



Université Lille 2
Droit et Santé

UNIVERSITE LILLE 2 DROIT ET SANTE
FACULTE DE MEDECINE HENRI WAREMBOURG

Année : 2014

THESE POUR LE DIPLOME D'ETAT
DE DOCTEUR EN MEDECINE

**Place des endoprothèses fenêtrées standardisées pour le
traitement des anévrismes aortiques juxta- et para-rénaux**

Présentée et soutenue publiquement le 28 mai 2014 à 18 heures
Au Pôle Formation
Par Ambre BOHNERT

JURY

Président :

Monsieur le Professeur Jean-Pierre CHAMBON

Assesseurs :

Monsieur le Professeur Stéphan HAULON

Monsieur le Professeur André VINCENELLI

Monsieur le Professeur Jacques CHEVALIER

Directeur de Thèse :

Monsieur le Docteur Jonathan SOBOCINSKI

LISTE DES ABREVIATIONS

AAA : Anévrisme de l'Aorte Abdominale

EDP : Endoprothèse

ASR : Anévrisme Sous-Rénal

AJR : Anévrisme Juxta-Rénal

APR : Anévrisme Para-Rénal

ATA : Anévrisme Thoraco-Abdominal

EVAR : Endovascular Aneurysm Repair

DREAM : Dutch Randomized Endovascular Aneurysm Management

CNEDiMTS : Commission Nationale d'Evaluation des Dispositifs Médicaux et des Technologies de Santé

FDA : Food and Drug Administration

AFSSAPS : Agence Française de Sécurité Sanitaire des Produits de Santé

ANSM : Agence Nationale de Sécurité du Médicament et des produits de santé

AMS : Artère Mésentérique Supérieure

TC : Tronc Cœliaque

F : French

IC95% : Intervalle de Confiance à 95%

OR : Odds Ratio

IRA : Insuffisance Rénale Aigüe

IQR : Intervalle Interquartile

JVS : Journal of Vascular Surgery

ePTFE : PolyTétraFluoroÉthylène expansé

ARD: Artère Rénale Droite

ARG: Artère Rénale Gauche

TABLE DES MATIERES

1	INTRODUCTION	3
2	GENERALITES	6
2.1	Anévrisme de l'Aorte Abdominale.....	6
2.2	Traitement des anévrismes de l'aorte abdominale	9
2.2.1	Généralités.....	9
2.2.2	Traitement endovasculaire par EDP fenêtrée	12
	<i>Sélection des patients</i>	14
	<i>Planification préopératoire</i>	16
	<i>Caractéristiques des EDP fenêtrées « sur-mesure »</i>	17
	<i>Techniques d'implantation des EDP fenêtrées dans le cas du traitement d'un anévrisme juxta- et para-rénal</i>	20
2.2.3	Alternative endovasculaire : technique de la « cheminée »	24
2.3	Résultats des techniques chirurgicales disponibles pour le traitement des anévrismes juxta- et para-rénaux	25
2.3.1	Résultats de la chirurgie conventionnelle.....	25
2.3.2	Résultats des EDP fenêtrées	27
2.3.3	Résultats de la technique cheminée.....	30
2.4	Limites des techniques endovasculaires	32
2.4.1	Limites des EDP fenêtrées	32
2.4.2	Limites de la technique cheminée	32
2.5	EDP fenêtrées standardisées	34
2.5.1	Introduction	34
2.5.2	Description des endoprothèses standardisées.....	36
	Endoprothèse p-branch	36
	Le système Ventana	38

3	MATERIEL ET METHODE.....	42
3.1	Population de patients.....	42
3.2	Imagerie et relevé des données anatomiques.....	42
4	RESULTATS.....	45
4.1	Population	45
4.2	Données anatomiques	45
4.3	Au total	48
5	DISCUSSION.....	50
6	CONCLUSION.....	55
	Annexe 1.....	56
	Annexe 2.....	57
7	BIBLIOGRAPHIE.....	58

1 INTRODUCTION

Généralités

Le traitement des anévrismes de l'aorte abdominale (AAA) sous-rénale par voie endovasculaire est actuellement une alternative établie au traitement dit « conventionnel » par chirurgie ouverte chez les patients présentant une anatomie favorable. Sur le fond, ces modalités thérapeutiques sont totalement opposées puisque dans le cas de la chirurgie conventionnelle, l'anévrisme est mis à plat, alors que dans le cas du traitement endovasculaire il s'agit d'une exclusion de la lésion anévrismale qui reste en place (1). Depuis la première description de la technique endovasculaire, plusieurs études randomisées ont montré que le traitement par endoprothèse (EDP) de ces anévrismes réduisait la morbi-mortalité, la durée de séjour en soins intensifs et de séjour global en hospitalisation comparativement à un traitement chirurgical dit « conventionnel » (2)(3)(4)(5)(6).

L'évolution des pratiques et l'accessibilité technique du traitement endovasculaire en ont quasiment fait le traitement de choix en première intention. Néanmoins, les récentes dérives sur la possibilité de considérer un patient éligible au traitement endovasculaire ont permis de rappeler que le bon résultat de l'exclusion endovasculaire par endoprothèse ne sera finalement obtenu qu'en sélectionnant avec soins les patients à partir de critères anatomiques bien établis (7).

Anévrisme de l'aorte abdominale sans collet sous-rénal

Parmi les patients porteurs d'un anévrisme de l'aorte abdominale, 35 à 45% ne sont pas candidats à une exclusion endovasculaire par EDP sous-rénale standard, principalement en raison d'une anatomie défavorable du collet proximal, car il sera jugé trop court (<15mm), trop angulé ou siège d'une infiltration athéromateuse trop importante (8)(9)(10)(11).

En l'absence de zone d'étanchéité proximale sous-rénale adéquate à l'exclusion endovasculaire par la mise en place d'une endoprothèse standard et en alternative à la chirurgie conventionnelle, ont été proposées des endoprothèses aortiques fenêtrées. Ces endoprothèses permettent d'obtenir l'étanchéité au niveau de l'aorte inter-rénale, voire de l'aorte viscérale tout en maintenant la perfusion antérograde des artères rénales et digestives (12)(13).

EDP fenêtrées « sur-mesure »

Depuis la première implantation d'une endoprothèse fenêtrée par Faruqi (13) en 1999, les études cliniques évaluant l'utilisation de ces endoprothèses conçues « sur-mesure » ont montré des résultats satisfaisants à court et moyen termes pour l'exclusion des anévrismes juxta- et para-rénaux (14)(15)(16)(17)(18)(19)(20).

L'utilisation de ces dispositifs présente néanmoins trois principales limites. Tout d'abord, les délais entre la planification, la confection, la livraison puis l'implantation de ces endoprothèses qui sont de l'ordre de 6 à 8 semaines, ce qui expose le patient à un risque de rupture d'anévrisme estimé de 1,1 à 3,8% (21) durant cette période d'attente. Ensuite, la fabrication « sur-mesure » limite l'utilisation de ces dispositifs dans un contexte d'urgence. Enfin, la confection « sur-mesure » implique un surcoût de fabrication évident.

Ces éléments ont amené les fabricants d'EDP à développer et proposer des modèles d'EDP fenêtrées dites standardisées qui devraient s'adapter à l'anatomie d'un maximum de patients.

But(s) de l'étude

Le but de ce travail est d'évaluer l'applicabilité de trois modèles d'endoprothèses standardisées (Zenith pivot branch (modèles 1 et 2), CookMedical et Ventana, Endologix) à une cohorte de cent patients ayant bénéficié dans notre service de l'exclusion endovasculaire d'un anévrisme juxta- ou para-rénal de façon élective par une endoprothèse fenêtrée conçue « sur-mesure ».

2 GENERALITES

2.1 Anévrisme de l'Aorte Abdominale

Le mot « anévrisme » définit une dilatation focale permanente d'un segment artériel, avec une perte de parallélisme des parois, supérieure en valeur relative à 1,5 fois le diamètre de l'aorte sus-jacente jugée saine.

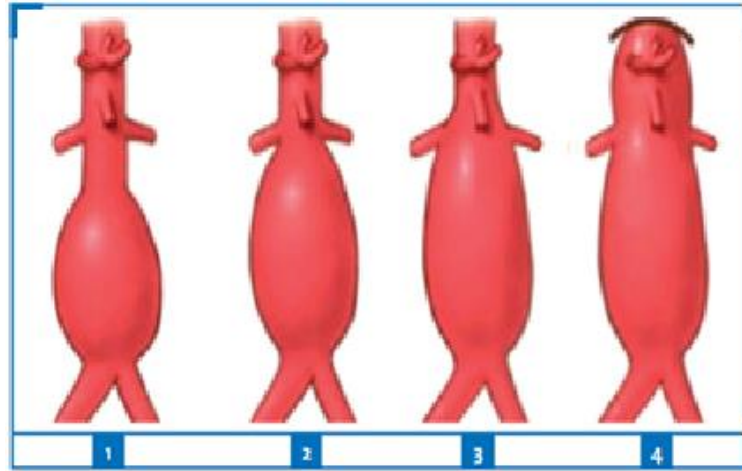
La dilatation de la paroi de l'artère est liée à une destruction de la composante élastique (élastine) au sein de la paroi (22). La teneur en fibres d'élastine de la paroi aortique étant décroissante depuis la racine aortique jusqu'à sa bifurcation, la localisation des anévrismes aortiques est prépondérante après la naissance des artères rénales au niveau de l'aorte abdominale.

Le diamètre normal de l'aorte abdominale varie avec l'âge, le sexe et poids (23) et diminue progressivement de son entrée dans la cavité abdominale au niveau du hiatus diaphragmatique jusqu'à la bifurcation iliaque. Les diamètres aortiques normaux, au niveau de l'aorte infra-rénale, chez les patients de 50 ans sont de 1,5 cm chez les femmes et de 1,7 cm chez les hommes (24). Pour l'aorte abdominale, on parlera d'anévrisme lorsque son diamètre est supérieur à 3 cm (25).

Parmi les anévrismes de l'aorte abdominale, on distingue selon leur localisation par rapport à la naissance des artères rénales :

- les **anévrismes sous-rénaux (ASR)** avec un collet (ou zone saine satisfaisante) de 15mm ou plus de longueur en dessous de l'artère rénale la plus basse,
- les **anévrismes juxta-rénaux (AJR) ou à « collet court »**, s'étendant jusqu'aux artères rénales sans les impliquer avec **une zone d'étanchéité sous-rénale effacée (collet entre 4 et 15mm)**,

- **les anévrismes para-rénaux (APR), englobant au moins une artère rénale, et**
- **les anévrismes supra-rénaux ou thoraco-abdominaux (ATA) englobant l'ensemble des artères viscérales.**



*Figure 1 : Représentation schématique des Anévrismes de l'Aorte Abdominale
1 : sous-rénal, 2 : juxta-rénal, 3 : para-rénal, 4: supra-rénal (26)*

L'histoire naturelle des anévrismes aortiques repose sur une progression du diamètre artériel au cours du temps s'effectuant de manière plus ou moins rapide. Si cette augmentation de diamètre se fait initialement de manière lente et linéaire, elle s'effectue ensuite de manière exponentielle (27)(28).

Le risque évolutif est la rupture associée à une mortalité importante : 80 à 90% des patients présentant une rupture d'AAA décéderont avant d'arriver à l'hôpital et la mortalité post-opératoire pour les patients atteignant le bloc opératoire est estimée à 50% (29)(30).

Après 50 ans, la prévalence des AAA (fréquence de la maladie dans la population) va de 1,3 à 5,9% chez l'homme et de 0,6 à 1,9% chez la femme (31). L'incidence (nombre de nouveaux cas par an) chez les hommes de plus de 50 ans est de 3,5 pour 1000 habitants par an (32).

L'étiologie dégénérative est la principale cause d'anévrisme (85-90%) (33). Les autres étiologies moins fréquentes sont les maladies inflammatoires (maladies de Behçet et de

Horton, principalement), les pathologies infectieuses aiguës (anévrisme mycotique ou syphilitique par exemple), les pathologies congénitales des tissus conjonctifs (syndrome de Marfan, maladie d'Ehlers-Danlos, Loeys-Dietz) ainsi que les causes traumatiques.

Le sexe masculin, le tabagisme et l'hypertension artérielle sont les principaux facteurs de risque mis en évidence (34), auxquels s'ajoutent les antécédents familiaux.

2.2 Traitement des anévrismes de l'aorte abdominale

2.2.1 Généralités

Quand leur localisation est sous-rénale, l'indication de la prise en charge chirurgicale est retenue en cas de diamètre anévrisimal supérieur à 50 mm en France, (55 mm pour les anglo-saxons) (35), en cas d'anévrisme à croissance rapide (augmentation de diamètre de plus de 10 mm par an) et/ou en cas d'anévrisme rompu ou symptomatique.

Le traitement chirurgical de référence est la mise à plat anévrismale associée à une greffe prothétique qui est tubulaire (Figure 2) ou bifurquée lorsque la lésion s'étend aux artères iliaques.

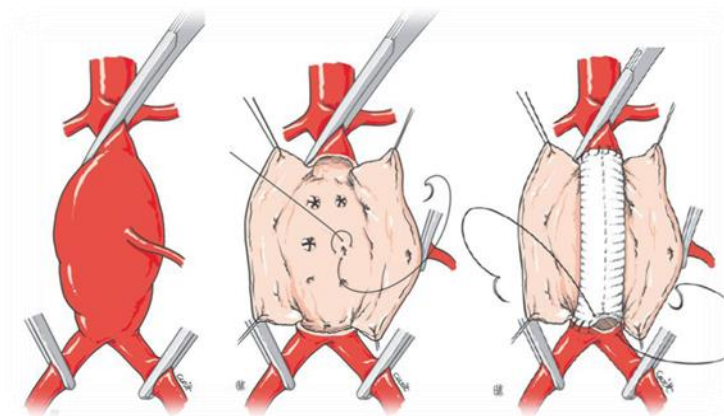


Figure 2 : Technique de mise à plat/greffe d'un AAA sous-rénal par pontage aorto-aortique (d'après EMC Chirurgie Vasculaire (36))

Depuis le début des années 90, l'exclusion endovasculaire (1), une technique moins invasive, initialement indiquée pour des patients non éligibles à une chirurgie conventionnelle, a été développée. Ce traitement implique le déploiement d'un ou plusieurs modules endoprothétiques composés de stents recouverts d'un tissu synthétique étanche, introduits par voie fémorale (Figure 3). Le principe du traitement endovasculaire est sur le fond différent de

la chirurgie ouverte de mise à plat, puisqu'en cas d'exclusion endovasculaire, l'anévrisme reste en place, mais est par définition exclu du flux sanguin.

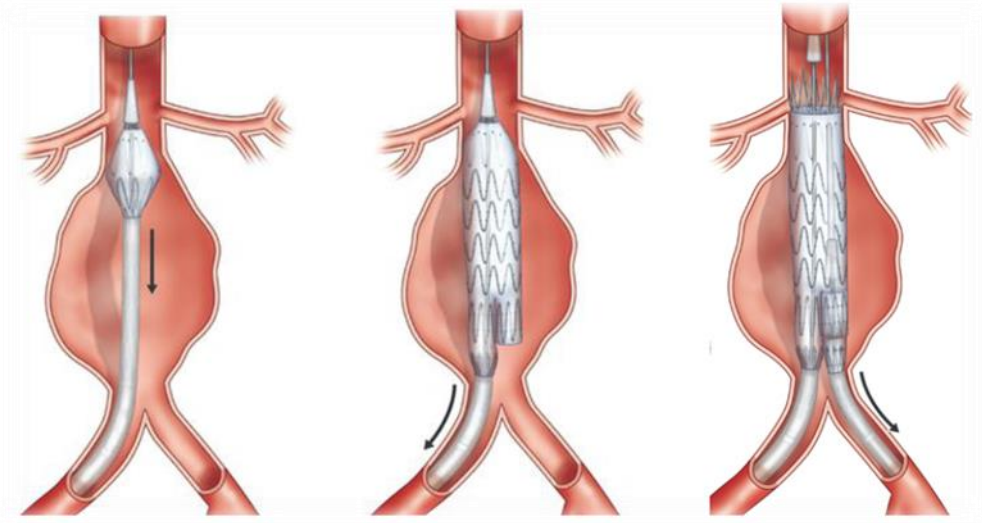


Figure 3 : : Illustration de la mise en place d'une EDP aortique sous-rénale bifurquée pour un anévrisme de l'aorte abdominale sous-rénale (d'après EMC Chirurgie Vasculaire (37))

Plusieurs études cliniques randomisées (EVAR et DREAM) ont permis de mettre en évidence un bénéfice en termes de morbi-mortalité pour les patients traités par voie endovasculaire par rapport au traitement par chirurgie conventionnelle (2)(3). Ce traitement est proposé aujourd'hui en première intention même chez des patients considérés comme étant à bon risque chirurgical, sous réserve de critères anatomiques favorables à l'implantation de l'endoprothèse (38)(39).

Le pré-requis à l'exclusion endovasculaire est anatomique et repose sur l'existence de zones d'étanchéité proximale et distale saines, situées respectivement en amont et en aval de la lésion anévrysmale. Les critères d'éligibilité ont été précisés par la société européenne de chirurgie vasculaire en 2011 (40).

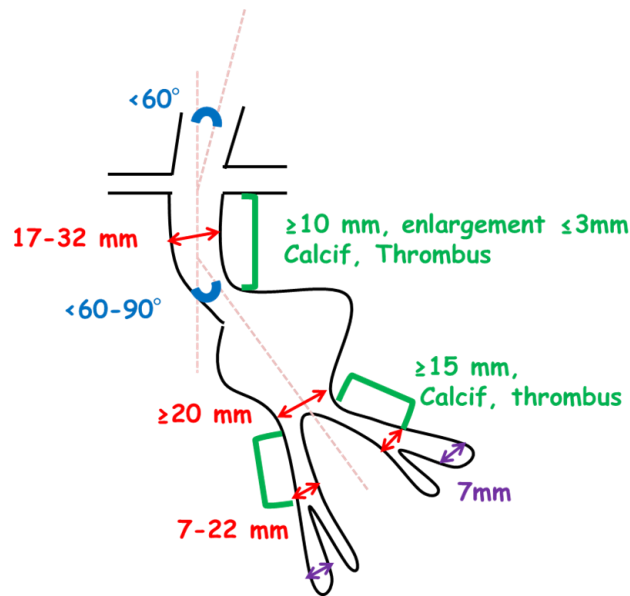


Figure 4 : Conditions anatomiques requises pour le traitement endovasculaire d'un AAA par mise en place d'une EDP sous-rénale (40)

En l'absence de zone d'étanchéité, le traitement de référence des anévrismes aortiques englobant une ou plusieurs artères rénales reste la chirurgie conventionnelle. L'indication du traitement est retenue sur un diamètre aortique maximal supérieur à 55mm et/ou en cas d'évolutivité et/ou de caractère symptomatique. L'amélioration des techniques endovasculaires et les résultats initiaux du traitement endovasculaire des anévrismes sous-rénaux ont permis à la fin des années 1990 de proposer un traitement endovasculaire, pour des patients récusés pour une chirurgie conventionnelle, malgré l'absence d'une zone d'étanchéité proximale sous-rénale satisfaisante (13). L'exclusion endovasculaire se ferait par un modèle d'endoprothèse aortique fenêtrée, qui permettrait d'obtenir l'étanchéité au niveau de l'aorte inter-rénale, voire de l'aorte viscérale tout en maintenant la perfusion antérograde des artères rénales et digestives.

