



UNIVERSITE DE LIMOGES  
FACULTE DE MEDECINE

---

Année 1998

THESE n° 136/1



EVALUATION DES DEFAILLANCES  
HEMODYNAMIQUES PAR ECHOCARDIOGRAPHIE :  
APPORT DIAGNOSTIQUE ET IMPACT  
THERAPEUTIQUE

présentée et soutenue publiquement le 6 octobre 1998

par

Jean-Pierre FRAT

né le 20 novembre 1968 à Argenteuil (Val d'Oise)

EXAMINATEURS DE LA THESE

M. le Professeur  
M. le Professeur  
M. le Professeur  
M. le Professeur  
M. le Docteur  
M. le Docteur

Pierre FEISS  
Hervé GASTINNE  
Philippe VIGNON  
Patrice VIROT  
Bruno FRANÇOIS  
Geoffrey RAMBAUD

Président  
Juge  
Juge  
Juge  
Membre invité  
Membre invité

UNIVERSITE DE LIMOGES

FACULTE DE MEDECINE

---

Année 1998

THESE n° 36



**EVALUATION DES DEFAILLANCES  
HEMODYNAMIQUES PAR ECHOCARDIOGRAPHIE :  
APPORT DIAGNOSTIQUE ET IMPACT  
THERAPEUTIQUE**

présentée et soutenue publiquement le 6 octobre 1998

par

Jean-Pierre FRAT

né le 20 novembre 1968 à Argenteuil (Val d'Oise)

**EXAMINATEURS DE LA THESE**

M. le Professeur  
M. le Professeur  
M. le Professeur  
M. le Professeur  
M. le Docteur  
M. le Docteur

Pierre FEISS  
Hervé GASTINNE  
Philippe VIGNON  
Patrice VIROT  
Bruno FRANÇOIS  
Geoffrey RAMBAUD

Président  
Juge  
Juge  
Juge  
Membre invité  
Membre invité

UNIVERSITE DE<sup>1</sup> LIMOGES  
FACULTE DE MEDECINE

---

DOYEN DE LA FACULTE:

Monsieur le Professeur PIVA Claude

ASSESEURS:

Monsieur le Professeur VANDROUX Jean-Claude  
Monsieur le Professeur DENIS François

PROFESSEURS DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS:

\* C.S = Chef de Service

ADENIS Jean-Paul * (C.S)	OPHTALMOLOGIE
ALAIN Jean-Luc (C.S)	CHIRURGIE INFANTILE
ALDIGIER Jean-Claude	NEPHROLOGIE
ARCHAMBEAUD Françoise (C.S)	MEDECINE INTERNE
ARNAUD Jean-Paul (C.S)	CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE ET TRAUMATOLOGIQUE
BARTHE Dominique	HISTOLOGIE EMBRYOLOGIE CYTOGENETIQUE
BAUDET Jean (C.S)	CLINIQUE OBSTETRICALE ET GYNECOLOGIE
BENSAID Julien (C.S)	CLINIQUE MEDICALE CARDIOLOGIQUE
BERTIN Philippe	THERAPEUTIQUE
BESSEDE Jean-Pierre	OTO-RHINO-LARYNGOLOGIE
BONNAUD François (C.S)	PNEUMOLOGIE
BONNETBLANC Jean-Marie (C.S)	DERMATOLOGIE
BORDESSOULE Dominique (C.S)	HEMATOLOGIE ET TRANSFUSION
BOULESTEIX Jean (C.S)	PEDIATRIE
BOUTROS-TONI Fernand	BIostatistique et Informatique Médicale
BRETON Jean-Christian	BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE
CATANZANO Gilbert	ANATOMIE ET CYTOLOGIE PATHOLOGIQUE
CLAVERE Pierre	RADIOTHERAPIE
CHRISTIDES Constantin	CHIRURGIE THORACIQUE ET CARDIO-VASCULAIRE
COGNE Michel	IMMUNOLOGIE
COLOMBEAU Pierre (C.S)	UROLOGIE
CUBERTAFOND Pierre (C.S)	CLINIQUE DE CHIRURGIE DIGESTIVE
DARDE Marie-Laure (C.S)	PARASITOLOGIE
DE LUMLEY WOODYEAR Lionel (C.S)	PEDIATRIE
DENIS François (C.S)	BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE
DESCOTTES Bernard (C.S)	ANATOMIE
DUDOGNON Pierre (C.S)	REEDUCATION FONCTIONNELLE
DUMAS Jean-Philippe	UROLOGIE
DUMAS Michel (C.S)	NEUROLOGIE
DUMONT Daniel	MEDECINE DU TRAVAIL
DUPUY Jean-Paul (C.S)	RADIOLOGIE ET IMAGERIE MEDICALE
FEISS Pierre (C.S)	ANESTHESIOLOGIE ET REANIMATION CHIRURGICALE
GAINANT Alain	CHIRURGIE DIGESTIVE
GAROUX Roger (C.S)	PEDOPSYCHIATRIE
GASTINNE Hervé (C.S)	REANIMATION MEDICALE
GAY Roger	REANIMATION MEDICALE
HUGON Jacques (C.S)	HISTOLOGIE-EMBRYOLOGIE-CYTOGENETIQUE
LABROUSSE Claude	REEDUCATION FONCTIONNELLE
LABROUSSE François (C.S)	ANATOMIE ET CYTOLOGIE PATHOLOGIQUE
LASKAR Marc (C.S)	CHIRURGIE THORACIQUE ET CARDIO-VASCULAIRE
LAUBIE Bernard (C.S)	ENDOCRINOLOGIE ET MALADIES METABOLIQUES
LEGER Jean-Marie (C.S)	PSYCHIATRIE D'ADULTES
LEROUX-ROBERT Claude (C.S)	NEPHROLOGIE
MABIT Christian	ANATOMIE-CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE ET TRAUMATOLOGIQUE
MELLONI Boris	PNEUMOLOGIE
MENIER Robert (C.S)	PHYSIOLOGIE
MERLE Louis	PHARMACOLOGIE
MOREAU Jean-Jacques (C.S)	NEUROCHIRURGIE
MOULIES Dominique	CHIRURGIE INFANTILE
NATHAN-DENIZOT Nathalie	ANESTHESIOLOGIE ET REANIMATION CHIRURGICALE
PECOUT Claude (C.S)	CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE ET TRAUMATOLOGIQUE
PERDRISOT Rémy	BIOPHYSIQUE ET TRAITEMENT DE L'IMAGE
PILLEGAND Bernard (C.S)	HEPATO-GASTRO-ENTEROLOGIE

PIVA Claude (C.S)  
PRALORAN Vincent (C.S)  
RAVON Robert (C.S)  
RIGAUD Michel (C.S)  
ROUSSEAU Jacques (C.S)  
SALLE Jean-Yves  
SAUTEREAU Denis  
SAUVAGE Jean-Pierre (C.S)  
TABASTE Jean-Louis  
TREVES Richard (C.S)  
TUBIANA-MATHIEU Nicole (C.S)  
VALLAT Jean-Michel  
VALLEIX Denis  
VANDROUX Jean-Claude (C.S)  
VERGNENEGRE Alain  
VIDAL Elisabeth (C.S)  
VIGNON Philippe  
WEINBRECK Pierre (C.S)

MEDECINE LEGALE<sup>2</sup>  
HEMATOLOGIE ET TRANSFUSION  
NEUROCHIRURGIE  
BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE  
RADIOLOGIE ET IMAGERIE MEDICALE  
MEDECINE PHYSIQUE ET READAPTATION  
HEPATO-GASTRO-ENTEROLOGIE  
OTO-RHINO-LARYNGOLOGIE  
GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE  
RHUMATOLOGIE  
CANCEROLOGIE  
NEUROLOGIE  
ANATOMIE  
BIOPHYSIQUE ET TRAITEMENT DE L'IMAGE  
EPIDEMIOLOGIE-ECONOMIE DE LA SANTE-PREVENTION  
MEDECINE INTERNE  
REANIMATION MEDICALE  
MALADIES INFECTIEUSES

MAITRE DE CONFERENCES ASSOCIE A MI-TEMPS

BUCHON Daniel

3ème CYCLE DE MEDECINE GENERALE

SECRETARE GENERAL DE LA FACULTE - CHEF DES SERVICES ADMINISTRATIFS

POMMARET Maryse

*A Véronique*

Pour tout l'amour que tu me portes.

Pour ton soutien, ta patience et ta compréhension,

Reçois en retour tout mon amour et mon affection.

*A Mathilde*

Ma fille, reçois tout mon amour et toute ma tendresse.

*A mes parents,*

*A ma soeur,*

Pour votre affection et votre confiance,

Pour votre aide tout au long de mes études,

Je vous dédie cette thèse.

*A ma famille,*

Avec toute mon affection.

*A mes amis,*

Pour toutes ces joies partagées,

Pour cet internat passé si vite à vos côtés.

*A notre président de thèse,*

**Monsieur le Professeur FEISS**

- Professeur des Universités d'anesthésiologie et de réanimation chirurgicale
- Anesthésiologiste des Hôpitaux
- Chef de service

Vous nous avez fait l'honneur d'accepter la présidence de cette thèse.

Veillez trouver dans ce travail l'expression de notre profond respect et de nos sincères remerciements.

*A nos juges,*

**Monsieur le Professeur GASTINNE**

- Professeur des Universités de réanimation médicale
- Médecin des Hôpitaux
- Chef de service

Vous nous faites l'honneur de bien vouloir vous intéresser à notre travail.

Permettez-nous de vous remercier et de vous témoigner, à travers cet ouvrage, notre très grande gratitude.



*A notre directeur de thèse,*

**Monsieur le Professeur VIGNON**

- Professeur des Universités de réanimation médicale
- Médecin des Hôpitaux

Tu as bien voulu me diriger tout au long de ce travail.

Ta compétence et ta disponibilité m'ont beaucoup aidé dans la réalisation de cet ouvrage.

Avec mes sincères remerciements et toute mon amitié.

**Monsieur le Professeur VIROT**

- Professeur des Universités de cardiologie
- Médecin des Hôpitaux

Ta présence parmi le jury nous honore.

Tu as eu l'extrême obligeance de bien vouloir t'intéresser à notre travail.

Nous te remercions de ta disponibilité.

*A nos membres invités,*

**Monsieur le Docteur FRANÇOIS**

- Praticien hospitalier
- Médecin des Hôpitaux

Tu as eu la gentillesse de t'intéresser à ce travail.

Tes compétences et ton grand sens clinique m'ont beaucoup apporté.

Avec mes sincères remerciements et toute mon amitié.

**Monsieur le Docteur RAMBAUD**

- Chef de clinique-assistant

Tu me fais l'honneur de t'intéresser à ce travail.

Ton amitié et tes encouragements m'ont été précieux durant tout notre internat.

Avec toute mon amitié.

## **PLAN**

### **INTRODUCTION**

### **RAPPELS BIBLIOGRAPHIQUES**

#### **1 / DEFINITION DES DEFAILLANCES CIRCULATOIRES AIGUES**

#### **2 / INTERET DIAGNOSTIQUE DU CATHETERISME DROIT EN**

#### **REANIMATION**

a / Rappels historiques

b / Apport diagnostique du cathétérisme droit

c / Transport d'oxygène

d / Description des principaux profils hémodynamiques

#### **3 / CATHETERISME DROIT ET PRONOSTIC DES PATIENTS EN ETAT**

#### **CRITIQUE**

#### **4 / L'ECHOCARDIOGRAPHIE TRANSŒSOPHAGIENNE EN REANIMATION**

a / Rappels historiques

b / Apport diagnostique de l'ETO

c / Tolérance de l'ETO

### **PATIENTS ET METHODES**

#### **1 / PATIENTS**

#### **2 / ECHOCARDIOGRAPHIE**

#### **3 / CATHETERISME DROIT**

#### **4 / REPARTITION DES PATIENTS EN GROUPES THERAPEUTIQUES**

## **5 / ANALYSE DES RESULTATS**

### **RESULTATS**

#### **1 / POPULATION**

#### **2 / APPORT DIAGNOSTIQUE DE L'ECHOCARDIOGRAPHIE**

#### **3 / IMPACT THERAPEUTIQUE DE L'ECHOCARDIOGRAPHIE**

#### **4 / COMPARAISON CATHETERISME DROIT ET ECHOCARDIOGRAPHIE**

### **DISCUSSION**

#### **1 / ECHOCARDIOGRAPHIE TRANSTHORACIQUE ET**

#### **TRANSŒSOPHAGIENNE**

#### **2 / TOLERANCE DE L'ECHOCARDIOGRAPHIE TRANSŒSOPHAGIENNE**

#### **3 / APPORT DIAGNOSTIQUE ET IMPACT THERAPEUTIQUE DE**

#### **L'ECHOCARDIOGRAPHIE**

#### **4 / COMPARAISON ENTRE ECHOCARDIOGRAPHIE ET CATHETERISME**

#### **DROIT**

a / Identification des dysfonctions systoliques du ventricule gauche

b / Identification des hypovolémies

c / Identification des affections aiguës chirurgicales

d / Evaluation hémodynamique : cathétérisme droit ou

échocardiographie

#### **5 / LIMITES DE L'ETUDE**

#### **6 / CONCLUSIONS**

### **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

### **ANNEXES**

# INTRODUCTION

La prise en charge des patients en défaillance circulatoire aiguë (œdème aigu du poumon, collapsus, état de choc) exige un diagnostic et un traitement rapides. Afin de guider le traitement, l'état hémodynamique de ces patients est fréquemment évalué par le cathétérisme droit qui est utilisé depuis les années 70 [83]. Cependant, cette technique a de nombreuses limites pour évaluer les pressions de remplissage du ventricule gauche et mesurer le débit cardiaque. De plus, elle ne fournit pas d'informations morphologiques sur le cœur et les vaisseaux. Le cathétérisme droit a récemment été vivement critiqué en raison d'une étude qui a mis en évidence une mortalité plus élevée chez les patients dont le traitement avait été guidé sur les résultats de l'évaluation hémodynamique invasive par rapport aux patients qui n'avaient pas eu de cathéter de Swan-Ganz [22].

L'échocardiographie est une méthode d'imagerie qui fournit des informations morphologiques et hémodynamiques en temps réel, au lit du patient. En raison de nombreux obstacles à la pénétration des ultrasons chez les patients sous respirateur, l'échocardiographie transthoracique offre parfois une qualité d'image insuffisante qui en limite la capacité diagnostique et l'impact thérapeutique [89]. En revanche, l'échocardiographie transœsophagienne (ETO) pallie ces limites techniques et permet ainsi de répondre au problème diagnostique posé dans plus de 95 p. cent des cas [89]. L'intubation œsophagienne est très bien tolérée, y compris chez les patients en état critique, et les complications cliniquement pertinentes sont rares [23-54-90]. Pour ces raisons, l'ETO occupe actuellement une place de plus en plus importante dans l'évaluation diagnostique, en particulier hémodynamique, des patients hospitalisés en réanimation [60-91]. Néanmoins, il existe à notre connaissance peu d'informations concernant la valeur de l'exploration hémodynamique des patients en défaillances circulatoires aiguës par

échocardiographie. De plus, la comparaison de cette approche non invasive avec le cathétérisme droit conventionnel en terme d'impact thérapeutique a été peu étudié.

Les buts de l'étude présente étaient donc : (1) d'évaluer l'impact diagnostique et thérapeutique de l'ETO chez les patients en défaillance circulatoire aiguë, et (2) de comparer les résultats de l'échocardiographie à ceux du cathétérisme droit chez les patients qui avaient été explorés conjointement par les deux méthodes.



# **RAPPELS BIBLIOGRAPHIQUES**

## 1 / DEFINITION DES DEFAILLANCES CIRCULATOIRES AIGUES

Les défaillances circulatoires aiguës correspondent aux œdèmes aigus du poumon, hypotensions artérielles soutenues, et états de choc.

L'œdème pulmonaire correspond au passage de liquide plasmatique des capillaires péribronchiques et péri-alvéolaires vers les espaces interstitiels puis dans les alvéoles. La conséquence essentielle est l'apparition d'une hypoxémie par effet shunt et par shunt intrapulmonaire vrai. Le stade ultime d'inondation alvéolaire se manifeste cliniquement par une dyspnée, une toux avec expectoration mousseuse et des râles crépitants à l'auscultation pulmonaire. La radiographie thoracique montre alors le plus souvent des hiles pulmonaires à bords flous, des épanchements pleuraux, des opacités réticulomacronodulaires bilatérales, diffuses et symétriques, des lignes de Kerley et une distribution veineuse apicale. L'image d'œdème pulmonaire la plus typique réalise l'œdème en aile de papillon [12].

L'hypotension artérielle soutenue est habituellement définie par une pression artérielle systolique inférieure à 90 mmHg ou par une baisse de plus de 40 mmHg par rapport à l'état basal pendant plus de 60 minutes, ou bien par la nécessité d'administrer des catécholamines pendant plus de 60 minutes en présence d'une contractilité myocardique ou de conditions de charge du ventricule gauche incertaines [7-8-9].

Des agressions aiguës de nature variée telles que les infections bactériennes, les polytraumatismes, ou certaines affections cardiaques aiguës peuvent être à l'origine d'état de choc. L'état de choc est défini par un déséquilibre, en général brutal, entre les apports et les besoins en nutriments (oxygène) des tissus. Il représente l'état physiopathologique ultime qui est le résultat de

l'activation de la cascade de l'inflammation secondaire à une agression aiguë de l'organisme. La réponse inflammatoire de l'organisme à une agression, quel qu'en soit la nature (infections bactériennes, polytraumatismes, affections cardiaques aiguës...), est responsable de tableaux cliniques de gravité variable. Bone et al. [8-9] ont défini trois stades de sévérité croissante : le syndrome de réponse inflammatoire systémique (SRIS) ou grade I, le SRIS sévère ou grade II, et l'état de choc ou grade III. Lorsque l'agression de l'organisme est de nature infectieuse, le SIRS est appelé sepsis, le SRIS sévère correspond à un sepsis sévère, et le grade III est le choc septique [8-9].

Le diagnostic de SRIS (ou sepsis s'il est d'origine infectieuse) requiert la présence d'au moins deux des critères suivants : température centrale supérieure à 38 °C ou inférieure à 36 °C, fréquence cardiaque supérieure à 90 bpm, fréquence respiratoire supérieure à 20 cycles par minute ou PaCO<sub>2</sub> inférieure à 32 mmHg, nombre de globules blancs supérieur à 12000 / mm<sup>3</sup> ou inférieure à 4000 / mm<sup>3</sup>, ou la présence de plus de 10 p. 100 de formes immatures circulantes [8-9].

