



HAL
open science

Prélèvement de rein donneur vivant par coelioscopie robot-assistée : technique et résultats d'une série prospective monocentrique

Tiphaine Pelegrin

► **To cite this version:**

Tiphaine Pelegrin. Prélèvement de rein donneur vivant par coelioscopie robot-assistée : technique et résultats d'une série prospective monocentrique. Médecine humaine et pathologie. 2020. dumas-03637322

HAL Id: dumas-03637322

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03637322v1>

Submitted on 11 Apr 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

AVERTISSEMENT

Cette thèse d'exercice est le fruit d'un travail approuvé par le jury de soutenance et réalisé dans le but d'obtenir le diplôme d'État de docteur en médecine. Ce document est mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt toute poursuite pénale.

Code de la Propriété Intellectuelle. Articles L 122.4

Code de la Propriété Intellectuelle. Articles L 335.2 - L 335.10

UNIVERSITÉ DE PARIS

Faculté de Santé

UFR de Médecine

Année 2020

N°142

THÈSE POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE

Présentée et soutenue publiquement le : 12 octobre 2020

Par

Tiphaine PELEGRIN

**Prélèvement de rein donneur vivant par cœlioscopie robot-assistée
: technique et résultats d'une série prospective monocentrique**

Dirigée par Mme la Docteure Cécile Champy

JURY

M. le Professeur Alexandre De la Taille, PU-PH	Président
Mme la Docteure Cécile Champy, PH	Directrice
M. le Professeur Marc-Olivier Timsit, PU-PH	Membre du Jury
Mme la Docteure Sarah Drouin, MCU-PH	Membre du Jury

REMERCIEMENTS

A Monsieur le Professeur Alexandre De La Taille, vous me faites l'honneur de présider cette thèse. Je vous suis reconnaissante de me transmettre jour après jour, avec bienveillance, votre passion pour l'urologie et plus particulièrement pour la chirurgie robotique. Veuillez trouver ici l'expression de mon respect et de ma profonde admiration. Je me réjouis de rejoindre prochainement votre service.

A Madame le Docteur Cécile Champy, je te remercie de diriger cette thèse et de m'avoir si bien guidée et corrigée. Merci de m'accompagner et pour tes conseils précieux dès mon externat à Pitié-Salpêtrière. Je suis ravie de continuer à travailler avec toi.

A Monsieur le Professeur Marc-Olivier Timsit, vous me faites l'honneur de juger mon travail. Merci pour votre pédagogie depuis que je suis externe. Votre dévouement pour notre enseignement et votre expérience chirurgicale sont une source d'inspiration.

A Madame le Docteur Sarah Drouin, je te remercie d'avoir accepté de juger mon travail. Merci surtout pour ton soutien, ta gentillesse et ta bonne humeur et tes conseils précieux lors de ce premier semestre d'urologie difficile.

Merci à tous mes maîtres et chirurgiens que j'ai rencontré tout au long de mon internat ; une pensée particulière :

- Aux Pr Mejean, Timsit, Thiounn, aux Dr Audenet, Dariane, Hurel et Le Guilchet, merci de m'avoir ouvert les voies de l'urologie, c'est grâce à vous et à votre pédagogie si je me suis orientée vers notre magnifique spécialité en D3.
- Au Dr Emilia Ragot, je suis très honorée d'être ta fille spirituelle.
- Aux Dr Marie Audouin, Dr Benbouzid : merci pour votre douceur, votre bonne humeur et votre gentillesse à toute épreuve.
- Aux Pr Traxer et Dr Doizi, pour votre passion et votre pédagogie pour le monde difficile de l'endourologie.
- Aux Dr Vordos et Hoznek, pour votre bienveillance et votre pédagogie.
- Au Dr Batista Da Costa, pour ton aide précieuse pour mes stats en urgence, encore merci !
- Aux Dr Hanau, Rembeyo, Such, Miro-Padovani, Klap, Ingels, de m'avoir épaulé et transmis votre expérience et votre savoir.

Merci à tous mes co-internes pour votre soutien, complicité et entraide, pour votre bonne humeur et nos fous rires :

- Margaux, Valentine : mes deux « folles » acolytes, merci pour ces 5 années d'internat qui n'auraient pas été les mêmes sans vous ;
- Chouki, depuis 10 ans, on se suit. Merci pour ta bonne humeur inébranlable, tous ces fous rires qui égayaient mon quotidien ;
- Chloé, Alexandre, Camille, Daniel : mes premiers cointernes qui ont su m'accueillir et me protéger à Beaujon ;

- A Judith, Tristan, Kévin (mes Mobydicks), Quentin A & D, Micka, Leila, Sophian...
- A Rebecca, Guillaume et Adélaïde : pour ce semestre mémorable de perdution dans les sous-sols de radiothérapie.

Merci à Pierre, pour ton soutien inconditionnel. Merci de me supporter au quotidien surtout. Tu m'as toujours épaulé et été fier de moi et de mon travail. Tu remplis ma vie de joie, de projets, d'amour et de fous rires. Je t'aime.

Merci à ma Maman, tu es toujours présente en toutes circonstances. Tu es le pilier de notre famille, un modèle de courage devant toutes les épreuves. Tu m'apportes de l'amour et du soutien au quotidien, tu as toujours cru en moi et été fière. Je t'aime.

Merci à Papa.

Merci à mes grandes sœurs chéries, Constance et Alix. Merci de supporter mes états-d'âme depuis toujours et de me protéger, grâce à vous nous formons une famille unie et solide. Je vous aime.

Merci à mes beaux-frères, Éric et Grégoire, j'ai eu la chance d'avoir uniquement des sœurs mais aujourd'hui vous êtes comme des frères pour moi. Merci pour votre soutien et votre humour toujours bien gras.

A mes neveux d'amour : Valentin, Clara, Manon et au futur à venir que j'ai hâte de rencontrer.

A Papi et Mamie, partis trop tôt mais qui seraient très fiers aujourd'hui.

Merci à ma belle-famille pour votre accueil et votre soutien : Anne, Thierry, Farida, Olivier, Adrien et Doria.

Merci à Camille, Hélène et Aude : mes amies pour la vie, merci d'être vous tout simplement, d'être toujours là en toutes circonstances. Je vous aime.

Merci à Jiji d'être qui tu es, pour ces innombrables fous rires, sans toi les années Fac auraient été vides de sens.

Merci à Lannou, pour ta bonne humeur, tes soirées mythiques, et de m'avoir fait rencontrer Pierre.

Merci à Jonathan, pour ces merveilleux WE de confinement, tes merveilleux talents de skipper mais pas de blind-testeur!

Enfin merci à tous mes amis d'enfance, de Sainte-Ursule et de l'Université : Morgane, Amaury, Thibault, Arnaud et Charlotte, Greg, Nico et Béa, Idriss, Maco, Zaga, Charles, Dodo Et aussi, à toute « LA FAMILLE » de m'avoir si bien accueillie.

ABREVIATIONS

ABM : Agence de la Biomédecine

ACR : Arrêt cardio-respiratoire

AFU : Association Française d'Urologie

CCA : Chef de Clinique – Assistant

CIT : Contre- Indication Temporaire

DDAC : Donneur Décédé après Arrêt Circulatoire

DFG : Débit de Filtration Glomérulaire

DV : Donneur Vivant

ECD : Expanded Criteria Donors

EFPMO : École Francophone de Prélèvement Multi-Organe

EI : Extraction Iliaque

EME : État de Mort Encéphalique

EO : Extraction Ombilicale

EV : Extraction Vaginale

FAV : Fistule Artério-Veineuse

HLA : Antigènes des Leucocytes Humains

HSF : Hyalinose Segmentaire et Focale

IMC : Indice de Masse Corporelle

IRA : Insuffisance Rénale Aigue

IRC : Insuffisance Rénale Chronique

IRCT : Insuffisance Rénale Chronique Terminale

IQR : Espace interquartile

MDRD : Modification of Diet in Renal Disease

PKRD : PolyKystose Rénale autosomique Dominante

PRRA : Prélèvement Rénal Robot-Assisté

SCD : Standard Criteria Donors

TGI : Tribunal de Grande Instance

TR : Transplantation Rénale

TABLE DES MATIERES

1	INTRODUCTION	7
1.1	LA TRANSPLANTATION RENALE EN FRANCE	7
1.1.1	Un peu d'histoire	7
1.1.2	Epidémiologie	8
1.1.3	Stratégies de lutte contre la pénurie d'organes	9
1.1.3.1	Recensement et législation	10
1.1.3.2	Amélioration de la formation des préleveurs	11
1.1.3.3	Augmentation du nombre de transplants rénaux disponibles	11
1.2	LE DONNEUR VIVANT	15
1.2.1	Un peu d'histoire	15
1.2.2	Epidémiologie	16
1.2.3	Législation	16
1.2.4	Parcours de soin du donneur et bilan pré-don	17
1.2.5	Morbi-mortalité chez le donneur	19
1.2.5.1	Fonction rénale	19
1.2.5.2	Morbi-mortalité péri-opératoire	20
1.2.5.3	Morbi-mortalité à long terme	20
1.2.6	Données de survie chez le receveur	21
1.2.6.1	Reprise de fonction rénale retardée	21
1.2.6.2	Survie du transplant rénal	21
1.2.6.3	Survie globale	22
1.2.7	Evolution et perspectives de la transplantation rénale DV	22
1.2.7.1	Donneurs ABO incompatibles	22
1.2.7.2	Dons croisés	23
1.2.7.3	Dons altruistes	24
1.2.8	Les techniques chirurgicales	25
1.2.8.1	Laparotomie	25
1.2.8.2	Cœlioscopie	26
1.2.8.3	Cœlioscopie hand-assistée	26
1.2.8.4	Cœlioscopie robot-assistée	27
1.3	OBJECTIFS DE L'ETUDE	28
2	PATIENTS ET METHODES	29
2.1	POPULATION	29
2.2	TECHNIQUE CHIRURGICALE	29
2.2.1	Prélèvement rénal robot-assisté	29
2.2.2	Transplantation rénale	33
2.3	RECUEIL DE DONNEES ET ANALYSE STATISTIQUE	34
2.3.1	Données cliniques	34
2.3.2	Données opératoires	34
2.3.3	Données postopératoires et de suivi	35
2.3.4	Analyse statistique	36
3	RESULTATS	37
3.1	POPULATION	37
3.2	DONNEES OPERATOIRES ET PERI-OPERATOIRES	40
3.2.1	Donneurs	40
3.2.2	Receveurs	42
3.3	SUIVI	43
3.3.1	Donneurs	43
3.3.2	Receveurs	44
4	DISCUSSION	47
4.1	POURQUOI METTRE EN AVANT LA TRANSPLANTATION RENALE DV ?	47
4.1.1	Apport de la transplantation rénale DV pour le receveur	47
4.1.2	Conséquences du prélèvement rénal DV pour le donneur	49

4.1.3	<i>Élargissement du nombre de donneurs potentiels</i>	50
4.2	QUELLE VOIE D'ABORD CHIRURGICALE UTILISER ?	51
4.2.1	<i>Résultats de la néphrectomie DV selon les voies d'abord chirurgicales</i>	52
4.2.2	<i>Comparaison des séries de prélèvement rénal DV robot-assisté</i>	53
4.3	LES LIMITES DE NOTRE ETUDE	56
5	CONCLUSION	57
	BIBLIOGRAPHIE	58

1 INTRODUCTION

1.1 La transplantation rénale en France

1.1.1 Un peu d'histoire

Les premières transplantations rénales (TR) en France eurent lieu en 1951. Même si certains receveurs présentèrent une reprise transitoire de diurèse, tous finirent par décéder rapidement. De ces tentatives restera la technique de transplantation rénale hétérotopique en fosse iliaque avec anastomoses vasculaires sur les vaisseaux iliaques et anastomose urétéro-vésicale (technique de Küss (*Image 1*)). En parallèle des prouesses chirurgicales de nombreuses équipes internationales, l'évolution des connaissances en immunologie, la découverte du système HLA et le développement des immunosuppresseurs, permirent le développement de la transplantation rénale comme traitement de l'insuffisance rénale chronique terminale (IRCT). L'activité de transplantation rénale a ensuite augmenté de façon régulière au fil des années.

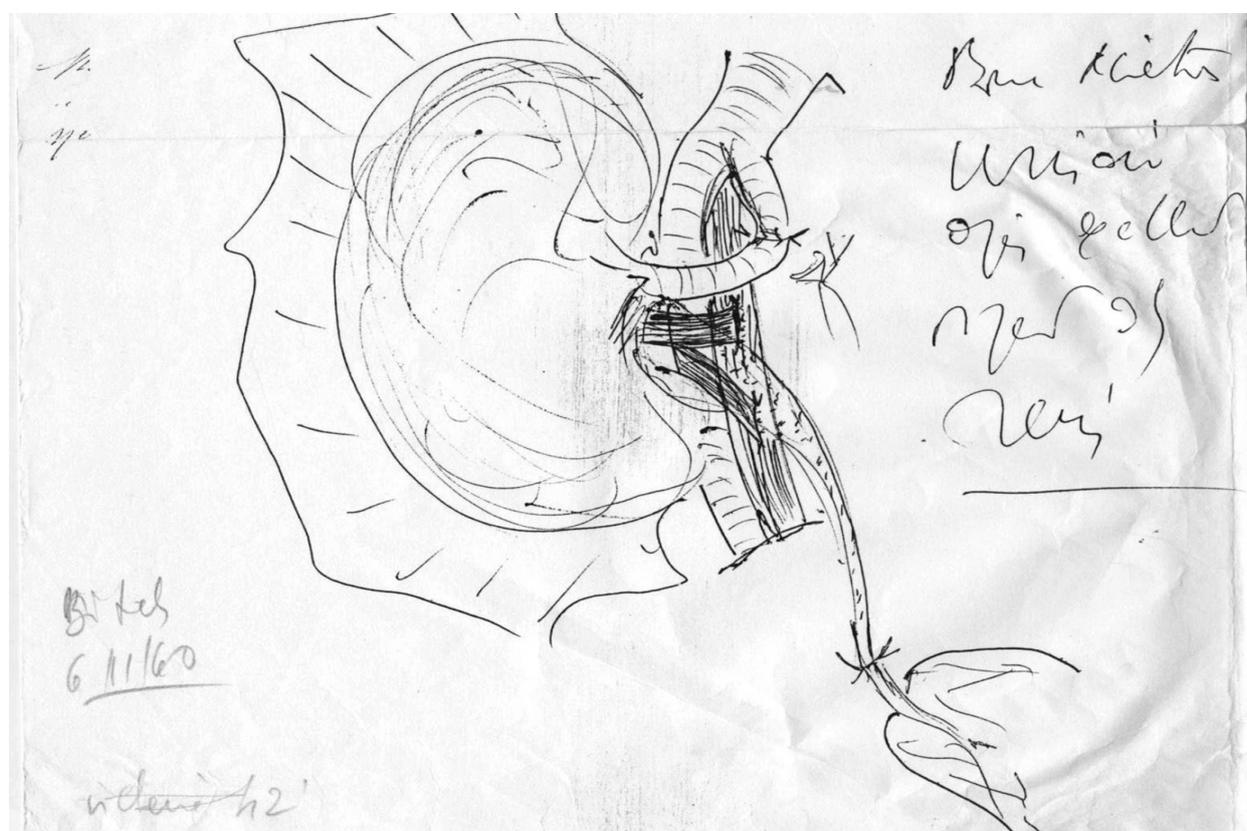


Image 1 : Dessin original de René Küss imaginant la future intervention de transplantation rénale en situation hétérotopique

1.1.2 Epidémiologie

L'IRCT est un enjeu majeur de santé publique.

En effet, 87 275 patients souffrant de cette pathologie ont été recensés à la fin de l'année 2017, en France, et la prévalence de l'insuffisance rénale chronique (IRC) est en constante augmentation du fait de l'allongement de l'espérance de vie associée à une meilleure prise en charge des pathologies cardiovasculaires permettant d'en limiter la mortalité précoce. (1)

Les deux traitements de l'IRCT sont :

- la dialyse (soit par hémodialyse, soit par dialyse péritonéale),
- la transplantation rénale.

La transplantation rénale est aujourd'hui le traitement de référence des patients atteints d'IRCT. De nombreuses études ont établi que la transplantation rénale améliore la durée de vie et la qualité de vie des patients, par comparaison à la dialyse. (2-6)

De plus, la transplantation rénale représente un moindre coût financier par rapport à la dialyse. (7,8)

L'accès des patients à la transplantation est donc un véritable problème de santé publique. On observe une constante augmentation du nombre de patients sur la liste d'attente de transplantation rénale pour un nombre de prélèvements d'organes relativement stable ces dernières années. Cependant en 2018, 3567 transplantations rénales ont été réalisées en France, première baisse nationale (-6% par rapport à 2017) enregistrée depuis 2008. (9)

Cette diminution s'explique par la baisse du taux de prélèvements des donneurs en état de mort encéphalique (EME) (-154 TR) ainsi que la baisse de la transplantation à partir de donneurs vivants (-70 TR), non compensée par une hausse modérée du prélèvement sur donneurs à cœur arrêté de la catégorie III de Maastricht (+ 35 TR).

(Figure 1)

En 2018, 19 625 patients ont été en attente d'une transplantation rénale, avec un taux de croissance de 4% par rapport à 2017. 47% d'entre eux étaient en contre-indication temporaire (CIT) soit pour bilan pré-chirurgical, soit pour événement médical intercurrent, ou pour raison morphologique comme l'obésité. Par ailleurs, 396 patients sur liste d'attente sont décédés en 2018.

