

Mémoire de Maîtrise en médecine N°1482

Etude des altérations post-thérapeutiques
visualisées en IRM et en CT après ablation de
tumeurs rénales par Radiofréquence ou par
Cryo-ablation

Etudiante

Radja BENOUARET RAHMANI

Tuteur

Dr. Pierre Etienne BIZE

Service de radiodiagnostic et radiologie interventionnelle, CHUV

Expert

Prof. Alban DENYS

Service de radiodiagnostic et radiologie interventionnelle, CHUV

Lausanne, 15 décembre 2015

TABLE DES MATIERES

1	Résumé	3
2	Introduction	4
3	Matériels et méthodes	7
3.1	Patients	7
3.2	Les images CT et IRM	7
3.2.1	CT :	7
3.2.2	IRM :	7
3.3	Les images IRM pondérées en diffusion (DWI)	8
3.4	Revue de la littérature.....	8
3.5	Analyses statistique	9
4	Résultats	9
4.1	Patients	9
4.2	Lésions rénales	9
4.3	Résultats de CT et IRM	10
5	Discussion	10
6	Conclusion	14
7	Bibliographie	15
8	Tables and figures	17
8.1	Tables	17
8.2	Figures	19

1 Résumé

Introduction

La thermo-ablation percutanée est devenue une technique standard reconnue pour le traitement des petites masses rénales chez des patients présentant un risque chirurgical élevé. La littérature a démontré l'efficacité de ces techniques ainsi qu'un taux très bas de complications (1). En l'absence d'analyse histologique, le succès du traitement est jugé sur la base d'un suivi à long terme par imagerie. L'aspect des lésions rénales traitées par thermo-ablation a bien été décrit dans la littérature (2-4). Néanmoins, il n'existe pas de véritable consensus relatif à la description standardisée des altérations observées. Le but de notre étude était de répertorier les altérations post-thérapeutiques visualisées en IRM et CT selon une grille de lecture standardisée (Figure 1) afin d'identifier le type d'image qui correspondait à la survenue d'une récurrence. Dans un deuxième temps, de voir l'évolution des valeurs du coefficient apparent de diffusion (ADC) au sein de la zone d'ablation sur les images IRM de suivi ce qui n'a, à notre connaissance, jamais été étudié. Il pourrait s'agir d'un critère supplémentaire permettant de déceler une récurrence dans certains cas d'interprétation difficile.

Matériels et Méthodes

Après obtention de l'accord du comité d'éthique de notre institution (N° de dossier 182/14050614), nous avons effectué une analyse rétrospective portant sur 65 patients (50 hommes, 15 femme, âge moyen était de $69,02 \pm 0,36$. les extrêmes étaient de 32 et 89 ans) traités en radiologie interventionnelle au CHUV pour 66 petites masses rénales (26 traités par la RFA et 40 par CRA). Les paramètres démographiques ont été extraits des dossiers médicaux afin de définir leur influence sur le choix de la technique et sur la survenue de complications. Les images CT après injection de produit de contraste (PdC) et IRM pondérées en T1 après injection de gadolinium ont été relues et les prises de contraste (rehaussement) visualisées au sein ou autour de la zone d'ablation ont été répertoriées selon une grille de lecture (Figure 1). Les valeurs de l'ADC ont été mesurées afin d'évaluer leurs évolutions dans le temps en fonction de la technique d'ablation utilisée.

L'ensemble des données ont été anonymisées puis consignées dans un tableau Excel (Microsoft Excel 2013). Une étude statistique multifactorielle (Stata version 2011) a été réalisée pour déterminer les facteurs cliniques, histologiques et d'imagerie associés à une récurrence tumorale. La valeur $p < 0,05$ a été considérée comme une différence significative.

Résultats

Un total de 66 lésions rénales (diamètre moyen $26,81 \pm 0,27$ mm, avec un min 10 mm et max 70 mm) a été étudiées. Deux tiers de ces tumeurs avaient un diamètre ≤ 3 cm (T1A). Les tumeurs de 3cm ou moins ont été traitées le plus souvent par RFA ($p < 0,004$, test du χ^2) (Figure 2)

On a observé que les prises de contraste de type 2 et 4 (Figure 5) étaient corrélées avec la survenue d'une récurrence. Cependant il n'y avait pas suffisamment de de récurrence pour que ce résultat soit statistiquement significatif. L'évolution des valeurs d'ADC au niveau de la lésion traitée suit une courbe de régression logarithmique (Figure 6). Il augmente rapidement dans le temps immédiatement en post ablation indépendamment de la technique utilisée ($p = 2,12 \cdot 10^{-6}$, ANCOVA) avant d'atteindre une valeur plateau d'environ $1440 \text{ mm}^2/\text{sec}$ vers le 10^{ème} mois post ablation.

Conclusion

Le CT et l'IRM avec injection du produit de contraste (PdC) sont les modalités d'imagerie de premier choix pour le suivi post thermo-ablation. Les valeurs de l'ADC au sein des zones d'ablation augmentent rapidement dans le temps puis se stabilise en plateau indépendamment de la technique utilisée. Toute chute des valeurs de L'ADC devrait faire suspecter une récurrence tumorale. Les séquences de diffusion (DWI) pouvant être réalisée sans injection de Gadolinium ce qui peut se révéler utiles en cas de contre-indication à ce PdC.

2 Introduction

Ces dernières décennies ont été marquées par une augmentation de l'utilisation de l'imagerie médicale (US, CT et IRM) afin d'assurer la meilleure prise en charge des patients. Ceci a contribué à l'augmentation de la découverte fortuite de petites tumeurs rénales (≤ 3 cm), à un stade infra-clinique (5). Avec plus de 60.000 nouveau cas par année, le carcinome à cellule rénale (RCC) représente la tumeur rénale la plus fréquente (6). Notre étude s'est intéressé à ces petites tumeurs rénales et plus précisément aux carcinomes à cellules rénales (RCC).

Combinée à l'imagerie, la biopsie rénale représente un élément essentiel, qui permet de déterminer le type histologique, d'orienter le choix thérapeutique et de prédire le pronostic de la tumeur grâce à la classification de Fuhrman (7, 8).

Ces petites tumeurs rénales ont un très faible potentiel métastatique, ce qui est un bon prédicteur de l'évolution après le traitement. Néanmoins chaque 1 cm au-delà de la taille limite de 3 cm, augmente de 20% le risque de développer des métastases et de 10% le risque de décès (8-10).

La plupart de ces tumeurs sont diagnostiquées chez des personnes de sexe masculin, d'âge avancé (>65 ans) et à un stade précoce dont plus de 50% au stade T1A de la classification TNM. Leur taille, leur siège, leur lente évolution et leur faible pouvoir métastatique (8) laissent au médecin un large éventail de stratégies thérapeutiques. Le choix du traitement le plus approprié se fait au cas par cas lors de colloque pluridisciplinaire impliquant chirurgiens urologues, oncologues et radiologues. Pour optimiser les résultats. Les directives actuelles préconisent un traitement individualisé, plus adapté à chaque patient (11). Dans certains cas, une surveillance radiologique et biologique active peut être préconisée pour des patients très âgés et plus fragiles à la place d'un traitement ablative (1).

Jusqu'à ce jour, l'association américaine d'urologie considère la néphrectomie partielle par voie laparoscopique avec préservation des néphrons comme le gold standard dans la prise en charge de ces petites tumeurs (6). Néanmoins, depuis la fin des années 90, grâce au progrès de la radiologie interventionnelle, d'autres techniques minimalement invasives alternatives ont vu le jour pour répondre aux besoins d'une certaine catégorie de patients chez qui le traitement chirurgical est contre indiqué. Les contre-indications au traitement chirurgical les plus fréquentes sont l'âge avancé, la présence de comorbidités sévères (score ASA 2 à 3), l'existence d'un rein unique ou un syndrome héréditaire tel que la maladie de Von Hippel Lindau ou la polykystose rénale (1, 12, 13).

Parmi ces techniques, la CRA et la RFA sont les plus utilisées et les mieux documentées (13). Les nouvelles directives de l'association américaine d'urologie considèrent l'ablation percutanée comme traitement optionnel des petites tumeurs rénales chez les patients à haut risque chirurgical (4, 10, 13, 14). En plus de leur potentiel curatif, ces techniques offrent une meilleure tolérance, une hospitalisation plus courte (maximum 2 jours), une préservation de la fonction rénale, un faible taux de complications per et post opératoire et peuvent être répétées aisément en cas de récurrence ou de présence d'un résidu tumoral (13). Actuellement, aucune technique n'a clairement fait la preuve d'une efficacité supérieure par rapport à l'autre (15). Le choix de l'une ou l'autre technique dépend essentiellement de l'expérience et des compétences disponibles au sein d'une institution.

Comme tout geste opératoire, ces techniques, même minimalement invasives ne sont pas sans risque. L'hémorragie reste la complication la plus fréquente après CRA et la plus redoutée par les radiologues (10). Des études ont montré que les tumeurs centrales (situées près du hile rénal) ainsi que le nombre de Cryo-sondes utilisées sont les principaux facteurs prédictifs de la survenue d'hémorragies (14). Le radiologue interventionnel prend les mesures nécessaires afin de limiter au minimum ce risque. Ce risque peut être limité en contrôlant scrupuleusement le profil de coagulation des patients, en utilisant des Cryo-sondes de petit diamètre et en limitant leur nombre. Dans certains cas l'embolisation de l'artère rénale peut également être réalisée avant la procédure d'ablation. Lorsque cela est nécessaire la

protection des organes voisins par l'injection d'eau (hydro dissection) ou du CO₂ peut être utilisée afin de limiter le risque de lésion de ces derniers (duodénum, intestin grêle).