Le SRIS sévère (ou sepsis sévère s'il est d'origine infectieuse) peut s'associer à une dysfonction d'organe. Les manifestations cliniques sont le plus souvent, mais pas exclusivement, l'acidose lactique, l'oligurie et l'altération aiguë de l'état mental.

L'état de choc (septique lorsqu'il est d'origine infectieuse) correspond le plus souvent à une hypotension secondaire à un SRIS malgré un remplissage vasculaire adéquat, associée à des anomalies de perfusion qui peuvent inclure, mais ne sont pas limitées à, une acidose lactique, une oligurie et une altération aiguë de l'état mental. Les malades recevant des agents inotropes ou vasopresseurs peuvent cependant ne pas être hypotendus au moment où ils manifestent des anomalies

d'hypoperfusion ou une dysfonction d'organes. Ainsi, l'absence d'hypotension n'élimine pas un état de choc [8-9].

## 2 / INTERÊT DIAGNOSTIQUE DU CATHETERISME DROIT EN REANIMATION

### a / Rappels historiques

Depuis les années 70, l'étude hémodynamique invasive au lit du patient est devenue possible grâce au cathéter de Swan et Ganz [83]. L'incorporation d'un ballonnet gonflable à l'extrémité distale du cathéter a simplifié sa mise en place en s'affranchissant du guidage par l'amplificateur de brillance. Actuellement, le cathétérisme droit est largement utilisé aux Etats-Unis et en Europe comme en témoigne la progression régulière des ventes, passant de 255 000 en 1991 à 295 000 en 1994 [29].

En permettant une surveillance permanente des pressions pulmonaires, une mesure aisée du débit cardiaque, et le calcul du transport et de la consommation d'oxygène, le cathétérisme droit a aidé la compréhension de la physiopathologie de certains états de choc. Initialement fondée sur la présence d'une hypotension artérielle, la physiopathologie des états de choc a intégré par la suite la notion de déficit perfusionnel périphérique dans lequel intervient le débit cardiaque. La technique de mesure du débit cardiaque par thermodilution a alors été développée [36]. La définition actuelle de l'état de choc intégrant la notion de déséquilibre entre les besoins et les apports tissulaires en oxygène a été adoptée dans les années 80. Les progrès techniques ont alors permis d'étudier plus précisément l'équilibre entre les besoins et les apports d'oxygène par l'analyse de la saturation veineuse en oxygène qui peut être mesurée en continu par des cathéters spéciaux.

### b / Apport diagnostique du cathétérisme droit

En comparant les informations recueillies par l'évaluation hémodynamique vulnérante à la sémiologie clinique ou radiologique, plusieurs auteurs ont montré l'apport diagnostique du cathétérisme droit.

Chez des patients atteints d'un infarctus du myocarde récent, Forrester et al. [33] ont montré les difficultés d'estimer cliniquement les principaux paramètres hémodynamiques. Un bas débit cardiaque n'était évoqué sur les signes cliniques de diminution de perfusion périphérique que dans 22 p. 100 des cas. Dans l'étude de Bayliss et al. [3] effectuée chez des patients insuffisants cardiaques, le débit cardiaque était sous-estimé par l'examen clinique dans 25 p. 100 des cas. Chez des patients hospitalisés en réanimation, Eisenberg et al [26] ont trouvé les mêmes difficultés pour estimer le débit cardiaque par l'examen clinique, puisque celui-ci était correctement évalué dans moins de 50 p. 100 des cas. De même, Connors et al. [20] ont montré une erreur d'estimation clinique du débit cardiaque chez 56/62 patients étudiés (44 p. 100). Dans une étude multicentrique, incluant 846 cathétérismes droits, Connors et al. [21] ont trouvé une corrélation très faible ( $r=0,34$ ) entre l'estimation clinique et la mesure par la technique de thermodilution.

Chez les patients insuffisants cardiaques, Stevenson et al. [82] ont montré la supériorité de l'exploration hémodynamique invasive pour détecter une élévation des pressions de remplissage du cœur gauche par rapport à la simple évaluation clinique. Alors que la pression artérielle pulmonaire d'occlusion était fréquemment supérieure à 22 mmHg (43/50 patients), les signes cliniques d'insuffisance cardiaque congestive étaient absents chez 18 patients (42 p. 100) [82]. De la même façon, Dash et al. [24] ont montré que la radiographie pulmonaire n'était pas plus performante que l'examen clinique pour évaluer la pression artérielle pulmonaire

d'occlusion. Les signes radiographiques d'œdème pulmonaire n'étaient présents que chez 32 p. 100 des patients qui avaient une pression artérielle pulmonaire d'occlusion supérieure à 25 mmHg [24]. Dans l'étude de Connors et al. [20], l'évaluation clinique de la pression artérielle pulmonaire d'occlusion était erronée dans 42 p. 100 des cas. De plus, les nouveaux diagnostics hémodynamiques apportés par le monitoring invasif ont conduit à des changements thérapeutiques dans 48 p. 100 des cas [20]. Rekik et al. [73] ont montré seulement 47 p. 100 de concordance entre l'évaluation clinique et la mesure invasive de la pression capillaire pulmonaire. Les nouveaux diagnostics hémodynamiques apportés par le cathétérisme droit ont conduit de plus à des changements thérapeutiques dans 42 p. 100 des cas.

Au total, le cathétérisme droit apparaît comme une méthode diagnostique déterminante dans l'évaluation du profil hémodynamique des patients en défaillance circulatoire aiguë. L'apport diagnostique du cathétérisme droit par rapport à l'examen clinique est encore plus évident chez les patients de réanimation. En effet, l'examen clinique est parfois peu contributif chez les patients en état critique, en raison de troubles neurologiques, de la ventilation mécanique, ou du collapsus artériel.

### c / Transport d'oxygène

Un autre intérêt du cathétérisme droit est l'obtention de certains paramètres globaux de l'oxygénation tissulaire, tels que la saturation veineuse en oxygène, le transport artériel en oxygène, la consommation en oxygène et l'extraction tissulaire d'oxygène.

La saturation veineuse en oxygène reflète l'adéquation entre l'oxygène délivré et l'oxygène consommé. La différence artério-veineuse en oxygène, qui est la différence entre le contenu en oxygène artériel et veineux, est le reflet de l'adéquation entre le débit cardiaque et la consommation d'oxygène. Le transport en oxygène a été utilisé par certains auteurs pour guider le traitement des patients en choc septique. Le but théorique de la prise en charge thérapeutique des patients en état de choc est donc d'obtenir une adéquation entre la consommation et les besoins en oxygène. Le cathétérisme droit est utile pour le diagnostic et la surveillance du traitement des défaillances hémodynamiques, en fournissant notamment des informations indirectes sur l'oxygénation (la perfusion) tissulaire.

Certains auteurs ont en effet préconisé dans ce cas d'obtenir un transport d'oxygène supranormal [6-10]. Ils ont en effet observé une diminution de la mortalité et de la morbidité en utilisant cette stratégie thérapeutique. A l'inverse, des études prospectives et randomisées récentes n'ont pas trouvé de différence significative dans le nombre de dysfonctions d'organes et la mortalité entre les patients dont le transport d'oxygène avait été maintenu supranormal, et le groupe témoin [37-42]. Actuellement, le concept de transport d'oxygène supranormal est progressivement abandonné. Ceci permet notamment de réduire les effets secondaires néfastes d'une expansion volémique importante et/ou de l'administration de fortes doses de catécholamines.

#### d / Description des principaux profils hémodynamiques

On distingue schématiquement quatre situations hémodynamiques pures qui peuvent conduire à une hypotension artérielle prolongée ou à un état de choc [59] :

(1) l'insuffisance circulatoire d'origine cardiaque, où le débit cardiaque est bas, la pression artérielle pulmonaire élevée, la différence artérioveineuse en oxygène élargie. Le volume ventriculaire peut être élevé ou bas selon le volume circulant et la compliance ventriculaire. Le traitement a pour but de diminuer la postcharge et d'améliorer l'inotropisme du ventricule gauche.

(2) l'insuffisance circulatoire d'origine hypovolémique, où le débit cardiaque est bas, la pression artérielle pulmonaire d'occlusion basse ou normale, et la différence artérioveineuse en oxygène élargie. Le traitement est fondé sur le remplissage vasculaire.

(3) l'insuffisance circulatoire d'origine septique est caractérisée par une vasoplégie avec un débit cardiaque élevé, une pression artérielle pulmonaire d'occlusion basse ou normale, et une différence artérioveineuse en oxygène pincée en raison d'une incapacité des tissus à extraire l'oxygène.

(4) l'insuffisance circulatoire de l'embolie pulmonaire, où le débit cardiaque est bas, la pression artérielle pulmonaire d'occlusion normale (ou basse), la pression artérielle pulmonaire élevée, et la différence artérioveineuse en oxygène élargie.

Par ailleurs, devant un tableau d'œdème pulmonaire de mécanisme et d'étiologie incertaine, le cathétérisme droit permet de distinguer classiquement :

(1) les œdèmes pulmonaires hémodynamiques (cardiogénique et/ou de surcharge) où la pression artérielle pulmonaire d'occlusion est élevée,

(2) les œdèmes pulmonaires lésionnels où la pression artérielle pulmonaire d'occlusion est normale ou basse. L'inondation de l'interstitium pulmonaire et des alvéoles par le liquide plasmatique est due à l'atteinte de la membrane alvéolo-capillaire.



Pour résumer, le rôle du monitoring hémodynamique par cathéter de Swan-Ganz est actuellement de veiller à ce qu'une perfusion tissulaire optimale soit assurée. Il est ensuite de détecter les déséquilibres entre les apports et les besoins en oxygène chez les patients hémodynamiquement les plus instables. Cette détection précoce est importante puisqu'elle permet une intervention thérapeutique rapide et évite l'évolution vers un syndrome de défaillance multiviscérale. Le monitoring hémodynamique permet en outre de guider la thérapeutique et d'optimiser celle-ci en la titrant.

### 3 / CATHETERISME DROIT ET PRONOSTIC DES PATIENTS EN ETAT CRITIQUE

L'intérêt diagnostique du cathétérisme droit et la meilleure compréhension de la physiopathologie des défaillances cardiocirculatoires aiguës pourraient laisser supposer un gain sur la morbidité et la mortalité. Paradoxalement, aucune étude randomisée n'a actuellement démontré ce bénéfice potentiel. En effet, la réalisation d'études prospectives randomisée est difficile dans ce domaine, car il est éthiquement inconcevable pour les praticiens de priver certains patients d'une évaluation hémodynamique par cathétérisme droit, alors qu'ils sont convaincus de son utilité. Ainsi, seules des études descriptives, et le plus souvent rétrospectives, ont été réalisées. Leurs résultats discordants sont probablement liés à un biais essentiel qu'est la sélection des patients les plus graves pour évaluer l'intérêt potentiel du cathétérisme droit. Ceci rend évidemment difficile l'évaluation du bénéfice théorique que cette technique pourrait apporter sur la morbidité ou la mortalité.

Rao et al. [70] ont analysé de manière rétrospective le risque de survenue d'infarctus du myocarde au décours d'une chirurgie générale chez des patients ayant eu une nécrose myocardique moins de six mois avant l'intervention. Les 733 patients qui ont bénéficié d'un cathétérisme droit pendant l'intervention avaient un risque significativement moindre de nouvel infarctus par rapport à un groupe témoin historique. Le risque d'une nouvelle nécrose myocardique était augmenté par les épisodes d'hypertension, de tachycardie et d'hypotension peropératoires, et le traitement rapide de ces troubles hémodynamiques guidé par le cathétérisme droit diminuait la morbidité et la mortalité [70]. Néanmoins, la pertinence des résultats de cette étude est limitée par le fait que les patients ont été étudiés rétrospectivement, donc sans randomisation, et que la comparaison a été effectuée avec un groupe témoin historique.

En chirurgie cardiaque, aucun bénéfice du cathétérisme droit sur la morbidité et la mortalité n'a été mis en évidence. Dans une étude prospective non randomisée de 1094 patients opérés d'un pontage aortocoronarien, Tuman et al. [86] n'ont pas trouvé de différence significative concernant la durée de séjour en soins intensifs, le nombre d'infarctus postopératoires, la mortalité, ou les événements hémodynamiques majeurs entre les malades qui avaient bénéficié d'un cathétérisme droit et ceux qui n'étaient surveillés que sur la pression veineuse centrale. Pearson et al. [65] ont mené une étude prospective randomisée sur 226 patients bénéficiant d'un pontage aortocoronarien. Ces auteurs ont comparé les patients qui avaient un monitoring par pression veineuse centrale, cathétérisme droit, et cathétérisme droit avec mesure en continu de la saturation veineuse en oxygène. Il n'existait pas de différence significative entre les groupes, ni sur la durée de séjour en soins intensifs,

ni sur la mortalité. Cependant, les groupes de patients n'étaient pas homogènes en terme de gravité, ce qui rend là encore l'étude moins pertinente.

Récemment, dans une étude rétrospective descriptive, Connors et al. [22] ont tenté de limiter le biais de sélection des patients qui bénéficiaient d'un cathétérisme droit en utilisant un score de propension. Ce dernier est un ajustement statistique complexe qui permet d'apparier les malades qui ont bénéficié d'un cathétérisme droit avec d'autres patients ayant des caractéristiques démographiques, une pathologie sous-jacente et surtout un état de gravité comparables. Cette méthode a permis à Connors et al. [22] de comparer la mortalité d'un groupe de patients qui ont été surveillés par cathétérisme droit avec celle d'un autre groupe de malades qui n'ont pas eu d'évaluation hémodynamique vulnérante, bien qu'ayant des caractéristiques similaires. Parmi une cohorte de 5735 patients, 2016 patients ont pu être appariés suivant la nature et la sévérité de leur pathologie. La mortalité était étonnamment plus élevée dans le groupe de patients ayant eu un cathétérisme droit (odd ratio à 1,24). De la même façon, le séjour en réanimation ou en soins intensifs était plus long (2 jours de plus) et le coût hospitalier plus élevés (plus 1900 US\$) en cas de cathétérisme droit. Néanmoins, ces résultats reposent essentiellement sur l'appariement des malades qui a été effectué à partir du score de propension. De plus, il s'agit d'une étude ancillaire qui n'était que descriptive, non randomisée et sans standardisation des interventions thérapeutiques découlant des informations fournies par le cathétérisme droit. Enfin, l'augmentation de mortalité était perceptible au 30<sup>ème</sup> jour, bien après que le cathéter de Swan-Ganz n'ait été utilisé pour guider le traitement à la phase aiguë. Cette étude a amené à considérer avec plus de prudence l'emploi du cathétérisme droit, sans pour autant en abandonner l'usage. Pour expliquer l'augmentation de mortalité des patients qui

avaient bénéficié d'un cathétérisme droit, certains auteurs [17-25-29-71-76-92] ont incriminé une utilisation excessive du monitoring par cathétérisme droit et une mauvaise exploitation des informations qu'il fournit. La fréquence du cathétérisme droit dans les services de réanimation ou de soins intensifs était en effet de 38 p. 100 dans l'étude de Connors et al. [22] contre 12,8 p. 100 dans une étude Européenne réalisée pendant la même période [88]. Le rapport risque/bénéfice dépend de la quantité, de la qualité et de l'interprétation des informations obtenues par le cathétérisme droit. Ceci requiert des praticiens une bonne connaissance des techniques de recueil et des règles d'interprétation des paramètres hémodynamiques. De plus, il faut savoir intégrer ceux-ci dans un cadre physiopathologique et adapter un traitement adéquat en réévaluant ses effets aux travers de nouvelles mesures. Les connaissances de la technique et des aspects théoriques du cathétérisme droit ont été récemment analysés aux USA et en Europe en utilisant des questionnaires [39-46]. Dans ces études, les réponses des médecins spécialistes, dont la formation était terminée, étaient étonnamment inadéquates, puisqu'on ne retrouvait que 67 à 72 p. 100 de réponses exactes. En particulier, une courbe typique de pression artérielle pulmonaire bloquée n'a été reconnue que par 54 p. 100 des médecins interrogés [39].

Cette controverse sur le bien fondé de l'utilisation du monitoring par cathétérisme droit met en exergue l'intérêt potentiel d'autres méthodes d'évaluation hémodynamique telles que l'échocardiographie.

## 4 / L'ECHOCARDIOGRAPHIE TRANSOESOPHAGIENNE EN REANIMATION

### a / Rappels historiques

Les progrès techniques récents ont permis de développer l'échocardiographie transoesophagienne (ETO). Cette technique décrite initialement en 1976 [35] est restée longtemps inutilisable en pratique clinique en raison de la taille des sondes œsophagienne et de l'absence de couplage au Doppler. Ce n'est que depuis le début des années 90 que l'utilisation de l'ETO s'est répandue d'abord en cardiologie, puis en réanimation [91]. Entre 1988 et 1994, le pourcentage de patients qui bénéficient d'une ETO sur le nombre total d'échocardiographies réalisées aux Etats-Unis est passé de 3 à 7,3 p. 100 [54].

### b / Apport diagnostique de l'ETO

La proximité anatomique de l'oesophage et des cavités cardiaques permet d'utiliser des sondes d'ETO à haute fréquence, et d'obtenir ainsi une qualité d'images supérieure à celle de l'échocardiographie transthoracique. Le meilleur rendement diagnostique de l'ETO par rapport à l'échocardiographie conventionnelle la rend plus attractive pour son utilisation routinière en réanimation. En effet, certaines contraintes telles que la ventilation mécanique, les pathologies pulmonaires, l'absence de coopération des patients (souvent sous sédation) rendent l'échocardiographie transthoracique peu performante chez les malades en état critique. Après une chirurgie thoracique ou cardiaque, l'acquisition des images et la diffusion des ultrasons sont fréquemment gênées par l'accumulation de sang et d'air entre les structures cardiovasculaires et la paroi thoracique. L'accès aux voies parasternale, apicale ou sous costale est gêné par la présence de drains pleuraux,

médiastinaux et par les divers pansements opératoires. Bien que la réalisation d'une ETO mobilise le médecin plus longtemps qu'un examen conventionnel, elle est le plus souvent réalisée en raison de sa capacité diagnostique supérieure [44-45-64-65-89]. Dans l'étude de Vignon et al. [89] portant sur 111 patients de réanimation sous ventilation mécanique, la précision diagnostique de l'échocardiographie transthoracique était de 38 p. 100 alors que celle de l'ETO atteignait 97 p. 100. Dans une étude concernant 61 patients de réanimation, qui ont été explorés pour hypotension artérielle, Heidenreich et al. [44] ont rapporté des performances diagnostiques similaires. De même, dans l'étude de Pearson et al. [64] concernant des patients examinés après chirurgie cardiovasculaire, l'ETO a apporté des informations diagnostiques importantes qui n'étaient pas obtenues par l'échocardiographie transthoracique dans 44 p. 100 des cas. La capacité diagnostique des deux approches échocardiographiques dans les différentes études publiées est résumée dans le tableau I.