2.2.2 Traitement endovasculaire par EDP fenêtrée

Les endoprothèses fenêtrées conçues « sur-mesure » à partir des données de l'imagerie préopératoire sont munies de fenêtres maintenant la perfusion d'une ou des deux artères rénales, ainsi que de l'artère mésentérique supérieure, tout en permettant d'obtenir une zone d'étanchéité proximale satisfaisante à l'exclusion pérenne de l'anévrisme.

Le premier modèle d'EDP fenêtrée a été produit par la société CookMedical (Cook Medical, Bloomington, IN, USA) et était composé de deux fenêtres pour les artères rénales et d'une échancrure (ou scallop) pour l'artère mésentérique supérieure (Figure 5).

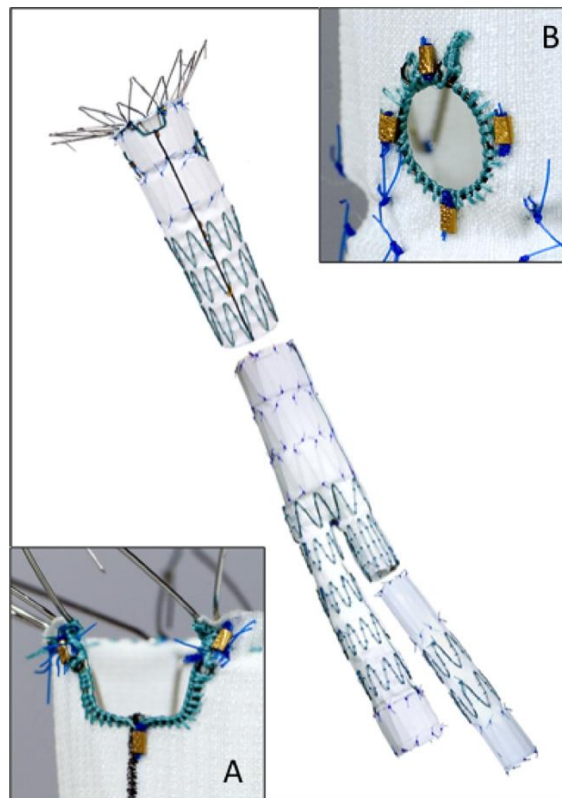


Figure 5 : Endoprothèse fenêtrée (Zenith Fenestrated, Cook, Bloomington, IN) conçue en polyester tissé cousu sur des stents auto-expansibles en acier. Zoom en A sur l'échancrure ou scallop pour l'AMS et en B sur une fenêtre rénale avec leurs marqueurs en or radio-opaques permettant leur repérage lors du déploiement sous scopie.

En avril 2012, l'équivalent américain de la Commission Nationale d'Evaluation des Dispositifs Médicaux et des Technologies de Santé (CNEDiMTS), la Food and Drug Administration (FDA) for Devices and Radiological Health (CDRH), a donné son approbation pour l'implantation de cette EDP chez les patients présentant un anévrisme de l'aorte abdominale avec un collet court (4 à 14 mm de long). Cette EDP a reçu en septembre 2012 un accord de remboursement en France.

Le succès de l'exclusion des anévrismes juxta- et para-rénaux par implantation d'une EDP fenêtrée est conditionné par plusieurs étapes indispensables qui émaillent le bon usage de ce dispositif : une étape initiale de sélection des patients selon leur anatomie et selon leur(s) comorbidité(s), une étape de planification préopératoire de l'EDP à partir des données de l'imagerie diagnostique, l'étape d'implantation intégrant une technique chirurgicale bien codifiée, et enfin les techniques de réanimation péri-opératoire.

Sélection des patients

L'exclusion endovasculaire des anévrismes aortiques juxta- et para-rénaux par mise en place d'EDP fenêtrées était initialement réservée aux patients à « **haut risque chirurgical** » ; le « haut risque chirurgical » étant défini par l'AFSSAPS (Agence Française de Sécurité Sanitaire des Produits de Santé), actuelle ANSM (Agence Nationale de Sécurité du Médicament et des produits de santé), sur les critères objectifs exposés dans la Figure 6.

- âge supérieur ou égal à 80 ans
 - coronaropathie (antécédents d'infarctus du myocarde ou angor) avec test fonctionnel positif et lésions coronariennes pour lesquelles un geste de revascularisation est impossible ou non indiqué
 - insuffisance cardiaque avec manifestations cliniques patentes
 - rétrécissement aortique serré non opérable
 - FEVG < 40 %
 - insuffisance respiratoire chronique objectivée par un des critères suivants :
 - VEMS < 1,2 l/s
 - CV < 50 % de la valeur prédite en fonction de l'âge, du sexe et du poids
 - gazométrie artérielle en l'absence d'oxygène : $\text{paCO}_2 > 45 \text{ mmHg}$ ou $\text{paO}_2 < 60 \text{ mmHg}$
 - oxygénothérapie à domicile
 - insuffisance rénale si créatininémie $\geq 200 \mu\text{mol/l}$ avant l'injection de produit de contraste
 - abdomen « hostile » y compris présence d'une ascite ou autre signe d'hypertension portale
- Lorsque l'indication de traitement est ainsi retenue, la mise en place d'une endoprothèse doit être faite à la condition de respecter les instructions revendiquées par son fabricant, notamment les critères anatomiques et les contre-indications
-
- FEVG : fraction d'éjection ventriculaire gauche ; VEMS : volume expiratoire maximal seconde ; CV : capacité vitale.

Figure 6 : Critères de l'Afssaps pour définir les patients à risque chirurgical élevé (41)

Pour toute intervention, le risque chirurgical est évalué par une équipe pluridisciplinaire (chirurgien, anesthésiste-réanimateur, cardiologue, pneumologue) sur la base des antécédents et des comorbidités du patient et de la lourdeur du geste chirurgical envisagé.

La possibilité de traiter le patient par voie endovasculaire reposera sur des **critères anatomiques** précis favorables à la pose d'une EDP fenêtrée. Ces critères reprennent en partie ceux définis pour la mise en place des EDP sous-rénales et ont été réactualisés par la

société européenne de chirurgie vasculaire (40). Les éléments spécifiques particulièrement étudiés pour mettre en place une EDP fenêtrée seront l'absence d'angulation excessive aortique, afin d'éviter un mauvais alignement des fenêtres avec les artères viscérales au moment du déploiement du module fenêtré, ainsi que l'existence d'un diamètre des artères cibles (artère(s) rénale(s) et artère mésentérique supérieure) $\geq 5\text{mm}$, sans sténose ostiale significative ($>70\%$).

L'étude anatomique précise de l'aorte et de ses branches impose l'utilisation de stations de travail radiologique (Aquarius Intuition viewer, Terarecon, Advantage Windows, GE Healthcare, et Osirix, Pixmeo) permettant la reconstruction des images d'acquisition natives (42). L'angi scanner thoraco-abdomino-pelvien en coupes millimétriques doit être considéré comme l'examen de référence et est le pré-requis indispensable pour sélectionner les patients éligibles à un traitement endovasculaire d'une part et pour concevoir l'endoprothèse correspondante à l'anatomie du patient d'autre part.

Planification préopératoire

La conception de l'endoprothèse (sizing) est une étape importante et nécessaire au bon déroulement de l'étape d'implantation. Les reconstructions 3D, multiplanaires et curvilignes établies à partir de l'angioscanner préopératoire permettent d'avoir une vision à la fois globale et précise de la lésion anévrysmale à traiter dans tous les plans de l'espace et sous toutes les projections possibles. En plus des mesures habituelles de diamètre et de longueur des segments aortiques et iliaques réalisées dans le cadre du « sizing » d'une endoprothèse aortique sous-rénale, il faut déterminer la position exacte dans un plan horaire de l'origine de chaque artère cible (artère(s) rénale(s) et mésentérique supérieure) ainsi que leur diamètre ostial (43). C'est à partir de l'ensemble de ces données que l'EDP sera dessinée puis fabriquée pour chaque patient.

La position horaire des artères cibles peut être définie par confrontation avec un cadran horaire (Figure 7) : à partir des reconstructions curvilinéaires et d'une ligne passant par le centre de la lumière tracée sur l'angioscanner préopératoire, on positionne dans le plan axial l'origine de l'AMS (Artère Mésentérique Supérieure) à 12h00 et on détermine en faisant dérouler les coupes axiales la position horaire du centre de l'origine de chaque artère cible.

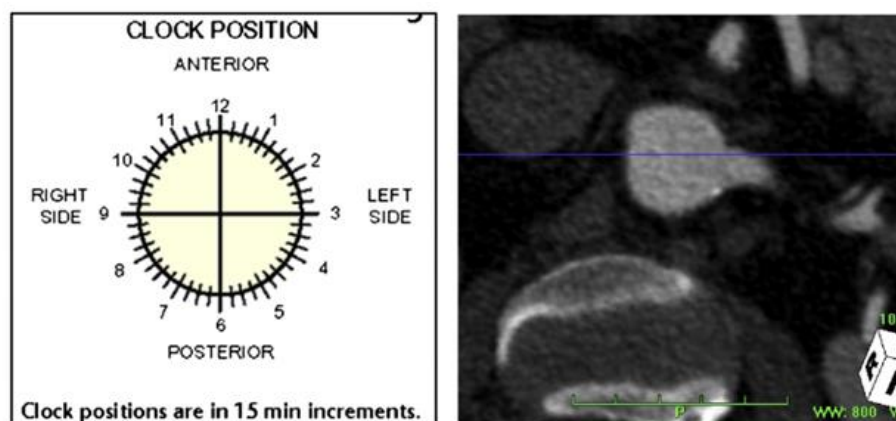


Figure 7 : Cadran horaire permettant d'évaluer la position horaire des artères cibles (image de gauche) avec dans le cas présenté sur l'image de droite, une position de l'origine de l'artère rénale gauche à 3h30 (44)

Caractéristiques des EDP fenêtrées « sur-mesure »

L'EDP fenêtrée conçue par CookMedical est constituée de 3 modules (Figure 5 p.12) :

Un **module fenêtré** (Figures 8 et 9) qui inclut les fenêtres pour les artères cibles (1 ou 2 artère(s) rénale(s) plus l'artère mésentérique supérieure) ; ainsi que l'échancrure (ou « scallop », pour l'AMS et/ou le tronc cœliaque (TC)). Selon le niveau de hauteur de l'origine des artères cibles, ces fenêtres font partie du premier stent proximal ou des deux premiers stents proximaux qui permettront de faire l'étanchéité grâce à leur force radiale. Afin que l'étanchéité soit assurée au niveau proximal, pour le choix du diamètre de l'endoprothèse, un surdimensionnement (« over-sizing ») de 10 à 15% doit être appliqué au diamètre aortique relevé au niveau de la zone où se fera l'étanchéité. La longueur du stent proximal, ou le cas échéant des deux stents proximaux, est de 16mm pour les diamètres de 24 à 32mm et de 21mm pour les diamètres de 34 et 36mm. Ce module est tubulaire et sa partie distale de 22mm de diamètre devra se trouver 20 à 30 mm en amont de la bifurcation aorto-iliaque.

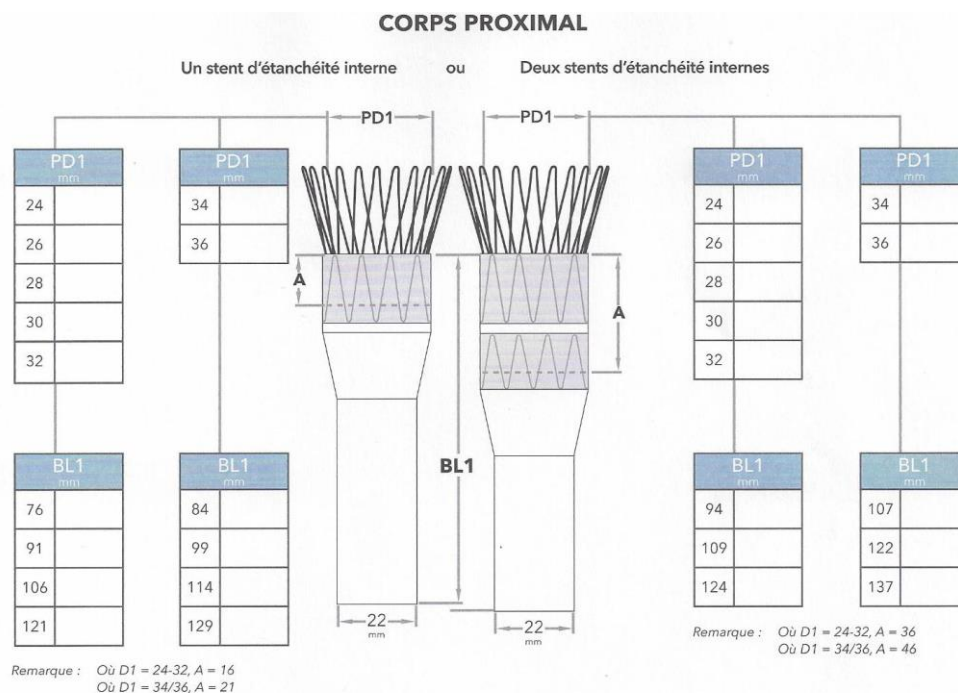
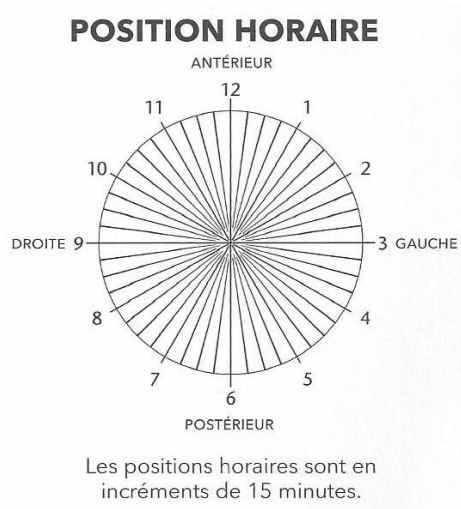


Figure 8 : Plan de sizing du module proximal fenêtré Cook



REMARQUES GÉNÉRALES

Le nombre maximum de fenêtrages est de 3. Le nombre maximum d'un type de fenêtrage particulier est de 2.

Le bord inférieur des fenêtrages doit se trouver dans les limites de la dimension « A » (voir page 1). Toutes les mesures sont en mm.

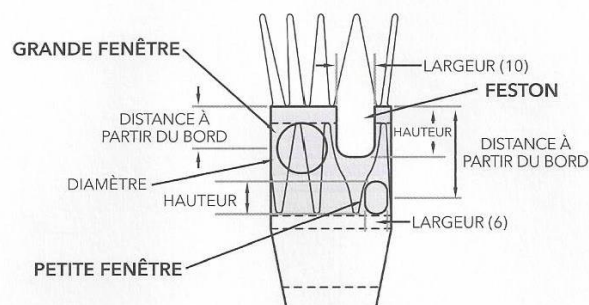


Figure 9 : Schéma pour le positionnement des fenêtrages du module proximal fenêtré

Le **second module** de l'EDP est **bifurqué**. Il s'imbrique dans le module fenêtré avec un chevauchement minimal de 2 stents (36 mm de longueur) sans couverture des fenêtrages. Un diamètre et deux longueurs seront à définir (Figure 10). En ce qui concerne le diamètre (DD3), il s'agit de définir le diamètre de la zone d'étanchéité distale obtenue par le module bifurqué au niveau de l'artère iliaque primitive homolatérale à la montée du système de largage. Pour les longueurs, il faut définir la distance à couvrir depuis le haut de la zone de chevauchement avec le module fenêtré jusqu'à la partie distale de l'artère iliaque homolatérale à la montée du lanceur du module bifurqué (DBL+DLL), ainsi que la longueur (DBL) à couvrir depuis le haut de la zone de chevauchement avec le module fenêtré et jusqu'à l'origine de l'artère iliaque controlatérale, sachant que le moignon controlatéral de ce module bifurqué doit être positionné 15 à 20 mm au-dessus de la bifurcation aorto-iliaque, pour permettre son déploiement en amont de celle-ci et permettre ainsi son cathétérisme depuis l'accès controlatéral, condition nécessaire à la mise en place du 3^{ème} module.

Le 3^{ème} module est un **jambage iliaque** qui va permettre d'obtenir l'étanchéité sur le bas de l'artère iliaque primitive controlatérale à la montée du module bifurqué. La longueur du jambage iliaque est déterminée de manière à implanter son extrémité distale en amont de la bifurcation iliaque afin de ne pas couvrir la naissance de l'artère hypogastrique. Le chevauchement entre le jambage iliaque controlatéral et le moignon du module bifurqué est de 22mm.

L'implantation de ces modules et des stents dans les artères cibles se fait au cours d'une procédure dont les étapes sont bien codifiées (45).

