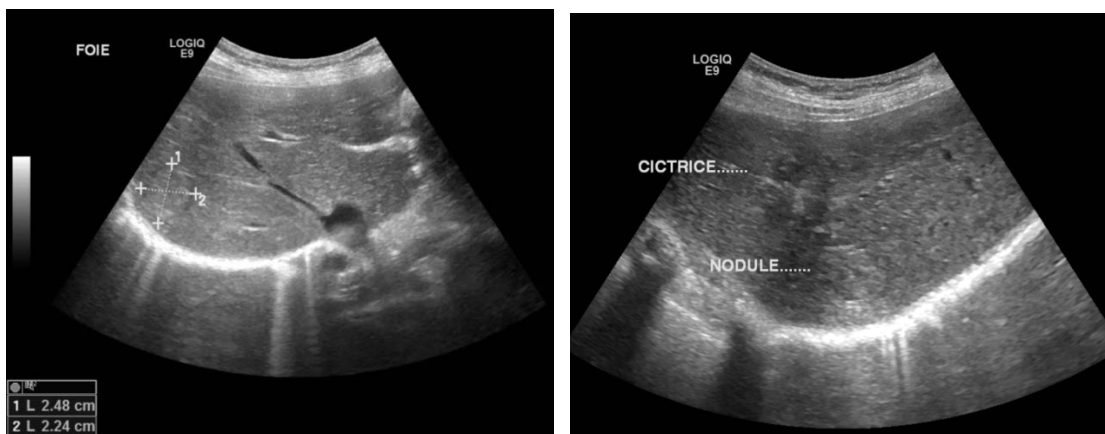


Figure 37 :Échographie d'une métastase hépatique d'un ADK du sigmoïde traité par RF

- **Concernant le patient porteur d'une tumeur rénale sur rein unique :** il a été opéré 6 mois après pour héminephrectomie gauche, actuellement il se porte bien avec un rein fonctionnel

Tableau VII : récapitulatif de l'ensemble des patients porteurs de tumeurs hépatiques (CHC et métastases) traités par radiofréquence :

Date	Tumeur	Voie d'abord	Siège	Taille	Nombre de nodules	Guidage	Aiguille	Durée	Gestes associés	Complications
2019	CHC	Per-cutanée	Seg VIII	26 x 14 mm	1	Echographie	Type Cluster	10 min	-	Douleurs abdominales légères
2019	CHC	Per-cutanée	Seg VIII	19 x 27 mm	1	Echographie	Type Cluster	8 min	Chimio-embolisation	-
2022	CHC	Per-cutanée	Seg VIII	28 mm	1	Echographie	Type Co Access 4 cm	15 min	-	-
2020	Métastase hépatique d'un ADK du sigmoïde	Per-cutanée	Seg VII	27 mm	1	Echographie	Monopolaire	5 min	-	-
2020	Métastase hépatique d'un ADK du sigmoïde	Per-cutanée	Seg II Seg IV Seg VIII (2) Seg VIII	24 mm 28 mm 27 mm 30 mm 17 mm	2 3	Echographie	Type Cluster	10 min 7 min 10minx2 10 min	-	-
2021	Métastase hépatique d'un ADK colique	Per-cutanée	Seg VII	22 mm	1	Echographie et scope	Co Access 3cm/15cm	14 min	-	-
2019	Métastase hépatique d'un néo du colon	Per-cutanée	Seg V Seg VII	28 mm 26 mm	2	Echographie	Type Cluster	7 min 12 min	-	-
2019	Métastase hépatique d'un néo du sein	Per-cutanée	Seg III Seg VIII	23 mm 25 mm	1	Echographie	Type Cluster	15 min 10 min	-	-
2022	Métastase hépatique d'un néo du colon	Per-cutanée	Seg VII	24 mm	1	Echographie	Co Access 4cm/15cm	23 min 48 s	-	-
2022	Métastase hépatique d'un néo du colon	Per-cutanée	Seg VIII Seg V	31 mm 34 mm	2	Echographie	Co Access 4cm/15cm	8 min 15 min	-	-
2021	Métastase hépatique d'un ADK du colon	Per-cutanée	Dôme hépatique	5 cm	1	Echographie	Co Access 4cm/15cm	32 min	-	-
2019	Métastase hépatique d'un ADK du colon	Per-opératoire	Seg IV Seg III	27 mm 18 mm	2	Echographie	Type Cluster	10 min 10 min	-	-

Tableau VIII : récapitulatif de l'ensemble des patients porteurs de tumeurs pulmonaires et de la tumeur rénale traités par radiofréquence :

Date	Tumeur	Voie d'abord	Siège	Taille	Nombre de nodules	Guidage	Aiguille	Durée	Gestes associés	Complications
2019	Métastase pulmonaire d'un ADK du cardia	Per-cutanée	Lingulaire inférieure	28,3m m	1	TDM	-	-	-	Petite lame de pneumothorax et épanchement pleural liquidien de faible abondance
2019	Métastase pulmonaire d'un néo du col utérin	Per-cutanée	Para hilaire sup gauche	10 mm	1	TDM	Monopolaire	12 min	Drainage d'un pneumothorax	Pneumothorax antérieur de moyenne abondance et emphysème sous cutané
2019	Métastase pulmonaire d'un synoviosarcome	Per-cutanée	Apicale gauche	-	1	TDM	Monopolaire	10 min	Biopsie	-
2020	Tumeur rénale gauche	Per-cutanée	Médio rénale gauche	42 x 34 x 32 mm	1	Echographie	Type Cluster	10 min	Biopsie	-

VI. Exemples de dossiers :

Dossier 1 :

- Patient âgé de 75 ans, suivi pour cirrhose hépatique à étiologie indéterminée avec syndrome d'HTP (ascite, splénomégalie et varices oeso-gastriques) compliquée d'une greffe d'un CHC sous capsulaire du dôme hépatique à grand axe < 3cm.
- C'est un CHC classé : BCLC A, OMS = 0, score de Child Pugh = A5, signes d'HTP avec un taux normal de bilirubine, sans invasion portale ni métastases, nodule unique <3cm.
- Une séance associant la chimio-embolisation lipiodolée et la radiofréquence en même temps opératoire a été indiquée pour ce patient lors de la RCP.

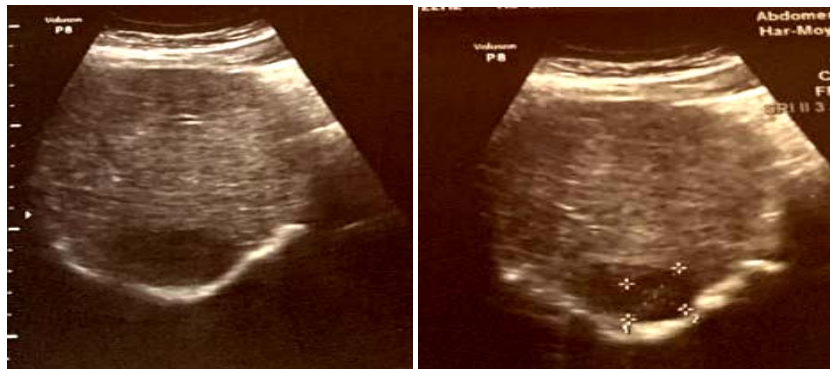


Figure 38 : Echographie en mode B montrant une formation nodulaire du dôme hépatique hypoéchogène homogène, sur foie d'hépatopathie chronique évoquant un CHC.

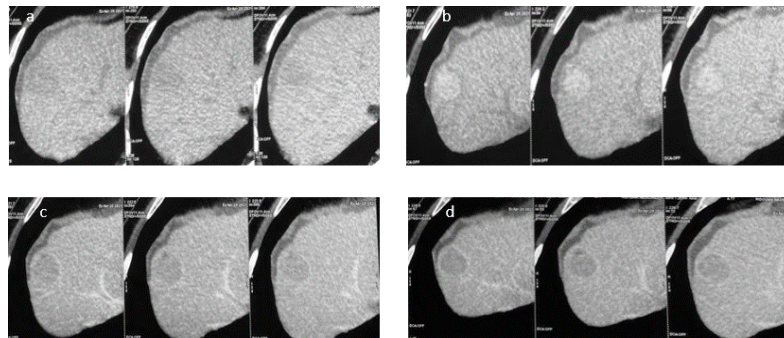


Figure 39 : Angioscanner abdominal montrant une lésion nodulaire assez bien limitée, à cheval des segments VII et VIII spontanément hypodense au contraste spontané (a), rehaussée de façon intense et homogène au temps artériel (b) avec un wash out au temps portal (c) et tardif (d) et individualisation d'une capsule périphérique réhaussée au temps portal (c) persistant au temps tardif (d) (LIRADS 5)

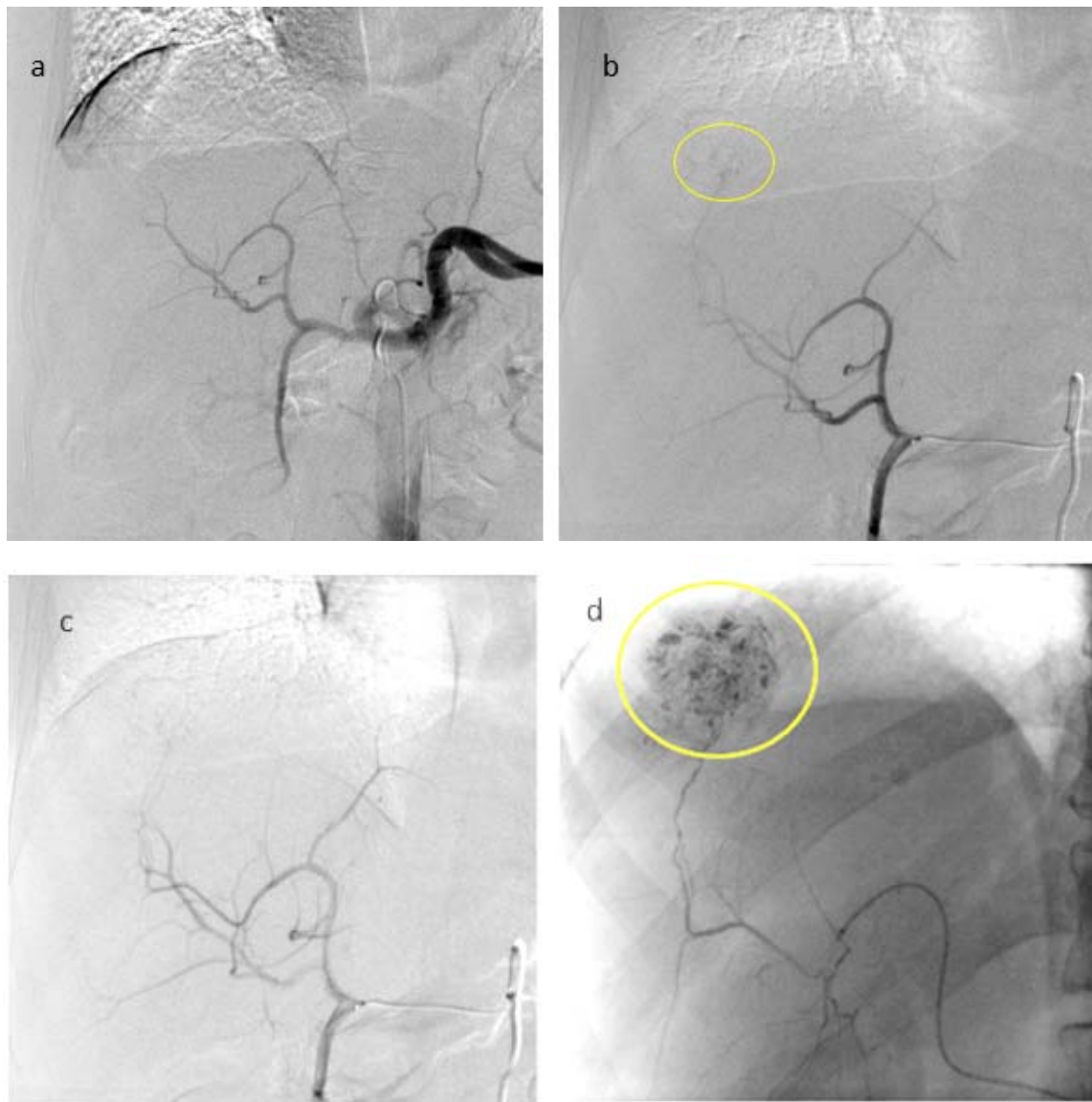


Figure 40 : 1^{er} temps de traitement : chimio-embolisation :

- a : Opacification du tronc coeliaque montre une configuration artérielle hépatique modale.
- b : Cathétérisme de l'art hépatique droite dont l'opacification objective un blush au niveau du dôme hépatique.
- c : Administration de l'émulsion chimiolipiodolée à ce niveau complétée par embolisation à l'aide de microparticules jusqu'à stagnation de l'émulsion au sein de la lésion et stagnation du flux au niveau artériel.
- d : Contrôle angiographique satisfaisant.

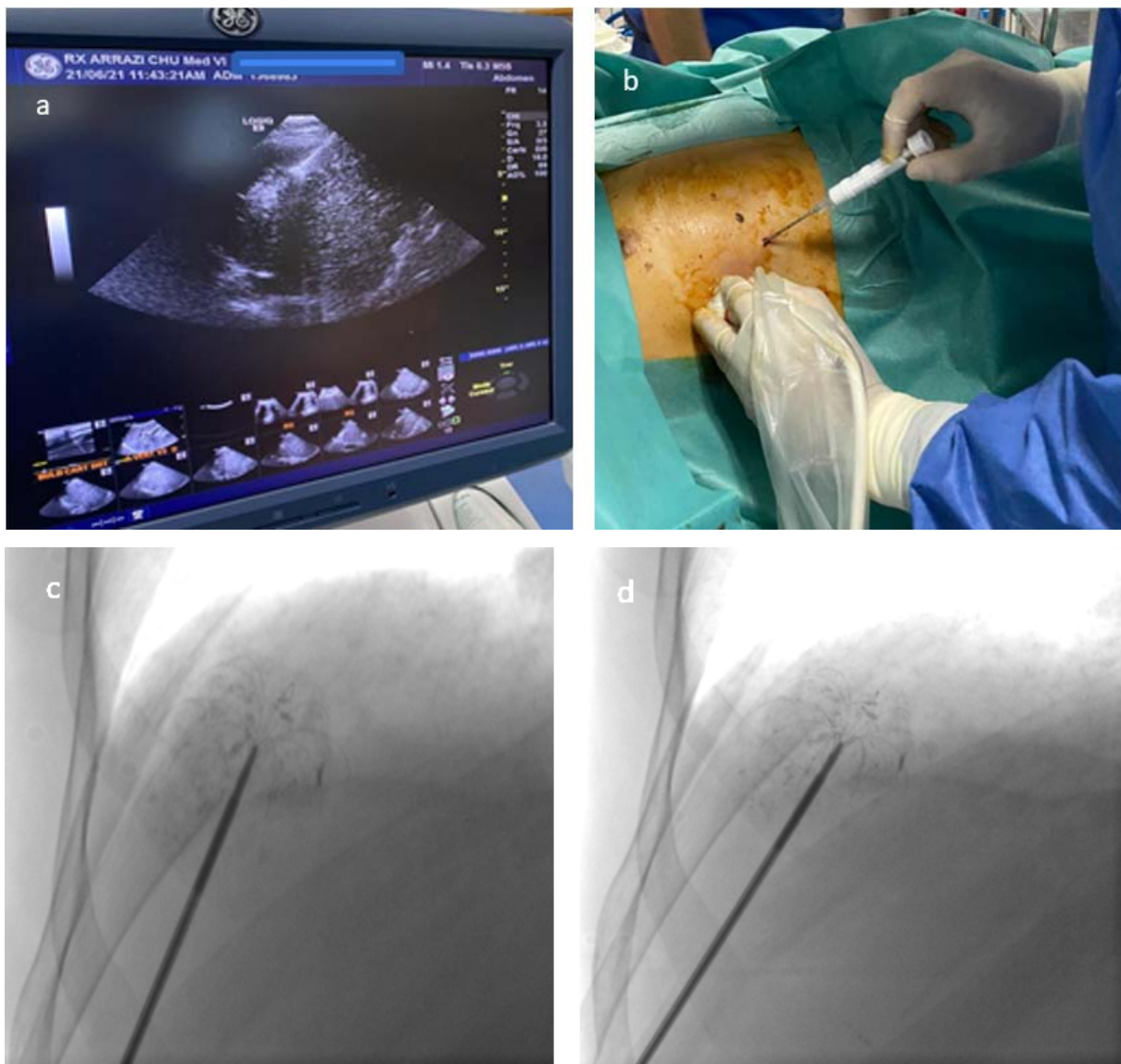


Figure 41 : 2^{ème} temps de traitement : Biopsie + Radiofréquence :

a : Sous contrôle échographique et scopique mise en place du coaxial au niveau de la lésion du dôme hépatique

b : Biopsie intratumorale

c, d : Traitement par radiofréquence par dispositif à baleines déployables en deux temps 180w en 15 minutes et 40w en 1 minute sur le bord lésionnel inférieur,

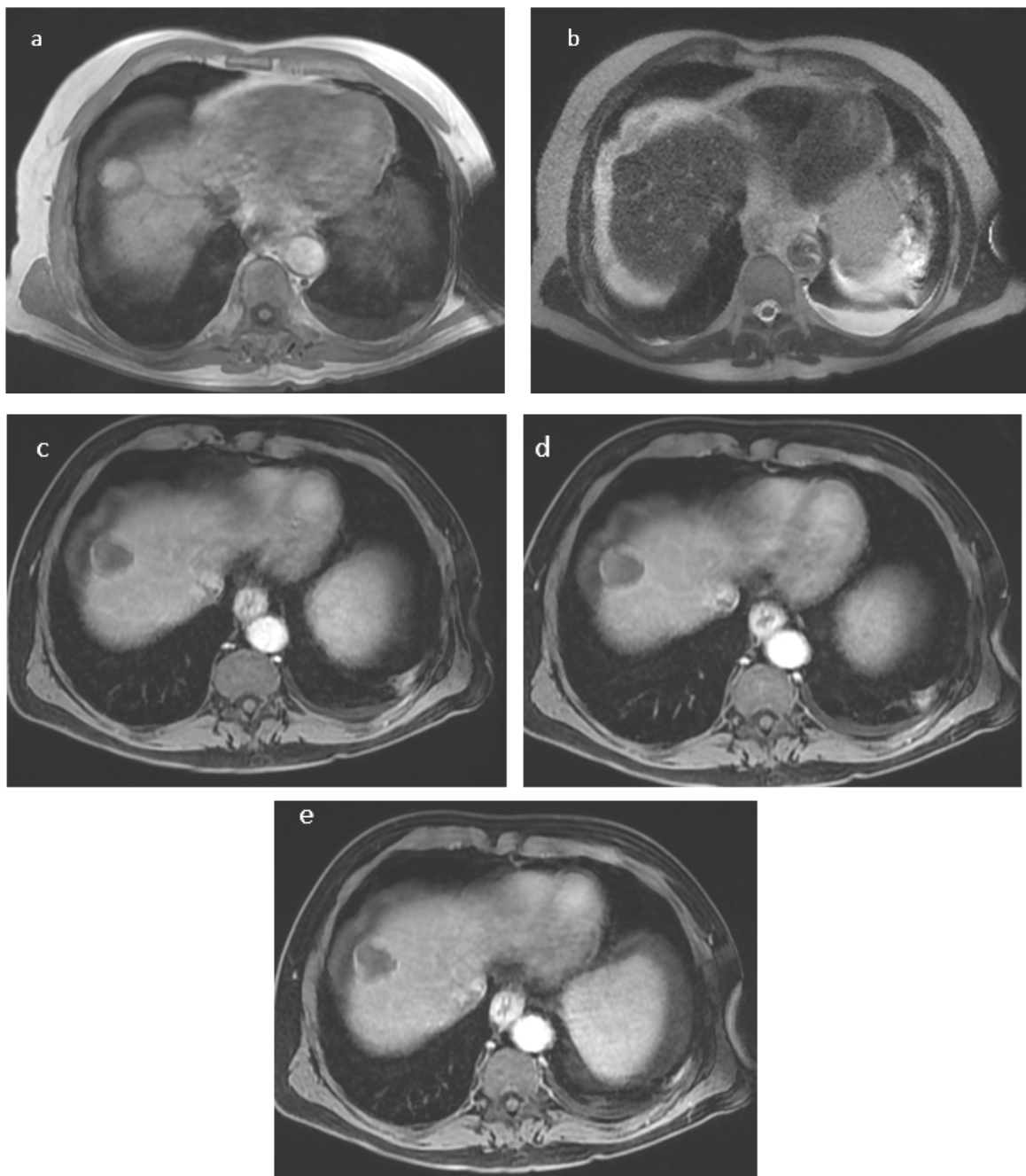


Figure 42 : IRM de contrôle à 2 mois montrant la lésion du dôme du foie totalement dévascularisée, en hyper T1 (a) hypoT2 (b), sans rehaussement vasculaire au temps artériel (c) ni wash out au temps portal (d) et tardif (d) en faveur d'une réponse complète selon les critères m-RECIST.

- Ce patient a été admis par la suite pour une 2^{ème} séance de RF après récidence du CHC

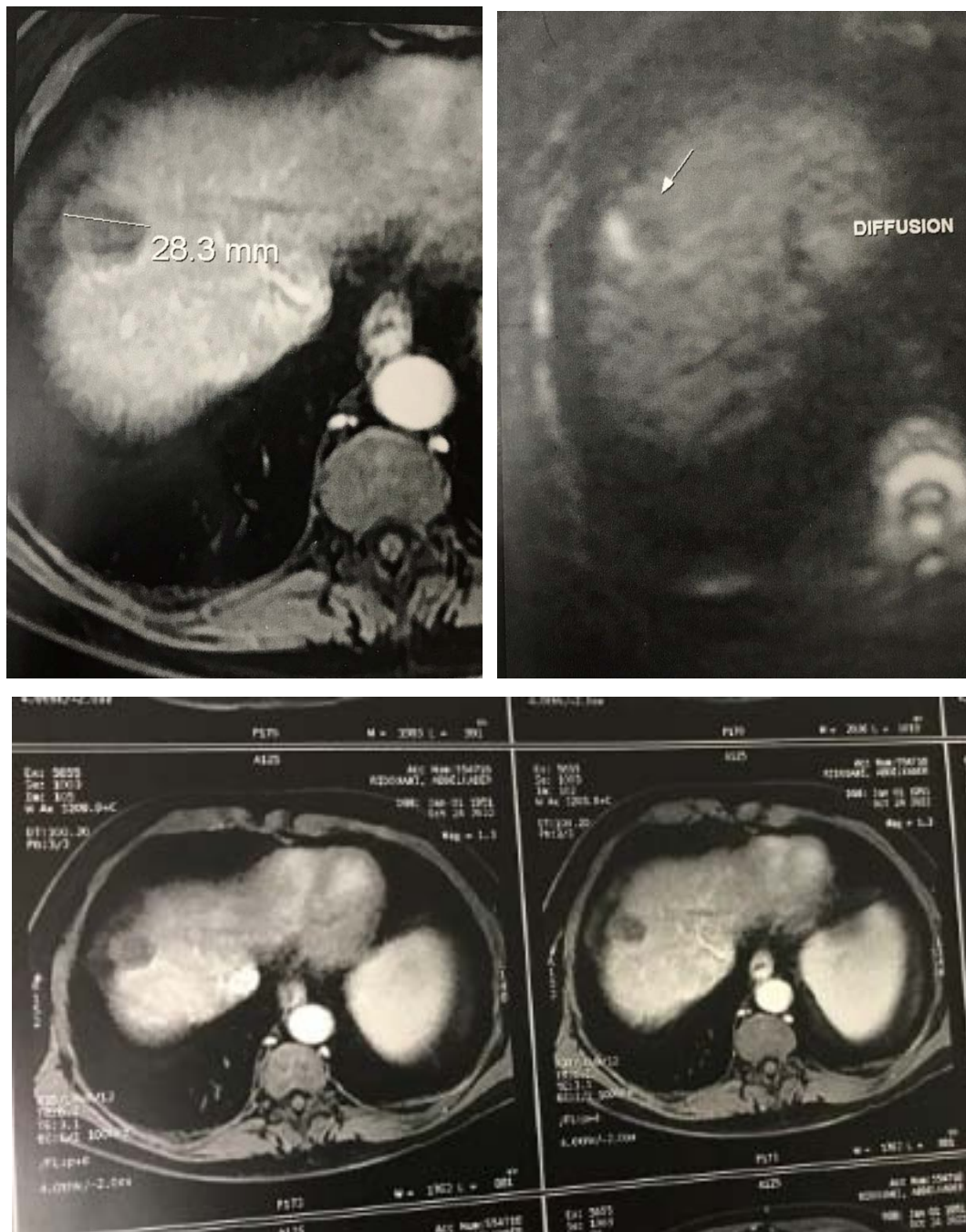


Figure 43 : IRM hépatique de contrôle (1 an après la première séance de traitement combiné) montrant une récurrence au niveau de la partie supéro-latérale de la zone d'ablation du nodule sous capsulaire du segment VIII, visible sous forme d'un hyper signal sur la séquence de Diffusion, et prenant le contraste discrètement sur la séquence T1 après injection de Gadolinium

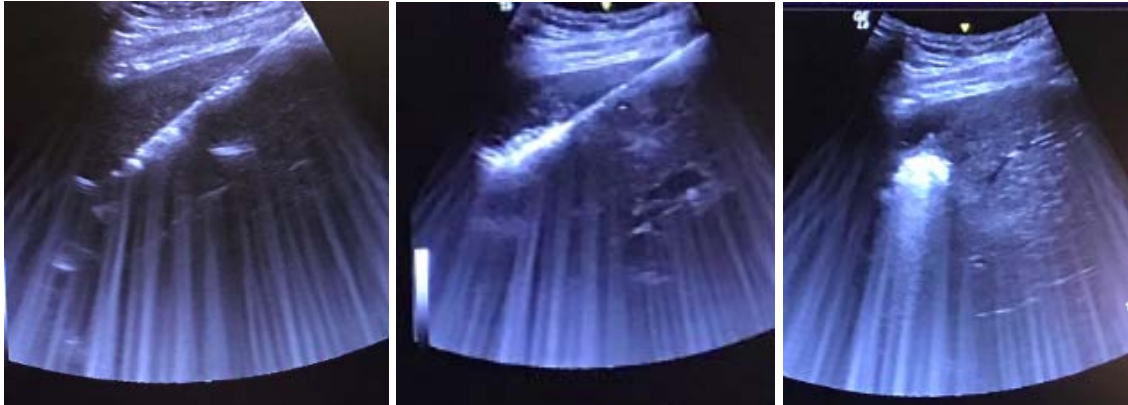


Figure 44 : 2^{ème} séance de RF hépatique percutanée sous contrôle échographique, ciblant la partie supéro-latérale du nodule sous capsulaire du segment VIII, objectivant l'ablation complète de la lésion

Dossier 2 :