Tableau I . Précision diagnostique de l'échocardiographie transthoracique (ETT) et transœsophagienne (ETO) chez les patients en état critique.

Auteurs (année)	Nombre de patients	Type d'étude	ETT (%)	ETO (%)	Population
<b>Pavlidis (1990)</b>	86	prospective	48	95	cardiologie et urgences
<b>Pearson (1990)</b>	61	prospective	56	100	surtout de cardiologie
<b>Hwang (1993)</b>	80	prospective	50	100	réanimation et urgences
<b>Vignon (1994)</b>	111	prospective	38	97	réanimation
<b>Heidenreich (1995)</b>	61	prospective	36	97	réanimation

#### c / Tolérance de l'ETO

L'ETO est un examen peu vulnérant bien toléré, avec un taux de complication très faible [15-23-54-89]. Sur 10419 procédures effectuées en cardiologie, Daniel et al. [23] ont rapporté 0,16 p. 100 de complications cardiopulmonaires ou hémorragiques et une mortalité de 0,0098 p. 100 (un décès par complication hémorragique sur tumeur œsophagienne). Chan et al. [15] ont rapporté 0,47 p. 100 de complications cardiopulmonaires sur 1500 examens chez des patients en ventilation spontanée. Dans l'étude de Vignon et al [89] qui concernait des patients de réanimation en état critique (score de gravité simplifié =  $15 \pm 5$ ), les complications pulmonaires étaient rapportées dans 2,9 p. 100 des cas. Il s'agissait principalement de la désadaptation du patient au respirateur. Chez les patients en ventilation spontanée, des épisodes de désaturation artérielle (2/7

patients) et une pneumopathie d'inhalation ont été observés [89]. Les effets cardiovasculaires liés à l'intubation œsophagienne de l'ETO étaient mineurs puisqu'ils correspondaient à une augmentation modérée de la fréquence cardiaque, que les patients aient reçu une sédation ou non. Les hypotensions (n=2) comme ou hypertensions (n=2), de même que les troubles du rythme (n=3) étaient rares et transitoires [89]. Bien que l'ETO ne soit pas strictement non invasive, elle est bien tolérée y compris chez les patients les plus instables, tant au plan hémodynamique que respiratoire. Cependant, le risque d'inhalation est une complication potentiellement grave que l'on doit redouter chez les patients en ventilation spontanée dont l'état respiratoire et/ou neurologique n'est pas stabilisé.

Pour résumer, l'échocardiographie apporte d'une part des informations morphologiques sur les structures cardiovasculaires, et d'autre part des informations fonctionnelles permettant d'établir un diagnostic hémodynamique en cas de défaillance circulatoire aiguë. L'échocardiographie en mode TM et bidimensionnel permet l'analyse anatomique du myocarde, des valves, des gros vaisseaux médiastinaux, du péricarde et permet d'estimer de manière qualitative et/ou quantitative la fonction systolique du ventricule gauche par l'étude des fractions de raccourcissement de diamètres ou de surfaces. Le couplage en Doppler permet en plus d'estimer la fonction diastolique par l'analyse du remplissage du ventricule et de l'oreillette gauche. La meilleure précision diagnostique de l'ETO sur l'échocardiographie transthoracique et sa bonne tolérance même chez les patients les plus instables rendent cet examen très attractif dans la démarche diagnostique des défaillances circulatoires aiguës.



**PATIENTS ET METHODES**

## 1 / PATIENTS

Tous les patients hospitalisés dans le service de réanimation polyvalente du CHU de Limoges de novembre 1994 à septembre 1997, qui ont bénéficié d'une échocardiographie en raison d'une défaillance circulatoire aiguë, ont été étudiés rétrospectivement. Les patients ont été répartis en trois groupes distincts : les patients hospitalisés pour une complication per ou postopératoire (groupe chirurgical), les patients admis en réanimation pour une pathologie médicale (groupe médical), et les polytraumatisés (groupe traumatisme). Dans chaque groupe, les patients qui ont bénéficié d'un cathétérisme droit pour l'évaluation de la défaillance circulatoire aiguë et ceux qui n'ont pas eu d'exploration hémodynamique invasive ont été distingués.

La défaillance circulatoire aiguë a été définie par la présence d'un des trois syndromes suivants :

- (1) oedème aigu du poumon, défini par la présence d'une hypoxémie associée à un syndrome alvéolo-interstitiel diffus sur la radiographie pulmonaire
- (2) hypotension artérielle soutenue, définie par (i) une pression artérielle systolique inférieure à 90 mmHg, ou (ii) une chute de pression artérielle systolique d'au moins 40 mmHg par rapport aux valeurs habituelles, ou (iii) la nécessité d'administrer des catécholamines pendant plus de 60 minutes en présence d'une contractilité myocardique ou de condition de charge du ventricule gauche incertaines
- (3) état de choc, défini par une hypotension artérielle malgré un remplissage vasculaire adéquat, associée à la présence de signes d'hypoperfusion tissulaire (par exemple, marbrures cutanée, oligurie) ; sous perfusion d'inotropes positifs ou de vasoconstricteurs, l'hypotension artérielle pouvait manquer [8].

Pour chaque patient les données suivantes ont été enregistrées : motif d'hospitalisation en réanimation (complication postopératoire, pathologie médicale, polytraumatisme), résultats de l'échocardiographie, complications éventuelles de l'ETO, implications thérapeutiques, devenir du patient (sortie vivant du service, ou décès).

Seules les modifications thérapeutiques immédiates, découlant directement des résultats de l'échocardiographie, ont été considérées. Les changements thérapeutiques ont été classés en :

(1) traitement médical : instauration ou interruption d'un traitement par inotropes positifs, vasodilatateurs, vasoconstricteurs, ou instauration d'un traitement étiologique spécifique (par exemple, fibrinolyse intra-veineuse)

(2) traitement chirurgical : en précisant la nature et le délai de l'intervention chirurgicale.

## 2 / ECHOCARDIOGRAPHIE

Chaque fois qu'elle était techniquement réalisable, une échocardiographie transthoracique était effectuée en première intention. En l'absence de contre-indication à l'intubation œsophagienne [91], elle était complétée par une ETO lorsque l'imagerie était d'une qualité insuffisante, ou en cas de visualisation incomplète des structures cardiovasculaires. L'interprétation finale tenait compte des résultats conjoints des deux approches.

Les échocardiographies ont été réalisées avec un appareil Hewlett-Packard Sonos 1500, disposant d'une sonde transthoracique de 2,5 MHz et de sondes transœsophagiennes monoplan ou multiplan de 5 Mhz. Les différentes fenêtres acoustiques transthoraciques, en particulier la voie sous-costale, ont été

systématiquement cherchées et utilisées chaque fois que possible. La sonde œsophagienne était introduite à l'aveugle, ou sous contrôle de la vue (laryngoscope) chez les patients ventilés après une sédation par midazolam (0,1 à 0,2 mg / kg) parfois associée à une curarisation par vécuronium (0,1 mg / kg). La sonde nasogastrique était parfois retirée pour améliorer la qualité de l'image en cas de mauvais contact entre le capteur d'ultrasons et la muqueuse œsophagienne. Pendant la procédure, la pression artérielle, la fréquence cardiaque et la saturation artérielle en oxygène étaient continuellement surveillées.

Les échocardiographies ont été réalisées de manière conventionnelle en examinant en mode bidimensionnel toutes les cavités cardiaques et les différents segments de l'aorte thoracique par les différentes vues transthoraciques, transœsophagiennes, et transgastriques [74]. L'interrogation Doppler des différents orifices valvulaires a systématiquement été pratiquée, ainsi qu'au niveau de la veine pulmonaire antérosupérieure gauche. L'examen cherchait tout d'abord une pathologie péricardique ou une valvulopathie gauche pouvant être à l'origine de la défaillance hémodynamique. La fonction systolique globale et segmentaire des ventricules, ainsi que la fonction diastolique du ventricule gauche étaient ensuite évaluées. Enfin, le profil Doppler de remplissage transmitral et veineux pulmonaire étaient systématiquement enregistrés. Les examens ont été interprétés en temps réel par des cardiologues ou par des réanimateurs diplômés en échocardiographie. Toutes les échocardiographies ont été enregistrées sur bande vidéo.

### 3 / CATHETERISME DROIT

L'indication d'un cathétérisme droit était laissée à l'appréciation du médecin en charge du patient. L'évaluation hémodynamique par cathétérisme droit était

réalisée avec une sonde de Swan-Ganz mise en place à partir d'un abord veineux profond du système cave supérieur (voie jugulaire interne ou sous-clavière), et dirigée à l'aveugle selon la technique déjà décrite [83]. La bonne position du cathéter et l'absence de complication liée à l'abord vasculaire étaient vérifiées sur une radiographie thoracique de face.

La pression auriculaire droite, les pressions artérielles pulmonaires systolique, diastolique et moyenne, et la pression artérielle pulmonaire d'occlusion étaient mesurées en prenant la pression atmosphérique comme zéro de référence au niveau de la ligne médio-axillaire. La pression artérielle pulmonaire d'occlusion était mesurée sans déconnecter le patient du respirateur et en maintenant la pression télé-expiratoire positive, le cas échéant. La valeur obtenue avant l'insufflation du respirateur était retenue. Le débit cardiaque était mesuré par méthode de thermodilution, en injectant des bolus de 10 ml de sérum salé isotonique glacé, de manière aléatoire au cours du cycle respiratoire. La valeur du débit cardiaque retenue était la moyenne d'au moins trois mesures dont la différence n'excédait pas 10 p.100. Un prélèvement veineux mêlé pouvait être effectué au niveau de l'artère pulmonaire, à la discrétion du médecin en charge du patient. A partir des mesures effectuées, les résistances artérielles pulmonaires et résistances artérielles systémiques, ainsi que l'index cardiaque et l'index systolique étaient calculés. Le transport d'oxygène, la consommation d'oxygène, le shunt pulmonaire étaient calculés à partir des paramètres recueillis sur l'échantillon de sang veineux mêlé, le cas échéant.

#### 4 / REPARTITION DES PATIENTS EN GROUPES THERAPEUTIQUES

Les résultats du cathétérisme droit et de l'échocardiographie ont été comparés rétrospectivement chez les patients qui avaient été évalués simultanément par les deux méthodes. Les données hémodynamiques du cathétérisme droit ont été réinterprétées par un médecin expérimenté, sans accès au dossier du patient ni aux conclusions initiales. De la même façon, les bandes vidéo des échocardiographies ont été relues par un autre médecin qualifié en échocardiographie, de manière indépendante. Celui-ci n'avait en effet ni l'accès au dossier du patient, ni la connaissance des résultats du cathétérisme droit. Au terme de l'analyse hémodynamique par cathétérisme droit et échocardiographie, chacun des deux investigateurs classait les patients dans l'un des groupes thérapeutiques suivant :

- (1) nécessité d'une expansion volémique
- (2) nécessité d'un traitement inotrope positif
- (3) nécessité d'un traitement vasoconstricteur
- (4) maintien du traitement en cours
- (5) nécessité d'un traitement chirurgical urgent

Les critères diagnostiques du cathétérisme droit utilisés pour répartir les patients dans les différents groupes étaient les suivants :

- (1) nécessité d'une expansion volémique : si la pression artérielle pulmonaire d'occlusion (PAPO) < 12 mmHg, associée ou non à un index cardiaque (IC)  $\geq 2,5$  l·min<sup>-1</sup>·m<sup>-2</sup>

(2) nécessité d'un traitement inotrope positif : si PAPO  $\geq 15$  mmHg et IC  $< 2,5$  l $\cdot$ min $^{-1}\cdot$ m $^{-2}$

(3) nécessité d'un traitement vasoconstricteur : si PAPO  $\geq 12$  mmHg et IC  $\geq 2,5$  l $\cdot$ min $^{-1}\cdot$ m $^{-2}$  et pression artérielle systolique  $< 90$  mm Hg

(4) maintien du traitement en cours : ensemble des paramètres hémodynamiques dans les limites de la normale

(5) nécessité d'un traitement chirurgical urgent : toute pathologie nécessitant une intervention chirurgicale (par exemple aspect de dip-plateau avec égalisation des pressions droites en faveur d'une tamponnade...)

Les critères diagnostiques échocardiographiques pour répartir les patients dans les différents groupes thérapeutiques étaient les suivants :

(1) nécessité d'une expansion volémique : surface télésystolique du ventricule gauche (vue petit axe transgastrique)  $< 5$  cm $^2\cdot$ m $^{-2}$ , et/ou effacement télésystolique de la cavité ventriculaire gauche, et/ou onde S du courant veineux pulmonaire  $>$  onde D (index systolique  $< 55$  p. 100) [53]

(2) nécessité d'un traitement inotrope positif : fonction systolique globale du ventricule gauche diminuée ou très diminuée (avec/sans anomalie de la contraction segmentaire), et/ou fraction de raccourcissement de surface du ventricule gauche  $< 40$  p.100, et/ou onde S du courant veineux pulmonaire  $<$  onde D (index systolique  $> 55$  p.100) [50], et/ou onde rétrograde dans la veine pulmonaire contemporaine de la contraction auriculaire gauche  $> 20$  cm.sec $^{-1}$

(3) nécessité d'un traitement vasoconstricteur : fonction systolique globale du ventricule gauche normale ou augmentée, et fraction de raccourcissement de surface  $> 50$  p.100, et onde S du courant veineux pulmonaire  $>$  onde D (index systolique  $< 55$  p.100) [50]

(4) maintien du traitement en cours : fonction systolique globale du ventricule gauche normale ou augmentée, et fraction de raccourcissement de surface > 50 p.100, et profils Doppler normaux pour l'âge.

(5) nécessité d'un traitement chirurgical urgent : toute pathologie nécessitant une intervention chirurgicale (tamponnade, insuffisance valvulaire aiguë, dissection aortique, lésions traumatique de l'aorte...).

## 5 / ANALYSE DES RESULTATS

Les résultats sont exprimés sous la forme de moyennes  $\pm$  dérivations standards. La proportion de modifications thérapeutiques apportées par l'échocardiographie et le taux de mortalité ont été comparés entre les différents groupes (chirurgical, médical, traumatisme), par le test du  $\chi^2$ . Une valeur de  $p < 0,05$  a été considérée comme significative. Chez les patients qui ont bénéficié à la fois d'un cathétérisme droit et d'une échocardiographie, la classification en groupes thérapeutiques par chacune des deux méthodes a été comparée en réalisant un tableau de contingences à 5x5 entrées.



# RESULTATS

## 1 / POPULATION

Pendant la période d'étude, 101 échocardiographies ont été réalisées chez 97 patients (67 hommes et 30 femmes ; âge :  $60 \pm 14$  ans, extrêmes : 17-82 ans) en défaillance circulatoire aiguë. Un cathéter de Swan-Ganz était présent chez 33 patients (34 p. 100) au moment de l'échocardiographie, et parmi ceux-ci, 32 avaient des mesures exploitables. Aucune complication pertinente du cathétérisme droit ou de l'ETO n'a été observée. Tous les patients étaient sous respirateur au moment de l'exploration hémodynamique. Celle-ci était réalisée le plus souvent pour évaluer l'état hémodynamique d'un patient en état de choc ( $n=45$ ), ou pour identifier le mécanisme d'une hypotension soutenue ( $n=34$ ), ou pour déterminer le mécanisme d'un œdème pulmonaire aigu cardiogénique ou lésionnel ( $n=22$ ).

La majorité des patients avaient été admis en réanimation pour une pathologie médicale ( $n=52$ ), 36 dans les suites d'une intervention chirurgicale, et les neuf autres patients restant après un polytraumatisme. Le taux de mortalité était plus significativement élevée dans le groupe médicale que dans le groupe traumatisme (26/52 contre 1/9 :  $p < 0,03$ ), alors qu'aucune différence significative n'était retrouvée avec le groupe chirurgical (44 p. 100).

## 2 / APPORT DIAGNOSTIQUE DE L' ECHOCARDIOGRAPHIE

Parmi les 45 patients en état de choc (tableau II), l'échocardiographie a révélé une insuffisance ventriculaire gauche sévère chez 17 d'entre eux (39 p. 100), et une insuffisance biventriculaire chez 7 autres malades (15 p. 100). Parmi les huit patients qui avaient un état de choc hypovolémique (18 p. 100), deux avaient également une maladie cardiovasculaire sous-jacente (dissection aortique de type I préfissuraire, cardiomyopathie hypertrophique). Chez trois patients (7 p. 100),

l'échocardiographie a montré des signes de cœur pulmonaire aigu et l'ETO les a rattachés à une embolie pulmonaire massive en montrant des thrombi proximaux enclavés dans l'artère pulmonaire droite. Le diagnostic a été confirmé par l'angiographie pulmonaire ou la tomodensitométrie thoracique hélicoïdale. Chez deux patients, l'échocardiographie a montré un épanchement péricardique compressif réalisant un tableau de tamponnade cardiaque. Chez deux autres patients, l'ETO a montré une valvulopathie sévère (une insuffisance mitrale et une insuffisance aortique). Une endocardite mutilante des valves aortique et tricuspidiennes a été diagnostiquée par ETO chez un patient. Enfin, cinq échocardiographies (11 p. 100) étaient dans les limites de la normale, et la défaillance circulatoire a été rattachée à un choc convectif.