Après le traitement, une surveillance rigoureuse de ces lésions par imagerie s'avère nécessaire malgré le risque lié à l'exposition aux radiations et le surcoût qu'elle engendre. Le CT scan et l'IRM sont les modalités d'imagerie de choix pour le suivi post thérapeutique de ces lésions. L'échographie est une alternative pour les patients qui présentent une intolérance aux produits de contraste (PdC) ou une insuffisance rénale. L'IRM offre une bonne résolution en contraste qui permet d'estimer les marges de sécurité, qu'il sera possible d'obtenir avant l'ablation, de détecter d'éventuelles complications en post-ablation, de suivre l'évolution post thérapeutique et de déceler précocement une éventuelle récurrence ou des métastases afin de pouvoir agir en temps voulu (1). L'aspect des lésions rénales traitées par ablation percutanée a relativement été bien décrit dans la littérature (2-4). Actuellement, les radiologues se basent sur l'aspect des contours de la zone d'ablation, sur la présence d'une prise de contraste (rehaussement) aussi bien sur les images de CT que d'IRM en pondération T1. L'aspect de la graisse péri-rénale et l'évolution dans le temps de la taille de la lésion sont aussi des critères significatifs (14). Cependant, il n'existe pas de véritable consensus relatif à une description standardisée et à l'interprétation des altérations (2). L'interprétation de ces images repose, avant tout, sur l'expérience du radiologue qui lit ce type d'examen. C'est pour cette raison que des biopsies sont parfois pratiquées, en cas de doute diagnostique, dans de différents sites de la zone d'ablation afin de confirmer l'absence ou la présence d'une récurrence tumorale. La confirmation de l'efficacité du traitement est donc souvent basée sur la répétition des examens radiologiques démontrant l'absence de récurrence, souvent sur une période de 5 ans (2).

L'IRM permet une meilleure surveillance post ablation. L'ablation complète de la tumeur est obtenue dans les zones où il y a une perte du signal sur les images IRM en pondération T2 qui remplace le signal iso ou hyper intense de la tumeur. En phase aiguë post ablation, la zone de nécrose complète est généralement, hypo-intense et entourée d'un petit liseré hyper-intense correspondant à la zone d'inflammation et d'hémorragie. Le résidu tumoral peut être détecté précocement par la présence d'une lésion iso-intense ou hyper-intense par rapport au parenchyme rénal sain (16). La zone centrale de la lésion est souvent hyperdense par rapport au tissu normal. Ce qui correspond à des débris de protéines ou de l'hémorragie. Ces modifications sont visibles fréquemment dans les 6 premiers mois post ablation (2). Pour cela l'utilisation du produit de contraste est essentielle pour l'évaluation des lésions rénales (résidu ou récurrence tumorale). Lorsque l'ablation est complète, la lésion a une taille stable qui diminue progressivement avec le temps (17). Ganguli et al. ont évoqué que l'augmentation de la taille de la lésion post ablation est un signe de progression tumorale (18). Dans certains cas il est très difficile de visualiser des micro-résidus tumoraux sur les images de suivi. Ces derniers ne sont visibles que plusieurs années après l'ablation (environ 2 ans et demi), ce qui justifie la nécessité d'un suivi au long cours (2)

La CRA à l'avantage par rapport à la RFA que la boule de glace formée à l'extrémité de la Cryo-sonde est visible sur les images CT comme une zone hypo dense bien délimitée. Sa visibilité permet un bon contrôle du geste interventionnel, diminution du risque de résidu tumoral et préservation des tissus sains adjacents (16, 17).

Tout rehaussement (>10-15 UH) sur les images CT de contrôle est un signe de résidu tumoral et signifie un échec du traitement. La zone de rehaussement apparaît comme une prise de contraste nodulaire ou en croissant sur le CT ou l'IRM. Cependant, la Cryo-ablation peut montrer un signal de 15-20 UH post ablation qui est dû au rebord périphérique mince qui persiste plusieurs mois post traitement (2, 4)

Le degré de rehaussement varie selon la nature histologique de la lésion. Les lésions nécrotiques et kystiques ne montrent que peu ou pas de rehaussement (16). Au CT, un kyste simple est hypo dense spontanément par rapport au parenchyme rénal sain et a une densité <10 UH après injection du produit de contraste. Un angiomyolipome est iso dense par rapport au parenchyme sain et a une densité entre

15-20 UH après injection. Il ne contient ni nécrose ni calcification et est caractérisé par la chute du signal sur les images IRM avec saturation des graisses. Le pourcentage de rehaussement dans ce type de tumeur est considérablement plus élevé par rapport au RCC en phase vasculaire ($p = 0,231$) (19, 20). Ce type de tumeur ne nécessite généralement pas de biopsie. Une simple surveillance radiologique suffit. L'oncocytome présente un rehaussement homogène précoce et intense avec une cicatrice centrale qui se rehausse tardivement mais sans effet en « opposition de phases ». L'oncocytome présente parfois une cicatrice fibreuse centrale. Après l'injection de PdC, . Une lésion hyper dense au CT, par rapport au parenchyme sain, signifie qu'elle est hyper vascularisée et très suspecte d'être une tumeur solide. L'IRM permet également de caractériser efficacement ces petites masses rénales. Un RCC est caractérisé par une chute du signal « en phases ». Cette chute du signal est due au dépôt d'hémossidérine au centre de la tumeur. Le carcinome Papillaire est hypo vascularisé. Il présente un faible rehaussement en phase artérielle et néphrogénique. Il est hypo-intense en T2 avec une chute du signal possible en « opposition de phases » ou « en phase ». Le carcinome chromophile ne présente pas une chute du signal en « opposition de phases » (20).

Récemment l'imagerie de diffusion par IRM (DWI) est venue s'ajouter dans la panoplie des séquences d'imagerie utilisées dans le bilan et le suivi de nombreuses affections oncologiques. L'intérêt de ces images est de calculer le coefficient apparent de diffusion (ADC). L'ADC représente la valeur de la diffusion des molécules d'eau dans le corps humain en mm^2/s . D'une manière générale plus les tissus sont denses, comme c'est le cas dans les tissus tumoraux, plus la diffusion des molécules d'eau est restreinte. En pratique le calcul de l'ADC se fait sur la base de plusieurs séries d'images acquises en pondération DWI avec des champs magnétique B d'intensité croissante (B0, B50, B500, B1000).

La diffusion au niveau du rein présente des caractéristiques particulières et complexes car elle dépend du flux sanguin, du flux urinaire et de la quantité d'eau intra cellulaire.

L'évolution des valeurs d'ADC mesurées au sein de la zone d'ablation sur les images IRM de diffusion post thérapeutique n'a, à notre connaissance, jamais été étudié. Il pourrait s'agir d'un critère supplémentaire permettant de déceler une récurrence dans certains cas d'interprétation difficile. De plus, les séquences de diffusion pouvant être réalisées sans injection de Gadolinium se révéler utiles en cas de contre-indication à ce PdC.

C'est donc le manque de standardisation dans la description et l'interprétation des modifications post thérapeutiques ainsi que l'absence de données sur la valeur des mesures de l'ADC au sein des zones d'ablation qui justifient cette étude sur l'aspect radiologique des tumeurs rénales post ablation percutanée.

Notre étude consiste en deux parties: Dans la première il s'agit de rechercher les aspects communs visualisés après RFA et CRA et à les organiser sous forme d'une classification standardisée (Figure 1). Cette classification des altérations post thérapeutiques visualisées en CT et en IRM pourrait aider le radiologue à faire la différence entre phénomène de cicatrisation, d'inflammation, de nécrose ou de persistance d'un résidu tumoral et permettre une standardisation des rapports radiologiques. La deuxième partie consiste à mesurer l'ADC sur les images IRM en mettant les régions d'intérêts (ROI), comparables en tailles et en localisations, sur l'ensemble de la zone d'ablation, puis comparer l'évolution dans le temps de ces valeurs d'ADC après RFA et CRA afin de déterminer s'il existe une différence d'évolution de l'ADC après traitement par l'une ou l'autre de ces techniques et de définir s'il est possible de détecter une évolution anormale de l'ADC qui permettrait de suspecter précocement la survenue d'une récurrence.

3 Matériels et méthodes

3.1 Patients

Après obtention de l'accord du comité d'éthique de notre institution (N° de dossier 182/14050614), nous avons effectué une étude rétrospective comparative sur les petites tumeurs rénales chez des patients qui ont été traités par RFA et CRA, entre 2006 et 2014, dans l'unité de radiologie interventionnelle du CHUV par les deux techniques de thermoablation. Un total de 65 patients a été identifiés (50 hommes, et 15 femmes, l'âge moyen $69,02 \pm 0,36$ et extrêmes 89 et 32 ans). Vingt-six patients ont été traités par RFA et 39 par CRA. Les données cliniques et démographiques des patients, les images radiologiques CT et IRM per et post procédurales ainsi que les résultats histologiques ont été extraites des dossiers informatisés des patients du CHUV (Soarian, Archimed, PACS-web).

Toutes ces données ont été par la suite répertoriées dans un tableau Excel (Microsoft Excel 2013) :

- Les paramètres démographiques considérés sont : l'âge, le sexe, le BMI, les comorbidités (HTA, diabète, IRC, obésité, maladie de Von Hippel Lindau) et le score d'anesthésiologie ASA.
- Les autres paramètres considérés sont: le type histologique des lésions biopsiées (oncocytomes, angiomyolipome, hypernéphrome, kyste selon la classification de Bosniak (Tableau 4), RCC, carcinome urothéliale et métastases), les sous types histologiques des tumeurs malignes type RCC selon le grade de Fuhrman (G1, G2, G3), les complications post ablation précoce (hémorragie, lésion du système collecteur, pneumothorax.) et les complications tardives (récidives, métastases).

