

Mise au point

## Machines d'assistance circulatoire : indications, complications et perspectives d'avenir

## Mechanical circulatory assistance: indications, complications and future applications

A. Combes<sup>a,\*</sup>, P. Leprince<sup>b</sup>, R. Choussat<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Service de réanimation médicale, institut de cardiologie, hôpital Pitié-Salpêtrière, 47, boulevard de l'Hôpital, 75651 Paris cedex 13, France

<sup>b</sup> Service de chirurgie cardiaque, hôpital Pitié-Salpêtrière, 47, boulevard de l'Hôpital, 75651 Paris cedex 13, France

<sup>c</sup> Département de cardiologie, hôpital Pitié-Salpêtrière, assistance publique-hôpitaux de Paris, Paris, France

Reçu et accepté le 4 novembre 2003

### Résumé

Les médecins urgentistes et réanimateurs doivent reconnaître précocement les pathologies susceptibles d'évoluer rapidement vers le choc cardiogénique réfractaire et l'asystolie : myocardites aiguës, intoxications par médicaments stabilisants de membrane, choc cardiogénique de l'infarctus du myocarde, myocardiopathies du péri- ou du post-partum. Dans ces situations cliniques, il faut diriger le malade le plus rapidement possible vers un centre médicochirurgical possédant la capacité d'implantation d'une assistance circulatoire, car la mise en place d'une machine avant que ne s'installent des signes de défaillance multiviscérale permet de réduire de manière très significative la morbidité et la mortalité dans les suites opératoires. Parmi les assistances de « première ligne », l'ECMO (*Extra-Corporeal Membrane Oxygenation*) semble être actuellement privilégiée dans ces situations d'urgence, surtout si une pathologie myocardique réversible est suspectée. Les autres situations cliniques bénéficiant des techniques d'assistance ventriculaire sont les cardiopathies chroniques décompensées et résistantes au traitement médical en attente d'une transplantation, et depuis seulement quelques années, en alternative à la transplantation lorsque celle-ci n'est pas possible. Le succès d'un programme d'assistance circulatoire repose en grande partie sur l'expérience des chirurgiens, cardiologues, réanimateurs et de l'équipe paramédicale qui vont prendre en charge les patients en grande défaillance cardiogénique. La sélection, tout d'abord des malades pouvant bénéficier d'une technique d'assistance, puis de la machine la plus appropriée à chaque situation clinique reste une problématique difficile, puisque aucun critère ou score décisionnels objectifs n'ont pour l'instant été validés. Cependant une attention toute particulière doit être portée avant l'implantation de la machine à la fonction ventriculaire droite, à l'état neurologique, rénal et à la présence d'un éventuel sepsis. Les années qui viennent permettront sûrement d'améliorer les machines et d'optimiser la prise en charge médicochirurgicale de ces malades, en particulier par la création de réseaux entre les différents acteurs du système de soins et les centres lourds possédant les techniques d'assistance ventriculaire. Enfin, le développement de machines totalement implantables permettra peut-être de pallier la pénurie de greffons cardiaques en servant d'alternative thérapeutique définitive à la greffe.

© 2003 Société de réanimation de langue française. Publié par Elsevier SAS. Tous droits réservés.

### Abstract

Critical care physicians should recognize early in the course of the disease severe cardiogenic shock complicating acute myocarditis, intoxication with cardiotoxic drugs, myocardial infarction and peripartum cardiomyopathy. In such situations, referral to specialist centers with experience in mechanical circulatory assistance may be considered rapidly and percutaneous extracorporeal life support is emerging as the technique of choice for emergent circulatory assistance. Other conditions for left ventricular assist device (LVAD) placement are patients with chronic heart failure awaiting transplantation or for whom transplantation is not possible, the device serving as a destination therapy. Appropriate patient selection remains challenging and perhaps the most important attribute of a successful ventricular assist program. Although few exact criteria can define patients who are not eligible, several considerations and screening scales can help determine a particular

\* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : [alain.combes@psl.ap-hop-paris.fr](mailto:alain.combes@psl.ap-hop-paris.fr) (A. Combes).

patient's suitability and specific attention must be given to right heart function, neurologic status, existing infections, renal function, and transplantation suitability. The previously high rates of morbidity and mortality associated with implantation of LVADs for long-term support have continued to decline through design improvements, better patient selection criteria, and greater clinical experience. The future of this field will not only be in technological advances with devices but in optimization of patient selection and expanding indications such as permanent replacement therapy.

© 2003 Société de réanimation de langue française. Publié par Elsevier SAS. Tous droits réservés.

**Mots clés :** Insuffisance cardiaque ; Transplantation cardiaque ; Machines d'assistance circulatoire ; Oxygénation extracorporelle

**Keywords:** Heart Failure, Congestive; Heart transplantation; Heart-assist devices; Heart, Artificial; Prosthesis-related infections; Human patient selection; Extracorporeal Membrane Oxygenation

## 1. Introduction

Les techniques d'assistance circulatoire se sont développées parallèlement à l'essor de la chirurgie cardiaque et en particulier de la greffe cardiaque, dans la 2<sup>e</sup> partie du 20<sup>e</sup> siècle. Ainsi, la première implantation en 1966 d'une assistance ventriculaire pneumatique en attente de récupération de la fonction myocardique a précédé d'un an la première greffe cardiaque, puis ce fut l'implantation d'un cœur artificiel total en attente de greffe en 1969 et comme prise en charge définitive de l'insuffisance cardiaque terminale en 1984 [1].

Au début du 21<sup>e</sup> siècle, les assistances circulatoires demeurent des thérapeutiques d'exception, mises en œuvre dans des structures médicochirurgicales expérimentées, compte tenu de la lourdeur et de la complexité de leur mise en place et de leur surveillance. Trois groupes de populations de patients peuvent bénéficier de ce type de machines :

- les insuffisances cardiaques aiguës (principalement myocardites aiguës virales, toxiques et choc cardiogénique après infarctus ou circulation extracorporelle) ;
- les pathologies cardiaques chroniques décompensées et résistantes au traitement médical, en attente d'une transplantation cardiaque ;
- enfin, les insuffisances cardiaques évoluées, pour lesquelles la transplantation n'est pas possible et l'implantation d'une machine est envisagée de manière permanente.