*Tableau II* : Apport diagnostique de l'échocardiographie chez les patients en état de choc (n=45)

Patients en choc	Nombre	Pourcentage
Dysfonction ventriculaire (droite et/ou gauche)	24	54
Hypovolémie	8	18
cœur pulmonaire aigu	3	7
Tamponnade	2	4
Valvulopathies sévères	2	4
Endocardite mutilante	1	2
Normale	5	11

Parmi les 34 patients qui avaient une hypotension artérielle soutenue (Tableau III), 13 (38 p. 100) avaient une cardiopathie diagnostiquée au cours de l'échocardiographie : insuffisance ventriculaire gauche sévère isolée (n=4) ou insuffisance biventriculaire (n=2). Chez 7 patients, l'ETO a montré une hypertrophie ventriculaire gauche avec dysfonction diastolique isolée. Les autres patients avaient des signes échocardiographiques d'hypovolémie isolés (n=6) ou associés à un épanchement péricardique circonférentiel (n=4). Un tableau de tamponnade cardiaque était présent chez deux malades. Chez deux patients, une valvulopathie aiguë a été trouvée : une insuffisance mitrale par rupture de cordage et une endocardite aortique mutilante avec perforation valvulaires. Un patient avait des signes de cœur pulmonaire aigu à l'échocardiographie, sans thrombus proximal visible à l'ETO. Chez les autres patients restants (n=6), l'échocardiographie était dans les limites de la normale et l'hypotension artérielle a été attribuée à une vasoplégie.

Tableau III : Apport diagnostique de l'échocardiographie chez les patients en hypotension artérielle prolongée (n=34).

Patients en hypotension artérielle	Nombre	Pourcentage
Cardiomyopathie IVG, IVD / HVG	6 / 7	38
Hypovolémie	6	18
Epanchement	6	18
Valvulopathie aiguë	2	6
Cœur pulmonaire aigu	1	3
Normale	6	17

Abréviations : IVG, insuffisance ventriculaire gauche ; IVD, insuffisance ventriculaire droite ; HVG, hypertrophie ventriculaire gauche.

Parmi les 21 patients qui souffraient d'un œdème aigu du poumon (Tableau IV), 15 (71 p. 100) avaient une cardiomyopathie responsable d'un œdème pulmonaire cardiogénique : dysfonction ventriculaire gauche systolique (n=9), insuffisance biventriculaire (n=2), cardiopathie valvulaire (insuffisances mitrales aiguës par rupture de cordage, n=3 ; prolapsus mitral, n=1). En présence d'une échocardiographie normale, le diagnostic d'œdème pulmonaire lésionnel a été retenu chez 5 malades et une patiente avait un œdème pulmonaire par surcharge volémique pure.

Tableau IV : Apport diagnostique de l'échocardiographie chez les patients avec un œdème aigu du poumon (n=21)

Patients en OAP	Nombre	Pourcentage
Cardiomyopathie IVG, IVD	11	52
IM aiguë	3	14
Prolapsus mitral	1	5
Normale	6	29

Abréviations : OAP, œdème aigu du poumon ; IVG, insuffisance ventriculaire gauche ; IVD, insuffisance ventriculaire droite ; IM, insuffisance mitrale.

### 3 / IMPACT THERAPEUTIQUE DE L'ECHOCARDIOGRAPHIE

Parmi les 101 échocardiographies réalisées, 59 ont entraîné un changement dans le traitement médical institué au préalable et 15 ont conduit à une intervention chirurgicale cardiaque ou sur les gros vaisseaux intrathoraciques. Les 27 autres examens n'ont pas modifié la prise en charge thérapeutique des malades. Trois patients du groupe chirurgical ont bénéficié de deux échocardiographies successives. Celles-ci ont conduit tout d'abord à un traitement médical chez deux d'entre eux puis à un geste chirurgical après le second examen chez les trois patients (remplacement valvulaire mitrale, drainage péricardique et thrombectomie artérielle pulmonaire). Enfin, chez un patient du groupe médical l'ETO a permis dans un premier temps d'éliminer un œdème pulmonaire aigu d'origine cardiogénique puis secondairement d'adapter la posologie des catécholamines. Bien qu'il n'y ait

pas de différence significative entre les groupes, l'impact thérapeutique de l'échocardiographie est plus important chez les patients chirurgicaux comparés aux malades ayant une défaillance circulatoire d'origine médicale (35/52 contre 31/36 :  $p=0,07$ ).

La nature des interventions chirurgicales, qui ont toutes été pratiquées en urgence, sont indiquées dans le tableau V. L'indication chirurgicale la plus fréquente était le drainage d'un épanchement responsable d'une tamponnade cardiaque ( $n=6$ ). Le drainage d'un épanchement péricardique compressif a été effectué chirurgicalement ( $n=4$ ) ou par péricardiocentèse guidé par échocardiographie ( $n=1$ ). Un hématome postopératoire comprimant l'oreillette gauche a été évacué chirurgicalement. Les neuf autres patients ont bénéficié d'une chirurgie cardiovasculaire avec circulation extracorporelle : végétectomie tricuspидienne en raison d'embolies pulmonaires septiques dans le cadre d'une endocardite infectieuse ( $n=1$ ), valvuloplastie mitrale pour la réparation d'une rupture de cordage responsable d'un oedème pulmonaire massif ( $n=3$ ), remplacement valvulaire mitral associé à un pontage aortocoronarien après un infarctus inférieur compliqué d'un choc cardiogénique par rupture de pilier mitral ( $n=1$ ), embolectomie artérielle pulmonaire bilatérale en raison d'une défaillance circulatoire due à une embolie pulmonaire massive ( $n=3$ ) (fig. 1), prothèse tubulée aortique pour une dissection de l'aorte ascendante compliquée d'une insuffisance aortique massive ( $n=1$ ).

Tableau V : Indications chirurgicales après échocardiographie

Indications chirurgicales	Nombre	Pourcentage
Drainage péricardique ou évacuation d'hématome compressif	6	40
Valvuloplastie mitrale	5	33
Embolie pulmonaire	3	20
Remplacement valvulaire aortique	1	7

Parmi les 59 modifications du traitement médical effectuées en fonction des résultats de l'échocardiographie (tableau VI), 28 comportaient l'instauration d'un traitement inotrope positif (47 p. 100) et 20 consistaient en une expansion volémique (34 p. 100). Plus rarement, l'échocardiographie a entraîné la prescription d'un traitement vaso-actif (n=5) ou la diminution des doses de catécholamines administrées au préalable (n=6).



Tableau VI : Traitement médical instauré ou modifié après l'échocardiographie

Changement du traitement médical	Nombre	Pourcentage
Inotropes positifs	28	47
Remplissage vasculaire	20	34
Vasoconstricteurs	4	7
Vasodilatateurs	1	2
Diminution des doses de catécholamines	6	10

Le traitement inotrope positif a été instauré chez 14/45 patients en état de choc (31 p. 100), 7/22 patients en OAP (30 p. 100), et 7/34 patients ayant une hypotension artérielle prolongée (21 p. 100). L'échocardiographie a montré plus souvent une dysfonction systolique ventriculaire gauche isolée (n=24) (fig. 2) qu'une insuffisance biventriculaire (n=6). Plus rarement, une défaillance ventriculaire droite isolée a motivé le traitement inotrope positif (n=3).

Les patients ayant bénéficié d'une expansion volémique étaient soit en état de choc (n=10), ou avaient une hypotension artérielle prolongée (n=10) (fig. 3). Tous les états de choc étaient d'origine septique. Chez 7/10 patients qui avaient une hypotension artérielle, l'échocardiographie a montré une anomalie cardiaque associée aux signes d'hypovolémie : épanchement péricardique non compressif (n=4), ou cardiopathie hypertrophique avec (n=1) ou sans obstruction hémodynamique intraventriculaire gauche (n=2).

Un traitement vasoconstricteur artériel a été instauré chez quatre patients, tous en choc septique. Chez six patients, le traitement par catécholamines a été diminué après l'échocardiographie qui montrait des signes d'hypovolémie (n=3) ou des paramètres de fonction systolique dans les limites de la normale (n=3). Enfin, un patient a été traité par vasodilatateur veineux en raison d'un œdème aigu du poumon secondaire à une insuffisance mitrale aiguë, en attendant l'intervention chirurgicale.

#### 4 / COMPARAISON ENTRE CATHETERISME DROIT ET ECHOCARDIOGRAPHIE

Pendant la période d'étude, 32 patients avaient des mesures exploitables de monitoring hémodynamique par cathétérisme droit : 17 du groupe médical (53 p. 100), 14 du groupe chirurgical (44 p. 100) et un seul patient (3 p. 100) du groupe traumatisme. La répartition en groupes thérapeutiques fondée sur les résultats du cathétérisme droit est indiquée dans le tableau VII.

*Tableau VII* : Répartition des patients en groupes thérapeutiques en fonction des résultats du cathétérisme droit

Groupes thérapeutiques cathétérisme droit	Nombre	Pourcentage
Expansion volémique	5	16
Vasoconstricteur	5	16
Inotrope positif	19	59
Pas de changement thérapeutique	3	9
Indications chirurgicales	0	-

La répartition en groupes thérapeutiques fondée sur les résultats de l'échocardiographie est indiquée dans le tableau VIII.

*Tableau VIII* : Répartition des patients en groupes thérapeutiques en fonction des résultats de l'échocardiographie

Groupes thérapeutiques échocardiographie	Nombre	Pourcentage
Expansion volémique	5	15,5
Inotrope positif	16	50
Vasoconstricteur	0	-
Pas de changement thérapeutique	5	15,5
Indications chirurgicales	6	19

Parmi les patients qui avaient une défaillance circulatoire d'origine médicale (n=26), la répartition en classe thérapeutique était concordante chez 16 patients (62 p.100) et discordante chez 10 patients (38 p. 100). Les discordances entre les résultats des deux techniques étaient dues le plus souvent à la méconnaissance d'une dysfonction ventriculaire gauche (n=4) ou d'une hypovolémie (n=3) en utilisant les paramètres hémodynamiques standards fournis par le cathétérisme droit (Tableau IX). Dans ces cas, l'échocardiographie a permis d'authentifier une dysfonction ventriculaire gauche (40 p.100 des discordances) ou une hypovolémie franche (30 p.100 des discordances). Chez deux patients (8 p.100) l'échocardiographie a récusé le diagnostic de bas débit cardiaque mesuré par

thermodilution, en montrant une performance systolique conservé du ventricule gauche (Tableau IX).

*Tableau IX* : Comparaison des groupes thérapeutiques déterminés à partir des résultats du cathétérisme droit et de l'échocardiographie

CD	Expansion volémique	Inotrope positif	Vasoconstricteur	Pas de changement thérapeutique	Indications chirurgicales
ETO					
Expansion volémique	2	1	2	-	
Inotrope positif	-	12	3	1	
Vasoconstricteur	-	-	-	-	
Pas de changement thérapeutique	1	2	-	2	
Indications chirurgicales	-	3	3	-	-

Aucune des six interventions chirurgicales urgentes identifiées par l'échocardiographie n'avait été diagnostiquée à l'aide du cathétérisme droit. Chez trois patients, il s'agissait d'un épanchement péricardique compressif, se traduisant par un profil hémodynamique cardiogénique au cathétérisme droit. Les trois derniers avaient un profil hémodynamique invasif hyperkinétique, alors que l'échocardiographie montrait une valvulopathie aiguë (deux insuffisances mitrales aiguës et une endocardite aortique et tricuspidiennne mutilante).

**DISCUSSION**

## 1 / ECHOCARDIOGRAPHIE TRANSTHORACIQUE ET TRANSCŒSOPHAGIENNE

Les patients de l'étude présente ont tous bénéficié d'une ETO en plus de l'échocardiographie transthoracique conventionnelle. Cette dernière fournit en effet souvent une qualité d'images inadéquate chez les patients sous respirateur. Certaines contraintes inhérentes aux patients en état critique (nombreux obstacles à la pénétration des ultrasons tels que la ventilation mécanique) rendent cet examen techniquement difficile.

Plusieurs études ont montré la supériorité diagnostique de l'ETO sur l'échocardiographie transthoracique, aussi bien chez des patients hospitalisés en cardiologie qu'en réanimation [44-45-64-65-89]. Néanmoins, l'échocardiographie transpariétale peut apporter rapidement une réponse diagnostique lors d'une défaillance circulatoire aiguë d'origine indéterminée, telle que la présence d'un épanchement péricardique compressif ou d'une dysfonction ventriculaire gauche [91]. De plus, certaines informations sont difficiles à obtenir par ETO, telles que le gradient de pression transtricuspidien ou transaortique en Doppler. C'est pourquoi, l'échocardiographie doit toujours comporter un examen par voie transthoracique qui seul permet d'apporter un diagnostic dans 35 à 60 p.100 des cas [44-45-64-65-89]. Bien que, l'échocardiographie transthoracique et l'ETO soient le plus souvent complémentaires, cette dernière a une capacité diagnostique nettement supérieure à l'examen conventionnel pour l'évaluation des patients ayant une défaillance circulatoire aiguë [67-89].

## 2 / TOLERANCE DE L'ECHOCARDIOGRAPHIE TRANSCŒSOPHAGIENNE

Dans notre étude, aucune complication majeure liée à l'intubation œsophagienne n'a été rapportée. Les études sur la tolérance de l'ETO ont trouvé

peu de complications, puisque elles survenaient dans moins de 0,5 p.100 des cas [15-23]. Peu d'études ont analysé la tolérance de l'ETO chez des patients en état critique [87]. Même chez les patients en défaillance circulatoire aiguë, l'ETO est très bien tolérée puisqu'aucune complication pertinente n'a été rapportée [89]. Le respect des contre-indications à l'intubation œsophagienne (tumeur de l'œsophage, varices œsophagiennes) diminue le risque de complications potentiellement graves rapportées de manière anecdotique dans la littérature [23-77]. L'ETO peut avoir des conséquences néfastes chez des patients en détresse respiratoire sans assistance ventilatoire, en cas d'inhalation ou un bronchospasme. L'existence d'une lésion instable du rachis cervical ou d'un traumatisme maxillofacial doivent également contre-indiquer l'ETO. Dans notre étude, les contre-indications à l'intubation œsophagienne ont naturellement été respectées. De plus, le risque de bronchospasme et d'inhalation était négligeable car tous les patients étaient ventilés sur sonde endotrachéale, et bénéficiaient d'une sédation parfois complétée pendant l'examen.

### 3 / APPORT DIAGNOSTIQUE ET IMPACT THERAPEUTIQUE DE L'ECHOCARDIOGRAPHIE

Dans l'étude présente, l'ETO a apporté une contribution diagnostique importante chez des patients souffrant d'une défaillance circulatoire aiguë. De plus, l'échocardiographie a eu des implications thérapeutiques chez 73 p.100 des patients. Parmi ceux-ci, 14 ont bénéficié d'un traitement chirurgical rapide sur les seuls résultats de cet examen. Il s'agissait dans tous les cas de chirurgie cardiaque ou des gros vaisseaux intrathoraciques. D'autres travaux ont rapporté des proportions similaires d'interventions chirurgicales urgentes, avec des extrêmes

allant de 7 à 29 p.100 [34-45-62-65-81-89]. Les variations dans le nombre des interventions chirurgicales découlant de l'examen échocardiographique sont liées au type de patients étudiés. Il est naturellement plus important lorsqu'il s'agit de patients en période post-opératoire de chirurgie cardiaque [34-65-81] que de patients hospitalisés en soins intensifs de cardiologie ou en réanimation [65-89].

Dans l'étude présente, l'ETO a montré une tamponnade chez cinq patients et un hématome localisé entraînant une compression de l'oreillette droite chez un autre patient. Un drainage péricardique immédiat, chirurgical ou guidé par échocardiographie, a pu ainsi être réalisé. Parmi ces patients 3/5 étaient en période post-opératoire de chirurgie cardiaque. Dans ce contexte, les hémopéricardes ou les hématomes rétro-auriculaires sont favorisés par un surdosage en anticoagulant, un lâchage de suture ou un saignement médiastinal. Les épanchements péricardiques conduisant à une tamponnade surviennent chez moins de 6 p.100 des patients opérés du cœur [56]. Les épanchements localisés, intra- ou extrapéricardiques, peuvent être également responsables d'une gêne au remplissage cardiaque. Ceux-ci peuvent n'entraîner par exemple qu'une invagination intermittente de la paroi libre de l'oreillette au cours de l'insufflation du respirateur qui suffit à effondrer le remplissage cardiaque. Ainsi, la sémiologie échocardiographique classique de la tamponnade cardiaque rencontrée au cours des épanchements péricardiques généralement circonférentiels [16] peut manquer dans certaines circonstances. Kochar et al. [56] ont montré l'intérêt de l'ETO dans le diagnostic des épanchements péricardiques diffus ou localisés. En effet, l'échocardiographie transthoracique pourtant très performante dans la détection des épanchements péricardiques circonférentiels [89] a un intérêt limité en période post-opératoire en raison de la



difficulté d'obtenir une qualité d'image adéquate et de la fréquence des hématomes localisés compressifs.

Bien qu'il soit rare d'identifier une lésion aortique à l'origine d'une détresse hémodynamique, dans l'étude présente, l'ETO a permis de diagnostiquer une dissection aortique chez un patient en état de choc cardiogénique, et un volumineux hémomédiastin traumatique par rupture d'artères intercostales chez un polytraumatisé ayant un choc hémorragique. L'ETO est une des techniques d'imagerie qui est de plus en plus pratiquée en première intention pour le diagnostic des lésions aortiques aiguës, qu'elles soient spontanées [27-28] ou traumatiques [92]. Elle affirme le diagnostic par la mise en évidence d'un flap intraluminal, précise le type anatomique en identifiant la porte d'entrée et l'extension de la dissection, et recherche les complications telles que l'insuffisance aortique, les anomalies de contraction segmentaire et la tamponnade. L'interposition de la bronche souche gauche rend difficile l'exploration complète de l'aorte ascendante, mais celle-ci est bien visualisée jusqu'à sa partie distale grâce aux sondes multiplans. La précision diagnostique de l'ETO dans la dissection et les ruptures traumatiques de l'aorte est excellente, puisque la sensibilité et la spécificité varient entre 91 et 100 p.100 et entre 98 et 100 p.100 respectivement [13-27-79-92]. L'ETO permet d'identifier les lésions aortiques, rapidement, au lit du patient ce qui autorise un traitement chirurgical sans délai. De plus, le caractère ambulatoire de l'ETO évite de transporter le patient dont l'état hémodynamique est instable, pour réaliser des examens complémentaires radiologiques. Dans ce contexte, l'angiographie qui est considérée par beaucoup comme la technique diagnostique de référence pour la pathologie aortique aiguë nécessite l'utilisation de produits de contraste iodés qui peuvent être néphrotoxiques, d'autant plus lorsque les patients sont en défaillance

circulatoire aiguë. L'imagerie par résonance magnétique est une alternative intéressante pour la pathologie aortique, mais elle n'est pas disponible dans tous les centres et reste peu adaptée aux patients en état critique en raison de l'absence de surveillance adéquate du malade pendant l'examen.

