

### **9.2.1.5. Facteurs pronostiques**

On distingue parmi les facteurs pronostiques d'une dilatation par ballonnet :

- **L'anatomie valvulaire et l'hypoplasie de l'anneau pulmonaire**

La morphologie de la valve pulmonaire et le rapport du diamètre aortique sur le diamètre pulmonaire (Ao/AP) sont des facteurs pronostiques majeurs d'une valvuloplastie par ballonnet. Bussadori *et al.* rapportent une différence significative du taux de survie entre les animaux atteints d'hypoplasie pulmonaire (type B, ratio Ao/AP > 1.2) et les animaux qui en sont exempts (sténose de type A, ratio Ao/AP < 1,2) avec des survies respectives à un an post-dilatation de 66% et 94% [19].

- **Gradient de pression trans-sténotique**

Dans une étude récente réalisée par Locatelli *et al.*, une valeur importante du gradient de pression pré-opératoire est identifiée comme étant le seul facteur prédictif négatif de réussite à court terme de l'intervention. De même, des valeurs élevées de gradient en période pré- et post-opératoires immédiat sont des facteurs pronostiques péjoratifs à long terme (un an post-intervention) [65].

- **Insuffisance cardiaque droite congestive**

La présence d'une insuffisance cardiaque droite est un facteur déterminant de la durée de survie post-opératoire. Si la dilatation par ballonnet peut lever la sténose et réduire ainsi le gradient de pression, elle ne garantit pas la récupération de la fonction ventriculaire. Ainsi dans l'étude de Stafford-Johnson *et al.*, 100% (4/4) des chiens insuffisants cardiaques ayant subi une valvuloplastie décèdent de leur cardiopathie à court et moyen terme (entre 0 et 18 mois après l'intervention) [104].

### **9.2.2. Pose de stent**

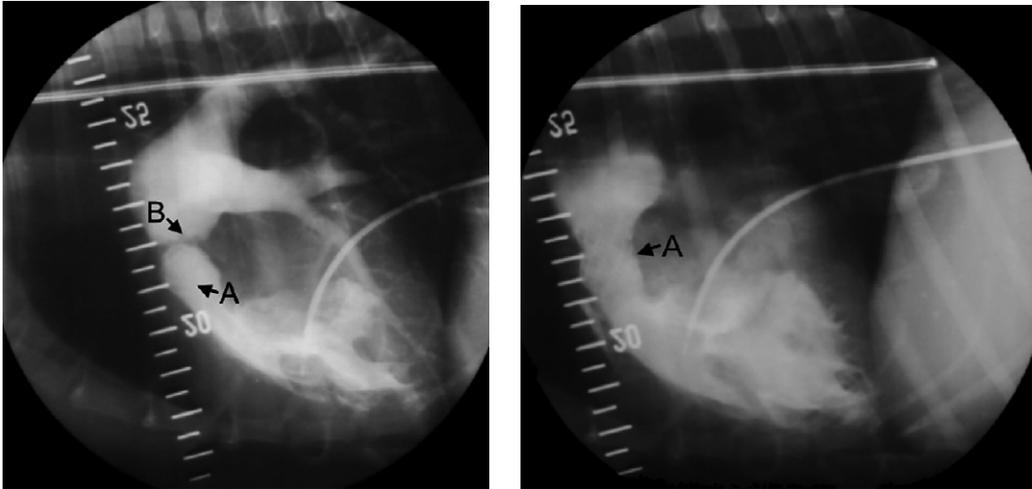
- **Principe**

Cette procédure consiste à insérer par cathétérisme cardiaque jusqu'au lieu de la sténose une endoprothèse métallique ou stent, serti sur un ballonnet (Figure 44). Le stent est déployé par gonflement du ballonnet puis laissé à demeure où il sert d'armature maintenant la perméabilité vasculaire. Le diamètre du stent et donc du ballonnet insufflé, doit être égal au diamètre pulmonaire natif, mesuré distalement et proximement à la lésion obstructive par angiographie. Dans l'idéal, sa longueur doit excéder l'ensemble du site lésionnel pour un positionnement correct lors de son déploiement [47].