3.2 Les images CT et IRM

En l'absence d'un protocole standardisé de suivi par imagerie au début de la période d'enrôlement, les patients ont été suivis soit par CT soit par IRM, au choix de l'opérateurs ou en fonction d'éventuelles contre-indication à l'une ou l'autre de ces techniques d'imagerie.

3.2.1 CT :

Les examens CT ont été réalisés sur un appareil Discovery, (GE Healthcare) en acquisition spiralée native (120kV, 220mA, pitch 1.375, épaisseur de coupe 0.625mm, reconstruction 2mm) est d'abord réalisé sur les reins puis deux acquisitions spiralées sont réalisées sur les reins et sur l'ensemble de l'abdomen respectivement 20 et 70 secondes après l'injection de 100ml d'Accupaque 300 4ml/s au niveau d'une veine du dos de la main. Toutes les acquisitions ont été réalisées en apnée.

3.2.2 IRM :

Les séquences suivantes ont été réalisées sur un appareil Magnetom Aera (Siemens) :

- T2 Haste axial (coronal) : ces images permettent l'évaluation des cavités rénales, du parenchyme et des différentes lésions et leurs extensions. Il faut noter que les zones de nécrose tumorale peuvent être en hypo signal à cause du saignement post ablation.
- T1 in and out of phase axial : la première se fait en écopphase et la deuxième se fait en opposition de phase. Elle permet de rechercher la présence d'une graisse intra cellulaire visible sous forme d'une chute du signal en opposition des phases.
- T2 tse Fat SAT axial : c'est la seule séquence qui est réalisée en synchronisation avec les mouvements respiratoires. Elle permet une évaluation du parenchyme rénale et une détection des infiltrations de la graisse péri-rénale, c a d, la quantification de la saturation de la graisse.
- T1 Vibe axial natif : elle permet de détecter la présence d'un halo périphérique ou d'un hyper signal de la lésion avant l'injection du produit de contraste.
- T1 Vibe axial injecté pendant les 3 phases : artérielle, veineuse et parenchymateuse. Elle permet d'évaluer la différenciation cortico-médullaire, la différenciation entre parenchyme normale et la

lésion et de visualiser la cinétique du rehaussement de la lésion, le rapport lésionnel avec le système pyélocaliciel et la morphologie du système pyélocaliciel.

Le PdC est administré par une voie veineuse placée au dos de la main en un bolus de 2 ml/ sec afin de pouvoir réaliser des images pendant les 3 temps de perfusions rénale : la phase artérielle, la phase veineuse et la phase parenchymateuse. En cas d'IRC, la dose du PdC est diminuée de moitié et une bonne hydratation du patient est nécessaire.

Après l'acquisition des différentes images Vibe dynamiques et natives des soustractions sont réalisées. Afin d'obtenir des images interprétables, il est impératif d'avoir les mêmes paramètres de réglages de la résolution pour les différentes acquisitions. Ces images de soustraction sont indispensables car elles permettent de détecter même un faible rehaussement. La présence d'un halo sur la séquence Vibe native pourrait masquer le rehaussement qui est un signe de récurrence ou de résidu tumoral.

Les images ont été réalisées en coupes transversales en fin d'expiration pour minimiser les artefacts liés aux défauts de positionnement.

Nous avons effectué une deuxième lecture des images CT ou IRM réalisées avant l'ablation puis de celles du suivi à 1 mois, 3 mois, 6 mois, 9 mois, 12 mois jusqu'à 36 mois. Les types de prises de contraste des lésions traitées sur les images du suivi CT (T1 et T2) ou IRM en phase artérielle et veineuse ont été comparées et rapportées sur une grille de lecture standardisée (Figure 1) correspondant aux types d'images le plus fréquemment observées au cours de ce type de traitement. Le but de cette grille de lecture est de standardiser l'interprétation des modifications post thérapeutiques observées lors des contrôles radiologiques afin de rechercher une éventuelle corrélation statistique avec une ablation complète, une cicatrisation, un résidu tumoral, une nécrose de coagulation ou une récurrence tumorale.

Interprétation standardisée des altérations post thérapeutiques en imagerie :

Etant donné que les cinétiques de rehaussement après injection de PdC en IRM et au CT sont semblables, la même grille de lecture standardisée a été utilisée pour les deux modalités d'imagerie (Figure 1).

3.3 Les images IRM pondérées en diffusion (DWI)

L'intérêt de ces images est de pouvoir mesurer l'ADC. En pratique le calcul de l'ADC se fait sur la base de plusieurs séries d'images acquises en DWI avec des champs magnétiques B d'intensité croissante (B0, B50, B500, B1000).

Nous avons mesuré l'ADC sur les images IRM pondérées en DWI. Nous avons marqué par des contours, au niveau des lésions rénales, des ROI. Ces dernières étaient comparables en taille et en localisation sur la lésion rénale tout au long du suivi. La ROI a été placée sur l'ensemble de la lésion. Par la suite la ROI a été ajustée afin de mieux définir les limites de la lésion en se basant sur les images T1 de prise de contraste et sur les images de soustraction. Nous avons calculé la moyenne de l'ADC au sein de la ROI et l'écart type (déviations standard) sur toutes les images pondérées en diffusion des IRM de suivi post ablation de ces tumeurs (1 mois, 3 mois, 6 mois, 9 mois, 12 mois, 24 mois, 36 mois et plus ...). En fin nous avons défini les valeurs de l'ADC qui correspondaient aux images T1 de prise de contraste (rehaussement) suspectes de récurrence à un temps Delta T.

3.4 Revue de la littérature

Une revue systématique de la littérature a été effectuée par mots clés (Radiofréquence, Cryo-ablation, Petites tumeurs rénales, CT, IRM, ADC, RCC, Thermoablation, histopathologie...) sur le moteur de recherche scientifique (Pub Med, Up to Date, Clinical keys, Web of science, Embase...). Afin de mettre en perspective les résultats de notre analyse par rapport aux connaissances actuelles.

3.5 Analyses statistique

Une étude statistique multifactorielle a été réalisée pour déterminer quels sont le ou les facteurs cliniques, histologiques et d'imagerie associés à une récurrence tumorale post ablation par RFA ou CRA. Nous avons utilisé le logiciel statistique (Stata version 2011) pour notre analyse. La valeur $p < 0,05$ a été considérée comme une différence significative.

Les données démographiques ont été analysées par le test du Chi carré (χ^2) et par le model mixte de covariance de façon comparative entre les deux techniques d'ablation.

Les données sur le type de prise de contraste (rehaussement) ont été illustrées graphiquement et les valeurs d'ADC ont été analysées par le model ANCOVA. C'est une analyse d'estimation des équations basée sur un modèle de régression logistique binaire en utilisant la courbe régression logarithmique qui représente une courbe dynamique de l'évolution de la diffusion dans le temps des molécules d'eau à travers le tissu rénal lésionnel. Dans l'aire de cette dernière nous avons tracé une ligne « best-fit ».

4 Résultats

4.1 Patients

Un total de 65 patients a été identifié (50 hommes, et 15 femmes), 26 patients ont été traités par RFA et 39 par CRA. L'âge moyen des patients était de $69,02 \pm 0,36$ ans (min 32 ans, max 89 ans). A l'exception de trois jeunes patients de 32, 35 et 36 ans, l'âge moyen des patients traités par RFA était de $72 \pm 0,39$ ans et celui des patients traités par CRA était de $66 \pm 0,34$ ans ($p < 0,059$, test du χ^2) (Figure 3).

Concernant le sexe des personnes traités pour des tumeurs rénales comme l'indique le Tableau 1, la majorité des patients étaient des hommes (50/65 soit 76,92%). 38 hommes sur 50 (76%) avaient des tumeurs malignes.

La majorité des patients traités (92,30%) avait au minimum une comorbidité : hypertension artérielle (HTA), diabète, insuffisance rénale chronique (IRC), obésité ou surpoids. 61,54% des patients traités par RFA avaient une HTA versus 58,97% des patients traités par CRA ($p = 0,95$). 30,77% des patients traités par RFA avaient un diabète versus 28,20% des patients traités par CRA ($p = 0,95$). 46,15% des patients traités par RFA avaient une IRC versus 28,20% des patients traités par CRA ($p = 0,22$). 21,73% des patients qui avaient des tumeurs bénignes souffraient d'une IRC, alors que 37,4% des patients qui avaient des tumeurs rénales malignes souffraient d'une IRC ($p = 0,76$) (Tableau 2)

Environ 80% des patients traités par RFA ou par CRA avaient d'autres comorbidités (hypercholestérolémie, hypothyroïdie, cardiopathie, rein unique, hydronéphrose, cirrhose, séquelles d'AVC, métastases ou tumeurs rénales bilatérales) ($p = 0,84$). Quatre patients avaient un rein unique et quatre patients la maladie héréditaire de Von Hippel Lindau. Ces derniers ont été tous traités par CRA.

L'indice de masse corporelle (BMI) était un élément pertinent dans la présente étude. La moyenne du BMI était de $30,83 \pm 0,22$ chez les patients traités par RFA alors que de $27,57 \pm 0,13$ chez les patients traités par la CRA ($p = 0,024$) (Figure 4). On a constaté que 45,28% des patients obèses ou en surpoids ont été traités par RFA ($p = 0,13$). (Tableau 2)

Lors de l'évaluation du score ASA chez les patients traités nous avons constaté que 98,48% avaient un score entre 2-3.