Dans ce chapitre, nous exposerons successivement les différentes techniques d'assistance employant des pompes générant un débit cardiaque propre (donc à l'exclusion de l'assistance ventriculaire gauche par ballon de contre-pulsion intra-aortique), les indications de ces différentes techniques, en particulier en situations d'urgence et de réanimation, puis les complications qui leur sont associées.

## 2. Les machines

### 2.1. Les pompes non occlusives ou pompes centrifuges

#### 2.1.1. Matériel

Elles sont constituées d'un rotor mobile, électrique, qui propulse le sang soit par effet vortex, soit par l'intermédiaire

d'ailettes. Comme toute pompe non occlusive, leur fonctionnement dépend directement de la précharge et de la postcharge. Elles peuvent être associées à un oxygénateur permettant ainsi de réaliser un cœur-poumon artificiel ou ECMO (*Extra Corporeal Membrane Oxygenation*) [2,3]. Les canules d'entrée et de sortie de la pompe sont implantées soit en intrathoracique soit au niveau des vaisseaux périphériques. La mise en place des canules ne nécessite pas le recours à une circulation extracorporelle. La mise en place des canules au niveau des vaisseaux fémoraux se fait par méthode Seldinger, après un abord à minima de la face antérieure des vaisseaux. De ce fait, l'implantation peut être réalisée au lit du patient sous anesthésie locale. La canule veineuse, implantée au niveau de la veine fémorale remonte jusque dans l'oreillette droite. La mise en place de la canule veineuse dans l'oreillette gauche par cathétérisme trans-septal par le cardiologue en salle de cathétérisme est possible avec la technologie TandemHeart<sup>TM</sup> [4]. (Fig. 1). La canule artérielle fémorale remonte jusque dans l'artère iliaque. En fonction de la morphologie du patient, le calibre des canules est de 18 à 20 French pour l'artère et de 25 à 30 French pour la veine. Afin d'éviter toute ischémie de membre inférieur, une perfusion de l'artère fémorale superficielle est branchée en dérivation sur le circuit artériel (pour l'ECMO).

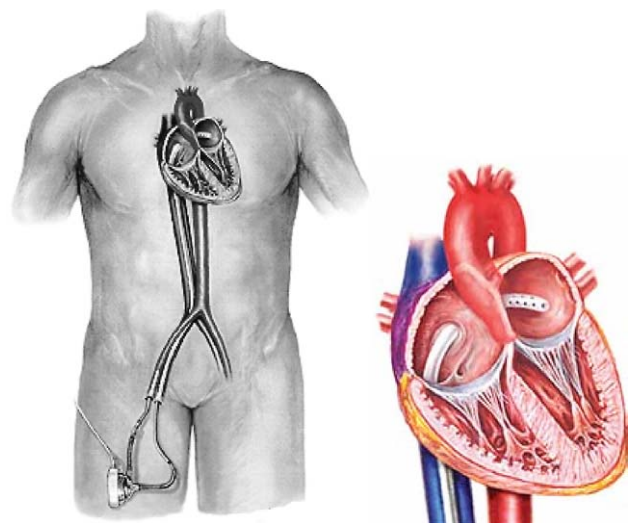


Fig. 1. Assistance par pompe centrifuge TandemHeart<sup>TM</sup>. À noter, le cathétérisme trans-septal permettant la décharge des cavités gauches.

### 2.1.2. Avantages et inconvénients

La facilité et le caractère peu invasif de l'implantation de ces pompes constituent un avantage important, notamment dans le cadre de l'urgence, ce d'autant que ces systèmes peuvent suppléer simultanément les fonctions cardiaque et pulmonaire [4]. Le faible coût (2 à 40 fois moindre que les autres matériels d'assistance circulatoire) permet une utilisation large chez les patients particulièrement à risque. Ces systèmes sont conçus pour être utilisés sur de courtes durées, même si les circuits et oxygénateurs actuels permettent de ne changer ces éléments que tous les 7 à 15 jours. Enfin, ces systèmes ne laissent aucune autonomie au patient qui est confiné au lit.

## 2.2. Ventricules pneumatiques hétérotopiques

### 2.2.1. Matériel

Il s'agit de systèmes d'assistance pulsatile entraînés par une énergie pneumatique, les ventricules artificiels étant placés en dérivation sur la circulation et le cœur natif laissé en place [1]. Ils peuvent être utilisés en assistance monoventriculaire gauche, monoventriculaire droite ou biventriculaire. Le système le plus utilisé est le Thoratec<sup>TM</sup> [5] (Fig. 2). Le système est relié à un compresseur et à une console de commande (Fig. 3). Parmi les autres systèmes disponibles, il faut citer le Medos<sup>TM</sup> qui comporte des ventricules de petite taille utilisables chez les enfants et l'Abiomed BVS 5000. Ces systèmes pneumatiques comportent une canule d'admission insérée dans les cavités cardiaques droites et/ou gauches, le plus souvent ventriculaires. La canule d'éjection est constituée d'un tube de dacron anastomosé en terminolatéral sur l'artère pulmonaire et/ou l'aorte ascendante. Les canules

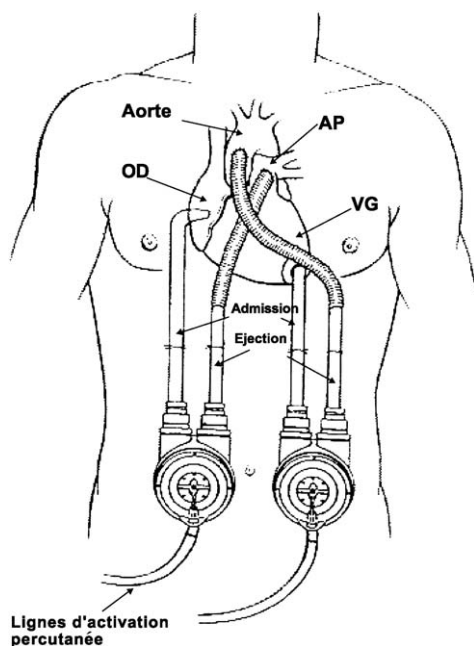


Fig. 2. Assistance biventriculaire Thoratec<sup>TM</sup>.

ont un trajet percutané et sont connectées aux ventricules artificiels placés à l'extérieur du corps. L'implantation est réalisée à cœur battant (sans clampage aortique) en utilisant une circulation extracorporelle de soutien hémodynamique. Cette technique a l'avantage de ne pas entraîner d'ischémie myocardique.