**Figure 44 : Correction d'une sténose supra-valvulaire par la pose d'un stent intravasculaire d'après Griffith *et al.* [47]**

- Angiogramme à gauche : Mise en évidence avant intervention du site obstructif supra-valvulaire (B) distalement à la valve pulmonaire (A)

- Angiogramme à droite : Levée de la sténose par mise en place du stent supra-valvulaire (A)



▪ **Indications et contre-indications**

Cette technique est à ce jour uniquement rapportée dans le traitement des sténoses supra-valvulaires situées, au plus près, à cinq millimètres au dessus de la valve pulmonaire [47].

▪ **Avantages et inconvénients**

La pose de stent prévient les phénomènes de re-sténose post-dilatation. Elle constitue de ce fait, une alternative lors de sténose supra-valvulaire, à une technique de dérivation, beaucoup plus invasive. En dépit de résultats prometteurs, le coût et le manque de disponibilité des stents constituent une entrave importante au développement de cette technique chez le chien. En effet, l'absence de matériel spécifiquement conçu pour la correction des sténoses pulmonaires, contraint à l'utilisation de stents particuliers comme des stents biliaires dont les dimensions ne sont pas toujours adéquates et rendent difficile le positionnement exact de la prothèse [47].

▪ **Résultats**

La pose de stent correctrice de sténose pulmonaire ne fait l'objet que d'une seule publication vétérinaire. Celle-ci, réalisée par Griffiths *et al.* en 2006, décrit la mise en place d'un stent dans deux cas de sténose supra-valvulaires, l'une congénitale, l'autre acquise. Dans l'un des deux cas, une première intervention s'est soldée par un échec lié à un déploiement trop distal de la prothèse. Une seconde intervention, effectuée avec un stent de dimensions plus adaptées, a toutefois été menée avec succès. Les résultats obtenus dans cette publication sont prometteurs : résolution durable des signes cliniques (durée de suivie entre 19 et 24 mois) et régression notable du gradient de pression trans-sténotique (en moyenne 130 mmHg en pré-opératoire contre 32 mmHg à long terme) [47].

### 9.3. Techniques chirurgicales

#### 9.3.1. Valvulotomie par voie transventriculaire

Plusieurs techniques de valvulotomie réalisées à l'aveugle, par abord transventriculaire sont décrites dans la littérature vétérinaire :

- La technique au bistouri ;
- La technique de Brock ;
- La technique de Brock modifiée.

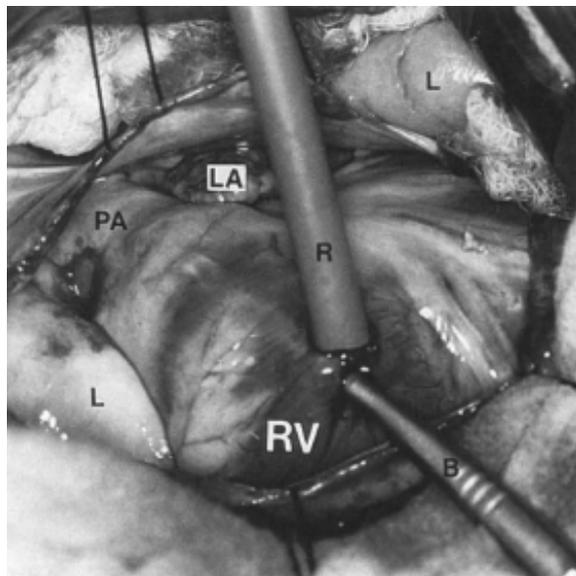
#### ▪ Principe

Les techniques de valvulotomie par voie transventriculaire consistent dans un premier temps en une incision de ventriculotomie après la mise en place préalable d'une suture en bourse et d'un garrot de Rumel au niveau du ventricule droit. Selon la technique, un bistouri (Figure 45), un valvulotome (technique de Brock, Figure 46) ou un rogneur musculaire (technique de Brock modifiée) est introduit par cet abord jusqu'au site de la sténose et utilisé à l'aveugle pour lever les adhérences et l'obstruction. Dans le dernier temps opératoire, la suture en bourse est serrée pour refermer le site de ventriculotomie [38,81,93].