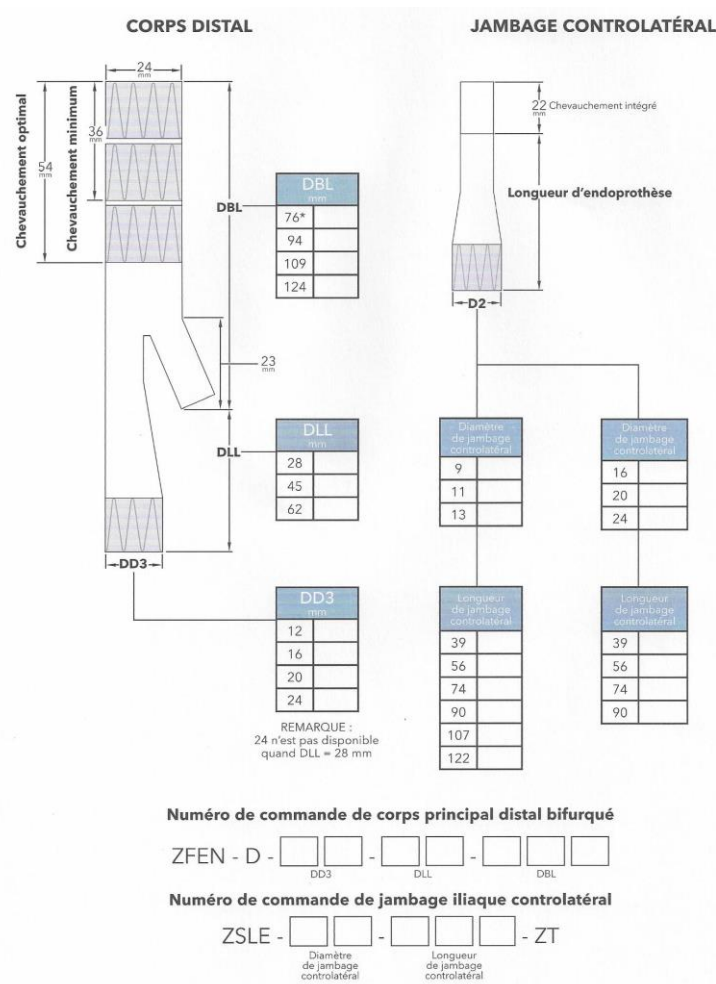


Figure 10 : Plan de sizing des 2^{ème} et 3^{ème} modules

Techniques d'implantation des EDP fenêtrées dans le cas du traitement d'un anévrisme juxta- et para-rénal

Nous allons décrire la technique d'implantation d'une EDP fenêtrée, de type Zenith Fenestrated (Cook Medical, Bloomington, IN) ayant deux fenêtres (une pour chaque artère rénale) et une échancrure pour l'AMS, montée par voie fémorale droite.

La ponction de l'artère fémorale commune peut se faire soit après court abord chirurgical, soit, pour des patients sélectionnés, par ponction percutanée échoguidée. A partir de l'artère fémorale commune gauche, un introducteur de 20French (F), longueur 25 cm est mis en place. Trois introducteurs de 7F sont introduits dans la périphérie de la valve de l'introducteur 20F (Figure 11) : deux introducteurs 7F d'une longueur de 55cm permettant le cathétérisme des fenêtres de l'EDP tandis que le troisième introducteur court permettra de placer une sonde d'angiographie juste en amont du tronc cœliaque (niveau T12).

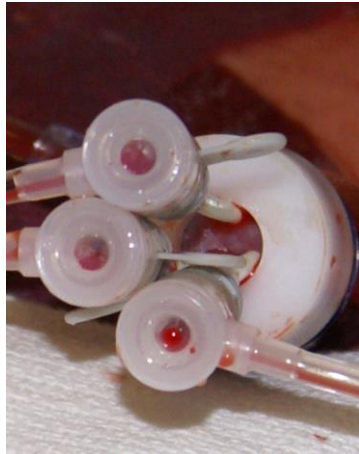


Figure 11 : Introducteur de 20French au travers duquel sont mis en place 3 introducteurs de de 7 French

Dans l'artère fémorale commune droite, un guide hydrophile est monté dans l'aorte ascendante sous contrôle scopique puis remplacé grâce à un échange sur sonde par un guide rigide Lunderquist (CookMedical). Après avoir repéré l'orientation des fenêtres (grâce aux marqueurs radio-opaques qui les sertissent) en effectuant des rotations horaires et anti-

horaires du système de largage sous le capteur plan, l'endoprothèse est montée sur le guide rigide. Le module fenêtré est positionné en regard des ostia des artères rénales, après avoir repéré leur naissance par une courte angiographie (7cc à 30cc/sec).

On peut s'aider également de la fusion, si l'équipement du bloc opératoire le permet, pour positionner le module fenêtré ; à noter que dans ce cas, la première angiographie permet de repositionner précisément le volume artériel pour qu'il coïncide avec l'acquisition angiographique effectuée.

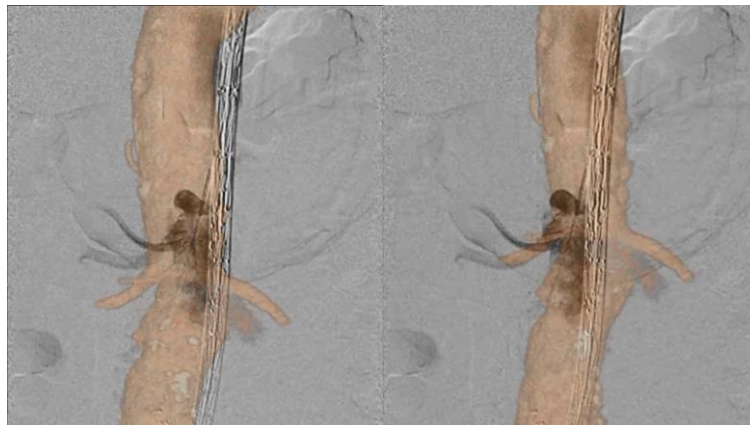


Figure 12 : Fusion avec le scanner préopératoire permettant d'obtenir après recalage du volume osseux sur la fluoroscopie peropératoire un prépositionnement du volume artériel ; il existe un décalage entre le volume artériel et la naissance des artères rénales lors de la réalisation de l'angiographie (image de gauche), le volume artériel est alors repositionné précisément pour coïncider avec le repérage angiographique effectué (image de droite).

Sous contrôle scopique, le module fenêtré est largué partiellement (2/3 de la circonférence). Chaque fenêtre ainsi que l'artère rénale correspondante sont cathétérisées avec un guide hydrophile depuis un des introducteurs de 7F placé dans l'artère fémorale commune gauche et monté dans le corps prothétique. Après changement sur sonde du guide hydrophile pour un guide rigide de type Rosen (CookMedical), chaque introducteur 7F est positionné dans l'artère rénale à travers la fenêtre correspondante. Deux stents couverts expansibles sur ballon de type Atrium AdvantaV12 (Maquet) sont ensuite avancés à travers les introducteurs 7F et

positionnés à cheval sur les fenêtres avec deux tiers dans l'artère rénale et un tiers dans la lumière du module fenêtré (Figure 13). Une fois le système stabilisé, on réalise le largage complet du module fenêtré puis le déploiement du stent proximal non couvert de ce module.

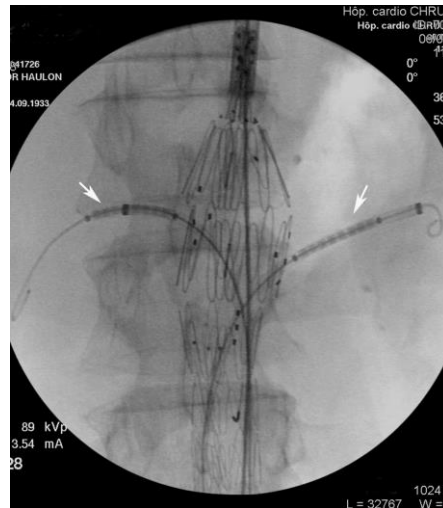


Figure 13 : Module fenêtré largué partiellement avec mise en place des deux introducteurs longs de 7F (passant dans la fenêtre puis dans l'artère rénale cible) à travers lesquels sont avancés les stents rénaux.

L'utilisation d'un ballon compliant de type CODA (CookMedical) pour appliquer la partie proximale du module fenêtré doit être réalisée à ce moment-là. Après retrait partiel de la gaine de l'introducteur de 7F et vérification du bon positionnement du stent dans l'artère rénale, ce dernier est déployé. La déflation du ballon sur lequel était serti le stent est réalisée de façon simultanée au repositionnement de l'introducteur dans l'artère rénale stentée. Afin de riveter le stent, un ballon de 10mm de diamètre sur 2cm de long est utilisé pour surdilater la partie du stent présente dans la lumière du module fenêtré (Figure 14).

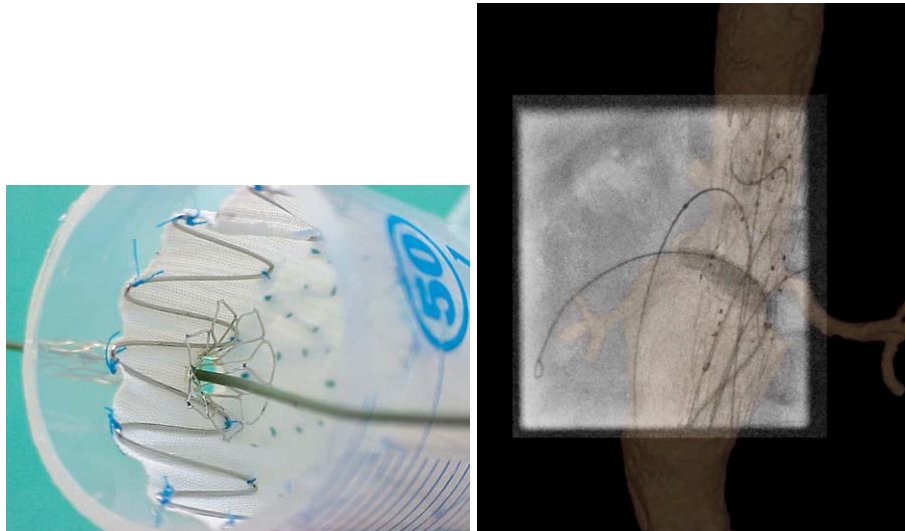


Figure 14 : Photos ex vivo (image de gauche) et lors d'une procédure avec fusion d'image (image de droite) d'un stent rénal implanté à cheval sur la fenêtre rénale droite avec 1/3 dans la lumière aortique et 2/3 dans l'artère rénale. L'aspect en rivet est obtenu en « sur dilatant » la portion aortique du stent, afin d'obtenir un système étanche.(43)

Un contrôle angiographique sélectif est réalisé. La même manœuvre est effectuée du côté controlatéral. La sonde d'angiographie venant de l'introducteur fémoral gauche est ensuite positionnée juste en amont de la bifurcation aorto-iliaque afin de la visualiser pour permettre le déploiement du module bifurqué.

La technique d'implantation du module bifurqué est ensuite similaire à celle d'une endoprothèse bifurquée conventionnelle, en prenant garde toutefois à ne pas couvrir l'une ou l'autre des fenêtres rénales avec la partie haute du module.

Un contrôle artériographique final ou une acquisition rotationnelle (3D-CT), en fonction des possibilités de la salle d'intervention permet de s'assurer du bon positionnement de l'EDP, de la perméabilité des vaisseaux cibles et de l'absence d'endofuite périprothétique.

2.2.3 Alternative endovasculaire : technique de la « cheminée »

Le principal avantage de cette technique est sa disponibilité immédiate en cas de nécessité de traitement en urgence. La technique de « la cheminée » (chimney) ou « snorkel » technique, a été proposée pour la première fois en 2003 par l'équipe de Greenberg (46). Cette procédure comporte le déploiement simultané d'une endoprothèse aortique et de stents, le plus souvent couverts, dans les branches de l'aorte couvertes par l'EDP aortique. La partie proximale des stents viscéraux est placée parallèlement à l'endoprothèse aortique (entre l'EDP aortique et le mur aortique). Les stents couverts s'étendent soit au-dessus de l'endoprothèse aortique, (technique de la cheminée classique) soit en-dessous de cette dernière (technique de cheminée renversée ou technique « périscope ») cela afin d'assurer la perfusion antérograde ou rétrograde des artères rénales ou digestives (47).

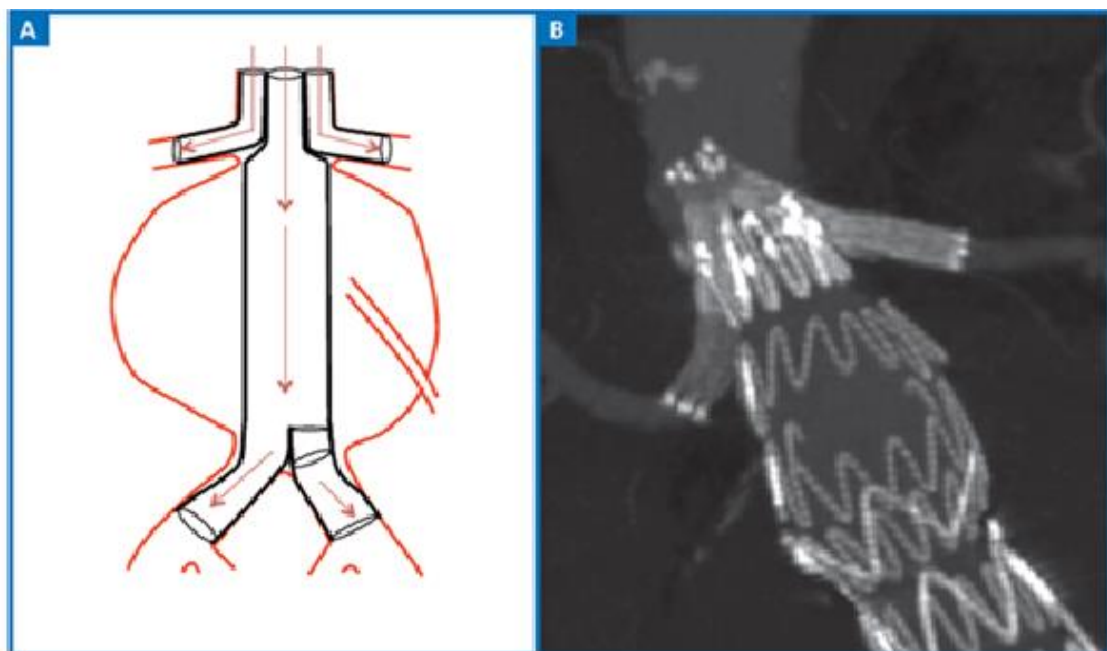


Figure 15 : Schéma (A) et Reconstruction d'un scanner postopératoire (B) d'une technique de la cheminée (26).

2.3 Résultats des techniques chirurgicales disponibles pour le traitement des anévrismes juxta- et para-rénaux

2.3.1 Résultats de la chirurgie conventionnelle

La méta-analyse de Jongkind sur le traitement par chirurgie conventionnelle des anévrismes juxta-rénaux (48) reprenait 21 études, colligeant 1 256 patients, et rapportait un taux moyen de **mortalité périopératoire** de 2,9% dans le cadre d'une chirurgie électorive [IC95, 1,8% - 4,6%]. Le taux moyen d'insuffisance rénale postopératoire nécessitant une **dialyse à long terme** était de 5,7% [IC95, 3,2%-6,2%].

Pour la plupart des auteurs, le pronostic et les complications de ces patients porteurs d'anévrisme aortique sans collet sous-rénal sont liés essentiellement au niveau de clampage aortique. Sarac & al. (49) retrouvaient que le clampage supra-viscéral augmentait le risque de mortalité (OR 6,1 ; IC 95% : 1,1-32,9) et d'insuffisance rénale postopératoire (OR 3,3 ; IC 95% : 1,4-7,8) comparé à un clampage effectué en amont des artères rénales, mais en dessous de l'AMS. Néanmoins, le clampage supra-viscéral n'a pas été retrouvé comme étant un facteur de risque statistiquement significatif pour la mortalité ou le dysfonctionnement rénal post-opératoire ni dans l'étude de Shortell & al. (50) ni dans celle de Knott & al (51).

Les chirurgiens partisans du clampage supra-viscéral, c'est-à-dire au-dessus de l'artère mésentérique supérieure (AMS) ou du tronc cœliaque (TC), mettent en avant une diminution du risque d'embolie distale en raison, tout d'abord, du caractère moins pathologique de l'aorte à ce niveau, et également en raison de la moindre mobilisation de ces anévrismes potentiellement emboligènes (50)(52)(53). Les chirurgiens recommandant un clampage inter- ou supra-rénal arguent que le clampage supra-viscéral induit, par définition, une ischémie viscérale, un syndrome d'ischémie-reperfusion à l'origine de défaillances multi-viscérales et

augmente également la post-charge cardiaque génératrice d'événements coronariens plus fréquents (53)(54)(55).

Plus récemment, Tsai et al. (56) se sont intéressés aux résultats à long terme et à la durabilité du traitement des anévrismes juxta-rénaux par chirurgie ouverte. L'idée était de définir des normes, auxquelles les résultats par endoprothèses branchées et fenêtrées puissent être comparées. Dans leur série de 199 patients, concernant les résultats précoces, **la mortalité à 30 jours** était de 2,5%, la **survenue d'Insuffisance Rénale Aigüe (IRA)** de 8,5% avec seulement 2% de **recours à la dialyse**. Concernant le suivi durant une période moyenne de 56 mois, on comptait 59 décès conduisant à une survie actuarielle de 74% +/- 3,3% à 5 ans.

Le traitement chirurgical conventionnel est actuellement toujours considéré comme le traitement de référence pour la prise en charge des anévrismes juxta- et para-rénaux avec des résultats durables (51)(54)(56)(57). Cependant, chez les patients considérés comme étant à « haut risque chirurgical », pour lesquels la chirurgie n'est pas une option envisageable, on pourra proposer un traitement endovasculaire.

2.3.2 Résultats des EDP fenêtrées

La faisabilité technique et les bons résultats des EDP fenêtrées dans le traitement des anévrismes juxta- et para-rénaux à court et moyen termes sont désormais établis dans la littérature.

En 2010, Haulon & al. publiaient les résultats de **l'expérience initiale** du traitement par EDP fenêtrée pour les anévrismes à collet court dans 13 centres français avec un suivi moyen de 10 mois (extrêmes allant de 1 à 38 mois) (14). Chez 78 patients, la perfusion de 237 vaisseaux cibles était assurée par des fenêtres, soit une médiane de 3 par patient, avec un succès technique de 99%. Le taux de mortalité à 30 jours était de 2,5%. Si 11% des patients avaient une détérioration de leur fonction rénale (diminution de plus de 30% du taux de filtration glomérulaire), le recours à la dialyse permanente était nécessaire chez 1 patient. Concernant la perméabilité des vaisseaux cibles, elle était respectivement de 98%, 97% et 95% à 6, 12 et 18 mois. Le taux de ré-intervention au cours du suivi était de 10%.

En 2010, Amiot & al. (58) publiaient une mise à jour de l'expérience multicentrique française avec un total de 134 patients (soit 403 vaisseaux cibles dont 265 artères rénales) pris en charge entre mai 2004 et janvier 2009 avec un suivi moyen de 15 mois (extrêmes allant de 2 à 53 mois).