Dans l'étude présente, une embolie pulmonaire massive a été diagnostiquée au cours de l'ETO chez trois patients, le diagnostic a été suspecté devant la présence de signes de cœur pulmonaire aigu chez ces patients en détresse cardiorespiratoire et affirmé par la présence de thrombi proximaux enclavés dans l'artère. L'ETO est l'examen proposée en première intention lorsqu'une embolie pulmonaire massive à l'origine d'une défaillance circulatoire aiguë est suspectée [27-94]. Dans ce contexte, elle permet de suspecter fortement une embolie pulmonaire en présence de signes de cœur pulmonaire aigu (dilatation des cavités droites, de l'artère pulmonaire, de la veine cave, bombement du septum interventriculaire vers le ventricule gauche et élévation de la pression artérielle pulmonaire systolique). Cependant, seule la présence de matériel fibrinocruorique dans les cavités droites ou enclavé dans l'artère pulmonaire est pathognomonique de l'embolie pulmonaire proximale [49]. L'ETO permet seulement de visualiser les premiers centimètres de l'artère pulmonaire droite (sonde multiplan). La présence de la bronche souche gauche limite en revanche l'exploration de l'artère pulmonaire gauche à sa partie toute proximale. La précision diagnostique de l'ETO dans l'embolie pulmonaire aiguë est néanmoins bonne, puisque une sensibilité variant de 80 à 96 p.100 et une spécificité de 76 à 100 p.100 ont été rapportées [94-68]. La visualisation de thrombi associés aux signes échocardiographiques de cœur pulmonaire aigu peut suffire pour débiter un traitement agressif par fibrinolyse ou embolectomie chirurgicale sans autre exploration supplémentaire, comme chez trois

patients de cette série. L'absence de signes de cœur pulmonaire aigu chez un patient moribond en bas débit cardiaque n'élimine pas le diagnostic d'embolie pulmonaire massive [49]. Cette situation peut se rencontrer chez 10 à 15 p. 100 des cas. L'angiographie pulmonaire ou la tomodensitométrie hélicoïdale sont alors nécessaires pour confirmer le diagnostic.

L'ETO a mis en évidence une insuffisance valvulaire aiguë massive chez cinq patients qui ont tous bénéficié d'un geste chirurgical en urgence. L'examen a dans tous les cas précisé le mécanisme de la régurgitation (prolapsus valvulaire mitral n=1 ; rupture de cordage de la petite valve mitrale n=3 ; rupture de pilier mitral n=1). L'ETO est l'examen de choix pour diagnostiquer et quantifier une insuffisance valvulaire, en particulier mitrale. En cas de choc cardiogénique, par exemple au décours d'un infarctus du myocarde, l'insuffisance mitrale sévère est parfois difficile à diagnostiquer cliniquement en raison du bas débit cardiaque qui affaiblit l'intensité du souffle [40]. L'échocardiographie transthoracique peut méconnaître une insuffisance mitrale aiguë si le jet régurgitant est très directionnel, excentré, et étroit à l'origine. L'ETO facilite l'évaluation de la sévérité de l'insuffisance mitrale et permet de préciser son mécanisme ce qui oriente généralement la stratégie chirurgicale. Il est important en effet de distinguer selon la classification de Carpentier : la dilatation annulaire ou perforation oslérienne (type I), le prolapsus valvulaire, qui inclue les ruptures ou élongations de cordage (type II), et la réduction du mouvement valvulaire au cours par exemple des cardiopathies ischémiques (type III). Dans l'étude de Pearson et al. [65] l'échocardiographie transthoracique avait sous-estimé la sévérité d'une insuffisance mitrale à la phase aiguë d'un infarctus du myocarde chez deux patients, alors que l'ETO avait indiqué une chirurgie réparatrice rapide. De façon similaire, dans l'étude présente l'ETO a clairement déterminé

l'origine du choc cardiogénique ou de l'œdème pulmonaire en mettant en évidence une valvulopathie aiguë sévère alors que l'échocardiographie transthoracique n'avait pas permis de discuter l'indication chirurgicale rapide.

Outre l'impact thérapeutique chirurgical, l'ETO a également permis de guider le traitement médical de nos patients, puisque dans 58 p. 100 des cas l'instauration d'un nouveau traitement ou l'intensification d'un traitement en cours a été nécessaire. Chez 14 patients, l'ETO a permis d'ajuster le traitement par catécholamines en modifiant la posologie. Dans d'autres études, l'impact thérapeutique est moins important puisqu'il varie entre 17 à 40 p.100 [34-67-78]. Le type de population étudié est probablement à l'origine de ces différences.

Dans l'étude présente, l'intervention thérapeutique médicale la plus fréquente était la perfusion d'agents inotropes positifs, qui a été débutée après l'échocardiographie chez 30 p. 100 des patients. Ceci s'explique par le fait que l'insuffisance ventriculaire gauche systolique était l'anomalie la plus souvent diagnostiquée (40 p. 100), associé parfois à une insuffisance ventriculaire droite (11 p. 100 des cas). L'échocardiographie permet généralement de quantifier les performance systolique globale du ventricule gauche et d'apprécier sa contraction segmentaire [Sanfilippo]. Il est essentiel de prendre en compte le traitement en cours (médicaments inotropes et vaso-actifs) dans l'interprétation de l'échocardiogramme [91]. En l'absence d'anomalie de la contraction segmentaire du ventricule gauche, la fraction de raccourcissement de diamètre (mode temps-mouvement) ou de surface (planimétrie en mode bidimensionnel) mesurée dans la coupe petit axe passant par les piliers, est utilisée comme paramètre quantitatif de performance systolique globale. En revanche, s'il existe une anomalie de la contraction segmentaire étendue, même si celle-ci siège en dehors de la coupe

échographique utilisée pour effectuer les mesures, cette approche n'est plus valable. La fonction systolique globale est alors évaluée de manière semi-quantitative par simple appréciation de l'excursion de l'endocarde et de l'épaississement du myocarde dans les différentes vues échographiques disponibles. Bien que validée par rapport à la méthode de thermodilution, la mesure du débit cardiaque par échocardiographie-Doppler demeure longue et difficile à réaliser en pratique. Enfin, la présence de contraste spontané dans le ventricule gauche est un signe rare mais spécifique de bas débit cardiaque [91].

La seconde intervention thérapeutique la plus fréquente était l'expansion volémique qui a été réalisée chez 19 patients. L'échocardiographie-Doppler permet de caractériser le profil de remplissage du ventricule et de l'oreillette gauches. Ce dernier est facilement étudié par voie transœsophagienne et plus difficile à obtenir par l'approche transthoracique conventionnelle. En rythme sinusal, les profils Doppler transmitral et veineux pulmonaire sont caractérisés par des accidents successifs qui correspondent à des variations de vitesse de déplacement de la colonne sanguine selon les gradients de pression qui règnent entre les différentes cavités cardiaques. L'analyse de ces profils Doppler permet donc d'évaluer le niveau des pressions de remplissage du ventricule gauche en utilisant différents paramètres mesurés ou calculés. Il existe néanmoins de nombreuses limites à l'évaluation de la précharge du ventricule gauche par l'échocardiographie-Doppler. En effet, les différents profils Doppler sont influencés par plusieurs autres facteurs parmi lesquels l'âge, l'existence d'une valvulopathie, la fonction diastolique du ventricule gauche, certaines anomalies péricardiques, et la fréquence cardiaque. Dans notre étude, quinze patients avaient des signes échographiques d'hypovolémie et parmi ceux-ci, 13 ont bénéficié d'une expansion volémique après

l'ETO. Chez les patients sous catécholamines, le sevrage a pu être débuté sous couvert d'un remplissage vasculaire prudent (n=2).

Un autre avantage de l'échocardiographie est l'évaluation de la fonction ventriculaire droite. Quand le travail ventriculaire droit est augmenté, par exemple en raison d'une hypertension artérielle pulmonaire aiguë ou par la ventilation mécanique avec pression expiratoire positive (augmentation des résistances artérielles pulmonaires), la performance systolique du ventriculaire droit joue un rôle déterminant dans le maintien du transport d'oxygène. C'est pourquoi la fonction ventriculaire droite est essentielle à déterminer chez les patients en défaillance circulatoire aiguë. Dans cette étude, 12 patients avaient une insuffisance ventriculaire droite qui contribuait à la défaillance circulatoire. Onze d'entre eux ont été traités par catécholamines ou expansion volémique à l'issue de l'ETO. Comme dans l'étude de Poelaert et al. [67], ces insuffisances ventriculaires droites étudiées le plus souvent associées à une dysfonction ventriculaire gauche systolique.

#### 4 / COMPARAISON ENTRE ECHOCARDIOGRAPHIE ET CATHETERISME DROIT

Dans cette étude, l'évaluation hémodynamique conjointe des patients par le cathétérisme droit et l'ETO a été concordante dans 62 p.100 des cas lorsque la défaillance circulatoire était d'origine médicale. La dysfonction cardiaque (27 p.100) et l'hypovolémie (15 p.100) étaient les mécanismes les plus fréquemment mis en cause (Tableau IX). Dans 38 p.100 des cas, les deux techniques aboutissaient à des choix thérapeutiques différents. La plupart des discordances était dûes à une mauvaise évaluation de la fonction pompe du cœur par la technique de thermodilution, le plus souvent par surévaluation du débit cardiaque (trois patients sur quatre). Les autres discordances diagnostique concernaient la méconnaissance

de certaines hypovolémies par le cathétérisme droit (Tableau IX). De plus, aucune des affections nécessitant une intervention chirurgicale urgente n'a été suspectée sur les résultats du cathétérisme droit (tableau IX).

#### a / Identification des dysfonctions systoliques du ventricule gauche

Dans l'étude présente, le cathétérisme droit semble avoir surestimé le débit cardiaque chez trois patients (tableau IX). La technique de thermodilution est considérée comme la méthode ambulatoire de référence pour la mesure du débit cardiaque. Néanmoins, ce dernier peut être surestimé en présence d'une insuffisance tricuspide sévère [19] ou d'une dysfonction systolique importantes [87], car le traçeur stagne alors dans les cavités cardiaques droites et se retrouve ainsi dilué. La valve tricuspide est peu continente et une régurgitation apparaît précocement lorsque la postcharge du ventricule droit augmente brutalement, comme au cours de l'hypertension artérielle pulmonaire aiguë [51]. La seule ventilation mécanique en volume contrôlée, qui induit une augmentation des résistances vasculaires pulmonaires en fin d'insufflation [50] peut être responsable d'une insuffisance tricuspide [51]. Ainsi, la majorité des malades sous respirateur ont une régurgitation tricuspide significative qui peut fausser la mesure du débit cardiaque par la méthode de thermodilution [Jullien].

Un patient qui avait apparemment un index cardiaque conservé souffrait en réalité d'une dysfonction systolique majeure du ventricule gauche à l'ETO. Les signes échocardiographiques de bas débit cardiaque étaient francs. Chez deux autres malades, la présence d'une cardiopathie dilatée sous-jacente a pu accentuer la dilution de l'indicateur et contribuer ainsi à la surestimation du débit cardiaque par la méthode de thermodilution [57].

L'erreur de mesure du débit cardiaque par le cathétérisme droit aurait pu conduire à des interventions thérapeutiques néfastes (tableau IX). En effet, l'expansion volémique aurait pu entraîner un oedème pulmonaire chez deux patients. La perfusion d'un vasoconstricteur artériel aurait pu aggraver la dysfonction ventriculaire gauche en augmentant brutalement sa postcharge chez un autre patient. Enfin, quatre malades n'auraient pas bénéficié d'un traitement inotrope positif (tableau IX).

Par ailleurs, le débit cardiaque a été sous-estimé par le cathétérisme droit chez un patient (tableau IX). La sous-estimation du débit cardiaque par la méthode de thermodilution est plus rare que la surestimation. La cause essentielle est là aussi, la présence d'une insuffisance tricuspide [19]. Néanmoins, comme expliquée plus haut, cette valvulopathie est le plus souvent la cause d'une surestimation du débit cardiaque par la méthode de thermodilution. Un patient dont le débit cardiaque avait été sous-estimé, avait une insuffisance tricuspide significative à l'ETO. En raison des résultats de l'échocardiographie, ce patient n'a pas reçu de médicament inotrope positif dont les effets secondaires les plus fréquents sont les dysrythmies et les épisodes d'ischémie myocardique, parfois silencieuse.

Ainsi, l'ETO a permis de redresser les erreurs de mesure du débit cardiaque par la méthode de thermodilution chez quatre patients (15 p. 100). Les erreurs techniques sont peu probables car une procédure stéréotypée a été utilisée et les injections du marqueur ont été effectuées de manière aléatoire au cours du cycle respiratoire, afin d'atténuer les variations du débit cardiaque induites par la ventilation mécanique [80]. Bien que la mesure du débit cardiaque par l'échocardiographie-Doppler n'ait pas été effectuée dans cette étude, l'ETO a permis



une évaluation précise de la fonction systolique du ventricule gauche en utilisant des paramètres morphologiques simples.

#### b / Identification des hypovolémies

Chez trois de nos patients (11 p.100), le cathétérisme droit n'a pas montré de diminution des pressions de remplissage du ventricule gauche alors que les critères échocardiographiques d'hypovolémie étaient réunis. Ces derniers ont été validés chez des patients ventilés au cours d'interventions chirurgicales [Kuecherer]. Chez nos patients, la pression artérielle pulmonaire d'occlusion mesurée par le cathétérisme droit n'a pas reflété fidèlement la précharge du ventricule gauche. L'assimilation de la pression artérielle pulmonaire d'occlusion à la précharge du ventricule gauche sous-entend que l'on accepte une série d'approximations. La pression artérielle pulmonaire d'occlusion est considérée comme le reflet fidèle de la pression auriculaire gauche, qui elle-même est assimilée à la pression télédiastolique du ventricule gauche. Cette dernière est utilisée à la place du volume télédiastolique du ventricule gauche qui n'est pas mesurable par cathétérisme droit, pour estimer la précharge ventriculaire. Chacune de ces approximations peut être une source d'erreurs dans l'évaluation de la volémie par le cathétérisme droit.

Parmi les situations cliniques où la valeur de la pression artérielle pulmonaire d'occlusion ne reflète pas de façon fiable la pression télédiastolique du ventricule gauche, la localisation de l'extrémité du cathéter dans une zone fonctionnelle du poumon n'étant pas une zone III de West, la présence d'une valvulopathie ou d'une anomalie de la relaxation et/ou de la compliance du ventricule gauche, sont les plus fréquemment rencontrées. Dans l'étude présente qui concernait uniquement des patients ventilés, un mauvais positionnement du cathéter dans une zone I ou II de

West où la pression artérielle pulmonaire d'occlusion reflète plus la pression intra-alvéolaire que la pression veineuse pulmonaire, est peu probable. En effet, la pertinence de la valeur mesurée par la pression artérielle pulmonaire d'occlusion a été vérifiée au lit du patient selon la méthode proposée par Teboul et al. [Teboul]. Dans les territoires pulmonaires où la pression veineuse excède la pression capillaire et la pression intra-alvéolaire (zones III de West), les variations de pression induites par le cycle respiratoire (augmentation des pressions pendant l'insufflation du respirateur) sont comparables que le ballonnet du cathéter soit gonflé (courbe de pression artérielle pulmonaire d'occlusion), ou non (courbe de pression artérielle pulmonaire). A l'inverse, dans les autres territoires pulmonaires, les variations respiratoires sur la courbe de pression artérielle pulmonaire d'occlusion sont plus importantes car lorsque le ballonnet est gonflé, la pression mesurée est proche de la pression alvéolaire et non de la pression veineuse pulmonaire.

Dans l'étude présente, un des trois patient avait une insuffisance mitrale moyenne à sévère. La régurgitation du sang à travers l'orifice mitral à chaque systole ventriculaire élève la pression dans l'oreillette gauche, et par conséquent augmente artificiellement la pression artérielle pulmonaire d'occlusion. Cette dernière excède alors la pression télédiastolique du ventricule gauche et le cathétérisme droit ne permet plus d'identifier une hypovolémie symptomatique. En revanche, l'échocardiographie a mis en évidence et a permis de quantifier la valvulopathie, tout en montrant des signes morphologiques d'hypovolémie (diminution de la surface télédiastolique du ventricule gauche). Un seul patient avait une hypertrophie ventriculaire gauche concentrique secondaire à une hypertension artérielle essentielle ancienne. Dans ce cas, l'anomalie de relaxation secondaire à

l'hypertrophie myocardique augmente la pression télédiastolique du ventricule gauche alors même que le volume télédiastolique est souvent réduit. C'est pourquoi chez ce patient, la pression artérielle pulmonaire d'occlusion était élevée alors que l'ETO montrait une surface télédiastolique du ventricule gauche diminuée et un profil Doppler en faveur d'une hypovolémie franche. Le dernier patient était ventilé avec un niveau élevé de pression télé-expiratoire positive (15 cm H<sub>2</sub>O). Celle-ci est probablement à l'origine d'une élévation artificielle de la pression artérielle pulmonaire d'occlusion, secondaire à l'augmentation importante et permanente de la pression intra-thoracique. Cette source d'erreur est d'autant plus probable qu'il s'agissait d'un patient qui avait une compliance pulmonaire diminuée qui a répercuté en grande partie l'augmentation de pression intrathoracique aux vaisseaux pulmonaires.

Ainsi, l'étude présente montre que l'ETO peut identifier les hypovolémies dans les situations cliniques où la pression artérielle pulmonaire d'occlusion ne reflète pas la pression télédiastolique du ventricule gauche. En permettant de mesurer la surface de la cavité ventriculaire gauche, l'ETO donne accès à des informations morphologiques capitales puisque le volume de cette cavité représente la précharge du cœur gauche.