### 2.2.2. Avantages et inconvénients

L'avantage essentiel des systèmes pneumatiques hétérotopiques est leur grande versatilité. Ces systèmes permettent en effet d'effectuer indifféremment des assistances monoventriculaires, droite ou gauche, ou biventriculaires [5]. L'existence d'une console portable permet éventuellement aux patients de sortir de l'hôpital en attendant la greffe. L'existence de prothèses valvulaires ou d'une cardiopathie restrictive constitue une contre-indication au moins relative à l'utilisation de ces systèmes. Chez les patients de grand gabarit, les débits assurés par les assistances pneumatiques paracorporelles peuvent s'avérer insuffisants, notamment lorsqu'il existe un état de défaillance multiviscérale.

## 2.3. Ventricules implantables électromécaniques

### 2.3.1. Matériel

Il s'agit d'assistances monoventriculaires gauches. Un électro-aimant écrase un sac à sang et transforme ainsi l'énergie électrique en énergie mécanique. La canule d'admission est implantée à la pointe du ventricule gauche et le tube d'éjection est suturé en terminolatéral sur l'aorte ascendante. La pompe est implantée dans une poche créée dans la gaine du muscle grand droit gauche de l'abdomen. Le câble électrique transcutané permet de relier la pompe au contrôleur et aux batteries. Les deux ventricules électromécaniques actuellement disponibles sont le Novacor<sup>TM</sup> et le HeartMate<sup>TM</sup> [6] (Fig. 4). Ce dernier présente un revêtement spécifique qui limite les risques thrombotiques. Il est important que l'implantation soit effectuée à cœur battant afin d'éviter une ischémie même de courte durée du ventricule droit.

### 2.3.2. Avantages et inconvénients

Le caractère implantable des assistances électriques constitue un avantage majeur. Ces systèmes laissent en effet une excellente autonomie aux patients qui peuvent rentrer à domicile. Cependant, leur utilisation est réservée aux patients ayant une dysfonction ventriculaire gauche isolée. De plus, la poche d'implantation de la pompe est une source de complications locales, hémorragiques ou septiques non négligeables.

## 2.4. Cœur artificiel total Cardiowest<sup>TM</sup>

### 2.4.1. Matériel

Il est constitué de deux ventricules pneumatiques implantés en position orthotopique à la place des ventricules natifs