- Patiente âgée de 68 ans connue diabétique et hypertendue, suivie pour une cirrhose post hépatite virale B au stade d'HTP révélée par une décompensation œdémato-ascitique.
- Cette patiente a été initialement traitée par chimio-embolisation qui a permis de réduire sa taille de 34 x 28 mm à 19 x 27 mm
- Ce CHC a été classé BCLC Stade précoce A3, Score de Child-Pugh B7, Score d'OKUDA de Stade 2 et Score de l'Alpha Foeto-protéine de 1, des signes d'HTP avec thrombopénie et VO de grade 1 et 2 et une gastropathie
- Une échographie abdominale a objectivé un foie de contours irréguliers et d'écho structure hétérogène avec une formation nodulaire au niveau du segment VIII faisant évoquer un CHC
- Une IRM hépatique a objectivé un CHC au niveau du segment VIII , de contours irréguliers de 19 x 27 mm, en Hypersignal hétérogène T1, T2 et diffusion, rehaussée de façon intense et précoce en temps artériel avec wash out incomplet en temps tardif, entourée d'une capsule fibreuse en Hyposignal T1 et T2, cette dernière se rehaussant tardivement après injection de produit de contraste et des nodules dysplasiques de régénérations à surveiller ultérieurement

- Une TDM thoraco-abdomino-pelvienne n'a pas objectivé de métastases

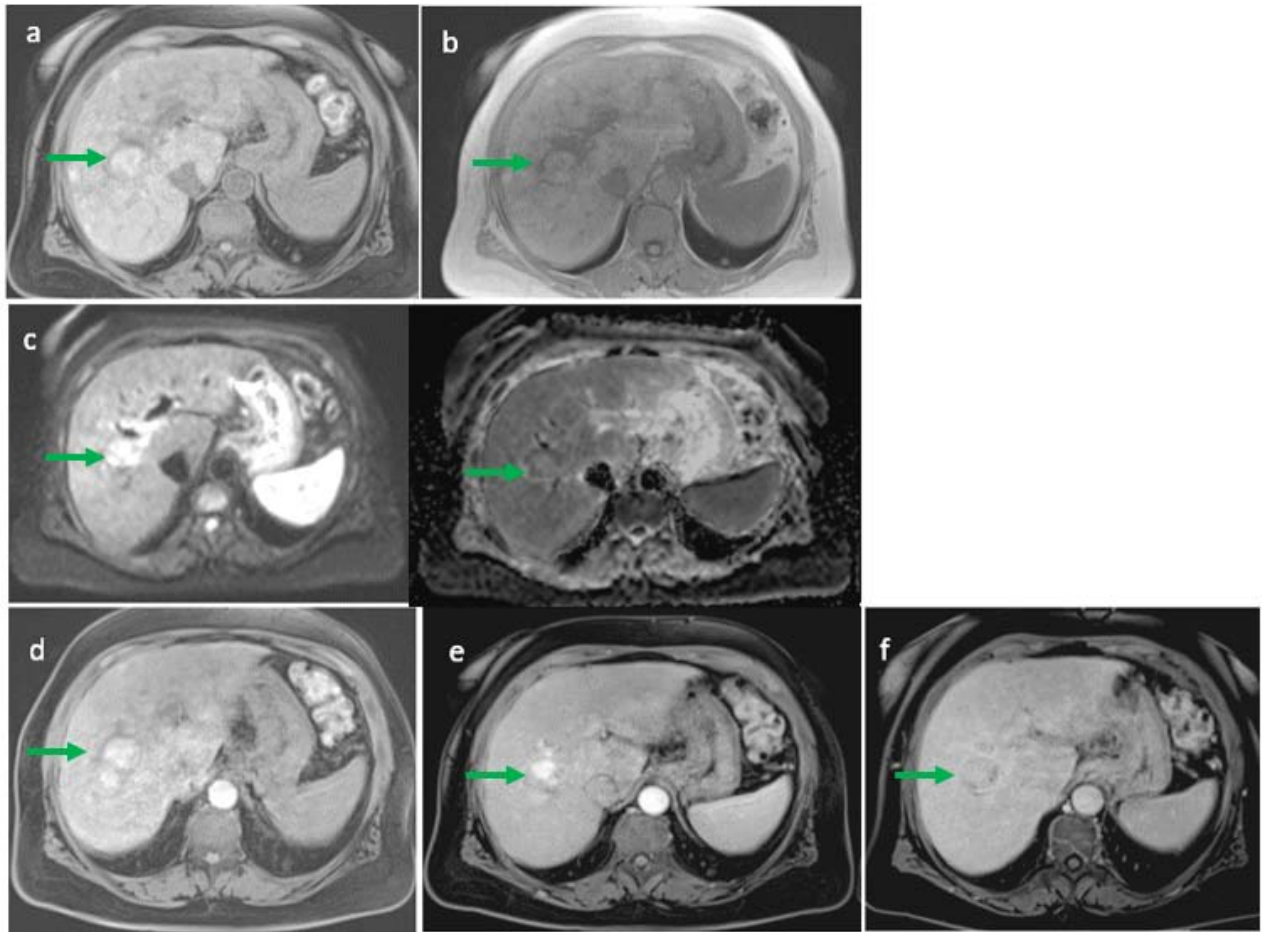


Figure 45 : IRM hépatique montrant un foie d'hépatopathie chronique multinodulaire siège au niveau du segment V d'une lésion nodulaire de contours irréguliers en hypersignal hétérogène T1 (a), T2 (b) et diffusion avec restriction de l'ADC (c), rehaussée de façon intense en temps artériel (d) et portal (e) avec wash out en temps tardif (f), entourée d'une capsule fibreuse en hyposignal T1(a) et T2 (b) avec rehaussement tardif (f).

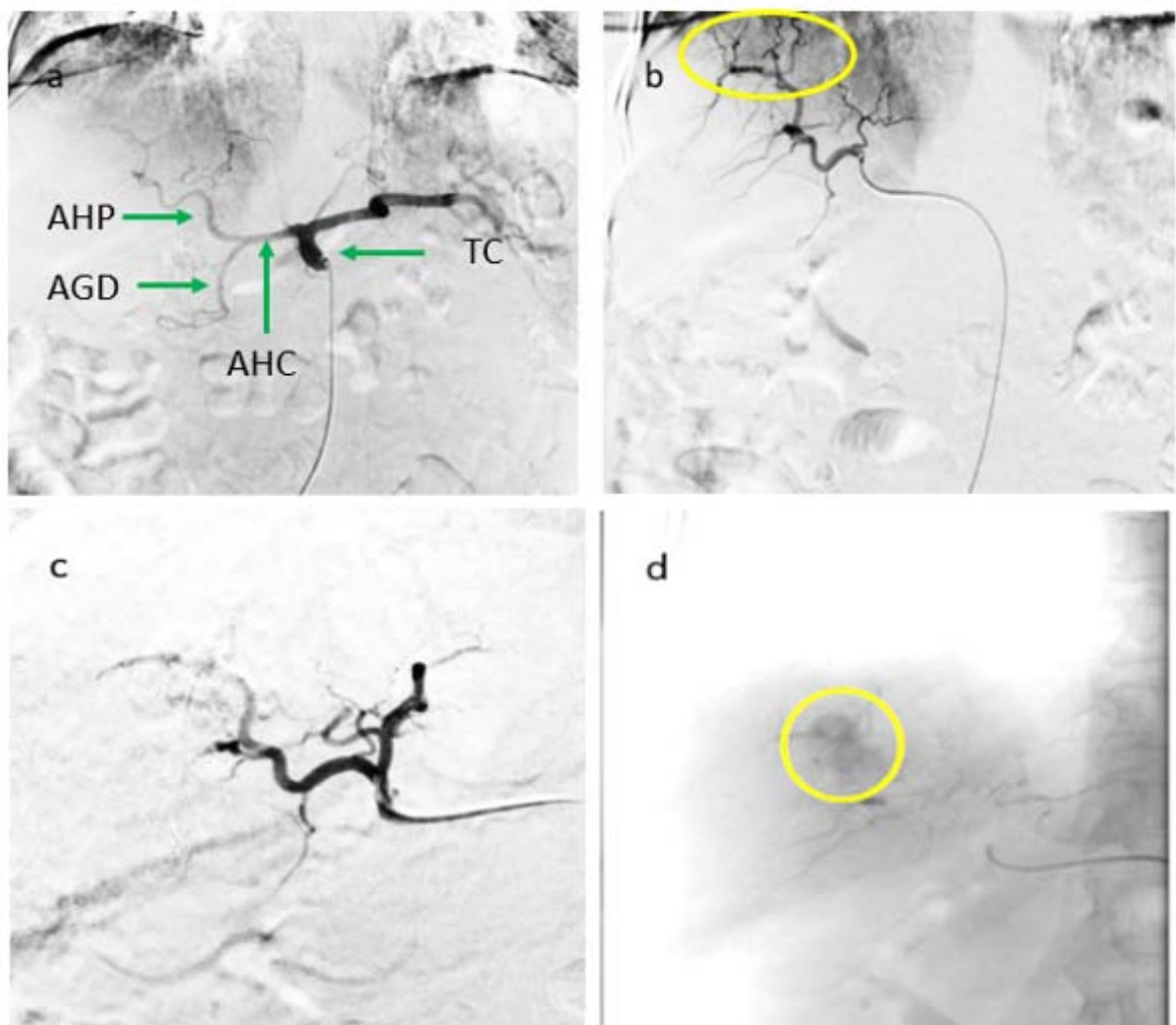


Figure 46 : Séquences d'artériographie durant la séance de chimio-embolisation montrant :

- a : La configuration artérielle hépatique est de type modal et cathétérisme du tronc cœliaque (TC) sans difficulté technique à l'aide du cathéter IMA 5F.
- b : Cathétérisme de l'artère hépatique propre (AHP) dont l'opacification montre un blush vasculaire tumoral à projection du segment V du foie.
- c : Administration de l'émulsion chimiolipiodolée à ce niveau complétée par une embolisation à l'aide de fragments résorbables de curaspon mélangés à du produit contraste iodé permettant la stagnation de l'émulsion au sein de la lésion et la stagnation du flux au niveau artériel.
- d : Contrôle angiographique satisfaisant avec une dévascularisation distale et un flux proximal ralenti.



Figure 47 : Contrôle scannographique à J1 post chimio-embolisation montre une fixation lipiodolée intense du nodule du segment V, en rapport avec une bonne réponse thérapeutique.

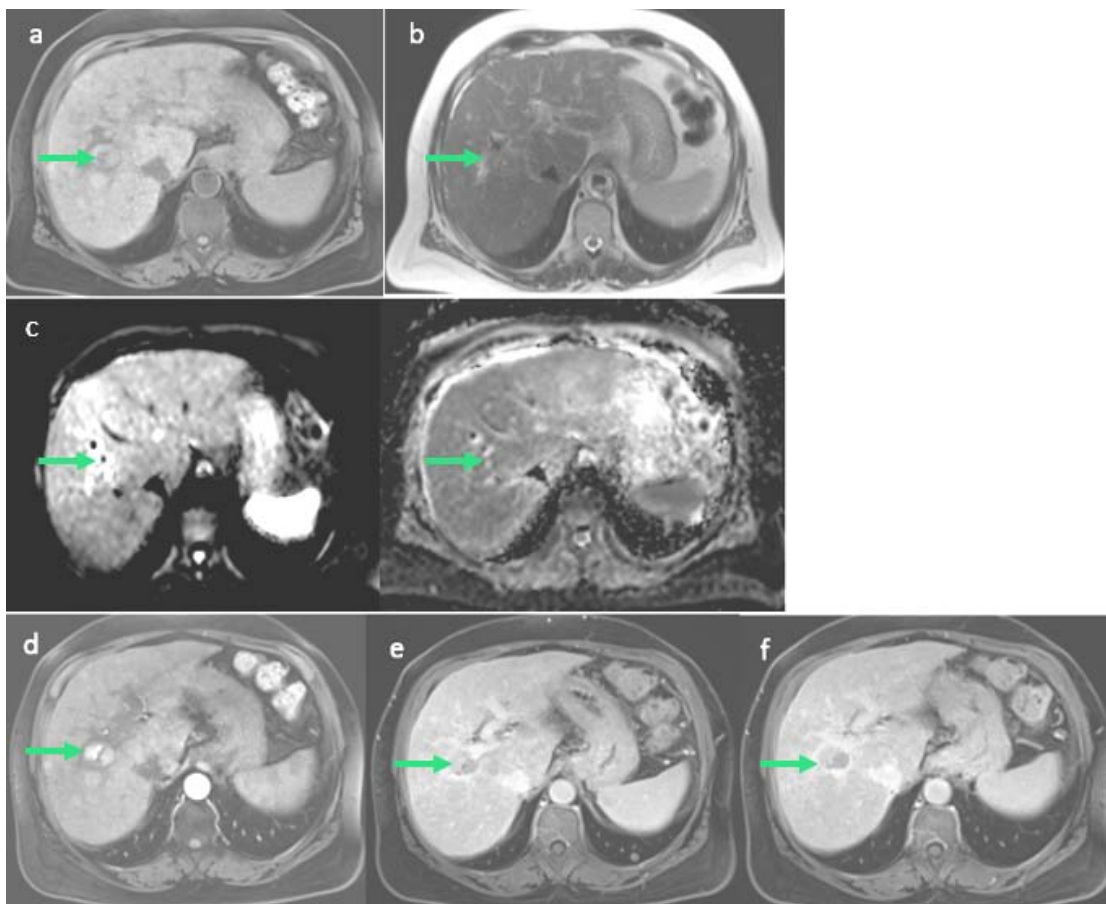


Figure 48 : IRM hépatique de contrôle à 2 mois montrant une persistance avec régression en taille de la lésion du segment V (27mm vs 34mm), en hypersignal hétérogène T1 (a), T2 (b) et diffusion avec restriction de l'ADC (c), rehaussée de façon intense en temps artériel (d) et portal (e) avec wash out en temps tardif (f), entourée d'une capsule fibreuse en hyposignal T1(a) et T2 (b) avec rehaussement tardif (f).

Une cure de chimio-embolisation lipiodolée combinée à la radiofréquence a été discutée en RCP et validée.

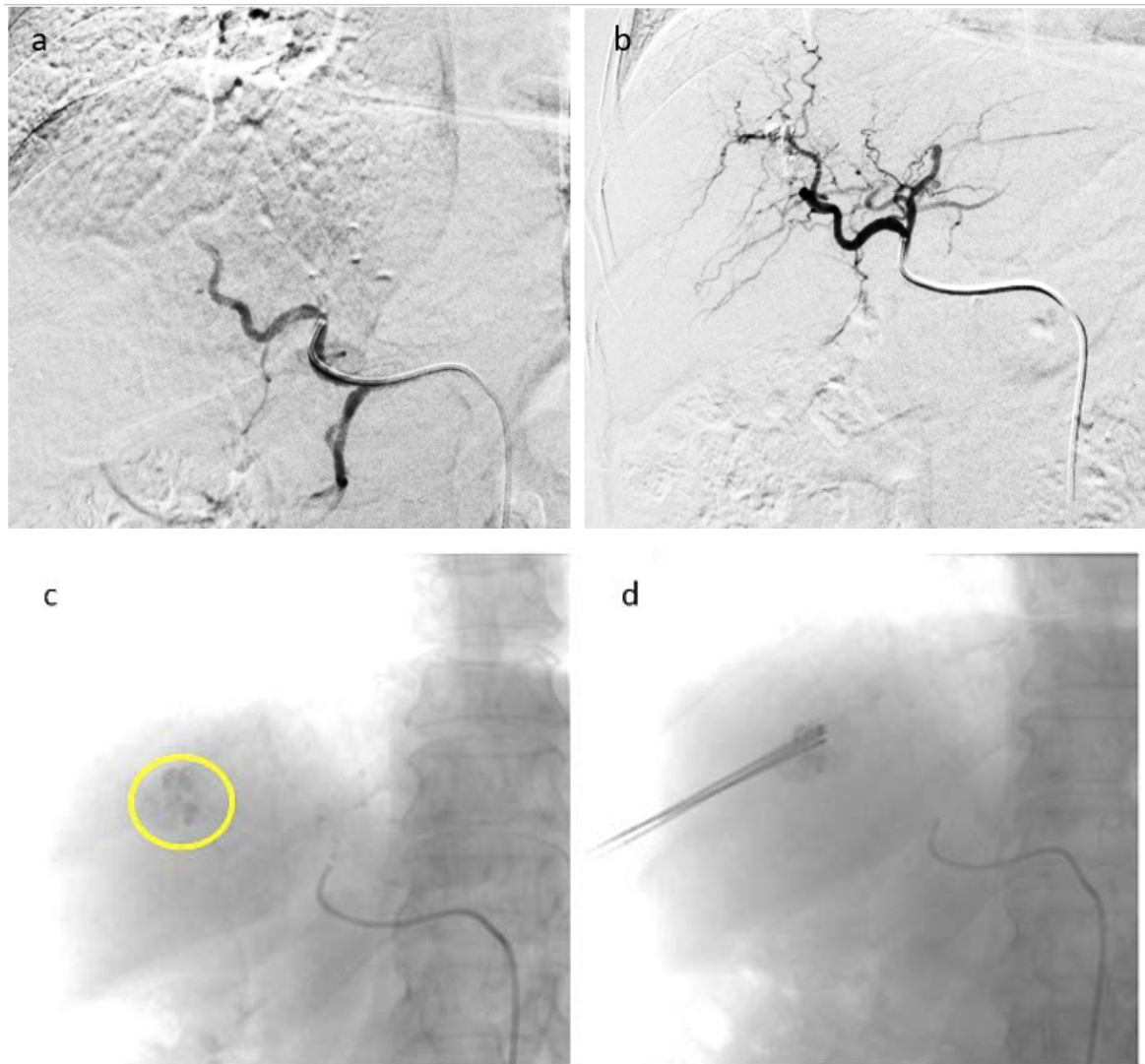


Figure 49 : Deuxième séance de chimio-embolisation lipiodolée + radiofréquence en même temps opératoire.

1 er temps de traitement : Chimioembolisation lipiodolée. (a,b et c)

- a : Cathétérisme de l'artère hépatique propre en aval de l'origine de l'artère gastroduodénale dont l'opacification montre un blush vasculaire tumoral à projection du segment V du foie.
- b :Administration de l'émulsion chimio-lipiodolée à ce niveau complétée par une embolisation à l'aide de fragments résorbables de Curaspon mélangés à du produit contraste iodé permettant la stagnation de l'émulsion au sein de la lésion et la stagnation du flux au niveau artériel.
- c : Contrôle angiographique satisfaisant

2 ème temps de traitement : Ablation par radiofréquence du nodule du segment VIII du foie. (d)

- d : Sous conditions d'asepsie stricte avec une anesthésie locale à la Xylo 1%,une aiguille de RF de type Cluster a été correctement mise en place au sein du nodule du segment VIII (durée du traitement : 8 min).

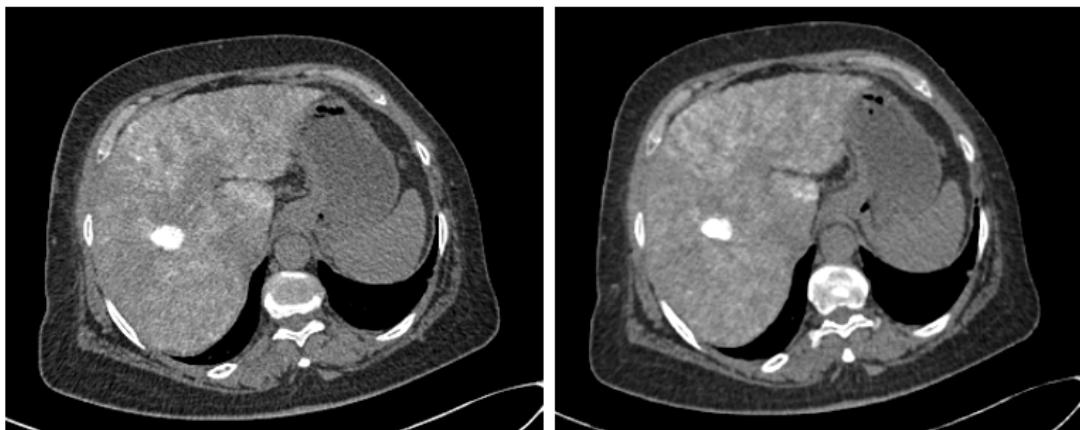


Figure 50 : Contrôle scannographique à J1 post chimio-embolisation et radiofréquence montre une fixation lipiodolée intense du nodule du segment VIII, en rapport avec une bonne réponse thérapeutique.

Dossier 3 :

Patient de 68 ans sans ATCD pathologiques, admis pour métastase pulmonaire (nodule lingulaire inférieur) d'un ADK du cardia , découvert suite à des épigastralgies non calmées par le traitement symptomatique, avec amaigrissement et anémie, et confirmée par biopsie thoracique percutanée sous contrôle TDM.

Décision de RCP : Traitement de la métastase pulmonaire par radiofréquence.

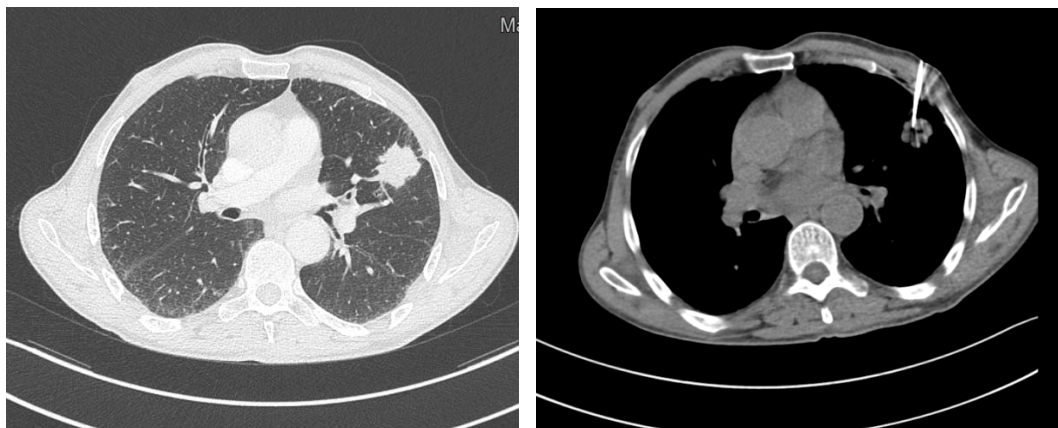


Figure 51 : TDM thoracique :Biopsie du nodule lingulaire inférieur

- a : coupe axiale en fenêtre parenchymateuse sans injection de PDC, objectivant le nodule lingulaire inférieur, de siège périphérique, mesurant 28,3mm
- b : Coupe axiale en fenêtre médiastinale : aiguille de biopsie automatique (18G) bien positionnée au centre du nodule.

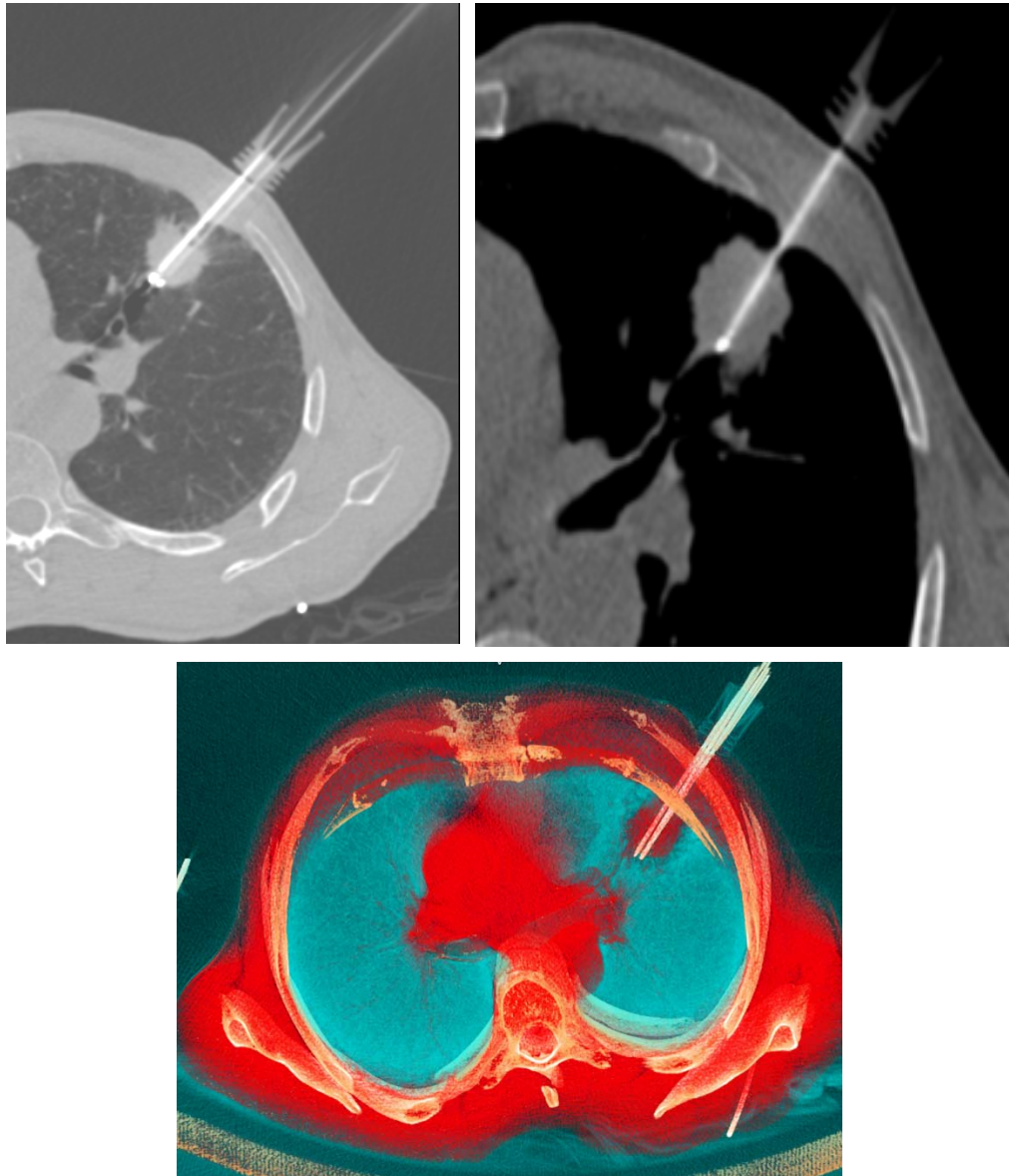


Figure 52 : RF pulmonaire du nodule lingulaire inférieur, Images per procédurales montrant l'aiguille de RF de type Cluster bien positionnée au centre de la lésion(a : fenêtre parenchymateuse , b : fenêtre axiale, c : reconstruction en rendu volumique)