#### **Figure 45 : Technique de valvulotomie au bistouri, d'après Eyster [38]**

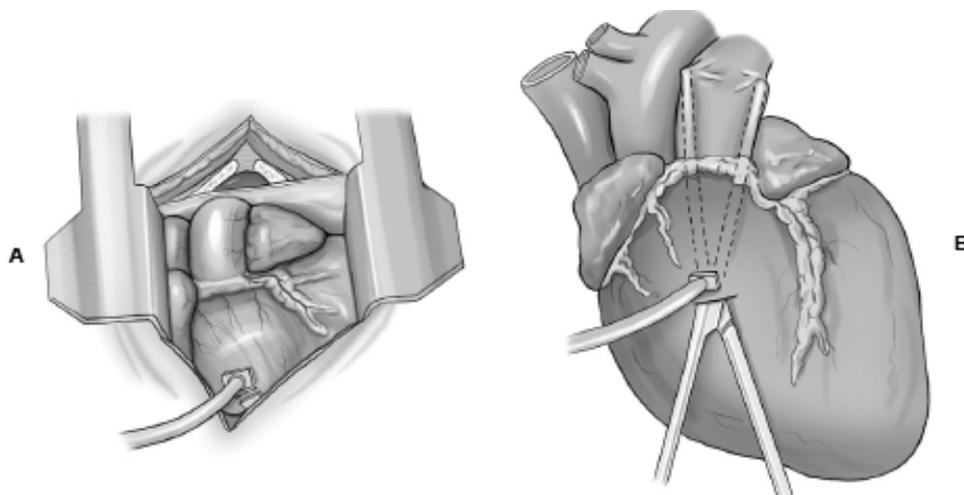
*Un bistouri (B) est introduit depuis le ventricule droit (RV) jusqu'au site de la sténose où des incisions sont réalisées à l'aveugle afin de lever l'obstruction. Le risque hémorragique est contrôlé par la mise en place d'une suture en bourse et d'un garrot de Rumel (R).*

*L : Poumon ; PA : Artère pulmonaire ; LA : Atrium gauche.*



**Figure 46 : Technique de Brock, d'après Orton [81]**

*Selon la même procédure que la technique au bistouri, un valvulotome est introduit depuis le ventricule droit jusqu'au niveau de la valve pulmonaire sténosée. La sténose est ainsi corrigée à l'aveugle par une série de dilatation au valvulotome.*



▪ **Indications et contre-indications**

- La technique du bistouri :

La technique du bistouri est indiquée pour les sténoses pulmonaires valvulaires. Elle ne présente aucun avantage lors de sténose supra-valvulaire et se montre d'un intérêt limité lors de sténose sous-valvulaire ou de dysplasie importante de la valve pulmonaire [38].

- La technique au valvulotome ou technique de Brock :

La technique employant un valvulotome est indiquée dans les cas de sténoses valvulaires, formes dysplasiques comprises, et de sténoses sous-valvulaires. Elle est une solution de recours chez les chiens de petits formats pour lesquels une valvuloplastie par ballonnet ou une circulation extracorporelle ne peuvent pas être envisagées [38,95].

- La technique de Brock modifiée :

La technique de Brock modifiée est uniquement préconisée lors de sténose pulmonaire sous-valvulaire isolée. L'emploi d'un rogneur musculaire est exclusivement dédié à l'excision du tissu fibro-musculaire infundibulaire [38].

▪ **Avantages et inconvénients**

Ces différentes techniques présentent des avantages et inconvénients similaires récapitulés dans le Tableau 10 ci-dessous :

**Tableau 10 : Avantages et inconvénients des techniques de valvulotomie par voie transventriculaire [60,81,93]**

Avantages	Inconvénients
Technique relativement simple Soins post-opératoires minimales	Technique à l'aveugle ne permettant pas une visualisation du site de la sténose.

- **Résultats**

Les valvulotomies par abord transventriculaire font l'objet de peu de publications dans la littérature vétérinaire. Les techniques au bistouri et au valvulotome offrent d'excellents résultats lors de sténose purement valvulaire. Saida *et al.* rapportent une résolution clinique et une diminution significative du gradient de pression, deux mois après une intervention par la technique de Brock (de 158 à 60 mmHg), chez un Chihuahua atteint de sténose pulmonaire valvulaire avec insuffisance cardiaque droite secondaire [95].

