

# Valeurs normales et intervalles de référence chez le chat

V. Chetboul (texte)

C. Taton (illustrations)

## PLAN DU CHAPITRE

Modes bidimensionnel et temps-mouvement chez le chat	756
Doppler spectral chez le chat	765
Doppler tissulaire myocardique (TDI) chez le chat	768
<i>Speckle tracking imaging</i> chez le chat	773
Récapitulatif des variables diastoliques chez le chat sain analysées par Doppler pulsé conventionnel et par Doppler tissulaire en mode pulsé	774

## Modes bidimensionnel et temps-mouvement chez le chat

**Tableau 17.1 Variables échocardiographiques temps-mouvement (TM) mesurées chez 37 chats européens sains (âge =  $64 \pm 37$  mois [7–180]; poids corporel =  $4,3 \pm 1,6$  kg [2,0–8,0])**

D'après Fox *et al.*, Circulation 1995

	Moyenne $\pm$ écart-type	Min–Max
<b>Variables morphologiques TM</b>		
Atrium gauche en téléstole (mm) *	$10,9 \pm 1,8$	7,2–15,8
Aorte en télédiastole (mm) *	$9,5 \pm 1,1$	7,1–11,5
Diamètre ventriculaire gauche télédiastolique (mm)	$14,6 \pm 2,0$	10,7–20,7
Diamètre ventriculaire gauche téléstolique (mm)	$8,2 \pm 1,5$	4,9–11,6
Paroi libre du ventricule gauche en télédiastole (mm)	$3,6 \pm 0,6$	2,1–4,6
Septum interventriculaire en télédiastole (mm)	$3,7 \pm 0,7$	2,2–4,9
<b>Indice de fonction TM</b>		
Fraction de raccourcissement (%)	$44,2 \pm 8,2$	30–60

Max : valeur maximale; Min : valeur minimale.

\* Mesures réalisées selon les recommandations de l'*American Society of Echocardiography* (Sahn *et al.*, Circulation 1978).

**Tableau 17.2 Variables échocardiographiques bidimensionnelles (2D) et temps-mouvement (TM) mesurées chez 100 chats sains (âge =  $3,1 \pm 2,4$  ans [0,3–12,0]; poids corporel =  $4,6 \pm 1,2$  kg [1,0–8,0]) et dans les deux races prédominantes de cette population (Maine Coon et européenne)**

D'après Chetboul *et al.*, Am J Vet Res 2006

	Effet	Population totale (n = 100)		Chats Maine Coon (n = 51)			Chats européens (n = 31)		
		Moy $\pm$ EC	Min–Max	Moy $\pm$ EC	Min–Max	IR	Moy $\pm$ EC	Min–Max	IR
<b>Variables morphologiques 2D et TM</b>									
Atrium gauche/aorte*	Absent	$0,9 \pm 0,1$	0,5–1,2	$0,9 \pm 0,1$	0,5–1,2	0,7–1,2	$0,9 \pm 0,1$	0,7–1,2	0,6–1,1
Diamètre ventriculaire gauche télédiastolique (mm)	Race et poids (P = 0,01)	$15,9 \pm 2,3$	9,7–21,2	$17,1 \pm 1,8$	13,3–21,2	13,6–20,6	$14,2 \pm 2,1$	9,7–19,4	10,1–18,4
Diamètre ventriculaire gauche téléstolique (mm)	Absent	$8,1 \pm 1,8$	4,1–12,7	$8,8 \pm 1,5$	4,2–12,7	5,8–11,7	$7,2 \pm 1,8$	4,5–11,2	3,5–10,8
Paroi libre du ventricule gauche en télédiastole (mm)	Race et poids (P = 0,01)	$4,3 \pm 0,7$	2,4–5,8	$4,5 \pm 0,6$	3,8–5,8	3,3–5,8	$3,9 \pm 0,6$	2,4–5,0	2,7–5,2
Paroi libre du ventricule gauche en téléstole (mm)	Absent	$7,5 \pm 1,1$	4,2–10,3	$7,8 \pm 1,1$	4,2–10,0	5,5–10,0	$7,1 \pm 1,0$	5,2–9,0	5,1–9,1
Septum interventriculaire en télédiastole (mm)	Race (P < 0,05)	$4,6 \pm 0,6$	2,9–5,9	$4,5 \pm 0,7$	2,9–5,9	3,2–5,9	$4,5 \pm 0,6$	3,2–5,3	3,4–5,6
Septum interventriculaire en téléstole (mm)	Poids (P < 0,05)	$7,4 \pm 1,3$	4,6–12,1	$7,7 \pm 1,2$	4,8–12,1	5,3–10,0	$6,9 \pm 1,0$	4,6–8,7	5,0–8,8
Septum interventriculaire sous-aortique en télédiastole (mm)	Sexe (P < 0,05)	$4,1 \pm 0,8$	2,3–5,7	$4,1 \pm 0,8$	2,6–5,7	2,5–5,7	$3,9 \pm 0,8$	2,3–5,7	1,6–3,8
Diamètre ventriculaire droit télédiastolique (mm)	Race, poids et sexe (P < 0,05)	$3,0 \pm 1,4$	0,5–6,7	$2,8 \pm 1,2$	0,8–5,5	0,5–5,2	$3,5 \pm 1,5$	0,9–6,7	0,5–6,6
Paroi du ventricule droit en téléstole (mm)	Absent	$2,7 \pm 0,8$	1,2–4,9	$2,8 \pm 0,9$	1,2–4,9	1,0–4,5	$2,7 \pm 0,6$	1,3–3,7	1,6–3,8
<b>Indice de fonction TM</b>									
Fraction de raccourcissement (%)	Absent	$49 \pm 7$	33–66	$48 \pm 5$	36–60	38–59	$49 \pm 10$	33–66	29–69
<b>Fréquence cardiaque (battements/minute)</b>	Absent	$184 \pm 33$	100–261	$183 \pm 35$	113–252	113–251	$187 \pm 30$	100–243	127–247