INTRODUCTION

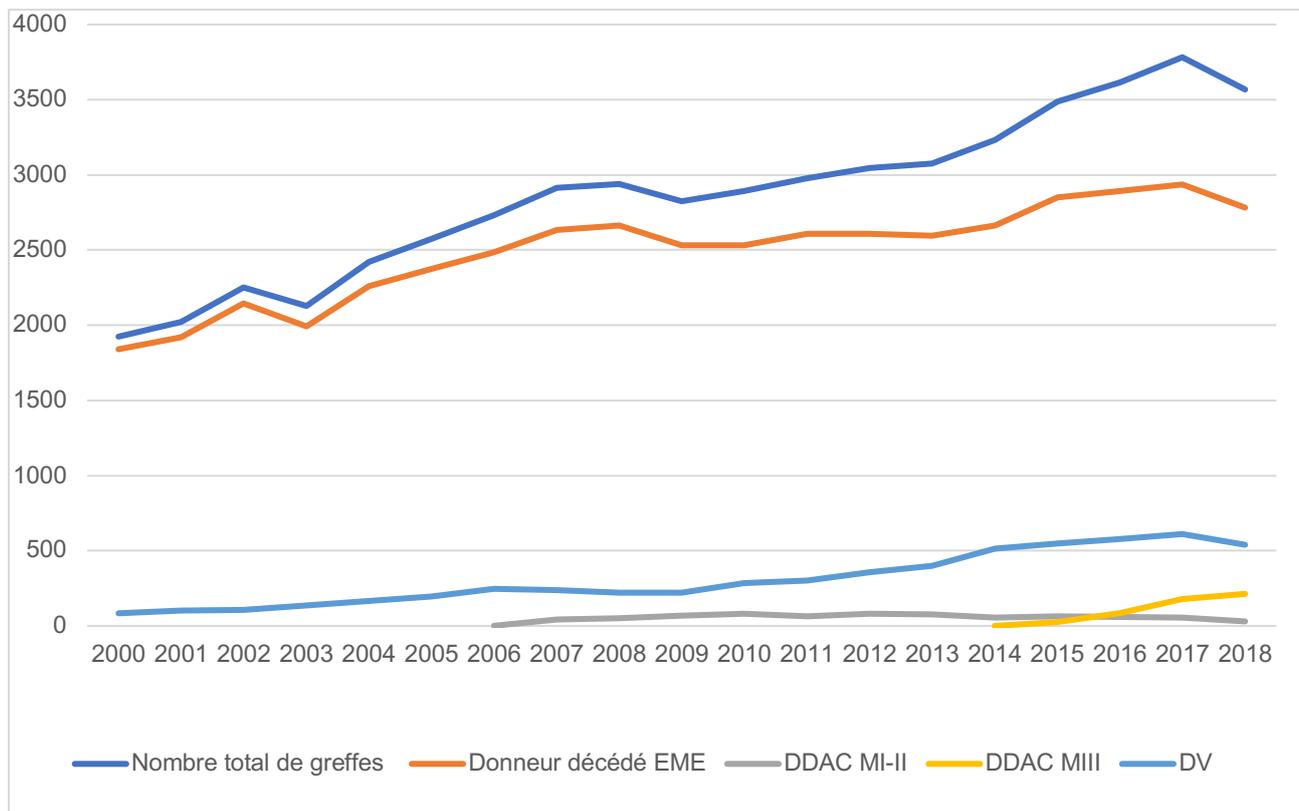


Figure 1 : Évolution de nombre de transplantations rénales annuelles en France depuis 2000

Actuellement en France, il y a donc un total de 5,5 candidats pour un transplant rénal disponible et 2,2 candidats hors CIT pour un transplant rénal disponible.

Ces chiffres sont le reflet d'une véritable pénurie de transplants rénaux, pour laquelle plusieurs stratégies sont mises en place pour y remédier.

1.1.3 Stratégies de lutte contre la pénurie d'organes

Pour pallier cette pénurie d'organes, la première action dans la prise en charge des patients est bien sûr de prévenir l'IRCT afin de diminuer la liste d'attente de transplantation rénale, en sensibilisant notamment la population générale aux pathologies cardiovasculaires et au diabète, qui représentent une part majeure des étiologies d'IRC.

Une fois l'IRC diagnostiquée, la prise en charge néphrologique doit être précoce afin de mettre en place des mesures efficaces de néphroprotection permettant de limiter l'évolution vers le stade d'IRCT.

Dans un second temps, pour les patients déjà au stade d'IRCT, la stratégie est d'augmenter le pool national de transplants rénaux et donc d'augmenter le nombre de donneurs. Plusieurs axes d'action existent :

INTRODUCTION

- diminution du risque de refus de prélèvements sur les patients en état de mort encéphalique par les campagnes d'information sur le consentement présumé et le registre national des refus ;
- amélioration de la qualité des prélèvements d'organes par la formation des chirurgiens préleveurs et la revalorisation de cet acte ;
- élargissement des critères de prélèvements d'organes aux donneurs à critères élargis et aux donneurs décédés par arrêt cardiaque ;
- élargissement du cercle de donneurs vivants potentiels par les révisions de la loi de bioéthique ;
- amélioration de l'attractivité du DV pour les patients par le développement de techniques chirurgicales mini-invasives comme la coelioscopie ou la coelioscopie robot-assistée ;
- augmentation du nombre de candidats à une transplantation DV par le développement des transplantations ABO incompatibles.

1.1.3.1 Recensement et législation

Les trois grands principes du don d'organes sont : le consentement présumé, la gratuité du don et l'anonymat.

Chaque individu est présumé donneur après son décès depuis la loi Caillavet du 22 décembre 1976 (10), principe réaffirmé par la loi du 26 janvier 2016 (11).

Cependant, toute personne peut s'opposer au don de ses organes ou de ses tissus. Le refus n'est pas obligatoirement total, il est possible de s'opposer seulement au don de certains organes.

La loi prévoit trois moyens pour exprimer son refus :

- le registre national des refus rempli par le défunt de son vivant,
- un refus écrit remis à ses proches,
- un refus oral transmis à ses proches.

Le rôle du coordonnateur de prélèvement est alors de consulter le registre national des refus. Si celui-ci est vierge, il cherche à retranscrire au mieux les souhaits du défunt par sa famille ou ses proches tout en respectant leur volonté. Il n'est, en France, pas autorisé de prélever les organes ou tissus d'un patient qui aurait exprimé son consentement de son vivant si ses proches refusent catégoriquement le don. Le taux de refus en France est estimé à 33%. Le rôle du coordonnateur est alors d'informer au

mieux et de rassurer les proches sur le respect et la restitution de l'intégrité du corps du défunt.

1.1.3.2 Amélioration de la formation des préleveurs

La qualité du prélèvement d'organes est primordiale pour limiter le nombre de transplants rénaux prélevés mais non transplantés.

En 2018, 3376 transplants rénaux issus de donneurs décédés ont été prélevés et 2944 ont finalement été transplantés, ce qui représente 90,3% des transplants. Ce chiffre est relativement stable depuis 2007. (9)

La formation des chirurgiens à cet acte, parfois négligée, est donc importante, car, tous les ans, une centaine de prélèvements de transplants rénaux sont réalisés sans aboutir à une transplantation rénale.

Depuis 2009, un programme national, l'École Francophone de Prélèvement Multi-Organe (EFPMO), offre un séminaire annuel de formation aux acteurs du prélèvement d'organes afin d'harmoniser leurs pratiques. Cette formation intensive, regroupant cours théoriques et pratiques, est reconnue par l'état, et s'adresse aux internes en chirurgie et aux CCA ou assistants.

1.1.3.3 Augmentation du nombre de transplants rénaux disponibles

1.1.3.3.1 Donneurs décédés

En 2018, l'origine des transplants rénaux prélevés sur donneur décédé était répartie comme suit :

- 1 519 (92%) de sujets en état de mort encéphalique (Maastricht IV) ;
- 110 (7%) de donneurs de la catégorie III de Maastricht (programme ouvert en novembre 2014) ;
- 16 (1%) de donneurs de la catégorie II de Maastricht (programme ouvert en 2006). (9)

1.1.3.3.1.1 Donneurs décédés en état de mort encéphalique (Maastricht IV)

Le principe de mort cérébrale par le terme « coma dépassé » est apparu en 1959 (12,13), puis les critères de mort encéphalique ont été établis en 1968 par la commission de l'Université de Médecine de Harvard. (14)

INTRODUCTION

La définition de la mort encéphalique en France, selon le code de la Santé Publique, est clinique. Elle correspond à un coma profond et aréactif, à une disparition de l'ensemble des réflexes du tronc cérébral, et à l'absence de respiration spontanée dans un contexte étiologique connu.

Ce diagnostic clinique médico-légal doit être confirmé de façon paraclinique :

- soit par deux électroencéphalogrammes plats, espacés d'une durée de quatre heures et durant chacun 30 minutes, afin d'établir l'absence de stimulation électrique au niveau cérébral,
- soit par l'angiographie cérébrale ou l'angioscanner cérébral, visant à établir l'absence de circulation sanguine au niveau du cerveau.

En 2002, une solution pour augmenter le pool de transplants rénaux a été d'élargir les critères d'éligibilité des patients au prélèvement d'organes.

Est apparue ainsi la notion de « donneurs à critères élargis » (Expanded Criteria Donors (ECD)), définis comme :

- tout donneur âgé de plus de 60 ans,
- ou donneur âgé de 50 à 59 ans avec au moins deux des facteurs de risque suivants :
 - une cause de décès vasculaire (accident vasculaire cérébral),
 - un antécédent d'hypertension artérielle,
 - une créatininémie supérieure à 133 $\mu\text{mol/l}$.

Depuis leur autorisation, on observe une augmentation constante de la part des prélèvements ECD par rapport aux critères standards (Standard Criteria Donors (SCD)), représentant près de 50% des prélèvements de donneurs en EME. (*Figure 2*)

Depuis 2013, l'ABM a mis en place un programme de déploiement de machines à perfusion, permettant d'optimiser la préservation de ces transplants ECD.

INTRODUCTION

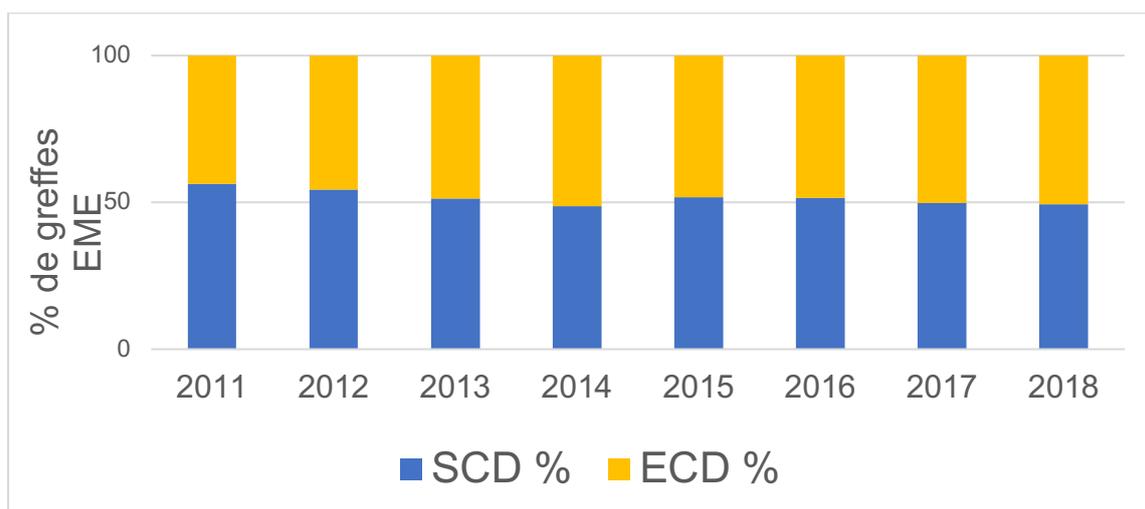


Figure 2 : Part des reins transplantés de donneurs EME : ECD vs SCD

1.1.3.3.1.2 Donneurs décédés par arrêt cardiaque

Les donneurs décédés après arrêt circulatoire (DDAC) correspondent aux patients décédés d'un arrêt cardio-respiratoire irréversible.

La classification de Maastricht des DDAC, élaborée en 1995, les classe en 4 catégories : (15)

- **Maastricht I** : les personnes ayant présenté un arrêt cardiaque en l'absence de toute équipe de soins capable de mettre en œuvre une réanimation de qualité. Le prélèvement d'organe ne pourra être réalisé que si la mise en œuvre de gestes de réanimation de qualité a été réalisée moins de 30 minutes après l'effondrement.
- **Maastricht II** : les personnes ayant présenté un arrêt cardiaque en présence d'une équipe de soins, capable de mettre en œuvre une réanimation de qualité, qui ne permettra finalement pas une récupération hémodynamique.
- **Maastricht III** : les patients hospitalisés, pour lesquels un arrêt cardiaque est attendu en présence d'une équipe médicale, du fait d'un arrêt des soins de réanimation.
- **Maastricht IV** : les personnes décédées en EME présentant un arrêt cardiaque irréversible pendant la phase de préparation au prélèvement.

Suite au décret du 2 août 2005, l'activité de prélèvement sur DDAC suite à un arrêt cardiaque inopiné (catégories I et II de Maastricht) est effective depuis octobre 2006. L'extension du programme national de prélèvement d'organes sur DDAC suite à un arrêt ou à une limitation des thérapeutiques, c'est-à-dire la catégorie III de Maastricht,

INTRODUCTION

a été mise en œuvre depuis 2013 et finalement autorisée depuis septembre 2014 dans le cadre du second Plan Greffe de 2012-2016.

En effet, depuis 2005, la loi dite Léonetti (16) autorise et encadre l'arrêt des thérapeutiques chez des patients en fin de vie.

Les critères de sélection du donneur sont pour la plupart similaires à un donneur en EME. S'y ajoute un âge maximal de 71 ans ainsi que l'absence d'évolution prévisible vers un EME.

Les critères de sélection du receveur de reins de DDAC sont plus limités :

- Première transplantation rénale,
- Patient majeur,
- Absence d'immunisation HLA (pas de temps suffisant pour réaliser le test de compatibilité « Cross-Match »),
- Compatibilité ABO,
- Consentement spécifique à recevoir un rein provenant d'un DDAC.

1.1.3.3.1.2.1 Survie lors de transplantations rénales issues de DDAC de la catégorie II de Maastricht

Le taux élevé de non-fonction primaire du transplant rénal a conduit plusieurs équipes à interrompre leur activité de prélèvement et de transplantation rénale Maastricht II.

En France, sur la période 2014-2017, le taux de non-fonction primaire était de 10,1% en cas de donneurs de la catégorie II de Maastricht, en lien avec le délai d'ischémie chaude qui restait élevé (>140 minutes en moyenne).

Le taux de reprise retardée de fonction était de 71,1%. (9)

Cela a entraîné une baisse importante du nombre de receveurs éligibles pour ce programme malgré des résultats fonctionnels à moyen terme satisfaisants avec un DFG ≥ 45 mL/mn/1.73m² à 1 an (estimé selon la formule MDRD) chez 69 % des receveurs.

1.1.3.3.1.2.2 Survie lors de transplantations rénales issues de DDAC de la catégorie III de Maastricht

Sur la période 2014-2017, le taux de non-fonction primaire du transplant rénal était très faible (2,8%). (9)

Le taux de reprise retardée de fonction était de 18%. Ces chiffres, très bas en regard des données de la littérature internationale (17), résultent d'un protocole national ayant un recours systématique à la circulation régionale normothermique, à la

INTRODUCTION

perfusion sur machine, à une ischémie froide courte ainsi qu'à une induction déplétante.

1.1.3.3.2 Donneurs vivants

Le développement de la transplantation rénale à partir de donneur vivant, qui jusqu'alors progressait lentement, est devenue une priorité nationale suite au Plan Greffe 2012-2016, reconduit sur la période 2017-2021.

Promouvoir la transplantation rénale issue de don vivant est la stratégie la plus séduisante pour pallier la pénurie d'organes car elle permet de transplanter des reins de meilleure qualité que ceux provenant de donneurs décédés.

1.2 Le Donneur Vivant

1.2.1 Un peu d'histoire

Le 18 décembre 1952, Marius Renard, un apprenti charpentier de 16 ans tombe d'un échafaudage sur le dos. Il présente alors une hémorragie interne avec traumatisme rénal droit et il est opéré en urgence d'une néphrectomie d'hémostase droite. 2 jours plus tard, Marius présentant une anurie persistante, l'équipe médicale se rend compte que le patient n'avait qu'un rein unique congénital.

Marius Renard est alors transféré dans le service d'urologie du Pr Michon à l'hôpital Necker. En collaboration avec le service de néphrologie du Pr Hamburger, et après que Gilberte Renard, la mère de Marius, les ait suppliés de le transplanter à partir de l'un de ses reins, Marius est transplanté avec le rein de sa mère par les Dr Vaysse et Oeconomos le jour de Noël 1952.

Dans un premier temps, l'opération semble être un succès, malheureusement, Marius Renard décédera trois semaines plus tard des suites d'un rejet. (*Image 2*)

Cette transplantation rentre dans l'histoire comme la première transplantation rénale à partir d'un donneur sain et volontaire.



Image 2 : à Gauche : Extraits de journaux de décembre 1952 ; à droite : Photo de l'intervention de Marius Renard à l'Hôpital Necker.

1.2.2 Epidémiologie

En 2017, 611 transplantations à partir de DV ont été réalisées, représentant 16,2% de l'activité nationale de transplantation rénale. L'année 2018 est marquée par le premier recul de l'activité depuis 2008 (-11% par rapport à 2017) avec un total de 541 TR à partir de DV. (9)

1.2.3 Législation

La loi Cavaillet de 1976 (10) autorise pour la première fois le prélèvement d'organe, sur sujet majeur, en vue d'une transplantation ayant un but thérapeutique.

Le don d'organes ou de tissus de son vivant est depuis encadré par les lois de bioéthique.

La première loi de bioéthique n°94-654 (18), promulguée en juillet 1994, affirme les principes inscrits dans les articles 16-1 et 3 du code civil relatifs au respect du corps humain, en particulier sa non-patrimonialité et son indisponibilité.