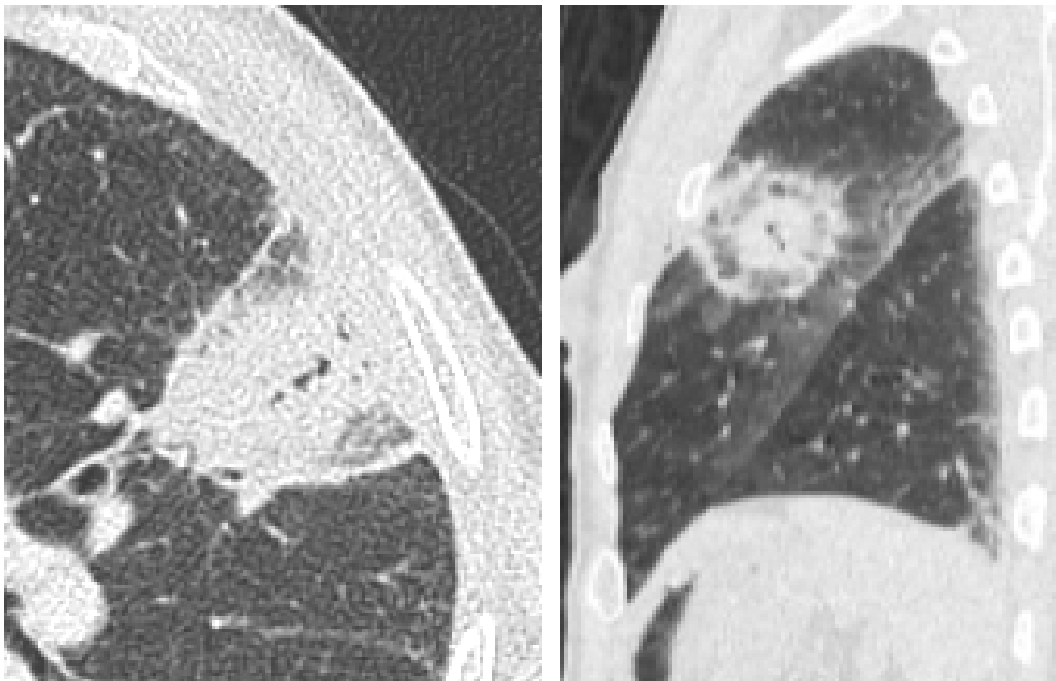


Figure 53 : TDM thoracique réalisée à J1 post ablation RF objectivant la zone d'ablation complète et l'aspect en « halo inversé » (a : coupe axiale, b : reconstruction sagittale)

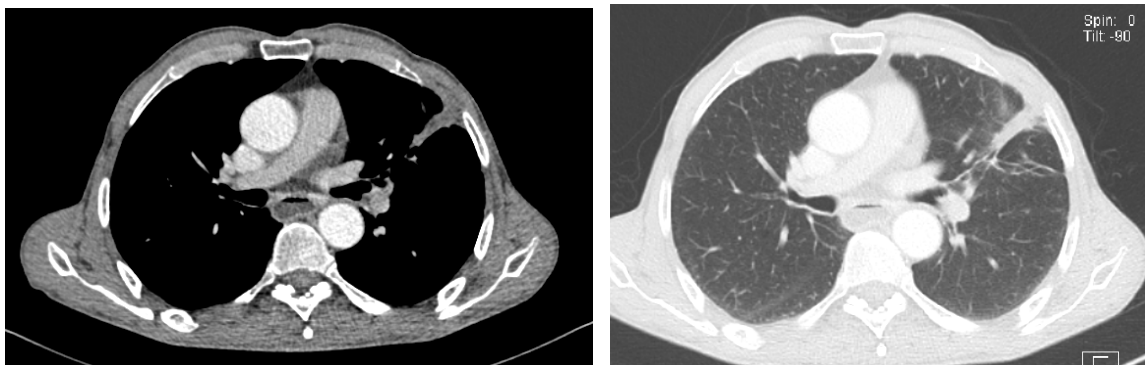


Figure 54 : TDM thoracique réalisée 8 mois après la RF (a : fenetre médiastinale après injection de PDC, b : fenetre parenchymateuse) : réduction du volume du nodule et persistance d'une image cicatricielle, témoignant d'une bonne réponse thérapeutique

Dossier 4 :

- Patient de 53 ans présentant une tumeur rénale gauche sur rein unique, le patient étant en insuffisance rénale avec un DFG à 28 ml/min

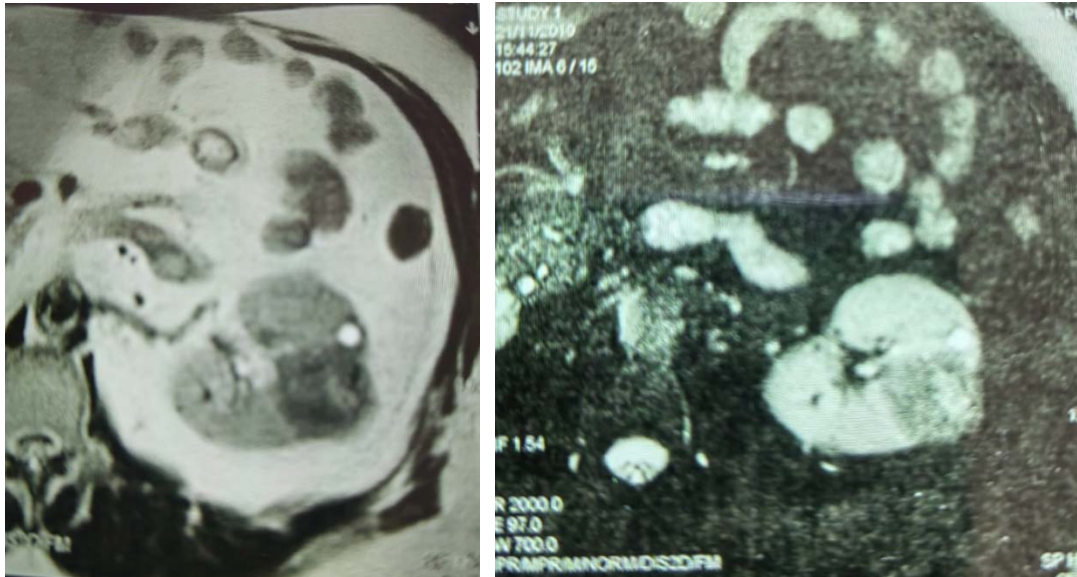


Figure 55 : IRM rénale :Lésion tissulaire médiorénale gauche corticale bien limitée en hypo T1 (a) et T2 (b) mesurant 41x37mm suspecte.

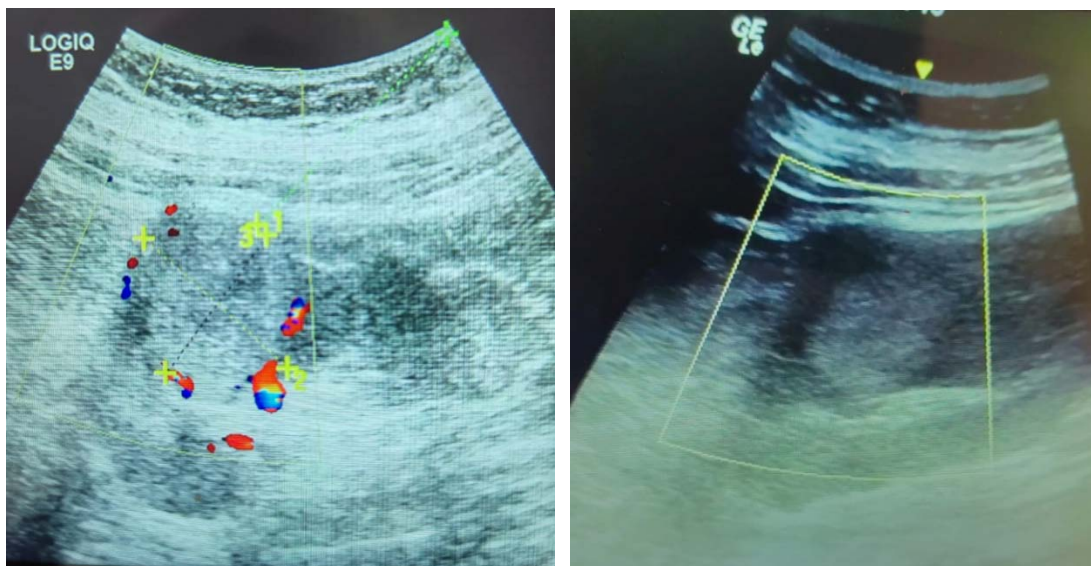


Figure 56 : Echographie rénale en per procédure (a) objectivant le nodule médiorénal gauche bien limité à une distance de 6cm de la peau. (b) Aspect du nodule après ablation : remaniements centronodulaires hyperéchogènes et couronne périphérique hypoéchogène.

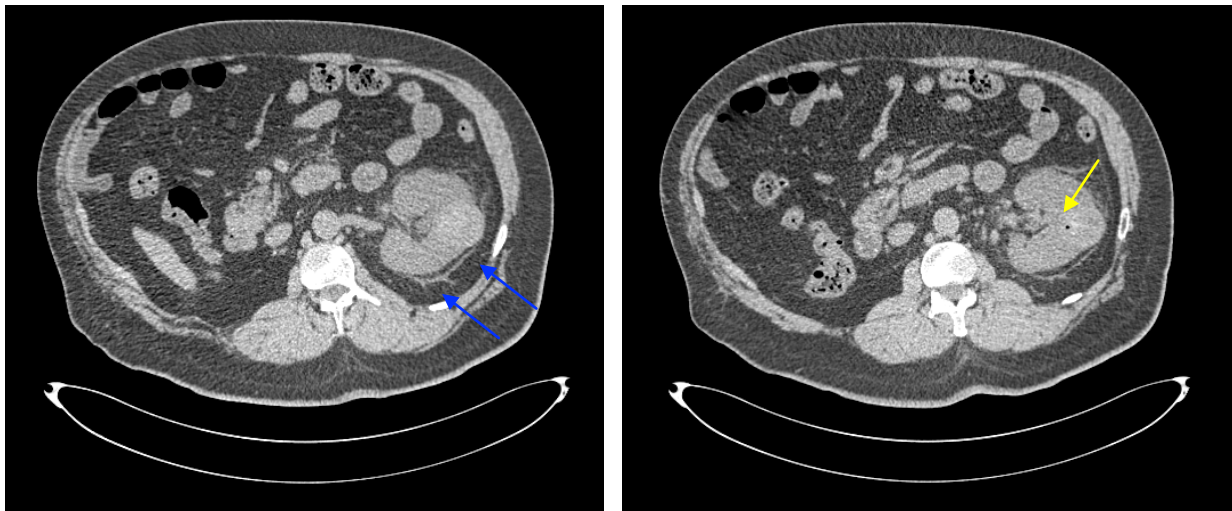


Figure 57 : Contrôle TDM sans injection de PDC à J1 post RF : objectivant l'aspect hyperdense de la lésion rénale gauche, siège d'une petite bulle d'air (flèche jaune), associé à une infiltration de la graisse périrénale et à un épaissement des fascia pararénaux (flèches bleues) en rapport avec les remaniements post ablation par RF.

- Le patient a été traité par RF en faveur d'une bonne réponse thérapeutique avec absence de complications immédiates
- Le patient a été par la suite perdu de vue après la réalisation de sa RF rénale

DISCUSSION



I. Historique :

Le premier générateur de radiofréquence a été développé en 1891. (4) Son principe est simple : transformer le courant électrique en chaleur. Sa première indication en médecine était la destruction des petites tumeurs cutanées. En 1928 Cushing et Bovie ont utilisé ce principe dans la thermo coagulation des petits vaisseaux pour assurer l'hémostase en peropératoire développant ainsi le fameux : « bistouri électrique ». Ce dernier est rapidement devenu un outil indispensable pour tout chirurgien. (4) C'est en Italie que s'est effectué pour la première fois une destruction par radiofréquence tumorale (carcinome hépatocellulaire) par voie transcutanée et sous guidage échographique. En raison de ses résultats très satisfaisants, cette technique s'est rapidement propagée et a vu ses indications s'élargir pour intéresser d'autres types de tumeurs hépatiques (métastases) et d'autres organes. (5)

II. Principe de la radiofréquence :

Le courant de RF utilisé dans les ablations tissulaires est un courant sinusoïdal de 400 à 500 kHz délivré grâce à une électrode positionnée dans la lésion cible. Sur quelques millimètres autour de l'électrode, l'agitation ionique résultant du courant alternatif produit un réchauffement résistif par friction entre les molécules. Celui-ci est ensuite transmis par conduction thermique aux tissus environnants, provoquant une nécrose de coagulation dans un rayon de 1 à 2 cm environ.

Le degré et l'extension de l'ablation dépendent entre autres du niveau d'énergie appliqué, de la durée du traitement, de l'impédance propre des tissus et de leur taux de refroidissement. Le but est d'augmenter la température tissulaire entre 50 et 100 °C pendant 4 à 6 minutes, ce qui est suffisant pour provoquer des lésions cellulaires irréversibles. En revanche, une température supérieure à 105 °C cause une ébullition, une vaporisation et une carbonisation qui, par augmentation de l'impédance, diminue la transmission énergétique et donc la taille de la

zone ablatée. Différents types d'aiguilles à RF existent sur le marché. D'un côté, il y a les électrodes droites avec pointes unique ou groupées. De l'autre, celles présentant un déploiement de multiples électrodes en « parapluie » ou en « bouquet de fleurs » à leur extrémité, permettant une augmentation du volume de la lésion thermique, qui peut atteindre jusqu'à 5 cm de diamètre (6) (Figure 58) . En cas de lésion volumineuse, l'utilisation de multiples aiguilles, qui ne pourront être activées que séquentiellement et non simultanément, ou le repositionnement séquentiel de la même aiguille est souvent requis, afin que l'ensemble des zones de traitement englobe le volume de la masse tumorale.

Des dispositifs ou algorithmes d'application permettant la création de lésions thermiques plus larges ont été développés ; parmi ceux- ci, citons les aiguilles avec refroidissement interne permettant de délivrer une énergie électrique plus importante sans atteindre les 100 °C au pourtour de l'aiguille, l'administration pulsée de l'énergie RF ou l'injection d'une solution saline dans la lésion (6,7).

Alors qu'elles rendent généralement les cellules plus résistantes à la radiothérapie et à la chimiothérapie, l'hypoxie et la faible circulation sanguine au centre d'une tumeur nécrosée sont responsables d'une plus grande sensibilité à l'ablation par RF, la dissipation de chaleur étant diminuée (8,9). En revanche, la présence de vaisseaux à proximité de la lésion, surtout s'ils ont un diamètre supérieur à 3 mm, ou de bronches de gros calibre est responsable d'une déperdition de chaleur locale (heat-sink effect) pouvant entraîner un échec du traitement par la persistance de tissus non ablaté à leur contact.

Dans la technique utilisant la RF, le patient fait partie d'un circuit électrique fermé, l'électrode introduite dans la tumeur agissant comme une cathode et des électrodes de dispersion (grounding pads) collées sur les cuisses fermant le circuit (système unipolaire). Les patients avec pacemaker/défibrillateur cardiaque, voire d'autres implants métalliques, ne devraient pas être traités par RF, bien que ce type d'énergie puisse être théoriquement appliqué si le mécanisme est contrôlé par un cardiologue durant la procédure. Des systèmes bipolaires

avec deux électrodes actives introduites dans la lésion sont maintenant disponibles sur le marché, permettant de s'affranchir des électrodes de dispersion cutanées.

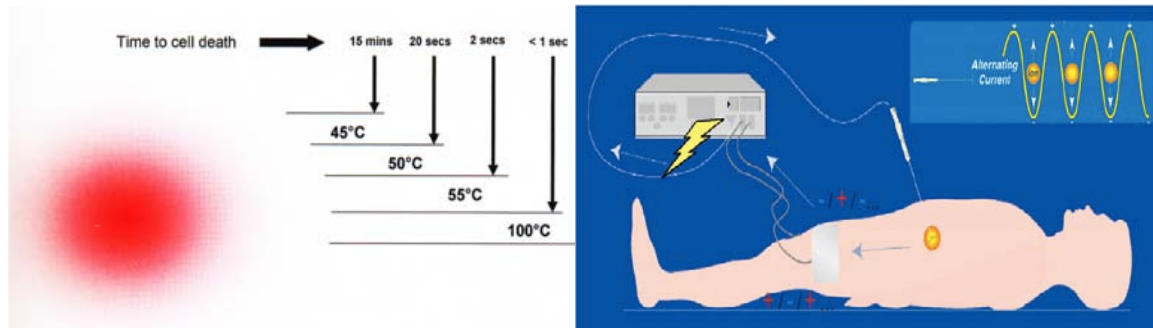


Figure 58 : Principe de l'ablation par radiofréquence. L'application d'un courant alternatif transforme les électrodes successivement en cathode (+) et en anode (-), entraînant une agitation moléculaire et une zone d'hyperthermie à l'extrémité de l'électrode permettant la coagulation locale.

III. Place de la radiofréquence hépatique :

1. Généralités :

Le cancer primitif du foie est la 2ème cause de mort par cancer dans le monde. Le CHC représente 80 % de ces tumeurs. Il se développe dans 80-90 % des cas sur foie cirrhotique. Son incidence augmente ces dernières années en raison de l'augmentation du nombre d'infections par le VHC et de l'augmentation de l'incidence du syndrome métabolique. Les patients à risque selon l'EASL (European Association for the Study of the Liver) et devant bénéficier d'une surveillance sont les patients cirrhotiques Child-Pugh A et B, les patients Child-Pugh C en attente de greffe, les patients non cirrhotiques porteur du virus B à risque intermédiaire ou fort selon le score de PAGE-B et les patients ayant une fibrose histologique F3 quelle que soit la cause. Ces patients sont surveillés par échographie tous les 6 mois (10).

Le cancer colorectal est la 3^{ème} cause de décès par cancer dans le monde. Environ 50 % de ces patients développeront des métastases hépatiques, mais une minorité d'entre eux, soit 10 à 15%, bénéficieront d'une chirurgie par hépatectomie partielle ou tumorectomie.

L'ablathémie par radiofréquence des tumeurs hépatiques malignes était d'abord réservée aux patients jugés inopérables dont les tumeurs étaient limitées en taille et en nombre. Au cours des deux dernières décennies, favorisé par la diversification des techniques et des technologies, ce traitement s'est progressivement intégré à des stratégies thérapeutiques de plus en plus complexes s'adressant à des groupes de patients de plus en plus larges avec très peu de contre-indications. (11-13)

2. Technique :

Le terme générique de « radiofréquence » rend en réalité assez mal compte des grandes différences technologiques qui existent d'un matériel à l'autre. Ainsi, le mode monopolaire qui encore aujourd'hui est de loin le plus employé (générateur alimentant deux électrodes : l'une active est implantée au centre de la zone à traiter, la seconde « passive » est une plaque de dispersion collée sur la peau du patient) regroupe plusieurs dispositifs de conceptions très différentes (**Figure 59**).

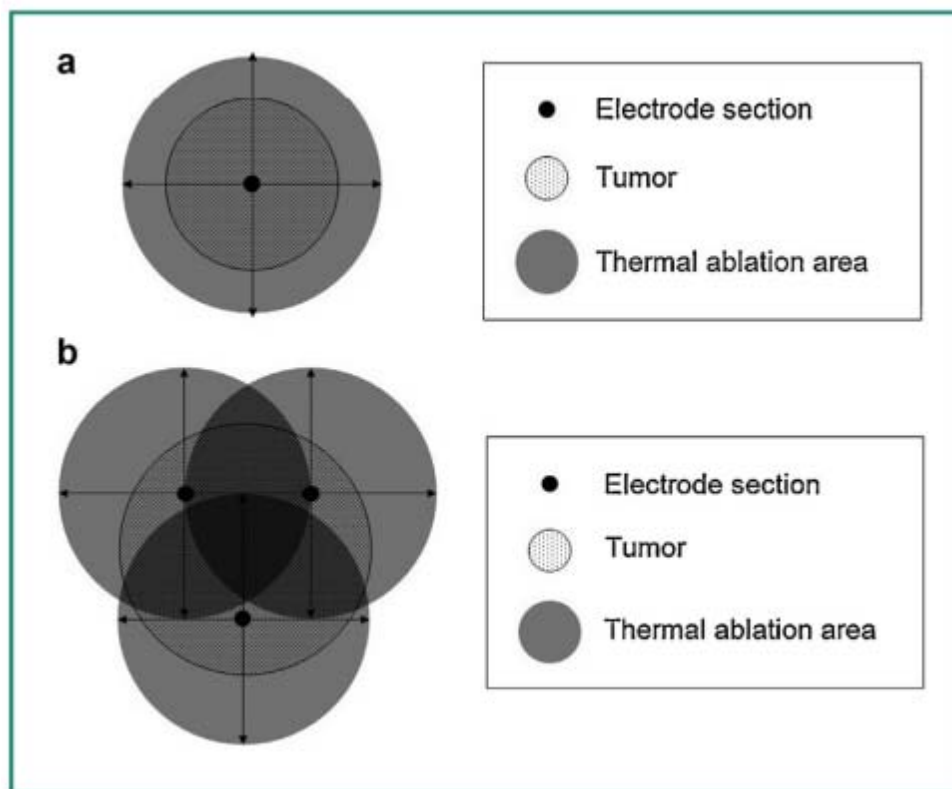


Figure 59 :

a : schématisation d'une zone d'ablation à extension centrifuge idéale à partir d'une source énergétique centro-tumorale : ablation RF monopolaire mono-électrode ;

b : schématisation d'une ablation par sommation idéale (séquentielle ou simultanée) de trois zones d'ablation à extension centrifuge isométrique à partir de trois sources énergétiques intra-tumorales para centrées : ablation RF monopolaire multi-électrodes. (11)

Avec ces systèmes, pour augmenter le volume de tissu détruit par impact, il faut améliorer la diffusion de l'énergie à partir de l'électrode active implantée dans la tumeur. Pour y parvenir, trois grands concepts ont été développés ; ils se différencient essentiellement par le design des électrodes qui peuvent être soit linéaires, soit déployables. Quelques études sur modèle animal ont montré que la forme et le volume des zones de destruction obtenues dans le foie pouvaient varier selon le dispositif monopolaire utilisé (14,15).

En intention de traitement, des différences pourraient être également mises en évidence car la faisabilité du traitement selon le design de l'électrode n'est pas la même pour une localisation donnée. Les électrodes déployables sont d'utilisation plus délicate en cas de tumeur superficielle. De faible encombrement, visualisables sur un seul plan de coupe, les électrodes linéaires sont incontestablement plus faciles à positionner, particulièrement pour les localisations réputées difficiles. Un autre système fonctionnant en mode multipolaire a été introduit en clinique depuis plusieurs années. Il consiste à implanter plusieurs (jusqu'à six) électrodes linéaires bipolaires refroidies activées séquentiellement deux à deux (**Figure 60**).

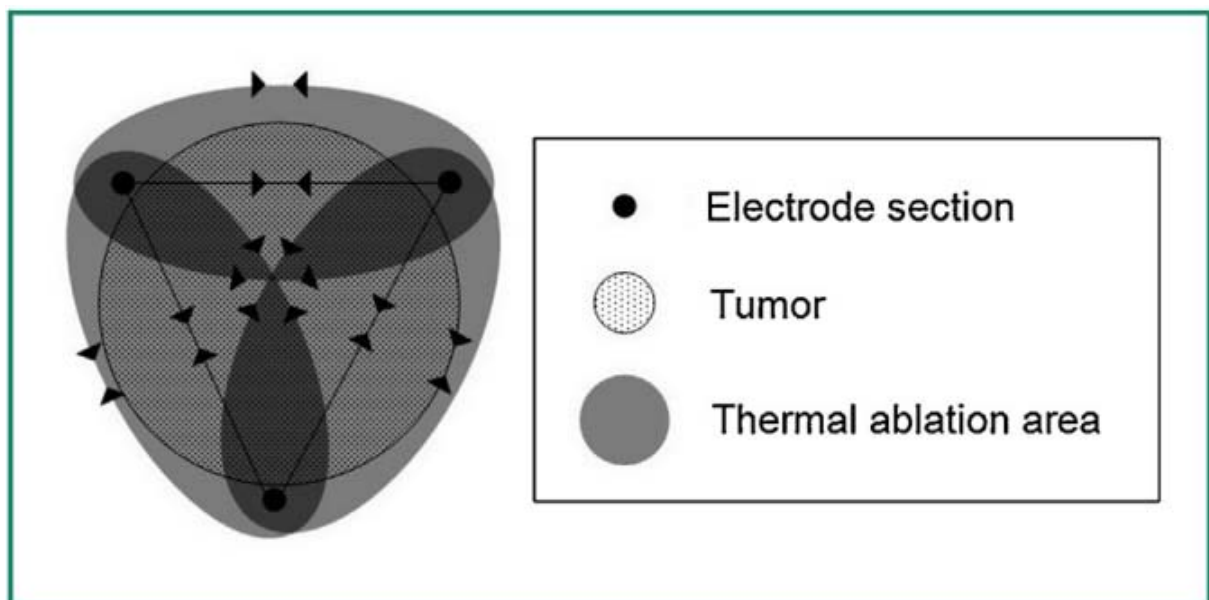


Figure 60 :Schématisation d'une ablation multipolaire par activation séquentielle bipolaire de toutes les paires d'électrodes (ici trois électrodes→trois dipôles possibles). La zone d'ablation s'étend de façon centripète entre les trois sources énergétiques d'implantation intra-tumorale périphérique.

Avec ce dispositif, il n'est donc plus nécessaire d'utiliser une électrode de dispersion : toute l'énergie produite par le générateur est délivrée dans la zone à traiter. Contrairement aux systèmes monopolaires, les tissus ne sont plus détruits par diffusion centrifuge de la chaleur à partir de l'électrode, mais de façon centripète dans les espaces séparant chaque couple

d'électrodes. Par conséquent, en mode multipolaire, ce n'est plus le centre de la tumeur qui doit être ponctionné mais sa périphérie.

En comparaison avec les dispositifs monopolaires classiques, ce système présente d'emblée plusieurs avantages : à puissance égale, une meilleure efficacité énergétique et surtout une meilleure prédictibilité des limites des zones d'ablation induites (déterminée par l'implantation des électrodes). Ces avantages se sont concrétisés dans plusieurs études pilotes qui ont montré notamment qu'il devenait possible d'obtenir des destructions complètes de tumeurs dépassant largement les trois centimètres de diamètre(16,17). De plus, avec le mode multipolaire, il n'est plus nécessaire de ponctionner les tumeurs qui peuvent être traitées suivant le concept d'« ablation no touch » emprunté de la chirurgie oncologique (16). Par conséquent, bien plus qu'une avancée technologique, c'est un véritable changement du paradigme des destructions tumorales percutanées que le mode multipolaire introduit.

Dans notre série, le système monopolaire était utilisé pour l'ensemble de nos malades.

3. Préparation du patient avant le geste :

Les préparations et les conditions avant le geste sont :

- Bilan d'extension adapté comprenant au minimum une imagerie multiphasique du foie par TDM ou IRM. Concernant l'imagerie hépatique, l'IRM est supérieure à la TDM compte tenu d'une meilleure résolution en contraste, des séquences de diffusion et de la possibilité d'utiliser des produits de contraste hépato-spécifiques (18);
- Consultation et réalisation d'une échographie par le radiologue interventionnel ;
- Obligation d'un avis favorable d'une RCP spécialisée ;
- Consultation d'anesthésie ;
- Fenêtres thérapeutiques des traitements à risque de complication (AVK...);

- Mise en œuvre de toute mesure correctrice jugée nécessaire (hémostasie, diabète, traitement d'une décompensation ascitique. . .).
- Les tests biologiques de coagulation et de fonction hépatique (calcul du Child Pugh) de moins de 48 h ;
- Courte hospitalisation (24–48 h) ; certaines procédures sélectionnées peuvent être réalisées en ambulatoire ;
- Douche bétadinée ;
- Voie veineuse périphérique ;
- La couverture antibiotiques avant et/ou pendant et/ou après la procédure n'est pas systématique, et dépend du contexte ; elle recommandée en cas de fragilité des voies biliaires induite par une anastomose bilio–digestive (19) et elle peut être utile en cas de manœuvres de protection de structures anatomiques.