IR : intervalle de référence; Max : valeur maximale; Min : valeur minimale; Moy : valeur moyenne; Moy  $\pm$  EC : moyenne  $\pm$  écart-type.

\* Mesuré au mode 2D en télédiastole.

**Tableau 17.3 Variables échocardiographiques temps-mouvement (TM) obtenues chez des chats sains de différentes races**  
D'après Jacobs et Knight, Am J Vet Res 1985a; Moise *et al.*, Am J Vet Res 1986; Pipers et Hamlin, J Am Vet Med Assoc 1980

	Jacobs et Knight (n = 30)	Moise <i>et al.</i> (n = 11)	Pipers et Hamlin (n = 25)	
	Moyenne $\pm$ EC	Moyenne $\pm$ EC	Moyenne $\pm$ EC	Min–Max
<b>Variables morphologiques TM</b>				
Atrium gauche en téléstole (mm) *	12,3 $\pm$ 1,4	12,1 $\pm$ 1,8	7,4 $\pm$ 1,7	4,5–11,2
Aorte en télédiastole (mm) *	9,5 $\pm$ 1,1	9,5 $\pm$ 1,5	7,5 $\pm$ 1,8	4,0–11,8
Atrium gauche/aorte	1,30 $\pm$ 0,17	1,29 $\pm$ 0,23	–	–
Diamètre ventriculaire gauche télédiastolique (mm)	15,9 $\pm$ 1,9	15,1 $\pm$ 2,1	14,8 $\pm$ 2,6	11,2–21,8
Diamètre ventriculaire gauche téléstolique (mm)	8,0 $\pm$ 1,4	6,9 $\pm$ 2,2	8,8 $\pm$ 2,4	6,4–16,8
Paroi libre du ventricule gauche en télédiastole (mm)	3,3 $\pm$ 0,6	4,6 $\pm$ 0,5	3,7 $\pm$ 0,8	3,2–5,6
Paroi libre du ventricule gauche en téléstole (mm)	6,8 $\pm$ 0,7	7,8 $\pm$ 1,0	–	–
Septum interventriculaire en télédiastole (mm)	3,1 $\pm$ 0,4	5,0 $\pm$ 0,7	4,5 $\pm$ 0,9	2,8–6,0
Septum interventriculaire en téléstole (mm)	5,8 $\pm$ 0,6	7,6 $\pm$ 1,2	–	–
Diamètre ventriculaire droit télédiastolique (mm)	6,0 $\pm$ 1,5	5,4 $\pm$ 1,0	–	–
<b>Indice de fonction TM</b>				
Fraction de raccourcissement (%)	49,8 $\pm$ 5,3	55,0 $\pm$ 10,2	41,0 $\pm$ 7,3	23,0–56,0
Distance mitrale au point E–septum interventriculaire (mm)	0,2 $\pm$ 0,9	0,4 $\pm$ 0,7	–	–
<b>Fréquence cardiaque (battements/minute)</b>	194 $\pm$ 23	182 $\pm$ 22	167 $\pm$ 29	120–240
<b>Poids (kg)</b>	4,1 $\pm$ 1,1	4,3 $\pm$ 0,5	4,7 $\pm$ 1,2	2,3–6,8

EC : écart-type; Max : valeur maximale; Min : valeur minimale.