4.2 Lésions rénales

Un total de 66 lésions rénales (diamètre moyen $26,81 \pm 0,27$ mm, min 1cm, max 7cm) a été étudié. 66,66% avaient un diamètre ≤ 3 cm (T1A). 52,27% de ces T1A ont été traitées par RFA. 86,36% des tumeurs rénales dont le diamètre > 3 cm ont été traitées par CRA ($p < 0,004$, test du χ^2). La taille moyenne

des masses rénales traitées par RFA était de $21,73 \pm 0,22$ mm et celle des masses rénales traitées par CRA était de $32,46 \pm 0,33$ mm ($p < 0,0002$, test du χ^2) (Figure 2)

Dans notre étude nous avons répertorié 4 patients qui avaient des tumeurs bilatérales. Nous avons aussi exclu trois lésions de notre étude par manque de données sur leur suivi radiologique et leur type histologique. Ce qui avait abouti, au final, à une étude de 66 lésions rénales.

Dans cette cohorte, il y avait 81,82% de tumeurs malignes dont 49/66 RCC, 1/66 RCC suspect, 1/66 carcinome urothéliale, 2/66 métastases (RCC, carcinome neuroendocrinien) et 1/66 kystes Bosniak IV. 12,12% étaient des tumeurs bénignes dont 6/66 oncocytomes, 1/66 angiomyolipome, 1/66 hypernéphrome et 4/66 des lésions avec un résultat pathologique inconnu. 37 tumeurs type RCC ont pu être classées selon les grades histologique de Fuhrman (G1 : 11/ 37, G2 : 20/37, G3 : 6/37) ($p = 0,73$). Dans cette étude le grade histologique de Fuhrman n'a pas influencé le risque de survenu de récurrence (Tableau 3).

Par la suite, nous avons examiné l'effet du choix de la technique sur la survenu ou non de récurrences. 100% des lésions traitées par RFA n'ont pas récidivé alors que 5 cas de récurrence (13,16%) ont été constatés dans le groupe traité par CRA ($p = 0,14$) (Tableau 1).

En ce qui concerne les complications, il n'y a eu qu'un seul cas de lésion du système collecteur du rein. Cette complication est survenue lors d'un traitement par RFA d'une tumeur rénale de 25mm située au niveau du pôle moyen du rein. Le nombre de cas d'hémorragie post ablation était de 8 pour la RFA et de 12 pour la CRA. Les lésions traitées par RFA étaient localisées comme suit : 7 dans le pôle supérieur et aucune dans le pôle inférieur et le pôle moyen. Pour la CRA elles étaient : 5 dans le pôle supérieur, 4 dans le pôle moyen et 4 dans le pôle inférieur. Trois complications hémorragiques survenues au décours d'une CRA ont nécessité une embolisation de l'artère rénale.

4.3 Résultats de CT et IRM

Selon la grille standardisée de la prise de contraste que nous avons créé (Figure 1), la plupart des zones d'ablation ont été classées dans le type 1, 2, 3 et 4. Nous avons pu étudier le suivi des 5 cas de récurrence indépendamment de la technique utilisée. Les 5 lésions qui ont récidivé étaient de types 2 et 4 et les intervalles de récurrence de ces lésions étaient respectivement à 3mois, 4 mois, 12 mois et 27 mois (Figure 5).

Le suivi des lésions rénales par la mesure des valeurs de l'ADC sur les images IRM de diffusion nous a permis de créer une courbe de régression logarithmique. Cette dernière reflète de manière graphique le phénomène de l'évolution de la diffusion des molécules d'eau libre au sein de la zone traitée. L'ADC au niveau de la zone traitée augmente rapidement dans le temps immédiatement après l'ablation indépendamment de la technique utilisée ($p = 2,12 \cdot 10^{-6}$). Il se stabilise au environ du 10^{ème} mois post ablation en plateau à une valeur approximative de $1440 \text{ mm}^3/\text{sec}$. Sur ce graphique nous avons pu tirer une courbe « best fit » qui correspond à la formule d'ADC = $882,43 + 209,4 \cdot \log(\text{temps en mois}) \text{ mm}^2/\text{s}$ (Figure 6)

5 Discussion

Les résultats de notre étude ont permis, d'une part, de confirmer certaines données préexistantes dans la littérature notamment en ce qui concerne l'influence des paramètres démographiques sur le choix de la modalité de traitement ainsi que sur le risque de complications ou de récurrences. D'autre part, ils nous ont permis d'évaluer le rôle de l'imagerie (CT et surtout IRM) dans le suivi de ces lésions rénales post traitement et plus précisément l'évolution dans le temps des valeurs de l'ADC de ces lésions.

Nous avons constaté que les valeurs d'ADC augmentaient progressivement après le traitement de façon indépendante par rapport à la technique utilisée. Ils se stabilisent en plateau autour du 10^{ème} mois post traitement. Cette constatation pourrait avoir, dans le futur, un impact dans le suivi des patients (Figure 6)

Dans notre étude, 76,92% des patients étaient de sexe masculin (Tableau 1). Ceci est en concordance avec les pourcentages mentionnés dans des études antérieures. L'âge moyen des patients traités par RFA était de $72 \pm 0,39$ ans et celui des patients traités par CRA était de $66 \pm 0,34$ ans ($p < 0,059$, test du χ^2) (Figure 3) Malgré leur jeune âge, trois patients de 32, 35 et 36 ans ont été traités par ablation percutanée car ils souffraient d'autres maladies. Le plus jeune patient (32 ans) était obèse et avait la maladie de Von Hippel Lindau (VHL). Le choix thérapeutique a été motivé par la préservation de la fonction rénale vu le caractère récidivant de ces masses rénales dans ce contexte. Le deuxième patient (35 ans) souffrait également de VHL. Le troisième patient (36 ans) avait une métastase rénale d'un hémangio-péricytome de l'angle ponto-cérébelleux. Le choix thérapeutique de l'ablation percutanée était motivé par son caractère minimalement invasif et par la préservation de la fonction rénale. De plus cette modalité de traitement peut être répétée en cas de nouvelle lésion. Malgré que les résultats de l'influence de la fonction rénale sur le choix de ce traitement ne soient pas statistiquement significatifs, on ne peut pas exclure l'IRC de la liste des indications dans le traitement thermo-ablatif percutané. D'autre part, Il n'y avait pas de différence significative dans le développement d'une IRC chez les patients qui avaient une tumeur maligne par rapport à ceux qui avaient une tumeur bénigne ($p = 0,76$) (Tableau 2).

Le score ASA est un indicateur reconnu en anesthésiologie comme facteur de risque en cas d'anesthésie générale. Ce facteur a joué probablement un rôle dans la prise de décision concernant le choix d'un traitement mini-invasif percutané permettant une anesthésie mieux tolérée et de courte durée, car 98% des patients avaient un score ASA ≥ 2 .

Les indications du traitement mini-invasif ont été étudiées par Atwell et al. sur une cohorte de 573 patients avec un total de 633 tumeurs dont 245 ont été traitées par CRA et 311 par RFA (21). La taille de la masse rénale avait une influence significative sur le choix du traitement ablatif. La majorité des lésions traitées par RFA avait un diamètre ≤ 3 cm par contre la CRA a été utilisée pour le traitement des tumeurs de plus grande taille allant jusqu'à un diamètre de 7cm (Tableau 1). Les auteurs ont remarqué que la taille de la tumeur n'avait pas une influence significative sur la survenue des complications. Moynagh et al. ont montré que la CRA pouvait être pratiquée sur des tumeurs de diamètre supérieur à 3 cm avec un taux de succès élevé (91%). Les auteurs ont analysé dans leur étude 12 tumeurs rénales de diamètre supérieur à 7 cm (extrêmes 7,2 et 9,7 cm) traitées par CRA avec embolisation sélective de l'artère rénale centrale. Ceci dans un but de limiter le risque d'hémorragies péri-procédurale. Le taux de survie jusqu'à 2 ans sans récurrence était de 91% (22). Camacho et al ont démontré de manière significative qu'un diamètre tumoral > 2 cm est associé à un risque de récurrence locale indépendamment de la technique d'ablation ($P < 0,001$). Ces auteurs ont étudié une cohorte de 101 tumeurs rénales de type RCC stade T1A (diamètre < 4 cm) traitées par CRA (54%) et par RFA (46%). Ces patients ont été suivis par CT et biopsie pendant une moyenne de 23,5 vs 34,6 mois. Le taux global de récurrence était de 16,8%. Celui de la première année était le plus élevé et se situait à 7,9% ($p < 0,0001$). Le taux de complication globales à un an, était significativement élevé 9,9% si le score RENAL (Tableau 5) était supérieur à 8 ($p < 0,0001$) indépendamment de la technique utilisée (23). Maybody et al. ont identifié les principaux facteurs incriminés dans la survenue de complications lors de l'ablation par RFA et CRA: la taille de la tumeur et l'emplacement. Un diamètre inférieur à 4 cm est associé à un bon résultat thérapeutique. Une tumeur de localisation centrale représente un risque hémorragique ou de lésion du système collecteur plus élevé (24).

D'une façon générale, le choix du type d'ablation percutanée dépend plus de la disponibilité de l'équipement, de l'expérience du radiologue interventionniste et des caractéristiques anatomiques de la

tumeur (24). Wagstaff et al. ont conclu que la taille de la tumeur était un prédicteur de la réussite de la procédure d'ablation par RFA. Le succès technique était de 90,5% pour les tumeurs de diamètre ≤ 3 cm avec une seule séance de RFA (25).