#### c / Identification des affections aiguës chirurgicales

Le cathétérisme droit n'a pas permis le diagnostic d'affections nécessitant un traitement chirurgical urgent chez six patients. Il s'agissait de trois épanchements péricardiques compressifs et de trois valvulopathies aiguës finalement diagnostiqués au cours de l'échocardiographie.

Le diagnostic d'insuffisance mitrale sévère par le cathétérisme droit n'est évoqué que sur des signes hémodynamiques indirects (présence d'une grande onde v sur la courbe de pression artérielle pulmonaire d'occlusion, élévation du débit cardiaque) qui peuvent parfois manquer. En effet, si le courant régurgitant dans l'oreillette gauche n'atteint pas les veines pulmonaires ou reflue dans les veines pulmonaires du côté opposé au cathétérisme artériel pulmonaire, l'onde v n'apparaît pas sur la courbe de pression artérielle d'occlusion. Dans notre étude, le cathétérisme avait identifié un profil hémodynamique hyperkinétique sans anomalie de la courbe de pression artérielle pulmonaire (n=3), alors que l'échocardiographie retrouvait une insuffisance mitrale massive, le plus souvent excentrée avec un ventricule gauche hyperkinétique.

Classiquement, le diagnostic de tamponnade par cathétérisme droit est aisément évoqué devant une tendance à l'égalisation des pressions diastoliques dans les cavités cardiaques, parfois accompagnée d'un aspect en "dip plateau" des courbes de pression qui témoigne du syndrome d'adistolie aiguë. Néanmoins, en cas d'hématome compressif localisé, ces signes ne sont pas toujours présents. Le diagnostic de tamponnade est principalement échocardiographique. Il est évoqué devant la présence d'un épanchement péricardique abondant (antérieur et postérieur avec un balancement systolo-diastolique du cœur dans le sac péricardique), l'interdépendance des ventricules droit et gauche pendant le cycle respiratoire (compression du ventricule gauche par le ventricule en inspiration et inversement en expiration), la compression des cavités droites et la dilatation de la veine cave [16]. Dans l'étude présente, le diagnostic de tamponnade n'a pas été évoqué sur les résultats du cathétérisme droit, bien que chez deux patients une hypotension et un profil cardiogénique était présent. L'échocardiographie a montré

un épanchement circonférentiel compressif. Un autre patient avait un profil hémodynamique de choc cardiogénique provoqué par un hématome rétropéricardique comprimant l'oreillette gauche.

#### d / Evaluation hémodynamique : cathétérisme droit ou échocardiographie ?

L'étude présente montre que l'évaluation hémodynamique par cathétérisme droit et échocardiographie des patients sous respirateur est concordante dans deux tiers des cas (tableau IX). Les limites du cathétérisme droit ont été soulignées par de nombreux auteurs [19-71-87] et sont à l'origine des discordances avec l'ETO chez le tiers des patients restants. L'ETO apparaît donc une alternative intéressante pour l'évaluation hémodynamique des malades en état critique. De plus, cette technique est peu vulnérante contrairement au cathétérisme droit, et permet donc d'éviter le risque de complication lié à la mise en place du cathéter de Swan Ganz. Le respect des contre-indications à l'intubation oesophagienne, la bonne tolérance clinique de l'examen [90], et le caractère ambulatoire de l'ETO en font la technique utilisée en première intention dans certains centres. Elle fournit de plus des informations morphologiques et hémodynamiques en temps réel qui ne sont pas accessibles par le cathétérisme droit. Ce dernier point est d'autant plus pertinent au plan clinique que l'évaluation hémodynamique est fréquemment effectuée chez des patients souffrant de polytraumatisme ou dans les suites d'intervention chirurgicale cardiothoracique. L'impact thérapeutique est donc encore supérieur dans ces circonstances cliniques, comme le montre la fréquence des indications chirurgicales urgentes que le cathétérisme droit n'a permis d'identifier [69].

Le cathétérisme droit conserve néanmoins certains avantages sur l'ETO. Il permet une surveillance continue des paramètres hémodynamiques,

particulièrement intéressante en cas de grande instabilité tensionnelle. De plus, la mise en place d'un cathétérisme droit est accessible à un plus grand nombre de réanimateurs que la maîtrise de l'échocardiographie, même si plusieurs études ont montré une carence dans la formation des utilisateurs de sonde de Swan-Ganz [39-46].

L'évaluation de la pression capillaire pour estimer le risque d'oedème aigu du poumon par l'échocardiographie-Doppler n'a été réalisée que chez les cardiopathes en ventilation spontanée, et pas encore chez les malades de réanimation sous respirateur [33]. La mesure de la pression artérielle pulmonaire d'occlusion permet en outre de suivre les effets d'interventions thérapeutiques sur la congestion veineuse pulmonaire. Par ailleurs, le cathétérisme droit permet également de calculer les résistances artérielles systémiques alors que l'évaluation de la postcharge du ventricule gauche est plus délicate avec l'ETO. Enfin, le cathétérisme droit permet de réaliser des prélèvements de sang veineux mêlé afin de mesurer la saturation veineuse en oxygène, et d'avoir accès aux paramètres globaux d'oxygénation tissulaire. L'ETO ne donne évidemment aucune de ces informations.

Plus que concurrentes, ces deux techniques semblent être complémentaires. L'ETO permet d'identifier initialement les sources d'erreur pour l'appréciation de la précharge du ventricule gauche et du débit cardiaque par le cathétérisme droit. Ce dernier offre en revanche un monitoring continu dans les situations hémodynamiques les plus instables, et permet aisément d'apprécier l'effet des différentes interventions thérapeutiques.

## 6 / LIMITES DE L'ETUDE

Cette étude est rétrospective et uniquement descriptive. L'efficacité des modifications thérapeutiques apportées par l'ETO n'a pas été vérifiée par un contrôle échocardiographique. De plus, aucun critère de succès hémodynamique objectif à atteindre après intervention thérapeutique n'a été défini au préalable. Lorsque l'évaluation hémodynamique par cathétérisme droit et ETO était discordante, le choix thérapeutique était laissé à l'appréciation du médecin qui avait la charge du patient. Ainsi, la supériorité d'une des approches par rapport à l'autre n'a pas pu être objectivement prouvée. De plus, l'effectif des patients qui avaient bénéficié conjointement des deux méthodes d'évaluation hémodynamique (ETO et cathétérisme droit) était restreint. Seule une randomisation du traitement en cas de discordance diagnostique (selon le cathétérisme droit ou l'échocardiographie) en définissant au préalable les buts hémodynamiques à atteindre par l'intervention médicale permettra dans l'avenir de démontrer la supériorité d'une des deux techniques, selon le contexte clinique.

Cependant, cette étude à notre connaissance est la première à regrouper une population de cette taille pour évaluer l'impact diagnostique et thérapeutique de l'échocardiographie chez des patients en défaillance circulatoire aiguë.

## 5 / CONCLUSIONS

L'ETO est un examen peu invasif, très bien toléré même chez les patients de réanimation en défaillance circulatoire aiguë. Comme le cathétérisme droit, l'échocardiographie permet d'évaluer la fonction pompe du cœur, mais en plus elle fournit des informations morphologiques sur les structures cardiaques et les gros vaisseaux du médiastin. Elle permet de redresser certains diagnostics erronés du

cathétérisme droit dans un tiers des cas, souvent par la mise en évidence d'une dysfonction myocardique ou d'une hypovolémie méconnues. L'ETO a un impact thérapeutique médical et chirurgical immédiat chez une grande population des patients en défaillance circulatoire aiguë. Elle motive en effet un geste chirurgical urgent chez un patient sur sept et un changement du traitement médical chez plus d'un patient sur deux. Cette technique est vouée à se développer dans les services de réanimation, mais elle exige un investissement lourd et une formation spécifique des praticiens. Il reste à évaluer l'impact de l'ETO sur le pronostic des patients en défaillance circulatoire, comparé notamment au cathétérisme droit.



**REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

- 1- AMERICAN SOCIETY OF ANESTHESIOLOGISTS TASK FORCE ON PULMONARY ARTERY CATHETERIZATION : Practice guidelines for pulmonary artery catheterization. *Anesthesiology* 1993, 78, 380-394.
- 2- BAHL VK, DAVE TH, SUNDARAM KR, SHRIVASTAVA S. Pulsed Doppler echocardiographic indices of left ventricular diastolic function in normal subject. *Clin Cardiol* 1992, 15, 504-512.
- 3- BAYLISS J, NORELL M, RYAN A, THURSTON M, SUTTON GC. Bedside hemodynamic monitoring , experience in a general hospital. *Br Med J* 1983, 287, 187-190.
- 4- BENDER J, SMITH-MEEK M, JONES C. Routine pulmonary artery catheterization does not reduce morbidity and mortality of elective vascular surgery. *Ann Surg* 1997, 226, 229-237.
- 5- BENJAMIN E, LEIBOWITZ A, MANASIA A, OROPELLO J, GEFFROY V, DELGIUDICE R, HUFANDA J, ROSEN S, GOLDMAN M. Goal directed transesophageal echocardiography performed by intensivists to assess left ventricular function : comparison with pulmonary artery catheterization. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1998, 12, 10-15.
- 6- BISHOP MH, SHOEMAKER WC, APPEL PL, MEADE P, ORDOY GJ, WASSERBERGER J, WO CJ. Prospective randomized trial of survivor values of cardiac index, oxygen delivery, and oxygen consumption as resuscitation endpoint in severe trauma. *J Trauma* 1995, 38, 780-787.
- 7- BONE R, BALK R, CERRA F, DELLINGER R, FEIN A, KNAUS W, SCHEIN R, SIBBALD W. Definition for sepsis and organ failure and guidelines for the use of innovative therapies in sepsis. *Chest* 1992, 101, 1644-1655.
- 8- BONE R, SIBBALD W, SPRUNG C. The ACCP-SCCM consensus conference on sepsis and organ failure. *Chest* 1992, 101, 1481-1482.
- 9- BONE R, GRODZIN C, BALK R. Sepsis a new hypothesis for pathogenesis of the disease process. *Chest* 1997, 112, 235-243.
- 10- BOYD K, THOMAS S, GOLD J, BOYD A. A prospective study of complications of pulmonary artery catheterizations in 500 consecutive patients. *Chest* 1983, 84, 245-249.
- 11- BOYD R, GROUNDS M, BENNETT D. Randomized clinical trial of the effect deliberate perioperative increase oxygen delivery on mortality high-risk surgical patients. *JAMA* 1993, 270, 2699-2707.
- 12- BRAUNWALD E., *Heart disease : a textbook of cardiovascular medicine*. vol 1. 4ème édition. Philadelphia, Saunders, 1992. 886p.
- 13- BUCKMASTER MJ, KEARNEY PA, JHONSON SB et al. Further experience with transesophageal echocardiography in the evaluation of thoracic aortic injury. *J Trauma* 1994, 37, 989-995.

- 14- CHAN KL. Transesophageal echocardiography for assessing cause of hypotension after cardiac surgery. *Am J Cardiol* 1988, 62, 1142-1143 (case report).
- 15- CHAN K, COHEN G, SOCHOWSKI R, BAIRD M. Complications of transesophageal echocardiography in ambulatory adults patients : analysis of 1500 consecutive examinations. *J Am Soc Echocardiogr* 1991, 4, 577-582.
- 16- CHANDRARATNA PA. Echocardiography and Doppler ultrasound in the evaluation of pericardial disease. *Circulation* 1991, 84 (suppl I), I-303-I-310.
- 17- CHERNOW B. Pulmonary artery flotation. *Chest* 1997, 111, 261 (editorial).
- 18- CHENZBRAUN A, PINTO F, SCHNITTGER I. Transesophageal echocardiography in the intensive care unit : impact on diagnostic and decision-making. *Clin Cardiol* 1994, 17, 438-444.
- 19- CIGARROA RG, LANGE RA, WILLIAMS RH, BEDOTTO JB, HILLIS LD. Underestimation of cardiac output by thermodilution in patients with tricuspid regurgitation. *Am. J. Med.* 1989, 86, 417-420
- 20- CONNORS A, MCCAFFREY R, GRAY A. Evaluation of right-heart catheterization in the critically ill patient without acute myocardial infarction. *N Engl J Med* 1983, 308, 163-267.
- 21- CONNORS AF, DAWNSON NV, SPERROFF T, KHEMKHA A, VEVERKA M. Successful assessment of cardiac function in critically ill using clinical information. *Am Rev Respir Dis*, suppl, 1989
- 22- CONNORS A, SPEROFF T, DAWSON N, THOMAS C, HARRELL F, WAGNER F, DESBIEN N, GOLDMAN L, WU A, CALIFF A, FULKERSON W, VIDAILLET H, BROSTE S, BELLAMY P, LYNN J, KNAUSS W. The effective of right heart catheterization in the initial care of critically ill patients. *JAMA* 1996, 276, 889-897.
- 23- DANIEL W, ERBEL R, KASPER W, VISSER C, ENGBERDING R, SUTHERLAND G, GRUBE E, HANRATH P, MAISCH B, DENNIG K, SCHARTL M, KREMER P, ANGERMANN C, ILICETO S, CURTIUS J, MUGGE A. Safety of transesophageal echocardiography : a multicenter survey of 10.419 examinations. *Circulation* 1991, 83, 817-821.
- 24- DASH H, LIPTON MJ, CHATTERJEE K, PARMLEY WW. Estimation of pulmonary artery wedge pressure from chest radiograph in patients with chronic congestive cardiomyopathy and ischaemic cardiomyopathy. *Br Heart J*, 1980, 44, 322-329.
- 25- DOBB G. The pulmonary artery catheter : too soon for it swan song ?- *Int Care World* 1996, 13 , 139-140 (editorial).
- 26- EISENBERG PR, JAFFE AS, SCHUSTER DP. Clinical evaluation compare to pulmonary artery catheterization in the hemodynamic assessment of critically ill patients. *Crit Care Med*, 1984, 12, 549-553.

- 27- ERBEL R, ENGBERDING R, DANIEL W. Echocardiography in diagnosis of aortic dissection. *Lancet* 1989,1,457-461.
- 28- ERBEL R, OELERT H, MEYER J. Effect of medical and chirurgical therapy on aortic dissection evaluated by transesophageal echocardiography. *Circ* 1993, 87, 1604-1615.
- 29- FEIHL F, PERRET C. Right heart catheterization at bedside : a note of cautious optimism. *Intensive Care Med* 1995, 21, 296-298.
- 30- FEINBERG M, HOPKINS W, DAVILA-ROMAN V, BARZILAI B. Multiplane transesophageal echocardiographic doppler imaging accurately determines cardiac output measurements in critically ill patients. *Chest* 1995, 107, 769-773.
- 31- FLEMMING P, BISHOP M, SHOEMAKER W, APPEL P, SUFFICOOL W et al. Prospective trial of supranormal vaues as goals of resuscitation in severe trauma. *Arch Surg* 1992, 127, 1175-1181.
- 32- FONT V, OBARSKI T, KLEIN A, BARTLETT J, NEMEC J, STEWART W, SALCEDO E. Transesophageal echocardiography in the critical care unit. *Cleve Clin J Med* 1991, 58, 315-322.
- 33- FORRESTER JS, DIAMOND GA, SWAN HJ. Correlative classification and heamodynamic function after acute myocardial infarction. *Am J Cardiol*, 1977, 39, 137-145.
- 34- FOSTER E, SCHILLER N. The role of transesophageal echocardiography in critical care : UCSF experience. *J Am Soc Echocardiogr* 1992, 5, 368-374.
- 35- FRAZIN. L, TALANO JV, STEPHANIDES L. Esophageal echocardiography. *Circulation*, 1976, 54, 102-108.
- 36- GANZ W, SWAN H. Measurement of blood flow by thermodilution. *Am J Cardiol* 1972, 29, 241-246.
- 37- GATTINONI L, BRAZZI L, PELOSI P, LATINI R, TOGNONI G, PESENTI A, FUMAGALLI R. A trial of goal-oriented hemodynamic therapy in critically ill patients. SvO2 collaborative group. *N Engl J Med* 1995, 333, 1025-1032.
- 38- GINOSA B, SPRUNG U. Raising the standard of hemodynamic monitoring : targeting the practice or the practitioner. *Int Care Med* 1997, 25, 209-211 (editorial).
- 39- GNAEGI A, FEIHL F, PERRET C. Intensive care physicians' insufficient knowledge of the right-heart catheterization at the bedside : time to act ? - *Crit Care Med* 1997, 25, 213-220.
- 40- GOLDMAN A, GLOVER M, MICK W, PUPELLO D, HIRO S, LOPEZ-CUENCA E, MANISCALCO B. Role of echocardiography / doppler in cardiogenic shock : silent mitral regurgitation. *Ann Thorac Surg* 1991, 52, 296-299.

- 41- GOULON M. Réanimation médicale. 2<sup>e</sup> ed. Paris, Masson, 1995.588p. (collection Abrégés).
- 42- HAYES M, YAU E, TIMMINS A, HINDS C, WATSON D. Response of critically ill patients to treatment aimed at achieving supranormal oxygen delivery and consumption. Relationship to outcome. Chest 1993, 103, 886-895.
- 43- HAYES M, TIMMINS A, YAU E, PALAZZO M, HINDS C, WATSON D. Elevation of systemic oxygen delivery in the treatment of critically ill patients. N Engl J Med 1994, 330, 1717-1722.
- 44- HEIDENREICH P, STAINBACK R, REDBERG R, SCHILLER N, COHEN H, FOSTER E. Transesophageal echocardiography predicts mortality in critically ill patients with unexplained hypotension.
- 45- HWANG JJ, SHYU KJ, CHEN JJ, TSENG YZ, KUAN P, LIEN WP. Usefulness of transesophageal echocardiography in the treatment of critically ill patients. Chest 1993, 104, 861-866.
- 46- IBERTY TJ, FISCHER EP, LEIBOWITZ AB. Assessment of critical care nurse's knowledge of the pulmonary artery catheter. Crit Care Med 1994, 22, 1674-1678.
- 47- JARDIN F, FARCOT JC, BOISANTE L, CURIEN N, MARGAIRAZ A, BOURDARIAS JP. Influence of positive end-expiratory pressure on left ventricular performance. N Engl J Med 1981, 304, 387-392.
- 48- JARDIN F, DELORME G, HARDY A, AUVERT B, BEAUCHET A, BOURDARIAS JP. Re-evaluation of the hemodynamic consequences of positive pressure ventilation : emphasis on cyclic right ventricular afterloading by mechanical lung inflation. Anesthesiology 1990, 72, : 966-970.
- 49- JARDIN F, LACOMBE P, DUBOURG O, DELORME G, HARDY A, BEAUCHET A. Echocardiographie bidimensionnelle quantitative au cours de l'embolie pulmonaire aiguë. Presse Méd 1991, 20, 2085-89.
- 50- JARDIN F, VALTIER B, BEAUCHET A, DUBOURG O, BOURDARIAS JP. Invasive monitoring combined with two-dimensional echocardiographic study in septic shock. Intensive Care Med 1994, 20, 550-554.
- 51- JULLIEN T, VALTIER B, HONGNAT J, DUBOURG O, BOURDARIAS JP, JARDIN F. Incidence of tricuspid regurgitation and vena caval backward flow in mechanically ventilated patients : a color Doppler and contrast echocardiographic study. Chest 1995 ; 107, 488-493
- 52- KAUL S, STRATIENKO A, POLLOCK S, MARIEB M, KELLER M, SABIA P. Value of two-dimensional echocardiography for determining the basis of hemodynamic compromise in critically ill patients : a prospective study. J Am Soc Echocardiogr 1994, 7, 598-606.