Depuis la révision de la loi de bioéthique en 2004 puis 2011 (19), les liens du receveur avec le donneur ont été élargis afin d'augmenter le nombre de transplantations DV. Le donneur doit :

- soit appartenir au cercle familial,
- soit avoir un lien affectif « étroit et stable » depuis au moins deux ans avec le receveur,

INTRODUCTION

- être majeur et de plein droit (les mineurs et les majeurs protégés en sont exclus),
- remplir les conditions médicales très strictes, permettant de vérifier notamment qu'il peut subir une intervention chirurgicale, en étant informé des risques inhérents,
- rencontrer le comité d'experts donneur vivant,
- exprimer son consentement libre et éclairé devant le Président du Tribunal de Grande Instance (TGI) ou le magistrat désigné par lui. Ce consentement est révocable à tout moment jusqu'à l'intervention.

Dans le cadre du Plan Greffe, une campagne majeure d'information de l'ABM, sous forme d'explications médicales, d'informations « grand public », de témoignages d'anciens donneurs, a lieu tous les ans afin de promouvoir le don vivant et de sensibiliser la population générale.

Pour faciliter le DV, la loi de bioéthique 2011 (19) prévoit également l'intégralité de la prise en charge financière concernant le prélèvement du donneur par l'assurance maladie et l'établissement de prise en charge aussi bien pour les frais médicaux que non médicaux (transport, hébergement ou restauration, perte de salaire éventuelle, garde d'enfants...). La loi affirme aussi la nécessité de respecter le principe de non-discrimination en cas d'assurance ou d'emprunt. (20)

1.2.4 Parcours de soin du donneur et bilan pré-don

Il faut garder à l'esprit que le DV de rein, même s'il doit être encouragé, repose sur l'intervention chirurgicale d'un patient sain. Il est donc indispensable que le donneur reçoive une information claire et complète, et que l'évaluation médico-chirurgicale soit exhaustive afin d'évaluer les risques encourus à court, moyen et long termes.

- Information initiale: elle doit être délivrée au receveur par le néphrologue le plus tôt possible, avant même d'atteindre le stade d'IRCT, afin de susciter la proposition d'un DV par son entourage et parfois permettre une transplantation rénale préemptive, évitant la dialyse et ses complications.
- Bilan médical complet du donneur selon les recommandations de l'ABM:
 - Réalisation des dépistages des maladies transmissibles et mise à jour des vaccinations,
 - Recherche des facteurs de risques cardiovasculaires,

INTRODUCTION

- Recherche de pathologies tumorales et mise à jour des dépistages recommandés (cancers du sein, du col de l'utérus, du côlon),
- Détermination du groupe sanguin, typage HLA, cross-match,
- Évaluation psychologique du donneur et éventuelles conséquences socio-professionnelles du don à long terme,
- Bilan biologique complet. Évaluation du débit de filtration glomérulaire par méthodes isotopiques ou par mesure de la clairance à l'inuline obligatoire (sauf pour les patients jeunes avec DFG estimé > 100 mL/mn/1.73m²). Recherche d'hématurie microscopique par bandelette réactive,
- Imagerie par tomodensitométrie (TDM) rénale, en coupes millimétriques, comprenant un temps sans injection, un temps artériel et un temps tubulaire pour évaluer les variations anatomiques du hile rénal et s'assurer de l'absence de tumeur rénale, un temps tardif pour évaluer les voies excrétrices urinaires. On évaluera également la hauteur rénale. On recherchera également : des calculs urinaires, une découverte fortuite d'une lésion abdominale.

- Consultation chirurgicale :

Le donneur est reçu en consultation d'urologie par le chirurgien préleveur. Les antécédents chirurgicaux et la morphologie du patient sont vérifiés. Le scanner abdominal est analysé afin de détecter d'éventuelles contre-indications. La chirurgie de néphrectomie lui est expliquée, son déroulement, la voie d'abord, les complications per et postopératoires éventuelles et la fiche AFU de l'intervention lui est remise. Il est important d'insister sur la nécessité d'un suivi postopératoire à long terme.

- Décision définitive du « Comité donneur vivant » :

Le comité est composé de 3 médecins, 1 psychologue, une personne qualifiée en sciences humaines et sociales.

Le candidat au don doit exprimer son consentement devant le président du Tribunal de Grande Instance. Le consentement doit être libre et éclairé et le donneur peut revenir sur sa décision à tout moment. Toute forme de pression psychologique ou financière est interdite.

- Intervention chirurgicale

Les 2 interventions de prélèvement rénal et de transplantation rénale sont programmées le même jour, idéalement de façon simultanée dans 2 salles opératoires. Le prélèvement est réalisé par l'une des 45 équipes françaises autorisées à pratiquer la transplantation rénale à partir de DV.

- Suivi après l'intervention

Une évaluation médicale est assurée soit par l'équipe de transplantation rénale soit par le médecin traitant à 1 mois, 3 mois, 12 mois puis annuellement.

Le bilan comprend un suivi de la pression artérielle, de la fonction rénale, de la créatinine urinaire et de l'albuminurie. Une échographie rénale est réalisée tous les 2 ans.

1.2.5 Morbi-mortalité chez le donneur

Il est important de ne pas négliger le suivi du donneur.

Depuis 2004, les données sur les DV en France sont systématiquement consignées dans le registre relatif au suivi de l'ABM.

La néphrectomie chez le DV est possible car les risques de complications per et postopératoires sont connus et acceptés par la société. Par ailleurs, l'espérance de vie des donneurs est au moins aussi bonne que celle de la population générale.

1.2.5.1 Fonction rénale

Plusieurs études américaines suggèrent que la survie prolongée avec un rein unique acquis pourrait être associée à une faible majoration du risque de survenue d'une insuffisance rénale chronique. (23)

En effet, une diminution du DFG est observée immédiatement après la néphrectomie pour don du vivant (24). Les facteurs de risque de dégradation de la fonction rénale après don sont l'âge avancé au moment du don et un IMC élevé (23).

C'est pour cela qu'un effort particulier doit être fait pour estimer le DFG prévisible post-don, à court terme mais aussi à long terme. L'utilisation de scores ou même de simples outils comme la mesure tomodensitométrique des reins du donneur permettent d'estimer la fonction rénale immédiate post-don.

1.2.5.2 Morbi-mortalité péri-opératoire

Le don de rein est médicalement considéré comme une pratique dont la morbidité et la mortalité pour le donneur sont minimales et acceptables, à condition d'avoir éliminé les contre-indications au don par le bilan médical recommandé. La mortalité péri-opératoire associée au don est de 0,03% et est plus élevée chez les hommes que chez les femmes (25). Ce résultat a été confirmé sur la cohorte nord-américaine de l'United Network for Organ Sharing (UNOS) retrouvant 25 décès sur plus de 80 000 donneurs vivants. (26)

La morbidité postopératoire précoce est de 18% (27), avec un faible taux de complications sévères, respiratoires essentiellement, qui n'engagent cependant pas le pronostic vital. Cependant, les douleurs post-don peuvent concerner jusqu'à 65% des donneurs.

Les complications liées à la chirurgie ont été moins souvent étudiées, et 12% d'événements graves à type de douleurs cicatricielles persistantes, d'éventration ou d'occlusion sur bride, sont signalés dans une étude portant sur 250 donneurs. (28)

Les données du registre de l'ABM confirment ces données sur une cohorte de 500 patients : à 3 mois, on recensait 18% de complications de grade II et 3% de grade III selon la classification de Clavien-Dindo. (9)

1.2.5.3 Morbi-mortalité à long terme

Des études prolongées semblent attester le fait que la néphrectomie pour don de rein n'a pas de conséquence défavorable sur le long terme (27-29).

En effet, l'espérance de vie des donneurs n'est pas altérée par la néphrectomie. Ainsi, Ibrahim et al. (23) ont démontré que la survie à long terme d'une cohorte d'environ 3800 donneurs vivants était identique à celle de la population générale.

Une étude du registre suédois confirme ces résultats avec une survie à long terme meilleure chez les donneurs vivants que dans la population générale, du fait de leur excellent état général et de l'absence de comorbidité au moment du don (30).

Concernant les pathologies cardiovasculaires, plusieurs études ont montré une élévation de la pression artérielle après don de rein (31,32) mais sans augmentation de la fréquence des hypertensions ou des accidents cardiovasculaires (23,33)

La TR issue de DV doit donc être encouragée et le médecin peut se montrer rassurant devant le très faible risque de morbidité à long terme du donneur.

1.2.6 Données de survie chez le receveur

La transplantation rénale réalisée à partir d'un DV donne de meilleurs résultats chez le receveur par comparaison au donneur décédé, que ce soit à court ou à long terme (34).

1.2.6.1 Reprise de fonction rénale retardée

La transplantation rénale DV permet une reprise immédiate de fonction rénale dans 91,7% des cas selon la base de données CRISTAL 2014-2017, pour un taux moyen de reprise immédiate, tous types de TR confondus, à 72,8%. La diminution de la durée d'ischémie froide serait l'une des raisons du taux faible de retard de fonction du transplant.

La reprise de fonction retardée du transplant est donc rare lors de DV, mais, lorsqu'elle est présente, elle constitue un facteur de mauvais pronostic de la survie du transplant à un an. (35)

1.2.6.2 Survie du transplant rénal

On observe une meilleure survie significative du transplant rénal dans le cadre d'une transplantation DV. Les données de la littérature internationale et de la base de données CRISTAL sont concordantes. (26)

Les raisons de cette meilleure survie du transplant sont multiples et dues à :

- une meilleure qualité du transplant par sélection du donneur dit « idéal ». En effet, le transplant issu de DV ne présente pas les risques inhérents au donneur décédé comme les comorbidités cardio-vasculaires, ou l'ischémie-reperfusion du passage en mort encéphalique ;
- la réduction de la durée d'ischémie froide car l'intervention chirurgicale est programmée, ce qui permet sa réalisation dans de meilleures conditions de préparation.
- la réduction du temps passé en dialyse, voire de l'absence de dialyse en cas de transplantation préemptive, ce qui permet de réaliser la transplantation dans de meilleures conditions cliniques.

Les taux de survie du transplant sont comparables si le donneur est apparenté ou non au receveur. (9)

1.2.6.3 Survie globale

La survie globale du receveur est significativement meilleure chez les receveurs ayant bénéficié d'une TR issue de DV que de donneurs en EME : elle est respectivement, pour les DV et les donneurs en EME, de 95,6% et 87,4% à 2 ans, et, de 88,6% et 73,6% à 10 ans. (9)

La TR issue de DV est donc le traitement de choix de l'IRCT, apportant la meilleure survie chez le receveur et le transplant rénal, tout en ne diminuant pas la survie globale du donneur.

Points forts de la transplantation rénale DV :

- **Temps sur liste d'attente de transplantation plus court (transplantations préemptives)**
- **Transplantation réalisée dans des conditions optimales**
- **Taux de reprise retardée de fonction faible**
- **Meilleure survie du transplant rénal**
- **Meilleure survie globale du receveur**

La France reste cependant très en retard sur la proportion de DV par rapport aux pays anglo-saxons et nordiques où la proportion de DV est de 40 à 50 %, et plusieurs stratégies sont mises en œuvre pour y remédier.

1.2.7 Évolution et perspectives de la transplantation rénale DV

1.2.7.1 Donneurs ABO incompatibles

Pour permettre l'augmentation du nombre de patients éligibles à une transplantation DV, des transplantations rénales DV entre donneur et receveur immunologiquement incompatibles (ABO incompatibles) se développent depuis 2010. Il doit alors s'agir d'une première transplantation rénale. Le traitement immunosuppresseur d'induction du receveur est modifié et amplifié.

En effet, ces transplantations demandent une préparation immunologique particulière pour le receveur qui doit débiter en amont de la transplantation rénale :

INTRODUCTION

- une injection unique de rituximab 3 à 4 semaines avant la transplantation rénale pour réaliser une déplétion des lymphocytes B et ainsi éliminer la source des anticorps préformés anti-groupe érythrocytaire ;
- plusieurs séances de plasmaphérèse ou d'immunoabsorption afin d'atteindre un titre d'anticorps circulants très faible ;
- pour certains centres, une initiation du traitement immunosuppresseur quelques jours avant la transplantation rénale.

Les transplantations ABO incompatibles réalisées en 2018 représentent 15% des TR contre 5% en 2013, avec toutefois un recul de 19% en un an pour l'année 2018. (3)

La transplantation à partir de donneurs ABO incompatibles est de pratique courante et ancienne dans d'autres pays, en particulier au Japon et aux États-Unis.

1.2.7.2 Dons croisés

Les dons croisés sont autorisés depuis la loi de bioéthique de 2011 (19), avec 2 premières transplantations rénales réalisées en 2014. Lorsque les groupes sanguins ou HLA (Antigènes des Leucocytes Humains) sont incompatibles, il est possible de croiser 2 couples « donneur-receveur », c'est-à-dire d'envisager que le receveur (receveur 1) bénéficie du don d'une autre personne (donneur 2) également en situation d'incompatibilité avec son receveur (receveur 2), ce dernier bénéficiant du don du donneur 1 (*Figure 3*). Les deux procédures chirurgicales sont alors débutées simultanément, en respectant toujours l'anonymat entre transplanté et donneur.

Ainsi, le programme de don croisé vise à augmenter la proportion de donneurs vivants (versus donneurs décédés), à augmenter en valeur absolue le nombre de transplants rénaux disponibles, mais aussi à diminuer le temps d'attente pour les patients hyperimmunisés.

Les dons « Dominos » ne sont actuellement pas autorisés en France. Cela consiste en plusieurs dons croisés concomitants afin de trouver des couples compatibles. La logistique de ce type de don est compliquée car il faut réaliser les chirurgies en simultané et donc mobiliser un grand nombre d'équipes chirurgicales, paramédicales, de salles opératoires et de lits d'hospitalisation.

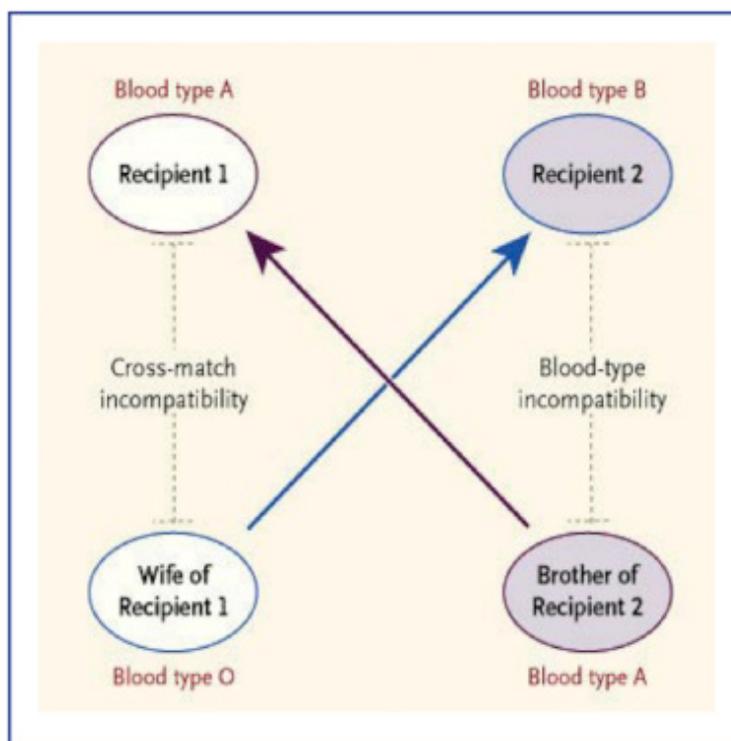


Figure 3 : Représentation schématique du principe de don croisé.

1.2.7.3 Dons altruistes

Les donneurs dits « altruistes » restent non autorisés en France, le lien entre le donneur et le receveur est donc systématiquement vérifié par le TGI. Ce type de don est autorisé notamment au Royaume-Uni, aux Pays-Bas ou aux États-Unis, ce qui a permis d'augmenter leur nombre de transplantations par DV.

Au Royaume-Uni, les DV altruistes constituent en 2018 environ 11 % du pool de DV. Plus de 500 transplantations par DV altruistes y ont été réalisées depuis leur légalisation en 2006. (21)

Cependant, le risque est de prélever des patients qui sont contraints par une tierce personne à donner leur rein et ainsi développer une forme de trafic d'organes. On ne connaît pas l'ampleur exacte du trafic d'organe ou d'être humain, mais l'OMS estime que 5 à 10 % des transplantations d'organes réalisées dans le monde le sont dans un contexte de commerce international d'organes (22).

1.2.8 Les techniques chirurgicales

La nécessité de nuire le moins possible « primum non nocere » est primordiale dans le DV car le patient est sain. Pour minimiser les risques opératoires, il y a donc un besoin constant de faire évoluer les techniques opératoires tout en assurant une sécurité maximale aux donneurs en termes de morbi-mortalité mais aussi en termes de qualité de vie comme par exemple : la douleur postopératoire ou la reprise du travail précoce. Ces critères sont d'autant plus importants qu'ils pourraient permettre également une augmentation du nombre de donneurs potentiels.

1.2.8.1 Laparotomie

La technique historique de néphrectomie DV est la lombotomie, décrite en 1954 par Murray et Merrill (36).

Depuis les années 1990, et avec le développement de la néphrectomie coelioscopique, et son application au donneur vivant en 1995 par Ratner et al., la lombotomie disparaît de plus en plus au profit de la coelioscopie.

La technique par voie ouverte la plus utilisée est la lombotomie avec abord extrapéritonéal de la loge rénale. Le patient est installé en décubitus latéral du côté opposé au rein à prélever, avec un billot sous le bassin. L'incision peut se faire au niveau de la 11^e ou 12^e côte selon la hauteur du rein à prélever. Le plan de dissection est celui de la néphrectomie simple. Après ouverture du fascia de Gerota, et dissection de la graisse périrénale, on prend contact avec le parenchyme rénal qui sera complètement libéré de la graisse périrénale. Cette manœuvre permet ainsi une mobilisation du rein qui facilite la dissection du hile rénal en évitant cependant toute traction excessive sur les vaisseaux rénaux. Le hile est alors libéré et le rein pédiculisé sur ses vaisseaux qui seront disséqués sur une longueur optimale pour envisager la transplantation, avant d'être ligaturés, puis sectionnés.