La majorité des patients de notre étude avaient plusieurs comorbidités (Tableau 1). Ces dernières étaient déterminantes dans la discussion entre radiologue interventionnel et chirurgiens urologues pour poser l'indication de ce type de traitement. Dans l'échantillon étudié, les comorbidités les plus souvent relevées étaient : l'HTA, le diabète, l'obésité, l'IRC et bien d'autres moins fréquentes. L'analyse de ces différents paramètres n'a pas montré une différence notable quant au choix de l'une ou l'autre techniques (RFA vs CRA). Cependant, une seule comorbidité était, plus au moins, pertinente. Il s'agit de l'obésité mesurée par la valeur BMI. Nous avons remarqué que le BMI avait une influence dans le choix de l'une des deux techniques ($p = 0,024$). Les patients traités par RFA étaient souvent obèses (moyenne de BMI = $30,83 \pm 0,22$) alors que ceux traités par la CRA étaient en surpoids (moyenne de BMI = $27,57 \pm 0,13$) (Figure 4) On ne sait pas si cela est dû au hasard, à une décision médicale pour éviter certaines complications spécifiques ou au fait que les patients obèses poseraient un problème lors de l'introduction des sondes de thermoablation. En effet, dans notre institution, la longueur des sondes de CRA est limitée à 14 cm, alors que celle de la RFA peuvent mesurer jusqu'à 25 cm. Cela pourrait expliquer ce choix thérapeutique. Schmit et al. ont mené une étude rétrospective comparative sur les complications de la CRA des petites tumeurs rénales chez trois populations : non obèses (BMI < 30), obèses (BMI > 30) et ceux avec une obésité morbide (BMI > 40). Un total de 367 patients avait subi 389 CRA pour 421 masses rénales. L'auteur a répertorié les complications de grade Clavien et Dindo ≥ 3 . 48% des interventions ont été effectuées sur des patients non obèses, 41,4% sur des patients obèses et 10,6% sur des patients avec une obésité morbide. 5,8% des complications majeurs répertoriées ont survécu chez les patients non obèses, 9,3% chez les patients obèses et 7,7% chez les patients avec une obésité morbide. Il n'a pas été noté différence significative dans la survenue des complications chez les trois populations de cette étude : entre non obèses vs obésité morbide ($p = 0,67$) et entre non obèses vs obèses ($p = 0,23$). Egalement ils n'ont pas trouvé de différences significative en comparant le taux d'échec de la CRA dans les trois populations ($p = 0,57$) (26).

Dans notre étude, l'analyse des statistiques des complications ou des récurrences sur une durée moyenne de deux années a montré que 100% des patients traités par RFA n'avaient pas eu de récurrence vs 87,5% traités par CRA ($p = 0,13$) (Tableau 1). Nos résultats diffèrent de ce qu'on a pu lire dans la littérature. Miller et al. ont constaté que le taux de récurrence tumorale suite à la RFA était plus élevé par rapport à la CRA. Ils ont étudié une population de 95 patients d'âge moyen de $84 \pm 3,0$ ans (extrêmes d'âges 80 et 92 ans). Cette population comportait 105 tumeurs rénales de stade T1A. Le succès technique était comparable pour la CRA vs RFA (98,4% vs 97,7%). Il y a eu 5 cas de complications majeurs suite à l'ablation par RFA. Par contre il n'y a eu aucune récurrence après la CRA. Ils ont conclu que la thermoablation est une procédure sûre pour le traitement de petites tumeurs chez les personnes âgées (27). L'ablation percutanée par RFA et CRA ont un taux élevé de réussite technique et une incidence relativement faible d'ablation incomplète ou de récurrence. Le risque élevé de récurrence en cas de traitement par RFA peut être attribué à l'effet dissipateur de la chaleur sur le parenchyme rénal sain richement vascularisé en particulier dans le traitement des tumeurs centrale près du hile rénal (24).

Les complications les plus fréquemment rencontrées dans notre étude étaient les hémorragies et les lésions du système collecteur du rein. Ces complications n'étaient pas nombreuses et n'étaient pas liées à l'une ou l'autre technique. Un cas de lésion du système collecteur a été relevé après RFA d'une tumeur située au niveau région moyenne (centrale) du rein. Le pourcentage des complications hémorragiques (hématome péri-rénal et hématurie macroscopique), était le même (environ 30%) indépendamment de la technique utilisée ($p = 1$) (Tableau 1). Les résultats de notre étude sont comparables à ceux de la littérature. Atwell et al ont trouvé dans leur cohorte que le taux de complications globale était faible (11%). Le pourcentage de complications était de 7,4% pour la CRA vs 4,7% pour la RFA ($p = 0,15$). Ils

ont noté que le saignement et l'hématurie étaient associés avec la CRA, l'âge avancé, les troubles de la coagulation, la taille de la tumeur, l'augmentation du nombre de Cryo-sondes et la position anatomique centrale de la tumeur ($p < 0,05$). Heureusement, ces hémorragies étaient autolimitées (21). Les lésions urothéliales qui induisent un rétrécissement urétéral, étaient plus fréquents lors d'un traitement par RFA (27). Cette complication reste rare (1-2%) et peut être évitée par l'utilisation d'un système de pyélo-perfusion rétrograde intra-procédurale. Cantwell et al. ont utilisé cette technique chez 19 patients qui ont été traités par RFA et aucun d'eux n'a développé une sténose urétérale (24, 28).

Dans notre étude nous avons classé les différents types de rehaussement observés sur l'imagerie de suivi selon notre grille de lecture standardisée (Figure 1). La durée moyenne de suivi de ces lésions était d'environ deux ans avec un minimum de 3 mois. On a essayé d'identifier les prises de contrastes suspectes de récurrence sur les images T1 après injection de Gadolinium et sur les images de soustraction. La plupart des rehaussements observés ont été classés dans le type 1, 2, 3 et 4. Nous avons constaté 5 cas de récurrence après CRA. La prise de contraste était de type 2 pour 4 cas et de type 4 pour un seul cas. Le délai d'apparition de la récurrence identifiée comme rehaussement de type 2 était de 3 mois pour 3 cas et 27 mois pour 1 cas. Le délai d'apparition de la récurrence identifiée comme de type 4 était de 3 mois. Les lésions stables qui n'avaient pas montré des signes de récurrence ou de résidu tumoral ont été classées, le plus souvent, dans le type 1 et 3 (Figure 5), cela est une observation et on ne pourrait conclure que ce résultat est statistiquement significatif car le nombre de récurrence est très faible.

Notre étude a plusieurs limites : Le faible nombre de cas étudiés, le faible nombre de récurrences (5/66 lésions) et La difficulté d'obtenir un échantillon pour analyse pathologique en post ablation enfin la durée de suivi pour certains patients était moins de 3 mois.

Notre étude montre que la mesure des valeurs d'ADC sur les images IRM de suivi pondérées en diffusion est un élément pertinent. Cette question n'a pas été abordée de manière détaillée auparavant dans la littérature. La plupart des auteurs se sont intéressés à déterminer des valeurs seuils d'ADC en fonction du type histologique des tumeurs rénales ou à comparer les valeurs d'ADC avec l'intensité du rehaussement de ces lésions post injection de gadolinium (29-31). Taouli et al ont comparé la performance de la détection d'un rehaussement avec les images de diffusion pour identifier la nature des tumeurs rénales. Ils ont étudié 109 lésions rénales dont 81 lésions bénignes et 28 lésions malignes type RCC. L'ADC des RCC est plus bas que celui des tumeurs bénignes ($p < 0,001$). En IRM, la sensibilité des images pondérées en diffusion pour identifier les RCC était de 86% et la sensibilité des images de prise de contraste (rehaussement) était de 96%. Ce qui signifie que la caractérisation des tumeurs rénales par diffusion reste moins fiable que la mise en évidence d'un rehaussement. D'une autre part les images DWI peuvent être utilisées pour faire la différence entre RCC et oncocytome et pour caractériser les sous type de RCC (30). L'ADC des tumeurs bénignes est plus élevé que celui des tumeurs malignes ($p < 0,001$). A l'exception de l'angiomyolipome, tumeur bénigne, qui présente un ADC bas à cause de leur forte cellularité (30). L'ADC du parenchyme rénal sain est plus élevé que celui des tumeurs rénales ($p < 0,001$) (31-33) L'ADC des hématomes est variable dans le temps selon l'ancienneté du saignement. Rosenkrantz et al ont démontré que l'ADC des RCC de faible grade Fuhrman (G1 et G2) est plus élevé que celui de haut grade (G3 et G4) ($p = 0,001$) (34).

Notre étude a permis de suivre la cinétique de l'évolution de l'ADC des petites tumeurs rénales qui ont été traitées par RFA ou par CRA. Nous avons constaté que l'évolution de l'ADC des lésions rénales suit une cinétique d'une courbe de régression logarithmique. Ces valeurs augmentent dans le temps puis se stabilisent en plateau entre le 6^{ème} et 10^{ème} mois post ablation (Figure 6). Ce plateau correspond à un phénomène de cicatrisation car la plupart des tumeurs traitées dans notre étude n'avaient pas récidivé après 2 années de traitement. Un suivi de l'évolution de chaque tumeur traitée par ce type de courbe pourrait contribuer à identifier une récurrence tumorale. Cette dernière peut être suspectée en cas de chute brutale de la valeur de l'ADC par rapport à une courbe régression logarithmique de référence. Dans ce cas, un contrôle plus rapproché, avec des intervalles de 1 mois, par imagerie pourrait être proposé au

patient. La continuité de la chute des valeurs de l'ADC, en dehors des paramètres physiologiques qui pourrait modifier cette dernière, permettrait au radiologue d'avancer l'hypothèse d'une forte suspicion d'un échec du traitement et de proposer une biopsie ou une reprise du traitement ablative.

Le suivi de la cinétique de l'ADC peut être plus significatif que de définir des valeurs seuil de récives car comme déjà détaillé auparavant, les valeurs ADC peuvent être influencé par plusieurs paramètres. Un suivi des lésions rénales par imagerie de diffusion permet de préserver la fonction rénale à long terme car il est moins nocif qu'un suivi par les images IRM T1 injectées utilisant du Gadolinium.