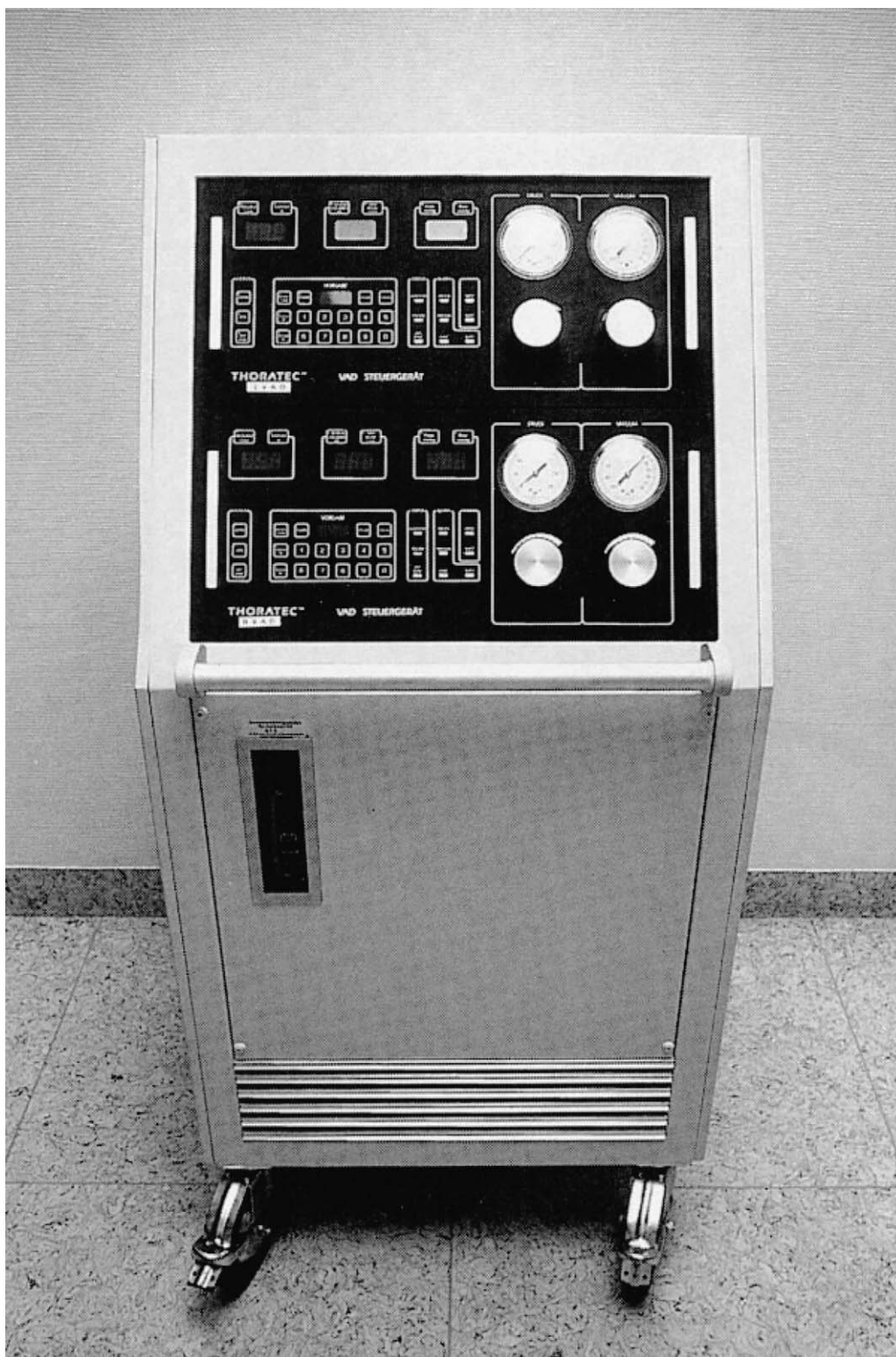


Fig. 3. Console de commande de l'assistance biventriculaire Thoratec™.

et reliés par deux lignes d'activation transcutanées à une console de contrôle et un compresseur (Fig. 5). Descendant direct du Jarvik-7, le CardioWest™ n'est à la disposition que de quelques équipes dans le monde, dont les équipes françaises de la Pitié et de Nantes [7].

#### 2.4.2. Avantages et inconvénients

Le cœur artificiel total est un système extrêmement fiable permettant une suppléance hémodynamique de longue durée et est particulièrement efficace chez les patients les plus sévères [7]. La résection complète des ventricules natifs

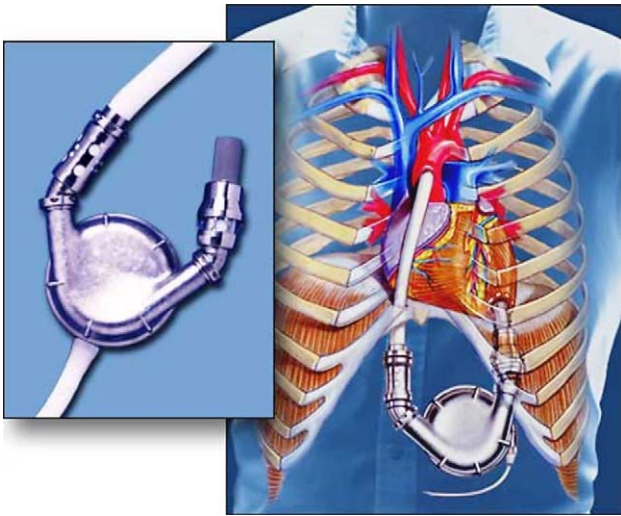


Fig. 4. Assistance monoventriculaire gauche HeartMate™ testée dans l'essai randomisé multicentrique Rematch [6].

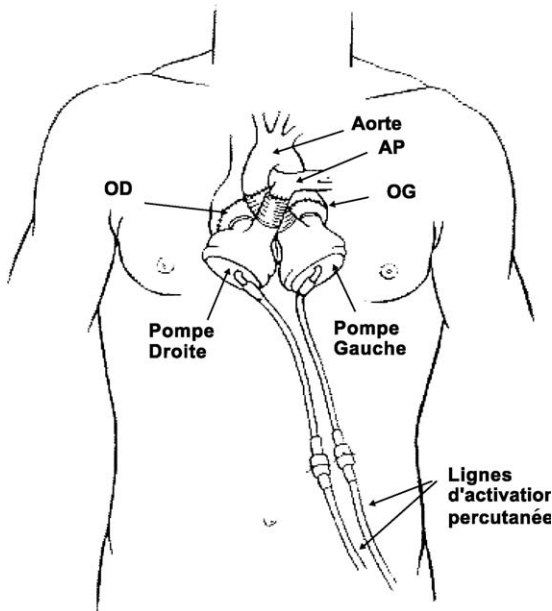


Fig. 5. Cœur artificiel total Cardiowest™.

permet de résoudre les problèmes liés aux troubles du rythme itératifs ou à l'existence de prothèses valvulaires. Bien entendu, il ne peut être utilisé qu'en attente de transplantation.

### 3. Indications–Sélection des patients

#### 3.1. Généralités (Tableau 1)

La décision de mise en place d'une assistance circulatoire prend en compte de nombreux paramètres parmi lesquels on peut citer la rapidité d'évolution de la maladie, les traitements qui ont été institués, le caractère réversible ou non de l'atteinte, le projet de greffe cardiaque en cas d'atteinte myocardique irréversible, l'état clinique du patient au moment de la prise en charge et le risque opératoire [1,8]. D'une

manière générale, avant toute discussion d'assistance, les critères suivants doivent être présents :

- le malade présente des signes d'insuffisance cardiaque décompensée malgré un traitement inotrope ( $\pm$  un ballon de contre-pulsion intra-aortique) ;
- et il existe des signes hémodynamiques de choc cardiogénique (PAPO  $>$  18 mmHg et IC  $<$  2 L/min/m<sup>2</sup>) déterminés par sonde de Swan Ganz et/ou échographie.

#### 3.2. Pathologie myocardique aiguë en état de choc cardiogénique

C'est cette situation clinique que le réanimateur doit reconnaître précocement pour diriger le malade le plus rapidement possible vers un centre médicochirurgical possédant la capacité d'implantation d'une assistance circulatoire. Ces pathologies peuvent en effet très rapidement évoluer vers le choc cardiogénique réfractaire et l'asystolie.

##### 3.2.1. Étiologies

Le choc cardiogénique à la phase aiguë de l'infarctus représente la pathologie faisant le plus fréquemment discuter une assistance en urgence [9]. L'incidence du choc cardiogénique est stable depuis 20 ans touchant 7 % des infarctus du myocarde admis en unité de soins intensifs [9,10]. Sa survenue demeure une complication redoutable avec une mortalité extrêmement élevée de l'ordre de 60–70 % [9–11].