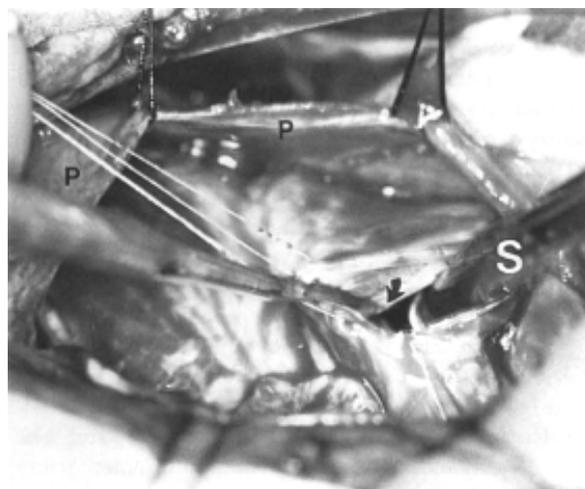
### **9.3.2. Valvulotomie par artériotomie pulmonaire et occlusion veineuse**

- **Principe**

La valvulotomie par artériotomie pulmonaire consiste à occlure de manière transitoire la veine cave caudale et le tronc pulmonaire en vue d'une artériotomie pulmonaire donnant un abord direct au site lésionnel. La correction chirurgicale par incision/excision des tissus sténotiques peut ainsi être faite sous contrôle visuel direct (Figure 47). La circulation veineuse doit cependant être rétablie au maximum 3 minutes après l'occlusion initiale [38,81,93].

**Figure 47 : Valvulotomie par artériotomie pulmonaire et occlusion veineuse, d'après Eyster [38]**

*L'incision du tronc pulmonaire, après occlusion veineuse, offre un abord direct de la valve sténotique qui peut ainsi être corrigée à vue. P : Péricarde ; S : Aspirateur chirurgical.*



- **Indications et contre-indications**

L'artériotomie pulmonaire est indiquée lors de sténoses valvulaires (dysplasiques ou non) et sous-valvulaires. En revanche, son efficacité est considérée comme nulle lors de sténoses musculaires infundibulaires et est discutée pour les sténoses supra-valvulaires. Elle est en outre contre-indiquée chez les animaux de moins de 6 mois pour lesquels cette intervention chirurgicale risquerait d'induire une fibrose irréversible [38].

- **Avantages et inconvénients**

Les avantages et inconvénients de cette technique sont récapitulés dans le Tableau 11.

**Tableau 11 : Avantages et inconvénients des techniques de valvulotomie par artériotomie pulmonaire [38,81,93]**

Avantages	Inconvénients
Visualisation directe du site de la sténose	Corrélés à l'occlusion veineuse : - Difficulté technique (temps limité...) - Induction d'une fibrose permanente chez les animaux immatures

▪ **Résultats**

La valvulotomie par artériotomie pulmonaire est, à ce jour, peu pratiquée en médecine vétérinaire. De récentes études décrivent la correction de sténose pulmonaire (valvulotomie, commissurotomie) par artériotomie pulmonaire sous circulation extracorporelle. Le grand intérêt de la méthode réside dans son efficacité lors de sténoses valvulaires de type B et de sténoses supra-valvulaires qui constituent de mauvaises candidates à une dilatation par ballonnet [44,103]. Cette technique est intéressante chez les chiens de petit format pour lesquels la proximité étroite entre la sténose et la valve augmentent le risque de lésion valvulaire d'une approche par cathétérisme cardiaque ou d'un abord transventriculaire.

Deux publications récentes décrivent une correction de sténose supra-valvulaire par une artériotomie pulmonaire sous circulation extracorporelle (Soda *et al.*, 2009 [103], Fujiwara *et al.*, 2012 [44]). Dans ces deux études, l'intervention est un succès, permettant une réduction nette du gradient de pression (de l'ordre de 60%) à court et moyen-long terme ainsi qu'une résolution clinique complète chez la totalité des animaux traités (n = 1 et n = 9, respectivement). Aucune récurrence de sténose n'a par ailleurs été observée dans les six mois à trois ans post-intervention [44, 103].