6 Conclusion

La thermoablation percutanée est une procédure sûre, avec un faible risque de complication et de récive, pour le traitement des petites tumeurs rénales. Son indication actuelle reste limitée aux patients poly-morbides pour lesquels une néphrectomie partielle n'est pas envisageable. Le suivi radiologique à long-terme par CT et IRM avec injection de PdC est nécessaire. Néanmoins l'injection de PdC pourrait s'avérer nocif sur la fonction rénale chez cette population de patients déjà à risque. Le suivi de la cinétique de l'évolution des valeurs d'ADC calculées sur les images IRM de diffusion pourrait être une bonne alternative en cas de contre-indication aux produits de contraste. L'ADC des lésions rénales après thermoablation augmente rapidement puis se stabilise en plateau. Toute chute des valeurs de L'ADC pourrait faire suspecter une récive tumorale. Une bonne interprétation des images de suivi de ces lésions permettra un meilleur contrôle et pourrait ramener la société d'urologie à élargir l'indication de ce type de traitement aux patients sans morbidités.

7 Bibliographie

1. Psutka SP, Feldman AS, McDougal WS, McGovern FJ, Mueller P, Gervais DA. Long-term oncologic outcomes after radiofrequency ablation for T1 renal cell carcinoma. *Eur Urol*. 2013;63(3):486-92.
2. Iannuccilli JD, Grand DJ, Dupuy DE, Mayo-Smith WW. Percutaneous ablation for small renal masses-imaging follow-up. *Semin Intervent Radiol*. 2014;31(1):50-63.
3. Merkle EM, Nour SG, Lewin JS. MR imaging follow-up after percutaneous radiofrequency ablation of renal cell carcinoma: findings in 18 patients during first 6 months. *Radiology*. 2005;235(3):1065-71.
4. Rutherford EE, Cast JE, Breen DJ. Immediate and long-term CT appearances following radiofrequency ablation of renal tumours. *Clin Radiol*. 2008;63(2):220-30.
5. Chow WH, Devesa SS, Warren JL, Fraumeni JF, Jr. Rising incidence of renal cell cancer in the United States. *JAMA : the journal of the American Medical Association*. 1999;281(17):1628-31.
6. Georgiades C, Rodriguez R. Renal tumor ablation. *Tech Vasc Interv Radiol*. 2013;16(4):230-8.
7. Broucqsault A, Ouzzane A, Leroy X, Lemaitre L, Zini L. [Small renal masses: 10 years of treatment in a tertiary referral center in cancer research]. *Prog Urol*. 2012;22(12):692-700.
8. Kim DY, Wood CG, Karam JA. Treating the two extremes in renal cell carcinoma: management of small renal masses and cytoreductive nephrectomy in metastatic disease. *Am Soc Clin Oncol Educ Book*. 2014:e214-21.
9. Lagerveld BW, Brenninkmeijer M, van der Zee JA, van Haarst EP. Can RENAL and PADUA nephrometry indices predict complications of laparoscopic cryoablation for clinical stage T1 renal tumors? *J Endourol*. 2014;28(4):464-71.
10. Schmit GD, Schenck LA, Thompson RH, et al. Predicting renal cryoablation complications: new risk score based on tumor size and location and patient history. *Radiology*. 2014;272(3):903-10.
11. Chapin BF, Wood CG. The RENAL nephrometry nomogram: statistically significant, but is it clinically relevant? *Eur Urol*. 2011;60(2):249-51; discussion 51-2.
12. Prokofiev D, Kreutzer N, Kress A, et al. [Small renal mass]. *Urologe A*. 2012;51(10):1459-65; quiz 66-8.
13. Klatte T, Kroeger N, Zimmermann U, Burchardt M, Belldegrun AS, Pantuck AJ. The contemporary role of ablative treatment approaches in the management of renal cell carcinoma (RCC): focus on radiofrequency ablation (RFA), high-intensity focused ultrasound (HIFU), and cryoablation. *World J Urol*. 2014;32(3):597-605.
14. Doehn C, Witzsch U, Siebels M. [Active surveillance for renal cell carcinoma]. *Aktuelle Urol*. 2012;43(4):243-9.
15. Gervais DA. Cryoablation versus radiofrequency ablation for renal tumor ablation: time to reassess? *Journal of vascular and interventional radiology : JVIR*. 2013;24(8):1135-8.
16. Siegel C. Re: Percutaneous ablation in the kidney. *J Urol*. 2012;187(4):1224-5.
17. Zagoria RJ, Traver MA, Werle DM, Perini M, Hayasaka S, Clark PE. Oncologic efficacy of CT-guided percutaneous radiofrequency ablation of renal cell carcinomas. *AJR American journal of roentgenology*. 2007;189(2):429-36.
18. Ganguli S, Brennan DD, Faintuch S, Rayan ME, Goldberg SN. Immediate renal tumor involution after radiofrequency thermal ablation. *Journal of vascular and interventional radiology : JVIR*. 2008;19(3):412-8.
19. Bradley AJ, Lim YY, Singh FM. Imaging features, follow-up, and management of incidentally detected renal lesions. *Clin Radiol*. 2011;66(12):1129-39.
20. Wang H, Cheng L, Zhang X, et al. Renal cell carcinoma: diffusion-weighted MR imaging for subtype differentiation at 3.0 T. *Radiology*. 2010;257(1):135-43.
21. Atwell TD, Carter RE, Schmit GD, et al. Complications following 573 percutaneous renal radiofrequency and cryoablation procedures. *Journal of vascular and interventional radiology : JVIR*. 2012;23(1):48-54.

22. Moynagh MR, Schmit GD, Thompson RH, et al. Percutaneous Cryoablation of Clinical T2 (> 7 cm) Renal Masses: Technical Considerations, Complications, and Short-Term Outcomes. *Journal of vascular and interventional radiology : JVIR*. 2015;26(6):800-6.
23. Camacho JC, Kokabi N, Xing M, et al. R.E.N.A.L. (Radius, exophytic/endophytic, nearness to collecting system or sinus, anterior/posterior, and location relative to polar lines) nephrometry score predicts early tumor recurrence and complications after percutaneous ablative therapies for renal cell carcinoma: a 5-year experience. *Journal of vascular and interventional radiology : JVIR*. 2015;26(5):686-93.
24. Maybody M. An overview of image-guided percutaneous ablation of renal tumors. *Semin Intervent Radiol*. 2010;27(3):261-7.
25. Wagstaff P, Ingels A, Zondervan P, de la Rosette JJ, Laguna MP. Thermal ablation in renal cell carcinoma management: a comprehensive review. *Curr Opin Urol*. 2014;24(5):474-82.
26. Schmit GD, Thompson RH, Boorjian SA, et al. Percutaneous renal cryoablation in obese and morbidly obese patients. *Urology*. 2013;82(3):636-41.
27. Miller AJ, Kurup AN, Schmit GD, et al. Percutaneous Clinical T1a Renal Mass Ablation in the Octogenarian and Nonagenarian: Oncologic Outcomes and Morbidity. *J Endourol*. 2015;29(6):671-6.
28. Park BK, Kim CK. Complications of image-guided radiofrequency ablation of renal cell carcinoma: causes, imaging features and prevention methods. *European radiology*. 2009;19(9):2180-90.
29. Namimoto T, Nakagawa M, Kizaki Y, et al. Characterization of Liver Tumors by Diffusion-Weighted Imaging: Comparison of Diagnostic Performance Using the Mean and Minimum Apparent Diffusion Coefficient. *Journal of computer assisted tomography*. 2015;39(4):453-61.
30. Taouli B, Thakur RK, Mannelli L, et al. Renal lesions: characterization with diffusion-weighted imaging versus contrast-enhanced MR imaging. *Radiology*. 2009;251(2):398-407.
31. Sandrasegaran K, Sundaram CP, Ramaswamy R, et al. Usefulness of diffusion-weighted imaging in the evaluation of renal masses. *AJR American journal of roentgenology*. 2010;194(2):438-45.
32. Gallo F. Apport combines de l'IRM dynamique de diffusion et l'intensité dans la caractérisation des masses rénales SFR2009.
33. Tricaud E. Caractérisation des tumeurs rénales solides en IRM multiparamétrique. SFR2013.
34. Rosenkrantz AB, Niver BE, Fitzgerald EF, Babb JS, Chandarana H, Melamed J. Utility of the apparent diffusion coefficient for distinguishing clear cell renal cell carcinoma of low and high nuclear grade. *AJR American journal of roentgenology*. 2010;195(5):W344-51.