\* Mesures réalisées selon les recommandations de l'*American Society of Echocardiography* (Sahn *et al.*, Circulation 1978).**Tableau 17.4 Variables échocardiographiques temps-mouvement (TM) mesurées chez des chats sains de races différentes (n = 43)**  
D'après Schober et Maerz, J Vet Cardiol 2005

	Population totale (n = 43)		
	Moyenne $\pm$ EC	Médiane	Min–Max
<b>Variables morphologiques TM</b>			
Diamètre ventriculaire gauche télédiastolique (mm)	14,5 $\pm$ 1,6	14,2	11,5–17,8
Diamètre ventriculaire gauche téléstolique (mm)	6,9 $\pm$ 1,9	6,7	2,6–10,9
Paroi libre du ventricule gauche en télédiastole (mm)	4,5 $\pm$ 0,7	4,4	3,1–5,9
Paroi libre du ventricule gauche en téléstole (mm)	7,4 $\pm$ 1,2	7,2	5,6–9,5
Septum interventriculaire en télédiastole (mm)	4,6 $\pm$ 0,6	4,6	3,4–5,9
Septum interventriculaire en téléstole (mm)	6,7 $\pm$ 1,2	6,4	4,4–10,1
<b>Indice de fonction TM</b>			
Fraction de raccourcissement (%)	53 $\pm$ 11	51	36–83
Amplitude du déplacement apico-basal de l'anneau mitral latéral ( <i>mitral annular motion</i> ou MAM; mm)	4,7 $\pm$ 0,9	4,4	3,0–6,9
<b>Fréquence cardiaque (battements/minute)</b>	189 $\pm$ 30	182	145–267
<b>Poids (kg)</b>	4,7 $\pm$ 1,1	–	3,2–7,0
<b>Âge (années)</b>	5,2 $\pm$ 3,6	–	0,5–18,0

EC : écart-type; Max : valeur maximale; Min : valeur minimale.

**Tableau 17.5 Variables échocardiographiques temps-mouvement (TM) mesurées chez des chats sains vigiles et anesthésiés à la kétamine**D'après Jacobs et Knight, Am J Vet Res 1985b et Fox *et al.*, Am J Vet Res 1985

	Jacobs et Knight <sup>1</sup> (n = 14)		Fox <i>et al.</i> <sup>2</sup> (n = 30)	
	Vigile - Moyenne	Sous anesthésie - Moyenne	Sous anesthésie - Moyenne ± EC	Sous anesthésie - Min–Max
<b>Variables morphologiques TM</b>				
Atrium gauche en télésystole (mm) *	12,2	11,7	10,3 ± 1,4	7,2–13,3
Aorte en télédiastole (mm) *	9,3	9,0	9,4 ± 1,1	7,1–11,5
Atrium gauche/aorte	1,31	1,33	1,10 ± 0,18	0,73–1,64
Diamètre ventriculaire gauche télédiastolique (mm)	15,9	13,2 <sup>##</sup>	14,0 ± 1,3	10,7–17,3
Diamètre ventriculaire gauche télésystolique (mm)	8,0	7,9	8,1 ± 1,6	4,9–11,6
Paroi libre du ventricule gauche en télédiastole (mm)	3,3	3,7 <sup>#</sup>	3,5 ± 0,5	2,1–4,5
Septum interventriculaire en télédiastole (mm)	3,0	3,4 <sup>##</sup>	3,6 ± 0,8	2,2–4,9
Diamètre ventriculaire droit télédiastolique (mm)	–	–	5,0 ± 2,1	1,2–7,5
<b>Indice de fonction TM</b>				
Fraction de raccourcissement (%)	49,9	40,6 <sup>###</sup>	42,7 ± 8,1	30,0–60,0
<b>Fréquence cardiaque (battements/minute)</b>	188	215 <sup>###</sup>	245 ± 36	160–300
<b>Poids (kg)</b>	2,5–6,0		3,9 ± 1,2	2,1–6,8
<b>Âge (années)</b>	1,0–8,0		3,4 ± 3,2	0,6–15,0

EC : écart-type; Max : valeur maximale; Min : valeur minimale.