- 53- KUERCHERER HF, MUHIUDEEN IA, KUSUMOTO FM, LEE E MOULINIER LE, CAHALAN MK, SCHILLER NB. Estimation of mean left atrial pressure from tranoesophageal pulsed Doppler echocardiography of pulmonary venous flow. *Circulation* 1990, 82, 1127-1139.
- 54- KHANDHEIRA BK, TAJIK AJ, SEWARD JB. Multiplane transesophageal echocardiography. *Crit Care Clin* 1996, 12, 203-233.
- 55- KHOURY A, AFRIDI I, QUINONES M, ZOGHBI W. Transesophageal echocardiography in the critically ill patients : feasibility, safety, and impact on the management. *Am Heart J* 1994, 127, 1363-1371.
- 56- KOCHAR G, JACOBS L, KOTLER M. Right atrial compression in postoperative cardiac patients : detection by transesophageal echocardiography. *J Am Coll Cardiol* 1990, 16, 511-516.
- 57- KOHANNA FH, CUNNINGHAM JN. Monitoring of cardiac output by thermodilution after open-heart surgery. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1977, 73, 451-457.
- 58- LUEPKER R, CARALIS D, VOIGT G, BURNS R, MURPHY L, WARBASSE R. Detection of pulmonary edema in acute myocardial infarction. *Am J Cardiol* 1977, 39, 146-152.
- 59- MARINO PL. *Le livre des soins intensifs*. Paris, éditions Pradel, 1996. 672p.
- 60- MCLEAN A. Echocardiography in the intensive care unit. *Int Care World* 1996, 13, 12-17.
- 61- NISHIKAWA T, DOHI S. Errors in the measurement of cardiac output by thermodilution. *Can J Anaesth* 1993, 40, 142-153.
- 62- OH J, SEWARD J, KHANDHERIA B, GERSH B, MCGREGOR C, FREEMAN W, SINAK L, TAJIK J. Transesophageal echocardiography in critically ill patients. *Am J Cardiol* 1990, 66, 1492-1495.
- 63- ONTARIO INTENSIVE CARE STUDY GROUP : Evaluation of right heart catheterization in critically ill patients. *Crit Care Med* 1992, 20, 928-933.
- 64- PAVLIDES G, HAUSER A, STEWART J, O'NEILL W, TIMMIS G. Contribution of transesophageal echocardiography to patient diagnosis and treatment : a prospective analysis. *Am Heart J* 1990, 120, 910-914.
- 65- PEARSON A, CASTELLO R, LABOVITZ A. Safety an utility of transesophageal echocardiography in the critically ill patient. *Am Heart J* 1990, 119, 1083-1089.
- 66- PHILIP I, DUMOULIN J, CATOGNI P. Monitorage hémodynamique non invasif : apport de l'échocardiographie transœsophagienne. *Conférences d'actualisation SFAR* 1996, pp 279-288.

- 67- POELAERT J, TROUERBACH J, DE BUYZERE M, EVERAERT J, COLARDYN F. Evaluation of transesophageal echocardiography as a diagnostic and therapeutic aid in a critical care setting. *Chest* 1995, 107, 774-779.
- 68- PRUSZCZYCK P, TORBICKI A, PACHO R, CHEBUS M, KUCH-WOCIAL A et al. Non invasive diagnosis of suspected severe pulmonary embolism. *Chest* 1997, 112, 722-728.
- 69- RAMBAUD G, FRANCOIS B, LACROIX P, GASTINNE H, VIGNON P. Echocardiographie transoesophagienne : impact thérapeutique chez les patients en détresse circulatoire aiguë. *Réan. Urg.* 1997; 6, 728.
- 70- RAO T. Reinfarction following anesthesia in patients with myocardial infarction. *Anesthesiology* 1983, 59, 499-505.
- 71- RAPPER R, SIBBALD WJ. Misled by the wedge ? The Swan-Ganz catheter and left ventricular preload. A review. *Chest* 1986, 89, 427-434.
- 72- REINHART K, RADERMACHER P, SPRUNG C, PHELAN D, BAKKER J, STELTZER H. PA catheterization - Quo vadis ?- *Intensive Care Medicine* 1997, 23, 605-609.
- 73- REKIK N, BROCHARD L, RAUSS A, et al. Prospective assessment of the benefit and risk of Swan-Ganz catheter in critically ill patients. *Am Rev Respir Dis*, suppl, 1989.
- 74- SANFILIPPO A, WEYMAN A. The role of echocardiography in managing critically ill patients. Part 1. *J Crit Illness* 1988, 3, 30-54.
- 75- SANFILIPPO A, WEYMAN A. The role of echocardiography in managing critically ill patients. Part 2. *J Crit Illness* 1988, 3, 27-44.
- 76- SANDHAM J, HULL R, BRANT R. Pulmonary artery flow directed catheter : the evidence. *Lancet* 1996, 348, 1324 (commentary).
- 77- SILVEY S, STOUGHTON T, PEARL W, COLLAZO W, BELBEL R. Rupture of the outer partition of aortic dissection during transesophageal echocardiography. *Am J Cardiol* 1991, 68, 286-287 (case report).
- 78- SLAMA A, NOVARA A, VAN DE PUTTE P, DIEBOLD B, SAFAVIAN A, SAFAR M, OSSART M, FAGON JY. Diagnostic and therapeutic implications of transesophageal echocardiography in medical ICU patients with unexplained shock, hypoxemia, or suspected endocarditis. *Int Care Med* 1996, 22, 916-922.
- 79- SMITH MD, CASSIDY M, SOUTHER S et al. Transesophageal echocardiography in the diagnosis of traumatic rupture of the aorta. *N Engl J med* 1995, 332, 356-362.
- 80- SNYDER JV, POWNER DJ. Effects of mechanical ventilation on the measurements of cardiac output by thermodilution. *Crit. Care Med.* 1982, 10, 677-682.

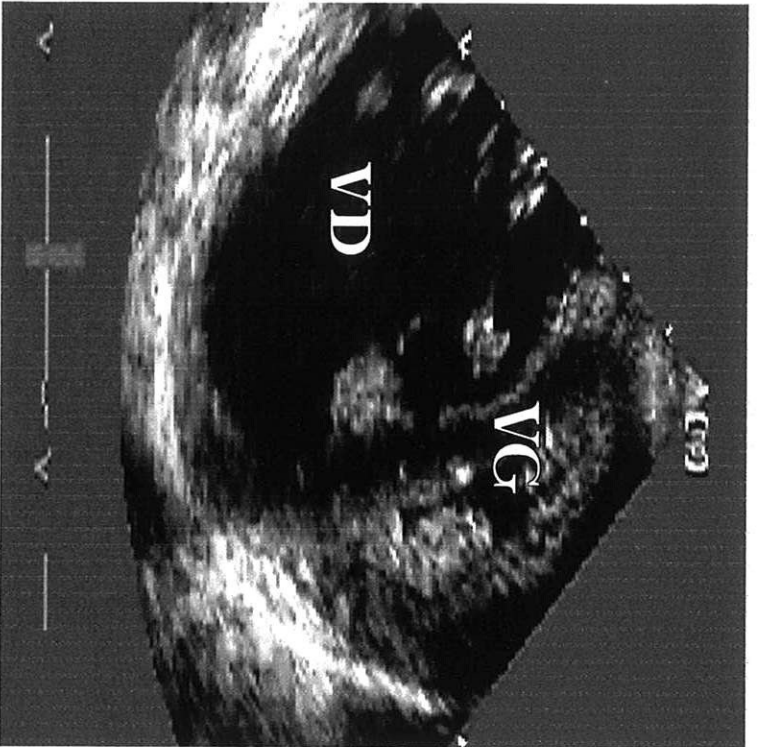
- 81- SOHN D, SHIN G, OH J, TAJIK J, CLICK R, MILLER F, SEWARD J. Role of transesophageal echocardiography in hemodynamically unstable patients. *Mayo Clin Proc* 1995, 70, 925-931.
- 82- STEVENSON L, PERLOFF J. The limited reliability of physical signs for estimating hemodynamics in chronic heart failure. *JAMA* 1989, 261, 884-888.
- 83- SWAN H, GANZ W, FORRESTER J, MARCUS H, DIAMOND G, CHONETTE D. Catheterization of the heart with use of a flow directed balloon-tipped catheter. *N Engl J Med* 1970, 283, 447-451.
- 84- TEBOUL JL, DURENTEAU J, BOULAIN T. Indications actuelles du cathéter artériel pulmonaire (SvO<sub>2</sub>, débit cardiaque continu) en anesthésie réanimation. *JEPU* 1996, pp 69-81.
- 85- TEBOUL JL, BESBES M, ANDRIVET P, AXLER O, DOUGUET D, ZELTER M, LEMAIRE F, BRUN-BUISSON C. A bedside index assessing the reliability of pulmonary artery occlusion pressure measurements during mechanical ventilation with positive end-expiratory pressure. *J. Crit. Care* 1992; 7: 22-29.
- 86- TUMAN KJ, MC CARTHY RJ, SPLESS BD et al. Effect of pulmonary arterial catheterization on outcome in patients undergoing coronary artery surgery. *Anesthesiology* 1989, 70, 199-206.
- 87- VAN GRONDELLE A, DITCHEY R, GROVES B, WAGNER W, REEVES J. *Am. J. Physiol.* 1983, 245, H690-H692.
- 88- VINCENT JL, BIHARI DJ, SUTER PM et al. The prevalence of nosocomial infection in intensive care units in Europe. *JAMA* 1995, 274, 639-644.
- 89- VIGNON P, MENTEC H, TERRE S, GASTINNE H, GUERET P, LEMAIRE F. Diagnostic accuracy and therapeutic impact of transesophageal echocardiography in mechanically ventilated patients in the ICU. *Chest* 1994, 106, 1829-1834.
- 90- VIGNON P, MENTEC H, FRANÇOIS B, GASTINNE H, GAY R. Tolérance de l'échocardiographie transoesophagienne en réanimation. *Réan Urg* 1996, 5, 3-8.
- 91- VIGNON P, GUERET P, MENTEC A. L'échocardiographie transœphagienne en réanimation. *Réan Urg*, 1994, 3, 273-286.
- 92- VIGNON P, GUERET P, VEDRINNE JM et al. Role of transesophageal echocardiography in the diagnosis and management of traumatic aortic disruption. *Circulation* 1995, 92, 2959-2968.
- 93- WEIL M. The assault on the Swan-Ganz catheter. *Chest* 1998, 113, 1379-1386.
- 94- WITTLICH N., ERBEL R., EICHLER A. Detection of central pulmonary artery thromboemboli by transesophageal echocardiography in patients with severe pulmonary embolism. *J Am Soc Echocardiogr* 1992, 5, 515-24.



- 81- SOHN D, SHIN G, OH J, TAJIK J, CLICK R, MILLER F, SEWARD J. Role of transesophageal echocardiography in hemodynamically unstable patients. *Mayo Clin Proc* 1995, 70, 925-931.
- 82- STEVENSON L, PERLOFF J. The limited reliability of physical signs for estimating hemodynamics in chronic heart failure. *JAMA* 1989, 261, 884-888.
- 83- SWAN H, GANZ W, FORRESTER J, MARCUS H, DIAMOND G, CHONETTE D. Catheterization of the heart with use of a flow directed balloon-tipped catheter. *N Engl J Med* 1970, 283, 447-451.
- 84- TEBOUL JL, DURENTEAU J, BOULAIN T. Indications actuelles du cathéter artériel pulmonaire (SvO<sub>2</sub>, débit cardiaque continu) en anesthésie réanimation. *JEPU* 1996, pp 69-81.
- 85- TEBOUL JL, BESBES M, ANDRIVET P, AXLER O, DOUGUET D, ZELTER M, LEMAIRE F, BRUN-BUISSON C. A bedside index assessing the reliability of pulmonary artery occlusion pressure measurements during mechanical ventilation with positive end-expiratory pressure. *J. Crit. Care* 1992; 7: 22-29.
- 86- TUMAN KJ, MC CARTHY RJ, SPLESS BD et al. Effect of pulmonary arterial catheterization on outcome in patients undergoing coronary artery surgery. *Anesthesiology* 1989, 70, 199-206.
- 87- VAN GRONDELLE A, DITCHEY R, GROVES B, WAGNER W, REEVES J. *Am. J. Physiol.* 1983, 245, H690-H692.
- 88- VINCENT JL, BIHARI DJ, SUTER PM et al. The prevalence of nosocomial infection in intensive care units in Europe. *JAMA* 1995, 274, 639-644.
- 89- VIGNON P, MENTEC H, TERRE S, GASTINNE H, GUERET P, LEMAIRE F. Diagnostic accuracy and therapeutic impact of transesophageal echocardiography in mechanically ventilated patients in the ICU. *Chest* 1994, 106, 1829-1834.
- 90- VIGNON P, MENTEC H, FRANÇOIS B, GASTINNE H, GAY R. Tolérance de l'échocardiographie transoesophagienne en réanimation. *Réan Urg* 1996, 5, 3-8.
- 91- VIGNON P, GUERET P, MENTEC A. L'échocardiographie transœphagienne en réanimation. *Réan Urg*, 1994, 3, 273-286.
- 92- VIGNON P, GUERET P, VEDRINNE JM et al. Role of transesophageal echocardiography in the diagnosis and management of traumatic aortic disruption. *Circulation* 1995, 92, 2959-2968.
- 93- WEIL M. The assault on the Swan-Ganz catheter. *Chest* 1998, 113, 1379-1386.
- 94- WITTLICH N., ERBEL R., EICHLER A. Detection of central pulmonary artery thromboemboli by transesophageal echocardiography in patients with severe pulmonary embolism. *J Am Soc Echocardiogr* 1992, 5, 515-24.

**ANNEXES**

**AVANT**



**APRES**

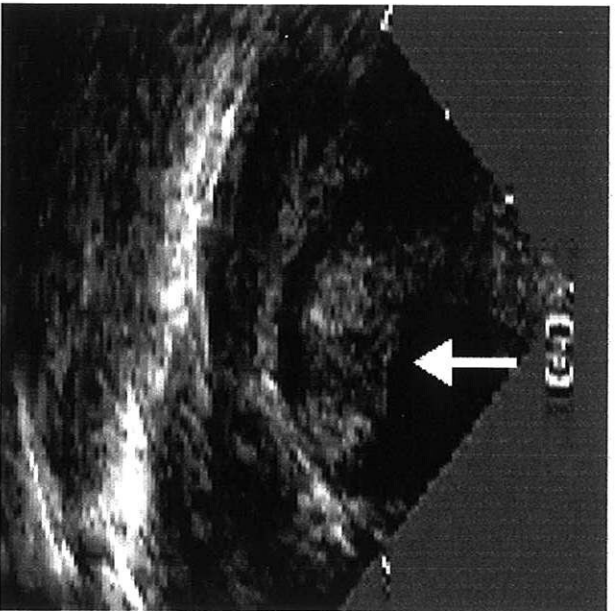
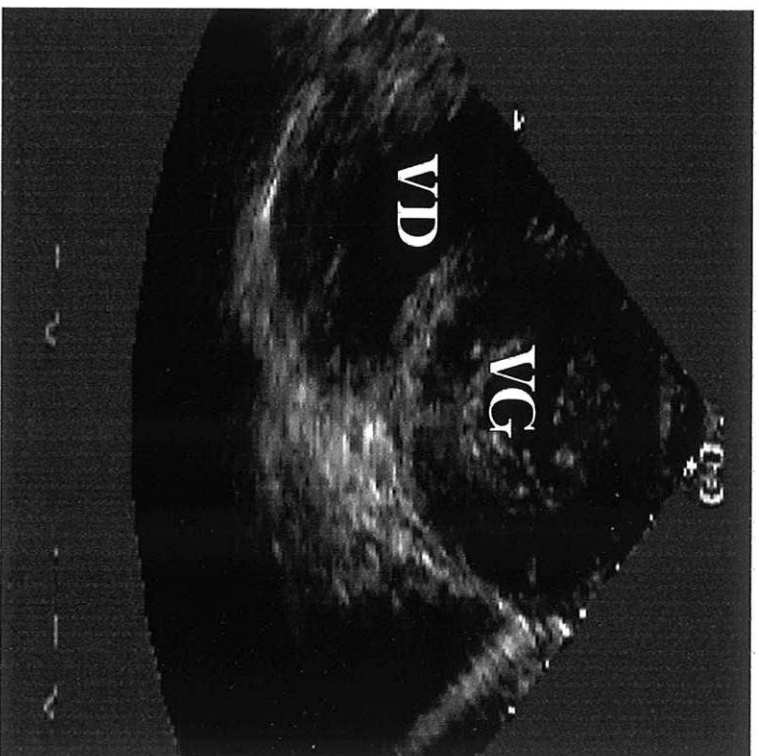


Figure 1 : Echocardiographie transoesophagienne effectuée chez un patient hospitalisé pour un état de choc associé à une détresse respiratoire aiguë. La coupe transgastrique petit axe passant par les piliers du ventricule gauche montre des signes de coeur pulmonaire aigu (en haut, à gauche). Noter la dilatation importante du ventricule droit (VD) responsable d'un bombement du septum qui comprime le ventricule gauche (VG) en télésystole. Le syndrome de coeur pulmonaire aigu est rattaché à une embolie pulmonaire proximale par la mise en évidence d'un thrombus dans l'artère pulmonaire droite (image du bas, flèche). Après embolectomie chirurgicale sous circulation extracorporelle, les signes de coeur pulmonaire aigu régressent et le ventricule gauche reprend une conformation anatomique physiologique.