Cette série est incluse à la fois dans la méta-analyse de Cross qui reprend 11 études colligeant au total 660 patients (20) et dans une revue récente de littérature de Linsen & al. parue en 2012 (59) qui comprend 9 études colligeant ainsi 629 patients.

Les taux **de mortalité à 30 jours** retrouvés étaient respectivement de 2% (20) et de 2,1% (59).

Le **taux de conversion** rapporté était faible (0,3 %) (59) ce qui est comparable au traitement endovasculaire par EDP standard (0,8 %) (2).

Le **taux de succès technique** peropératoire allait de 90,4 à 100% (59)(20).

L'incidence du **recours à la dialyse** transitoire et permanente rapportée était respectivement de 1,5% (10 patients) et 1,2% (8 patients) dans la méta-analyse de Cross tandis que Linsen rapportait une incidence sans distinction (entre le caractère transitoire et permanent) de 2,1 %.

Le **taux de perméabilité des vaisseaux cibles** était de 93,2 % à la fin du suivi qui allait de 15 à 25 mois pour Linsen (59). Le **taux de réinterventions** après traitement par EDP fenêtrée dans cette revue de la littérature, était de 17,8 % [IC95, 13,5% - 22,6%]. (59)

Concernant le **suivi à plus long terme**, en 2013, Mastracci & al. (60) évaluaient le maintien de la perméabilité des fenêtres et/ou branches chez 650 patients traités par EDP fenêtrées et branchées pour des anévrismes juxta-rénaux, para-rénaux et thoracoabdominaux. Au cours du suivi moyen de 3 ans, seulement 30 occlusions de vaisseaux cibles sur 1 679 traités (1,7%) étaient rapportées.

Après avoir publié, en 2009, les résultats du traitement par EDP fenêtrée d'une cohorte de 54 patients suivie à court et moyen termes (16), Kristmundsson & al. rapportaient en 2014, le suivi à plus long terme de cette même cohorte (61) avec des suivis médians cliniques et par imagerie de contrôle respectivement de 67 (IQR 37-90) et de 60 mois (IQR 35-72). La perméabilité primaire des 134 vaisseaux cibles, était respectivement de 94% +/- 2%, 91% +/- 3% et de 90% +/- 3% à 12, 36 et 60 mois. Concernant la fonction rénale, on notait au cours du suivi, une diminution de 17% du taux de filtration glomérulaire et la nécessité d'une dialyse permanente chez un patient en rapport avec une occlusion de stent rénal. La survie sans réintervention, était respectivement de 88% +/- 5%, 69% +/- 7% et de 56% +/- 5% à 12, 36 et 60 mois. Au moins une réintervention était nécessaire chez 37% des patients de la cohorte ;

les réinterventions étaient liées pour 29% à une endofuite, pour 26% à un problème de vaisseau cible et pour 13% à un problème de jambage. La survie globale était évaluée à 93 % +/- 4 % à 12 mois, 76 % +/- 6 % à 36 mois et 60 % +/- 7 % à 60 mois.

L'ensemble de ces résultats concerne des cohortes de patients traités de manière élective. Les EDP fenêtrées ne permettent pas de traiter des patients dans un contexte d'urgence. La technique cheminée est une alternative permettant la prise en charge des patients en cas de rupture, certains auteurs partisans de cette technique en font même une alternative crédible pour des patients électifs.

2.3.3 Résultats de la technique cheminée

Dans une revue de la littérature parue dans le Journal of Vascular Surgery (JVS) en 2012, Moulakakis & al. (47) ont repris 15 études parues avant avril 2011 sur la technique de la cheminée pour le maintien de la vascularisation des artères viscérales, colligeant ainsi 93 patients, afin d'étudier la sécurité et l'efficacité de cette technique. Dans la majorité des cas (77,4%) cette technique était utilisée pour le traitement d'anévrismes juxta- et para-rénaux et 24,7% des procédures étaient réalisées dans le cadre de l'urgence (anévrisme symptomatique ou rompu). Le succès technique primaire était assuré chez tous les patients avec cependant la survenue d'endofuite de type 1 chez 13 patients (14%) dont trois détectées et traitées en peropératoire. Durant le suivi moyen de 9 +/- 1 mois, 131 stents sur 134 (97,8 %) utilisés pour réaliser les « cheminées » sont restés perméables. L'incidence des complications rénales était de 11,8%, celle des infarctus cérébraux (liées à la navigation depuis les troncs supra-aortiques) était 3,2%. La mortalité à 30 jours était de 4,3%.

Cette méta-analyse évaluait les résultats à court terme du traitement par la technique de cheminée et, à ce jour, il n'existe pas de résultats au long cours de l'exclusion endovasculaire par cette technique. Seules deux séries ont un suivi au-delà d'un an :

La première, est celle de Lachat & al. (62), qui portait sur 77 patients dont 55 (71,4%) APR avec un suivi moyen de 25,5 mois (extrêmes allant de 1 à 121 mois). Le succès technique immédiat, était de 99%. L'imagerie postopératoire mettait en évidence l'existence de 19 endofuites de type I (24,7%), 14 de type 2 et 1 de type III. Au terme du suivi seules 3 endofuites de type I et III persistaient (3,9%), sans survenue d'endofuite secondaire, et 13 patients nécessitaient une réintervention (17%).

La seconde est celle de Ducasse (63) portant sur 22 patients avec un suivi moyen de 18 mois (extrêmes allant de 7 à 35 mois). Au cours du suivi, on notait une exclusion de l'anévrisme chez tous les patients sans objectivation d'endofuites de type I et III, de sténoses de stent, et/ou de détérioration de la fonction rénale.

2.4 Limites des techniques endovasculaires

2.4.1 Limites des EDP fenêtrées

Les EDP fenêtrées sont confectionnées sur mesure à partir des données de l'angioscanner préopératoire. Les délais depuis la planification, jusqu'à la confection, la livraison puis l'implantation sont estimés à environ 6 à 8 semaines ; or le risque de rupture demeure sur cette période. Ce traitement n'est donc pas adapté aux patients nécessitant une prise en charge en urgence.

De plus, l'aspect médico-économique intervient dans la discussion sur le réel bénéfice rendu et attendu pour les patients porteurs d'un de ces anévrismes aortiques dépourvus de collet sous-rénal. Le coût relativement important de cette technique (environ 15 000€) ralenti sa diffusion.

En 2011, Coscas & al. (64) abordaient l'aspect médico-économique dans le traitement des AJR : le coût d'une EDP fenêtrée avec deux fenêtres pour les rénales et une échancrure pour l'AMS serait de 18 551,87 € (hors taxes) contre 8 230,64 € (hors taxe) pour une cheminée avec perfusion de deux rénales.

2.4.2 Limites de la technique cheminée

Un des principaux inconvénients de cette technique est la présence de « gouttières » perméables entre l'EDP et les stents revascularisant les artères cibles. Elles sont responsables de défauts d'étanchéité (endofuites de type Ia), présents dans un grand nombre de cas (10,7% en postopératoire, soit 10 cas sur 93 patients dans la revue de la littérature de Moulakakis & al.(47) et 24,7% (19 patients sur 77) dans la série de Lachat (62)). La persistance de la perméabilité de ces gouttières met en jeu l'efficacité du traitement. Plusieurs auteurs

suggèrent que des longueurs plus importantes et des diamètres plus petits de stents pourraient être des facteurs favorisant l'obtention de l'étanchéité.

Un autre facteur qui peut limiter le succès de cette technique est le nombre de cheminées à réaliser pour exclure l'anévrisme (65). Théoriquement, plus le nombre de cheminées mises en place est grand, plus le risque d'endofuite est important. Toutes les séries publiées sont de petite taille et n'ont donc pas pu démontrer de manière statistiquement significative ce lien. Dans leur revue de la littérature, Moulakakis & al. (47) retrouvaient une incidence de 7 % d'endofuite de type 1 chez les patients ayant reçu une cheminée unique, de 15,6 % chez les patients en ayant eu deux, et respectivement 0 % et 100 % chez les patients en ayant eu trois et quatre.

Un autre frein à la généralisation de cette technique, est qu'il faut disposer d'accès vasculaires relativement sains depuis les troncs supra-aortiques pour limiter le risque d'accident vasculaire cérébral par décollement de plaque.

2.5 EDP fenêtrées standardisées

2.5.1 Introduction

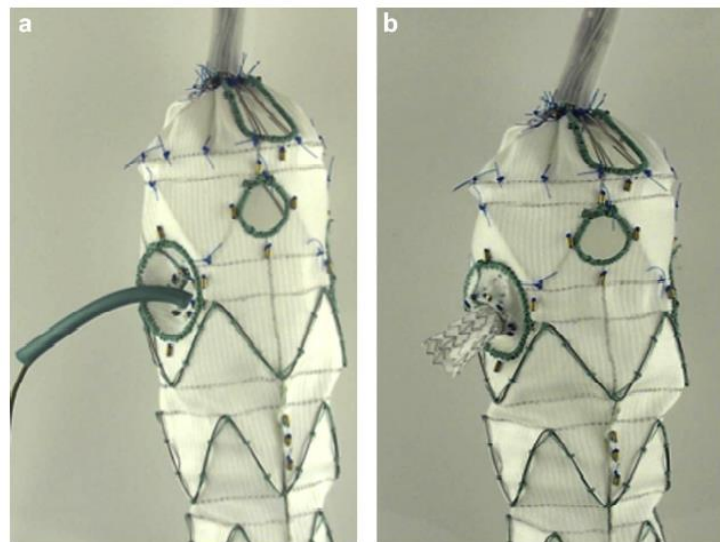
Pour pallier aux inconvénients de ces différentes techniques, des endoprothèses fenêtrées dites standardisées, c'est-à-dire non spécifiques à l'anatomie d'un patient, et utilisables en cas d'urgence sont proposées et développées par deux fabricants d'EDP.

Dans un article paru en 2011, Azzaoui & al. (44) évaluaient le degré de reproductibilité de l'anatomie des branches de l'aorte inter-rénale chez les patients porteurs d'anévrismes juxta-rénaux. A partir des reconstructions curvilinéaires de 289 angioscanners de patients présentant un AJR traité par la mise en place d'une EDP fenêtrée avec deux fenêtres pour les artères rénales et une échancrure pour l'AMS, les mesures successives du diamètre aortique inter-rénal, ainsi que l'orientation et la distance de chaque ostium rénal était réalisées, en prenant comme référence l'ostium de l'AMS. La médiane de la position horaire des ostia rénaux a ainsi pu être définie comme étant à 2h45 (82,5°) (extrêmes de 37,5° à 150°) et à 9H30 (285°) (extrêmes de 240° à 337,5°) respectivement à gauche et à droite. La médiane de leur distance par rapport à l'AMS était de 9 mm (extrêmes allant de 0 à 30) pour l'ostium rénal gauche, et de 8 mm (extrêmes allant de 3 à 30) pour l'ostium rénal droit. En élaborant un module fenêtré standardisé avec des fenêtres rénales de 6 mm de large au niveau des positions médianes calculées, seuls 20,7% des patients de la série auraient pu être traités. Par contre, avec un module ayant des fenêtres mesurant 10 mm de diamètre centrées sur les positions rénales calculées, 47,7% des patients de la série auraient pu être traités (dans les modules « sur-mesure », le diamètre des fenêtres rénales va de 6 à 8mm pour les petites fenêtres et est de 8, 10 ou 12mm pour les grandes fenêtres).

Ainsi, l'anatomie de l'aorte inter-rénale et de ses branches, serait suffisamment reproductible pour concevoir une EDP standardisée qui permettrait de traiter quasiment la moitié des patients présentant un anévrisme juxta-rénal, sous réserve de la possibilité de pouvoir fabriquer des fenêtres de 10mm de diamètre et à condition que ces données soient confirmées sur un échantillon de patients plus large.

En 2012, Resch & al. ont publié la première expérience clinique utilisant une EDP aortique fenêtrée standardisée développée par CookMedical chez 7 patients présentant un anévrisme juxta- ou para-rénal (figure 16) avec d'excellents résultats à court terme.

T.A. Resch et al. / European Journal of Vascular and Endovascular Surgery 43 (2012) 655–660



*Figure 16 : a. Prototype de dispositif standardisé avec un système de fenêtres en pivot
b. Dans ce prototype, l'utilisation d'un stent couvert permet de diriger caudalement le système de fenêtre en pivot (66)*

Endologix (Irvine, Californie) s'est également lancé dans la confection des EDP fenêtrées standardisées avec le développement du module Ventana.

2.5.2 Description des endoprothèses fenêtrées standardisées

Actuellement, deux modèles d'endoprothèses fenêtrées standardisées sont en cours d'évaluation : la Zenith pivot branch (p-branch), développée par CookMedical, qui se décline en 2 modèles de modules fenêtrés et le système Ventana développé par Endologix.

Endoprothèse p-branch

Deux modèles d'endoprothèses fenêtrées standardisées développés par CookMedical sont proposés sur une base identique. Il s'agit d'une endoprothèse fenêtrée composée de trois fenêtrés (deux pour les artères rénales et une pour l'AMS) ainsi que d'une échancrure pour le tronc cœliaque, disponible dans des diamètres allant de 26 à 36mm. Elle peut être utilisée soit, le plus fréquemment, comme le composant proximal d'un système comportant trois modules (avec le module bifurqué et l'extension iliaque), soit seule en cas d'endofuite proximale compliquant un traitement endovasculaire antérieur si le corps de l'EDP bifurquée, déjà en place, présente un diamètre de moins de 22 mm.

Elle est composée d'un stent proximal non couvert permettant un ancrage supra-cœliaque, puis de stents en nitinol recouverts d'une prothèse de polyéthylène téréphtalate (Dacron®), entre les mailles desquels sont enchâssées les fenêtrés.

La particularité de cette EDP repose sur l'existence de fenêtrés pour les artères rénales de 6 mm de diamètre positionnées au centre d'un large dôme (15mm de diamètre et 5mm de profondeur), qui permet le cathétérisme des artères rénales avec une plus large distribution topographique que s'il s'agissait d'une fenêtré simple (Figure 17).



Figure 17 : Système de fenestration sur dôme : fenêtre de 6 mm de diamètre pour l'artère rénale positionnée au centre d'un large dôme (15mm de diamètre sur 5mm de profondeur) (21).

La fenêtre pour l'AMS mesure 8 mm de diamètre. La perméabilité du tronc cœliaque est assurée grâce à une échancrure (ou scallop) qui est positionnée à 12h30 (si l'on considère l'AMS à 12h00). La différence entre les 2 modèles de p-branch est déterminée par la hauteur du positionnement des fenêtres les unes par rapport aux autres, par la largeur de l'échancrure pour le tronc cœliaque, ainsi que la longueur globale du module fenêtré (Figure 18).

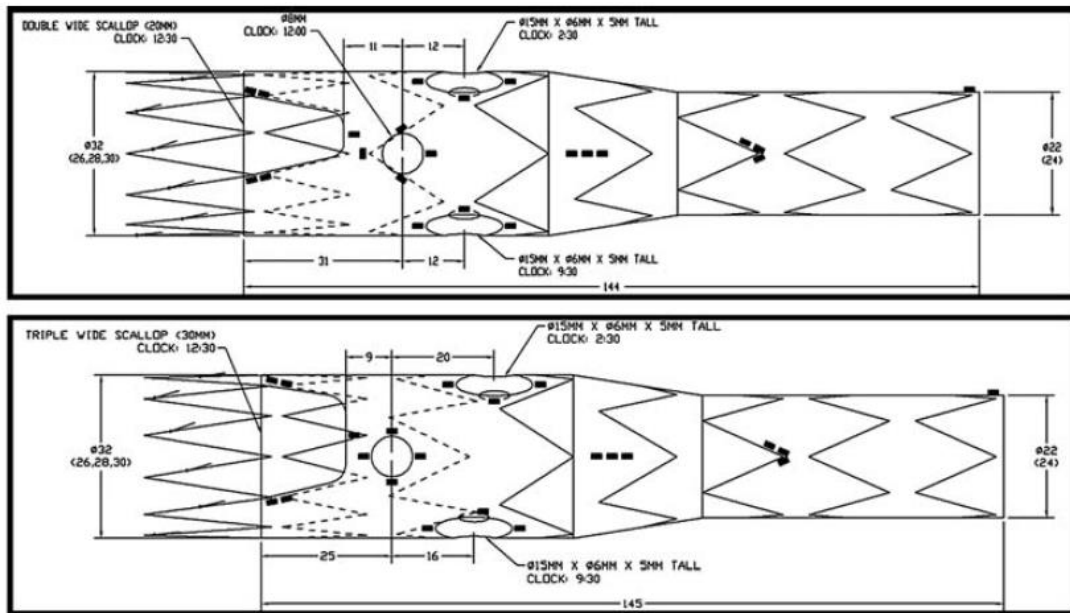


Figure 18 : Modèles 1 (en haut) et 2 (en bas) d'EDP fenêtrée standardisée p-branch centrés autour d'une fenêtre de 8 mm de diamètre pour AMS positionnée à 12h00. L'échancrure pour le TC est à 12h30 et est située soit 11 mm au-dessus de l'AMS avec des dimensions de 20 mm de large sur 20mm de haut (double wide) (modèle 1), soit 9mm au-dessus de l'AMS, mesurant 30mm de large sur 14mm de haut (triple wide) (modèle 2). La position horaire des deux fenêtres rénales est à 2H30 pour l'artère rénale gauche et à 9H30 pour l'artère rénale droite. Les deux fenêtres rénales sont soit à la même hauteur (12mm en dessous de l'AMS) (modèle 1), soit décalées, respectivement à 16 et 20mm en dessous de l'AMS pour les rénales droite et gauche (modèle 2)(21).

Le système Ventana

Le 2 novembre 2010, Endologix annonçait la première implantation de l'EDP standardisée Ventana à Auckland, Nouvelle-Zélande, par Andrew Holden et Andrew Hill, qui sont parvenus à exclure avec succès un anévrisme juxta-rénal tout en maintenant la perfusion des artères rénales et viscérales. Il s'agissait là du premier cas dans l'étude pilote du système fenêtré Ventana.