<sup>1</sup> Dose de kétamine : 3 à 5 mg/kg (voie intramusculaire).<sup>2</sup> Dose de kétamine : 1,5 à 2,5 mg/kg (voie intraveineuse).

# - ## et ### Comparaison entre les valeurs mesurées chez l'animal vigile et l'animal anesthésié : # P &lt; 0,05; ## P &lt; 0,01; ### P &lt; 0,001.

\* Mesures réalisées selon les recommandations de l'*American Society of Echocardiography* (Sahn *et al.*, Circulation 1978).

**Tableau 17.6 Variables échocardiographiques temps-mouvement (TM) mesurées chez des chats sains adultes anesthésiés au pentobarbital**

D'après Allen, Can J Comp Med 1982

	Allen (n = 10)
	Moyenne ± écart-type
<b>Variabiles morphologiques TM</b>	
Atrium gauche en télésystole (mm)*	10,0 ± 0,7
Aorte en télédiastole (mm)*	9,0 ± 0,7
Atrium gauche/aorte	1,12 ± 0,11
Diamètre ventriculaire gauche télédiastolique (mm)	13,0 ± 1,2
Diamètre ventriculaire gauche télésystolique (mm)	8,6 ± 1,6
Paroi libre du ventricule gauche en télédiastole (mm)	4,0 ± 0,4
Septum interventriculaire en télédiastole (mm)	4,0 ± 0,3
<b>Indice de fonction TM</b>	
Fraction de raccourcissement (%)	34,1 ± 2,5
<b>Fréquence cardiaque (battements/minute)</b>	175 ± 20
<b>Poids (kg)</b>	3,64 ± 0,7

\* Mesures réalisées selon les recommandations de l'American Society of Echocardiography Sahn et al., Circulation 1978.

**Tableau 17.7 Variables échocardiographiques temps-mouvement (TM) et bidimensionnelles (2D) mesurées chez sept chats sains non anesthésiés et anesthésiés à l'acépromazine/butorphanol, ou à l'acépromazine/butorphanol/kétamine**

D'après Ward et al., J Feline Med Surg 2012

	Non anesthésiés Moyenne ± EC	Ace/But Moyenne ± EC	Ace/But/Keta Moyenne ± EC
<b>Variabiles morphologiques TM</b>			
Diamètre ventriculaire gauche télédiastolique (mm)	14,1 ± 1,6	<b>12,5 ± 1,1*</b>	<b>12,7 ± 1,8†</b>
Diamètre ventriculaire gauche télésystolique (mm)	8,5 ± 1,4	7,1 ± 1,2	7,5 ± 1,2
Paroi libre du ventricule gauche en télédiastole (mm)	3,4 ± 0,3	<b>3,8 ± 0,2*</b>	<b>3,9 ± 0,2†</b>
Paroi libre du ventricule gauche en télésystole (mm)	5,5 ± 0,6	5,9 ± 0,6	6,1 ± 0,6
Septum interventriculaire en télédiastole (mm)	3,1 ± 0,3	3,4 ± 0,4	3,2 ± 0,4
Septum interventriculaire en télésystole (mm)	4,5 ± 0,4	5,1 ± 0,5	5,0 ± 0,6
<b>Indice de fonction TM</b>			
Fraction de raccourcissement (%)	40 ± 6	44 ± 4	41 ± 6
<b>Variabiles morphologiques 2D</b>			
Atrium gauche en diastole (mm)	10,3 ± 0,7	10,6 ± 1,3	9,7 ± 0,3
Aorte en diastole (mm)	7,9 ± 0,6	8,3 ± 1,2	7,9 ± 1,1
Atrium gauche/aorte	1,32 ± 0,14	1,25 ± 0,25	1,29 ± 0,14
Diamètre atrial gauche maximal (DAGmax) mesuré du septum interatrial jusqu'à la paroi libre de l'atrium (mm)	12,3 ± 1,3	<b>11,4 ± 0,9*</b>	11,6 ± 0,8
Fraction de raccourcissement de l'atrium gauche (%) ‡	23,0 ± 2,0	21,0 ± 3,0	25,0 ± 7,0
<b>Fréquence cardiaque (battements/minute)</b>	192 ± 21	204 ± 25	<b>232 ± 27**</b>

Ace : acépromazine (0,1 mg/kg, voie intramusculaire); But : butorphanol (0,25 mg/kg, voie intramusculaire); EC : écart-type; Keta : kétamine (1,5 mg/kg, voie intraveineuse).