Les autres pathologies myocardiques aiguës pouvant bénéficier d'une assistance circulatoire en urgence sont les myocardites aiguës, le plus souvent d'origine virale [12], les intoxications aiguës par drogues cardiotoxiques à effet stabilisant de membrane (anti-arythmiques de classe I, quinine, inhibiteurs calciques,  $\beta$ -bloquants, antidépresseurs polycycliques) [13,14], les dysfonctions ventriculaires après circulation extracorporelle [15–17], les rejets aigus ou dysfonctions primitives sévères de greffe cardiaque [3], les myocardopathies aiguës du péri- ou du post-partum (myocardite du post-partum, embolies amniotiques) [18]. On peut y ajouter quelques situations plus rares : hypothermies profondes [19], arrêts cardiocirculatoires [3,16] et embolies pulmonaires graves [16].

##### 3.2.2. Stratégie thérapeutique

La décision de l'implantation d'une assistance est particulièrement difficile et repose sur un faisceau d'arguments cliniques, paracliniques et souvent sur l'expérience personnelle et collective des membres de l'équipe. Comme signalée ci-dessus, la constatation d'une insuffisance cardiaque réfractaire malgré un traitement inotrope positif maximal et des signes hémodynamiques de choc cardiogénique doit conduire à la discussion d'assistance. Cependant d'autres signes doivent alerter l'équipe : nausées, douleurs abdominales, baisse du niveau de conscience, tachycardie importante, troubles ioniques se majorant, aggravation de la fonction rénale ou hépatique. La tolérance de l'intervention chirurgicale de mise en place de l'assistance sera d'autant meilleure

Tableau 1  
Systèmes d'assistance circulatoire : indications, avantages et inconvénients respectifs

Type	Indications	Avantages	Inconvénients
Pompes centrifuges, avec ou sans ECMO	IVG post-CEC, myocardites, Intoxications par cardiotropes, Infarctus aigu,	Simple, le moins cher, oxygénation possible	Courte durée, saignement canules, position allongée au lit stricte, hémorragies, sepsis, embolies
Ventricules pneumatiques hétérotropiques (Thoratec)	Attente de récupération (myocardites, post-CEC), Attente de transplantation	Mono- ou biventriculaire Machine fiable	Ventricules externes, hémorragies, sepsis, embolies
Ventricules implantables électromécaniques (Novacor, HeartMate)	Attente de transplantation, implantation définitive (HeartMate)	Utilisation possible au long cours, sortie du patient de l'hôpital,	Monoventriculaire, implantation abdominale, hémorragies, sepsis, embolies
Cœur artificiel total (Cardiowest)	Défaillance bi ventriculaire, seulement en attente de la transplantation	Biventriculaire, efficacité hémodynamique	Patients peu mobiles du fait de la console, hémorragies, sepsis, embolies

que le patient n'a pas développé de stigmates de défaillance polyviscérale. En cas d'installation de signes de défaillance polyviscérale, les risques de décès précoce après implantation de la machine sont majeurs et certaines équipes proposent la mise en place initiale d'une ECMO, puis, dans un deuxième temps, si le patient présente une amélioration clinique, l'implantation d'une pompe mono- ou biventriculaire [2,3].

Plusieurs équipes ont proposé des scores, reposant sur des variables cliniques, permettant de prédire le succès ou l'échec de la mise en place d'une machine d'assistance [20,21]. Gracin et al. ont par ailleurs montré que le score Apache II peut servir d'indice pronostique dans cette situation : les patients avec un score de 11 à 20 sont ceux qui bénéficient le plus de la mise en place de la machine [22]. Cependant, ces scores n'ont été développés qu'à partir de données issues de patients appareillés et n'ont pas comparé patients traités médicalement vs. patients appareillés. Il est donc difficile d'extrapoler l'utilité de ces scores dans la décision de mise en place d'une assistance.

Pour la plupart de ces patients, il faut préférer l'implantation d'une assistance temporaire permettant le sevrage, (et non une assistance définitive, type cœur artificiel total), en raison de la grande probabilité d'évolution favorable de la maladie et de sevrage de l'assistance. L'ECMO présente des atouts décisifs pour devenir cette assistance circulatoire de l'urgence. Elle permet en effet, si nécessaire au lit du malade, d'obtenir rapidement et de manière peu agressive une suppléance circulatoire efficace. Plusieurs équipes ont récemment publié les résultats de leur expérience avec ce type d'assistance. Ainsi, Schwarz et al. [16] ont étudié 46 patients ayant bénéficié d'une ECMO, 25 pour choc cardiogénique et 21 dans les suites d'un arrêt cardiocirculatoire. Dans cette cohorte, 61 % des patients ont pu être sevrés de l'ECMO et la survie prolongée a été de 28 %. De même, Magovern [3] rapporte l'expérience de l'Allegheny Hospital à Pittsburgh, où 82 patients (55 pour dysfonction myocardique post-CEC, 27 pour coronarographie compliquée, quatre avec dysfonction de greffon cardiaque et six après arrêt cardiaque) ont bénéficié d'une assistance par ECMO de 1991 à 1997. Les pourcentages de patients sortis vivants de l'hôpital étaient respectivement de 56, 96, 50 et 0 % pour les groupes étudiés.

Après une assistance de quelques jours, il est parfois possible d'obtenir une récupération suffisante de la fonction myocardique permettant de sevrer le patient de l'ECMO (myocardite aiguë virale, toxique, sidération myocardique post-CEC ou dans quelques cas d'infarctus du myocarde). En l'absence de récupération suffisante, on peut envisager dans de bonnes conditions, et notamment après s'être assuré de l'état neurologique du patient, d'implanter une assistance circulatoire de plus longue durée (ventricule pneumatique externe ou implantable, cœur artificiel total). Cette stratégie dite de « bridge to bridge » (l'ECMO, un premier « bridge » vers le sevrage ou la mise en place d'une assistance par pompe ventriculaire pulsatile, elle-même « bridge » vers une transplantation ou un sevrage en fonction de l'évolution), permet une plus grande flexibilité et une sélection plus raisonnée des malades. Elle a également montré des résultats au moins équivalents à une stratégie où l'implantation de la pompe ventriculaire a été réalisée d'emblée [2,3,16]. Cependant, compte tenu des complications hémorragiques, infectieuses et emboliques associées à la mise en place d'une ECMO, la durée de ce premier « bridge » ne doit pas excéder une à trois semaines [2].