Une méta-analyse de la *Cochrane Database* de 2011 (37) décrit la morbi-mortalité de la voie ouverte par rapport à la coelioscopie : la voie coelioscopique entraînait moins de douleurs, la fréquence des complications étaient comparables mais celles-ci étaient différentes : thrombophlébites ou embolie pulmonaire, et complications de paroi dans le groupe voie ouverte ; saignements peropératoires, perforation d'organes creux et risque de conversion dans le groupe coelioscopie.

Plus récemment, il a été montré dans une série monocentrique de plus de 4000 donneurs que la voie ouverte était associée à un taux de réhospitalisation moindre à

court et moyen terme comparé à la voie coelioscopique. Cependant, la survie à 1 an des transplants rénaux obtenus par voie ouverte était significativement plus faible. (38)

1.2.8.2 Coelioscopie

Le premier cas est rapporté en 1994 en Corée par rétropérinéoscopie, puis par voie transpéritonéale au Japon en 1996.

La technique chirurgicale est identique à celle d'une néphrectomie simple. (39)

En 2007, une méta-analyse montrait une augmentation significative des décès chez les donneurs et une augmentation de non-fonction primaire du transplant rénal dans le groupe coelioscopie (40), mais la méta-analyse Cochrane de 2011 (37) écarte ce sur risque définitivement. La coelioscopie s'accompagne d'une diminution des douleurs postopératoires et de la durée d'hospitalisation, ainsi que d'une reprise plus précoce des activités, bien qu'elle augmente le temps d'ischémie chaude (sans conséquence rapportée au long terme) ainsi que la durée opératoire (41-43).

C'est pourquoi elle devient la technique de référence en 2011 (44) et est préconisée par le groupe European Renal Best Practice (ERBP). Plusieurs voies d'extraction sont possibles : iliaque, vaginale, ombilicale, incision de Pfannenstiel.

En 2014, 88,8% des néphrectomies DV ont été réalisées par coelioscopie et seules 11,2% par voie ouverte (45) alors qu'elles représentaient encore 60% des interventions en 2004.

Cependant, la néphrectomie par coelioscopie est un geste chirurgical techniquement difficile (46) et la courbe d'apprentissage du prélèvement donneur vivant par coelioscopie est associé à un nombre plus important de complications (47).

1.2.8.3 Coelioscopie hand-assisted

Le premier cas chez le DV a été décrit en 1998.

Le but de cette technique est de cumuler les avantages, à la fois de la coelioscopie et de la voie ouverte, grâce à la main de l'opérateur dans l'abdomen, afin de faciliter la dissection du hile rénal. (48)

Le matériel nécessaire est comparable avec celui d'une coelioscopie classique en y ajoutant un système d'étanchéité adapté au passage de la main intra-abdominale.

INTRODUCTION

Peu d'études prospectives ont été réalisées et aucune n'a, à ce jour, montré de différence significative entre la voie coelioscopique pure ou avec assistance manuelle (49).

Une étude multicentrique française DOVIREIN, sur 267 donneurs, n'a montré aucune différence significative entre la coelioscopie standard ou hand-assisted, hormis l'existence de plus de douleurs significatives dans le groupe hand-assisted dues à l'écartement prolongé des muscles. (50)

1.2.8.4 Coelioscopie robot-assistée

Avec le développement de la chirurgie robotique en urologie et la maîtrise de la chirurgie rénale complexe, plusieurs équipes ont réalisé des néphrectomies donneur vivant avec assistance robotique.

Ainsi, la première néphrectomie par voie coelioscopique robot-assistée fut décrite en 2000 par le Pr Guillonnet (51), puis à partir de 2002, cette technique est ensuite utilisée pour le prélèvement DV. (52)

Les premiers cas rapportés ont montré la faisabilité, la reproductibilité et la sécurité de la technique pour le donneur comme pour le transplant. (53,54)

Le robot chirurgical DA VINCI®, avec sa vision tridimensionnelle grâce à ses deux caméras séparées dans le système optique et ses articulations endocorporelles avec 7 degrés de liberté permettant une démultiplication des mouvements, facilite la technique de prélèvement rénal mais son coût est bien plus élevé (54). Sa courbe d'apprentissage plus rapide que celle de la coelioscopie standard, la stabilité incomparable de l'image et l'ergonomie très supérieure pour le chirurgien entraînant un confort maximal et une moindre fatigue, en font une technique en plein essor en France pour le prélèvement de rein de donneur vivant.

Aucune étude prospective comparative à la coelioscopie standard n'est parue à ce jour. Cependant, des études rétrospectives montrent des résultats comparables à la coelioscopie.

1.3 Objectifs de l'étude

La transplantation rénale DV est le traitement de choix de l'IRCT. En effet, la transplantation rénale par DV doit être privilégiée autant que possible, celle-ci ayant de meilleurs résultats en termes de survie globale du receveur et du transplant rénal, un taux de non-fonction primaire du transplant et de reprise de fonction retardée plus bas.

Le prélèvement rénal DV reste un challenge chirurgical et la cœlioscopie est aujourd'hui la technique de référence recommandée. L'apport de la chirurgie robotique est maintenant établi pour de nombreuses interventions chirurgicales et, par comparaison, serait bénéfique dans le prélèvement DV.

L'objectif principal de cette étude est d'évaluer, dans un centre expert en chirurgie robotique, la faisabilité et les complications péri et postopératoires, à court, moyen et long termes, du prélèvement rénal par cœlioscopie robot-assistée (PRRA) dans le cadre du donneur vivant, à la fois chez les donneurs et les receveurs.

2 PATIENTS ET METHODES

2.1 Population

Tous les couples donneur/receveur des transplantations rénales issue de DV effectués à l'Hôpital Henri Mondor de novembre 2011 à décembre 2019 ont été inclus.

Chaque donneur a bénéficié d'un bilan médical pré-don selon les recommandations de l'Agence de Biomédecine, incluant notamment : l'évaluation de la fonction rénale, la recherche de pathologies cardiovasculaires, la mise à jour des tests de dépistage recommandés, un scanner injecté abdominopelvien avec temps artériel, portal et tardif.

Tous les prélèvements de rein ont été réalisés par coelioscopie robot-assistée.

Les receveurs étaient tous inscrits sur la liste nationale d'attente en vue d'une transplantation rénale.

2.2 Technique chirurgicale

2.2.1 Prélèvement rénal robot-assisté

L'équipe chirurgicale était composée d'un chirurgien expérimenté en chirurgie robotique, d'un interne de chirurgie et d'un(e) infirmier(e) formés à l'utilisation du robot DaVinci® Si. Au total, 2 chirurgiens urologues ont réalisé les prélèvements DV entre novembre 2011 et décembre 2019. Toutes les procédures chirurgicales ont été réalisées à l'aide d'une plateforme robotique Si HD Da Vinci® (Intuitive Surgical Inc, Sunnyvale, CA, USA).

Le patient était positionné en décubitus latéral à 70° du côté opposé à celui de la néphrectomie. (*Image 3*)

De façon générale, l'open coelioscopie était réalisée en latéro-ombilical permettant le positionnement d'un trocart de 12 mm pour l'assistant. 2 trocarts de 8 mm pour les instruments du robot et un de 12 mm pour l'optique étaient positionnés tous les 3 sur la ligne pararectale, en partant de l'auvent costal, chacun à 4 travers de doigts. 3 bras du robot DaVinci® Si étaient ainsi utilisés. (*Image 4*)

Quelques variations s'appliquaient ensuite en fonction du type d'extraction du transplant rénal pratiqué : extraction iliaque, vaginale ou ombilicale.

PATIENTS ET METHODES

Lors des extractions vaginales (EV), les patientes étaient installées en décubitus latéral droit à 70°, jambes écartées afin d'accéder au vagin. L'open coelioscopie était réalisé dans l'ombilic, puis les 3 trocarts du robot étaient positionnés de la même façon sur la ligne pararectale en partant de l'aube costal. En fin d'intervention, le trocart vaginal de 12 mm était introduit au niveau du cul de sac vaginal postérieur, afin d'extraire le rein dans un endobag après section des vaisseaux.

Lors des extractions iliaques (EI), une contre-incision iliaque était réalisée au niveau du trocart robot situé en fosse iliaque au moment de l'extraction du rein.

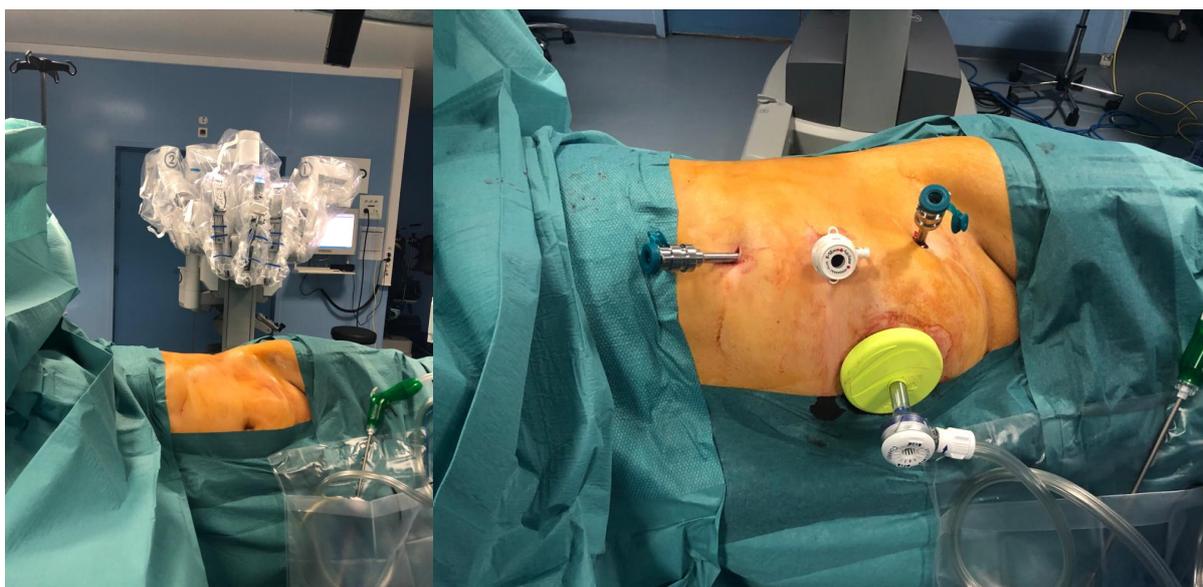


Image 3 : Installation du patient et des trocarts dans le cadre du prélèvement rénal DV robot-assisté avec EO à l'Hôpital Henri Mondor



Image 4 : Installation du robot DaVinci Si lors d'une EO

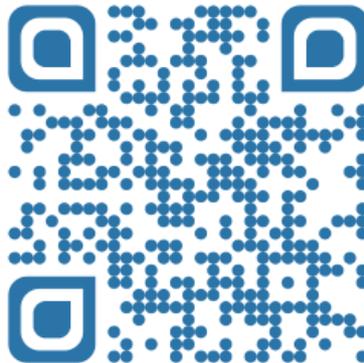
Depuis janvier 2016, l'extraction ombilicale (EO) était la seule technique pratiquée. Dès la réalisation de l'open coelioscopie, l'incision ombilicale était élargie d'une dizaine de centimètres de part et d'autre de l'ombilic pour permettre l'extraction rapide du rein. Un système Alexis était alors mis en place pour permettre l'utilisation du trocart d'aide de 12 mm.

La procédure était entièrement réalisée par voie coelioscopique transpéritonéale robot-assistée.

Le rein gauche était privilégié même si l'anatomie vasculaire du pédicule rénal n'était pas modale.

Le pédicule rénal était lié par 2 Hem-O-Lock sur chaque vaisseau, seulement du côté aortique et cave pour respecter le maximum de longueur des vaisseaux rénaux.

(Images 5-7)



[Image 5](#) : QR Code redirigeant vers la vidéo présentant le prélèvement rénal DV robot-assisté à l'Hôpital Henri Mondor

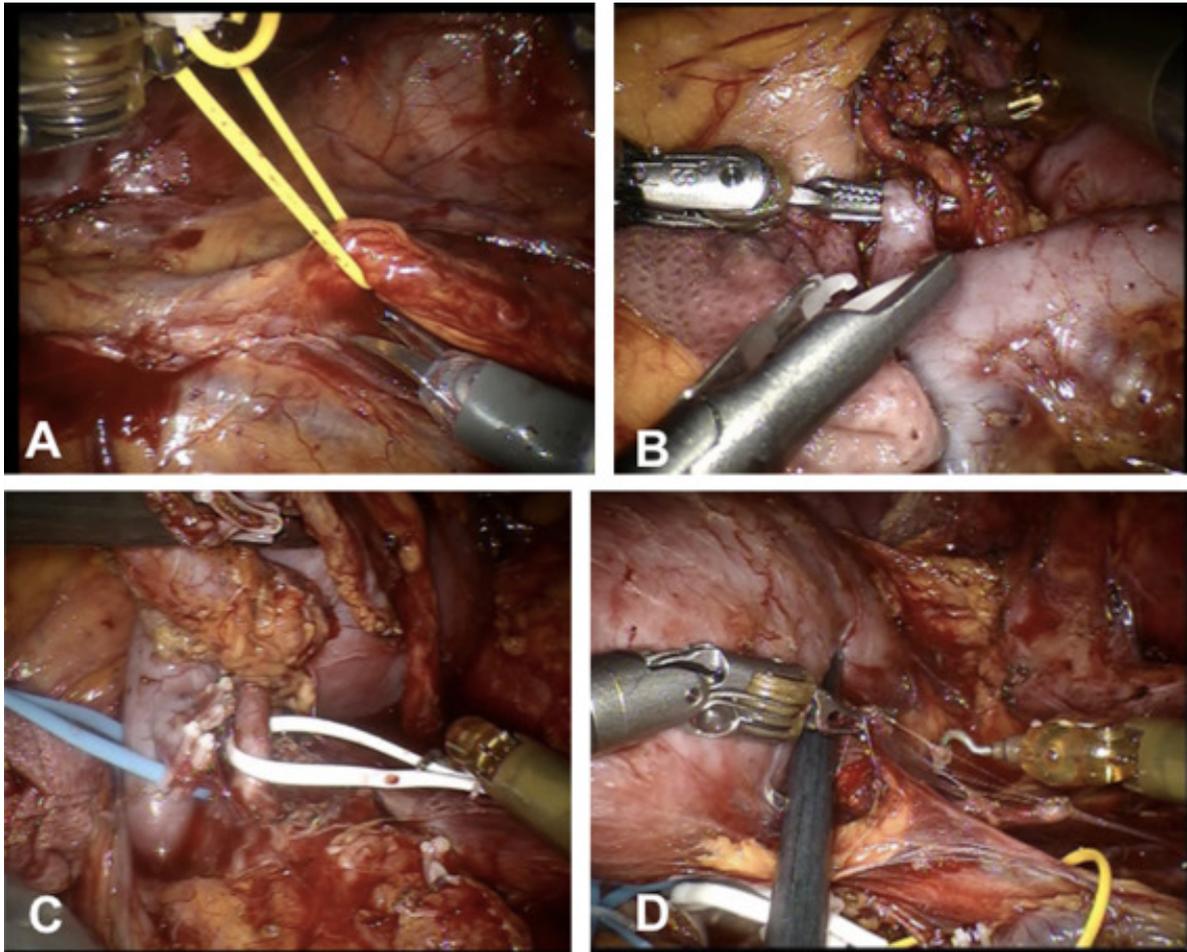


Image 6 : Dissection d'un rein gauche par voie coelioscopique robot-assistée. A. Repérage et dissection de l'uretère. B. Dissection de la veine rénale et de la veine surrénalienne qui est ligaturée. C. Dissection complète du pédicule rénal. D. Libération de la face postérieure et du pôle supérieur du rein. (Rapport AFU 2016)

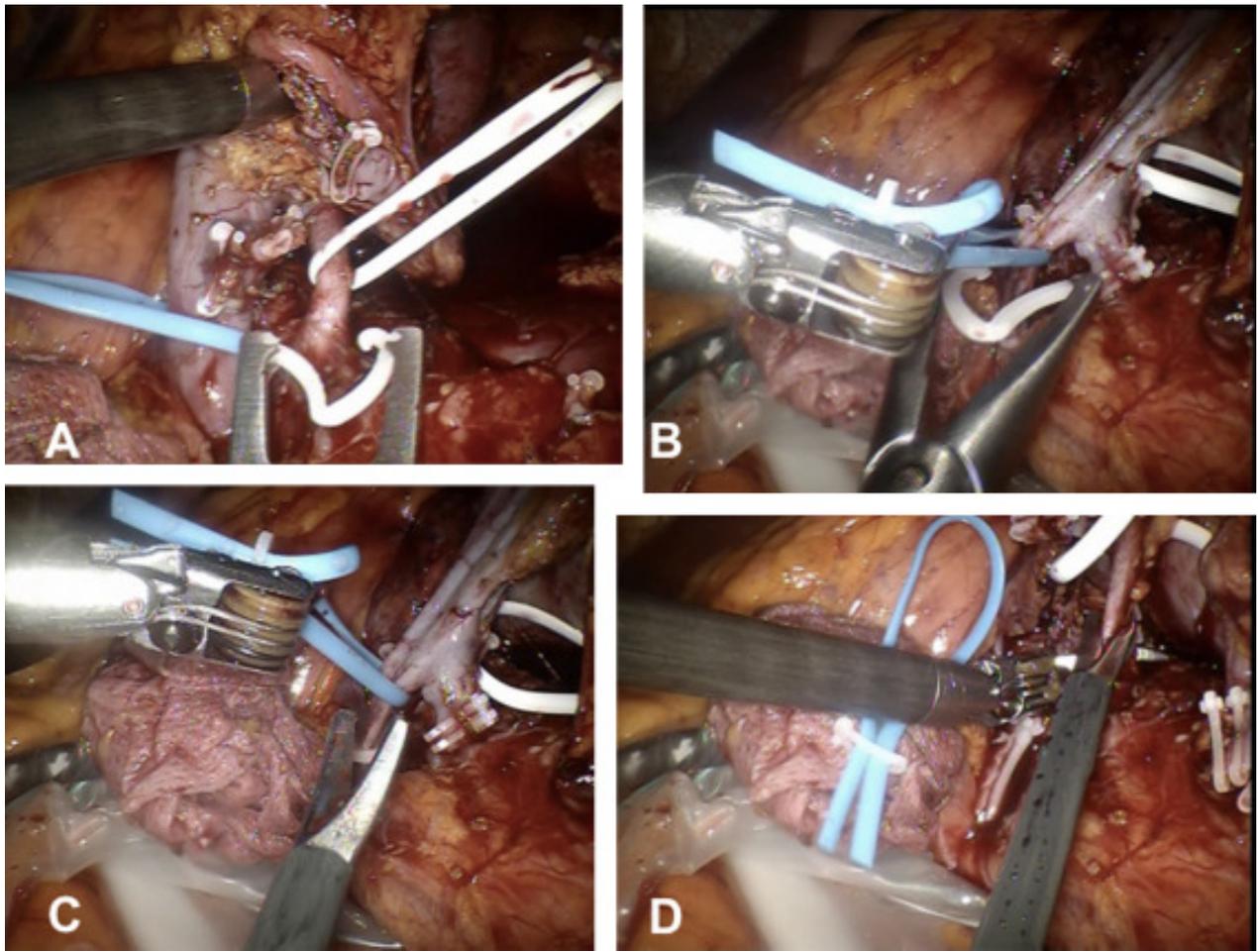


Image 7 : Ligature par 2 clips de type Hem-o-lok® de l'artère rénale (A), puis de la veine rénale (B) avant section au ciseau froid (C et D) et extraction du transplant. (Rapport AFU 2016)

2.2.2 Transplantation rénale

La TR du receveur était réalisée de façon concomitante dans une salle opératoire adjacente. Celle-ci était réalisée par un chirurgien urologue formé à la transplantation rénale ; 3 chirurgiens au total ont réalisé les transplantations DV sur cette période.