**9.3.3. Grefte de patch (« patch-graft »)**

▪ **Principe**

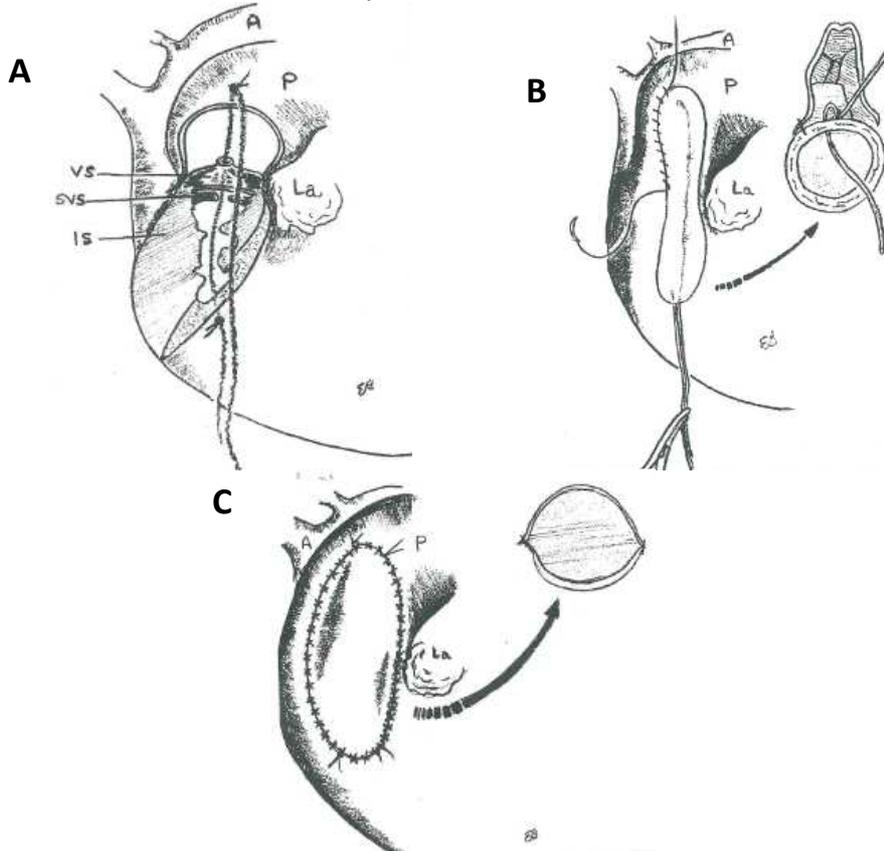
Le but de la technique d'une greffe de patch est d'élargir la voie d'éjection du ventricule droit pour faciliter le passage du flux sanguin depuis le ventricule droit vers le tronc pulmonaire.

La technique « classique », dite « à cœur fermé », a été décrite par Breznock en 1976 [10]. Elle consiste à suturer de façon lâche, un patch prothétique d'origine biologique (portion de péricarde ou de veine cave de bovin) ou synthétique (ex : en polytétrafluoroéthylène) à la jonction entre le ventricule droit et le cône artériel pulmonaire. La paroi cardiaque, sous le patch, est coupée sur toute son épaisseur par traction sur un fil métallique préalablement inséré dans la voie d'éjection du ventricule droit, de part et d'autre du site de la sténose. Le patch est complètement suturé aux marges de la plaie de ventriculotomie permettant ainsi l'élargissement de la lumière en regard du site sténotique (Figure 48) [38,81,93].

**Figure 48 : Greffe d'un patch selon la technique de Breznock [10]**

*Un fil métallique est inséré dans la voie d'éjection du ventricule droit jusque dans le tronc pulmonaire (A). Un patch de péricarde est suturé de façon lâche par-dessus le fil métallique, de part et d'autre du site obstructif (B). Une traction alternée sur les deux chefs du fil permet de cisailier la paroi cardiaque sous le patch et d'élargir la voie pulmonaire (C).*

*A : Aorte ; P : Tronc pulmonaire ; La : Atrium gauche ; VS : Sténose valvulaire ; SVS : Sténose sous-valvulaire ; IS : Sténose infundibulaire.*



Il existe différentes variantes à cette technique :

- La technique de patch-graft ouverte ou technique d'Orton [53,82] :

La différence majeure repose sur la mise en place d'une occlusion veineuse temporaire et la réalisation d'une ventriculotomie au scalpel, préalablement à la pose du patch. Cette technique permet ainsi une visualisation directe et donc une correction sur mesure du site de la sténose (résection des feuillets épaissis ou de l'anneau fibreux). Elle est d'autant plus avantageuse qu'elle se soustrait du recours au fil métallique et donc aux traumatismes, aux saignements et aux difficultés techniques qui lui sont associés.

- La technique d'Orton modifiée :

Le principe est similaire à la précédente à ceci près que le patch est entièrement suturé puis incisé en son plan médian pour accéder au site lésionnel [38,81].