Une des limitations du système d'assistance circulatoire par ECMO est la décharge insuffisante des cavités cardiaques gauches, en particulier si le débit du cœur natif diminue de manière majeure. Il existe alors souvent une hypertension artérielle pulmonaire, avec œdème pulmonaire parfois hémorragique et une distension majorée du ventricule gauche avec risque de dommages ischémiques compromettant une éventuelle récupération myocardique [16,23,24]. Dans cette situation, plusieurs solutions peuvent être envisagées : traitement inotrope positif maximal pour obtenir un débit du cœur natif suffisant, septotomie atriale de décharge [2,16,25], ou mise en place d'un cathéter de décharge de l'artère pulmonaire [23]. Par ailleurs, l'assistance percutanée par pompe centrifuge type TandemHeart™, qui permet une décharge partielle des cavités gauches par cathétérisme trans-septal, est actuellement testée dans le choc cardiogénique. Cette technique a démontré une certaine efficacité avec une mortalité de 30 % à un mois dans une série de 18 patients admis pour choc cardiogénique post-infarctus [4].

L'alternative à la mise en place d'une pompe centrifuge (ECMO ou TandemHeart™) est l'implantation en première intention d'une assistance par pompe pulsatile sous CEC, lorsque l'état clinique du patient et la disponibilité locale de la technique le permettent [26]. Dans l'expérience récente de l'équipe médicochirurgicale de la Pitié, sur six patients ayant été hospitalisés pour prise en charge d'une myocardite fulminante, cinq ont pu bénéficier de la mise en place d'une assistance circulatoire par pompe pneumatique type Thoratec™ (un décès rapide sans possibilité de mise en place de la machine). Quatre de ces patients ont pu être sevrés de l'assistance dans un délai moyen de 23 jours après la mise en place du dispositif, et tous les quatre présentent un examen échographique dans les limites de la normale six mois après le début de la maladie [27].

### 3.3. Insuffisance cardiaque chronique décompensée et pas de contre-indication à la greffe

Les principales pathologies en cause sont les cardiopathies dilatées terminales ischémiques, idiopathiques, valvulaires ou congénitales. Le type de machine à implanter dans cette situation dépend tout d'abord de la présence de signes de défaillance cardiaque droite, situation imposant la mise en place d'une assistance biventriculaire par ventricules pneumatiques externes (type Thoratec) ou cœur artificiel total (Cardiowest, dont l'implantation n'est possible que si la surface corporelle est supérieure à 1,75 m<sup>2</sup>). En cas de fonction ventriculaire droite préservée, plusieurs machines peuvent être implantées : pompe monoventriculaire gauche externe (Thoratec), pompe monoventriculaire gauche implantable électrique (Novacor, HeartMate) ou cœur artificiel total (Cardiowest). L'équipe de J. Copeland a comparé les résultats de trois systèmes d'assistance en attente de transplantation, le Cardiowest, le Novacor et le Thoratec [7]. Une transplantation a pu être réalisée pour respectivement 75, 57 et 38 % des patients. Les taux d'accidents neurologiques (événement par mois-patient) étaient de 0,03, 0,28 et 0,08 pour les trois systèmes.

### 3.4. Insuffisance cardiaque chronique décompensée et greffe cardiaque contre-indiquée

Les patients dans cette situation clinique se trouvaient dans une impasse thérapeutique et avaient une espérance de vie extrêmement limitée. Les progrès des techniques d'assistance dans la dernière décennie ont incité les équipes médicochirurgicales à proposer à ces malades l'implantation définitive d'une machine d'assistance (« destination therapy »). Un essai (REMATCH) a comparé la survie de 129 patients en insuffisance cardiaque grade IV de la NYHA ayant des contre-indications à la greffe, randomisés soit dans un groupe « traitement médical optimal » soit dans un groupe « traitement médical associé à la mise en place d'une pompe type HeartMate » [6]. La survie a été très significativement supérieure dans le groupe HeartMate : à un an, 52 vs 25 % et

à deux ans 23 vs 8 %. De même, la qualité de vie à un an était supérieure dans le groupe avec assistance. Les années à venir permettront certainement de mieux cerner les indications de ces techniques et de développer des solutions permettant de pallier les problèmes liés à l'implantation de longue durée de telles machines (embolies, hémorragies et infections).

## 4. Complications sous assistance

### 4.1. Hémorragies

Les complications hémorragiques sont les complications les plus fréquentes sous assistance [28]. Selon les séries, 30 à 60 % des malades devront être réopérés pour hémorragie [1]. Ces hémorragies sont à l'origine de transfusions massives elles-mêmes associées à des complications infectieuses, immunologiques et pulmonaires [28]. La nécessité d'un traitement antiagrégant et anticoagulant puissant majeure par ailleurs ce risque hémorragique. Des machines présentant des surfaces biocompatibles (comme le HeartMate™, qui ne requiert pas de traitement anticoagulant au long cours) permettront sans doute à l'avenir de réduire ces complications [6].

### 4.2. Accidents thrombo-emboliques

Les accidents thrombo-emboliques sont également très fréquents (entre 20 et 25 %) et responsables d'une morbidité importante sous assistance [1,6]. Des examens Doppler transcrâniens ont même enregistré des embolies intracrânielles infracliniques pour 67 à 84 % des malades implantés [29].