Le début de l'intervention, de l'incision à la préparation des vaisseaux iliaques, était réalisé pendant la fin du prélèvement rénal et la préparation du transplant rénal (réalisé par un 3^e chirurgien).

Le chirurgien préleveur s'assurait que le receveur était déjà endormi et intubé avant de clamper les vaisseaux rénaux, afin de s'assurer de l'absence de complication anesthésique pouvant annuler la transplantation rénale (choc anaphylactique à l'induction, échec d'intubation etc...).

La technique chirurgicale était identique à celle de la transplantation rénale à partir de donneurs cadavériques réalisée dans le service. L'incision était réalisée en fosse

iliaque et les anastomoses vasculaires réalisées sur les vaisseaux iliaques externes. La particularité du DV était bien sûr d'obtenir des vaisseaux un peu plus courts et une artère sans patch. L'anastomose urinaire réalisée était une anastomose urétéro-vésicale selon la technique de Campos-Freire. (55)

2.3 Recueil de données et analyse statistique

Le recueil des données a été fait de manière prospective pour toutes les données opératoires et de façon rétrospective pour le suivi des patients.

Les données suivantes ont été colligées.

2.3.1 Données cliniques

- A la fois pour le donneur et le receveur : le sexe, l'âge, l'Indice de Masse Corporelle (IMC), le lien de parenté entre le receveur et le donneur, le groupe sanguin ABO.
- Concernant le donneur : l'anatomie vasculaire du pédicule rénal, la créatininémie préopératoire et le DFG calculé selon la formule MDRD.
- Concernant le receveur : l'étiologie de l'IRC, le nombre de transplantation(s) antérieure(s), la réalisation d'une transplantation préemptive, le type de dialyse, la durée de la dialyse, la présence d'une diurèse préopératoire.

2.3.2 Données opératoires

Les données opératoires suivantes ont été recueillies :

- Pour le prélèvement rénal :

Le côté du rein prélevé, le mode d'extraction du rein, la durée opératoire, la durée d'ischémie chaude définie par la durée entre le clampage du rein et le début du lavage par du liquide de conservation réfrigéré (Custodiol® « HTK »), les pertes sanguines, les complications peropératoires éventuelles.

- Pour la transplantation rénale :

Le site de la transplantation, la durée opératoire, la durée d'ischémie froide, les pertes sanguines, les complications peropératoires éventuelles.

2.3.3 Données postopératoires et de suivi

Les durées d'hospitalisation ainsi que les complications postopératoires des donneurs et receveurs ont été recueillies lors du suivi. Ces complications ont été évaluées selon la classification de Clavien-Dindo (*Tableau 1*).

Les complications postopératoires précoces correspondaient aux complications survenues dès la fin de l'intervention et jusqu'à 30 jours après l'intervention. Les complications tardives correspondaient à celles survenant dans un délai supérieur à 1 mois après l'intervention.

Grade	Définition	Exemples
Grade I	Tout évènement post-opératoire indésirable ne nécessitant pas de traitement médical, chirurgical, endoscopique ou radiologique.	<i>Iléus, abcès de paroi mis à plat au chevet du patient</i>
Grade II	Complication nécessitant un traitement médical n'étant pas autorisé dans le grade 1.	<i>Thrombose veineuse périphérique, nutrition parentérale totale, transfusion</i>
Grade III	Complication nécessitant un traitement chirurgical, endoscopique ou radiologique.	
<i>IIIa</i>	Sans anesthésie générale	<i>Ponction guidée radiologiquement</i>
<i>IIIb</i>	Sous anesthésie générale	<i>Reprise chirurgicale pour saignement ou autre cause</i>
Grade IV	Complication engageant le pronostic vital et nécessitant des soins intensifs.	
<i>IVa</i>	Défaillance d'un organe	<i>Dialyse</i>
<i>IVb</i>	Défaillance multi-viscérale	
Grade V	Décès.	

Tableau 1 : Classification des complications chirurgicales selon Clavien-Dindo

Le suivi se faisait :

- pour le donneur : à 1 mois par l'urologue, 3 mois puis annuellement par le néphrologue. La fonction rénale était évaluée par le taux de créatininémie et DFG à 1 mois, 6 mois, 12 mois, 24 mois, 36 mois et 48 mois. L'apparition de complications postopératoires, de pathologies intercurrentes comme l'hypertension artérielle ou le diabète ainsi que le nombre de décès étaient recueillis
- pour le receveur : l'urologue faisait le suivi à 1 mois de la TR avec l'ablation de la sonde JJ en consultation, et le néphrologue tous les mois pendant 3 mois, puis tous les 3 mois à vie avec un bilan complet en hôpital de jour. La fonction

rénale était évaluée par la diurèse, le taux de créatininémie et DFG à 1 mois, 6 mois, 12 mois, 24 mois, 36 mois et 48 mois. L'apparition de complications postopératoires, de pathologies intercurrentes, de rejets aigu ou chronique, de retour en dialyse, de TR ultérieure, ainsi que le nombre de décès étaient recueillis.

2.3.4 Analyse statistique

Les variables quantitatives (médianes [écart interquartile]) et qualitatives (fréquence et pourcentages) ont été décrites.

Les effectifs comparés étant faibles, un test non paramétrique a été utilisé, le test de Kruskal-Wallis. Un test exact de Fisher a été utilisé pour comparer les variables quantitatives au sein des différents groupes.

Un test de corrélation de Pearson a été réalisé pour déterminer une association entre deux variables quantitatives.

Le logiciel utilisé pour la réalisation des test statistiques est RStudio Team (2020). RStudio: Integrated Development for R. RStudio, PBC, Boston, MA URL <http://www.rstudio.com/>

3 RESULTATS

De novembre 2011 à décembre 2019, 118 transplantations rénales issues de DV ont été réalisées par cœlioscopie robot-assistée à l'Hôpital Henri Mondor.

3.1 Population

Au total, 236 patients ont été inclus : 118 donneurs et 118 receveurs.

Les caractéristiques des patients sont rapportées dans les tableaux 2 et 3.

Donneurs (N=118)	
Age (ans)	49.0 [39.2; 57.0]
Femmes/Hommes	75 (64%) / 43 (36%)
IMC (kg/m ²)	25.0 [22.7; 27.0]
<u>Relation au Receveur</u>	
Père/mère	20 (17%)
Fils/Fille	7 (5.9%)
Fratie	41 (35%)
Conjoint	40 (34%)
Grands-parents	1 (0,85%)
Mère adoptive	1 (0,85%)
Cousins germains	1 (0,85%)
Lien affectif étroit stable	7 (5.9%)
Créatinine pré-opératoire (µmol/l)	70.0 [61.0; 79.8]
DFG pré-opératoire selon MDRD (mL/min/1.73m ²)	92.0 [80.0; 104]
Pédicules complexes	25 (21%)
<u>Nombre d'artères</u>	
1	97 (82,2%)
2	19 (16,1%)
3	2 (1,7%)
Rein Gauche / Rein Droit	116 (98,3%) / 2 (1,7%)
<u>Voies d'extraction</u>	
EI	23 (19,5%)
EV	23 (19,5%)
EO	72 (61%)

Les valeurs sont en médiane [IQR] ou n (%)

Tableau 2 : Caractéristiques des 118 donneurs.

RESULTATS

L'âge médian [IQR] des donneurs étaient de 49 ans [39.2; 57.0], 64% d'entre eux étaient des femmes. L'IMC médian était de 25 kg/m² [22.7; 27.0]. 21% (n=25) des donneurs présentaient un pédicule rénal complexe, le rein gauche était tout de même privilégié dans 98,3% des cas.

L'extraction était réalisée par voie iliaque (EI) pour 23 patients, voie vaginale (EV) pour 23 patients et voie ombilicale (EO) pour 72 patients.

59,3% des couples donneur-receveur étaient apparentés, 34% des couples étaient des conjoints.

Receveurs (N=118)	
<i>Age (ans)</i>	47.0 [35.5; 58.0]
<i>Femmes/Hommes</i>	42 (36%) / 76 (64%)
<i>IMC (kg/m²)</i>	23.9 [20.8; 26.0]
<i>Dialyse</i>	95 (80,5%)
<i>Hémodialyse</i>	84 (88%)
<i>Dialyse péritonéale</i>	11 (12%)
<i>Durée de dialyse (mois)</i>	15.0 [3.75; 29.0]
<u><i>Nombre de transplantation</i></u>	
<i>1ère</i>	113 (96%)
<i>2ème</i>	5 (4%)
<u><i>Compatibilité ABO</i></u>	
<i>Compatible</i>	85 (72%)
<i>Incompatible</i>	33 (28%)
<u><i>Site de transplantation</i></u>	
<i>Fosse iliaque droite</i>	105 (89%)
<i>Fosse iliaque gauche</i>	13 (11%)
<u><i>Étiologies de l'IRC</i></u>	
<i>Néphropathie indéterminée</i>	25 (21%)
<i>Maladie de Berger</i>	20 (17%)
<i>Néphropathie glomérulaire</i>	19 (16%)
<i>Néphroangiosclérose</i>	18 (15%)
<i>PKRD</i>	12 (10%)
<i>Néphropathie diabétique</i>	9 (7,6%)
<i>HSF</i>	6 (5,1%)
<i>Néphropathie interstitielle</i>	5 (4,2%)
<i>Syndrome d'Alport</i>	4 (3,4%)

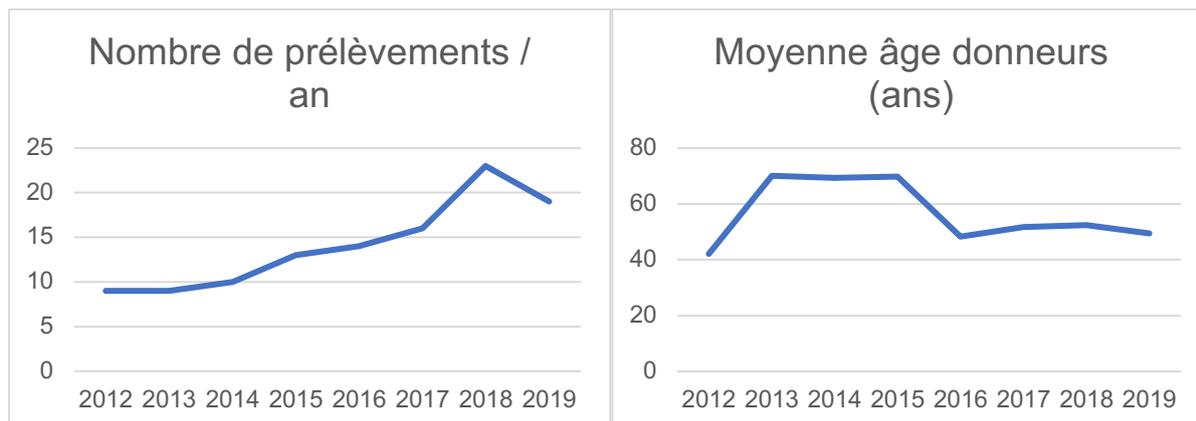
Les valeurs sont en médiane [IQR] ou n (%)

Tableau 3 : Caractéristiques des 118 receveurs.

RESULTATS

L'âge médian [IQR] des receveurs était de 47 ans [35.5; 58.0], 64% d'entre eux était des hommes et leur BMI médian était de 23,9 kg/m² [20.8; 26.0].

19,5% des TR ont été réalisées de manière préemptive. Parmi les 95 patients dialysés, 88% étaient en hémodialyse et 12% en dialyse péritonéale. La durée médiane de dialyse était de 15 mois [3.75; 29]. 5 patients (4%) ont bénéficié d'une 2^{ème} transplantation rénale. 89% des TR étaient réalisées en fosse iliaque droite et 11% en fosse iliaque gauche. 33 TR (28%) étaient ABO incompatibles.



Figures 4 et 5 : Evolution du nombre de prélèvement par an et de l'âge moyen des donneurs en fonction du temps

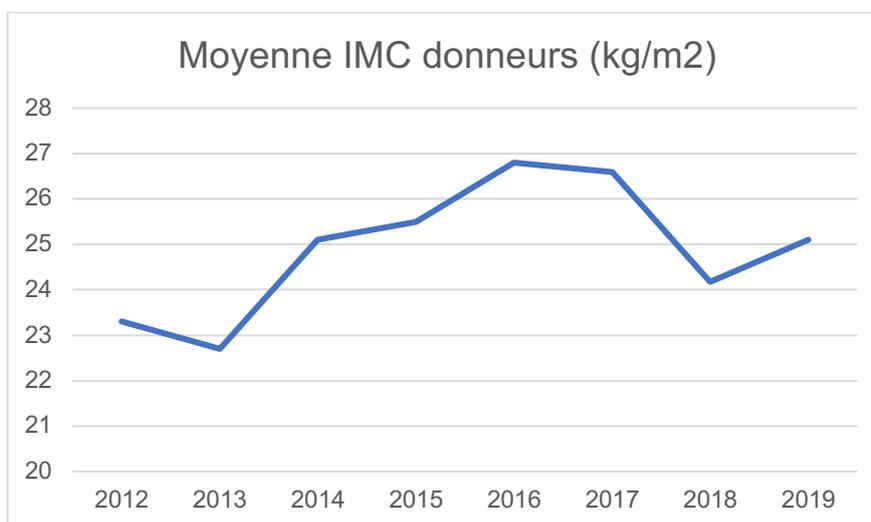


Figure 6 : Evolution de l'IMC moyen des donneurs en fonction du temps (IMC en kg/m²)

Depuis 2012, le nombre de prélèvements, l'âge ainsi que l'IMC des donneurs ont tendance à augmenter. (Figures 4, 5 et 6)

3.2 Données opératoires et péri-opératoires

3.2.1 Donneurs

		Donneurs (N=118)
<i>Durée d'intervention (min)</i>		120 [110; 139]
<u><i>Complications peropératoires</i></u>		3 (2,6%)
<i>Plaie veineuse</i>		2 (1,7%)
<i>ACR</i>		1 (0,85%)
<u><i>Durée d'ischémie chaude (min)</i></u>		4.00 [3.00; 6.00]
<i>EI</i>		5.00 [2.50 - 6.00]
<i>EV</i>		5.00 [4.00 - 6.50]
<i>EO</i>		4.00 [3.00 - 5.00]
<i>Pertes sanguines (mL)</i>		50.0 [0; 100]
<u><i>Complications postopératoires (Clavien)</i></u>		9 (7,6%)
<i>I</i>		7 (5,9%)
<i>II</i>		1 (0,85%)
<i>III</i>		1 (0,85%)
<i>IV</i>		0 (0%)
<i>Durée d'hospitalisation (jours)</i>		5.00 [4.0; 5.0]

Les valeurs sont en médiane [IQR] ou n (%)

Tableau 4 : Données per et postopératoires des 118 donneurs.

La durée médiane du prélèvement rénal était de 120 minutes [110; 139]. Les pertes sanguines étaient de 50mL [0; 100]. La durée d'hospitalisation médiane était de 5 jours [4.0; 5.0].

La durée médiane d'ischémie chaude était de 4 minutes [3.00; 6.00] toutes voies d'extraction confondues ; elle était de 5 minutes [2.50 - 6.00] par EI, 5 minutes [4.00 - 6.50] par EV, et de 4 minutes [3.00 - 5.00] par EO.

Il n'y avait pas de différence significative de la durée d'ischémie chaude en fonction de la voie d'extraction (Tableau 5).

<i>Ischemie chaude (min)</i>		<i>moyenne (écart-type)</i>	<i>Médiane [Q25-75]</i>	<i>min</i>	<i>max</i>	<i>n</i>	<i>p</i>	<i>test</i>
<i>Mode d'extraction</i>	<i>ombilicale</i>	4.47 (±1.65)	4.00 [3.00 - 5.00]	2.00	10.0	72	0.12	Kruskal-Wallis
	<i>iliaque</i>	5.17 (±3.11)	5.00 [2.50 - 6.00]	2.00	15.0	23	-	-
	<i>vaginale</i>	6.09 (±4.23)	5.00 [4.00 - 6.50]	2.00	23.0	23	-	-

Tableau 5 : Comparaison des durées d'ischémie chaude en fonction de la voie d'extraction.