4. Guidage et monitoring :

L'échographie, la tomodensitométrie (TDM) et plus accessoirement l'imagerie par résonance magnétique (IRM) peuvent être utilisées pour réaliser une ablation percutanée hépatique. Le choix devrait dépendre moins des habitudes des opérateurs que des propriétés intrinsèques de chacune de ces modalités. En effet, si à ce jour il n'existe aucune étude comparative disponible concernant ce point, il est tout de même remarquable de constater que la quasi-totalité des grandes séries publiées ont été réalisées sous guidage et monitoring échographiques (12,13,20). Le faible coût et la grande disponibilité de l'échographie participent sans aucun doute à ce choix préférentiel des centres experts. Mais plus encore, ce sont ses propriétés intrinsèques : multi-planarité, temps réel et excellente résolution en contraste tissulaire spontané qui rendent l'échographie particulièrement performante pour le guidage et le monitoring des destructions percutanées des tumeurs hépatiques (21). L'apparition de zones hyperéchogènes qui persistent plusieurs minutes après l'ablation sont une indication, bien que

suresstimée, de l'étendue définitive de la nécrose. En cas de couverture manifestement insuffisante de la zone tumorale, il est alors possible sur table de décider de la poursuite du traitement. Une injection de produit de contraste ultrasonore peut confirmer la persistance d'un reliquat tumoral et conduire à poursuivre la procédure par repositionnement des applicateurs jusqu'à l'obtention du résultat désiré.

Des avancées considérables accomplies dans le domaine de l'imagerie 3D, de fusion et de géolocalisation des instruments devraient encore renforcer la prééminence de l'échographie dans cette indication (22). Les nouvelles tables angiographiques à capteurs plans permettant des acquisitions 3D CT-like devraient aussi rapidement s'imposer comme des outils de guidage et d'évaluation précoce des techniques d'ablation percutanées. En outre, contrairement au scanner, elles offrent une accessibilité maximale au patient, ce qui permet d'utiliser très facilement et simultanément l'échographie pour le guidage et le monitoring des procédures.

Dans notre série, le guidage et le monitoring des procédures était réalisé exclusivement par échographie pour l'ensemble de nos malades. Pour 2 de nos malades, chez qui on a réalisé un traitement combiné (CHE + RF) pour des CHC, le guidage était réalisé par scopie après tatouage des lésions hépatiques qui étaient difficilement visibles en échographie.

5. Indications :

5.1. Traitement curateur

Avec la chirurgie de résection, les techniques d'ablation percutanées font partie des traitements locaux radicaux à visée curatrice. Ils sont donc classiquement envisagés chez des patients dont la maladie tumorale est peu étendue et ne présente pas d'extension extra-hépatique. La règle des « deux 3 » : 3 cm de diamètre maximal et jusqu'à 3 localisations concomitantes est la plus couramment admise pour retenir l'indication d'un traitement percutané par radiofréquence.

5.2. Traitements combinés

Pour les formes plus étendues, les traitements percutanés ne sont généralement envisagés qu'en association à d'autres traitements tels que l'hépatectomie, la chimiothérapie pour les métastases(23) et la chimio-embolisation pour les CHC. Ces traitements combinés ont aussi pour objectif l'éradication complète de toute lésion active (0 reliquat: R0). Le mode multipolaire qui permet de détruire totalement et de façon reproductible des tumeurs mesurant jusqu'à 8 cm de diamètre (16) permet de limiter le recours aux combinaisons thérapeutiques qui peuvent parfois être mal tolérées.

La combinaison de la chimio embolisation intra artérielle hépatique et de la radiofréquence est supérieure à la radiofréquence seule chez les patients avec des tumeurs de 3 à 5 cm (24). Des études sont en cours sur l'intérêt d'une association thermoablation et thérapie ciblée par atezolizumab (Tecentriq®) + bevacizumab (Avastin®) à une phase initiale de la maladie.

Dans notre série, le traitement combiné a été réalisé pour 2 malades porteurs de nodules de CHC.

5.3. Traitement d'attente de greffe hépatique pour CHC

En France, les patients présentant un petit CHC (critères de Milan : 1 nodule \leq 5 cm où jusqu'à 3 nodules \leq 3 cm) développé sur cirrhose bien compensée (Child-Pugh A) ont un délai d'attente de greffe de l'ordre d'une année. Se pose ainsi régulièrement pour eux l'intérêt d'un traitement d'attente du CHC avant la greffe afin de les maintenir dans les critères de transplantabilité de Milan. Dans cette situation, les traitements percutanés, la chimio-embolisation, voire la combinaison des deux, sont régulièrement utilisés. De fait, sans traitement, il a été rapporté dans certains centres européens des taux de sortie de liste pour progression tumorale, supérieurs à 30 % (25). En réalité, le problème n'est pas tant de savoir si les traitements percutanés sont en mesure de maintenir les patients dans les critères d'éligibilité

de la transplantation que de s'assurer que le pronostic post-greffe des patients ayant eu un tel traitement d'attente est comparable à ceux ayant été d'emblée greffés dans de plus brefs délais. Il n'existe malheureusement, dans la littérature, aucun élément tangible permettant de répondre à cette question pourtant cruciale.

Dans ces conditions, le risque d'essaimage tumoral des traitements percutanés sur les trajets de ponction est souvent invoqué pour préférer en traitement d'attente à la greffe une chimio-embolisation. Cette solution paraît peu fondée car une chimio-embolisation ne parvient à la nécrose totale des petits CHC que dans moins d'un tiers des cas (26). Or, la pénurie des greffons a pour conséquence un accès à la transplantation de plus en plus restreint pour les patients présentant un CHC sans insuffisance hépatique. La réalité est que pour une majorité de ces patients « techniquement transplantables », la greffe ne sera jamais réalisée. Pour eux, un traitement « d'attente » a donc de grandes chances d'être la seule thérapie anti-tumorale de première ligne qui leur sera donnée pendant plusieurs mois.

Ce traitement doit par conséquent être le plus radical possible afin de garantir les meilleures chances de survie à long terme au patient. Dans les critères de Milan, en dehors de la résection, seuls les traitements par destruction percutanée sont potentiellement curateurs. Ils doivent donc être utilisés en priorité, y compris quand il existe un projet de greffe qui, nous l'avons vu, est in fine loin d'être certain chez des patients ayant une bonne fonction hépatique. En outre chez ces patients, en cas de récurrence du CHC après un traitement percutané, une greffe de « sauvetage » reste possible(16). Le risque d'essaimage ne doit donc pas être exagéré. Il doit toujours être évalué en fonction de la situation clinique particulière.

Le risque d'essaimage est accru en cas de :

- De tumeur sous-capsulaire ne pouvant être abordée sans interposition de tissu hépatique non tumoral (au moins 1 cm);
- De biopsies préalables (non protégées);
- De franche élévation du taux sérique d'alfa-fœtoprotéine ;
- De tumeur peu différenciée > grade II d'Edmonson.

Dans ces situations, le mode multipolaire en mode « no touch » représente une alternative particulièrement séduisante (16).

5.4. Traitement palliatif :

La résection partielle des tumeurs hépatiques malignes ne prolonge pas de façon significative la survie des patients. Il n'existe donc pas d'indication de réduction tumorale chirurgicale. Ainsi, pour les patients présentant des métastases hépatiques, l'hépatectomie ne se conçoit que dans la mesure où l'intervention éliminerait toutes les tumeurs visibles (R0). Ce concept chirurgical a été extrapolé aux traitements percutanés par radiofréquence qui ne sont donc pas classiquement indiqués à titre palliatif. Un essai randomisé montre cependant que l'association de la radiofréquence à la chimiothérapie prolonge significativement la survie des patients présentant une atteinte métastatique hépatique (d'origine colorectale) pour laquelle une résection R0 ne peut être obtenue (27). En ce qui concerne le CHC, aucune donnée de ce type n'est actuellement disponible. Il n'est cependant pas exclu qu'à l'instar du traitement palliatif par excellence qu'est la chimio-embolisation, une réduction du volume tumoral par traitement percutané pourrait, chez certains patients, être associée à un gain en termes de survie.

6. Résultats :

6.1. En cas de Carcinome hépatocellulaire :

La RF permet une épargne du parenchyme sain et est habituellement bien tolérée. La survie est identique à la chirurgie pour les lésions de moins de 3 cm (28).

Dans les indications classiques (moins de trois tumeurs de moins de 3 cm de diamètre), la RF améliore de façon significative la qualité du contrôle local des tumeurs comparé à l'alcoolisation.(29) Le taux de réponse précoce complète de la RF pour ce type de petite tumeur est supérieur à 90 %. Selon les séries, entre 5 et 20 % de récurrence locale (au contact de la zone d'ablation) surviennent après RF (en grande majorité dans les deux ans qui suivent la RF). Le

risque de récurrence locale est principalement lié à la taille des lésions traitées. Il faut noter que ce type de récurrence est le plus souvent accessible à une nouvelle séance d'ablation percutanée. L'apparition au cours de la surveillance de nouveaux nodules séparés de la lésion initialement traitée est un événement beaucoup plus fréquent. Il concerne près de 80 % des patients dans les 5 années qui suivent la procédure d'ablation initiale. Environ 40 % de ces lésions satisfont à nouveau aux critères d'indication classique des ablations percutanées. Pour les autres, l'impossibilité de réitérer le traitement est le plus souvent lié à la multiplicité des lésions. La multi-nodularité initiale de la maladie est un facteur prédictif de récurrence à distance. La survie globale à 5 ans des patients traités pour petit CHC par radiofréquence est aux alentours de 50%.(30)

Pour les CHC de moins de 5 cm, la radiofréquence multipolaire utilisée en technique « no-touch » montre de meilleurs résultats que la radiofréquence monopolaire (31). L'utilisation de la radiofréquence multipolaire permet des ablations de CHC de plus de 5 cm avec plus de 80 % de réponses tumorales complètes (32).

Dans notre série, 3 CHC ont été traités par RF avec une taille moyenne de 28 mm

6.2. En cas de métastases d'origine colorectale :

Bien que plusieurs travaux récents aient montré une survie équivalente en cas d'ablation comparativement à la chirurgie (33,34), compte tenu du niveau de preuve insuffisant, le consensus actuel est de considérer que l'ablation ne constitue pas une alternative à la chirurgie en première intention. L'ablation percutanée est réservée aux patients qui sont non opérables en raison de leur état général altéré, de la présence de localisations hépatiques anatomiquement défavorables à la chirurgie, ou d'un foie restant insuffisant pour permettre une résection. Selon un essai prospectif randomisé, l'attitude agressive associant à la chimiothérapie résections et radiofréquences comparativement à la chimiothérapie systémique seule, permet une augmentation de survie (35). Une étude en cours prospective randomisée contrôlée multicentrique étudiant résection versus ablation (essai COLLISION) de métastases hépatiques d'origine

colorectale devrait permettre de comparer les deux techniques, en évitant les habituels biais de sélection qui attribuent à l'ablation les patients inopérables (36).

Dans notre série, 9 métastases hépatiques ont été traitées par RF dont 8 métastases d'un ADK de cancer colorectal et 1 métastase d'un néo du sein, avec une moyenne de taille de 24 mm

7. Contre-indications :

7.1. Hémostase :

Peu nombreuses, les contre-indications absolues concernent essentiellement les patients présentant un risque hémorragique majeur. Il est ainsi classique de récuser ceux dont l'hémostase est sérieusement perturbée.

Pour la plupart des équipes, les traitements percutanés sont contre-indiqués en cas de :

- Temps de prothrombine < 50 % ;
- Thrombocytémie < 50 000 ;
- Temps de céphaline activée > 10 points du témoin.

Bien que non formellement démontrée, la thermo coagulation des trajets de ponction réalisés en fin de procédure par retrait lent des électrodes activées « retrait chaud » est préconisée pour réduire les risques hémorragiques. Cette manœuvre permettrait en outre de réduire les risques d'ensemencement tumoral. (11)

Dans notre étude, la cautérisation du trajet de l'aiguille était systématique pour tous nos malades.

7.2. Cirrhose :

Paradoxalement, la cirrhose ne semble ni augmenter ni aggraver les accidents hémorragiques post-ablation percutanée. En revanche, les risques de décompensation hépatique sont plus importants chez les patients présentant les altérations hémostatiques les plus sévères. L'ascite clinique figure également souvent dans la liste des contre-indications de la

radiofréquence. Le risque hémorragique serait en effet plus important. En fait, dans un contexte de cirrhose, une ascite abondante témoigne d'une altération majeure de la fonction hépatique, situation qui contre-indique généralement tout traitement du CHC.(11)

7.3. Localisation :

Parmi les tumeurs de localisation sous capsulaire antérieure, certaines ne peuvent être ponctionnées que directement, sans interposition de tissu hépatique non tumoral. Dans ces conditions, le risque de complications hémorragiques et d'ensemencement néoplasique est plus élevé. Pour ces tumeurs, une résection limitée représente souvent la meilleure alternative thérapeutique. Celle-ci se justifie d'autant plus que le geste sera techniquement simple et limité.

En cas de contre-indication chirurgicale la radiofréquence multipolaire en technique « no touch » est une alternative séduisante.

Selon les centres, le matériel, la technique et l'expérience des opérateurs d'autres contre-indications liées à la localisation de la tumeur sont régulièrement citées. Certains sites tumoraux font en effet courir d'importants risques de dommages collatéraux. C'est en particulier le cas des tumeurs centrales (hilaires) faisant courir le risque de sténose biliaire. Le traitement des tumeurs situées à proximité du tube digestif, en particulier du côlon, est à plus grand risque de péritonite par perforation.

Une distance minimale de sécurité de 1 centimètre entre ces structures et la bordure des tumeurs est couramment préconisée. Certaines manœuvres préventives telles que le refroidissement des voies biliaires par injection endoluminale d'eau glacée pendant le dépôt d'énergie ou l'écartement de la zone de traitement des structures digestives par hydro- ou aéro-dissection permettent, dans certaines situations (37), de traiter ces localisations quand il n'existe pas d'alternative chirurgicale possible.

Le traitement percutané d'autres localisations, comme les tumeurs situées à proximité de la vésicule ou du diaphragme, nécessite aussi certaines précautions, notamment quand les zones de contact s'étendent sur plus d'un centimètre. Pour protéger le diaphragme, il sera alors

nécessaire de réaliser au préalable une ascite artificielle au dextrose (remplissage de la cavité péritonéale par injection de 1 à 3 L de G5, le patient positionné en Trendelenburg). La vésicule peut être préventivement drainée voire refroidie par circulation d'eau (le circuit de refroidissement nécessite alors un double cathétérisme de la vésicule). (11)

7.4. Sphincter d'Oddi non fonctionnel :

Les patients aux antécédents d'anastomose bilio-digestive ou de sphincterectomie ont un risque de 1/2 de développer un abcès de la zone d'ablathermie. Aucune antibioprophylaxie ou antibiothérapie n'a fait la preuve de son efficacité pour prévenir cette complication. Il est cependant difficile de considérer les patients sans sphincter d'Oddi fonctionnel mais aussi inopérables en contre-indication absolue pour tout traitement percutané, car cela revient à écarter les dernières possibilités de traitement curateur. Dans ces circonstances, le risque d'un traitement percutané peut être pris, à condition que les patients soient très attentivement surveillés dans les semaines qui suivent le geste. Tout abcès venant à se constituer devra être traité sans retard par drainage et antibiothérapie adaptée.(11)

7.5. Interférences électromagnétiques :

Délivrer des pulses électromagnétiques à proximité d'un cœur appareillé d'un stimulateur peut théoriquement endommager celui-ci. En pratique, ceci est vrai avec la RF monopolaire et les mais pas en RF bipolaire (car pour que des interférences surviennent il faudrait que le pacemaker soit localisé entre deux électrodes actives). La RF multipolaire est de ce point de vue la technique la plus sûre. En réalité, les ablations RF monopolaires sont possibles chez les patients porteurs de pacemakers (38). Avant la réalisation du geste, un avis cardiologique est tout de même recommandé. Si l'indication est maintenue, ces patients doivent être traités dans des conditions de sécurité réanimatoires ad hoc.

8. Evolution et complications :

8.1. Précoce : (1mois)

La radiofréquence n'est pas sans risque de complications. Ces dernières peuvent être minimales ou graves ; des nausées et des vomissements peuvent s'observer au réveil. Un fébricule de 38°C est habituel et transitoire mais peut cacher un abcès. Les douleurs n'excèdent généralement pas un jour ; elles sont plus importantes au cours du traitement des tumeurs sous capsulaires. Parfois des douleurs chroniques, qui durent de quelques jours à quelques semaines, s'observent après le traitement des tumeurs du dôme hépatique : elles sont vraisemblablement dues à des lésions thermiques du diaphragme. Le plus souvent, des analgésiques simples sont suffisants : paracétamol associé ou non à la codéine ou à la dextropropoxifène. Les brûlures cutanées à type d'érythème et de phlyctène peuvent s'observer au contact des plaques de dispersion placées sur les cuisses. Une augmentation des transaminases (de 2 à 4 fois la normale) est possible durant 24 heures. Les épanchements pleuraux droits minimaux et asymptomatiques sont assez souvent rapportés ; le pneumothorax droit est plus rare. Enfin, la lésion thermique d'une voie biliaire aboutit parfois à une sténose et une rétention biliaire segmentaire asymptomatique.

La présence de germes colonisant les voies biliaires de manière chronique est susceptible d'infecter une lésion de radiofréquence, surtout si la lésion induite sténose les canalicules biliaires qui drainent le territoire hépatique concerné. Il est préférable, pour le moment, de récuser ce type d'indication. L'hémopéritoine et les hématomes intra-hépatiques sont exceptionnels car la chaleur a une action coagulante ; ils sont le plus souvent asymptomatiques, détectés par l'imagerie et spontanément résolutifs. L'hématome sous capsulaire est lié au diamètre de l'aiguille, au nombre de ponctions et au volume de la tumeur sous-capsulaire. Il est le plus souvent asymptomatique. Les infarctus, le plus souvent asymptomatiques, sont secondaires à une thrombose ou à une sténose veineuse. Un cas de faux anévrisme intra hépatique, un cas d'hémobilie et un hémothorax secondaire à un abord intercostal ont été publiés.

Dans notre étude : les complications post opératoires précoces survenues au décours de la destruction par radiofréquence était uniquement à type de douleurs abdominales légères.

La morbidité de la RF est faible ou nulle dans la plupart des études. Curley et al. signalent un cas d'hémorragie intra tumorale à j5, traitée par embolisation (39). De Baere et al. ont observé six cas de brûlure cutanée sur 26 sessions effectuées en percutané : les brûlures qui siégeaient sous les plaques de dispersion du courant électrique n'ont plus été constatées après changement du type de matériel (40). La plupart des autres complications sont habituellement attribuées à la chirurgie de résection associée, mais Bilchik et al. ont récemment comparé les résultats de la RF à ceux de la cryothérapie et de leur association (308 cas au total, dont 68 RF), et ont déclaré que dans leur expérience les complications de la RF consistaient en une hémorragie (7 %), trois abcès (23 %), et un décès (41). Scudamore et al. notent un cas de thrombose portale dans une série de 24 patients.

8.2. Evolution et complications tardives :

❖ Carcinome hépatocellulaire :

L'effet du traitement peut être jugé par différents critères :

- Absence de rehaussement nodulaire sur les images des TDM ou d'IRM après injection de produit de contraste,
- Baisse de l'alpha-fœtoprotéine,
- Absence de cellules malignes lors de biopsies ou de résections chirurgicales.

En général, les critères d'imagerie sont fiables ; les performances de la TDM et de l'IRM sont similaires. (42) Plusieurs études existent sur la morbi-mortalité de la radiofréquence dans les carcinomes hépatocellulaires. **Le tableau IX** résume quelques unes d'entre elles.

**Tableau IX : Études évaluant la destruction par RF des CHC, ICE :
internally cooled electrode (électrode avec système de refroidissement interne);
EE : expandable electrode (électrode déployable)**

Auteurs	Année	Nombre de patients / Approche	Taille des tumeurs (moyenne en cm)	Récidive in situ	Récidive à distance hépatique ou extra hépatique	Survie a long terme	Complications
Lencioni et al	2005	206 Percutanée	< 5cm	10 %	49 %	Médiane : 57 mois 1an : 97% 2ans : 71% 3ans : 57% 5ans : 48%	Majeur : 2% Mineur : 5%
Guglielmi et al	2003	65 Percutanée	4cm	6,8 %	28,3 %	1an : 87% 2ans : 63% 3ans : 45%	Majeur : 0% Mineur : 20,7%
Buscarini et al	2001	88 Percutanée	3,5cm	ICE : 29% EE : 14%	-	Médiane : 48 mois 1an : 89% 3ans : 62% 5ans : 33%	Majeur : 2,3 % Mineur : 15,9%
Giovannini et al	2003	56 Percutanée	4,1cm	7,1 %	12,4 %	3ans : 94,2%	-
Shibata et al	2006	74 Percutanée	< 3cm	ICE 3ans : 20% EE 3ans : 22%	-	ICE 3ans : 94% EE 3ans : 77%	Majeur : ICE : 0% EE : 2,8%
Raut et al	2005	194 : 140 Percutanée + 54 Per-op	3,3 cm	4,6%	48,5 %	1an : 84,5% 2ans : 68,1% 5ans : 55,4%	Mortalité : 1% Mineur/Majeur : 12%
Berber et al	2004	66 cœlioscopies	-	-	-	Médiane : 25,3 mois 1an : 78% 2ans : 48% 3ans : 38%	-
Tateishi et al	2004	664 Percutanée	2,6 cm	2,4 %	54 %	1an : 94,7% 3ans : 77,7% 5ans : 54,3%	Majeur : 4% Mineur : 1,7%
Poon et al	2004	80 Per cutanée Tumeurs sous capsulaires : 48 Tumeurs non sous capsulaires : 32	Tumeurs sous capsulaires : 3,4cm Tumeurs non sous capsulaires: 2,2cm	-	Tumeurs sous capsulaires : 4,3% Tumeurs non sous capsulaires : 12,5%	Tumeurs sous capsulaires : 1an : 88,3% Tumeurs non sous capsulaires : 1an : 79,4%	Tumeurs sous capsulaires : 14,6% Mortalité : 2,1% Tumeurs non sous capsulaires : 15,6% Mortalité : 0%

❖ **Métastases secondaires à un cancer colo rectal :**

Dans notre étude, une récurrence in situ à 4 mois a été constatée chez une patiente de 50ans qui présentait 4 métastases hépatiques secondaires à une tumeur colique, ces lésions ont été traitées d'abord par radiofréquence en 2 séances. La récurrence a été notée dans la surveillance au cours de l'IRM de contrôle 8 semaines après la 2^{ème} séance de RF.

Cependant l'absence de recul suffisant ne nous permet pas d'évaluer la survie à long terme des patients traités par radiofréquence.

La destruction par radiofréquence est de plus en plus utilisée dans le traitement des métastases de cancer colorectal. Le **tableau X** montre les résultats de quelques études sur la

morbi mortalité de la destruction par radiofréquence dans les métastases hépatiques de cancers colorectaux.

Tableau X : Études évaluant la destruction par radiofréquence seul sur les métastases hépatiques des tumeurs colo rectale

Auteurs	Année	Nombre des patients	Taille des tumeurs (moyenne en cm)	Récidive in situ	Récidive à distance hépatique ou extra hépatique	Survie a long terme	Complications
Curley et al	1999	123 Percutanée : 31 Per-op : 92	Moyenne: 3,4 0.5-1.2	1.80%	27.6%	-	2.4% mineur
De Baere et al	2000	68 Percutanée : 47 Per-op : 21	1.0-4.2	9 %	14.8%	-	5.8% mineur 4.4% majeur
Guilliams et al	2001	69 Percutanée : tous	1.0-8.0	N/D	58 %	1y: 90% 2y: 60% 3y: 34% 4y: 22%	12% mineur 3.2% majeur 1 décès
Guilliams et al	2005	73 Percutanée : tous	Moyenne: 3.9 1.0-12	N/D	50 %	Médiane: 31 1y: 91% 3yr: 28% 5yr:25%	6% mineur 4% majeur
Solbiati et al	2001	117 Percutanée : tous	Moyenne: 2.6 0.6 -9.6	39 %	57 %	Médiane: 36 1y: 93% 2y: 69% 3y: 46%	1 mineur 1 majeur

9. Modalités de surveillance à long terme :

La surveillance clinique, biologique et radiologique permet d'évaluer l'efficacité du traitement. Nous avons évoqué les éléments du suivi post-thérapeutique immédiat et notamment les complications. A distance, il importe de rechercher un reliquat tumoral dans la zone de nécrose thérapeutique et de nouvelles lésions qui apparaîtraient dans l'évolution naturelle de la maladie (nouvelles lésions de carcinome hépatocellulaire sur un foie cirrhotique ou nouvelles métastases dans l'histoire d'un cancer colo rectal). Les dosages biologiques (l'Alfa-fœtoprotéine ou l'antigène carcinome embryonnaire, bilan hépatique complet) accompagnent les examens d'imagerie. Une consultation de synthèse avec l'opérateur est organisée à chaque étape de contrôle afin de confronter ces données avec l'examen clinique. (40,42)

9.1. Evolution histologique :

Elle nous renseigne sur la manière de surveiller dans le temps et nous guide vers les techniques d'imagerie à utiliser. La vascularisation lésionnelle reste le pivot de la surveillance et est exploitée par toutes ces techniques. A la phase initiale, d'un point de vue histologique, le centre lésionnel correspond à la tumeur traitée et parfois à un hématome thermo-coagulé. Il est donc totalement avasculaire et évolue vers la liquéfaction. Un granulome inflammatoire se forme rapidement à la fin du traitement autour de la lésion de la radiofréquence. Il perdure environ 4 à 6 semaines en s'organisant généralement de manière circonférentielle en couronne. Ce granulome est abondamment vascularisé, présentant parfois les caractéristiques d'une vascularisation pseudo-néoplasique.

Selon la position de la lésion créée, il peut se produire des anomalies de la perfusion parenchymateuse au voisinage. Lorsqu'une lésion tumorale est insuffisamment détruite ou si elle récidive, elle est difficilement individualisable d'un granulome inflammatoire dans les 2 mois qui suivent le traitement. L'hématome en transformation peut également gêner l'observation d'une prise de contraste en TDM (par l'aspect hyperdense spontané) ou en IRM (hyper-signal T1 et hyper-signal T2). (40)

9.2. Surveillance radiologique à long terme :

L'évolution de la lésion histologique après radiofréquence nous indique qu'une imagerie n'est pas nécessaire en post-thérapeutique immédiat (avant 1 mois sauf si l'on a un doute sur la balistique) et serait, à notre avis, même un facteur d'erreur d'interprétation car l'hyper vascularisation pourrait être jugée comme une récidive. Cependant, certains auteurs préconisent un contrôle dans les jours qui suivent la procédure. Un deuxième examen après quatre mois puis, un troisième après 6 mois, sont communément admis pour rechercher un résidu tumoral. Les examens à réaliser ultérieurement ont pour but de rechercher une récidive de la maladie à distance de la lésion traitée. Nous proposons un contrôle au bout de 12 mois puis de 18 mois.(43)

❖ **Tomodensitométrie :**

D'un point de vue technique, un examen spiralé est de rigueur. L'acquisition doit être réalisée en coupes millimétriques (1mm) sans injection puis avec injection de PDC à un débit supérieur à 2,5 ml/s. Dans le cas idéal, elle comporte une phase artérielle précoce, une phase portale et une phase d'équilibre.