### 4.3. Infections

Les infections sous assistance peuvent être soit des infections nosocomiales (pulmonaire, urinaire, septicémies, endocardites sur les valves artificielles des machines), soit des infections du site opératoire (médiastinites), ou des infections locales liées à la présence de matériel étranger, de canules et lignes d'activation transcutanées. Selon les séries 25 à 75 % des patients bénéficiant de la mise en place d'une assistance développeront une infection [6,30–34]. Les germes le plus souvent impliqués dans ces infections sont les staphylocoques, en particulier *Staphylococcus epidermidis*, les *Candida*, les entérocoques et les bacilles Gram négatifs nosocomiaux (*Pseudomonas aeruginosa*, surtout). Ces infections, en particulier locales, sont associées à une augmentation de la mortalité des malades mais ne constituent pas une contre-indication à la transplantation, qui est en fait le meilleur traitement de l'infection [31,33,34].

### 4.4. Dysfonction de la machine

Les dysfonctions du système peuvent être dues à la pompe, à son contrôleur, ou aux lignes d'activations. L'inci-

dence de ces complications semble relativement rare, au moins dans les premiers mois suivant l'implantation. Ainsi, dans l'essai Rematch, aucun dysfonctionnement de la pompe n'est survenu dans les 12 premiers mois [6]. En revanche, dans ce même essai, la probabilité de dysfonction de la machine à deux ans, était de 35 % et la machine a dû être partiellement ou totalement remplacée chez dix des 68 patients implantés [6].

#### 4.5. Autres complications

Les autres complications rencontrées sous assistance sont l'hémolyse, les troubles neuropsychiques (état dépressif, en particulier), les insuffisances cardiaques droites lors d'une implantation d'une assistance monoventriculaire gauche et les défaillances multiviscérales, précoces en cas d'implantation de la machine chez un patient ayant des signes de retentissement majeur du choc cardiogénique ou plus tardives, en cas de sepsis sévère par exemple.

### 5. Conclusion

Les médecins urgentistes et réanimateurs doivent reconnaître précocement les pathologies susceptibles d'évoluer rapidement vers le choc cardiogénique réfractaire et l'asystolie : myocardites aiguës, intoxications par médicaments stabilisants de membrane, choc cardiogénique de l'infarctus du myocarde, myocardopathies du péri- ou du post-partum. Dans ces situations cliniques, il faut diriger le malade le plus rapidement possible vers un centre médicochirurgical possédant la capacité d'implantation d'une assistance circulatoire, car la mise en place d'une machine avant que ne s'installent des signes de défaillance multiviscérale permet de réduire de manière significative la morbidité et la mortalité postopératoires. Cependant, la mise en place et le maintien de ces assistances peuvent être grevés de complications majeures.

La création, récemment proposée par l'Anaes [35], d'un réseau régional « étagé » entre les services d'urgence, de réanimation et de cardiologie et les centres médicochirurgicaux lourds disposant d'un programme d'assistance circulatoire devrait permettre l'optimisation de la prise en charge de ces malades en grande défaillance cardiogénique.

Enfin, le développement de machines miniaturisées telles le Jarvik 2000 [36] ou de ventricules électriques totalement implantables, cœur artificiel total Abiocoar [37] ou assistance monoventriculaire gauche type LionHeart [38], permettront peut-être de pallier la pénurie de greffons cardiaques en servant d'alternative thérapeutique définitive à la greffe, en cas de dommages myocardiques irréversibles.

### Références

- [1] Goldstein DJ, Oz MC, Rose EA. Implantable left ventricular assist devices. *N Engl J Med* 1998;339:1522–33.
- [2] Pagani FD, Lynch W, Swaniker F, Dyke DB, Bartlett R, Koelling T, et al. Extracorporeal life support to left ventricular assist device bridge to heart transplant: A strategy to optimize survival and resource utilization. *Circulation* 1999;100:II206–10.
- [3] Magovern Jr GJ, Simpson KA. Extracorporeal membrane oxygenation for adult cardiac support: the Allegheny experience. *Ann Thorac Surg* 1999;68:655–61.
- [4] Thiele H, Lauer B, Hambrecht R, Boudriot E, Cohen HA, Schuler G. Reversal of cardiogenic shock by percutaneous left atrial-to-femoral arterial bypass assistance. *Circulation* 2001;104:2917–22.
- [5] McBride LR, Naunheim KS, Fiore AC, Moroney DA, Swartz MT. Clinical experience with 111 thoratec ventricular assist devices. *Ann Thorac Surg* 1999;67:1233–8.
- [6] Rose EA, Gelijns AC, Moskowitz AJ, Heitjan DF, Stevenson LW, Dembitsky W, et al. Long-term mechanical left ventricular assistance for end-stage heart failure. *N Engl J Med* 2001;345:1435–43.
- [7] Copeland 3rd JG, Smith RG, Arabia FA, Nolan PE, Mehta VK, McCarthy MS, et al. Comparison of the CardioWest total artificial heart, the novacor left ventricular assist system and the thoratec ventricular assist system in bridge to transplantation. *Ann Thorac Surg* 2001;71:S92–7.
- [8] Aaronson KD, Patel H, Pagani FD. Patient selection for left ventricular assist device therapy. *Ann Thorac Surg* 2003;75:S29–35.
- [9] Goldberg RJ, Samad NA, Yarzebski J, Gurwitz J, Bigelow C, Gore JM. Temporal trends in cardiogenic shock complicating acute myocardial infarction. *N Engl J Med* 1999;340:1162–8.
- [10] Carnendran L, Abboud R, Sleeper LA, Gurunathan R, Webb JG, Menon V, et al. Trends in cardiogenic shock: report from the SHOCK Study. *Eur Heart J* 2001;22:472–8.
- [11] Hochman JS, Sleeper LA, Webb JG, Sanborn TA, White HD, Talley JD, et al. Early revascularization in acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock. SHOCK Investigators. *N Engl J Med* 1999;341:625–34.
- [12] Feldman AM, McNamara D. Myocarditis. *N Engl J Med* 2000;343:1388–98.
- [13] Holzer M, Sterz F, Schoerhuber W, Behringer W, Domanovits H, Weinmar D, et al. Successful resuscitation of a verapamil-intoxicated patient with percutaneous cardiopulmonary bypass. *Crit Care Med* 1999;27:2818–23.
- [14] Goodwin DA, Lally KP, Null Jr DM. Extracorporeal membrane oxygenation support for cardiac dysfunction from tricyclic antidepressant overdose. *Crit Care Med* 1993;21:625–7.
- [15] Williams MR, Oz MC. Indications and patient selection for mechanical ventricular assistance. *Ann Thorac Surg* 2001;71:S86–91.
- [16] Schwarz B, Mair P, Margreiter J, Pomaroli A, Hoermann C, Bonatti J, et al. Experience with percutaneous venoarterial cardiopulmonary bypass for emergency circulatory support. *Crit Care Med* 2003;31:758–64.
- [17] Helman DN, Morales DL, Edwards NM, Mancini DM, Chen JM, Rose EA, et al. Left ventricular assist device bridge-to-transplant network improves survival after failed cardiomyotomy. *Ann Thorac Surg* 1999;68:1187–94.
- [18] de Beus E, van Mook WN, Ramsay G, Stappers JL, van der Putten HW. Peripartum cardiomyopathy: a condition intensivists should be aware of. *Intensive Care Med* 2003;29:167–74.
- [19] Vretenar DF, Urschel JD, Parrott JC, Unruh HW. Cardiopulmonary bypass resuscitation for accidental hypothermia. *Ann Thorac Surg* 1994;58:895–8.
- [20] Swartz MT, Votapka TV, McBride LR, Lohmann DP, Moroney DA, Pennington DG. Risk stratification in patients bridged to cardiac transplantation. *Ann Thorac Surg* 1994;58:1142–5.
- [21] Oz MC, Goldstein DJ, Pepino P, Weinberg AD, Thompson SM, Catanese KA, et al. Screening scale predicts patients successfully receiving long-term implantable left ventricular assist devices. *Circulation* 1995;92:III169–73.