Le système Ventana est composé de trois modules tous développés par Endologix :

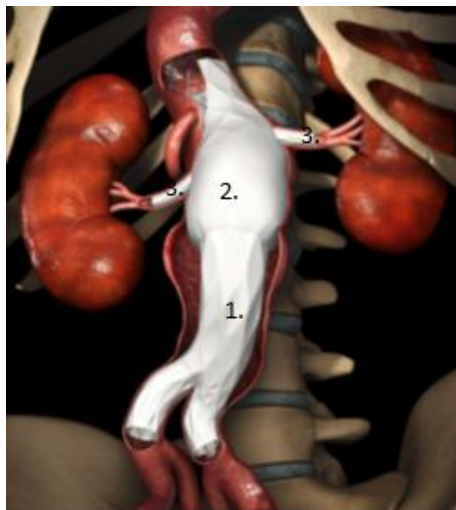


Figure 19 : Représentation schématique du système Ventana qui se compose (1) d'une EDP bifurquée qui s'implante et repose sur la bifurcation aortique, (2) de l'extension proximale fenêtrée Ventana et (3) des stents rénaux X-pand (69).

1. **Le module bifurqué** est un corps prothétique auto-expansible en chrome cobalt sur lequel est cousue chirurgicalement, au niveau proximal et distal, une prothèse en ePTFE (polytétrafluoroéthylène expansé). Ce corps s'implante au niveau de la bifurcation aortique, en prenant appui sur cette dernière, et peut être utilisé seul dans le traitement des anévrismes sous-rénaux. Les diamètres disponibles sont 22 ou 25mm.

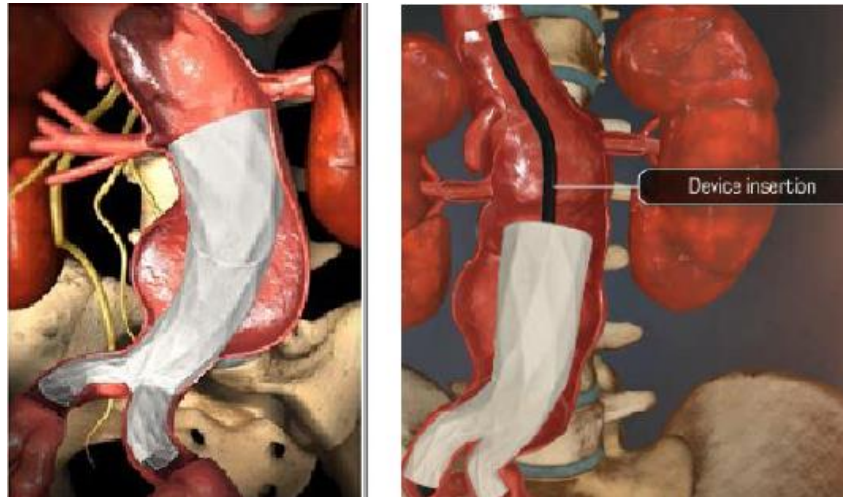


Figure 20 : module prothétique bifurqué (Ventana, Endologix) utilisé seul (image de gauche) et comme module distal bifurqué avant mise en place d'un module fenêtré pour le traitement d'un APR (image de droite).

2. Le module d'extension proximal fenêtré Ventana a le même type de maille de stent que le module bifurqué et est couvert d'ePTFE excepté au niveau de son échancrure antérieure, longue de 4cm (qui permet de ne pas couvrir l'origine du TC et de l'AMS) et des deux fenêtres (pour les artères rénales droite et gauche) de 3mm de diamètre, non renforcées, expansibles jusqu'à 10mm (Figure 21).

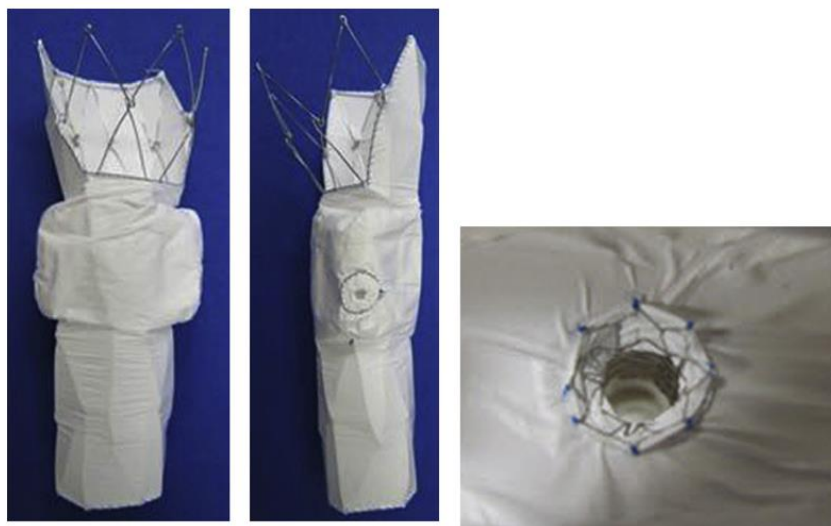


Figure 21 : Photos d'une vue frontale (image de gauche) et latérale (au centre) du dispositif standardisé Ventana. Image de droite : détail d'une fenêtre rénale (67).

La position des fenêtres est modulable dans le plan axial et sagittal. Le diamètre du stent proximal du module fenêtré varie de 24 à 38mm et celui du stent distal est de 28mm.

L'EDP Ventana est constituée de stents auto-expansibles et son système de déploiement a un diamètre de 22F. Tout comme l'EDP fenêtrée standardisée de CookMedical, son système de déploiement inclut deux introducteurs pré-chargés à travers les fenêtres rénales de 6,5 F, pour faciliter leur cathérisme (Figure 22).

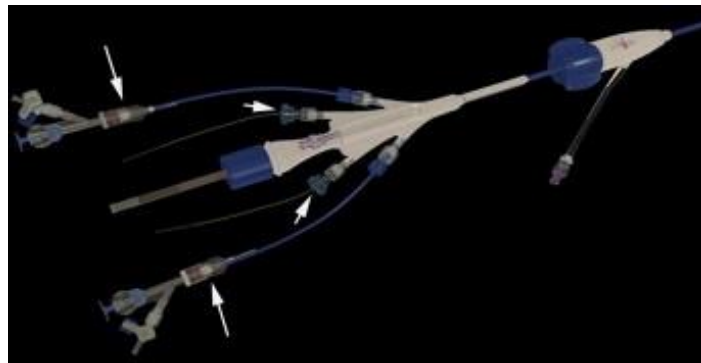


Figure 22 : Système de déploiement de l'EDP standardisée Ventana avec une poignée centrale qui présente de part et d'autre deux introducteurs de 6,5F (longues flèches) et des pushers ou propulseurs de fenêtres (flèches courtes) (68).

Une particularité du système tient au fait que les segments proximaux et distaux de l'EDP sont maintenus dans la gaine de déploiement pendant que les artères rénales sont cathétérisées ; ceci donne une certaine maniabilité. Le déploiement de l'EDP ne se fait ainsi qu'après cathétérisme des artères rénales à travers les introducteurs pré-chargés (Figure 23).



Figure 23 : Etape de cathétérisme des artères rénales (image de gauche) puis du déploiement de la partie proximale de l'extension fenêtrée Ventana (image de droite) (69).

3. **Les stents rénaux X-pand** sont des stents en chrome-cobalt couverts d'ePTFE sertis sur des ballons ayant un profil de 5 ou 6 F et permettant de traiter des artères rénales de 4 à 8 mm de diamètre. Trois longueurs sont disponibles : 18, 23 ou 35mm, dont les 5mm proximaux doivent être inflatés dans la lumière de l'EDP.



Figure 24 : Stent rénal X-pand (image de gauche) déployé (image de droite) dans l'artère rénale droite (69).

Dans ce travail, nous avons étudié l'anatomie de 100 patients consécutifs traités de manière élective avec des EDP fenêtrées sur-mesure (2 ou 3 fenêtres) porteurs d'AJR ou d'APR ; le but du travail étant d'évaluer l'éligibilité des patients aux différents modèles d'EDP fenêtrées standardisées proposées à l'heure actuelle.

3 MATERIEL ET METHODE

3.1 Population de patients

Les patients traités dans notre centre par EDP fenêtrée (2 ou 3 fenêtres) pour un AJR ou APR entre juin 2009 et juin 2013 ont été considérés dans cette étude. L'ensemble des données des patients a été analysé rétrospectivement à partir d'une base de données remplie de façon prospective.

Ces patients avaient tous bénéficié d'un angioscanner thoraco-abdomino-pelvien en coupes millimétriques.

Les patients ayant été pris en charge en urgence, par EDP munies de 4 fenêtres, ainsi que les patients ayant bénéficié de l'implantation d'un module proximal fenêtré dans le cadre du traitement d'une endofuite de type I sur une endoprothèse sous-rénale préalablement implantée ont été exclus de l'étude.

3.2 Imagerie et relevé des données anatomiques

L'angioscanner réalisé en préopératoire pour les patients inclus a été analysé sur une station de travail radiologique dédiée (Aquarius inTuitionViewer, Terarecon) permettant des reconstructions multiplanaires et curvilinéaires. Une ligne centrale passant par le centre de la lumière aortique était générée de façon automatique ou semi-automatique par un algorithme inclus dans le logiciel de la station de travail. Si nécessaire, cette ligne centrale était repositionnée manuellement au centre de la lumière. Ces reconstructions ont permis de relever de manière précise (comme décrit dans le tableau 1) les diamètres à différents niveaux de l'aorte abdominale et des artères rénales (dans un plan orthogonal à la ligne centrale), les différentes hauteurs entre les artères viscérales, rénales, et la bifurcation aorto-iliaque, ainsi

que la position horaire de l'origine des artères viscérales et rénales avec comme point de référence (établi à 12:00) le centre de l'origine de l'AMS.

<p>Mesures de hauteur (mm) avec les distances entre :</p> <hr/> le bas du tronc coélique (TC) et le centre de l'AMS (bTC/mAMS) le bas du TC et le bas de l'AMS (bTC/bAMS) le bas du TC et le centre de l'artère rénale droite (bTC/mARD) le bas du TC et le centre de l'artère rénale gauche (bTC/mARG) le bas du TC et la bifurcation aortique (bTC/BiAo) le bas du TC et le début/top de l'anévrisme (bTC/TopAn)
<p>Mesures de diamètre aortique</p> <hr/> au niveau du centre du tronc coélique (mTC) au niveau du centre de l'AMS (mAMS) 15mm en dessous du bas de l'AMS (15mm down AMS)
<p>Mesures des diamètres des vaisseaux cibles</p> <hr/> TC, AMS ARG, ARD
<p>Position horaire point référence origine de l'AMS à 12:00</p> <hr/> origine TC origine ARG origine ARD
<p>TC:Tronc Coeliaque, AMS:Artère Mésentérique Supérieure, ARD: Artère Rénale Droite, ARG: Artère Rénale Gauche, BiAo: Bifurcation aortique, TopAn: début de l'anévrisme, m:milieu, b:bas</p>

Tableau 1 : Relevé des diamètres, hauteurs et position horaire des différents points d'intérêt

Les données anatomiques relevées étaient confrontées aux critères d'éligibilité pour une EDP fenêtrée standardisée (COOK#1, et/ou COOK#2 et/ou Ventana), qui ont été définis à partir des données des fabricants, afin de définir combien de patients pouvaient prétendre à l'implantation d'un de ces modèles d'EDP (tableaux 2 et 3).

L'éligibilité des patients a aussi été analysée en excluant le critère trop restrictif et que l'on a jugé modifiable de longueur totale proposée pour les modèles d'EDP p-branch (144 et 145 mm respectivement pour le modèle 1 et le modèle 2).

Critères anatomiques d'éligibilité pour l'endoprothèse standardisée p-branch

	COOK#1	COOK#2
DIAMETRE (en mm)		
Aorte de la zone d'étanchéité proximale (TC)	22-31	22-31
HAUTEURS (en mm) entre:		
bas du TC et la bifurcation aortique	>149	>154
bas du TC au centre de l'AMS	>11	>9
centre de l'AMS au centre de l'ARD	5 à 19	9 à 23
centre de l'AMS au centre de l'ARG	5 à 19	13 à 27
POSITION HORAIRE		
Centre du TC	11:30-13:30	10:30-14:30
Centre de l'ARG	02:00-03:00	02:00-03:00
Centre de l'ARD	09:00-10:00	09:00-10:00

TC:Tronc Cœliaque, AMS:Artère Mésentérique Supérieure, ARD: Artère Rénale Droite, ARG: Artère Rénale Gauche

Tableau 2 : Critères anatomiques d'éligibilité pour les 2 modèles d'EDP fenêtrée standardisée p-branch.

Critères anatomiques d'éligibilité pour l'endoprothèse standardisée Ventana

	Ventana
DIAMETRE (en mm)	
Aorte de la zone d'étanchéité proximale (AMS et 15mm sous l'AMS)	18-34
Artère rénale	4 à 8
HAUTEURS (en mm) entre:	
bas de l'AMS et la bifurcation aortique	>90
bas de l'artère rénale la plus basse et la bifurcation aortique	>70
bas de l'AMS et le centre de l'ARD	0 à 35
bas de l'AMS et le centre de l'ARG	0 à 35
entre l'ARD et l'ARG	0 à 30
POSITION HORAIRE	
angle entre l'ARD et l'ARG	90°-210°
angle entre AMS et TC	≤ 60°

TC:Tronc Cœliaque, AMS:Artère Mésentérique Supérieure, ARD: Artère Rénale Droite, ARG: Artère Rénale Gauche

Tableau 3 : Critères anatomiques d'éligibilité pour l'EDP fenêtrée standardisée Ventana.

4 RESULTATS

4.1 Population

Sur la période étudiée, entre Juin 2009 et Juin 2013, les données de 123 patients ont été analysées. Onze patients ayant bénéficié de l'exclusion de leur anévrisme par une EDP 4 fenêtres et 6 patients ayant bénéficié d'un module proximal fenêtré dans le cadre du traitement d'une endofuite de type I sur une endoprothèse bifurquée préalablement implantée ont été exclus. Cinq patients supplémentaires en raison d'une angioTDM préopératoire non disponible et 1 patient présentant un rein en « fer à cheval » avec de multiples artères rénales n'ont également pas été inclus dans l'analyse.

Au total 100 patients ont été considérés avec 78% AJR et 22% APR. Une EDP fenêtrée « sur-mesure » avec 2 fenêtres avait été mise en place chez 45 patients tandis que 55 avaient été traités par une EDP « sur-mesure » avec 3 fenêtres.

4.2 Données anatomiques

L'ensemble des données anatomiques relevées à partir de l'angioscanner préopératoire est présenté en annexe 1 pour le modèle p-branch, CookMedical et 2 pour le modèle Ventana, Endologix (pages 56 et 57).

En reprenant chacun des critères de diamètres, de hauteurs et de position horaire, nous sommes parvenus à définir quel nombre de patient pouvait être considéré comme candidat à l'implantation de l'un et ou de l'autre des modèles d'EDP fenêtrée standardisée.

Hauteurs

Le détail des hauteurs pour l'EDP p-branch est donné dans le tableau 4. L'un des principaux critères disqualifiant est la longueur de l'EDP pour les 2 modèles (144mm pour le modèle 1 et 145mm pour le modèle 2) avec 49 et 61 patients ne répondant pas à ce critère de hauteur respectivement pour les modèles 1 et 2. Pour le modèle 2, la hauteur entre le centre de l'AMS et le centre de l'ARG semble également avoir été problématique, puisque seuls 50% des patients pouvaient répondre à ce critère avec une médiane à +17 [distribution allant de -6 à +42] (Figure 24). Seuls 9 des 100 patients traités sont compatibles avec l'ensemble des critères de hauteur pour le modèle 2 contre 16 patients pour le modèle 1.

	Hauteurs (en mm)	Patients éligibles
Cook #1	bTC/BifAo>149	51
	bTC/cAMS>11	82
	cAMS/cARD 5-19	64
	cAMS/cARG 5-19	63
		16 sur 100
Cook #2	bTC/BifAo>154	39
	bTC/cAMS>9	95
	cAMS/cARD 9-23	67
	cAMS/cARG 13-27	50
		9 sur 100

TC:Tronc Coeliaque, AMS:Artère Mésentérique Supérieure, ARD: Artère Rénale Droite, ARG: Artère Rénale Gauche, Bif:Bifurcation aortique, b:bas, c:centre

Tableau 4 : Patients candidats à l'un ou l'autre des modèles de p-branch pour les seuls critères anatomiques de hauteurs.

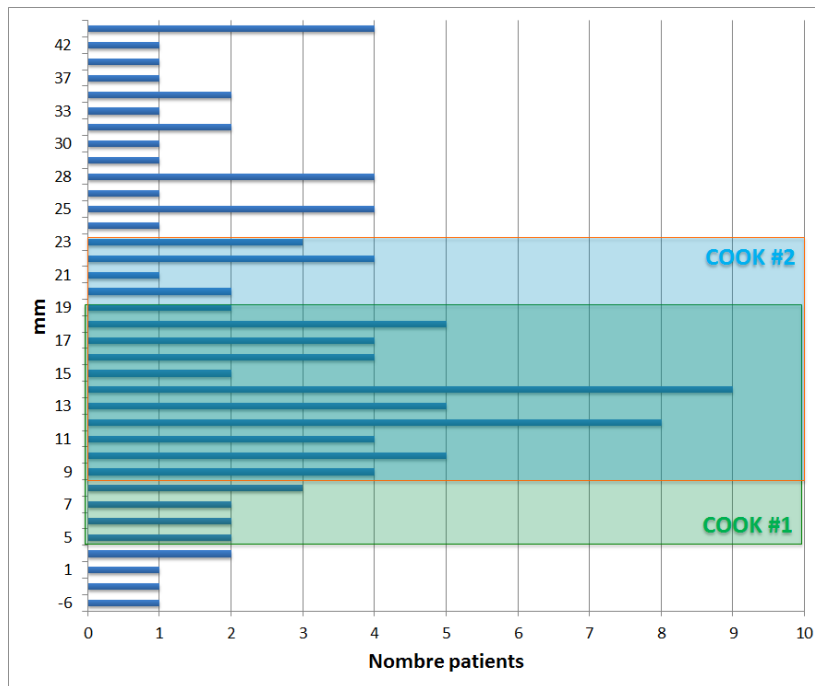


Figure 24 : Hauteurs relevées pour les 100 patients entre le milieu de l'AMS et le milieu de l'ARG. Les 2 encadrés définissent les zones pour lesquelles le modèle 1 (en vert) et le modèle 2 (en bleu) sont éligibles

Seuls 56 patients présentaient un collet supérieur à 15mm sous l'AMS et pouvaient ainsi prétendre à une exclusion par un modèle d'EDP munie de 2 fenêtres. Sur ces 56 patients, 51 (91%) étaient éligibles sur l'ensemble des critères de hauteur retenus, mentionnés dans le tableau 3.