RESULTATS

En peropératoire, 3 complications (2,6%) ont eu lieu : 2 plaies veineuses, avec une hémostase rapidement réalisée, ne nécessitant pas de transfusion ; un arrêt cardio-respiratoire de 3 secondes au clampage spontanément résolutif.

En postopératoire, 9 patients (7,6%) ont présenté des complications (selon la classification de Clavien-Dindo) :

- 7 de grade I (5,9%) correspondant à 3 hématomes de paroi, 2 abcès de paroi, 1 rétention aigue d'urines, 1 insuffisance rénale aigue fonctionnelle résolutive après hydratation ;
- 1 de grade II (0,85%) correspondant à une déglobulisation sur un hématome ayant nécessité la transfusion de 3 culots globulaires ;
- 1 de grade IIIb (0,85%) correspondant à un lâchage de la suture vaginale après EV, nécessitant une reprise chirurgicale.

Il n'y avait aucune différence significative en termes de complications en fonction du sexe, de l'IMC, du temps opératoire ou des pertes sanguines.

Il n'y avait pas de différence significative en termes de complications en fonction de la voie d'extraction. (*Tableau 6*)

<i>Clavien</i>		<i>0 (n = 107)</i>	<i>1 (n = 9)</i>	<i>II (n = 1)</i>	<i>IIIb (n = 1)</i>	<i>n</i>	<i>p</i>	<i>test</i>
<i>Mode d'extraction, n (%)</i>	<i>ombilicale</i>	64 (60%)	7 (78%)	1 (100%)	0 (0%)	72	0.57	Fisher
	<i>iliaque</i>	22 (21%)	1 (11%)	0 (0%)	0 (0%)	23	-	-
	<i>vaginale</i>	21 (20%)	1 (11%)	0 (0%)	1 (100%)	23	-	-

Tableau 6: Complications postopératoires précoces chez les donneurs en fonction de la voie d'extraction.

Par ailleurs, une extraction vaginale chez une patiente ayant un antécédent d'hystérectomie s'est compliquée de l'impossibilité d'extraire le rein par le vagin, nécessitant une conversion en extraction iliaque en urgence avec une durée d'ischémie chaude de 23 min. Cette complication a entraîné l'arrêt définitif des EV en janvier 2016.

3.2.2 Receveurs

Receveurs (N=118)	
<i>Durée d'intervention (min)</i>	130 [120; 154]
<u><i>Complications peropératoires</i></u>	17 (14,55%)
<i>Reprise anastomose</i>	14 (12%)
<i>Plaie vasculaire</i>	2 (1,7%)
<i>Durée d'ischémie froide (min)</i>	90.0 [78.2; 104]
<i>Pertes sanguines (mL)</i>	100 [50.0; 200]
<u><i>Complications postopératoires (Clavien)</i></u>	45 (38,1%)
I	10 (8,5%)
II	11 (9,3%)
IIIa	2 (1,7%)
IIIb	20 (17%)
IVa	0 (0%)
IVb	2 (1,7%)
<i>Durée d'hospitalisation (jours)</i>	12.0 [9.00; 16.0]
<i>Reprise retardée de fonction rénale</i>	2 (1,7%)

Les valeurs sont en médiane [IQR] ou n (%)

Tableau 7 : Données per et postopératoires des 118 receveurs.

La durée opératoire médiane de la transplantation rénale était de 130 minutes [120; 154], avec 100mL [50 ; 200] de pertes sanguines. La durée d'ischémie froide médiane était de 90 minutes [78.2; 104]. La durée médiane d'hospitalisation était de 12 jours [9.00; 16.0].

44 complications ont été observées (%) :

- 10 de grade I (8,5%) ;
- 11 de grade II (9,3%) : 10 transfusions de culots globulaires pour anémie, 1 colite à Clostridium Difficile résolutive sous antibiothérapie par Métronidazole ;
- 1 de grade IIIa : ponction radiologique d'une collection du pôle inférieur d'un transplant rénal ;
- 20 de grade IIIb (17%) : 8 reprises chirurgicales pour évacuation d'hématome, 2 reprises chirurgicales pour réfection d'une anastomose vasculaire, 1 reprise chirurgicale pour réfection de l'anastomose urinaire, 2 marsupialisations de lymphocèle, 2 angioplasties de l'anastomose artérielle à 1 mois, 1 reprise chirurgicale à J0 pour pontage de l'artère rénale compliquée d'une

RESULTATS

détransplantation à J4, 1 détransplantation peropératoire, 1 pose de néphrostomie sur IRA obstructive, 1 thrombectomie de FAV, 1 montée de sonde urétérale JJ pour perte de celle-ci ;

- 2 de grade IVb : 1 choc septique sur pyélonéphrite aiguë compliqué de nécrose tubulaire aiguë et choc hypovolémique nécessitant un séjour en réanimation ;
1 ACR récupéré sur syndrome de Brugada.

2 patients ont présenté une reprise retardée de fonction rénale : 1 patient ayant été détransplanté en peropératoire pour absence de fonction du greffon et un patient ayant présenté une dissection artérielle avec nécrose corticale, aboutissant à une détransplantation à J4.

3.3 Suivi

3.3.1 Donneurs

Le principal élément de suivi à moyen et long terme du donneur est la surveillance de la fonction rénale.

On observe une perte de fonction rénale par rapport au DFG préopératoire de 32 points à 1 mois, qui reste cependant stable à 12 mois et 24 mois. (*Tableau 8 et Figure 7*)

23,7% des donneurs développent une IRC stade 3, définie par un DFG < 60mL/min/1.73m² un an après le don.

Donneurs (N=118)	
<u>DFG selon MDRD (mL/min/1.73 m²)</u>	
1 mois	60.0 [53.0; 68.8]
6 mois	60.6 [53.0; 67.0]
12 mois	61.0 [52.5; 66.0]
24 mois	60.1 [54.0; 69.2]
<i>Différence MDRD pré-opératoire et 1 mois</i>	32
<i>Différence MDRD pré-opératoire et 12 mois</i>	31,4
<i>Différence MDRD pré-opératoire et 24 mois</i>	31,9
<i>N donneurs ayant un DFG à 12 mois < 60 mL/min/1.73 m² selon MDRD</i>	28 (23,7%)
<i>N donneurs ayant un DFG à 12 mois < 40 mL/min/1.73 m² selon MDRD</i>	0 (0%)

Les valeurs sont en médiane [IQR] ou n (%)

Tableau 8 : Fonction rénale postopératoire des 118 donneurs.

RESULTATS

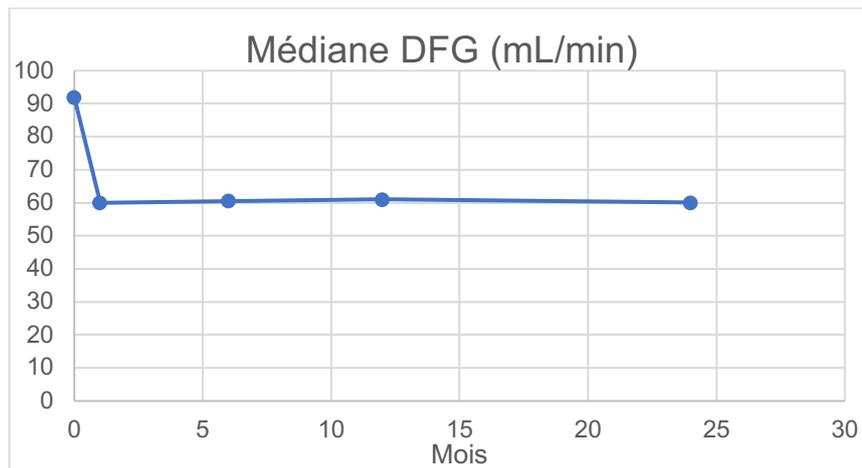


Figure 7 : Evolution du DFG (mL/min) des donneurs en fonction du temps

Le DFG postopératoire, à 1 mois, 6 mois, 1 an comme à 2 ans, est directement corrélé au DFG préopératoire du donneur, tout comme la différence de MDRD à 1 mois, 12 mois et 24 mois.

Il n'y avait aucune différence significative en termes de fonction rénale que ce soit en fonction du sexe, du BMI, du temps opératoire, des pertes sanguines, ou de la voie d'extraction.

Il existait une corrélation linéaire négative significative, selon le coefficient de corrélation de Pearson, sur la fonction rénale postopératoire à 1 mois, 12 mois ($p < 0.001$) et 2 ans ($p = 0.015$), estimée par le DFG selon la formule MDRD, en fonction de l'âge des donneurs.

Aucun décès n'a eu lieu dans la population des donneurs.

3.3.2 Receveurs

Receveurs (N=118)	
<u>DFG selon MDRD (mL/min/1.73m²)</u>	
6 mois	60.0 [47.2; 72.0]
12 mois	61.5 [46.2; 69.0]
24 mois	58.5 [49.2; 67.8]
48 mois	57.5 [47.8; 70.5]
Retour en dialyse	5 (4,2%)
Détransplantation	3 (2,5%)
Décès	3 (2,5%)

Les valeurs sont en médiane [IQR] ou n (%)

Tableau 9 : Suivi postopératoire des 118 receveurs.

RESULTATS

La médiane de fonction rénale postopératoire était de 60 mL/min/1.73m² [47.2; 72.0] à 6 mois, et restait assez stable jusqu'à 48 mois à 57.5 mL/min/1.73m² [47.8; 70.5]. (*Tableau 9*)

5 patients ont présenté un rejet du transplant avec nécessité à un retour en dialyse.

3 détransplantations ont eu lieu :

- une en peropératoire pour thrombose artérielle et non fonction primaire du transplant (le patient a bénéficié d'une 2^{ème} TR issue de donneur cadavérique 20 jours après l'échec de la 1^{ère} TR),
- une à J4 pour ischémie rénale due à une dissection de l'artère rénale (le patient a bénéficié d'une 2^{ème} TR issue de donneur cadavérique 20 mois après), et,
- une à 5 mois postopératoire pour rejet aigu.

Il n'y avait aucune différence significative en termes de fonction rénale ou de complication en fonction du sexe, de l'incompatibilité ABO, du lien d'apparenté entre donneur et receveur, de la durée d'ischémie chaude, ou de la présence d'un pédicule rénal complexe.

Il existait une corrélation linéaire négative statistiquement significative en termes de DFG à 12 mois en fonction de l'IMC, ainsi que de l'âge. (*Tableau 10, Figure 8*)

	Coefficient de corrélation (IC95)	p	test
Age (ans)	-0.196 (-0.376; -0.00148)	0.048	Pearson
IMC (kg/m ²)	-0.204 (-0.383; -0.00957)	0.04	Pearson

Tableau 10 : Corrélation linéaire du DFG à 12 mois en fonction de l'âge et de l'IMC chez les receveurs

RESULTATS

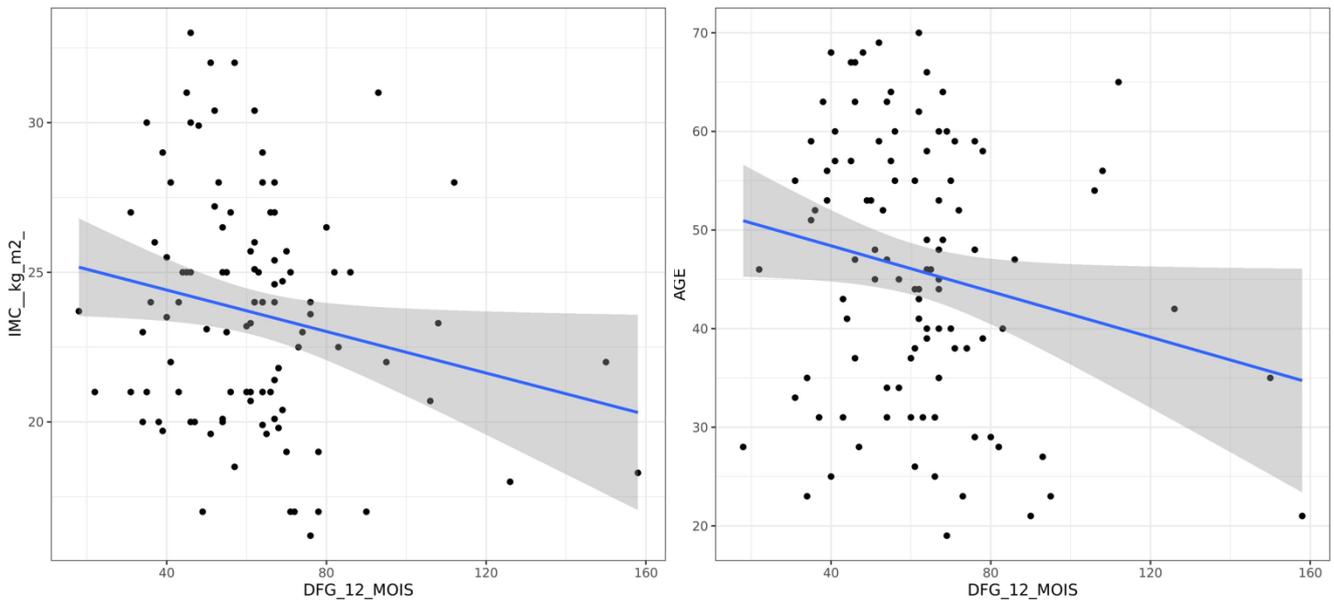


Figure 8 : Corrélation linéaire du DFG à 12 mois en fonction de l'âge et de l'IMC.

3 patients sont décédés : 1 suicide à 1 an de la TR chez un patient schizophrène, 1 à 4 mois de la TR d'un infarctus du myocarde et, 1 à 20 mois de la TR d'un choc septique au Sénégal.

4 DISCUSSION

4.1 Pourquoi mettre en avant la transplantation rénale DV ?

4.1.1 Apport de la transplantation rénale DV pour le receveur

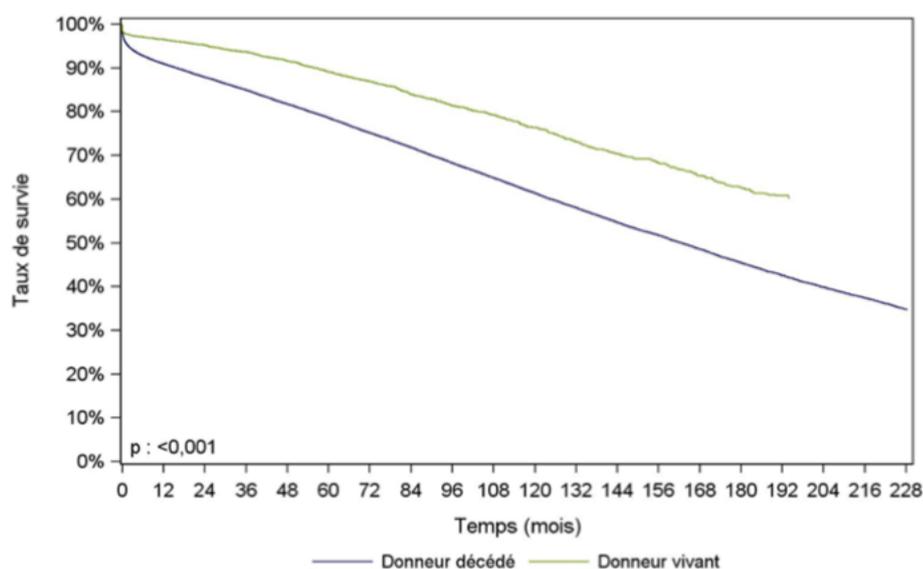
La transplantation rénale est le traitement de référence de l'IRCT, car elle permet d'améliorer la durée de vie et la qualité de vie des patients, en comparaison à la dialyse.

La transplantation rénale DV, en permettant d'obtenir des transplants rénaux de meilleure qualité, permet d'aboutir à une survie du transplant rénal significativement meilleure qu'en cas de transplantation rénale issue de donneur décédé.

Sur ce point, les données de la littérature internationale et de la base de données CRISTAL sont concordantes (56).

Sur la période 2013-2016, en France, nous observons une survie du transplant rénal à 5 ans de 89,1% [88,1% ; 90%], lors de transplantations rénales DV, contre 78,6% [78,2% ; 78,9%] lors de transplantations issues de donneur décédé. La survie du transplant à 15 ans est également nettement supérieure à 62,7% [60% ; 65,3%] contre 45,4% [44,8% ; 46%] lors de TR issues de donneurs décédés (9). (*Figure 9*)

DISCUSSION



Type de donneur	N	Survie à 1 mois	Survie à 1 an	Survie à 5 ans	Survie à 10 ans	Survie à 15 ans	Médiane de survie (mois)
Donneur décédé	53963	95,7% [95,6% - 95,9%]	90,9% [90,7% - 91,2%]	78,6% [78,2% - 78,9%]	61,4% [60,9% - 61,9%]	45,4% [44,8% - 46,0%]	162,5 [160,2 - 164,8]
nombre de sujets à risque*		51330	47506	31876	16438	6999	
Donneur vivant	5149	97,9% [97,4% - 98,2%]	96,5% [95,9% - 96,9%]	89,1% [88,1% - 90,0%]	76,3% [74,5% - 77,9%]	62,7% [60,0% - 65,3%]	NO
nombre de sujets à risque*		4961	4616	2494	1069	351	

□ : Intervalle de confiance

NO : non observable

* : Nombre de malades restant à observer pour chaque temps et pour lesquels aucun évènement n'est survenu

Données extraites de CRISTAL le 05/03/2018

Figure 9 : Courbe de survie du transplant rénal en fonction d'un donneur décédé ou vivant (CRISTAL). Le transplant rénal est considéré comme non fonctionnel, et ceci de manière irréversible, lorsque le patient nécessite la remise en dialyse.

Par ailleurs, il est montré que la transplantation rénale DV augmente la survie globale du receveur de 30% par rapport à la dialyse (3).

En cas de transplantation rénale, la survie du receveur diminue significativement avec les années en fonction du type de donneurs. Elle est de 95,6% à 2 ans pour les DV contre 87,4% pour les donneurs décédés (26).