8 Tables and figures

8.1 Tables

Patients	RFA n=26	CRA n=39	P Value
Age at diagnosis, years (Mean±Se)	72,03±0.39	66±0.34	0.05
Taille (≤ 30mm)	23 (88,46%)	20 (51,28%)	0,004
BMI (Mean±Se)	30,83 ±0,22	27,57±0,13	0,024
Obésité/surpoids	24 (55,55%)	29 (44,44%)	0,13
HTA	16 (61,54%)	23 (58,97%)	0,95
Diabète	8 (30,77%)	11 (28,20%)	0,95
IRC	12 (46,15%)	11 (28,20%)	0,22
Autres co-morbidités	21 (80,76%)	31 (97,48%)	0,84

Lésions rénales	RFA n= 26	CRA n= 40	P Value
Diamètre cont (Mean±Se)	21,73±0,22	32,46±0,33	0,0002
Récidive	0 (0%)	5 (12,5%)	0,13
Hémorragie	8 (30,77%)	12 (30%)	1
Urinome	1 (3,84%)	0 (0%)	0,83

Tableau 1: Comparaison des principaux résultats démographiques et les complications les plus fréquentes lors d'ablation percutanée des petites tumeurs rénales par Radiofréquence et Cryo-ablation

Statistiques	Tumeurs malignes	Tumeurs bénignes	P Value
Sexe male	38 (76%)	12 (24%)	0,69
Obésité/surpoids	37 (69,81%)	16 (30,17%)	0,23
IRC	18 (78,26%)	5 (21,73%)	0,76

Tableau 2 : Comparaison des caractéristiques démographiques selon les types histologique des petites tumeurs rénales

Grade de Fuhrman des RCC	No Récidive	Récidive	P Value
1	10 (90,9%)	1 (33.3%)	0,72
2	18 (90%)	2 (66.6%)	
3	6 (100%)	0 (0%)	

Tableau 3 : Comparaison de la récidive des petites tumeurs rénales type carcinome à cellules rénales selon le grade histologique de Fuhrman

Type	Critères diagnostiques en tomodensitométrie	Surveillance et attitude
Type I : Kyste simple , bénin	-densité hydrique arrondie -homogène -interface nette avec le parenchyme -pas d'épaississement de la paroi -pas de calcification Pas de prise de contraste	Pas de surveillance radiologique
Type II : Kyste atypique -anomalies minimales -atypique ou type IIF	-kyste dense et homogène -mesure 3cm - 1 à 2 cloisons fines -fines calcification pariétales -kyste hyperdense (> 50 UH)	Pas de surveillance radiologique ou Surveillance radiologique chaque 1 à 2 ans
Type III : Kyste suspect	-cloisons nombreuses et/ ou épaisses -parois épaisses -lésions multiloculaires -calcifications épaisses et irrégulières -kystes denses et hétérogènes (> 20 UH) ou kyste mesure >3 cm	Exploration chirurgicale
Type IV : Cancer à forme kystique	-paroi épaisse et irrégulière prenant le contraste -végétations ou nodules -rehaussement de la paroi et des végétations (>50 UH)	Néphrectomie partielle ou élargie selon la classification TNM ou Thermoablation (RFA vs CRA)

Tableau 4 : Classification des masses rénales kystiques selon Bosniak

Parameters	1 point	2 points	3 points
Radius (maximal diameter in cm)	≤4 cm	<4 cm et < 7 cm	≥ 7 cm
Exophytic/ endophytic properties	≥ 50%	< 50%	Entirely endophytic
Nearness of the tumor collecting system or sinus (mm)	≥ 7 mm	<4 mm et < 7 mm	≤4 mm
Anterior/ posterior	No points given. Mass assigned a descriptor of a, p or x		
Location relative to the polar lines	Entirely above the upper or below the lower polar line	Lesion crosses polar line	>50 % of mass is across polar line (a) or mass cross the axial renal midline (b) or mass is entirely between the polar lines (c)

Tableau 5: RENAL nephrometry score

8.2 Figures

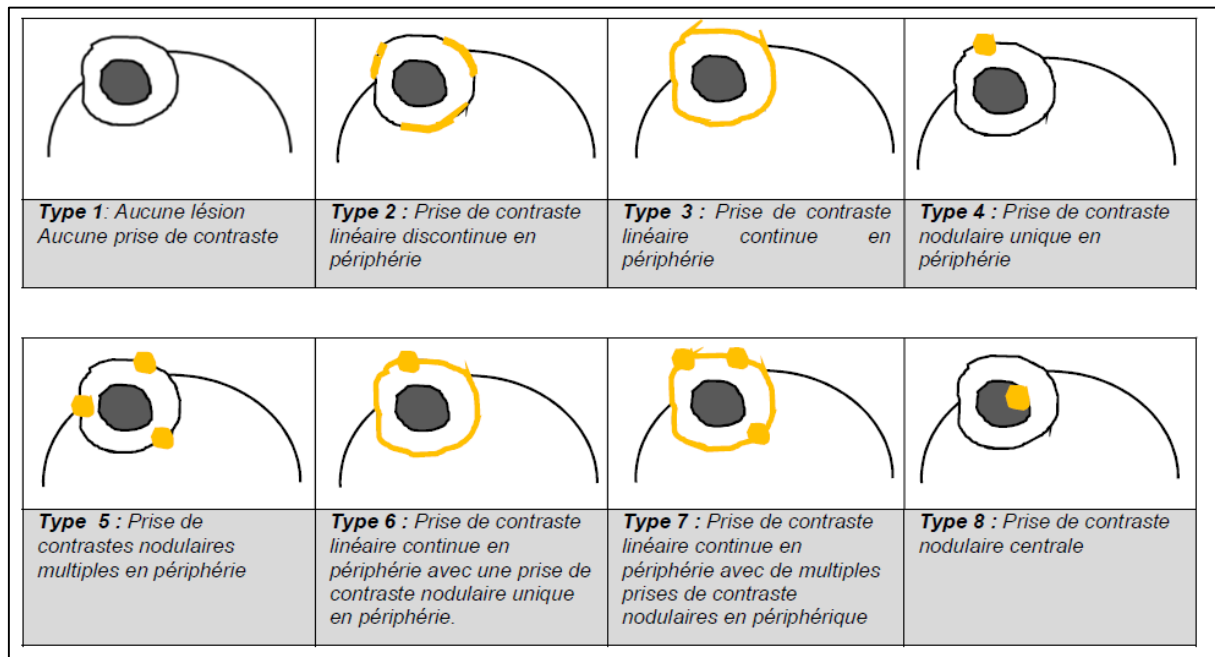


Figure 1 : Types de prises de contraste (rehaussement) sur les images Vibe CT et IRM (comparaison des coupes natives avec les coupes injectées en temps artériel) ou la prise de contraste sur les images de soustractions

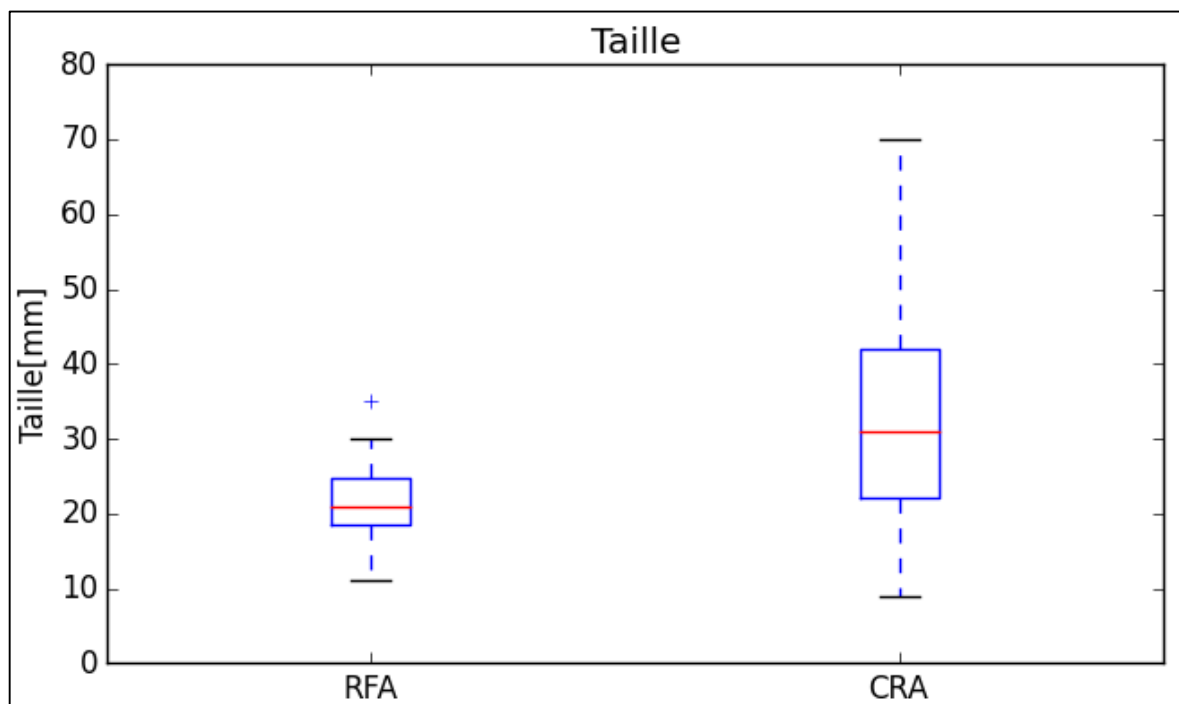


Figure 2 : Box plot de distribution de la taille des lésions rénales en fonction de la technique d'ablation percutanée Radiofréquence et Cryo-ablation