La lésion de radiofréquence apparaît hypodense (cavité liquéfiée) spontanément. Parfois, elle peut apparaître hyperdense en raison de saignement lors de la ponction. Aucune prise de contraste ne doit être observée au centre de la lésion. En périphérie, la prise de contraste en couronne est quasiment systématique dans les 48 h après le début du traitement, persistant 4 à 6 semaines puis devenant mince (2 mm) après 2 mois.

Au-delà de cette période, une prise de contraste annulaire dont l'épaisseur est supérieure à 2 mm, une image festonnée endoluminale de nature tissulaire, ou une image nodulaire au contact de la lésion de radiofréquence est suspecte de récurrence.

Pour les carcinomes hépatocellulaires typiques, la prise de contraste au temps artériel facilite la distinction entre tissu tumoral et tissu inflammatoire (43).

❖ **Imagerie par résonance magnétique :**

L'IRM est vraisemblablement l'imagerie la plus fiable pour le contrôle à distance. La nécrose est en hyposignal en séquence T2 et ne prend pas le contraste ; sa taille diminue à partir du troisième mois.

En revanche, la tumeur est hyper-vascularisée : Cette prise de contraste est parfois décelée uniquement en IRM et pas en TDM : l'IRM semble en effet plus sensible dans ce domaine ; la tumeur résiduelle augmente de taille sur les IRM successives (15,44).

Il existe une bonne corrélation entre les zones hypovascularisées induites par la radiofréquence et la destruction histologique (écart de moins de 2 mm).(45)

Tout comme la TDM, l'IRM ne doit pas être réalisée avant la sixième semaine ; en effet la réaction inflammatoire générée par la destruction par RF peut se manifester par une fine

couronne hyper-vascularisée péri-tumorale et par un signal hétérogène en T1 et en T2 : le diagnostic différentiel avec la tumeur résiduelle est alors difficile. La mise en évidence d'un signal liquidien (hypoT1 et hyper T2 franc) et gazeux (hypoT1 et T2) doit faire suspecter un abcès secondaire au traitement (46).

❖ **Les signes d'une récurrence locale :**

- Les reliquats tumoraux siègent en périphérie de la zone traitée. L'aspect habituel est un bourgeon nodulaire ou un épaissement irrégulier de la paroi de la lésion de radiofréquence.
- La prise de contraste de ces zones s'apparente à la tumeur avant le traitement. Du fait de l'hyper-signal T1 (ou de l'hyperdensité) fréquent après traitement (environ 50% des patients suivis), la prise de contraste est difficile à observer.
- La soustraction peut être utile.
- La comparaison entre plage nécrosée et plage suspecte est également rentable.
- La pondération T2 est à ce propos un plus puisque la zone de nécrose apparaît habituellement en hypo-signal et la récurrence en hyper-signal modéré.

La récurrence survient localement dans les 4 à 6 premiers mois. Au-delà de cette période, on ne constate plus de récurrence au point de traitement (5 à 15% en fonction des séries). En revanche, il faut rechercher attentivement une deuxième localisation de la maladie (cirrhose) ou l'apparition de nouvelles métastases hépatiques fréquentes au cours de la première année après le traitement. Environ 50% des patients traités pour hépato-carcinome présentent une récurrence dans ce délai. (45)

❖ **Échographie doppler avec injection de produit de contraste :**

L'utilisation d'agents de contraste échographiques avec modes harmoniques, et l'utilisation d'inversion de phase associée pour la surveillance des traitements sont en cours d'évaluation. Le principe reste basé sur la dévascularisation par le traitement. (43)

Certaines études rapportent une excellente spécificité (proche de 100%) mais une sensibilité faible (50%), de l'écho doppler avec produit de contraste, dans la détection des métastases insuffisamment traitées. La détection des insuffisances de traitement des CHC serait excellente dans les 18 premières heures selon Choi (45,47).

❖ **PET scan :**

La tomographie par émission de positrons : Elle semble plus sensible dans le diagnostic de récurrence tumorale que la TDM et l'IRM mais reste peu répandue. (48)

Dans notre étude, La surveillance radiologique a été réalisée par une IRM hépatique avec une moyenne de 6 à 8 semaines après le geste de RF.

IV. Place de la radiofréquence pulmonaire :

1. Généralités :

Le cancer du poumon est la première cause de mortalité d'origine oncologique et représentait 29 % des décès liés au cancer en 2009 aux États- Unis (49). Le traitement chirurgical, associant lobectomie ou pneumonectomie et curage ganglionnaire médiastino-hilaire, reste le seul traitement curatif prouvé du cancer bronchique non à petites cellules (NSCLC) de stade I- II. Cependant, 15 à 30 % des patients ne pourront bénéficier de la chirurgie, le plus souvent en raison d'un mauvais état général ou de facteurs de comorbidité cardiopulmonaires à l'origine d'une réserve pulmonaire insuffisante ou d'un haut risque chirurgical (49,50).

Par ailleurs, le poumon est en fréquence, après le système lymphatique, le deuxième organe siège de métastases de cancers extra-pulmonaires. Environ 20 % des patients chez qui la lésion néoplasique primitive a été réséquée présentent des métastases exclusivement pulmonaires.

Lorsque le nombre des métastases est limité, leur résection est associée à une amélioration de la survie (49). Cependant, les critères d'exclusion à la chirurgie précités s'appliquant à nouveau, des alternatives thérapeutiques doivent être envisagées, notamment la radiothérapie externe avec ou sans chimiothérapie. Celles-ci améliorent la survie de façon modeste, souvent avec une toxicité importante pour le patient (51,52).

Dès lors, une prise en charge thérapeutique mini-invasive est recherchée, et l'ablation percutanée des tumeurs malignes focales semble une option intéressante. En effet, elle améliore le contrôle tumoral local et augmente la survie des patients porteurs d'un NSCLC de stade précoce ou présentant une atteinte métastatique limitée, dans un contexte de mauvais statut cardiopulmonaire, d'échec des traitements traditionnels ou de refus de la chirurgie.

La thermo-ablation percutanée est une technique qui semble particulièrement bien adaptée au traitement des lésions pulmonaires, l'effet isolant de l'air du tissu pulmonaire normal entourant la lésion agissant comme un four en concentrant la chaleur au sein de la cible (53). Pour un niveau d'énergie donné, le volume d'ablation est ainsi plus large que dans d'autres tissus mous. Par ailleurs, le parenchyme pulmonaire normal guérit rapidement après une lésion thermique, et ainsi les dommages au poumon sain environnant sont minimales (53).

En théorie, les avantages principaux des techniques de thermoablation sous contrôle de l'imagerie sont donc : une épargne relative des tissus sains permettant de traiter des patients dont la réserve cardiorespiratoire réduite exclut une chirurgie, une moindre morbidité-mortalité, une convalescence plus courte, un coût moindre, la possibilité de réaliser le traitement en ambulatoire, une synergie potentielle avec d'autres traitements, et la possibilité de répéter le traitement(54).

2. Indications :

L'approche thérapeutique de toute lésion tumorale doit être multidisciplinaire, la place respective de chaque thérapie évoluant continuellement en fonction de ses progrès respectifs.

Il est important de garder en mémoire que l'ablation, tout comme la chirurgie, ne permet qu'un contrôle local de la maladie. Les trois axes principaux d'indication des ablations sont le traitement curatif, la prolongation de la survie et le traitement palliatif de symptômes comme la douleur (51).

Les indications essentielles actuelles des traitements par ablation percutanée au niveau thoracique, soit comme traitement unique, soit comme traitement combiné, sont reprises dans le **tableau XI**.

Tableau XI : Indications actuelles des traitements par ablation percutanée au niveau thoracique (55)

CBNPC de stades I ou II chez des patients non opérables ou refusant la chirurgie
CBNPC de stade IIIa soigneusement sélectionné
Maladie métastatique pulmonaire récidivante ou limitée
Certaines lésions métastatiques pleurales, dans un but curatif ou non
Réduction du volume tumoral en vue d'empêcher l'envahissement de structures vitales ou de favoriser une résection chirurgicale ultérieure
Contrôle palliatif de la douleur ou d'autres symptômes
(Ablation adjuvante ou néo-adjuvante)

La lésion cible idéale est une lésion unique, de moins de 3 cm, située à distance de gros vaisseaux ou de grosses bronches, du médiastin et de la paroi thoracique (52,56-63) En cas de CBNPC, la chirurgie devra toujours être proposée en première intention, la lobectomie avec révision ganglionnaire étant supérieure à la résection chirurgicale sub-lobaire et donc, *ipso facto*, à l'ablation percutanée (51). L'ablation ne sera indiquée que chez les patients inopérables pour raisons médicales ou en cas de refus de la chirurgie.

Concernant les métastases, l'épargne du parenchyme sain est un argument favorable à l'ablation percutanée, qui peut donc être une alternative à la chirurgie chez les patients non opérables, en cas de résection sub-lobaire difficile, par exemple si les lésions sont profondes ou s'il y a des adhérences pleurales, et en cas de récurrence après métastasectomie ou autre traitement. La nature du cancer primitif et son degré de contrôle sont des facteurs importants à

prendre en considération, influençant le caractère potentiellement curatif du traitement. Ainsi, le cancer colorectal et le sarcome métastasés représentent les affections les plus adaptées à ce type de traitement, de même qu'à la chirurgie. Le nombre maximal de lésions traitables n'est pas défini de manière stricte, considéré entre trois et six selon les auteurs, de préférence regroupées dans une même zone d'ablation et d'un diamètre inférieur à 5 cm, idéalement inférieur à 3,5 cm.

Bien que les indications avec potentiel curatif soient toujours privilégiées, des lésions pleuropulmonaires plus volumineuses et à croissance lente peuvent dans certains cas bénéficier d'un contrôle local par ablation percutanée en synergie avec d'autres traitements (63). L'indication d'une ablation cytoréductrice visant à nécroser la portion centrale de grosses tumeurs et à augmenter la sensibilité de la couronne tumorale périphérique à la chimiothérapie et à la radiothérapie reste théorique à l'heure actuelle (52).

L'ablation percutanée peut également favoriser ou permettre d'autres gestes thérapeutiques (rôle néo-adjuvant), par exemple traiter une lésion dans un poumon et permettre la résection chirurgicale d'une lésion contro latérale, ou encore réduire la taille d'une lésion afin de diminuer le volume de la résection chirurgicale ultérieure(64).

L'ablation thermique a également été utilisée dans un but antalgique en cas de métastase osseuse ou de masse pariétale thoracique (59,65). Enfin, d'autres indications plus restreintes émergent, comme la récurrence située dans le champ d'irradiation ou divers symptômes réfractaires, tels qu'une toux, une hémoptysie ou des douleurs (51,52,61,66,67).

3. Contre-indications :

Les contre-indications sont globalement les mêmes que pour une ponction percutanée diagnostique.

Les troubles de l'hémostase devront impérativement être contrôlés.

Une réserve pulmonaire fortement réduite ($FEV1 < 0,6$ L), une hypertension artérielle pulmonaire sévère ou un poumon unique ne sont pas des contre-indications absolues (51,68).

L'anesthésie générale ou la sédation profonde peuvent régler certains problèmes de non-coopération, de positionnement difficile ou de toux incoercible.

Une pneumopathie aiguë dans la région concernée par le geste devra être traitée préalablement afin de limiter la propagation des lésions thermiques au poumon non tumoral (52). Idéalement, les patients porteurs d'un pacemaker/stimulateur cardiaque devraient être traités par cryoablation ou par MW, qui ont moins d'effets sur ces systèmes que la RF.

4. Procédure :

La confirmation de la nature tumorale de la lésion doit être obtenue avant la planification de la procédure. Quel que soit le type d'énergie utilisée, la procédure est généralement réalisée sous sédation consciente ou sous anesthésie générale, en fonction du choix ou de l'expérience de l'opérateur, du patient ou de la lésion (54,69,70). Au minimum, le patient est mis sous oxygène et monitoré en salle d'imagerie interventionnelle, avec contrôle continu des paramètres cardiorespiratoires. En cas d'utilisation de RF unipolaire, deux électrodes de dispersion au minimum seront soigneusement collées sur les cuisses. La plèvre pariétale sera anesthésiée et des analgésiques systémiques seront administrés, la thermo-ablation de lésions pariétales ou proches de la plèvre pouvant être très douloureuse pendant ou après la procédure (surtout par RF).

En cas de traitement d'une tumeur pulmonaire proche de la plèvre, la création d'un pneumothorax artificiel peut diminuer les douleurs occasionnées (71).

Les précautions, la facilité technique et la procédure de positionnement de l'aiguille/antenne sont similaires à celles de la PTT (72). Lorsque plusieurs aiguilles sont nécessaires pour traiter l'ensemble de la lésion, celles-ci seront toutes positionnées avant d'appliquer toute énergie. Leur déploiement précis est grandement facilité par l'utilisation du

fluoro-CT, et leur positionnement optimal par rapport à la lésion et aux organes non cibles sera confirmé par un contrôle volumétrique avec reformatages MPR (73) (**Figure 61**).

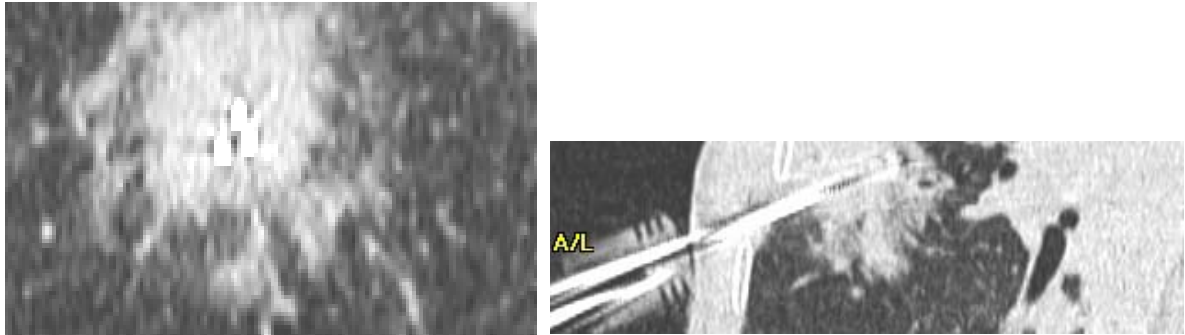


Figure 61 : TDM pulmonaire en reformation coronale et sagittale et en fenêtres parenchymateuse, montrant le bon positionnement de l'aiguille de RF de type Cluster au centre du nodule pulmonaire.

La durée et le nombre de traitements appliqués à la lésion dépendront d'une part du type d'énergie et du système utilisés, et d'autre part de la morphologie de la lésion traitée.

La forme de chaque zone d'ablation est spécifique à chaque système et est en général ovale, dans l'axe perpendiculaire à l'aiguille.

Les critères de réussite du traitement sont variables d'un système à l'autre, certains se basant sur une majoration brusque d'impédance (*roll-off*), d'autres sur la température intratumorale (70 °C idéalement). Il est également très important d'ablater une zone de tissu sain au pourtour de la lésion, analogue aux marges chirurgicales ; une marge de 0,8 à 1,0 cm est ainsi conseillée puisqu'on ne peut prédire l'extension microscopique au pourtour de la lésion sur base de la TDM.

Cette marge apparaît sous la forme d'une couronne de verre dépoli, correspondant à l'association de nécrose de coagulation, de congestion, d'inflammation et d'hémorragie pulmonaire ; cette couronne devra être identifiée dans les trois dimensions (**Figure 62**).

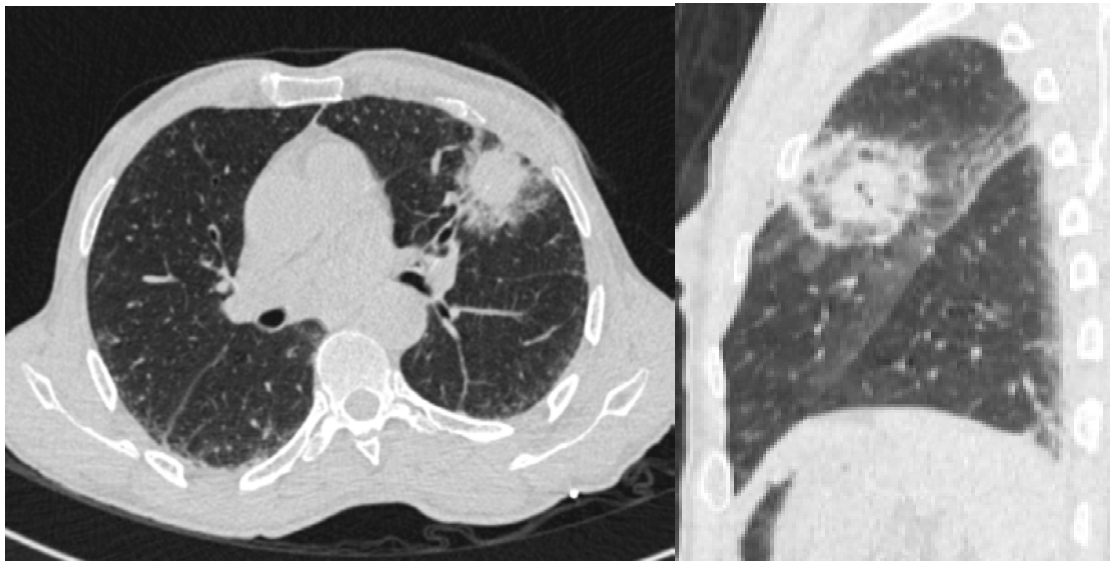


Figure 62 : Contrôle TDM post ablation : coupe axiale et reformation sagittale, objectivant l'aspect de l'ablation complète du nodule du lobe supérieur gauche. Aspect en halo inversé

Diverses études ont rapporté plus de 80 % d'échec de traitement lorsque la couronne de verre dépoli n'était pas identifiée sur les coupes TDM de contrôle (74,75). Lorsque la surface totale de la lésion thermique est quatre fois supérieure à celle de la tumeur, le taux de succès de l'ablation est de 96 % alors qu'il tombe à 80 % si cette proportion n'est pas atteinte (76). De même, lorsque le volume d'ablation est plus de trois fois supérieur au volume tumoral, la destruction tumorale est complète dans 83 % des cas contre 61 % si cette proportion n'est pas atteinte (60).

Si la lésion est en contact ou proche du médiastin, plus particulièrement en cas de proximité avec de grosses structures vasculaires, un phénomène de *heat-sink effect* peut se produire, tandis que l'œsophage, la trachée et les structures nerveuses (médiastinales et pariétales, surtout le plexus brachial) sont particulièrement sensibles à la thermo-ablation. Au besoin, un pneumothorax iatrogène peut être créé pour éloigner la lésion du cœur ou de gros vaisseaux, et une hydrodissection à l'aide de liquide glucosé peut être réalisée pour isoler les structures sensibles. Un contact avec des vaisseaux de plus de 3 mm ou des bronches de gros calibre devrait favoriser l'utilisation des MW ou la cryoablation, moins sensibles au *heat-sink effect* que la RF.

Enfin, il faut toujours surveiller les tissus cutanés au niveau du point de ponction, très sensibles aux lésions thermiques. En cas de traitement superficiel, des mécanismes de refroidissement ou de réchauffement locaux en fonction du type d'énergie employé seront utilisés pour les protéger.

A la fin du traitement, certains systèmes permettent une cautérisation du trajet intra pulmonaire de l'aiguille afin de réduire le risque d'hémorragie, de pneumothorax et surtout de dissémination tumorale.

Le patient sera ensuite surveillé et monitoré en salle de réveil. Une radiographie du thorax est obtenue 2 à 4 heures après l'intervention. Des antidouleurs seront administrés à la demande, et des anti-inflammatoires sont souvent prescrits pour prévenir le syndrome post ablation. En fonction du type d'anesthésie, les patients sortent de l'hôpital soit le jour même, soit à 24 ou 48 heures.

5. Résultats :

Le taux d'ablation complète est de l'ordre de 90 % dans une revue récente de la littérature, incluant 17 séries (77). La comparaison des résultats des différentes études est cependant difficile en raison de l'hétérogénéité des populations, des caractéristiques tumorales, des techniques de traitement (ablation seule ou combinée à une chimiothérapie par exemple) et de l'absence de standardisation des critères de réponse et de suivi. La plupart des études s'accordent cependant pour démontrer un taux d'ablation complet significativement plus bas lorsque les tumeurs dépassent 2 ou 3 cm de diamètre, même en cas de traitement combiné avec d'autres techniques (51,52,56,57,59,60,76,78,79)

Les données sur la survie post-ablation ne sont pas encore matures, la technique étant récente. Il est par ailleurs important d'intégrer ces données dans celles de l'approche multidisciplinaire traditionnelle par chirurgie, chimiothérapie et radiothérapie.

Ainsi, la chirurgie est le traitement de choix des NSCLC des tades I et II, avec une survie respective de 75 et 50 %. Le taux de récurrence est inférieur en cas de lobectomie/pneumectomie

que de résection sub-lobaire. Pour le stade IIIa, la survie suite à une prise en charge multidisciplinaire classique n'excède pas 10 à 15 %. Le stade IIIb n'est pas chirurgical, et l'association radio-chimiothérapie résulte en une survie inférieure à 5 % (51,80). La chimiothérapie seule est utilisée dans le stade IV avec une survie médiane de 8 mois environ. Les premiers résultats des traitements percutanés des stades I et II semblent comparables à ceux de la chirurgie (Tableau XII).

Tableau XII : Ablations percutanées dans le traitement des CBNPC.

* + Radiothérapie.

** Inclus des NSCLC et des métastases.

			Patients	Lésion	Taille moyenne (cm)	Survie globale (%)				
						1 an	2 ans	3 ans	4 ans	5 ans
Akeboshi	2004	RF	10	13	2,7 +/- 1,3	89	-	-	-	-
Grieco	2006	RF*	37	-	-	87	70	57	-	-
De Baère	2006	RF	9	9	-	-	76 (18 mois)	-	-	-
Simon	2007	RF	75	80	2,7	78	57	36	27	27
Pennathur	2007	RF	19	-	2,6	95	68	-	-	-
Hiraki	2007	RF	20	-	2,4	90	-	74	-	-
Lencioni	2008	RF	33	-	1,7	70	48	-	-	-
Wolf **	2008	MW	50	82	3,5 +/- 1,6	65	55	45	-	-
Lanuti	2009	RF	31	34	2	85	78	47	-	-
Ambrogi	2011	RF	57	59	2,6	83	62	40	-	25

Après résection chirurgicale, la survie des patients porteurs de métastases pulmonaires est de 36, 26 et 22 % à 5 ans, 10 ans et 15 ans, respectivement. En cas de résection incomplète, la survie tombe à 13 et 7 % à 5 et 10 ans (81). Après ablation percutanée de lésions

métastatiques pulmonaires, la survie est de 64 à 78 % à 2 ans et de 27 à 57 % à 5 ans (58,62,63,76,82)

(Tableau XIII)

Les résultats sont significativement meilleurs en associant l'ablation à l'arsenal thérapeutique conventionnel par rapport à la chimiothérapie seule (87 *versus* 33 %) (83).

Tableau XIII : Ablations percutanées dans le traitement des métastases pulmonaires.

* Neuf patients avec CBNPC.

** Inclus des CBNPC et des métastases.

			Patients	Lésion	Taille moyenne (cm)	Survie globale (%)				
						1 an	2 ans	3 ans	4 ans	5 ans
Akeboshi	2004	RF	21	41	2,7 +/- 1,3	84	-	-	-	-
Yan	2006	RF*	55	-	2,1 +/- 1,1	85	64	46	-	-
De Baère*	2006	RF	51	91	1,7 +/- 0,9	-	71 (18 mois)	-	-	-
Simon	2007	RF	18	28	2,7	87	78	57	57	57
Yamakado	2007	RF	71	155	2,4 +/- 1,3	84	62	46	-	-
Wolf **	2008	MW	50	82	3,5 +/- 1,6	65	55	45	-	-
Lencioni	2008	RF	73	150	1,7	89 - 92	64 - 66	-	-	-
Gilliams	2008	RF	37	72	1,8	-	-	-	-	-
Rosenberg	2009	LITT	64	108	2	81	59	44	44	27
Pallusière*	2011	RF	189	350	1,5	-	72	60	51	-

Les résultats globaux de l'ablation percutanée sont difficiles à comparer à ceux des autres thérapeutiques, plus particulièrement à ceux de la chirurgie, en raison de différences de population traitée. En effet, la grande majorité des patients traités par ablation présentent des contre-indications aux autres types de traitements. Cela rend les résultats des thérapeutiques

par ablation d'autant plus encourageants. Ainsi, après ablation, la survie liée au cancer est de l'ordre de 83–93 % à 1 an, 68– 75 % à 2 ans et 59– 61 % à 3 ans (57,84,85).

L'ablation thermique par RF dans le traitement de la douleur est efficace dans 70 % des cas de lésion pariétale thoracique (59).

Des études seront nécessaires pour évaluer les résultats de l'effet synergétique théorique des plusieurs traitements, par exemple en associant ablation percutanée et radiothérapie, notamment la radiothérapie stéréotaxique qui semble offrir de meilleurs résultats que la radiothérapie conventionnelle (79,86). En cas de néoplasie de stades I et II, les premières études portant sur ces traitements combinés ont rapporté une survie de 87, 70 et 57 % à 1, 2 et 3 ans respectivement, soit supérieure à celle suivant une ablation percutanée seule (52,59,61). Il semble également opportun de proposer une chimiothérapie adjuvante à l'ablation percutanée pour augmenter la survie des patients avec NSCLC.

Enfin, des ablations répétées sont parfois nécessaires chez les patients montrant une persistance de tissu tumoral viable, améliorant le contrôle local (52,57,87).

Malgré une possible atteinte transitoire durant les 3 premières semaines après l'ablation, la fonction respiratoire globale testée à 6 ou 12 mois ne montre pas de dégradation liée à l'intervention (57,76,79,84).

6. Complications :

Les ablations percutanées sont des procédures bien tolérées lorsque réalisées par un opérateur expérimenté. Les complications sont généralement mineures, et le taux de complications majeures est de moins de 10 % (51,72,88). Le taux de mortalité rapporté est de 0,4– 2,6 %, le plus souvent sur saignement important, ARDS, sepsis pulmonaire, insuffisance cardiaque, embolie pulmonaire ou autre, le décès survenant généralement à distance de l'intervention (54,75,77,88).

Bien que la procédure soit bien tolérée, le patient peut présenter de la toux ou éprouver des douleurs d'intensité légère à modérée, surtout en cas de RF (52,73). La cryothérapie a l'avantage d'être moins douloureuse que les techniques de traitement par la chaleur en cas de lésion pleurale ou pariétale.

Le pneumothorax est la complication mineure la plus fréquente (10– 50 %). Les facteurs de risque et les moyens pour l'éviter sont semblables à ceux des PTT. Le taux de drainage thoracique est globalement similaire à celui rapporté après PTT (10– 30 %) (51,75).

L'hémorragie intra parenchymateuse est peu fréquente et davantage due à la manipulation de l'aiguille qu'à la thermoablation elle-même, puisqu'elle a un effet cautérisant.

Des hémoptysies mineures sont rapportées dans 15 % des cas ; les hémorragies majeures concernent plus souvent des lésions proches des hiles.

Un épanchement pleural, habituellement de petit volume et disparaissant rapidement, peut se former en cas de lésion périphérique (75). Il faut s'assurer qu'il ne se majore pas, ce qui traduirait la possibilité d'un hémothorax, plus rare mais plus sérieux, ou, à plus long terme, d'un empyème.