La TR issue de DV est donc le traitement de choix de l'IRCT, permettant une meilleure survie du transplant rénal, une meilleure survie globale du receveur et une meilleure qualité de vie du receveur.

Ces excellents résultats ne doivent bien sûr pas ou très peu impacter la survie globale du donneur.

4.1.2 Conséquences du prélèvement rénal DV pour le donneur

- Fonction rénale postopératoire du donneur

Une méta-analyse regroupant 48 séries de prélèvements DV incluant plus de 5000 donneurs a évalué la diminution moyenne du DFG postopératoire à environ 25 mL/min/1.73m² à 6 ans du don. Le DFG moyen à 6 ans post-don était dans cette méta-analyse de 86 mL/min/1.73m².(57)

Dans une étude américaine rétrospective d'Ibrahim et al., sur 3698 DV entre 1963 et 2007 au Minnesota, 255 donneurs ont réalisé une mesure du DFG avec un recul de 12,2±9,1 ans après le don. Le DFG mesuré était de 76±12 % du DFG mesuré au moment du don. 85% des patients présentaient un DFG > 60mL/min et aucun patient ne présentait un DFG inférieur à 30 mL/min. (23)

Dans notre série, le DFG moyen à 2 ans du don était de 62.9 mL/min/1.73m² (±11.9), ce qui correspond à 68,4±13% du DFG pré-don. 76,3% des donneurs présentaient un DFG > 60mL/min/1.73m² et aucun patient ne présentait un DFG inférieur à 30 mL/min/1.73m².

- Survie à long terme du donneur

Les données de la littérature montrent que l'espérance de vie des donneurs n'est pas altérée par la néphrectomie. (23)

Une étude du registre national suédois confirme ces résultats avec une survie à long terme meilleure chez les donneurs vivants que dans la population générale, du fait de leur excellent état général et de l'absence de comorbidité au moment du don. (30)

La survie à long terme du donneur n'est donc pas impactée avec un risque de développer une maladie rénale et une IRC terminale après don de rein limité.

Ces données doivent donc être mises en avant pour développer le programme de transplantation rénale DV, tout en insistant auprès des donneurs sur l'importance d'un suivi à long terme de la fonction rénale postopératoire.

4.1.3 Élargissement du nombre de donneurs potentiels

Afin d'augmenter le pool de transplants rénaux, la transplantation rénale entre donneurs et receveurs immunologiquement incompatibles (ABO incompatibles) s'est développée depuis 2010.

Du fait de la nécessité d'une préparation immunologique en amont de la transplantation, les transplantations ABO incompatibles ne peuvent donc avoir lieu que dans le cadre de transplantations rénales DV.

Ces transplantations rénales se sont initialement développées dans des pays où les programmes de donneurs décédés étaient peu déployés, avant de connaître un véritable essor en France ces dernières années. Ainsi, les transplantations ABO incompatibles représentaient 15% des transplantations rénales réalisées en 2018 contre 5% en 2013, avec toutefois un recul de 19% en un an pour l'année 2018. (3)

Au Japon, les résultats à long terme sur 441 cas de transplantations ABO incompatibles et 1055 cas de transplantations ABO compatibles réalisées entre 1989 et 2001 (58) montraient que les survies des patients et des transplants n'étaient pas significativement différentes 9 ans après la transplantation (84 et 89 % pour les patients ABO incompatibles et compatibles respectivement, 59 et 57 % pour les transplants), même s'il y avait une tendance à une survie du transplant à 1 an inférieure dans le groupe ABO incompatible. Les complications infectieuses ou tumorales n'étaient pas différentes de la population contrôle.

Aux États-Unis, les résultats à moyen terme étaient également comparables à ceux des transplantations ABO compatibles (59).

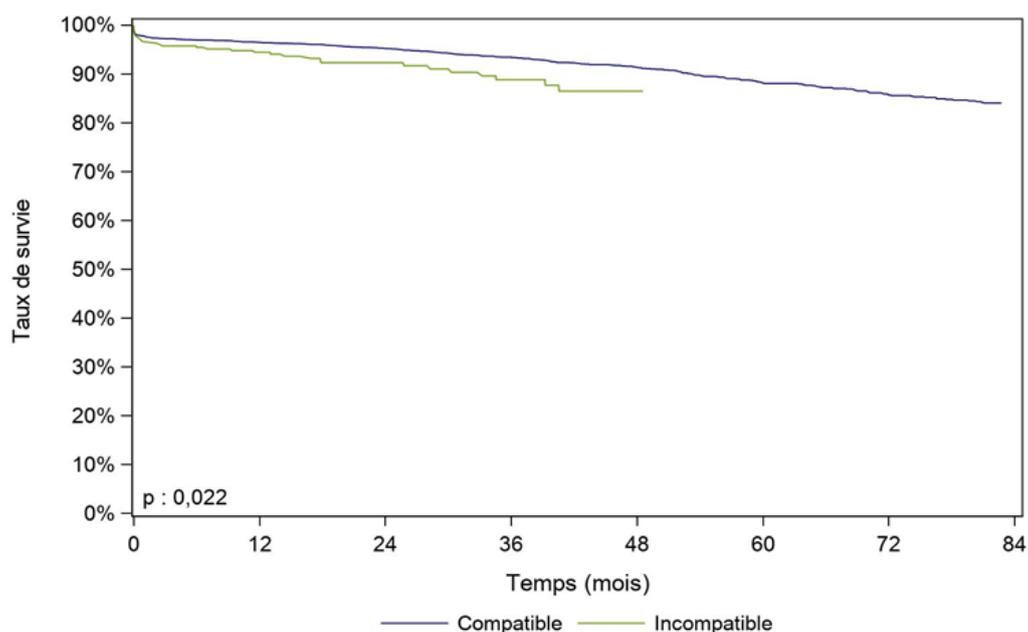
En France, les taux de survie du transplant, issus de la base de données CRISTAL, sont comparables avec une survie à 1 an de 96,5% [95,8% ; 97,1%] lors d'une compatibilité ABO et de 94,5% [91,4% ; 96,5%] lors d'une incompatibilité. (*Figure 10*)

Les données de notre série sont concordantes, il n'y avait pas de différence significative en fonction de la compatibilité ABO en termes de survie du receveur ou du transplant rénal.

Un surrisque infectieux et hémorragique a cependant été démontré chez les receveurs. (60,61)

Dans notre série, il n'y avait pas de différence significative en termes de complications, chez les receveurs, en fonction de la compatibilité ABO.

DISCUSSION



Compatibilité ABO	N	Survie à 1 mois	Survie à 1 an	Survie à 5 ans	Médiane de survie (mois)
Compatible	3474	97,8% [97,3% - 98,2%]	96,5% [95,8% - 97,1%]	88,3% [86,8% - 89,6%]	NO
nombre de sujets à risque*		3329	3037	1092	
Incompatible	338	96,7% [94,1% - 98,2%]	94,5% [91,4% - 96,5%]	NO	NO
nombre de sujets à risque*		319	256	29	

Figure 10 : Taux de survie du transplant rénal en fonction de la compatibilité ABO (CRISTAL 2018)

4.2 Quelle voie d'abord chirurgicale utiliser ?

Depuis 2011, la technique de référence du prélèvement rénal DV est la cœlioscopie. (44) Devant l'essor de la chirurgie robot-assistée en urologie, notamment dans la chirurgie partielle du rein, il semble logique que la chirurgie du prélèvement rénal DV évolue également vers la voie robot-assistée.

Ainsi, l'objectif de notre étude était d'évaluer la faisabilité et les complications du prélèvement rénal par cœlioscopie robot-assistée dans un centre expert en robotique. A notre connaissance, notre étude est la deuxième plus grosse série entièrement robot assistée (sans assistance manuelle) et la première série à comparer 3 voies d'extraction du transplant.

4.2.1 Résultats de la néphrectomie DV selon les voies d'abord chirurgicales

Peu d'études ont comparé les résultats de la coelioscopie robot-assistée avec les techniques standards.

Renoult et al., ont comparé, dans une série rétrospective de 26 patients, les résultats de la coelioscopie robot-assistée (N=13) au prélèvement par voie ouverte (N=13), et ont trouvé une diminution de la morbidité chirurgicale en faveur de la technique robot-assistée. Une augmentation de la durée opératoire et de la durée d'ischémie chaude, sans impact sur la reprise de fonction du transplant rénal, a été observée. (53)

Les résultats de la néphrectomie donneur vivant par coelioscopie robot-assistée sont issus de petites séries rétrospectives et n'ont pas été comparés de manière prospective à ceux de la néphrectomie donneur vivant par coelioscopie sans assistance robotique. (62-64)

Une revue de la littérature parue en 2019 (65) a comparé 18 études, avec un total de 910 patients ayant bénéficié d'un PRRA (tous types confondus, notamment les PRRA hand-assisted) entre 2000 et 2018. L'incidence des complications postopératoires précoces allaient de 0% à 15,7%. Les études comparatives ne montraient pas de différence significative entre les voies ouverte, coelioscopique ou robot-assistée en termes de complications postopératoires ou de taux de conversion.

Seules la durée opératoire (de 139 à 306 minutes) et la durée d'ischémie chaude (inférieure à 1.5 à 5.8 minutes) étaient plus longues de façon significative dans la technique robot-assistée. (65-69)

Cependant, dans notre étude la durée opératoire moyenne (124 minutes) était nettement plus faible que dans les autres séries de la littérature ; notamment dans l'étude française DOVIREIN comparant les 4 techniques opératoires: une moyenne de 173,6 minutes dans le groupe coelioscopie et 202 minutes dans le groupe robot assistée. (50)

En ce qui concerne l'analyse médico-économique comparant la coelioscopie simple à la coelioscopie robot-assistée, on retrouve un coût supérieur pour la technique robot-assistée. (70,71)

4.2.2 Comparaison des séries de prélèvement rénal DV robot-assisté

La morbidité chirurgicale de la néphrectomie donneur vivant robot-assistée reste relativement faible.

Aucun décès n'a été rapporté dans la littérature.

Le taux de conversion varie de 0 à 1,9 % dans les séries les plus importantes.

La moyenne des pertes sanguines reste inférieure à 100 mL et aucun cas de transfusion n'a été rapporté.

Le taux de complications varie selon les études de 11 à 13 % mais sont quasiment toutes peu sévères (Clavien I ou II).

La plus grande série rétrospective est française et porte sur 155 PRRA de 2002 à 2013 (66). 27 donneurs (17,42%) ont présenté des complications supérieures ou égales à un grade II de la classification de Clavien-Dindo, ce qui est un taux plus élevé que dans les autres séries de la littérature. La diminution du DFG chez les donneurs était stable à 5 ans (de l'ordre de 19 %).

Le temps d'ischémie chaude varie de 1,38 à 7,15 minutes, un temps d'ischémie chaude plus court étant associé aux techniques avec assistance manuelle (52,62).

Seuls trois cas de reprise retardée de fonction du transplant ont été rapportés, soit une incidence de 0,8 % sans que ces événements ne soient liés à la technique chirurgicale (rejet aigu, sepsis sévère) (64,68,73).

Ces résultats globalement très satisfaisants ont été confirmés pour des cas particuliers plus complexes, mais sans impact significatif démontré sur le donneur ni le receveur : présence de pédicule rénal complexe à artères multiples ; prélèvement de rein droit ; obésité. (62,67,68).

Notamment, l'étude de Liu et al. (67) comparait de façon rétrospective 20 néphrectomies droites DV par voie coelioscopique à 5 néphrectomies droites DV par cœlioscopie robot-assistée : il n'y avait aucune différence significative entre les 2 voies.

Le tableau 10 reprend les principales séries de prélèvement rénal DV entièrement robot assisté comparées à notre étude.

Comparativement à 11 autres séries de la littérature par voie robot-assistée, la durée opératoire moyenne de notre série était plus courte (124 vs 212 minutes) ; la durée d'ischémie chaude moyenne légèrement plus élevée (4,92 vs 4,8 minutes). Notre

DISCUSSION

durée opératoire plus courte comparativement aux autres séries robot-assistées peut s'expliquer par l'expertise robotique des chirurgiens (1 seul chirurgien a réalisé 116 des prélèvements, avec une expérience d'une centaine de chirurgies rénales robot-assistées annuelles). L'expertise en robotique du chirurgien et de son équipe permet également de s'affranchir d'une durée de « docking » du robot trop importante.

La durée d'hospitalisation était également plus élevée à 4,9 vs 3,2 jours ; ceci s'explique probablement par un calcul de la durée d'hospitalisation débutant à J-1 de l'intervention chirurgicale, ainsi que par le souhait de l'équipe de transplantation rénale de rapprocher le donneur et le receveur suivant les premiers jours de l'intervention.

Notre taux de complications postopératoires était légèrement inférieur aux autres séries : nous avons observé 8,5% de complications de grades I et II (vs 9,49% dans les 11 séries), et 0,85% de grade \geq III (vs 1,76%).

Conformément aux résultats de la littérature, le taux de mortalité des donneurs, qui s'établit entre 0 et 0,03 %, est ici nul. (25)

Notre série est la première à comparer 3 voies d'extraction du transplant rénal possibles : iliaque, vaginale et ombilicale. Nous n'avons observé aucune différence significative entre les 3 techniques. Cependant, la seule complication de grade III ayant eu lieu fut sur une complication d'extraction vaginale ; et il y aurait une durée d'ischémie chaude légèrement plus courte mais non significative lors de l'extraction ombilicale, ce qui nous a poussé à n'utiliser plus que cette voie d'extraction depuis 2016.

DISCUSSION

Série	Effectif (N)	Age Moyen (Ans)	H/F (N)	Rein D/Rein G (N)	Durée opératoire Moyenne (min)	Ischémie chaude moyenne (min)	Conversion (N)	Clavien I-II (N / %)	Clavien III-IV (N / %)	Durée Hospitalisation moyenne (jours)	Perte sanguine Moyenne (mL)	Reprise fonction retardée (N / %)
Mondor 2020	118	48,7 ±12,1	43/75	2/116	124 ±25,9	4,92 ±2,69	0	10 (8,5%)	1 (0,85%)	4,9 ±1,1	88,5 ± 109	2 (1,7%)
Leblanc 2019 66	155	44,5 ±14,5	67/88	26/129	176 ± 23	4,8 ±1,7	0	26 (16,8%)	1 (0,65%)	6,3 ± 2	NR	NR
Horgan 2002 52	12	33,4±12	7/5	0/12	166	NR	0	1 (8,3%)	1 (8,3%)	1,9 (1-5)	69	0 (0%)
Renoult 2006 53	13	39,3	3/10	1/12	185,5±17,7	7,15 ±1,62	0	1 (7,7%)	0 (0%)	5,8	NR	0 (0%)
Hubert 2007 54	38	43±11,2	15/23	1/37	181±31,7	5,84 ± 1,97	0	7 (18,4%)	0 (0%)	5,6 ±2,25	NR	0 (0%)
Laplace 2014 64	100	NR	NR	15/85	174±30	4,8±1,7	NR	5 (5%)	2 (2%)	5,1 ±1,9	NR	1 (1%)
Geffner 2011 74	35	44,5	14/21	0/35	149±44	NR	1	1 (2,9%)	1 (2,9%)	3,2 ±0,9	146±363	NR
Liu 2012 67	5	34,8	NR	0/5	218	3,8	0	NR	NR	2,6	30	NR
Bhattu 2015 73	15	46,4	2/13	9/6	156,6	5,3	0	2 (13,3%)	0 (0%)	3	NR	NR
Janaki 2017 68	59	53 (19-76)	23/36	0/59	205	4 (2 – 6)	1	4 (6,8%)	1 (1,7%)	2	100 (10-1100)	1 (1,7%)
Giacomoni 2017 63	98	53	29/69	10/88	239	NR	NR	11 (11,2%)	2 (2%)	4,5	NR	NR
Yang 2017	22	38,2	12/10	2/20	192,3	3,4	NR	1 (4,5%)	0 (0%)	2,5	55,9	NR
Total (hors Mondor)	552	43,1	-	-	185,7	4,89	-	9,49%	1,76%	3,9	-	-

Tableau 10 : Données opératoires des principales séries de néphrectomies DV par voie coelioscopique robot-assistée. NR : Non Renseigné

4.3 Les limites de notre étude

Nos résultats doivent être cependant interprétés avec prudence en raison de plusieurs limites.

Premièrement, même si les données ont été collectées de manière prospective, notre étude est rétrospective. Il n'y avait pas de comparaison entre la voie d'abord robot-assistée et la coelioscopie simple, gold standard de la voie d'abord du prélèvement rénal DV. Il serait nécessaire, pour conclure, de réaliser une étude prospective comparative avec un groupe « coelioscopie simple » et un groupe « coelioscopie robot-assistée ».

Deuxièmement, même s'il s'agit de la deuxième série la plus importante dans la littérature, l'effectif reste faible (N=118).

Troisièmement, la période de suivi n'a pas pu être assez longue (<5 ans) ce qui rend difficile l'interprétation des résultats, notamment sur la fonction rénale et la survie globale des donneurs et des receveurs, sur une si courte durée.

Enfin, nous n'avons pas de donnée sur la consommation d'antalgiques en postopératoire ni de questionnaire dédié sur la qualité de vie en postopératoire des donneurs, notamment sur leur reprise des activités ou sur leur douleur résiduelle.

Considérant ces limites, notre étude suggère donc que l'assistance robotique, dans le prélèvement rénal DV, est une technique sûre et comparable, en termes de complications, de survie globale du donneur et du receveur, ainsi que de celle du transplant rénal, à la coelioscopie.

5 CONCLUSION

Le prélèvement donneur vivant tient une place particulière en chirurgie. En effet, cette chirurgie expose le donneur, sain par définition, à une intervention chirurgicale majeure pour le seul bénéfice d'un proche. Les risques opératoires doivent donc être réduits au minimum pour le donneur, mais les précautions prises pour le donneur ne doivent toutefois pas compromettre la qualité du greffon.