Diamètres

Pour obtenir l'étanchéité proximale au niveau des artères viscérales, dans le cas des modèles p-branch et des artères rénales, dans le cas du modèle Ventana, le diamètre aortique mesuré au niveau du TC doit se situer respectivement entre 22 et 31 mm pour le modèle COOK et au niveau des artères rénales entre 18 et 34mm pour le modèle Endologix.

85 des patients avaient un diamètre compris entre 22 et 31mm et 86 avaient un diamètre compris entre 18 et 34mm. Au niveau des ostia rénaux, 3 artères rénales gauches et 4 artères rénales droites avaient un diamètre supérieur à 8mm.

Position horaire

Pour les 2 modèles p-branch, CookMedical, l'orientation des artères viscérales et rénales sont identiques les unes par rapport aux autres. Le point de référence est fixé à 12:00 pour l'origine de l'AMS. 100% des patients présentaient une origine du tronc cœliaque correspondant à la position horaire de l'échancrure. 88% d'entre eux présentaient une origine de l'ARD correspondant à la position horaire de la fenêtre rénale droite. 63% d'entre eux présentaient une origine de l'ARG correspondant à la position horaire de la fenêtre rénale gauche. Seuls 12% des patients présentaient à la fois une origine de l'ARD et de l'ARG ne correspondant ni l'une ni l'autre à la position horaire des fenêtres rénales droite et gauche.

Pour le modèle Ventana, Endologix sur les 56 patients présentant une zone d'étanchéité sous l'AMS pouvant être éligibles à l'exclusion par une EDP munie de 2 fenêtres, 43 (77%) présentaient une origine des artères rénales pouvant correspondre à la position horaire des fenêtres prépositionnées. D'une manière générale, en faisant abstraction de la zone d'étanchéité, pour 75 des 100 patients l'origine des artères viscérales et rénales pourraient correspondre à la position horaire des fenêtres prépositionnées.

4.3 Au total

En respectant les critères stricts d'inclusion, proposés par les recommandations des fabricants et se basant sur les données métriques recueillies, seuls 7 patients auraient pu être traités par la mise en place d'un des modèles d'EDP p-branch (5 patients avec le modèle 1 et 4 patients avec le modèle 2). En excluant le critère de longueur du module, 28 patients auraient pu être candidats (17 et 18% respectivement pour les modèles 1 et 2).

patients éligibles pour les critères suivants					
	HAUTEURS	DIAMETRES	POSITION HORAIRE	AU TOTAL	AU TOTAL LSG exclue
COOK #1	16	85	53	5	17
COOK #2	9	85	53	4	18
COOK #1 et #2	4	85	53	2	7
COOK #1 ou #2	21	85	53	7	28
Ventana	51	80	75	36	
Ventana et COOK #1	9	70	40	1	
Ventana et COOK #2	6	70	40	1	
Ventana et COOK #1 et #2	4	70	40	1	
Ventana ou COOK #1	58	95	88	41	
Ventana ou COOK #2	54	95	88	40	
Ventana ou COOK #1 ou COOK #2	61	95	88	43	

LSG: Longueur totale du stentgraft

Tableau 5 : Résumé de l'éligibilité de la population de patients étudiés aux différents modèles d'EDP fenêtrées standardisées

Le modèle Ventana, sous réserve d'avoir une zone d'étanchéité sous l'origine de l'AMS, semble moins restrictif puisque 64% des 56 patients auraient pu en bénéficier ; ce qui représente 36 patients au total.

En combinant les différents modules disponibles, c'est au total 43% des patients qui auraient pu se voir proposer un module fenêtré standardisé.

5 DISCUSSION

La chirurgie « conventionnelle » demeure à ce jour le traitement de référence pour la prise en charge des anévrismes juxta- et para-rénaux. Néanmoins, le vieillissement de la population a conduit au développement d'alternatives mini-invasives avec l'approche endovasculaire. L'exclusion endovasculaire de ces lésions impose d'intégrer au module endoprothétique des fenêtres qui maintiendront la perfusion des artères rénales mais aussi viscérales dans certains cas.

La technique initialement décrite par Faruqi (13) est bien établie à présent avec des résultats cliniques excellents (14); elle s'appuie sur des modules fenêtrés réalisés « sur-mesure » qui posent néanmoins le problème de disponibilité en cas d'anévrisme symptomatique et de coût de fabrication élevé.

On estime en effet que le risque de rupture durant la période de conception-fabrication va de 1,1 à 3,8% (21). Le coût du dispositif est de l'ordre de 15 000€.

L'alternative à ces modules fenêtrés est l'exclusion par la technique dite de la cheminée, qui repose sur l'interposition de stents, le plus souvent couverts (plutôt ballon-expansibles), entre un module endoprothétique standard et le mur aortique permettant le maintien de la perfusion des artères rénales et parfois viscérales. On impute à cette technique un défaut d'étanchéité proximal et donc une exclusion imparfaite de l'anévrisme, mais aussi un risque de thrombose élevé des stents à destinée viscérale (70)(71).

À la fin des années 2000, fort de l'expérience des EDP fenêtrées « sur-mesure », a été développé un module fenêtré standardisé. Ce module a été conçu à partir de données anatomiques de patients traités par EDP « sur-mesure » 2 fenêtres (44).

Une première série clinique publiée sur 7 patients traités par le modèle p-branch, CookMedical en 2012 (66) relevait un taux de succès technique de 100% et une mortalité précoce nulle. Ces résultats ont pu être confirmés par la série de la Cleveland Clinic (72) où le même taux de succès technique était reporté sans complication sur la période suivie.

Par ailleurs, l'éligibilité anatomique de l'EDP standardisée p-branch a également été évaluée. Notre équipe rapportait en 2012 (21) sur une série consécutive de 100 patients traités majoritairement pour un AJR (78%) que le traitement endovasculaire des anévrismes juxta- et para-rénaux était faisable avec l'un ou l'autre des deux modèles de p-branch pour 72% d'entre eux (56 patients avec le modèle 1, 52 patients avec le modèle 2 et 36 avec les 2).

Ces données ont été confirmées dans la récente étude de la Cleveland Clinic (72), où sur 288 patients traités pour un AJR un taux de 72% de patients éligibles à l'un ou l'autre modèle p-branch (54% avec le modèle 1 et 49% avec le modèle 2) était également retrouvé.

Dernièrement l'équipe de la Mayo Clinic (73) s'est aussi intéressée à l'applicabilité anatomique des différents modèles d'EDP fenêtrées standardisées (Figure 25). Dans leur étude, l'imagerie préopératoire de 520 patients pris en charge dans leur institution par voie conventionnelle ou endovasculaire pour un AJR ou un APR avait été analysée. L'anatomie du segment 4 de l'aorte de moins d'un tiers des patients pouvait correspondre aux caractéristiques des modèles d'EDP fenêtrées standardisées : 32% pour le modèle p-branch et 25% pour le modèle Ventana. Au total, 63% des patients étaient éligibles à l'implantation d'un modèle p-branch ou Ventana, Endologix.

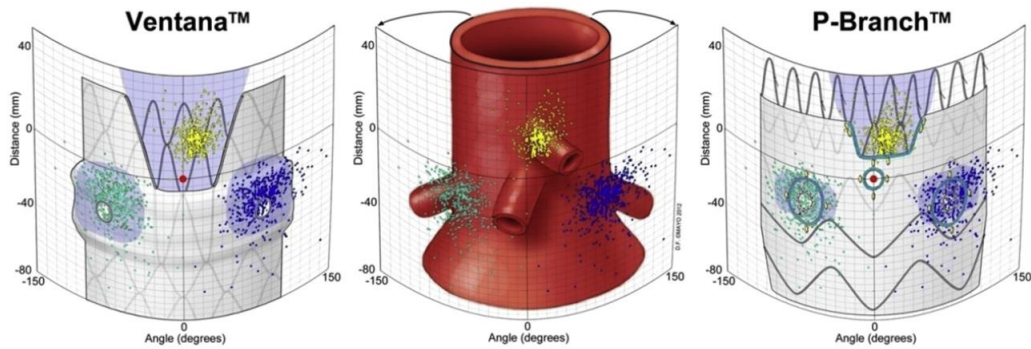


Figure 25 - Représentation de la distribution des artères viscérales et rénales par rapport à la position des fenêtres et échancrure des 2 modèles d'EDP fenêtrées standardisées p-branch et Ventana d'après B Mendes et al. JVS 2013(73)

L'étude actuelle retrouve une éligibilité des patients pour les modèles p-branch moins importante encore que celle retrouvée par l'équipe de la Mayo Clinic (73). En effet sur l'échantillon de patients analysé dans notre étude, seuls 7% auraient pu bénéficier de l'un ou l'autre des modèles de p-branch.

Par rapport à l'étude de la Cleveland Clinic (72), on pourrait avancer qu'il s'agissait d'une cohorte de patients différente, incluant notamment les anévrysmes para-rénaux (22%) ce qui peut modifier considérablement le rapport de hauteurs notamment, ainsi que l'orientation des artères viscérales et/ou rénales entre elles. Cet argument ne peut être retenu car, par rapport à la cohorte publiée par notre équipe en 2012, le même ratio de patients présentant un APR était noté (22%). Si on s'intéresse uniquement aux AJR, dans notre série actuelle, seuls 3 patients sur 72 (4,1%) auraient pu prétendre à l'un des 2 modèles de p-branch ce qui confirme la moindre éligibilité de notre cohorte de patients pour l'EDP p-branch par rapport à ce qui est retrouvé dans la littérature.

Cette différence pourrait être mise en rapport avec nos critères d'inclusion de longueurs plus restrictifs notamment entre le TC et la bifurcation aortique (21 points de plus soit 28% des patients) ; mais cette explication n'est pas suffisante. En effet, la possibilité d'incorporer les

artères viscérales avec cette EDP standardisée, pour notre échantillon de patients, n'est que de 17 et 18% respectivement pour les modèles 1 et 2, confirmant l'inéligibilité de cette endoprothèse pour notre échantillon de patients.

Concernant l'EDP standardisée d'Endologix, en mai 2013, Holden & al. (68) reportaient leur expérience initiale avec le système fenêtré Ventana pour le traitement endovasculaire des anévrismes juxta- et para-rénaux chez 15 patients faisant état de la sécurité, de la faisabilité et de l'applicabilité initiales de ce système. Dans cette étude il est stipulé que le module fenêtré Ventana a été conçu à partir d'une étude anatomique d'angio-scanners d'une cohorte de patients (nombre non précisé) mettant en évidence une reproductibilité anatomique avec plus de 85% des patients ayant une longueur longitudinale interrénale $\leq 15\text{mm}$, une longueur longitudinale entre l'AMS et chacune des deux artères rénales $\leq 35\text{mm}$ et un angle de 90° à 210° entre les positions horaires des deux artères rénales. Dans notre étude, seuls 64 patients sur 100 répondent strictement à ces 3 critères ce qui suggère que notre échantillon de patient n'est pas vraiment comparable à celui à partir duquel cette endoprothèse a été élaborée.

Concernant l'applicabilité anatomique de l'EDP standardisée Ventana, nous retrouvons dans notre étude que 36% des patients sont éligibles à l'exclusion de leur anévrisme par ce système. Dans la littérature, seule l'étude de l'équipe de la Mayo Clinic s'est intéressée à l'applicabilité anatomique de cette EDP fenêtrée standardisée, retrouvant des chiffres moindres (25%), alors que davantage de patients présentaient une zone d'étanchéité satisfaisante sous l'AMS (61% des patients vs 56% dans notre cohorte). Ceci peut être mis en rapport avec le fait que l'applicabilité anatomique du système Ventana pour les AJR et les APR a été analysée sur l'imagerie préopératoire de 520 patients pris en charge à la fois par chirurgie conventionnelle et par voie endovasculaire par l'équipe de la Mayo Clinic, alors que nous l'avons évaluée sur l'imagerie de patients traités uniquement par voie endovasculaire.

Notre étude a ainsi été effectuée sur des patients « présélectionnés » ce qui explique notre meilleure éligibilité à l'exclusion des AJR et des APR par ce système.

Par ailleurs, si en 2013 les résultats préliminaires de l'étude prospective multicentrique sur le système Ventana (31 patients avec un suivi moyen de 1,3 ans) étaient publiés avec des résultats satisfaisants à court et moyen termes (67), le 30 avril 2013, le fabricant Endologix annonçait la suspension temporaire de l'inclusion des patients dans l'essai clinique Ventana en raison d'un nombre trop élevé de thromboses artérielles rénales postopératoire (74)(75). De ce fait, l'introduction du dispositif dans le cadre du protocole d'investigation sur le marché européen était quant à elle reportée. Une des explications avancées était l'existence d'un défaut au sein du stent rénal xband ; des modifications semblent depuis lors avoir été apportées. La reprise des inclusions de patients dans l'essai clinique Ventana aux États-Unis n'a pour l'instant toujours pas repris.

6 CONCLUSION

Dans notre étude, seuls 43% des patients traités par endoprothèse « sur-mesure » munie de 2 ou 3 fenêtres pour des AJR ou APR présentaient des critères anatomiques les rendant éligibles à l'utilisation d'un des modules fenêtrés standardisés. La limite essentielle sur notre cohorte de patient étudiée est représentée pour les modules p-branch, CookMedical, par la longueur totale du module ainsi que par la hauteur de l'une ou l'autre des artères rénales. Le module Ventana est applicable à lui seul dans 64% des cas des patients ayant une zone étanchéité sous l'AMS. Malheureusement, dans les premiers temps de l'étude clinique un nombre important de thrombose d'artères rénales a été relevé suspendant son utilisation.

Ces modules fenêtrés standardisés représentent une voie de recherche incontournable. Les premiers résultats cliniques (revue multicentrique incluant 60 patients à venir) semblent montrer sur des patients sélectionnés un taux de succès initial très satisfaisant. Pour le modèle p-branch certaines modifications de conception pourront être discutées pour élargir son champ d'application. Une évaluation clinique des performances du dispositif sur le long terme est nécessaire.

Annexe 1 : Données morphologiques obtenues pour évaluer l'éligibilité de l'EDP standardisée p-branch