- [22] Gracin N, Johnson MR, Spokas D, Allen J, Bartlett L, Piccione W, et al. The use of APACHE II scores to select candidates for left ventricular assist device placement. *Acute Physiology and Chronic Health Evaluation*. *J Heart Lung Transplant* 1998;17:1017–23.
- [23] Scholz KH, Figulla HR, Schroder T, Hering JP, Bock H, Ferrari M, et al. Pulmonary and left ventricular decompression by artificial pulmonary valve incompetence during percutaneous cardiopulmonary bypass support in cardiac arrest. *Circulation* 1995;91:2664–8.
- [24] Scholz KH, Schroder T, Hering JP, Ferrari M, Figulla HR, Chemnitz JM, et al. Need for active left-ventricular decompression during percutaneous cardiopulmonary support in cardiac arrest. *Cardiology* 1994;84:222–30.
- [25] Johnston TA, Jagers J, McGovern JJ, O’Laughlin MP. Bedside transseptal balloon dilation atrial septostomy for decompression of the left heart during extracorporeal membrane oxygenation. *Catheter Cardiovasc Interv* 1999;46:197–9.
- [26] Acker MA. Mechanical circulatory support for patients with acute-fulminant myocarditis. *Ann Thorac Surg* 2001;71:S73–6.
- [27] Leprince P, Combes A, Bonnet N, Ouattara A, Luyt CE, Theodore P, et al. Circulatory support for fulminant myocarditis: consideration for implantation, weaning and explantation. *Eur J Cardiothorac Surg* 2003;24:399–403.
- [28] Goldstein DJ, Beauford RB. Left ventricular assist devices and bleeding: adding insult to injury. *Ann Thorac Surg* 2003;75:S42–7.
- [29] Nabavi DG, Georgiadis D, Mumme T, Schmid C, Mackay TG, Scheld HH, et al. Clinical relevance of intracranial microembolic signals in patients with left ventricular assist devices. A prospective study. *Stroke* 1996;27:891–6.
- [30] Gordon SM, Schmitt SK, Jacobs M, Smedira NM, Goormastic M, Banbury MK, et al. Nosocomial bloodstream infections in patients with implantable left ventricular assist devices. *Ann Thorac Surg* 2001;72:725–30.
- [31] Prendergast TW, Todd BA, Beyer 3rd AJ, Furukawa S, Eisen HJ, Addonizio VP, et al. Management of left ventricular assist device infection with heart transplantation. *Ann Thorac Surg* 1997;64:142–7.
- [32] Mekontso-Dessap A, Kirsch M, Vermes E, Brun-Buisson C, Loisanance D, Houel R. Nosocomial infections occurring during receipt of circulatory support with the paracorporeal ventricular assist system. *Clin Infect Dis* 2002;35:1308–15.
- [33] Herrmann M, Weyand M, Greshake B, von Eiff C, Proctor RA, Scheld HH, et al. Left ventricular assist device infection is associated with increased mortality but is not a contraindication to transplantation. *Circulation* 1997;95:814–7.
- [34] Sinha P, Chen JM, Flannery M, Scully BE, Oz MC, Edwards NM. Infections during left ventricular assist device support do not affect post transplant outcomes. *Circulation* 2000;102:III194–9.
- [35] Anaes. Évaluation de l’assistance ventriculaire en attente ou en alternative à la transplantation cardiaque. 2001.
- [36] Frazier OH, Myers TJ, Westaby S, Gregoric ID. Use of the Jarvik 2000 left ventricular assist system as a bridge to heart transplantation or as destination therapy for patients with chronic heart failure. *Ann Surg* 2003;237:631–6.
- [37] Dowling RD, Gray Jr LA, Etoch SW, Laks H, Marelli D, Samuels L, et al. The AbioCor implantable replacement heart. *Ann Thorac Surg* 2003;75:S93–9.
- [38] El-Banayosy A, Arusoglu L, Kizner L, Morshuis M, Tenderich G, Pae Jr WE, et al. Preliminary experience with the LionHeart left ventricular assist device in patients with end-stage heart failure. *Ann Thorac Surg* 2003;75:1469–75.