Un syndrome post-ablation prenant la forme de fièvre, toux, frissons, vomissements et malaise est rapporté jusqu'à dans un tiers des cas et dure de 1 à 7 jours. Son traitement est purement symptomatique. La nécessité d'une antibiothérapie prophylactique débutée juste avant l'intervention et prolongée les 5 jours suivants reste sujette à débat. Certaines équipes la recommandent particulièrement chez des patients porteurs de prothèse valvulaire ou articulaire (89). Une pneumonie est rapportée jusqu'à dans 22 % des cas, le plus souvent en cas de tumeur pulmonaire primitive, de localisation généralement plus centrale et pouvant être associée à une pneumopathie rétro- obstructive, ou en cas de pathologie pulmonaire chronique sous- jacente (51,89).

Les fistules broncho-pleurales surviennent suite à moins de 1 % des procédures, mais peuvent être difficiles à résoudre. Parmi les complications exceptionnelles, il faut signaler l'embolie gazeuse cérébrale (90) et la dissémination tumorale sur le trajet d'ablation (91). Les

micro- embolies de gaz, détectables par Doppler carotidien, n'ont pas de répercussion neurologique (51). Une technique soigneuse doit permettre une réduction du risque de dissémination tumorale lors du traitement (64).

7. Suivi :

La détection précoce d'un résidu ou d'une récurrence tumorale est déterminante dans la prise en charge ultérieure du patient, éventuellement par une nouvelle séance d'ablation.

L'imagerie du suivi post-ablation est difficile et doit être connue tant de ceux qui pratiquent ces procédures que des radiologues non interventionnels. Elle s'effectue essentiellement par TDM avec injection de produit de contraste et par TEP-TDM.

La taille de la lésion à elle seule n'est pas considérée comme un critère fiable de réussite ou de récurrence au cours des 6-12 premiers mois. La technique de sur ablation visant à l'obtention d'une zone de sécurité et les phénomènes inflammatoires secondaires à l'ablation résultent en une lésion thermique plus large que la lésion tumorale de départ. La taille maximale de la lésion thermique est atteinte soit immédiatement, dans les 24 ou à 48 heures, au plus tard dans la première semaine, bien qu'une croissance dans les quelques semaines suivantes après l'intervention ait été rapportée (92).

Par la suite, la lésion reste stable ou diminue de taille, mais les paramètres de rétrécissement, notamment par rapport à la lésion de base, ne sont pas établis (52). Toute majoration de taille après une semaine et *a fortiori* après 3 ou 6 mois signe une récurrence tumorale. En se rétractant, la lésion prend des contours plus anguleux, jusqu'à laisser une cicatrice linéaire. La séquelle définitive peut cependant rester nodulaire, surtout si la lésion de départ était d'une taille supérieure à 2 cm, et même parfois plus volumineuse que la lésion initiale (89,93).

Le rehaussement après injection de produit de contraste doit également être évalué, une zone de nécrose complète ne se rehaussant pas en théorie. Un rehaussement supérieur à 10- 15

UH, ou de plus de 50 % du rehaussement de la lésion avant ablation, sera suspect de récurrence surtout s'il est nodulaire, central, irrégulier ou excentré, ou en contact avec un vaisseau. Un rehaussement du tissu de granulation inflammatoire au pourtour de la zone d'ablation peut être visible sous la forme d'un anneau périphérique dans les 6 premiers mois. L'apparition de petites clartés dans la lésion ou la cavitation, visibles dans 30 à 50 % des cas, est généralement asymptomatique et serait associée à un bon pronostic. Les cavitations disparaissent habituellement après 6 à 9 mois (85,92,93). Enfin, des adénomégalies réactionnelles hilaires et médiastinales peuvent apparaître pendant les 3 premiers mois, puis régresser à partir du 6ème mois (94). Il est important de noter que l'évolution progressive de la lésion d'ablation vers une cicatrice fibreuse linéaire, la cavitation ou l'atélectasie n'exclut pas la possibilité d'une récurrence locale ultérieure (93).

Cette simple analyse morphologique TDM présente des limites, car une ablation incomplète peut n'être décelée qu'après plusieurs mois de suivi (76,93). L'IRM pourrait mieux apprécier des récurrences précoces grâce à sa meilleure résolution en contraste (67,89,95). Les résultats initiaux de l'IRM de diffusion semblent particulièrement prometteurs dans cette optique, en décelant les récurrences dans les 3 jours après ablation (96).

La TEP- TDM apparaît plus sensible et spécifique que la TDM seule dans la détection de tissu tumoral résiduel ou de récurrence (56). La place de la TEP- TDM dans le contrôle précoce de lésions traitées par ablation est cependant débattue dans la littérature. Certains auteurs en suggèrent l'utilité dans la détection précoce de récurrence (12 à 24 heures), mais des faux positifs dus aux phénomènes inflammatoires locaux ou ganglionnaires sont observés dans 10 à 20 % des cas. Ceux-ci disparaissent progressivement, augmentant ainsi la spécificité d'une TEP- TDM réalisée 3 à 6 mois après le traitement (89,97,98).

Divers algorithmes de suivi sont proposés dans la littérature. En pratique, à titre d'exemple, une TDM est souvent réalisée à 24 heures, 1 mois, puis tous les 3 mois la première année et tous les 6 mois la 2ème année. La TDM sera combinée avec une TEP à 3 ou 6 mois, puis tous les 6 mois, ou lorsque la TDM est équivoque.

V. Place de la radiofréquence dans le traitement des autres tumeurs :

1. Radiofréquence rénale :

Le cancer du rein représente 2 % de l'ensemble des cancers et est le troisième cancer urologique après le cancer de la prostate et les tumeurs de vessie. Si son incidence est globalement en constante augmentation, cette évolution est plus marquée chez les patients âgés de plus de 65 ans, dont la proportion est passée de 25 % en 1982 à 59 % de nos jours – et pour les tumeurs découvertes fortuitement (99).

Se pose alors le problème du traitement de ces petites tumeurs, dont l'évolution est variable, avec une croissance moyenne de 3 à 4 mm par an chez des patients fragiles présentant un risque anesthésique ou chirurgical élevé.

Les traitements mini-invasifs comme la radiofréquence permettent de traiter les tumeurs du rein avec une morbidité faible et des résultats oncologiques satisfaisants.

Les premiers cas de tumeurs rénales chez l'homme traitées par RF ont été publiés en 1997 par Zlotta et al. (100)

1.1. Indications :

La réussite du traitement d'une tumeur rénale par radiofréquence dépend de ses caractéristiques, plus particulièrement de sa taille et de sa localisation.

La radiofréquence est particulièrement indiquée chez les patients plus âgés ayant de lourdes comorbidités qui contre-indiquent l'anesthésie ou chez les patients présentant une fonction rénale précaire à préserver, ainsi que dans les récurrences de cancer du rein ou de nouvelles localisations inférieures à 4 cm dans le cadre de la maladie de VHL (101).

Le taux de succès de la RF dépend de la taille des tumeurs, avec une réussite de 100 % pour celles faisant moins de 3 cm et de 69 % pour les tumeurs de plus grande taille (102).

La localisation de la tumeur influence la température locale et donc l'efficacité de la RF. Les tumeurs centrales sont proches du hile et des vaisseaux, ce qui, hormis le risque de blessure de ces éléments, entraîne un refroidissement de la zone traitée par le flux sanguin et donc limite l'efficacité du traitement. À l'opposé, la graisse est, d'une part, avasculaire, et d'autre part, isole la chaleur : c'est « *l'oven-effect* », la graisse potentialise le traitement en augmentant la chaleur locale.

1.2. Contre-indications :

Les troubles de la coagulation, un retard mental sévère et un sepsis sont des contre-indications absolues à la RF.

Les autres contre-indications à la réalisation de la radiofréquence sont la localisation médio rénale, ou proches des cavités excrétrices, de l'uretère proximal, du hile rénal et des gros vaisseaux rénaux.

1.3. Résultats :

Actuellement aucune conclusion ne peut être tirée concernant le devenir oncologique et la morbidité des techniques ablatives par radiofréquence mais le taux de récurrences locales semble devoir être supérieur à celui de la néphrectomie partielle chirurgicale.

Dans l'étude réalisée par Gervais et ses collaborateurs , les résultats montrent que les tumeurs de petite taille et le fait qu'elles ne soient pas situées au centre d'un organe constituent des paramètres de prédiction de réussite.

Le recul moyen du traitement par radiofréquence est de trois ans, avec une survie sans récurrence variant de 93 à 100 % selon les études pour les tumeurs de moins de 3 cm. Ces résultats sont comparables avec la chirurgie partielle. Avec un taux de retraitement proche de 13 %, le taux d'efficacité des traitements mini-invasifs est de 92 % et n'est pas significativement différent de celui de la chirurgie (94 %) (103).

Un recul plus important afin de mieux comparer les deux traitements est cependant nécessaire. Enfin, si le taux de succès est proche de 100 % pour les tumeurs exophytiques de

moins de 3 cm, celui-ci chute à 78 % pour les tumeurs centrales et à 69 % pour les tumeurs de plus grande taille (104,105) (Tableau XIV).

Tableau XIV : Tableau récapitulatif de séries de radiofréquence avec un taux de réussite de 90%, toutes tailles et toutes localisations confondues (d'après Gervais et al.) (105)

Auteurs	Tumeurs	Patients	Taille tumorale (cm)	Localisation tumorale	Résultats
Gervais et al.	42	34	1,1-8,9 Médiane 3,2	29 exophytiques 2 parenchymateuses 4 centrales 7 mixtes	31/31 (100%) exophytiques et parenchymateuses 5/11 (45%) centrales et mixtes avec 20/20 (100%) si <3cm et 16/22 (73%) si >3cm
Farrell et al.	35	20	0,9-3,6 Médiane 1,7	22 exophytiques 13 parenchymateuses	35/35 (100%)
Su et al.	35	20	1,0-4,0 Médiane 2,2	28 exophytiques 7 parenchymateuses	33/35 (94%)
Mayo-smith et al.	32	32	1,0-5,0 Médiane 2,6	29 exophytiques 3 mixtes	31/32 (97%)
Pavlovitch et al .	21	24	1,5-3,0 Médiane 2,4	13 exophytiques 11 centrales ou parenchymateuses	19/24 (79%)
Organ et al .	16	15	1,4-3,6 Médiane 2,4	10 exophytiques 2 centrales 1 mixte	12/13 (93%)
Roy-Choudhury et al .	11	8	1,5-5,5 Médiane 3,0	9 exophytiques 2 centrales	7/8 (88%)
De Baere et al.	5	5	3,0-4,0 Médiane 3,3	5 exophytiques	5/5 (100%)
Zagoria et al.	24	22	1,0-7,0 Médiane 3,5	9 exophytiques 15 centrales ou mixtes	<3cm : 11/11 (100%) >3cm : 9/13 (69%)
Veltri et al.	18	13	1,5-7,5 Médiane 2,5	8 exophytiques 8 parenchymateuses 2 centrales < 3,5cm	16/17(94%)
Lewin et al.	10	10	1,0-3,6 Médiane 3,3	10 exophytiques/ centrales	10/10 (100%)
Total	249	212	0,9-8,9	172 exophytiques 30 parenchymateuses 4 centrales/mixtes	224/249 (90%)

1.4. Avantages et limites de la radiofréquence dans le traitement du cancer du rein:

Le taux de complications global est de 11,3 %, avec 4 % de complications majeures, alors qu'il est de l'ordre de 7 % dans la chirurgie partielle, mais il tend à diminuer avec l'expérience des équipes (103,104).

Les complications sont dominées par l'hémorragie, pouvant aller d'un simple hématome ou épanchement péri rénal asymptomatique (de 3,5 à 11,7 %) à une déglobulisation nécessitant

une réhospitalisation avec transfusion dans 2,3 % des cas, et l'atteinte des voies excrétrices pouvant évoluer vers une fistule urinaire avec urinome dans 1 % des cas (106).

Les perforations digestives sont devenues rares avec les manœuvres visant à repousser les organes adjacents par l'injection de sérum glucosé. L'impact de la radiofréquence sur la fonction rénale est minime. En effet, une augmentation du taux de créatinémie de 0,15mg/dl dans le suivi semble plus liée à une involution physiologique de la fonction rénale chez des patients ayant des comorbidités pouvant accélérer l'aggravation de la fonction rénale (hypertension, diabète, pathologies vasculaires...) (106).

En comparaison avec la chirurgie partielle, la radiofréquence représente un coût moindre devant une durée d'hospitalisation plus brève et une anesthésie plus légère. L'absence de résection chirurgicale et donc de pièce opératoire pose le problème de l'analyse histologique de la tumeur et des marges d'ablation. Cela rend difficile l'appréciation de l'efficacité du traitement et du rythme de surveillance. C'est pourquoi la réalisation d'une biopsie avant le traitement est indispensable.

Pour la majeure partie des équipes pratiquant des ablations de tumeurs rénales par radiofréquence, le meilleur dépistage des traitements incomplets et des récives repose sur une surveillance radiologique étroite, par scanner ou par IRM (106).

Les traitements incomplets sont définis par la présence d'un rehaussement à l'imagerie dans les six semaines suivant la radiofréquence alors qu'une récive apparaît plus tardivement, à partir de six semaines après la procédure (107).

En cas de traitement complet, l'évolution de la zone traitée est marquée par une diminution de taille progressive associée à une absence de prise de contraste. Toute prise de contraste supérieure à 15 unités d'Hounsfield doit être considérée comme une récive jusqu'à preuve du contraire. De plus, une augmentation de la taille de la cicatrice est en faveur d'une récive tumorale et devra être traitée comme telle. À noter par ailleurs que près de 92 % des récives se produisent dans l'année suivant la radiofréquence, ce qui justifie les trois à quatre examens d'imagerie durant cette période.

L'IRM, qui a une meilleure résolution en contraste, est supérieure pour le dépistage des récurrences bien visibles en T2 ou en T1 avec injection de gadolinium.

2. Radiofréquence osseuse : (108,109)

L'ablation percutanée par radiofréquence des tumeurs osseuses est le plus souvent réalisée à visée palliative.

De nombreuses études ont démontré que l'ablation percutanée d'une métastase osseuse (MO) douloureuse permettait une diminution significative et durable des symptômes. Elle constitue donc une alternative à la radiothérapie et aux traitements morphiniques au long cours, et particulièrement indiquée dans les cas de MO présentant un envahissement des parties molles, et chez un patient dont l'espérance de vie est très faible (à visée antalgique dans un contexte palliatif).

L'ablation percutanée peut être également réalisée à visée curative. Dans cette indication, son efficacité n'a cependant été que très peu évaluée (en dehors de la radiofréquence des ostéomes ostéoïdes où le taux de succès est proche de 100 %). Selon Deschamps et al, le taux de succès après radiofréquence d'une métastase osseuse est de 75 % si son diamètre est inférieur à 3 cm et diminue significativement au-delà (40 %, $p = 0,04$). Cette thérapeutique peut donc se justifier chez des patients oligo-métastatiques et lentement évolutifs. Le bénéfice sur la survie n'a cependant pas été évalué dans cette population sélectionnée.

Qu'elle soit réalisée à visée palliative ou curative, l'ablation percutanée doit idéalement être suivie d'une injection de ciment lorsque la métastase traitée est lytique et localisée sur un os soumis à des contraintes mécaniques. Le but de cette cimentoplastie consolidatrice est de contrebalancer le risque fracturaire supplémentaire engendré par la destruction osseuse de l'ablation percutanée.

En outre, la RF n'est pas indiquée pour des lésions osseuses réalisant une destruction de la corticale osseuse sur plus de 50 % de sa circonférence dans une zone porteuse, même couplée à une cimentoplastie

Concernant les lésions rachidiennes, la RF doit être utilisée minutieusement, dans des conditions de sécurité strictes : Mur postérieur préservé et une distance entre la lésion et la structure nerveuse d'au moins 1 cm pour éviter le risque de complications neurologiques.

L'ablation thermique des tumeurs osseuses présente plusieurs spécificités par rapport aux autres localisations anatomiques :

- La structure osseuse possède des propriétés électriques et thermiques, l'os spongieux conduit moins bien la chaleur que le muscle et le volume de la zone de destruction obtenue sera plus faible dans l'os que dans le muscle, en revanche l'os cortical possède un effet d'isolant thermique, ce qui permet de protéger les structures de voisinage.

Cette isolation thermique peut également être mise à profit pour traiter des tumeurs centro-osseuses en profitant de l'« effet four » qui concentrera la chaleur sur le site tumoral par rapport aux autres organes.

- Lors du traitement de douleurs osseuses, le but de l'ablation thermique n'est pas de détruire toute la tumeur, mais plutôt de cibler des berges entre la tumeur et les structures osseuses afin d'essayer de détruire les terminaisons nerveuses de l'endostéum qui sont probablement très impliquées dans la genèse de la douleur en raison de leur stimulation par les substances chimiques telles que les prostaglandines et la bradykinine, la substance P ou l'histamine, qui sont relarguées par l'os détruit.

Toutefois une température supérieure à 45 ° C est considérée comme toxique pour la moelle et les nerfs périphériques. En conséquence, le geste doit être extrêmement prudent pour les tumeurs du rachis. Une tumeur du corps vertébral pourrait être traitée par ablathermie à condition que la corticale du mur vertébral postérieur persiste et que celle-ci soit à plus de 1 cm de la moelle.

Concernant l'ablation par radiofréquence des tumeurs osseuses, qu'il s'agit de tumeurs malignes, de métastases ou d'ostéomes ostéoides, on notera que la présence de matériel de fixation chirurgicale représente une contre-indication car le contact entre la sonde et le métal est responsable de complications à type de brûlures (110)

Il existe des contre-indications anatomiques en cas de proximité (inférieure à 1 cm) d'une structure nerveuse importante qui pourrait être lésée par l'élévation thermique locale mais elle reste une contre-indication relative pouvant être remédiée par des méthodes de sécurisation des structures nobles, parmi ce on cite : une hydro dissection au dextrose 5% ou au sérum physiologique ou une carbo-dissection par insufflation ciblée de dioxyde de carbone.

Les complications sont réparties entre brûlures cutanées ou sous-cutanées et complications neurologiques par lésions d'une racine nerveuse ou médullaire, parfois irréversibles. La principale mesure de sécurité préconisée pour les éviter est de respecter une distance de 1 cm entre la lésion osseuse traitée et toute structure noble telle qu'une racine nerveuse. Pour éviter les lésions cutanées, un refroidissement local au moyen de poches de glace peut être réalisé. Afin d'éviter les complications neurologiques, plusieurs stratégies ont été proposées, comme l'utilisation d'un thermocouple pour surveiller l'élévation thermique au contact d'une racine nerveuse, l'injection de CO₂ ou d'une solution ionique autour de la structure nerveuse ou, enfin, l'emploi d'un introducteur en plastique pour améliorer l'isolation de la sonde de radiofréquence.

3. Radiofréquence thyroïdienne : (111)

Le nodule thyroïdien est une pathologie fréquente et bénigne dans la majorité des cas sans augmentation du volume rapide et ne nécessitent aucun traitement.

La prévalence de la pathologie thyroïdienne est plus élevée chez les femmes et chez les personnes âgées, on estime 50% de la population après 50 ans ont des nodules thyroïdiens (8 femmes / 2 hommes).

Les gros nodules thyroïdiens peuvent devenir responsables d'une gêne au niveau du cou, ou des problèmes esthétiques.

La chirurgie thyroïdienne partielle ou totale constitue jusqu' à présent la seule approche thérapeutique. Le cancer thyroïdien représente 7 % des nodules opérés et le risque de cancer thyroïdien dans la population est de 0,5 à 10 pour 100000.

Depuis 2004 en Corée du sud et depuis 2014 en France la thermoablation par RF des nodules thyroïdiens offre une alternative innovante dans la prise en charge des nodules thyroïdiens bénins tout en préservant une fonction thyroïdienne normale.

Les recommandations concernant la place de la thermoablation par radiofréquences dans la prise en charge des nodules thyroïdiens ont été mises à jour en 2017 puis en 2018 par la Korean Society of Thyroid Radiology.(112)

Deux indications clairement établies de cette technique, selon des critères bien définis :

- La première indication établie de la RF thyroïdienne concerne les volumineux nodules bénins responsables d'une gêne locale ou esthétique et/ou d'une croissance > 1 cm/an.

Avant tout traitement par radiofréquence, il est nécessaire de réaliser une exploration échographique complète et une cytoponction par un expert de la pathologie thyroïdienne afin dépister d'un éventuel cancer thyroïdien.

Le nodule qui peut bénéficier du traitement doit être confirmé bénin à la cytologie (Bethesda II) deux fois.

Concernant les résultats de la RF, la réduction du volume nodulaire attendue, retrouvée dans différentes études après une seule séance de RF, est une réduction de 60% à 90% du volume initiale. Une étude autrichienne menée par Dobnig et Amrein a montré des résultats superposables puisque la réduction du volume nodulaire était mesurée en moyenne à 68% et 82%, respectivement à 3 mois et 12 mois, accompagnée d'une amélioration subjective des gênes fonctionnelle et esthétique. Il est ressorti de cette étude également une efficacité plus marquée de la RF sur les plus petits nodules et les nodules kystiques. Dans une étude menée sur 5 ans, Deandrea et al. ont montré une réduction significative précoce du volume des nodules à partir de

3 mois jusque 12 mois, avec une réduction du volume médian de 66,9% à 5 ans, après une seule séance d'ablation par radiofréquence.

- *La seconde indication validée* du traitement par radiofréquence thyroïdienne concerne les nodules toxiques ou pré toxiques responsables d'une hyperthyroïdie clinique et/ou de problème esthétique. Dans cette situation également, la bénignité du nodule doit être prouvée, mais dans ce cas une seule cytoponction rapportant un score Bethesda 2 est nécessaire (un nodule toxique n'étant que très exceptionnellement malin). L'objectif du traitement est, ici, double : obtenir l'euthyroïdie du patient et une diminution du volume nodulaire de 50 à 70 %.

A l'heure actuelle, les deux techniques de référence pour le traitement de ces nodules thyroïdiens toxiques sont la chirurgie et l'iode radioactive ¹³¹I.

Le traitement par RF est indiqué pour les nodules toxique chez :

- Un patient jeune ou âgé.
- Un patient qui refuse la chirurgie ou IRA pour éviter une complication potentielles telles que l'hypothyroïdie post lobectomie ou devant la réticence à subir une exposition aux radiations
- Contre-indication chirurgicale

Dans une étude rétrospective menée par Cervelli et al. comparant le traitement de nodules toxiques par iode radio active au traitement par radiofréquence, la technique de thermoablation a montré une réduction équivalente du volume nodulaire (entre 50 et 70%) et une euthyroïdie obtenue chez l'ensemble des patients sans hypothyroïdie au décours.

Dans la prise en charge de ces cancers thyroïdiens, la chirurgie est le traitement de référence.

L'ablation par radiofréquence représente une alternative thérapeutique chez les patients atteints d'un microcarcinome papillaire avec un très faible risque métastatique et qui refusent une intervention chirurgicale ou il y a une contre-indication chirurgicale, les ablations thermiques peuvent être une alternative à la chirurgie.

Également la thermoablation par radiofréquence est une alternative à la chirurgie dans la récurrence locale chez des patients multi-opérés, ou réfracteurs à l'iode.

Récemment, des études ont montré une ablation tumorale par RF efficace après une période de suivi de 4 ans chez des patients atteints de microcarcinome papillaire de la thyroïde.

Toutefois, les ablations par RF semblent avoir une efficacité limitée dans le traitement des métastases microscopiques régionales ou du carcinome multifocal.

Par conséquent, une échographie cervicale par un expert de la pathologie thyroïdienne serait nécessaire avant l'ablation afin d'éliminer le risque des métastases ganglionnaires ou micro-carcinomes multifocaux au sein de la glande thyroïde.

Les complications décrites par une étude multicentrique de 13 centres (1543 nodules chez 1459 patients) ont étudiés les complications du traitement par radiofréquence.

Le taux de complications est de 3%, entre (0% à 10% variable selon l'expérience) et entre (2% à 6% pour les centres de références).

Les complications sont classées en deux groupes:

- Complications Majeures 1,4% : représentées par une paralysie récurrentielle (1%), une rupture nodulaire (0,2 %), une hypothyroïdie (0,07 %), blessure du plexus brachial (0,07 %), une atteinte du plexus sympathique, et une perforation trachéale ou œsophagienne
- Complications Mineures (1,9 %) : à type d'hématome intra ou péri thyroïdien 1 % ; ou de brûlure cutanée 0,3%

La fréquence des complications reste rare, et une isolation des structures cervicales adjacentes par hydrodissection immédiatement avant la thermoablation semble être une méthode efficace pour limiter ces complications.

VI. Autres techniques d'ablation percutanées en oncologie :

1. Microondes :

Comme la RF, c'est une technique d'ablation par hyperthermie qui nécessite d'une part un générateur de microondes (MW) de 915 MHz ou de 2,4 GHz pour les micro-ondes, d'autre part des applicateurs ou antennes. Ces applicateurs, à usage unique, permettent après introduction de délivrer in situ l'énergie produite par les générateurs. Selon les dispositifs, leur diamètre varie de 18 à 14 G.

L'avantage de cette technologie est qu'elle permet d'obtenir des volumes d'ablation et des températures supérieurs à la RF monopolaire, dans un temps plus court, tout en étant moins limité par la proximité des veines de plus de 4 mm de diamètre. Ces dernières peuvent effectivement refroidir une partie de la lésion à leur contact par le « heat-sink effect » et diminuer l'efficacité de la technique par hyperthermie ; les micro-ondes sont moins sensibles à ce phénomène que la radiofréquence du fait de températures de traitement plus élevées. Une méta-analyse récente ne met pas en évidence de différence d'efficacité entre micro-ondes et radiofréquence (113). Une seconde met en évidence une supériorité des micro-ondes pour le sous-groupe des tumeurs de grande taille en terme de risque de récurrence locale(114). L'EASL 2018 considère que les deux techniques sont équivalentes en l'absence de haut niveau de preuve (115).

2. Cryoablation :

Il s'agit d'une technique consistant à détruire des tissus cancéreux par l'application locale d'un refroidissement important tout en respectant les tissus environnants. Une sonde de cryoablation est introduite au centre de la tumeur par voie percutanée avec un repérage radiologique (scanner, IRM ou échographique) ou par voie chirurgicale.

Le principe de ces systèmes est basé sur le phénomène de Thompson-Joule : la décompression brutale d'un gaz entraîne une chute de température. Ainsi, la décompression d'argon de 245 Bars à la pression atmosphérique produit une température de - 110 °C à l'extrémité de la cryosonde (- 185 °C à l'intérieur de la cryosonde). Parallèlement, cette décompression crée un espacement entre les molécules, ce qui accroît l'énergie cinétique et donc induit de la chaleur.

Sur le plan biologique, la congélation des tissus s'accompagne de deux effets principaux

- le premier, cellulaire, est immédiat, consistant en la formation de cristaux de glace intracellulaire produit une rupture des membranes induisant la mort cellulaire.
- le deuxième effet, vasculaire, est retardé. La glace provoque une obstruction des microvaisseaux (moins de 3 mm de diamètre). Il s'ensuit un processus d'ischémie et de mort cellulaire.

Au total, un cycle complet comprenant trois phases (congélation-décongélation-recongélation) et une extension de la boule de glace de quelques millimètres au-delà des limites de la tumeur garantissent un traitement carcinologique complet.

Parallèlement, le passage de l'azote liquide à l'argon a permis de miniaturiser les cryosondes. Leur diamètre de 17 gauge, équivalent à celui des aiguilles de biopsie, rend leur utilisation parfaitement compatible avec une approche percutanée (24). De plus, leur longueur restreinte permet l'utilisation dans des tunnels de scanner et d'IRM.