Age lors du traitement	HAUTEURS, mm				POSITION HORAIRE				DIAMETRE à l'origine du TC	EDP Cook 1					EDP Cook 2				
	bTC-Bif	bTC-mAMS	bTC-mARD	bTC-mARG	TC	AMS	ARG	ARD		HAUTEURS	DIAMETRE	POSITION HORAIRE	AU TOTAL	AU TOTAL LSG EXCLU	HAUTEURS	DIAMETRE	POSITION HORAIRE	AU TOTAL	AU TOTAL LSG EXCLU
81	118	14	14	24	12:00	12:00	03:00	09:15	23	1a1cD					1a1cD1cG				
84	145	24	51	54	12:30	12:00	03:00	09:30	26	1a1cD1cG					1a1cD1cG				
74	176	16	31	38	12:15	12:00	02:30	09:30	28	1cG									
61	146	17	na	28	12:30	12:00	02:00	na	30	1a	na				1a1cG	na			
62	175	31	30	40	12:30	12:00	02:00	09:30	23	1cD					1cD1cG				
74	146	19	41	42	11:45	12:00	02:30	09:00	29	1a1cD1cG					1a				
67	122	19	27	27	12:15	12:00	03:00	09:15	31	1a					1a1cD1cG				
84	162	13	51	30	12:30	12:00	04:00	09:30	28	1cD	RG				1cD	RG			
78	149	17	28	31	12:00	12:00	03:00	09:45	24	1a					1a				
66	135	20	31	29	12:30	12:00	03:00	10:00	25	1a					1a1cG				
70	133	10	16	15	12:15	12:00	01:45	10:30	25	1a1b	RG RD				1a1cG	RG RR			
68	145	13	12	18	12:15	12:00	02:30	10:00	27	1a1cD					1a1cD1cG				
78	160	18	32	29	12:30	12:00	03:30	09:45	26		RG					RG			
85	137	13	36	33	12:00	12:00	02:45	09:45	33	1a									
77	150	13	20	na	12:15	12:00	na	09:30	29		na				1a				
67	163	19	35	26	01:30	12:00	02:15	10:00	31						1a				
63	154	6	17	22	12:30	12:00	03:00	10:30	29	1b	RD				1a1b	RR			
71	147	12	28	34	12:30	12:00	03:15	09:45	27	1a1cG	RG				1a	RG			
77	174	11	43	45	12:45	12:00	03:15	10:00	31	1b1cD1cG	RG				1cD1cG	RG			
72	128	12	27	26	12:15	12:00	03:15	09:30	27	1a	RG				1a	RG			
64	127	16	21	22	11:45	12:00	02:30	08:45	27	1a1cG	RD				1a1cD1cG	RR			
70	134	22	34	na	12:30	12:00	na	09:45	28	1a	na				1a	na			
66	163	36	40	49	12:00	12:00	01:30	09:30	26	1cD	RG				1cD	RG			
78	127	14	41	24	01:15	12:00	02:30	09:45	28	1a1cD					1a1cD1cG				
79	137	19	40	37	01:00	12:00	03:00	10:00	25	1a1cD					1a				
65	150	34	42	45	12:00	12:00	02:00	09:00	37						1a1cD1cG				
72	142	14	26	34	12:15	12:00	02:30	10:00	25	1a1cG					1a1cG				
64	70	10	23	27	12:15	12:00	02:45	09:45	29	1a1b					1a				
60	159	26	36	38	12:30	12:00	02:30	10:00	26	1cG					1cG				
83	140	10	36	35	12:15	12:00	03:00	09:30	26	1a1b1cD1cG					1a1cD				
65	162	15	28	34	12:45	12:00	03:15	09:30	25		RG					RG			
73	149	14	18	22	12:15	12:00	03:00	09:15	28	1a1cD1cG					1a1cD1cG				
65	132	21	36	37	12:15	12:00	02:15	10:15	32	1a1cD1cG					1a				
74	149	16	27	28	12:15	12:00	02:30	09:30	33	1a1cD1cG	RD				1a1cG	RR			
74	154	11	27	30	12:30	12:00	03:15	09:15	26	1b	RG				1a	RG			
63	175	13	39	55	01:00	12:00	02:30	09:30	23	1cD1cG					1cD1cG				
69	142	15	38	39	12:30	12:00	03:00	10:30	23	1a1cD1cG	RD				1a	RR			
74	170	23	41	52	12:30	12:00	03:00	09:45	30	1cG					1cG				
77	212	21	47	54	12:30	12:00	02:45	10:00	32	1cD1cG					1cD1cG				
85	157	23	31	48	12:30	12:00	02:45	10:00	34	1cG					1cD				
86	166	17	38	31	12:30	12:00	02:15	09:45	30	1cD									
74	142	20	42	45	12:15	12:00	03:30	08:30	26	1a1cD1cG	RG RD				1a	RG RR			
78	153	16	32	39	12:00	12:00	02:00	10:00	29	1cG					1a				
77	178	21	28	53	12:00	12:00	03:30	10:30	35	1cG	RG RD				1cD1cG	RG RR			
80	155	13	40	45	12:30	12:00	02:30	09:30	30	1cD1cG					1a1b1cD				
59	144	9	9	20	12:30	12:00	03:00	09:15	27	1a1b1cD					1a				
64	136	17	25	25	12:00	12:00	02:15	09:00	27	1a					1cD1cG				
61	204	36	63	73	01:00	12:00	01:30	10:45	33	1cD1cG	RG RD				1cD1cG	RG RR			
74	151	17	37	31	12:30	12:00	03:00	09:15	25	1cD					1a				
87	155	14	31	42	12:30	12:00	02:30	09:45	27	1cG					1cG				
68	152	13	31	31	01:00	12:00	03:15	10:15	25		RG RD				1a	RG RR			
78	164	14	37	26	12:00	12:00	03:00	10:00	28	1cD					1cG				
84	180	26	29	47	12:30	12:00	04:00	10:15	28	1cD1cG	RG RD				1cD	RG RR			
69	163	12	21	19	12:30	12:00	03:15	09:30	24	1cG	RG				1cG	RG			
70	140	17	27	27	12:30	12:00	03:30	09:15	31	1a	RG				1a1cG	RG			
65	188	12	41	30	12:30	12:00	01:45	10:30	31	1cD	RG RD				1a1cG	RG			
77	164	17	27	39	12:30	12:00	03:30	09:45	42	1cG	RG				1cD	RG RR			
76	121	18	na	26	11:45	12:00	02:45	na	28	1a	na					RG			
68	150	12	32	38	12:15	12:00	02:00	09:45	26	1cD1cG					1a1cG				
80	165	14	26	23	12:30	12:00	02:30	09:00	26						1a				
69	155	19	34	31	11:45	12:00	02:30	09:30	35						1cG				
82	165	15	26	43	01:00	12:00	03:00	10:30	31	1cG	RD				1cG	RR			
70	108	11	28	24	12:00	12:00	03:15	09:45	25	1a1b	RG				1a	RG			
72	138	18	21	40	12:30	12:00	01:15	09:45	36	1a1cD1cG	RG				1a	RG			
70	160	24	60	34	12:30	12:00	01:30	10:00	28	1cD	RG				1cD1cG	RG			
76	130	10	16	19	12:00	12:00	02:30	09:30	26	1a1b					1a1cD1cG				
65	164	13	26	29	12:15	12:00	02:30	09:30	28										
71	159	16	37	41	12:15	12:00	02:00	10:15	29	1cD1cG	RD					RR			
82	179	22	38	36	01:15	12:00	03:00	10:00	27										
60	120	23	35	18	12:00	12:00	03:15	10:00	28	1a1cG	RG				1a1cG	RG			
59	152	18	30	24	12:30	12:00	02:45	08:30	29		RR				1a1cD1cG	RR			
79	150	25	24	37	12:15	12:00	03:00	10:00	32	1cD					1a	RG			
63	117	na	14	10	12:00	12:00	03:15	09:30	22	1a	RG				1a	RG			
50	177	10	43	na	12:15	12:00	na	10:30	28	1b1cD	RD				1cD	RR			
78	123	8	21	24	01:00	12:00	03:15	10:15	32	1a1b	RG RD				1a1b	RG RR			
85	182	22	40	56	12:15	12:00	02:00	10:00	25	1cG					1cG				
65	147	15	34	28	12:45	12:00	03:15	09:45	23	1a	RG				1a	RG			
85	154	10	45	50	12:30	12:00	02:45	10:00	32	1b1cD1cG					1a1cD1cG				
59	138	12	19	15	na	12:00	01:45	10:15	36	1a1cG	RG RD				1a1cD1cG	RG RR			
63	133	11	23	26	12:30	12:00	03:45	09:15	24	1a1b	RG				1a	RG			
71	155	11	30	25	12:30	12:00	03:30	10:00	23	1b	RG					RG			
55	124	13	22	16	12:00	12:00	03:30	09:30	23	1a1cG	RG					RG			
83	143	15	30	28	12:00	12:00	02:30	09:00	25	1a					1a				
82	138	12	13	26	12:30	12:00	03:15	09:45	24	1a1cD	RG				1a1cD	RG			
62	170	28	40	40	01:00	12:00	03:30	09:30	24		RG				1cG	RG			
57	143	9	18	27	12:00	12:00	03:15	08:45	22	1a1b	RG RD				1a1b	RG RR			
69	146	18	34	38	12:45	12:00	03:												

Annexe 2 : Données morphologiques obtenues pour évaluer l'éligibilité de l'EDP standardisée Ventana

Age lors du traitement	HAUTEURS, en mm					POSITION HORAIRE au niveau				DIAMETRE au niveau				Zone d'étanchéité	EDP VENTANA			AU TOTAL
	bAMS-TopAn	bAMS-Bif	bAR la plus basse	bAMS-cARD	bAMS-cARG	TC	AMS	ARG	ARD	AMS	15 mm sous AMS	origine ARG	origine ARD		HAUTEURS	DIAMETRE	POSITION HORAIRE	
81	15	102	94	-2	8	12:00	12:00	03:00	09:15	22	17	5	5					
84	30	115	91	21	24	12:30	12:00	03:00	09:30	25	23	7	6					
74	9	157	138	12	19	12:15	12:00	02:30	09:30	25	31	6	6					
61	0	126	118	na	8	12:30	12:00	02:00	na	36	32	5	na					
62	-1	142	135	-3	7	12:30	12:00	02:00	09:30	23	38	5	4			7H30		
74	20	121	104	16	17	11:45	12:00	02:30	09:00	29	27	7	6					
67	8	101	95	6	6	12:15	12:00	03:00	09:15	26	22	7	8					
84	12	144	111	33	12	12:30	12:00	04:00	09:30	28	25	5	7					
78	25	129	118	6	11	12:00	12:00	03:00	09:45	24	24	5	5					
66	24	112	104	8	6	12:30	12:00	03:00	10:00	24	21	6	5					
70	3	119	117	2	1	12:15	12:00	01:45	10:30	23	35	5	5			8H45		
68	10	128	127	-5	1	12:15	12:00	02:30	10:00	26	29	4	5			7H30		
78	16	142	128	14	11	12:30	12:00	03:30	09:45	28	32	5	5					
85	27	116	101	15	12	12:00	12:00	02:45	09:45	25	23	5	5					
77	0	134	130	4	na	12:15	12:00	na	09:30	24	47	na	5					
67	-6	141	128	13	4	01:30	12:00	02:15	10:00	34	47	7	8			7H45		
63	21	147	132	10	15	12:30	12:00	03:00	10:30	26	23	8	6			7H30		
71	21	130	113	11	17	12:30	12:00	03:15	09:45	26	25	9	7					
77	27	160	129	29	31	12:45	12:00	03:15	10:00	29	29	7	6					
72	25	113	101	12	11	12:15	12:00	03:15	09:30	29	27	7	7					
64	12	107	105	1	2	11:45	12:00	02:30	08:45	22	32	7	6					
70	7	108	100	8	na	12:30	12:00	na	09:45	26	26	na	6					
66	44	125	114	2	11	12:00	12:00	01:30	09:30	26	24	6	6			8H		
78	29	110	86	24	7	01:15	12:00	02:30	09:45	28	31	6	5			7H15		
79	17	114	97	17	14	01:00	12:00	03:00	10:00	29	26	5	5					
65	17	112	105	4	7	12:00	12:00	02:00	09:00	30	25	4	5					
72	11	124	108	8	16	12:15	12:00	02:30	10:00	28	29	6	6			7H30		
64	0	57	43	10	14	12:15	12:00	02:45	09:45	27	37	7	7					
60	13	131	121	8	10	12:30	12:00	02:30	10:00	23	22	7	7			7H30		
83	25	127	104	23	22	12:15	12:00	03:00	09:30	27	24	7	6					
65	34	146	128	10	18	12:45	12:00	03:15	09:30	23	20	6	6					
65	-3	108	110	-6	-2	12:15	12:00	03:00	09:15	31	33	6	5					
73	22	131	112	18	19	12:15	12:00	02:15	10:15	32	25	6	6			8H		
74	4	128	121	6	7	12:15	12:00	02:30	09:30	30	33	6	7					
74	19	140	124	13	16	12:30	12:00	03:15	09:15	24	24	5	4					
63	45	158	120	22	38	01:00	12:00	02:30	09:30	23	21	6	6					
69	16	123	103	19	20	12:30	12:00	03:00	10:30	21	19	5	4			7H30		
74	18	143	118	14	25	12:30	12:00	03:00	09:45	27	30	7	7					
77	23	180	158	15	22	12:30	12:00	02:45	10:00	32	31	5	5			7H15		
85	16	130	109	4	21	12:30	12:00	02:45	10:00	31	31	7	7			7H15		
86	6	141	128	13	6	12:30	12:00	02:15	09:45	32	30	6	6			7H30		
74	31	118	100	18	3	12:15	12:00	03:30	08:30	22	21	5	7					
78	8	133	114	12	19	12:00	12:00	02:00	10:00	30	35	7	4			8H		
77	-4	150	125	0	25	12:00	12:00	03:30	10:30	30	43	7	6					
80	22	139	110	24	29	12:30	12:00	02:30	09:30	26	24	6	7					
59	17	126	124	-9	2	12:30	12:00	03:00	09:15	26	25	8	8					
64	8	114	111	3	0	12:00	12:00	02:15	09:00	28	26	6	6					
61	8	166	131	25	35	01:00	12:00	01:30	10:45	28	38	6	6			9H15		
74	27	128	114	14	8	12:30	12:00	03:00	09:15	25	23	8	7					
87	21	133	113	9	20	12:30	12:00	02:30	09:45	24	22	7	7					
68	17	136	121	15	15	01:00	12:00	03:15	10:15	31	23	5	5					
78	28	147	127	20	9	12:00	12:00	03:00	10:00	29	33	5	8					
84	6	151	133	0	18	12:30	12:00	04:00	10:15	26	28	8	7					
69	0	146	142	4	2	12:30	12:00	03:15	09:30	30	26	7	6					
70	9	119	113	6	6	12:30	12:00	03:30	09:15	28	25	6	5					
65	3	171	147	24	13	12:30	12:00	01:45	10:30	30	32	7	7			8H45		
77	11	144	125	7	19	12:30	12:00	03:30	09:45	40	34	7	7					
76	0	100	55	na	42	11:45	12:00	02:45	na	24	41	4	8					
68	22	136	112	18	24	12:15	12:00	02:00	09:45	24	25	7	8			7H45		
80	14	150	139	11	8	12:30	12:00	02:30	09:00	25	22	6	7					
69	11	131	121	10	7	11:45	12:00	02:30	09:30	37	33	5	6					
82	15	145	122	6	23	01:00	12:00	03:00	10:30	30	31	7	6			7H30		
70	12	93	82	11	9	12:00	12:00	03:15	09:45	27	24	8	8					
72	9	114	98	-3	16	12:30	12:00	01:15	09:45	28	29	7	7			8H30		
70	15	132	126	32	6	12:30	12:00	01:30	10:00	26	27	8	8			8H30		
76	46	116	111	2	5	12:00	12:00	02:30	09:30	25	29	7	8					
65	41	147	135	9	12	12:15	12:00	02:30	09:30	29	30	8	9					
71	32	140	118	18	22	12:15	12:00	02:00	10:15	26	27	9	9			8H15		
82	19	153	141	12	10	01:15	12:00	03:00	10:00	25	25	7	7					
60	20	94	85	9	-8	12:00	12:00	03:15	10:00	25	29	6	7					
59	14	128	122	6	0	12:30	12:00	02:45	08:30	31	27	8	6					
79	1	120	113	-6	7	12:15	12:00	03:00	10:00	28	34	8	7					
63	33	117	103	14	10	12:00	12:00	03:15	09:30	22	23	5	6					
50	-2	163	134	29	na	12:15	12:00	na	10:30	30	35	na	6					
78	17	110	99	8	11	01:00	12:00	03:15	10:15	31	24	7	11					
65	20	155	126	13	29	12:15	12:00	02:00	10:00	26	25	6	6			8H		
65	44	129	113	16	10	12:45	12:00	03:15	09:45	23	21	6	7					
65	32	142	104	33	38	12:30	12:00	02:45	10:00	29	26	6	9			7H15		
59	4	123	119	4	0	na	12:00	01:45	10:15	29	33	6	6					
63	20	118	108	10	10	12:30	12:00	03:45	09:15	25	23	8	8					
71	18	139	125	14	9	12:30	12:00	03:30	10:00	27	22	5	8					
55	14	107	101	6	0	12:00	12:00	03:30	09:30	24	21	9	6					
83	14	125	113	12	10	12:00	12:00	02:30	09:00	27	23	5	5					
82	10	125	112	0	13	12:30	12:00	03:15	09:45	23	57	7	5					
62	16	139	130	9	9	01:00	12:00	03:30	09:30	28	24	8	8					
57	31	131	116	6	15	12:00	12:00	03:15	08:45	22	22	5	5					
69	13	124	108	12	16	12:45	12:00	03:15	10:15	30	33	8	8					
56	32	132	121	11	9	12:45	12:00	04:00	09:45	32	28	4	7					
73	1	118	104	14	14	12:30	12:00	03:30	09:30	28	34	4	5					
62	21	138	129	8	9	12:30	12:00	03:15	09:30	25	21	6	6					
85	26	142	118	13	24	01:00	12:00	02:00	08:00	28	31	5	5					
74	19	104	98	4	6	1												

7 BIBLIOGRAPHIE

1. Parodi JC, Palmaz JC, Barone HD. Transfemoral intraluminal graft implantation for abdominal aortic aneurysms. *Ann Vasc Surg.* nov 1991;5(6):491 - 499.
2. EVAR trial participants. Comparison of endovascular aneurysm repair with open repair in patients with abdominal aortic aneurysm (EVAR trial 1): 30-day operative mortality results: randomised controlled trial. *Lancet* 2004;364(9437):843-8.
3. Prinssen M, Verhoeven ELG, Buth J, Cuypers PWM, van Sambeek MRHM, Balm R, et al. A randomized trial comparing conventional and endovascular repair of abdominal aortic aneurysms. *N Engl J Med.* 14 oct 2004;351(16):1607 - 1618.
4. Lederle FA, Freischlag JA, Kyriakides TC, Padberg FT Jr, Matsumura JS, Kohler TR, et al. Outcomes following endovascular vs open repair of abdominal aortic aneurysm: a randomized trial. *JAMA J Am Med Assoc.* 14 oct 2009;302(14):1535 - 1542.
5. Schermerhorn ML, O'Malley AJ, Jhaveri A, Cotterill P, Pomposelli F, Landon BE. Endovascular vs. open repair of abdominal aortic aneurysms in the Medicare population. *N Engl J Med.* 31 janv 2008;358(5):464 - 474.
6. Nordon IM, Hinchliffe RJ, Holt PJ, Loftus IM, Thompson MM. Modern treatment of juxtarenal abdominal aortic aneurysms with fenestrated endografting and open repair--a systematic review. *Eur J Vasc Endovasc Surg Off J Eur Soc Vasc Surg.* juill 2009;38(1):35 - 41.
7. Schanzer A, Messina L. Two decades of endovascular abdominal aortic aneurysm repair: enormous progress with serious lessons learned. *J Am Heart Assoc.* juin 2012;1(3):e000075.
8. Arko FR, Filis KA, Seidel SA, Gonzalez J, Lenge SJ, Webb R, et al. How many patients with infrarenal aneurysms are candidates for endovascular repair? The Northern California experience. *J Endovasc Ther Off J Int Soc Endovasc Spec.* févr 2004;11(1):33 - 40.
9. Carpenter JP, Baum RA, Barker CF, Golden MA, Mitchell ME, Velazquez OC, et al. Impact of exclusion criteria on patient selection for endovascular abdominal aortic aneurysm repair. *J Vasc Surg.* déc 2001;34(6):1050 - 1054.
10. Timaran CH, Rosero EB, Smith ST, Modrall JG, Valentine RJ, Clagett GP. Influence of age, aneurysm size, and patient fitness on suitability for endovascular aortic aneurysm repair. *Ann Vasc Surg.* nov 2008;22(6):730 - 735.
11. Green RM. Patient selection for endovascular abdominal aortic aneurysm repair. *J Am Coll Surg.* janv 2002;194(1 Suppl):S67 - 73.
12. Park JH, Chung JW, Choo IW, Kim SJ, Lee JY, Han MC. Fenestrated stent-grafts for preserving visceral arterial branches in the treatment of abdominal aortic aneurysms: preliminary experience. *J Vasc Interv Radiol JVIR.* déc 1996;7(6):819 - 823.