\* Définie comme (DAGmax-DAGmin) / DAGmax avec DAGmin = diamètre atrial gauche minimal mesuré du septum interatrial jusqu'à la paroi libre de l'atrium.

\* Différence significative (P &lt; 0,05) entre Ace/But et la mesure réalisée sans anesthésie.

† Différence significative (P &lt; 0,05) entre Ace/But/Ket et la mesure réalisée sans anesthésie.

‡ Différence significative (P &lt; 0,05) entre Ace/But/Ket et Ace/But.

**Tableau 17.8 Variables échocardiographiques bidimensionnelles mesurées chez des chats sains obèses (n = 10) et non obèses (n = 10)**

D'après Litster et Buchanan, Vet Radiol Ultrasound 2000

	Chats non obèses (n = 10)	Chats obèses (n = 10)
	Moyenne ± écart-type	Moyenne ± écart-type
Atrium gauche (mm) en télédiastole	12,1 ± 1,9	12,8 ± 1,7
Atrium gauche/aorte en télédiastole	1,3 ± 0,2	1,3 ± 0,2
Diamètre ventriculaire gauche télédiastolique (mm)	13,2 ± 2,3	14,7 ± 1,8
Diamètre ventriculaire gauche télésystolique (mm)	5,2 ± 1,2	5,3 ± 1,0
Paroi libre du ventricule gauche en télédiastole (mm)	4,2 ± 0,4	4,8 ± 1,0
Septum interventriculaire en télédiastole (mm)	4,4 ± 0,6	4,9 ± 0,6
Diamètre ventriculaire droit télédiastolique (mm)	3,9 ± 1,0	3,8 ± 0,9
Paroi libre du ventricule droit télédiastolique (mm)	2,2 ± 0,5	<b>3,4 ± 0,5*</b>
Distance entre la sonde et la paroi libre du ventricule droit (mm)	8,4 ± 1,3	<b>16,3 ± 4,6*</b>
Fraction de raccourcissement (%)	59,8 ± 11,6	62,9 ± 9,9
Poids (kg)	4,1 ± 0,9	<b>7,7 ± 1,2**</b>

\* P &lt; 0,01.

\*\* P &lt; 0,001.

**Tableau 17.9 Ratios échocardiographiques calculés en mode temps-mouvement (TM) à partir du diamètre aortique réel chez des chats sains (n = 32, poids médian [minimum - maximum] = 5,0 kg [2,5–9,9] et âge = 60 mois [30–118])**D'après Brown *et al.*, J Vet Intern Med 2003

Rapports TM	Moyenne ± écart-type (médiane, minimum–maximum)
SIVd/Ao	0,496 ± 0,071 (0,492, 0,347–0,621)
VGd/Ao	1,589 ± 0,174 (1,615, 1,076–1,883)
PLVGd/Ao	0,489 ± 0,076 (0,5, 0,343–0,634)
SIVs/Ao	0,788 ± 0,105 (0,79, 0,571–1,022)
VGs/Ao	0,764 ± 0,127 (0,761, 0,495–1,103)
PLVGs/Ao	0,813 ± 0,11 (0,838, 0,578–0,989)
AG/Ao	1,307 ± 0,142 (1,328, 1,036–1,563)

AG : diamètre télésystolique de l'atrium gauche; Ao : diamètre télédiastolique de la racine aortique; PLVGd et SIVd : épaisseurs télédiastoliques respectivement de la paroi libre du ventricule gauche et du septum interventriculaire; PLVGs et SIVs : épaisseurs télésystoliques respectivement de la paroi libre du ventricule gauche et du septum interventriculaire; VGd et VGs : diamètres respectivement télédiastolique et télésystolique du ventricule gauche. NB : mesures réalisées selon les recommandations de l'*American Society of Echocardiography* (Sahn *et al.*, Circulation 1978).