Ainsi, l'évolution des techniques chirurgicales vers la chirurgie mini-invasive diminue les douleurs post-opératoires, la durée d'hospitalisation et la durée de convalescence du patient. L'intérêt de la coelioscopie simple ou robot-assistée est donc également d'augmenter le nombre de donneurs vivants de rein potentiels pour tenter d'endiguer au maximum la pénurie de transplants, et cela d'autant plus en 2020, en raison du très faible nombre de transplantations rénales réalisées du fait de la pandémie à Covid19, le nombre de patients sur liste d'attente de greffe va augmenter très fortement.

Un autre moyen d'attirer les couples donneurs-receveurs vers le DV est également l'opportunité de la transplantation rénale mini-invasive robot-assistée, difficilement réalisable lors d'une transplantation en urgence issue de donneur cadavérique.

Notre étude confirmerait que l'assistance robotique, dans un centre expert en chirurgie robotique est une technique sûre, plus confortable, peut-être plus précise, notamment dans les cas de reins droits, de pédicules complexes ou de patients obèses, mais plus coûteuse et représente une alternative à la technique coelioscopique conventionnelle pour les centres équipés. Les survies du donneur, du receveur et du greffon sont similaires.

De plus, la courbe d'apprentissage pour les chirurgiens étant plus courte dans la technique robot-assistée qu'en coelioscopie : cela permettrait de former plus de chirurgiens au prélèvement DV et donc d'augmenter encore le pool de transplants.

BIBLIOGRAPHIE

1. LASSALLE M. *et al.* Rapport rein 2017
2. WOLFE R. A. *et al.* Comparison of mortality in all patients on dialysis, patients on dialysis awaiting transplantation, and recipients of a first cadaveric transplant. *N. Engl. J. Med.* **341**, 1725– 1730 (1999)
3. MEDIN C. *et al.* Survival of patients who have been on a waiting list for renal transplantation. *Nephrol Dial Transplant.* 15(5):701-4 (2000)
4. TONELLI M. *et al.* Systematic review: kidney transplantation compared with dialysis in clinically relevant outcomes. *Am. J. Transplant. Off. J. Am. Soc. Transplant. Am. Soc. Transpl. Surg.* **11**, 2093–2109 (2011)
5. MAGLAKELIDZE N. *et al.* Assessment of health-related quality of life in renal transplant recipients and dialysis patients. *Transplant. Proc.* **43**, 376–379 (2011)
6. FRANKE G. H. *et al.* Aspects of quality of life through end-stage renal disease. *Qual. Life Res. Int. J. Qual. Life Asp. Treat. Care Rehabil.* **12**, 103–115 (2003)
7. WONG G. *et al.* Comparative survival and economic benefits of deceased donor kidney transplantation and dialysis in people with varying ages and co-morbidities. *PloS One* **7**, e29591 (2012)
8. BLOTIÈRE P.-O. *et al.* The cost of dialysis and kidney transplantation in France in 2007, impact of an increase of peritoneal dialysis and transplantation. *Nephrol. Ther.* **6**, 240–247 (2010)
9. Rapport annuel médical et scientifique 2018. *Agence de la biomédecine*
10. *Loi n°76-1181 du 22 décembre 1976 relative aux prélèvements d'organes.* 76-1181 (1976)
11. *Loi n° 2016-41 du 26 janvier 2016 de modernisation de notre système de santé - Article 96*
12. WERTHEIMER P. *et al.* Diagnosis of death of the nervous system in comas with respiratory arrest treated by artificial respiration. *Presse Med* Jan 17;67(3):87-8. (1959)
13. MOLLARET P. *et al.* Acute asphyxia during a probable syringomyelobulbia at the beginning of radiotherapy. Favorable result of emergence neuro-respiratory resuscitation. *Rev Neurol.* Jul;101:57-63. (1959)
14. A definition of irreversible coma. Report of the Ad Hoc Committee of the Harvard Medical School to Examine the Definition of Brain Death. *JAMA.* Aug 5;205(6):337-40. (1968)
15. KOOTSTRA G. *et al.* Categories of non-heartbeating donors. *Tranplant Proc;*27:2893—4. (1995)

BIBLIOGRAPHIE

16. Loi n° 2005-370 du 22 avril 2005 relative aux droits des malades et à la fin de vie
17. KOKKINOS C. *et al.* Outcome of kidney transplantation from non-heartbeating versus heartbeating cadaveric donors *Transplantation* ; 83 : 1193-1199. (2007)
18. Loi n°94-654 du 29 juillet 1994 relative au don et à l'utilisation des éléments et produits du corps humain, à l'assistance médicale à la procréation et au diagnostic prénatal. Journal Officiel de la République Française 1994 Jul 30;(0175):11060.
19. Loi n° 2011-814 du 7 juillet 2011 relative à la bioéthique. Journal Officiel de la République Française 2011 Jul 8;(0157):11826.
20. Article L.111-8 du Code des assurances
21. MCCAIG F. Les donneurs altruistes. 112^{ème} congrès français en urologie Progrès en Urologie Volume 28, Issue 13, Page 632 (2018)
22. SHIMAZONO Y. *et al.* The state of international organ trade : a provisional picture based on integration of available information. *Bul WHO* ; 85 : 955-962. (2007)
23. IBRAHIM H.N., Foley R., Tan L., Rogers T., Bailey R.F., Guo H., *et al.* Long-term consequences of kidney donation *N Engl J Med* ; 360 : 459-469. (2009)
24. TIMSIT M.O. *et al.* Kidney function following nephrectomy: similitude and discrepancies between kidney cancer and living donation *Urol Oncol* ; 30 : 482-486. (2012)
25. NAJARIAN J.S. *et al.* 20 years or more of follow-up of living kidney donors *Lancet Lond Engl* ; 340 : 807-810. (1992)
26. The Organ Procurement and Transplantation Network. United Network for Organ Sharing (UNOS) <https://optn.transplant.hrsa.gov>
27. MJOEN G. *et al.* Morbidity and mortality in 1022 consecutive living donor nephrectomies: benefits of a living donor registry. *Transplantation* ;88(11):1273-9. (2009)
28. GABOLDE M. *et al.* Evaluation, selection, and follow-up of live kidney donors: a review of current practice in French renal transplant centres. *Nephrol Dial Transplant* ;16(10):2048-52. (2001)
29. MATAS A.J. *et al.* Morbidity and mortality after living kidney donation, 1999-2001: survey of United States transplant centers. *Am J Transplant* ;3(7):830-4. (2003)
30. FEHRMAN-EKHOLM I. *et al.* Incidence of end-stage renal disease among live kidney donors *Transplantation* ; 82 : 1646-1648. (2006)
31. GOSSMANN J. *et al.* Long-term consequences of live kidney donation follow-up in 93 % of living kidney donors in a single transplant center *Am J Transplant* ; 5 : 2417-2424. (2005)
32. EL-AGROUDY A.E. *et al.* Long-term follow-up of living kidney donors: a longitudinal study *BJU Int* ; 100 : 1351-1355. (2007)

BIBLIOGRAPHIE

33. GARG A.X. *et al.* Proteinuria and reduced kidney function in living kidney donors: a systematic review, meta-analysis, and meta-regression *Kidney Int* ; 70 : 1801-1810 (2006)
34. SALAHUDEEN A.K. *et al.* Cold ischemia and the reduced long-term survival of cadaveric renal allografts. *Kidney Int* ;65(2):713-8. (2004)
35. MATAS A. *et al.* 2,500 living donor kidney transplants: a single center experience. *Ann Surg* ; 234:149-164. (2001)
36. MERRIL J.P. *et al.* Successful homotransplantation of the human kidney between identical twins *J Am Med Assoc* ;160(4):277-82. (1956)
37. WILSON C.H. *et al.* Laparoscopic versus open nephrectomy for live kidney donors *Cochrane Database Syst Rev* ;(11):CD006124. (2011)
38. SERRANO O.K. *et al.* Evolution of living donor nephrectomy at a single center: long-term outcomes with 4 different techniques in greater than 4000 donors over 50 years *Transplantation* ; 100 : 1299-1305. (2016)
39. SANCHEZ-SALAS R. *et al.* Néphrectomie laparoscopique transpéritonéale. *Techniques chirurgicales – Urologie EMC* (2013)
40. SHOKEIR A.A. *et al.* Open vs laparoscopic live donor nephrectomy : a focus on the safety of donors and the need for a donor registry *J Urol* ;178(5):1860-6. (2007)
41. GRECO F. *et al.* Laparoscopic living- donor nephrectomy: analysis of the existing literature. *Eur Urol* ;58(4):498—509). (2010)
42. OYEN O. *et al.* Laparoscopic versus Open Living-Donor Nephrectomy: Experiences from a Prospective, Randomized, Single-Center Study Focusing on Donor Safety. *Transplantation* ;79(9):1236-40. (2005)
43. YUAN H. *et al.* The Safety and Efficacy of Laparoscopic Donor Nephrectomy for Renal Transplantation: An Updated Meta-analysis. *Transplant Proc* ;45(1):65-76. (2013)
44. ABRAMOWICZ D. *et al.* European Renal Best Practice Guideline on kidney donor and recipient evaluation and perioperative care *Nephrol Dial Transplant* ;30(11):1790-7. (2015)
45. Rapport annuel médical et scientifique 2015. *Agence de la biomédecine*
46. GUILLONNEAU B. *et al.* Proposal for a « European Scoring System for Laparoscopic Operations in Urology ». *Eur Urol.* ;40(1):2-6; discussion 7. (2001)
47. MARTIN G.L. *et al.* Laparoscopic donor nephrectomy: effects of learning curve on surgical outcomes. *Transplant Proc* ;39(1):27-9. (2007)
48. WOLF J.S. *et al.* Hand-assisted laparoscopic live donor nephrectomy. *Urology* ;52(5):885-7. (1998)
49. PERCEGONA L.S. *et al.* Hand-assisted laparoscopic donor nephrectomy: comparison to pure laparoscopic donor nephrectomy. *Transplant Proc* ; 40 : 687-688. (2008)

BIBLIOGRAPHIE

50. LECOANET P. Etude des complications du prélèvement de rein sur donneur vivant : comparaison de quatre techniques chirurgicales STIC DOVIREIN. *Sciences du Vivant [q-bio]*. 2014. hal-01733241 (2014)
51. GUILLONNEAU B. *et al.* Robot assisted laparoscopic nephrectomy. *J Urol* ;166(1):200-1. (2001)
52. HORGAN S. *et al.* Robotic-assisted laparoscopic donor nephrectomy for kidney transplantation. *Transplantation* ;73(9):1474-9. (2002)
53. RENOULT E. *et al.* Robot-assisted laparoscopic and open live-donor nephrectomy: a comparison of donor morbidity and early renal allograft outcomes. *Nephrol Dial Transplant* ; 21 : 472-477. (2006)
54. HUBERT J. *et al.* Complete robotic-assistance during laparoscopic living donor nephrectomies: an evaluation of 38 procedures at a single site. *Int J Urol* ; 14 : 986-989. (2007)
55. KARAM G. *et al.* Aspects chirurgicaux de la transplantation rénale chez l'homme. *Techniques chirurgicales – Urologie EMC* (2019)
56. LODHI S.A. *et al.* Kidney allograft survival: the long and short of it *Nephrol Dial Transplant* ; 26 : 15-17. (2011)
57. GARG A.X. *et al.* Proteinuria and reduced kidney function in living kidney donors: a systematic review, meta-analysis, and meta-regression *Kidney Int* ;70(10):1801-10. (2006)
58. TAKAHASHI K. *et al.* Excellent long-term outcome of ABO-incompatible living donor kidney transplantation in Japan. *Am J Transplant* ; 4:1089-1096. (2004)
59. GLOOR J.M. *et al.* ABO-incompatible kidney transplantation using both A2 and non-A2 living donors. *Transplantation* ; 75:971-977. (2003)
60. HABICHT A. *et al.* Increase of infectious complications in ABO-incompatible kidney transplant recipients--a single centre experience *Nephrol Dial Transplant* ; 26 : 4124-4131. (2011)
61. NACIRI BENNANI H. *et al.* Early post-transplant complications following ABO-incompatible kidney transplantation *J Nephropathol* ; 5 : 19-27. (2016)
62. GORODNER V., *et al.* Routine left robotic-assisted laparoscopic donor nephrectomy is safe and effective regardless of the presence of vascular anomalies. *Transpl Int* 2006 ; 19(8):636-40. (2006)
63. GIACOMONI A. *et al.* Robotic nephrectomy for living donation: surgical technique and literature systematic review. *Am J Surg* 2016 ;211(6):1135-42. (2016)
64. LAPLACE B. *et al.* Néphrectomie chez le donneur vivant par voie laparoscopique robot-assistée : évaluation préopératoire et résultats à partir de 100 cas *Prog Urol* ;24(5):288-93. (2014)
65. CRETA M. *et al.* Donor and Recipient Outcomes following Robotic-Assisted Laparoscopic Living Donor Nephrectomy: A Systematic review. *Biomed Res Int* ; 1729138 (2019)

BIBLIOGRAPHIE

66. LEBLANC L. *et al.* Robotic-assisted laparoscopic living donor nephrectomy: Study in donors and recipients from 155 cases. *Prog Urol* ;29(12):596-602. (2019)
67. LIU X.S. *et al.* Robotic-assistance does not enhance standard laparoscopic technique for right-sided donor nephrectomy. *JSLS* ; 16 : 202-207. (2012)
68. JANKI S. *et al.* Robotic surgery rapidly and successfully implemented in a high volume laparoscopic center on living kidney donation. *Int J Med Robot Comput Assist Surg.* (2016)
69. WANG H. *et al.* Robot-assisted laparoscopic vs laparoscopic donor nephrectomy in renal transplantation: A meta-analysis. *Clin Transplant* ;33(1):e13451. (2019)
70. HAMZA A. *et al.* Cost-effectiveness of four living-donor nephrectomy techniques from a hospital perspective. *Nephrol Dial Transplant* ;gfz143. (2019)
71. MONN M.F. *et al.* Economic and utilization analysis of robot-assisted versus laparoscopic live donor nephrectomy. *J Endourol* ;28(7):780-3. (2014)
72. TZVETANOV I. *et al.* State of the art of robotic surgery in organ transplantation. *World J Surg* ;37(12):2791-9. (2013)
73. BHATTU A.A. *et al* Robot-Assisted Laparoscopic Donor Nephrectomy vs Standard Laparoscopic Donor Nephrectomy: A Prospective Randomized Comparative Study. *J Endourol* ;29(12):1334-40. (2015)
74. GEFFNER S. *et al.* Robotic-assisted laparoscopic donor nephrectomies: early experience and review of the literature. *J Robot Surg* ;5(2):115-20. (2011)

Robotic-assisted laparoscopy living donor nephrectomy : technique and results of a monocentric prospective series

Introduction: The objective of this study is to evaluate our experience of Living Donor (LD) nephrectomy by robotic-assisted laparoscopy in a robotic surgery expert center.

Patients and methods: From November 2011 to December 2019, 118 LD kidney transplants were performed at Henri Mondor Hospital. All were performed by fully robotic-assisted laparoscopy. Extraction was performed by iliac extraction (IE) for 23 patients, vaginal extraction (VE) for 23 patients and umbilical extraction (UB) for 72 patients. The left kidney was preferred even if the vascular anatomy was not modal.

Results: The median age of the donors was 49 years. The median operative time was 120 min with 50mL of blood loss. The median warm ischemia time was 4 min, with a non-significant shorter duration in case of UE (4min) than in case of IE or VE (5min). The median length of hospitalization was 5 days. 9 patients had postoperative complications including 1 grade II (blood transfusion) and 1 grade IIIb (vaginal bleeding after EV) of the Clavien-Dindo classification. None of our procedures were converted to open surgeries and we experienced no lethal complication. 116 recipients returned to immediate renal function, their median GFR at 1 year was 61mL/min.

Conclusion: Our study would confirm that LD nephrectomy by robotic-assisted laparoscopy is safe and reproducible technique in an expert center. The procedure, in a healthy patient with minimal risk needed, combines the contribution of robotics for renal pedicle dissection and the already established benefits of laparoscopy for post-operative follow-up, without altering the function of the transplant.

Key words: donor-living nephrectomy; robotic-assisted laparoscopy; donor-living; renal transplantation, post-operative complications.

Prélèvement de rein donneur vivant par cœlioscopie robot-assistée : technique et résultats d'une série prospective monocentrique

Introduction: L'objectif de cette étude est d'évaluer notre expérience du prélèvement rénal Donneur Vivant (DV) par cœlioscopie robot-assistée, dans un centre expert en chirurgie robotique.

Patients et méthodes: De novembre 2011 à décembre 2019, 118 transplantations rénales DV ont été réalisées à l'Hôpital Henri Mondor. Toutes ont été réalisées par cœlioscopie entièrement robot-assistée. L'extraction était réalisée par voie iliaque (EI) pour 23 patients, voie vaginale (EO) pour 23 patients et voie ombilicale (EO) pour 72 patients. Le rein gauche était privilégié même si l'anatomie vasculaire n'était pas modale.

Résultats: L'âge médian des donneurs était de 49 ans. La durée médiane d'intervention était de 120 min avec 50mL de pertes sanguines.

La durée médiane d'ischémie chaude était de 4 min, avec une durée plus faible non significative en cas d'EO (4min) que d'EI ou EV (5min). La durée médiane d'hospitalisation était de 5 jours. 9 patients ont eu des complications postopératoires dont 1 de grade II (transfusion) et 1 de grade IIIb (saignement vaginal après EV) de la classification de Clavien-Dindo. Aucune laparoconversion n'a eu lieu ni aucun décès. 116 receveurs ont repris une fonction rénale immédiate, leur DFG médian à 1 an était de 61mL/min.

Conclusion: Notre étude confirmerait que le prélèvement rénal DV par cœlioscopie robot-assistée est une technique sûre et reproductible dans un centre expert. Cette intervention, chez un patient sain imposant un minimum de risque, permet de combiner l'apport de la robotique pour la dissection du pédicule rénal et les bénéfices déjà établis de la cœlioscopie pour les suites postopératoires, sans altérer la fonction du transplant.

Mots clés : néphrectomie donneur-vivant ; cœlioscopie robot-assistée ; donneur-vivant; transplantation rénale, complications postopératoires