- **Indications et contre-indications**

La greffe d'un patch peut être réalisée dans toutes les formes de sténose pulmonaire chez les animaux de tout format. Il est recommandé de l'entreprendre précocement, si possible avant

l'âge d'un an, pour optimiser un développement ventriculaire normal [10]. Elle constitue une option thérapeutique indiquée en cas d'échec d'une dilatation par ballonnet, d'insuffisance cardiaque congestive ou encore d'hypertrophie infundibulaire dynamique [38,106].

En revanche, les sténoses pulmonaires associées à une anomalie topographique des artères coronaires constituent une contre-indication absolue à cette technique. Plusieurs cas de décès per-opératoires par transection de l'artère coronaire gauche aberrante ont été rapportés dans la littérature vétérinaire [12,38,106].

▪ **Avantages et inconvénients**

La greffe de patch est une intervention pouvant être réalisée chez les races tout format y compris chez les animaux de moins de 10 kg pour lesquels une dilatation par ballonnet n'est pas envisageable [109]. Par ailleurs, la taille du patch est suffisamment large pour s'adapter à la croissance du jeune animal et donc n'exiger qu'une seule intervention.

En dépit de certains avantages, elle demeure une procédure technique non dénuée de risques. Quelle que soit la technique employée, l'intervention induit d'importantes lésions valvulaires à l'origine d'une insuffisance pulmonaire. Cette insuffisance est néanmoins bien tolérée et sans répercussion clinique dans la majorité des cas [10].

Les avantages et inconvénients propres à chacune des deux techniques sont détaillés dans le Tableau 12 ci-dessous :

**Tableau 12 : Avantages et inconvénients des greffes de patch ouverte et fermée [35,38,81,106,109]**

	<b>Avantages</b>	<b>Inconvénients</b>
<b><u>Technique fermée</u></b>	- Moins invasive car s'affranchit d'une occlusion veineuse et d'une circulation extra-corporelle	- Difficultés techniques lors d'hypertrophie significative (insertion du fil métallique et incision de ventriculotomie) - Myotomie partielle et inefficace en cas de mauvais placement du fil métallique - Procédure à l'aveugle, correction limitée de la sténose - Hémorragies et traumatismes ventriculaire
<b><u>Technique ouverte</u></b>	- Visualisation directe et correction adaptée de la sténose	- Invasive et très technique - Perturbations hémodynamiques et métaboliques induites par une occlusion veineuse et/ou une circulation extracorporelle

Si les techniques à « cœur ouvert » autorisent une meilleure approche corrective, elles induisent des perturbations hémodynamiques et métaboliques non négligeables. Les troubles associés à une occlusion veineuse incluent, entre autres une hypovolémie, une hypoxémie, une hypercapnie et une acidose métabolique. La mise en place d'une circulation extracorporelle s'accompagne de risques d'hémodilution, d'hémolyse, ou encore d'hypo-proteinémie et d'œdèmes. Ces interventions requièrent une surveillance particulière de la fonction cardiaque et s'accompagnent fréquemment d'arythmies (tachycardie et fibrillation ventriculaires, bloc de branche...) [53,109].

## ▪ Résultats

Le principal intérêt de la greffe de patch réside dans l'expansion et la décompression de la voie d'éjection du ventricule droit. Cette technique permet ainsi une diminution significative du gradient de pression trans-sténotique, de l'ordre de 65% en moyenne à court et moyen termes [10,53,82,106,109].

Dans l'étude de Tanaka *et al.*, les effets hémodynamiques obtenus par une technique de patch-graft ouverte sous circulation extracorporelle sont équivalents si ce n'est meilleurs que ceux rapportés avec la dilatation par ballonnet. Ils rapportent une réduction moyenne du gradient de pression de près de 83%, trois mois post-intervention avec un gradient de moins de 40 mmHg chez 86% des survivants (6/7). Une amélioration clinique est obtenue dans plus de 80% des cas, et ce même lors de cardiopathie évoluée [109].

Les résultats associés aux techniques fermées sont moins favorables que ceux des techniques ouvertes en raison de la possible rémanence de tissus valvulaires. La greffe de patch fermée présente, en outre, un risque significatif d'hémorragie, d'échec ou encore de décès per-opératoire. Son pronostic à long terme est réservé [106].

Si les techniques ouvertes semblent plus efficaces, elles rencontrent également des complications majeures dans un certain nombre de publications. Hunt *et al.*, observent de graves troubles du rythme dans 75% des cas traités par une procédure ouverte, sous occlusion veineuse. Un des huit chiens intégrés dans l'étude, a par ailleurs manifesté d'importantes séquelles neurologiques imputables à une ischémie cérébrale prolongée [53].