**Tableau 17.10** Ratios échocardiographiques calculés en mode temps-mouvement (TM) à partir du diamètre aortique théorique chez des chats sains (n = 32, poids médian [minimum - maximum] = 5,0 kg [2,5–9,9] et âge = 60 mois [30–118])\*  
D'après Brown *et al.*, J Vet Intern Med 2003

Rapports TM	Moyenne ± écart-type (médiane, minimum–maximum)
SIVd/Ao <sub>p</sub>	0,489 ± 0,54 (0,498, 0,377–0,591)
VGd/Ao <sub>p</sub>	1,587 ± 0,179 (1,623, 1,216–1,966)
PLVGd/Ao <sub>p</sub>	0,487 ± 0,068 (0,492, 0,345–0,640)
SIVs/Ao <sub>p</sub>	0,778 ± 0,088 (0,764, 0,607–0,981)
VGs/Ao <sub>p</sub>	0,773 ± 0,137 (0,781, 0,575–1,018)
PLVGs/Ao <sub>p</sub>	0,813 ± 0,105 (0,820, 0,649–1,036)
AG/Ao <sub>p</sub>	1,32 ± 0,135 (1,302, 1,144–1,572)

AG : diamètre téléstolique de l'atrium gauche; PLVGd et SIVd : épaisseurs télédiastoliques respectivement de la paroi libre du ventricule gauche et du septum interventriculaire; PLVGs et SIVs : épaisseurs téléstoliques respectivement de la paroi libre du ventricule gauche et du septum interventriculaire; VGd et VGs : diamètres respectivement télédiastolique et téléstolique du ventricule gauche. NB : mesures réalisées selon les recommandations de l'*American Society of Echocardiography* (Sahn *et al.*, *Circulation* 1978).

\* Le diamètre aortique théorique (Ao<sub>p</sub>) a été calculé en fonction du poids corporel (P en kg) de l'animal selon la formule suivante : Ao<sub>p</sub> = kP<sup>1/3</sup>, avec k = 0,567.

**Tableau 17.11** Valeurs des rapports des dimensions atriales gauches et aortiques et de la fraction de raccourcissement de l'atrium gauche calculées par six techniques différentes en mode bidimensionnel (2D) et temps-mouvement (TM) chez 17 chats sains âgés de 2 à 9 ans (médiane = 6 ans) et pesant entre 4,1 et 6,8 kg (médiane = 5,1 kg)  
D'après Abbott et MacLean, J Vet Intern Med 2006

Rapport	Moyenne ± écart-type	Minimum–Maximum
AG/Ao <sub>TM</sub>	1,29 ± 0,13	1,09–1,56
%FR <sub>AGTM</sub> (%)	25,1 ± 5,0	17,5–35,1
<sup>Sax</sup> AG/Ao <sub>2D</sub>	1,18 ± 0,11	0,97–1,37
<sup>Lax</sup> AG/Ao <sub>2D</sub>	1,41 ± 0,14	1,14–1,74
<sup>Aire</sup> AG/Ao <sub>2D</sub>	2,36 ± 0,53	1,24–3,28
<sup>Circ</sup> AG/Ao <sub>2D</sub>	1,82 ± 0,23	1,39–2,28

- AG/Ao<sub>TM</sub> : rapport entre le diamètre de l'atrium gauche et celui de l'aorte mesurés en mode TM, respectivement en téléstolite et télédiastolite selon les recommandations de l'*American Society of Echocardiography* (Sahn *et al.*, *Circulation* 1978).
- %FR<sub>AGTM</sub> : fraction de raccourcissement de l'atrium gauche calculée à partir des dimensions maximale et minimale de l'atrium gauche en mode TM.
- <sup>Sax</sup>AG/Ao<sub>2D</sub> : rapport entre le diamètre de l'atrium gauche et celui de l'aorte mesurés en mode 2D sur la coupe petit axe transaortique (voie parasternale droite) en protodiastole (première image diastolique montrant la valve aortique fermée), le diamètre atrial étant mesuré sur l'axe de la commissure sigmoïde non coronaire/sigmoïde gauche et le diamètre aortique sur l'axe de la commissure sigmoïde non coronaire/sigmoïde droite.
- <sup>Lax</sup>AG/Ao<sub>2D</sub> : rapport entre le diamètre de l'atrium gauche et celui de l'aorte mesurés en mode 2D sur la coupe grand axe 5 cavités (voie parasternale droite) en protodiastole (première image avant l'ouverture de la valve mitrale), le diamètre atrial correspondant au diamètre latéro-médial maximal de l'atrium gauche parallèle au plan de l'anneau mitral et le diamètre aortique étant mesuré perpendiculairement aux parois de l'aorte ascendante aux points d'attache des sigmoïdes.
- <sup>Aire</sup>AG/Ao<sub>2D</sub> : rapport entre l'aire de l'atrium gauche et celle de l'aorte mesurées en mode 2D sur la coupe petit axe transaortique (voie parasternale droite) en protodiastole (première image diastolique montrant la valve aortique fermée).
- <sup>Circ</sup>AG/Ao<sub>2D</sub> : rapport entre la circonférence de l'atrium gauche et celle de l'aorte mesurées en mode 2D sur la coupe petit axe transaortique (voie parasternale droite) en protodiastole (première image diastolique montrant la valve aortique fermée).