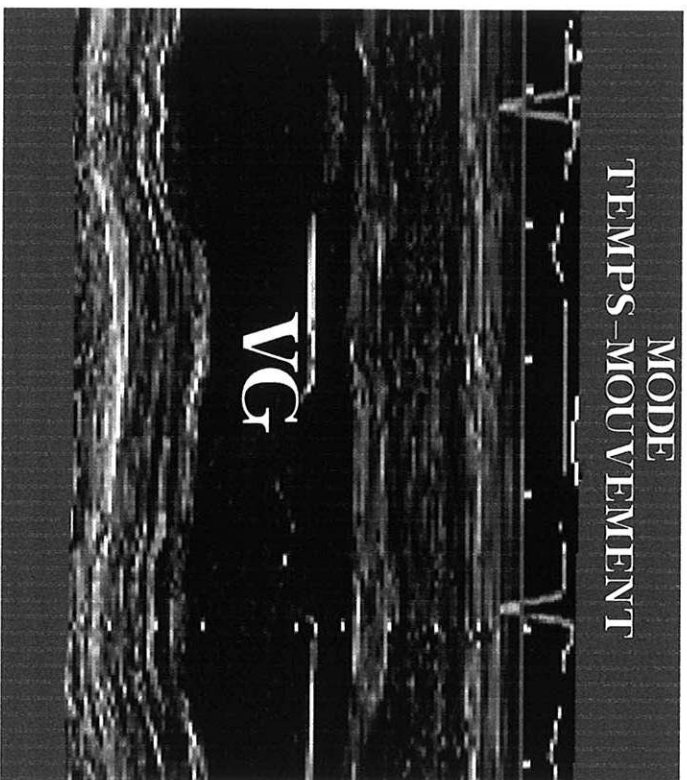
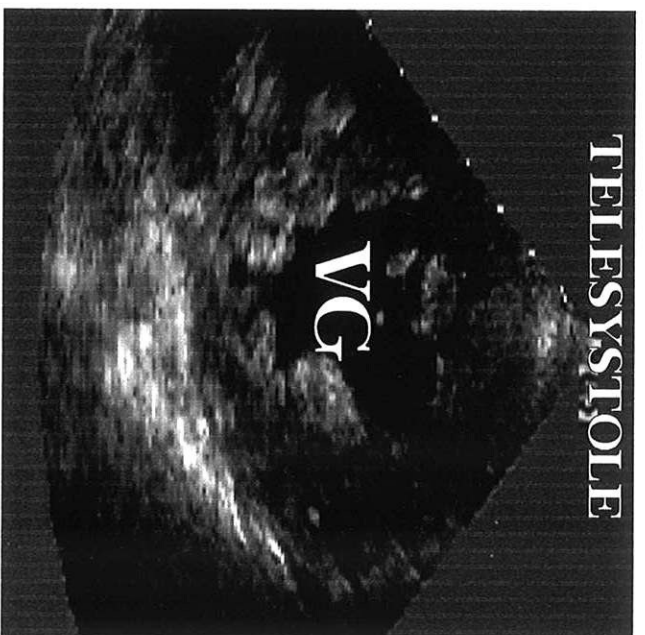
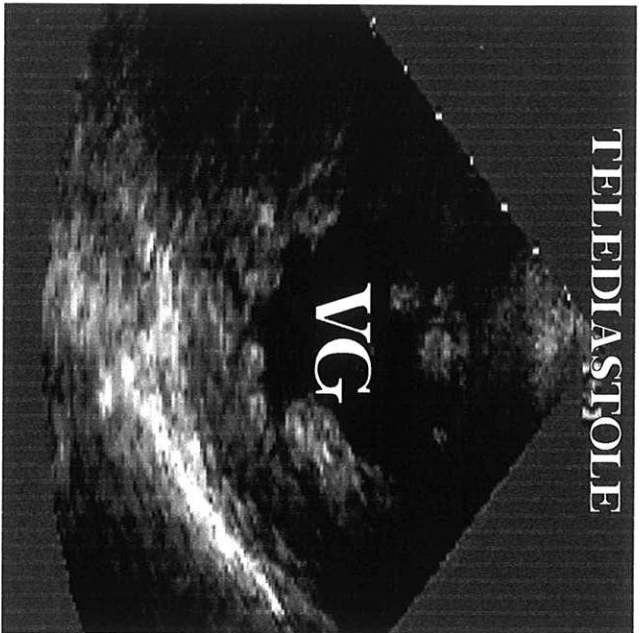
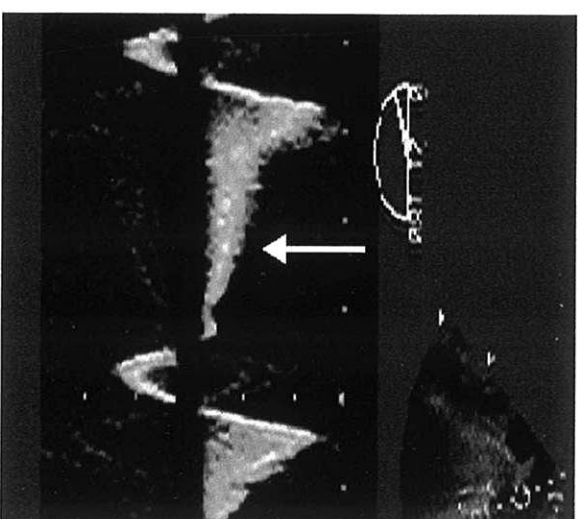
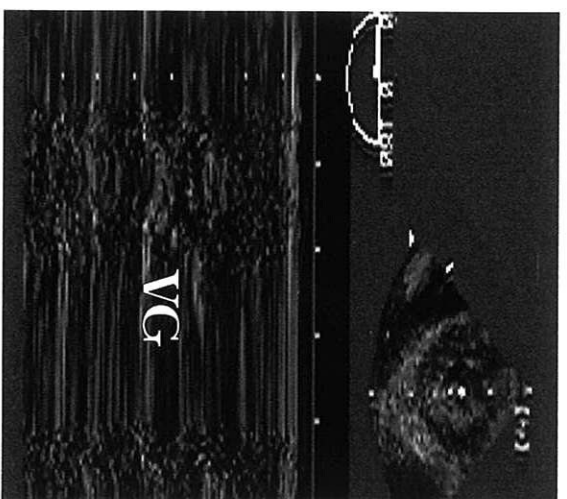
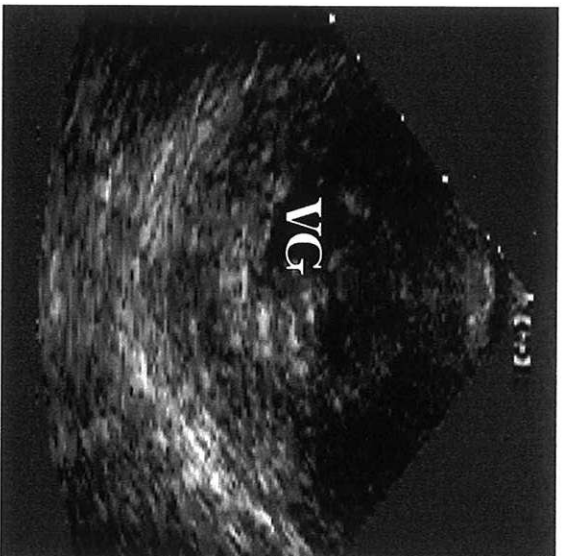


Figure 2 : Vue transgastrique petit axe du ventricule gauche (VG) en télédiastole (en haut, à gauche) et en télésystole (en haut, à droite) chez un patient en état de choc cardiogénique. La fraction de raccourcissement de surface (surface télédiastolique - surface télésystolique / surface télédiastolique) est effondrée. En mode temps-mouvement (image du bas), les parois postérieure et antérieure sont très hypokinétiques, comme le reflète l'absence d'épaississement des parois myocardiques en systole.

# AVANT L'EXPANSION VOLÉMIQUE



# APRES L'EXPANSION VOLÉMIQUE

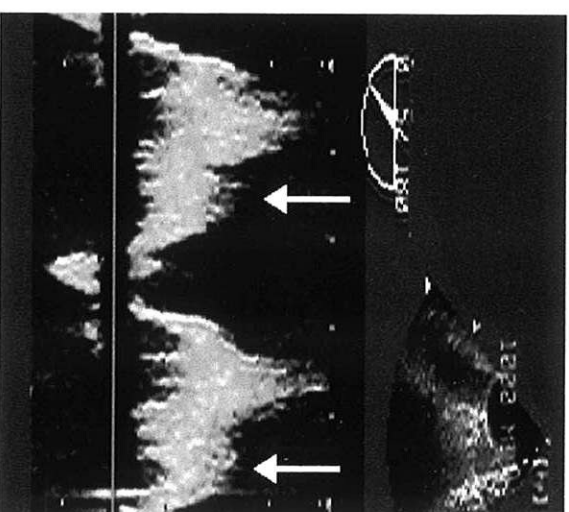
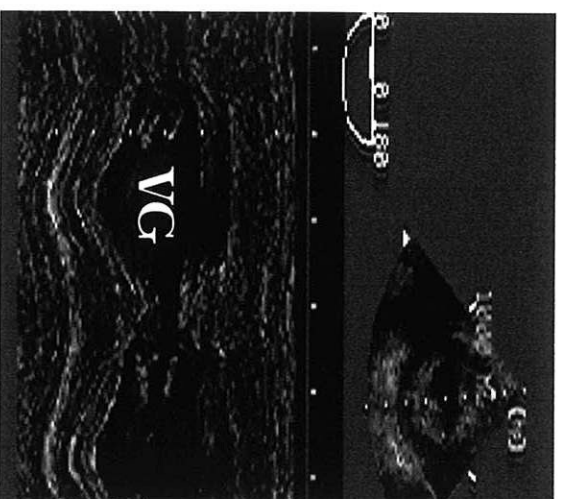
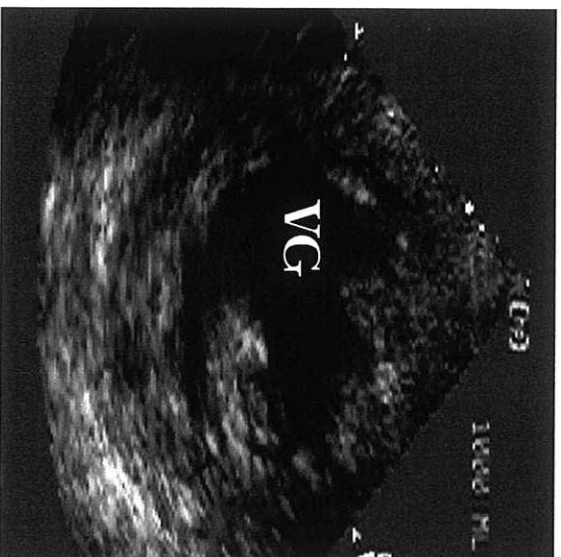


Figure 3 : Vue transgastrique petit axe du ventricule gauche (VG) (à gauche), mode temps-mouvement passant par la cavité ventriculaire gauche (milieu), et Doppler pulsé de la veine pulmonaire antérosupérieure gauche (à droite) enregistrés chez un malade en état de choc hypovolémique, après un pontage aortocoronaire. Avant expansion volémique (en haut), la surface télédiastolique du VG est réduite (à gauche) et apparaît virtuelle tout au long du cycle cardiaque (milieu). La réduction du remplissage de l'oreillette gauche est mise en évidence par l'absence d'onde diastolique en Doppler pulsé (à droite, flèche). Après expansion volémique rapide d'un litre de macromolécules (en bas), la surface télédiastolique du VG retrouve une valeur normale (à gauche), et la fonction pompe s'améliore comme le montre un épaississement systolique satisfaisant en mode temps-mouvement (au milieu). Le remplissage auriculaire gauche s'effectue à nouveau aussi en systole qu'en diastole (à droite, flèche).



## TABLE DES MATIERES

<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>12</b>
<b>RAPPELS BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>	<b>15</b>
<b>1 / DEFINITION DES DEFAILLANCES CIRCULATOIRES AIGUES.....</b>	<b>16</b>
<b>2 / INTERET DIAGNOSTIQUE DU CATHETERISME DROIT EN</b>	
<b>REANIMATION .....</b>	<b>18</b>
a / Rappels historiques.....	18
b / Apport diagnostique du cathétérisme droit.....	19
c / Transport d'oxygène.....	20
d / Description des principaux profils hémodynamiques .....	21
<b>3 / CATHETERISME DROIT ET PRONOSTIC DES PATIENTS EN ETAT</b>	
<b>CRITIQUE .....</b>	<b>23</b>
<b>4 / L'ECHOCARDIOGRAPHIE TRANSŒSOPHAGIENNE EN</b>	
<b>REANIMATION .....</b>	<b>27</b>
a / Rappels historiques.....	27
b / Apport diagnostique de l'ETO .....	27
c / Tolérance de l'ETO.....	29
<b>PATIENTS ET METHODES .....</b>	<b>31</b>
<b>1 / PATIENTS .....</b>	<b>32</b>
<b>2 / ECHOCARDIOGRAPHIE.....</b>	<b>33</b>
<b>3 / CATHETERISME DROIT.....</b>	<b>34</b>

<b>4 / REPARTITION DES PATIENTS EN GROUPES</b>	
<b>THERAPEUTIQUES .....</b>	<b>36</b>
<b>5 / ANALYSE DES RESULTATS .....</b>	<b>38</b>
<b>RESULTATS .....</b>	<b>39</b>
<b>1 / POPULATION.....</b>	<b>40</b>
<b>2 / APPORT DIAGNOSTIQUE DE L'ECHOCARDIOGRAPHIE .....</b>	<b>40</b>
<b>3 / IMPACT THERAPEUTIQUE DE L'ECHOCARDIOGRAPHIE.....</b>	<b>44</b>
<b>4 / COMPARAISON CATHETERISME DROIT ET</b>	
<b>ECHOCARDIOGRAPHIE .....</b>	<b>48</b>
<b>DISCUSSION .....</b>	<b>51</b>
<b>1 / ECHOCARDIOGRAPHIE TRANSTHORACIQUE ET</b>	
<b>TRANSŒSOPHAGIENNE .....</b>	<b>52</b>
<b>2 / TOLERANCE DE L'ECHOCARDIOGRAPHIE</b>	
<b>TRANSŒSOPHAGIENNE .....</b>	<b>52</b>
<b>3 / APPORT DIAGNOSTIQUE ET IMPACT THERAPEUTIQUE DE</b>	
<b>L'ECHOCARDIOGRAPHIE.....</b>	<b>53</b>
<b>4 / COMPARAISON ENTRE ECHOCARDIOGRAPHIE ET CATHETERISME</b>	
<b>DROIT .....</b>	<b>60</b>
a / Identification des dysfonctions systoliques du	
ventricule gauche .....	61
b / Identification des hypovolémies .....	63
c / Identification des affections aiguës chirurgicales .....	65
d / Evaluation hémodynamique : cathétérisme droit ou	
échocardiographie ?.....	67

5 / LIMITES DE L'ETUDE.....	69
6 / CONCLUSIONS.....	69
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	71
ANNEXES .....	79

## SERMENT D'HIPPOCRATE

En présence des maîtres de cette école, de mes condisciples, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la médecine.

Je dispenserai mes soins sans distinction de race, de religion, d'idéologie ou de situation sociale.

Admis à l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe, ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser les crimes.

Je serai reconnaissant envers mes maîtres, et solidaire moralement de mes confrères. Conscient de mes responsabilités envers les patients, je continuerai à perfectionner mon savoir.

Si je remplis ce serment sans l'enfreindre, qu'il me soit donné de jouir de l'estime des hommes et de mes condisciples, si je le viole et que je me parjure, puissé-je avoir un sort contraire.

BON A IMPRIMER N° 36

LE PRÉSIDENT DE LA THÈSE

Vu, le Doyen de la Faculté

VU et PERMIS D'IMPRIMER

LE PRÉSIDENT DE L'UNIVERSITÉ

**TITRE :**

**EVALUATION DES DEFAILLANCES HEMODYNAMIQUES PAR ECHOCARDIOGRAPHIE :  
APPORT DIAGNOSTIQUE ET IMPACT THERAPEUTIQUE**

**RESUME**

Les détresses circulatoire aiguës requièrent un diagnostic étiologique et un traitement rapides. Le cathétérisme droit, actuellement considéré comme la technique de référence pour l'évaluation hémodynamique des patients en détresse circulatoire aiguë, a de nombreuses limites. L'échocardiographie, en particulier par voie transoesophagienne, est peu invasive et permet d'obtenir des informations morphologiques et hémodynamiques au lit du patient. Les buts de cette étude étaient d'évaluer l'apport diagnostique et l'impact thérapeutique de l'échocardiographie chez les patients en détresse circulatoire aigue, et de comparer ses résultats avec ceux fournis par le cathétérisme droit. Quatre-vingt dix-sept patients ont été étudiés rétrospectivement pour évaluation d'un oedème aigu du poumon (n=22), hypotension artérielle soutenue (n=34), ou état de choc (n=45). L'échocardiographie a entraîné des modifications thérapeutiques directes chez 74 patients, dont une intervention chirurgicale urgente chez 15 patients. Trente deux patients ont été évalués conjointement par échocardiographie et cathétérisme droit. Parmi les patients qui avaient une détresses circulatoire aiguës d'origine médicale (n=26), les deux techniques étaient discordantes dans 38 p.100 des cas en raison d'une hypovolémie (n=3) ou d'une dysfonction systolique (n=4) méconnues par le cathétérisme droit. Aucune des six indications chirurgicales urgentes identifiées par l'échocardiographie n'ont été diagnostiquée à l'aide du cathétérisme droit.

L'échocardiographie a un impact thérapeutique immédiat chez trois-quart des patients examinés pour une détresses circulatoire aiguës. Cette technique semble être une alternative fiable et avantageuse au cathétérisme droit pour l'exploration hémodynamique de première intention des patients en détresses circulatoire aiguës.

**MOTS CLES**

Cathétérisme droit - Choc - Echocardiographie - Hypotension artérielle - Œdème aigu du poumon