Plusieurs types de sondes de cryoablation sont disponibles, produisant des formes et des tailles de glaçon variables (de 2 à 4,5 cm dans le grand axe de la sonde). Jusqu'à 25 sondes peuvent être activées simultanément. Ainsi, leur action synergique permet de traiter de larges tumeurs en une seule application.

La meilleure maîtrise des cycles de congélation-décongélation, la miniaturisation des cryosondes et le contrôle tridimensionnel précis de la glace par scanner et par IRM rendent

possible le traitement de tumeurs profondes par approche percutanée avec un haut degré de précision.

La cryoablation offre de nombreux avantages par rapport à la radiofréquence : la visualisation optimale de la glace, tant par scanner que par IRM, permet un contrôle très précis de la couverture tumorale ainsi qu'une surveillance des structures vulnérables adjacentes ; la meilleure protection du système collecteur par la cryoablation constitue un avantage majeur lors du traitement des tumeurs centrales ; enfin, les larges tumeurs peuvent être efficacement traitées en une seule application puisque plusieurs cryosondes peuvent être activées simultanément. Ces éléments font de la cryoablation la technique de choix pour le traitement in situ des tumeurs rénales. Malgré ces avantages, les larges tumeurs et les tumeurs centrales restent associées à un plus fort risque de complication et de traitement incomplet.

L'inconvénient majeur de la cryoablation reste le prix, significativement plus élevé que celui de la radiofréquence, car l'emploi de multiples cryosondes est généralement nécessaire. Au total, la radiofréquence peut être proposée comme traitement efficace pour des tumeurs rénales plus petites et à distance d'organes vulnérable, mais la cryoablation devrait être privilégiée pour les cas plus complexes.(116)

3. Electroporation :

Il s'agit de la seule méthode physique non thermique. Elle nécessite un générateur RF multicanaux haut voltage (3000 V), des électrodes (de 2 à 6 applicateurs de 20 G) et un boîtier électronique de synchronisation cardiaque. Des trains de pulses RF de 1500 à 3000 V et de 50A sont délivrés entre chaque paires d'électrodes pendant quelques ms. Les champs électromagnétiques induits, bien que de très haute intensité, ne provoquent pas d'échauffements tissulaires létaux car de trop courte durée.

En revanche, les inversions brutales de polarité de très haute magnitude induisent des mobilisations ioniques transmembranaires à haut débit qui provoquent des lésions irréversibles des membranes, ou poration, faisant rentrer les cellules dans un cycle d'apoptose.

Le caractère non thermique de l'électroporation en fait une technique particulièrement prometteuse pour le traitement des tumeurs hépatiques hilaires centrales, contre-indiquées aux thermo-ablations en raison des risques de sténose biliaire. (117)

Les résultats cliniques publiés sont peu nombreux et concernent un faible nombre de patients, avec peu de recul. Néanmoins, ils sont encourageants car les particularités faisant de la méthode une option thérapeutique relativement sûre en cas de tumeurs hépatiques juxta-hilaires inextirpables semblent se confirmer(118).

4. Les ultrasons focalisés (HIFU) :

Il s'agit d'une méthode physique par hyperthermie mais strictement non invasive. L'onde acoustique est émise par un transducteur cutané. Les US sont focalisés électroniquement sur la cible et provoquent un échauffement tissulaire relativement ponctuel. Pour traiter un volume de quelques millilitres il est donc nécessaire de réaliser un balayage de l'ensemble de la cible. Il s'agit d'une méthode très attractive mais qui reste actuellement complexe à mettre en œuvre pour des lésions mobiles masquées par l'auvent costal telles que les tumeurs hépatiques.(117)

CONCLUSION



Cette étude nous a permis d'évaluer la thermoablation par radiofréquence au sein du service de radiologie du CHU Mohammed VI de Marrakech entre janvier 2019 et novembre 2022, une expérience qui rend compte d'une technique sûre et efficace.

Actuellement, la chirurgie est toujours considérée comme le seul traitement curatif (gold-standard du traitement des métastases), toutefois, un grand nombre de patients atteints de tumeurs hépatiques, pulmonaires, rénales, osseuses ou autres ne sont pas candidats à la résection chirurgicale en raison de plusieurs contraintes : facteurs de risques chirurgicaux élevés de morbidité péri-opératoire, contre-indications générales ..., cette technique de radiologie interventionnelle a donc l'avantage de traiter une population de patients oligométastatiques et fragiles

Parmi les nouvelles techniques de thermoablation disponibles actuellement (micro-ondes, cryoablation, HIFU et électroporation), la radiofréquence reste la méthode la plus disponible et la moins coûteuse.

Notre étude a démontré le caractère efficace, simple et moins invasif de la thermoablation par radiofréquence, plus précisément dans le traitement des tumeurs malignes du foie, primitives et secondaires, qui restent les plus fréquentes, mais également pour les métastases pulmonaires.

Toute indication doit être discutée en Réunion de Concertation Pluridisciplinaire comme tout autre traitement permettant le contrôle local d'une tumeur (radiothérapie stéréotaxique ou autres...)

ANNEXES



FICHE D'EXPLOITATION

1) Identité :

- Nom & Prénom :
- Age :
- Sexe : M F
- N° du dossier :
- N° d'entrée :
- Date d'entrée :
- Date de sortie :
- Profession :
- Adresse :
- Ville de résidence : Rural Urbain
- Numéro de téléphone :

2) Antécédents :

• Médicaux :

- HTA
- Diabète
- Néoplasie Chimiothérapie Radiothérapie
- Cardiopathie
- Néphropathie
- Trouble de la coagulation
- Prises médicamenteuses Non Oui, Précisez :
- Dénutris Obésité
- Autres :

• Chirurgicaux : Non Oui, Précisez :

• Toxiques : Non Oui, Précisez :

Tabagisme :

Jamais fumeur Fumeur actuel Ayant arrêté depuis plus de 3 mois (Ex fumeur)

Tabagisme passif

Toxicomanie : Oui Non

• Autres :

3) Histoire de la maladie :

Début des symptômes :

Présence de métastases avant la RFA :

Traitement entrepris avant la RFA :

Évolution :

4) Indications :

- Tumeurs bénignes : Oui, Précisez
- Tumeurs malignes : Primitive Secondaire
- Poumon
- Foie
- Rein
- Os
- Autres
- Histologie et caractéristiques de la tumeur :
- Localisation :
- Taille :
- Nombre de nodules :

5) Étude clinique :

Signes fonctionnels :

- Poids : kg
- Taille : m
- IMC : kg/m²

• Signes généraux :

- Asthénie
- Anorexie
- Amaigrissement
- Fièvre

• Signes pleuro-pulmonaire :

- Toux sèche
- Toux productive
- Dyspnée
- Douleur thoracique
- Hémoptysie

• Signes ostéo-articulaire :

- Raideur
- Douleur
- Type : Inflammatoire Mécanique

Localisation :

- Boiterie

• Signes digestifs :

- Douleur de l'hypochondre droit
- Masse abdominale
- Hépatomégalie

- Ictère
- Ascite
- Encéphalopathie
- Autres signes associés :

Examen physique :

- Râles à l'auscultation
- Sd d'épanchement liquidien aérique
- Signes pleuro-pulmonaires : Si oui, précisez :
- Signes ostéo-articulaires : Si oui, précisez :
- Signes neurologiques : Si oui, précisez :
- Signes digestifs : Si oui, précisez :
- Autres :

6) Examens complémentaires :

- ❖ **Radiographie thoracique face et profil :** Normale Oui Non Si anormale, précisez :
- ❖ **Radiographie osseuse face et profil :** Normale Oui Non
- ❖ **TDM thoracique :** Normale Oui Non Si anormale, précisez :
- ❖ **TDM abdominale :** Normale Oui Non Si anormale, précisez :
- ❖ **Echographie**
- ❖ **Scintigraphie**
- ❖ **IRM**
- ❖ **ECG :** fait Oui Non Si oui, précisez :
- ❖ **Biologie**
 - NFS/Pq
 - VS..... CRP.....
 - Ionogramme sanguin : K+..... Na+..... Cl-..... Ca²⁺ +.....
phosphore.....
 - Bilan hépatique : ALAT..... ASAT..... PAL.....
GGT.....TP.....BT..... BD..... Protides.....
 - Bilan rénal : Urée..... Créatinine..... Diurèse..... DFG.....
 - IDR à la tuberculine fait non fait
- ❖ **Examens anatomopathologiques :**
- ❖ **Bronchoscopie :** Faite Non faite Si faite, résultat :
- ❖ **Biopsies bronchiques étagées :** Faites Non faites Si faite, résultat :
- ❖ **Marqueurs tumoraux :** ACE..... AFP..... CA19-9.....
- ❖ **Biopsie / Ponction hépatique :** Scannoguidée Echoguidée Si faite, résultat :

7) Diagnostic étiologique :

Oui Non , lequel :

Confirmé : Oui Non si Oui, retenu sur les arguments suivants :

-
-

8) Traitement :

TTT médicaux : , Dose : , Durée :

Autre : CHT RTH

Méthode thérapeutique à préciser :

Si chirurgie:

Traitement par radiofréquence :

Voie d'abord : Percutanée Per-opératoire

Type de générateur :

Type d'aiguilles :

Guidage :

Temps et durée :

Délai de traitement après diagnostic :

Contrôle du TTT :

9) Evolution :

- Disparition de la douleur : Oui Non

- Complications et effets secondaires :

- Récidive : Oui Non

- Recul :

RESULTAT FINAL : Bon Moyen Mauvais

Annexe 2 : Classifications et scores utilisés :

Score de Child Pugh :

Critères	1 point	2 points	3 points
Bilirubinémie ($\mu\text{mol/L}$)	<35	35-50	>50
Ascite	Absente	Modérée	Tendue, réfractaire aux diurétiques
Encéphalopathie	Absente	Légère à modérée (stade 1-2)	Sévère (stade 3-4)
Albuminémie (g/L)	>35	28-35	<28
Taux de prothrombine	>50	40-50	<40

Score d'OKUDA :

Critères	0 point	1 point
Bilirubinémie ($\mu\text{mol/L}$)	<50	≥ 50
Ascite	Absente	Présente
Taille de la tumeur	<50% du volume du foie	$\geq 50\%$ du volume du foie
Albuminémie (g/L)	≥ 30	<30

- Stade I = 0 point
- Stade II = 1 ou 2 points
- Stade III = 3 ou 4 points

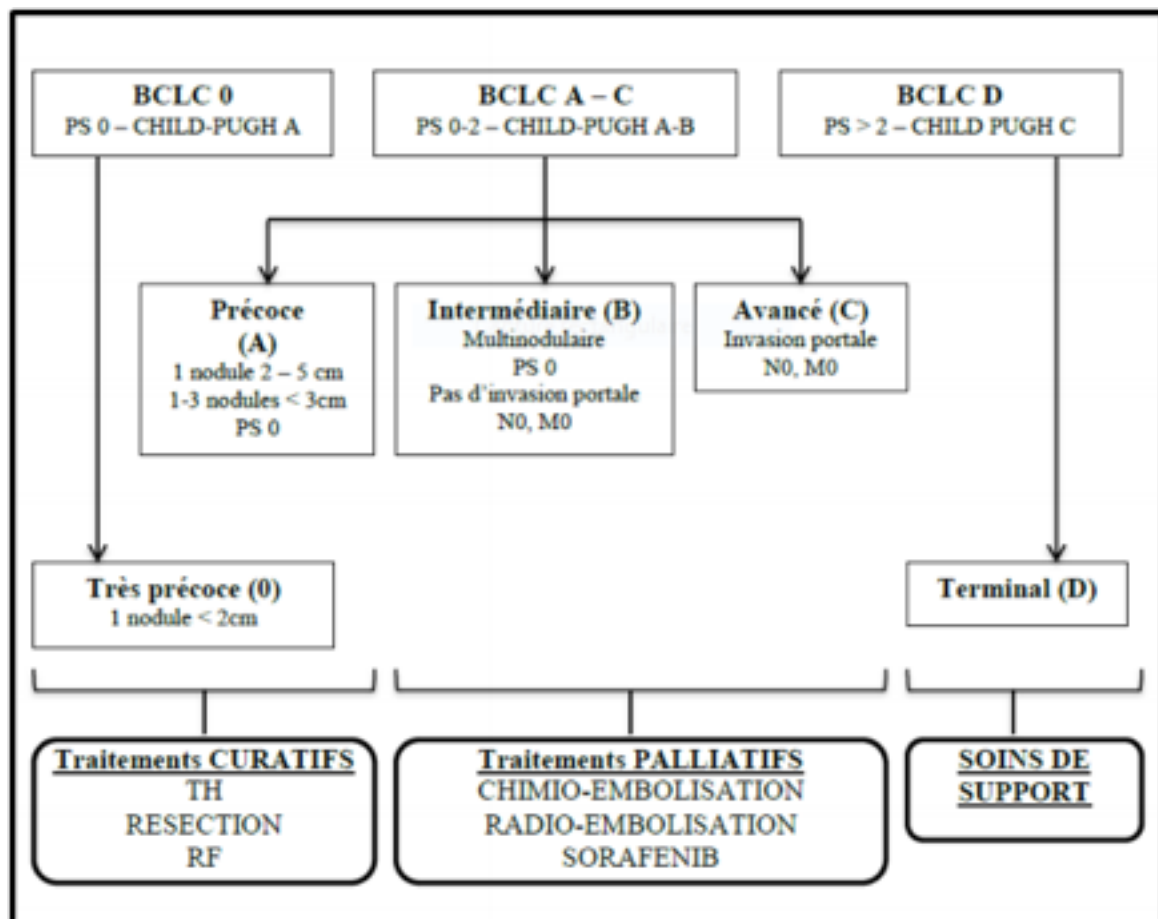
Score Alpha-foetoprotéine :

Critères	Score
Diamètre maximal (cm) ≤3 3-6 >6	0 1 4
Nombre de nodules 1-3 ≥4	0 2
AFP (µg/l) ≤100 100-1000 >1000	0 2 3
Score AFP	La somme des scores affectés à chaque variable

Ce score permet de différencier entre les malades à faible risque de récurrence si < 2 et les malades à fort risque de récurrence si > 2

Score de Barcelone clinic liver cancer (BCLC) et Algorithme décisionnel :

Stades	PS	Extension tumorale	Taille tumorale	Score de Child-Pugh
Très précoce (0)	0	Tumeur unique	< 2 cm	A sans HTP
Précoce (A)	0	Tumeur unique Jusqu'à 3 nodules	Indifférente ≤ 3 cm	A-B
Intermédiaire (B)	0	Multinodulaire	Indifférente	A-B
Avancé (C)	1-2	Envahissement portal et/ou extension ganglionnaire et /ou métastase à distance	Indifférente	A-B
Terminal (D)	3-4	Indifférente	Indifférente	C



RESUMES



Résumé

Il s'agit d'une étude portant sur 16 patients traités par radiofréquence pour des tumeurs hépatiques, pulmonaires et rénales, réalisées au sein du service de radiologie de l'hôpital ARRAZI du CHU Mohamed VI de Marrakech en collaboration avec notre expert Pr El Hajjam de l'hôpital Ambroise-Paré de Paris.

Notre étude a pour objectifs :

- Rapporter les résultats de l'expérience préliminaire du service de radiologie Arrazi concernant la technique de thermoablation par radiofréquence dans le traitement des tumeurs hépatiques primitives et secondaires, des tumeurs pulmonaires secondaires et rénales.
- Discuter ses indications et ses contre-indications.
- Répertorier et discuter ses principales complications.
- Comparer la radiofréquence aux autres moyens thérapeutiques.

Une analyse prospective est menée dans une période de 4 ans entre Janvier 2019 et Novembre 2022 portant sur 16 patients : 3 patients atteints de carcinomes hépato-cellulaires, 9 de métastases hépatiques, 3 de métastases pulmonaires et un seul d'une tumeur rénale

La radiofréquence est une nouvelle technique de radiologie interventionnelle qui permet de traiter différentes tumeurs de plusieurs types histologiques de façon moins invasive, il s'agit actuellement d'une technique sûre et efficace permettant un traitement local non chirurgical qui tend à être de plus en plus utilisé en première intention comparativement aux autres alternatives: la chimiothérapie systémique, la radiothérapie, la cryothérapie, l'ablation au micro-ondes, au laser et par alcoolisation...

Son principe repose sur l'émission d'un courant alternatif de 400 à 500 Hz transmis à la lésion par le biais d'une aiguille-électrode. Celui-ci entraîne un échauffement des tissus et une nécrose tissulaire par dénaturation protéique, il s'agit d'exposer les cellules tumorales à une

température supérieure à 60 degrés, qui, par désactivation enzymatique, provoque une dénaturation protéique cellulaire rapide et irréversible.

Elle se fait sous guidage échographique ou scannographique avec visualisation en temps réel de la position de l'aiguille et de la tumeur.

L'évaluation de l'efficacité de la RF reste délicate pour diverses raisons :

- Les effectifs sont limités
- Les indications et/ou les modalités d'estimation de la réponse varient d'un essai à l'autre
- La RF est parfois associée à des traitements complémentaires.

Les résultats de la RF sont d'interprétation difficile car, contrairement à la chirurgie d'exérèse qui est complétée par une étude anatomopathologique et un examen des marges de résection, ses résultats sont appréciés sur des images radiologiques (TDM thoracique avec et sans injection et IRM) afin d'apprécier l'efficacité supposée de la RF, détecter les complications, étudier l'évolution et repérer les reprises évolutives locales.

Durant ces 4 dernières années, 16 patients ont été traités par RF

24 nodules ont été traités dans cette étude avec une moyenne de 24 mm par nodule comprenant : carcinomes hépato-cellulaires, métastases hépatiques de cancer colorectal et d'autres types histologiques, nodules pulmonaires et une tumeur rénale

Les procédures étaient réalisées par des opérateurs expérimentés en radiologie interventionnelle

Le matériel comprenait des aiguilles alimentées par un générateur de marque Boston scientifique RF 3000 et Covidien cool-tip E séries Medtronic , un système de transmission et des plaques de dispersion, l'opérateur choisissait alors le protocole thérapeutique en se référant aux instructions du constructeur, les aiguilles étaient de Type Cluster (Cool-tip RF ablation cluster electrode kit E series) et un Système d'électrode Leveen Co Access

Un contrôle par imagerie échographique ou scannographique permettait de mesurer les grand et petit axes de la cavité à traiter au temps réel

Notre étude confirme l'efficacité et la simplicité de l'ablation tumorale par radiofréquence qui reste une technique peu invasive et sûre

On pourra donc conclure que la destruction par RF reste une meilleure alternative au traitement des tumeurs hépatiques, pulmonaires, rénales ou osseuses, elle permet de proposer un traitement avec peu de complications à des patients non opérables présentant des métastases, dont l'efficacité est corrélée à la taille des tumeurs cibles.

Abstract :

This is a study of 16 patients treated by radiofrequency for hepatic, pulmonary and renal tumours, carried out within the radiology department of the ARRAZI hospital of the UHC Mohamed VI in Marrakech in collaboration with Pr El Hajjam of the "Ambroise-Paré hospital " in Paris.

Our study aims to:

- Report the results of the preliminary experience of the Arrazi radiology department concerning the radiofrequency-thermoablation technique in the treatment of primary and secondary liver tumours, secondary lung and renal tumours.
- Discuss its indications and contraindications.
- List and discuss its main complications.
- Compare radiofrequency to other therapeutic measures .

A prospective analysis is carried out over a period of 4 years between January 2019 and November 2022 involving 16 patients: 3 patients with hepatocellular carcinoma, 9 with liver metastases, 3 with lung metastases and only one with a kidney tumor.

Radiofrequency is a new technique of interventional radiology which makes it possible to treat different tumors of several histological types in a minimal\less invasive way, it is currently a safe and effective technique allowing non-surgical local treatment which tends to be more and more used as first-line treatment compared to other alternatives: systemic chemotherapy, radiotherapy, cryotherapy, microwave ablation , laser and alcohol ablation, etc.

It is based on the emission of an alternating current of 400 to 500 Hz transmitted to the lesion through a needle-electrode. This leads to tissue heating and tissue necrosis by protein denaturation, it involves exposing the tumor cells to a temperature above 60 degrees, which, by enzymatic deactivation, causes fast and irreversible cellular protein denaturation.

It is done under ultrasound or scannographic guidance with real-time visualization of the position of the needle and the tumor.

Assessing the effectiveness of RF remains difficult for various reasons:

- Patients number is limited
- The indications and/or methods for estimating the response vary from one trial to another
- RF is sometimes associated with complementary treatments.

The results of RF are hard to interpret because, unlike excision surgery which is completed by an anatomopathological study and an examination of the resection margins, its results are assessed on radiological images (thoracic CT with and without injection and MRI) in order to assess the supposed effectiveness of RF, detect complications, study evolution and identify local evolutionary reversals.

During the past 4 years, 16 patients have been treated with RF 24 nodules were treated in this study with an average of 24 mm per nodule including: hepatocellular carcinoma, liver metastases from colorectal cancer and other histological types, lung nodules and a kidney tumor

The procedures were performed by operators experienced in interventional radiology

The equipment included needles powered by a Boston Scientific RF 3000 and Covidien cool-tip E series Medtronic generator, a transmission system and dispersion plates, the operator then chose the therapeutic protocol by referring to the manufacturers instructions, the needles were Type Cluster (Cool-tip RF ablation cluster electrode kit E series) and a Leveen Co Access electrode system

A control by ultrasound or CT imaging made it possible to measure the major and minor axes of the cavity to be treated in real time

Our study confirms the effectiveness and simplicity of radiofrequency tumor ablation, which remains a minimally invasive and safe technique.

We can therefore conclude that destruction by RF remains a better alternative to the treatment of liver, lung, kidney or bone tumors, it makes it possible to offer a treatment with few complications to non-operable patients with metastases, the effectiveness of which is correlated to the size of the target tumors.

ملخص

هذه دراسة لـ 16 مريضاً عولجوا بالترددات الراديوية لأورام الكبد والرئة والكلى ، تم إجراؤها في قسم العلاج الإشعاعي في المستشفى الجامعي محمد السادس في مراكش بالتعاون مع الأستاذ الدكتور الحجام من مستشفى أمبرواز باري في باريس.

تهدف دراستنا إلى :

- تقديم نتائج التجربة الأولية لقسم الأشعة الرازي فيما يتعلق بتقنية الاستئصال الحراري بالترددات الراديوية في علاج أورام الكبد الأولية والثانوية وأورام الرئة والكلى الثانوية .
- مناقشة دلالاته وموانع استعماله.
- سرد ومناقشة أهم مضاعفاته.
- مقارنة الترددات الراديوية بالوسائل العلاجية الأخرى.

يتم إجراء تحليل استباقي على مدى 4 سنوات بين يناير 2019 ونوفمبر 2022 بمشاركة 16 مريضاً:

3 مرضى مصابين بسرطان الخلايا الكبدية ، و 9 مصابين بنقائل الكبد ، و 3 مصابين بنقائل في الرئة وواحد مصاب بورم في الكلى.

الترددات الراديوية هي تقنية جديدة في علم الأشعة التدخلي تجعل من الممكن علاج الأورام المختلفة من عدة أنواع نسيجية\أنسجة بطريقة أقل توغلاً\و ضرراً ، وهي حالياً تقنية آمنة وفعالة تسمح بالعلاج الموضعي غير الجراحي الذي يميل إلى أن يكون أكثر وأكثر استخداماً كعلاج أول مقارنة بالبدائل الأخرى: العلاج الكيميائي الجهازى ، العلاج الإشعاعي ، العلاج بالتبريد ، الاستئصال بالميكروويف ، الليزر، إلخ.

يعتمد مبدأه على انبعاث تيار متناوب من 400 إلى 500 هرتز ينتقل إلى موقع الضرر \الآفة من خلال قطب الإبرة .يؤدي هذا إلى تسخين الأنسجة ونخرها\قتلها عن طريق تمسخ البروتين ، وهو ينطوي على تعريض خلايا الورم إلى درجة حرارة أعلى من 60 درجة ، مما يؤدي ، عن طريق التعتيل الأنزيمي ، إلى تمسخ البروتين الخلوي السريع وغير القابل للانعكاس.

يتم إجراؤه تحت إشراف\بقيادة الموجات فوق الصوتية أو التصوير المقطعي المحوسب مع تصور في

الوقت الفعلي لموضع الإبرة والورم.

لا يزال تقييم فعالية التردد اللاسلكي صعباً لأسباب مختلفة:

- عدد المرضى المحدود
- المؤشرات و / أو طرق تقدير الاستجابة تختلف من تجربة إلى أخرى

• الترددات الراديوية ترتبط أحياناً بالعلاجات التكميلية.
يصعب تفسير نتائج الترددات الراديوية لأنه ، على عكس جراحة الاستئصال التي تكتمل بدراسة تشريحية مرضية وفحص هومش الاستئصال ، يتم تقييم نتائجها على الصور الإشعاعية (التصوير المقطعي المحوسب الصدري مع وبدون الحقن والتصوير بالرنين المغناطيسي) من أجل تقييم الفعالية المفترضة للترددات الراديوية ، واكتشاف المضاعفات ، ودراسة التطور وتحديد الانتكاسات التطورية المحلية.

خلال السنوات الأربع الماضية ، تم علاج 16 مريضاً بالترددات اللاسلكية تم علاج 24 عقدة في هذه الدراسة بمتوسط 24 ملم لكل عقدة بما في ذلك: سرطان الخلايا الكبدية ، النقائل الكبدية من سرطان القولون والمستقيم والأنواع النسيجية الأخرى ، عقيدات الرئة وأورام الكلى تم تنفيذ الإجراءات من قبل مشغلين ذوي خبرة في الأشعة التداخلية تضمنت المعدات إبراً مدعومة بمولد من (Boston scientifique RF 3000) (covidien cool-tip E series Medtronic ، نظام نقل ولوحات تشتت ، ثم اختار المشغل البروتوكول العلاجي بالرجوع إلى تعليمات الشركة المصنعة ، وكانت الإبر من النوع ، (Type Cluster, cool-tipRF ablation cluster electrode kit E series) ونظام أتاح التحكم عن طريق الموجات فوق الصوتية أو التصوير المقطعي إمكانية قياس المحاور الرئيسية والثانوية للتجويف المراد معالجته في الوقت الفعلي تؤكد دراستنا فعالية وبساطة استئصال الورم بالترددات الراديوية ، والذي يظل أسلوباً آمناً وأقل ضرراً.

لذلك يمكننا أن نستنتج أن التدمير بواسطة التردد الراديوي يظل بديلاً أفضل لعلاج أورام الكبد أو الرئة أو الكلى أو العظام ، فهو يجعل من الممكن تقديم علاج مع القليل من المضاعفات للمرضى غير القابلين للجراحة الذين يعانون من النقائل التي ترتبط فعاليتها لحجم الأورام المستهدفة.