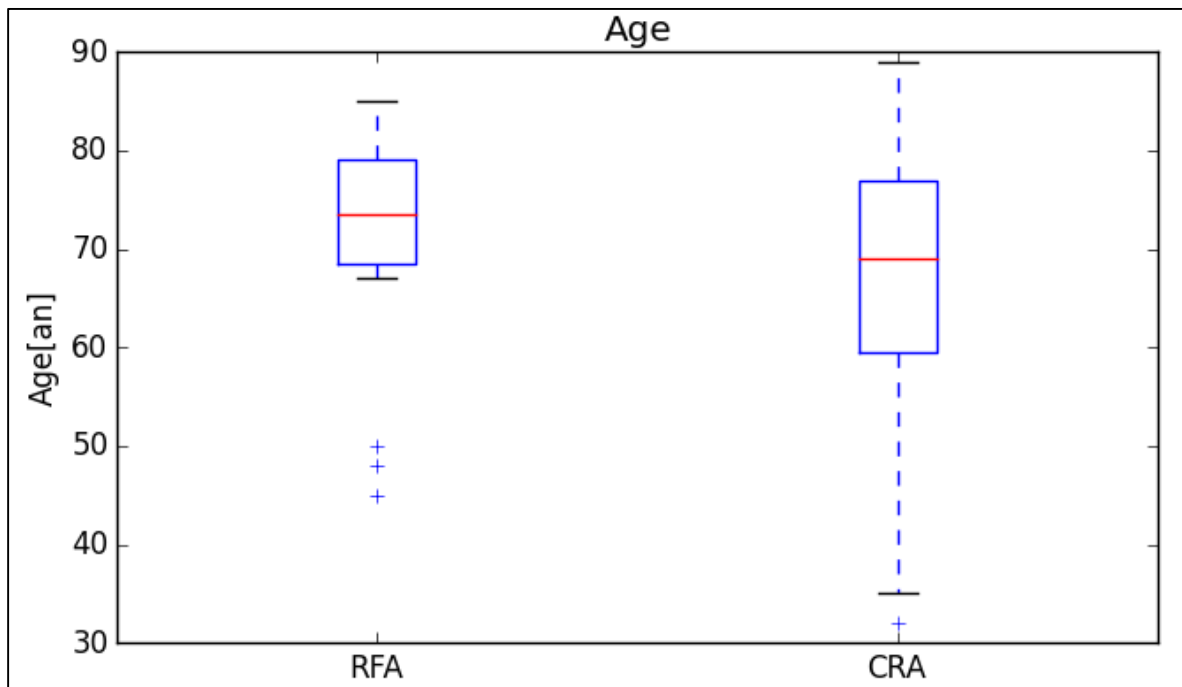


Figure 3 : Box plot de distribution de l'âge des patients en fonction de la technique d'ablation percutanée Radiofréquence et Cryo-ablation

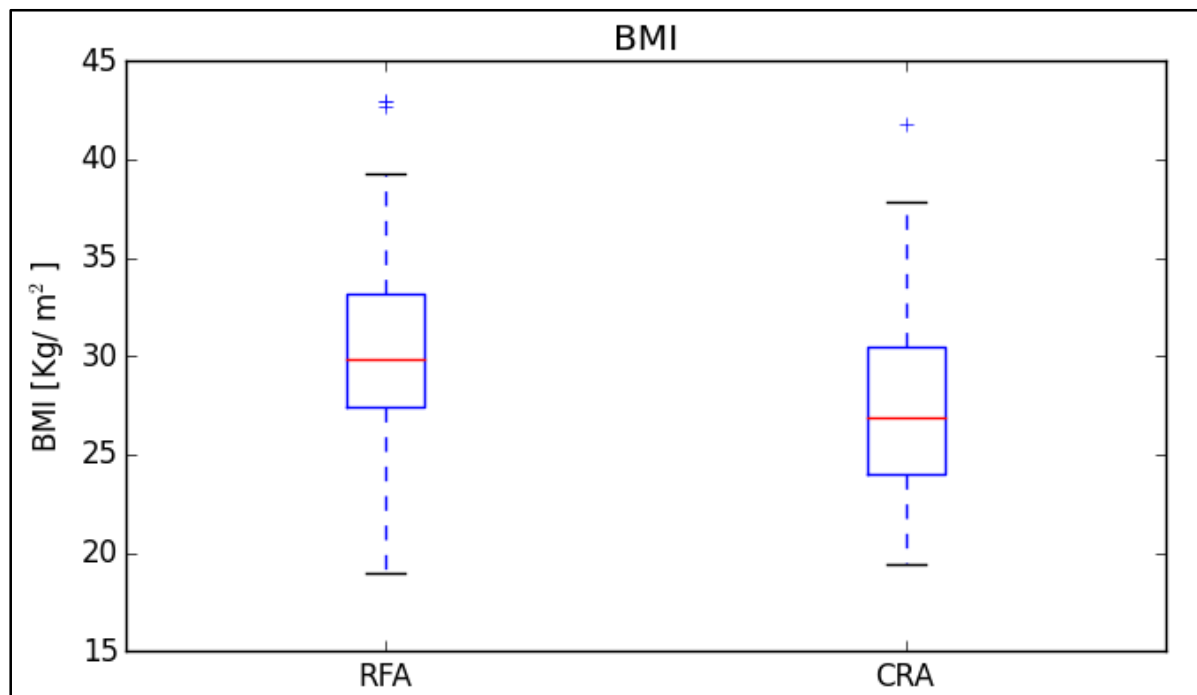


Figure 4 : Box plot de distribution du BMI des patients en fonction de la technique d'ablation percutanée Radiofréquence et Cryo-ablation

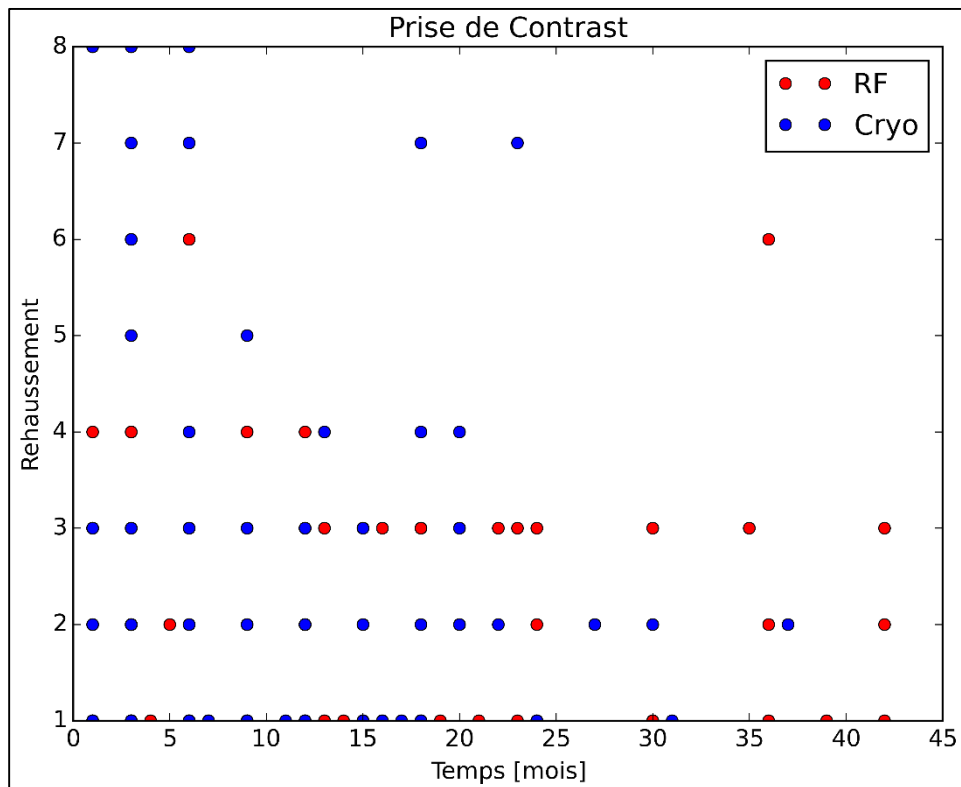


Figure 5 : Représentation graphique de l'évolution dans le temps des différents types de prise de contraste (rehaussement) des lésions rénales visualisées sur les images Vibe CT et IRM (comparaison des coupes natives avec les coupes injectées en temps artériel ou la prise de contraste sur les images de soustractions)

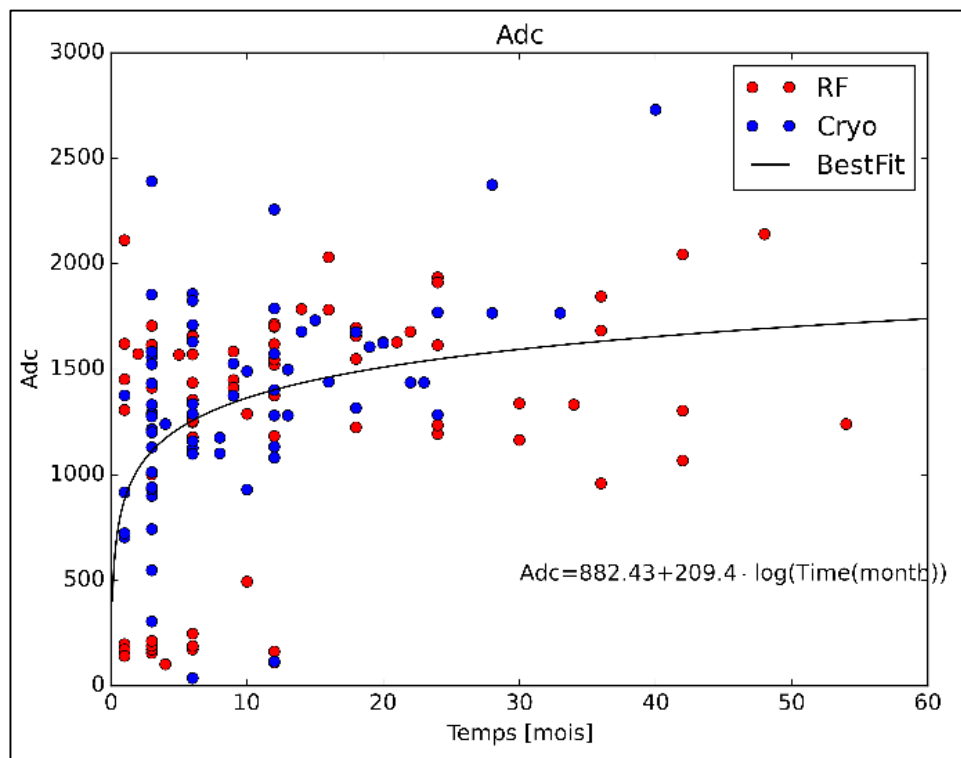


Figure 6 : Représentation sous l'aire de la courbe de régression logarithmique de l'évolution dans le temps des valeurs de l'ADC calculées sur les images de diffusion (DWI) des lésions rénales en post thermoablation par Radiofréquences et Cryo-ablation