13. Faruqi RM, Chuter TA, Reilly LM, Sawhney R, Wall S, Canto C, et al. Endovascular repair of abdominal aortic aneurysm using a pararenal fenestrated stent-graft. *J Endovasc Surg Off J Int Soc Endovasc Surg.* nov 1999;6(4):354- 358.
14. Haulon S, Amiot S, Magnan P-E, Becquemin J-P, Lermusiaux P, Koussa M, et al. An analysis of the French multicentre experience of fenestrated aortic endografts: medium-term outcomes. *Ann Surg.* févr 2010;251(2):357- 362.
15. Verhoeven ELG, Vourliotakis G, Bos WTGJ, Tielliu IFJ, Zeebregts CJ, Prins TR, et al. Fenestrated stent grafting for short-necked and juxtarenal abdominal aortic aneurysm: an 8-year single-centre experience. *Eur J Vasc Endovasc Surg Off J Eur Soc Vasc Surg.* mai 2010;39(5):529- 536.
16. Kristmundsson T, Sonesson B, Malina M, Björnses K, Dias N, Resch T. Fenestrated endovascular repair for juxtarenal aortic pathology. *J Vasc Surg.* mars 2009;49(3):568- 574; discussion 574- 575.
17. O'Neill S, Greenberg RK, Haddad F, Resch T, Sereika J, Katz E. A prospective analysis of fenestrated endovascular grafting: intermediate-term outcomes. *Eur J Vasc Endovasc Surg Off J Eur Soc Vasc Surg.* août 2006;32(2):115- 123.
18. Muhs BE, Verhoeven ELG, Zeebregts CJ, Tielliu IFJ, Prins TR, Verhagen HJM, et al. Mid-term results of endovascular aneurysm repair with branched and fenestrated endografts. *J Vasc Surg.* juill 2006;44(1):9- 15.
19. Semmens JB, Lawrence-Brown MMD, Hartley DE, Allen YB, Green R, Nadkarni S. Outcomes of fenestrated endografts in the treatment of abdominal aortic aneurysm in Western Australia (1997-2004). *J Endovasc Ther Off J Int Soc Endovasc Spec.* juin 2006;13(3):320- 329.
20. Cross J, Gurusamy K, Gadhvi V, Simring D, Harris P, Ivancev K, et al. Fenestrated endovascular aneurysm repair. *Br J Surg.* févr 2012;99(2):152- 159.
21. Sobocinski J, d' Utra G, O'Brien N, Midulla M, Maurel B, Guillou M, et al. Off-the-shelf fenestrated endografts: a realistic option for more than 70% of patients with juxtarenal aneurysms. *J Endovasc Ther Off J Int Soc Endovasc Spec.* avr 2012;19(2):165- 172.
22. Zatina MA, Zarins CK, Gewertz BL, Glagov S. Role of medial lamellar architecture in the pathogenesis of aortic aneurysms. *J Vasc Surg.* mai 1984;1(3):442- 448.
23. Bengtsson H, Sonesson B, Bergqvist D. Incidence and prevalence of abdominal aortic aneurysms, estimated by necropsy studies and population screening by ultrasound. *Ann N Y Acad Sci.* 18 nov 1996;800:1- 24.
24. Upchurch GR Jr, Schaub TA. Abdominal aortic aneurysm. *Am Fam Physician.* 1 avr 2006;73(7):1198- 1204.
25. Lederle FA, Johnson GR, Wilson SE, Gordon IL, Chute EP, Littooy FN, et al. Relationship of age, gender, race, and body size to infrarenal aortic diameter. The Aneurysm Detection and Management (ADAM) Veterans Affairs Cooperative Study Investigators. *J Vasc Surg.* oct 1997;26(4):595- 601.

26. F. Cochenec, J.P. Becquemin. Prise en charge des anévrismes complexes de l'aorte abdominale. *Réalités Cardiologiques - Revue francophone de cardiologie.* #291_Janvier/Février 2013
27. Limet R, Sakalihassan N, Albert A. Determination of the expansion rate and incidence of rupture of abdominal aortic aneurysms. *J Vasc Surg.* oct 1991;14(4):540- 548.
28. Vega de Céniga M, Gómez R, Estallo L, Rodríguez L, Baquer M, Barba A. Growth rate and associated factors in small abdominal aortic aneurysms. *Eur J Vasc Endovasc Surg Off J Eur Soc Vasc Surg.* mars 2006;31(3):231- 236.
29. Bown MJ, Sutton AJ, Bell PRF, Sayers RD. A meta-analysis of 50 years of ruptured abdominal aortic aneurysm repair. *Br J Surg.* juin 2002;89(6):714- 730.
30. Hoornweg LL, Storm-Versloot MN, Ubbink DT, Koelemay MJW, Legemate DA, Balm R. Meta analysis on mortality of ruptured abdominal aortic aneurysms. *Eur J Vasc Endovasc Surg Off J Eur Soc Vasc Surg.* mai 2008;35(5):558- 570.
31. Lederle FA, Johnson GR, Wilson SE, Chute EP, Littooy FN, Bandyk D, et al. Prevalence and associations of abdominal aortic aneurysm detected through screening. Aneurysm Detection and Management (ADAM) Veterans Affairs Cooperative Study Group. *Ann Intern Med.* 15 mars 1997;126(6):441- 449.
32. Wilmink AB, Hubbard CS, Day NE, Quick CR. The incidence of small abdominal aortic aneurysms and the change in normal infrarenal aortic diameter: implications for screening. *Eur J Vasc Endovasc Surg Off J Eur Soc Vasc Surg.* févr 2001;21(2):165- 170.
33. Schemerhorn ML, Cronenwett JL. *Aneurismas aorticos abdominales e iliacos.* Rutherford Cirugia Vasculat Madrid : Elsevier, España ; 2006 P1410.
34. Vardulaki KA, Walker NM, Day NE, Duffy SW, Ashton HA, Scott RA. Quantifying the risks of hypertension, age, sex and smoking in patients with abdominal aortic aneurysm. *Br J Surg.* févr 2000;87(2):195- 200.
35. Cronenwett JL, Johnston KW. The United Kingdom Small Aneurysm Trial: implications for surgical treatment of abdominal aortic aneurysms. *J Vasc Surg.* janv 1999;29(1):191- 194.
36. Kieffer E. Chirurgie des anévrismes de l'aorte abdominale sous-rénale : techniques chirurgicales. *EMC - Tech Chir - Chir Vasc.* janv 2006;1(1):1- 30.
37. Becquemin J-P, Cochenec F, Marzelle J. Chirurgie endovasculaire des anévrismes de l'aorte abdominale. *EMC - Tech Chir - Chir Vasc.* janv 2008;3(1):1- 30.
38. Rapport HAS juillet 2009. Evaluation des endoprothèses aortiques utilisées pour le traitement endovasculaire des anévrismes de l'aorte abdominale sous-rénale.
39. Hay N, McCracken F, Richardson J, George E, Barnett D. Endovascular stent-grafts for the treatment of abdominal aortic aneurysms: NICE technology appraisal guidance. *Heart Br Card Soc.* nov 2009;95(21):1798- 1800.

40. Moll FL, Powell JT, Fraedrich G, Verzini F, Haulon S, Waltham M, et al. Management of abdominal aortic aneurysms clinical practice guidelines of the European society for vascular surgery. *Eur J Vasc Endovasc Surg Off J Eur Soc Vasc Surg.* janv 2011;41 Suppl 1:S1 - S58.
41. Agence française de sécurité sanitaire des produits de santé. 2001. Evaluation des endoprothèses aortiques utilisées pour le traitement endovasculaire des anévrysmes de l'aorte abdominale sous-rénale.
42. Haulon S, Azzaoui R, Jean-Baptiste E. In: Preoperative evaluation with a scan workstation: why should vascular surgeons master this new tool? *Controverses and Updates in Vascular Surgery.* Torino Ed Minerva Medica 2008;9-14.
43. Stephan Haulon, Mohamad Koussa. Traitement endovasculaire des anévrysmes juxta- et para-rénaux. *Mini-revue Sang Thrombose Vaisseaux* 2008 ; 20, n° 2 : 91-100
44. Azzaoui R, Sobocinski J, Maurel B, D'Elia P, Perrot C, Bianchini A, et al. Anatomic study of juxta renal aneurysms: impact on fenestrated stent-grafts. *Ann Vasc Surg.* avr 2011;25(3):315- 321.
45. Haulon S et Koussa M. Traitement endovasculaire des anévrysmes de l'aorte para-rénale, in Kieffer et Koskas, éd. *AERCv*, Paris 2009.
46. Greenberg RK, Clair D, Srivastava S, Bhandari G, Turc A, Hampton J, et al. Should patients with challenging anatomy be offered endovascular aneurysm repair? *J Vasc Surg.* nov 2003;38(5):990- 996.
47. Moulakakis KG, Mylonas SN, Avgerinos E, Papapetrou A, Kakisis JD, Brountzos EN, et al. The chimney graft technique for preserving visceral vessels during endovascular treatment of aortic pathologies. *J Vasc Surg.* mai 2012;55(5):1497- 1503.
48. Jongkind V, Yeung KK, Akkersdijk GJM, Heidsieck D, Reitsma JB, Tangelder GJ, et al. Juxtarenal aortic aneurysm repair. *J Vasc Surg.* sept 2010;52(3):760- 767.
49. Sarac TP, Clair DG, Hertzner NR, Greenberg RK, Krajewski LP, O'Hara PJ, et al. Contemporary results of juxtarenal aneurysm repair. *J Vasc Surg.* déc 2002;36(6):1104- 1111.
50. Shortell CK, Johansson M, Green RM, Illig KA. Optimal operative strategies in repair of juxtarenal abdominal aortic aneurysms. *Ann Vasc Surg.* janv 2003;17(1):60- 65.
51. Knott AW, Kalra M, Duncan AA, Reed NR, Bower TC, Hoskin TL, et al. Open repair of juxtarenal aortic aneurysms (JAA) remains a safe option in the era of fenestrated endografts. *J Vasc Surg.* avr 2008;47(4):695- 701.
52. Schneider JR, Gottner RJ, Golan JF. Supraceliac versus infrarenal aortic cross-clamp for repair of non-ruptured infrarenal and juxtarenal abdominal aortic aneurysm. *Cardiovasc Surg Lond Engl.* juin 1997;5(3):279- 285.

53. Sharp WJ, Bashir M, Word R, Nicholson R, Bunch C, Corson J, et al. Suprarenal clamping is a safe method of aortic control when infrarenal clamping is not desirable. *Ann Vasc Surg.* août 2008;22(4):534- 540.
54. Jean-Claude JM, Reilly LM, Stoney RJ, Messina LM. Pararenal aortic aneurysms: the future of open aortic aneurysm repair. *J Vasc Surg.* mai 1999;29(5):902- 912.
55. Nypaver TJ, Shepard AD, Reddy DJ, Elliott JP Jr, Smith RF, Ernst CB. Repair of pararenal abdominal aortic aneurysms. An analysis of operative management. *Arch Surg Chic Ill* 1960. juill 1993;128(7):803- 811; discussion 811- 813.
56. Tsai S, Conrad MF, Patel VI, Kwolek CJ, LaMuraglia GM, Brewster DC, et al. Durability of open repair of juxtarenal abdominal aortic aneurysms. *J Vasc Surg.* juill 2012;56(1):2- 7.
57. Chiesa R, Tshomba Y, Mascia D, Rinaldi E, Logaldo D, Civilini E. Open repair for juxtarenal aortic aneurysms. *J Cardiovasc Surg (Torino).* févr 2013;54(1 Suppl 1):35- 45.
58. Amiot S, Haulon S, Becquemin J-P, Magnan P-E, Lermusiaux P, Goueffic Y, et al. Fenestrated endovascular grafting: the French multicentre experience. *Eur J Vasc Endovasc Surg Off J Eur Soc Vasc Surg.* mai 2010;39(5):537- 544.
59. Linsen MAM, Jongkind V, Nio D, Hoksbergen AWJ, Wisselink W. Pararenal aortic aneurysm repair using fenestrated endografts. *J Vasc Surg.* juill 2012;56(1):238- 246.
60. Mastracci TM, Greenberg RK, Eagleton MJ, Hernandez AV. Durability of branches in branched and fenestrated endografts. *J Vasc Surg.* avr 2013;57(4):926- 933; discussion 933.
61. Kristmundsson T, Sonesson B, Dias N, Törnqvist P, Malina M, Resch T. Outcomes of fenestrated endovascular repair of juxtarenal aortic aneurysm. *J Vasc Surg.* janv 2014;59(1):115- 120.
62. Lachat M, Veith FJ, Pfammatter T, Glenck M, Bettex D, Mayer D, et al. Chimney and periscope grafts observed over 2 years after their use to revascularize 169 renovisceral branches in 77 patients with complex aortic aneurysms. *J Endovasc Ther Off J Int Soc Endovasc Spec.* oct 2013;20(5):597- 605.
63. Ducasse E, Lepidi S, Brochier C, Deglise S, Berard X, Alberti D, et al. The « open » chimney graft technique for juxtarenal aortic aneurysms with discrepant renal arteries. *Eur J Vasc Endovasc Surg Off J Eur Soc Vasc Surg.* févr 2014;47(2):124- 130.
64. Coscas R, Kobeiter H, Desgranges P, Becquemin J-P. Technical aspects, current indications, and results of chimney grafts for juxtarenal aortic aneurysms. *J Vasc Surg.* juin 2011;53(6):1520- 1527.
65. Shuja F, Kwolek CJ. Treating the paravisceral aorta with parallel endografts (chimneys and snorkels). *Semin Vasc Surg.* déc 2012;25(4):200- 202.

66. Resch TA, Dias NV, Sobocinski J, Sonesson B, Roeder B, Haulon S. Development of off-the-shelf stent grafts for juxtarenal abdominal aortic aneurysms. *Eur J Vasc Endovasc Surg Off J Eur Soc Vasc Surg.* juin 2012;43(6):655- 660.
67. Quiñones-Baldrich WJ, Holden A, Mertens R, Thompson MM, Sawchuk AP, Becquemin J-P, et al. Prospective, multicenter experience with the Ventana Fenestrated System for juxtarenal and pararenal aortic aneurysm endovascular repair. *J Vasc Surg.* juill 2013;58(1):1- 9.
68. Holden A, Mertens R, Hill A, Mariné L, Clair DG. Initial experience with the Ventana fenestrated system for endovascular repair of juxtarenal and pararenal aortic aneurysms. *J Vasc Surg.* mai 2013;57(5):1235- 1245.
69. Daniel G. Clair, MD, FACS Chairman, Department of Vascular Surgery. Initial Clinical Experience with the Ventana™ ‘Off-the-Shelf’ Fenestrated Stent Graft System.
70. Donas KP, Torsello G, Bisdas T, Osada N, Schönefeld E, Pitoulias GA. Early outcomes for fenestrated and chimney endografts in the treatment of pararenal aortic pathologies are not significantly different: a systematic review with pooled data analysis. *J Endovasc Ther Off J Int Soc Endovasc Spec.* déc 2012;19(6):723- 728.
71. Katsargyris A, Oikonomou K, Klonaris C, Töpel I, Verhoeven ELG. Comparison of outcomes with open, fenestrated, and chimney graft repair of juxtarenal aneurysms: are we ready for a paradigm shift? *J Endovasc Ther Off J Int Soc Endovasc Spec.* avr 2013;20(2):159- 169.
72. Kitagawa A, Greenberg RK, Eagleton MJ, Mastracci TM. Zenith p-branch standard fenestrated endovascular graft for juxtarenal abdominal aortic aneurysms. *J Vasc Surg.* août 2013;58(2):291- 300.
73. Bernardo Mendes,, Gustavo S. Oderich,, Stephen Cha,, Audra A. Duncan,, Manju Kalra,, Mark Fleming,, et al. Anatomical Feasibility of Off-the-Shelf Fenestrated Stent Grafts to Treat Juxtarenal and Pararenal Abdominal Aortic Aneurysms. *J Vasc Surg Vol 57 Issue 5*
74. Brito M. Endologix stops enrolment in the Ventana IDE trial. Disponible sur: <http://www.cxvascular.com/vn-latest-news/vascular-news---latest-news/endologix-stops-enrolment-in-the-ventana-ide-trial>
75. Endovascular Today - Endologix Provides Update of Ventana Fenestrated System Program. Disponible sur: <http://evtoday.com//evtoday/2013/06/endologix-provides-update-of-ventana-fenestrated-system-program/>

AUTEUR : BOHNERT Ambre

Date de Soutenance : Mercredi 28 mai 2014

Titre de la Thèse : Place des endoprothèses fenêtrées standardisées pour le traitement des anévrismes aortiques juxta- et para-rénaux

Thèse - Médecine - Lille 2014

Cadre de classement : DES Chirurgie Générale, DESC de Chirurgie Vasculaire

Mots-clés : Anévrismes de l'aorte juxta- et para- rénaux, endovasculaire, endoprothèse fenêtrée standardisée, Zenith pivot branch, Ventana, évaluation applicabilité

Résumé :

Contexte : La confection « sur mesure » d'endoprothèses (EDP) fenêtrées permet le traitement des anévrismes aortiques juxta- (AJR) et para-rénaux (APR) avec d'excellents résultats. Leurs principales limites restent leur utilisation dans le cadre d'anévrismes symptomatiques et leur coût de fabrication élevé. L'alternative endovasculaire par la technique dite de la cheminée n'est pas satisfaisante, ce qui a conduit au développement d'EDP fenêtrées standardisées.

Méthode : Une étude rétrospective a été menée entre juin 2009 et juin 2013 dans notre centre sur 100 patients traités de façon consécutive pour un AJR ou un APR par une EDP fenêtrée sur mesure avec 2 ou 3 fenêtres. Les données préopératoires collectées de manière prospective ont pu être analysées. L'analyse des données anatomiques de chaque patient fournies par un angioscanner avec coupes millimétriques a été réalisée sur station de travail radiologique dédiée (Aquarius inTuitionViewer, Terarecon) permettant des reconstructions multiplanaires et curvilinéaires pour relever les données de hauteurs, diamètre et position horaire. L'éligibilité anatomique de chaque patient pour un des modèles d'EDP fenêtrées standardisées disponibles sur le marché a été évaluée (Zenith pivot branch modèles 1 et 2, CookMedical et Ventana, Endologix).

Résultats : En respectant les critères stricts d'inclusion, proposés par les protocoles d'investigation, pour les modèles p-branch seuls 7 patients auraient pu être traités (5 avec le modèle 1 et 4 avec le modèle 2) _ 28% (17 et 18% respectivement pour les modèles 1 et 2) en excluant la longueur totale du module qui est le principal facteur limitant. Le modèle Ventana impose l'existence d'une zone d'étanchéité (supérieure à 15mm de long avec un diamètre de 18 à 34mm) sous l'artère mésentérique supérieure (AMS) retrouvée chez 56 des 100 patients de notre étude. Sur ces 56 patients, 36 (soit 64%) auraient pu bénéficier de l'exclusion de leur anévrisme par cette EDP. Au total, 43% des patients étaient éligibles à l'une ou l'autre EDP fenêtrée standardisée.

Conclusion : Dans cette étude, près de la moitié des patients présentant un AJR ou un APR auraient pu bénéficier de l'implantation d'une EDP standardisée (p-branch ou Ventana). Les résultats des études cliniques actuellement menées sur l'utilisation de ces dispositifs seront déterminants pour définir la prise en charge spécifique notamment dans le cas des AJR et APR symptomatiques.

Composition du Jury :

Président : Monsieur le Professeur Jean-Pierre CHAMBON

Assesseurs : Monsieur le Professeur Stéphan HAULON

Monsieur le Professeur André VINCENTELLI

Monsieur le Professeur Jacques CHEVALIER

Monsieur le Docteur Jonathan SOBOCINSKI (DT)