BIBLIOGRAPHIE



1. **Boudghene F.**
Radiologie interventionnelle en oncologie : état des lieux. J Radiol [Internet]. sept 2011 [cité 1 avr 2022];92(9):753-6. Disponible sur:
<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0221036311003775>
2. **Livraghi T, Solbiati L, Meloni MF, Gazelle GS, Halpern EF, Gold-berg SN, et al.**
Treatment of focal liver tumors with percutaneous radio-frequency ablation: complications encountered in a mul-ticenter study. Radiology 2003;226(2):441-51.
3. **De Baere T, Deschamps F.**
Traitement par radiofré- quence de métastases hépatiques et pulmonaires. Journal de Radiologie Diagnostique et Intervention- nelle 2014, 95, 7-8 : 672-677.
4. **Mcgahan J P, Browning P D, Brock J M and Tesluk H 1990**
Hepatic Ablation Using Radiofrequency Electrocautery: Invest. Radiol. 25 267-70.
5. **Koch G, Cazzato R L, Caudrelier J, Cathelineau X,**
Lang H and Gangi A 2017 Techniques d'ablation tumorale Prog. En Urol. 27 853-64.
6. **Gazelle GS, Goldberg SN,**
Tumor ablation with radiofrequency energy. Radiology 2000 ; 217 : 633- 646.
7. **Rose SC, Thistlethwaite PA, Sewell PE, Vance RB.**
Lung cancer and radiofrequency ablation. J Vasc Interv Radiol 2006 ; 17 : 927- 951.
8. **Dupuy DE, Liu D,**
Percutaneous radiofrequency ablation of painful osseous metastases : a multicenter American College of Radiology Imaging Network trial. Cancer 2010 ; 116 : 989- 997.
9. **Dupuy DE, Mayo- Smith WW, Abbott GF, DiPetrillo T.**
Clinical applications of radio- frequency tumour ablation in the thorax. RadioGraphics 2002 ; 22 (Suppl. 1) : S259- S269.
10. **European Association of the Study of the L.**
2011 European Association of the Study of the Liver hepatitis C virus clinical practice guidelines. Liver Int 2012;32:2-8.
11. **Seror O.**
Ablations hépatiques percutanées : ce qu'il faut savoir en 2014. J Radiol Diagn Interv [Internet]. 1 juill 2014 [cité 14 nov 2022];95(7):654-64. Disponible sur:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211570614001866>

12. **Gillams AR, Lees WR.**
Radiofrequency ablation of colorectal liver metastases. *Abdom Imaging* 2005;30(4):419—26.
13. **Tateishi R, Shiina S, Teratani T, Obi S, Sato S, Koike Y, et al.**
Percutaneous radiofrequency ablation for hepatocellular carcinoma. An analysis of 1000 cases. *Cancer* 2005;103(6):1201—9.
14. **Brieger J, Pereira PL, Trubenbach J, Schenk M, Kroeber SM, Schmidt D, et al.**
In vivo efficiency of four commercial monopolar radiofrequency ablation systems: a comparative experimental study in pig liver. *Invest Radiol* 2003;38(10):609—16.
15. **Denys AL, De Baere T, Kuoch V, Dupas B, Chevallier P, Madoff DC, et al.**
Radio-frequency tissue ablation of the liver: in vivo and ex vivo experiments with four different systems. *Eur Radiol* 2003;13(10):2346—52.
16. **N’Kontchou G, Aout M, Laurent A, Nahon P, Ganne-Carrie N, Grando V, et al.**
Survival after radiofrequency ablation and salvage transplantation in patients with hepatocellular carcinoma and Child-Pugh A cirrhosis. *J Hepatol* 2012;56(1):160—6.
17. **Frericks BB, Ritz JP, Roggan A, Wolf KJ, Albrecht T.**
Multipolar radiofrequency ablation of hepatic tumors: initial experience. *Radiology* 2005;237(3):1056—62.
18. **EASL Clinical Practice Guidelines for the management of patients with decompensated cirrhosis.**
J Hepatol 2018;69:406–60.
19. **Eisele RM,**
Feasibility of hepatic radiofrequency ablation in patients with bilioenteric anastomoses. *Hepatogastroenterology* 2010;57:1499–504.
20. **Livraghi T, Meloni F, Di Stasi M, Rolle E, Solbiati L, Tinelli C,**
Sustained complete response and complications rates after radiofrequency ablation of very early hepatocellular carcinoma in cirrhosis: is resection still the treatment of choice? *Hepatology* 2008;47(1):82—9.
21. **Uehara T, Hirooka M, Kisaka Y, Abe M, Hiasa Y, Onji M, et al.**
Usefulness of the hyperechoic rim for assessing the therapeutic efficacy of radiofrequency ablation in hepatocellular carcinoma patients. *Hepatol Res* 2009;39(10):954—62.

22. **Lassau N, Lamuraglia M, Chawi I, Smayra T,**
Dromain C, Koscielny S, et al. Role of contrast-enhanced color Doppler ultrasonography and dynamic flow in the evaluation of hepatic tumors treated with radiofrequency. *Cancer Imaging* 2005;5(1):39—45.
23. **Simon CJ, Dupuy DE, Mayo-Smith WW.**
Microwave ablation: principles and applications. *Radiographics* 2005;25(Suppl. 1): S69—83.
24. **Kim JH,**
Medium-sized (3.1–5.0cm) hepatocellular carcinoma: transarterial chemoembolization plus radiofrequency ablation versus radiofrequency ablation alone. *Ann Surg Oncol* 2011;18:1624–9.
25. **Llovet JM, Fuster J, Bruix J.**
Intention-to-treat analysis of surgical treatment for early hepatocellular carcinoma: resection versus transplantation. *Hepatology* 1999;30(6): 1434—40.
26. **Golfieri R, Cappelli A, Cucchetti A, Piscaglia F, Carpenzano M, Peri E, et al.**
Efficacy of selective transarterial chemoembolization in inducing tumor necrosis in small (< 5 cm) hepatocellular carcinomas *Hepatology* 2011;53(5):1580—9.
27. **Ruers T, van Coevorden T, Pierie J, Borel Rinkes I,**
Punt C, Ledermann J, et al. Radiofrequency ablation (RFA) combined with chemotherapy for unresectable colorectal liver metastases (CRC LM): Interim results of a randomised phase II study of the EORTC-NCRI CCSG-ALM Intergroup 40004 (CLOCC). *J Clin Oncol* 2008;26(20 suppl.) [abstract 4012].
28. **Camma C,**
Treatment of hepatocellular carcinoma in compensated cirrhosis with radio-frequency thermal ablation (RFTA): a prospective study. *J Hepatol* 2005;42:535–40.
29. **Brunello F,**
Radiofrequency ablation versus ethanol injection for early hepatocellular carcinoma: a randomized controlled trial. *Scand J Gastroenterol* 2008;43:727–35.
30. **Shiina S,**
Radiofrequency ablation for hepatocellular carcinoma: 10-year outcome and prognostic factors. *Am J Gastroenterol* 2012;07:569–77 [quiz 578].

31. **Hocquelet A,**
Comparison of no-touch multi-bipolar vs. monopolar radiofrequency ablation for small HCC. *J Hepatol* 2017;66:67-74.
32. **Seror O,**
Large (>or=5.0-cm) HCCs: multipolar RF ablation with three internally cooled bipolar electrodes-initial experience in 26 patients. *Radiology* 2008;248:288-96.
33. **Hof J,**
Outcomes after resection and/or radiofrequency ablation for recurrence after treatment of colorectal liver metastases. *Br J Surg* 2016;103:1055-62.
34. **Karanicolas PJ,**
Long-term outcomes following tumor ablation for treatment of bilateral colorectal liver metastases. *JAMA Surg* 2013;148:597-601.
35. **Ruers T,**
Local Treatment of unresectable colorectal liver metastases: results of a randomized phase II trial. *J Natl Cancer Inst* 2017;109.
36. **Puijk RS,**
Colorectal liver metastases: surgery versus thermal ablation (COLLISION) – a phase III single-blind prospective randomized controlled trial. *BMC Cancer* 2018;18:821.
37. **Song I, Rhim H, Lim HK, Kim YS, Choi D.**
Percutaneous radio frequency ablation of hepatocellular carcinoma abutting the diaphragm and gastrointestinal tracts with the use of artificial ascites: safety and technical efficacy in 143 patients. *Eur Radiol* 2009;19(11):2630-40.
38. **Skonieczki BD, Wells C, Wasser EJ, Dupuy DE.**
Radiofrequency and microwave tumor ablation in patients with implanted cardiac devices: is it safe? *Eur J Radiol* 2011;79(3):343-6.
39. **CURLEY SA, IZZO F, DELRIO P, ELLIS LM, GRANCHI J, VALLONE P, ET AL.**
Radiofrequency ablation of unresectable primary and metastatic hepatic malignancies. *Ann Surg* 1999 ; 230 : 1-8.
40. **De Baere T, Elias D, Ducreux M, Dromain C, Kuoch V, Gamal El Din M, et al.**
Ablation thermique percutanée des métastases hépatiques par radiofréquence. *Gastroenterol Clin Biol* 1999 ; 23 : 1128-33.

41. **BILCHIK AJ, WOOD TF, ALLEGRA D, TSIOLAS GJ, CHUNG M, ROSE M, ET AL.**
Cryosurgical ablation and radiofrequency ablation for unresectable hepatic neoplasms. Arch Surg 2000 ; 135 : 657-64.
42. **SIRONI S,**
Small hepatocellular carcinoma treated with percutaneous RF ablation : MR imaging follow-up. AJR 1999 ; 173 : 1225- 9.
43. **Solbiati L, Goldberg N, Ierace T,**
Hepatic métastases: percutaneous radiofrequency ablation with cooled-tip électrodes. Radiology 1997; 205: 367-73.
44. **S CHAGNON, S QANADI, P Lacombe.**
Destruction pércutanédes tumeurs du foie par radiofréquence. Gastroentérologie clinique et biologique 2001, Vol 25.
45. **SOLBIATI L, IERACE T, GOLDBERG SN, SIRONI S, LIVRAGHI T.**
Percutaneous US-guided radio-frequency tissue ablation of liver métastases: treatment and follow-up in 16 patients. Radiology 1997;202:195-203.
46. **MELONI MF, GOLDBERG SN, LIVRAGHI T, CALLIADA F, RICCI P, ROSSI M, PALLAVICINI D. CAMPANI R. , et al.**
Hepatocellular carcinoma treated with radiofrequency ablation: comparison of puise inversion contrast-enhanced harmonie sonography, contrast-enhanced power Doppler sonography, and helicalCT. AJR 2001; 177:375-80.
47. **CHOI BI, KIM TK, HAN JK, ET.**
Vascularity of hepatocellular carcinoma: assesement with contrast-enhanced second-harmonie versus conventionnal power Doppler US. Radiology 2000; 214: 381-6.
48. **DAWSON SL, MUELLER PR, LEE MJ, BOLAND GW, GOLDBERG MA, FISCHMAN Aj, et al.**
Value of PET imaging in évaluation of percutaneous ablation of malignant hepatic neoplasms (abstract). Radiology 1999;213 (P):221.
49. **Sonntag PD, Hinshaw JL.**
Thermal ablation of lung tumors. Surg Oncol Clin N Am 2011 ; 20 : 369- 387, ix.
50. **Laurent F, Latrabe V,**
Percutaneous CT- guided biopsy of the lung : comparison between aspiration and automated cutting needles using a coaxial technique. Cardiovasc Intervent Radiol 2000 ; 23 : 266- 272.

51. **Rose SC, Thistlethwaite PA, Sewell PE, Vance RB.**
Lung cancer and radiofrequency ablation. *J Vasc Interv Radiol* 2006 ; 17 : 927– 951.
52. **Lee JM, Jin GY, Goldberg SN,**
Percutaneous radiofrequency ablation for inoperable non– small cell lung cancer and metastases : preliminary report. *Radiology* 2004 ; 230 : 125– 134.
53. **Goldberg SN, Gazelle GS, Compton CC, McLoud TC.**
Radiofrequency tissue ablation in the rabbit lung : effi cacy and complications. *Acad Radiol* 1995 ; 2 : 776– 784.
54. **Simon CJ, Dupuy DE,**
Microwave ablation : principles and applications. *RadioGraphics* 2005 ; 25 (Suppl. 1) : S69– 83.
55. **T. Couvreur, B. Ghaye,**
Interventions percutanées thoraciques non vasculaires, *Imagerie thoracique de l’adulte et de l’enfant* 2ème édition, Page 435, Tableau 6–13.
56. **Akeboshi M, Yamakado K, Nakatsuka A,**
Percutaneous radiofrequency ablation of lung neoplasms : initial therapeutic response. *J Vasc Interv Radiol* 2004 ; 15 : 463– 470.
57. **Ambrogi MC, Fanucchi O, Cioni R,**
Long– term results of radiofrequency ablation treatment of stage I non– small cell lung cancer : a prospective intention– to– treat study. *J Thorac Oncol* 2011 ; 6 : 2044– 2051.
58. **Gillams AR, Lees WR.**
Radiofrequency ablation of lung metastases : factors infl uencing success. *Eur Radiol* 2008 ; 18 : 672– 677.
59. **Grieco CA, Simon CJ, Mayo– Smith WW,**
Percutaneous image– guided thermal ablation and radiation therapy : outcomes of combined treatment for 41 patients with inoperable stage I/II non– small– cell lung cancer. *J Vasc Interv Radiol* 2006 ; 17 : 1117– 1124.
60. **Hiraki T, Sakurai J, Tsuda T,**
Risk factors for local progression after percutaneous radiofrequency ablation of lung tumors : evaluation based on a preliminary review of 342 tumors. *Cancer* 2006 ; 107 : 2873– 2880.

61. **Simon CJ, Dupuy DE, DiPetrillo TA,**
Pulmonary radiofrequency ablation : long- term safety and efficiency in 153 patients.
Radiology 2007 ; 243 : 268– 275.
62. **Yamakado K, Hase S, Matsuoka T,**
Radiofrequency ablation for the treatment of unresectable lung metastases in patients
with colorectal cancer : a multicenter study in Japan. J Vasc Interv Radiol 2007 ; 18 : 393–
398.
63. **Yan TD, King J, Sjarif A,**
Percutaneous radiofrequency ablation of pulmonary metastases from colorectal
carcinoma : prognostic determinants for survival. Ann Surg Oncol 2006 ; 13 : 1529– 1537.
64. **Vogl TJ, Naguib NN, Lehnert T,**
Nour- Eldin NE. Radiofrequency, microwave and laser ablation of pulmonary neoplasms :
clinical studies and technical considerations review article. Eur J Radiol 2011 ; 77(2) : 346–
57.
65. **Dupuy DE, Liu D,**
Percutaneous radiofrequency ablation of painful osseous metastases : a multicenter
American College of Radiology Imaging Network trial. Cancer 2010 ; 116 : 989– 997.
66. **Belfiore G, Moggio G, Tedeschi E,**
CT- guided radiofrequency ablation : a potential complementary therapy for patients with
unresectable primary lung cancer – a preliminary report of 33 patients. Am J Roentgenol
2004 ; 183 : 1003– 1011.
67. **VanSonnenberg E, Shankar S, Morrison PR,**
Radiofrequency ablation of thoracic lesions : part 2, initial clinical experience – technical
and multidisciplinary considerations in 30 patients. Am J Roentgenol 2005 ; 184 : 381–
390.
68. **Hess A, Palussière J, Goyers JF,**
Pulmonary radiofrequency ablation in patients with a single lung : feasibility, efficiency,
and tolerance. Radiology 2011 ; 258 : 635– 642.
69. **Erinjeri JP, Clark TW. Cryoablation □:**
mechanism of action and devices.
J Vasc Interv Radiol 2010 ; 21 (8 Suppl.) : S187– 191.

70. **McTaggart RA, Dupuy DE.**
Thermal ablation of lung tumors.
Tech Vasc Interv Radiol 2007 ; 10 : 102– 113.
71. **Hiraki T, Gobara H,**
Technique for creation of artificial pneumothorax for pain relief during radiofrequency ablation of peripheral lung tumors : report of seven cases. J Vasc Interv Radiol 2011 ; 22 : 503– 506.
72. **Suh RD, Wallace AB,**
Unresectable pulmonary malignancies : CT– guided percutaneous radiofrequency ablation – preliminary results. Radiology 2003 ; 229 : 821– 829.
73. **King J, Glenn D,**
Percutaneous radiofrequency ablation of pulmonary metastases in patients with colorectal cancer. Br J Surg 2004 ; 91 : 217– 223.
74. **Anderson EM, Lees WR, Gillams AR.**
Early indicators of treatment success after percutaneous radiofrequency of pulmonary tumors. Cardiovasc Intervent Radiol 2009 ; 32 : 478– 483.
75. **Steinke K, Sewell PE, Dupuy D,**
Pulmonary radiofrequency ablation – an international study survey. Anticancer Res 2004 ; 24 : 339– 343.
76. **De Baère T, Palussière J, Aupérin A,**
Midterm local efficacy and survival after radiofrequency ablation of lung tumors with minimum follow– up of 1 year : prospective evaluation. Radiology 2006 ; 240 : 587– 596.
77. **Zhu JC, Yan TD, Morris DL.**
A systematic review of radiofrequency ablation for lung tumors. Ann Surg Oncol 2008 ; 15 : 1765– 1774.
78. **Ghaye B, Dondelinger RF,**
Percutaneous CT– guided lung biopsy : sequential versus spiral scanning. A randomized prospective study. Eur Radiol 1999 ; 9 : 1317– 1320.
79. **Lanuti M, Sharma A, Digumarthy SR,**
Radiofrequency ablation for treatment of medically inoperable stage I nonsmall cell lung cancer. J Thorac Cardiovasc Surg 2009 ; 137 : 160– 166.

80. **Jemal A, Murray T, Ward E,**
Cancer statistics, 2005. *CA Cancer J Clin* 2005 ; 55 : 10– 30.
81. **Long– term results of lung metastasectomy**□:
prognostic analyses based on 5206 cases. The International Registry of Lung Metastases. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1997 ; 113 : 37– 49.
82. **Rosenberg C, Puls R, Hegenscheid K,**
Laser ablation of metastatic lesions of the lung : long– term outcome. *Am J Roentgenol* 2009 ; 192 : 785– 792.
83. **Inoue Y, Miki C, Hiro J,**
Improved survival using multimodality therapy in patients with lung metastases from colorectal cancer : a preliminary study. *Oncol Rep* 2005 ; 14 : 1571– 1576.
84. **Lencioni R, Crocetti L, Cioni R,**
Response to radiofrequency ablation of pulmonary tumours : a prospective, intention– to– treat, multicentre clinical trial (the RAPTURE study). *Lancet Oncol* 2008 ; 9 : 621– 628.
85. **Wolf FJ, Grand DJ, Machan JT,**
Microwave ablation of lung malignancies : effectiveness, CT fi ndings, and safety in 50 patients. *Radiology* 2008 ; 247 : 871– 879.
86. **Beland MD, Wasser EJ,**
Mayo– Smith WW, Dupuy DE. Primary non– small cell lung cancer : review of frequency, location, and time of recurrence after radiofrequency ablation. *Radiology* 2010 ; 254 : 301– 307.
87. **Hiraki T, Mimura H,**
Repeat radiofrequency ablation for local progression of lung tumors : does it have a role in local tumor control? *J Vasc Interv Radiol* 2008 ; 19 : 706– 711.
88. **Kashima M, Yamakado K,**
Complications after 1 000 lung radiofrequency ablation sessions in 420 patients : a single center’s experiences. *Am J Roentgenol* 2011 ; 197 : W576– 580.
89. **Sharma A, Moore WH, Lanuti M, Shepard JA.**
How I do it : radiofrequency ablation and cryoablation of lung tumors. *J Thorac Imaging* 2011 ; 26 : 162– 174.

90. **Jin GY, Lee JM,**
Acute cerebral infarction after radiofrequency ablation of an atypical carcinoid pulmonary tumor. *Am J Roentgenol* 2004 ; 182 : 990– 992.
91. **Hiraki T, Mimura H,**
Two cases of needle– tract seeding after percutaneous radiofrequency ablation for lung cancer. *J Vasc Interv Radiol* 2009 ; 20 : 415– 418.
92. **Bojarski JD,**
Dupuy DE, Mayo– Smith WW. CT imaging findings of pulmonary neoplasms after treatment with radiofrequency ablation : results in 32 tumors. *Am J Roentgenol* 2005 ; 185(2) : 466– 71.
93. **Palussière J, Marcet B, Descat E, et al.**
Lung tumors treated with percutaneous radiofrequency ablation : computed tomography imaging follow– up. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2011 ; 34 : 989– 997.
94. **Sharma A, Digumarthy SR, Kalra MK,**
Reversible locoregional lymph node enlargement after radiofrequency ablation of lung tumors. *Am J Roentgenol* 2010 ; 194 : 1250– 1256.
95. **Miao Y, Ni Y,**
Radiofrequency ablation for eradication of pulmonary tumor in rabbits. *J Surg Res* 2001 ; 99 : 265– 271.
96. **Okuma T, Matsuoka T, Yamamoto A,**
Assessment of early treatment response after CT– guided radiofrequency ablation of unresectable lung tumours by diffusion– weighted MRI : a pilot study. *Br J Radiol* 2009 ; 82 : 989– 994.
97. **Deandreis D, Leboulleux S, Dromain C,**
Role of FDG PET/CT and chest CT in the follow– up of lung lesions treated with radiofrequency ablation. *Radiology* 2011 ; 258 : 270– 276.
98. **Yoo DC, Dupuy DE,**
Radiofrequency ablation of medically inoperable stage IA non– small cell lung cancer : are early posttreatment PET findings predictive of treatment outcome? *Am J Roentgenol* 2011 ; 197 : 334– 340.

99. **Luciani LG, Cestari R, Tallarigo C.**
Incidental renal cell carcinoma—age and stage characterization and clinical implications: study of 1092 patients (1982–1997). *Urology* 2000;56:58–62.
100. **Zlotta AR, Wildschutz T, Raviv G, Peny MO, Van Gansbeke D, Noel JC, et al.**
Radiofrequency interstitial tumor ablation (RITA) is a possible new modality for treatment of renal cancer: ex vivo and in vivo experience. *J Endourol* 1997;11:251–8.
101. **Campbell SC, Novick AC, Bukowski RM.**
Renal Tumors 2007:1565–608.
102. **Zagoria RJ, Traver MA, Werle DM, Perini M, Hayasaka S, Clark PE.**
Oncologic efficacy of CTguided percutaneous radiofrequency ablation of renal cell carcinomas. *AJR Am J Roentgenol* 2007;189:429–36.
103. **Hui GC, Tuncali K, Tatli S, Morrison PR, Silverman SG.**
Comparison of percutaneous and surgical approaches to renal tumor ablation: metaanalysis of effectiveness and complication rates. *J Vasc Interv Radiol* 2008;19:1311–20.
104. **Remzi M.**
Minimal invasive therapy for small renal tumors. *EAU Congress*; 2009.
105. **Gervais DA, Arellano RS, Mueller PR.**
Percutaneous radiofrequency ablation of renal cell carcinoma. *Eur Radiol* 2005;15:960–7.
106. **Levinson AW, Su LM, Agarwal D, Sroka M, Jarrett TW, Kavoussi LR, et al.**
Long-term oncological and overall outcomes of percutaneous radio frequency ablation in high risk surgical patients with a solitary small renal mass. *J Urol* 2008;180:499–504 [discussion 504].
107. **Park S, Cadeddu JA.**
Outcomes of radiofrequency ablation for kidney cancer. *Cancer Control* 2007;14:205–10.
108. **Clarençon F, Cormier E, Gabrieli J, Jean LL, Chiras J.**
Radiofréquence des métastases osseuses. 2015;(3):4.
109. **Deschamps F, Farouil G, de Baere T.**
Ablation percutanée des lésions tumorales de l'os. *J Radiol Diagn Interv [Internet]*. 1 juill 2014 [cité 14 nov 2022];95(7):649-53. Disponible sur: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211570614001891>

110. **La radiofréquence percutanée à l'assaut des tumeurs osseuses | APHP [Internet].**
[cité 11 oct 2022].
Disponible sur: <https://www.aphp.fr/contenu/la-radiofrequence-percutanee-lassaut-des-tumeurs-osseuses>
111. **Haitham SHARARA, thermoablation des nodules thyroïdiens.**
<https://www.thyronews.fr/5-la-thermoablation-des-nodules-thyroidi>.
112. **Kim JH, Baek JH, Lim HK,**
Guideline Committee for the Korean Society of Thyroid Radiology (KSThR) and Korean Society of Radiology. 2017 Thyroid Radiofrequency Ablation Guideline: Korean Society of Thyroid Radiology. Korean J Radiol. 2018 Jul-Aug;19(4):632-655.
<https://doi.org/10.3348/kjr.2018.19.4.632>.
113. **Tan W, Deng Q, Lin S, Wang Y, Xu G.**
Comparison of microwave ablation and radiofrequency ablation for hepatocellular carcinoma: a systematic review and meta-analysis. Int J Hyperthermia. 1 janv 2019;36(1):263-71.
114. **Facciorusso A, Di Maso M, Muscatiello N.**
Microwave ablation versus radiofrequency ablation for the treatment of hepatocellular carcinoma: A systematic review and meta-analysis. Int J Hyperthermia. 2 avr 2016;32(3):339-44.
115. **J Hepatol**
EASL Clinical Practice Guidelines for the management of patients with decompensated cirrhosis. 1 août 2018;69(2):406-60.
116. **Buy X, Lang H, Garnon J, Gangi A.**
Thermoablation percutanée des cancers rénaux : radiofréquence ou cryoablation ? J Radiol. sept 2011;92(9):774-88.
117. **Guibal A, Seiller I, Khemissa F, Aufranc V, Rehim MA, Fryder I, et al.**
Recommandations opérationnelles en radiologie interventionnelle : destruction tumorale percutanée des tumeurs hépatiques. J Imag Diagn Interv. sept 2021;4(4):231-7.
118. **Hirshberg B, Biran I, Glazer M, Kramer MR.**
Hemop-tysis: etio-logy, evaluation, and outcome in a tertiary referral hospital. Chest 1997;112:440-4.

قسم الطبيب

أقسم بالله العظيم

أن أراقب الله في مهنتي.

وأن أصون حياة الإنسان في كافة أطوارها في كل الظروف
والأحوال باذلة وسعي في إنقاذها من الهلاك والمرض
والآلم والقلق.

وأن أحفظ للناس كرامتهم، وأستر عورتهم، وأكتم سرهم.
وأن أكون على الدوام من وسائل رحمة الله، باذلة رعايتي الطبية للقريب والبعيد،
للصالح والطالح، والصديق والعدو.

وأن أثابر على طلب العلم، وأسخره لنفع الإنسان لا لأذاه.
وأن أوقر من علمني، وأعلم من يصغرني، وأكون أختاً لكل زميل في المهنة
الطبية متعاونين على البر والتقوى.

وأن تكون حياتي مصداق إيماني في سرّي وعلايتي، نقيّة مما يُشِينها تجاه
الله ورسوله والمؤمنين.

والله على ما أقول شهيدا

**استئصال الورم بالترددات الراديوية : تجربة قسم الفحص
بالأشعة بالمركز الاستشفائي الجامعي محمد السادس
بمراكش**

الأطروحة

قدمت ونوقشت علانية يوم 2022 / 11 / 25

من طرف

الآنسة غيثة الغزال

المزودة في 24 نونبر 1997 بمراكش

لنيل شهادة الدكتوراه في الطب

الكلمات الأساسية:

الترددات الراديوية - الكبد - الرئة - الكلى - أورام العظام.

اللجنة

الرئيس

م. والي ادريسي

السيدة

المشرف

أستاذة في الفحص بالأشعة

السيدة

ن. الادريسي الكونوني

أستاذة في الفحص بالأشعة

السيد

أ. العمراني

أستاذ في العلاج بالأشعة

السيد

ح. فنان

أستاذ مبرز في الجراحة الصدرية

الحكام