Les greffes de patch restent donc des chirurgies risquées associées à un taux de mortalité non négligeable variant de 11% à 33% selon les études [106,109]. Malgré des résultats encourageants, le caractère invasif, la technicité et les risques inhérents à de telles interventions invitent à la prudence et limitent leur recours en médecine vétérinaire.

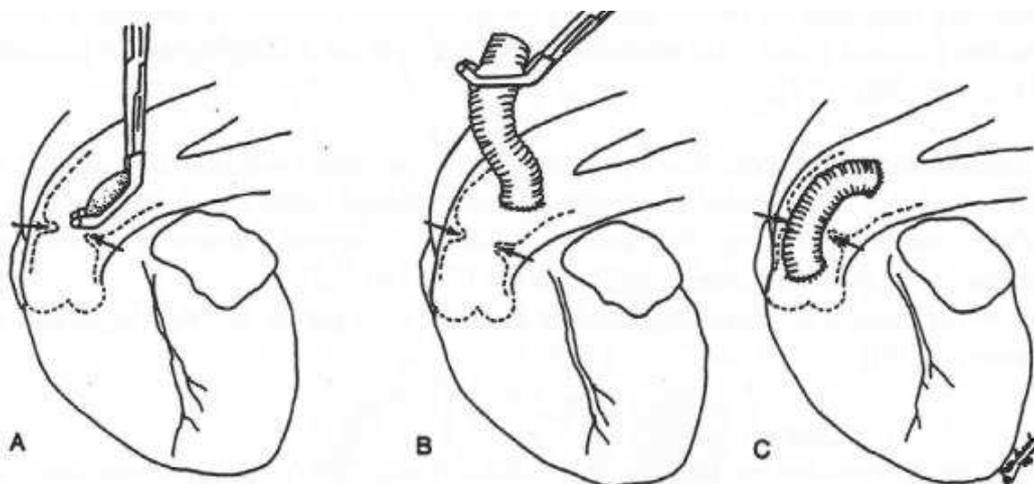
### 9.3.4. Technique de dérivation

#### ▪ Principe

La technique de dérivation repose sur la mise en place d'une prothèse tubulaire synthétique dont chacune des extrémités est anastomosée de part et d'autre de la sténose, permettant ainsi de shunter le site obstructif (Figure 49) [38,81,93].

**Figure 49 : Principe de la technique de dérivation d'après Ford *et al.* [93]**

*La technique consiste en l'anastomose d'un conduit de part et d'autre du site sténotique afin de shunter l'obstruction.*



- **Indications et contre-indications**

Les sténoses supra-valvulaires représentent la meilleure indication d'une technique de dérivation (si la valve native est fonctionnelle, l'anastomose peut se faire un aval de la valve en conservant cette dernière) [38]. Cette intervention chirurgicale peut également être recommandée lors de malposition des artères coronaires ou lors de sténose valvulaire associée à une importante hypoplasie annulaire [12].

- **Résultats**

D'une manière générale, les techniques de dérivation ont rencontré beaucoup d'échecs en médecine vétérinaire et ce, en raison des complications thrombotiques associées. Certaines publications rapportent néanmoins de bons résultats avec la pose d'une dérivation entre la région proximale et la région distale du tronc pulmonaire ou entre le tronc pulmonaire et le ventricule droit. L'étude de Saida *et al.* portant sur dix Beagles atteints de sténose supra-valvulaire expérimentalement induite, montre une diminution significative à 12 semaines de la pression systolique ventriculaire (baisse de 37%), du gradient de pression transpulmonaire (réduction de 50%) ainsi que de l'épaisseur du ventricule droit (baisse de 13%) chez les animaux traités par l'implantation ventriculo-pulmonaire d'une bioprothèse valvée (n = 5) par rapport à ceux non traités [96]. Par ailleurs, une étude ultérieure démontre la pérennité au long cours de la bioprothèse ainsi que son rôle préventif dans le développement de la fibrose myocardique ventriculaire [97].

En dépit de ces résultats, cette technique se heurte à certains écueils d'ordre financier et technique restreignant son utilisation en médecine vétérinaire. En effet, les implants valvés sont très onéreux et leur implantation sur le ventricule droit est rendue difficile en présence d'une hypertrophie ventriculaire marquée.