**Tableau 17.12 Variables échocardiographiques bidimensionnelles (2D) et temps-mouvement (TM) mesurées dans une population de chats Sphynx sains adultes (n = 53; âge = 2,0 ± 1,3 ans [1,0–6,0]; poids corporel = 3,8 ± 1,1 kg [2,0–7,1])\***  
D'après Chetboul *et al.*, J Vet Cardiol 2012

	Moyenne ± écart-type	Min–Max	Intervalle de référence
<b>Variables morphologiques TM</b>			
Diamètre ventriculaire gauche télédiastolique (mm)	15,2 ± 1,6	12,8–19,2	12,0–18,4
Diamètre ventriculaire gauche télésystolique (mm)	7,2 ± 1,5	3,6–11,4	4,1–10,3
Paroi libre du ventricule gauche en télédiastole (mm)	4,2 ± 0,6	2,9–5,3	3,0–5,3
Paroi libre du ventricule gauche en télésystole (mm)	7,8 ± 1,0	5,7–10,7	5,8–9,9
Septum interventriculaire en télédiastole (mm)	4,4 ± 0,4	3,2–5,2	3,6–5,3
Septum interventriculaire en télésystole (mm)	7,5 ± 1,1	5,5–11,4	5,4–9,7
Diamètre ventriculaire droit télédiastolique (mm)	3,0 ± 1,4	0,5–6,6	0,3–5,8
Paroi du ventricule droit en télésystole (mm)	3,4 ± 1,3	1,5–6,6	0,9–5,9
<b>Indice de fonction TM</b>			
Fraction de raccourcissement (%)	53 ± 7	36–67	39–67
<b>Variables morphologiques 2D</b>			
Atrium gauche/aorte*	0,90 ± 0,14	0,56–1,17	0,63–1,18
Septum interventriculaire sous-aortique en télédiastole (mm)	3,7 ± 0,8	2,3–5,4	2,0–5,3
<b>Fréquence cardiaque (battements/minute)</b>	196 ± 21	163–243	153–240

Max : valeur maximale; Min : valeur minimale.

\* Mesure faite en mode 2D et en télédiastole (coupe petit axe transaortique, dans l'axe de la commissure sigmoïde non coronaire/sigmoïde gauche).

**Tableau 17.13 Variables échocardiographiques temps-mouvement (TM) mesurées dans une population de 105 chats adultes sains de race Maine Coon**

D'après Drourr *et al.*, J Am Vet Med Assoc 2005

	Moyenne ± écart-type	Min–Max
<b>Variables morphologiques TM</b>		
Diamètre ventriculaire gauche télédiastolique (mm)	18,5 ± 2,1	12,1–23,3
Diamètre ventriculaire gauche télésystolique (mm)	8,9 ± 2,0	5,0–14,5
Paroi libre du ventricule gauche en télédiastole (mm)	4,3 ± 0,6	2,8–5,9
Paroi libre du ventricule gauche en télésystole (mm)	8,0 ± 1,1	5,4–10,7
Septum interventriculaire en télédiastole (mm)	4,0 ± 0,7	2,5–5,7
Septum interventriculaire en télésystole (mm)	7,5 ± 1,3	4,9–10,4
Atrium gauche*/aorte <sup>†</sup>	1,23 ± 0,16	0,86–1,84
<b>Indice de fonction TM</b>		
Fraction de raccourcissement (%)	51,9 ± 7,7	32,1–69,8
<b>Poids (kg)</b>	5,5 ± 1,3	2,7–8,4

Max : valeur maximale; Min : valeur minimale.

\* Mesure réalisée en fin de systole.

<sup>†</sup> Temps de la mesure non précisé.

**Tableau 17.14 Variables échocardiographiques temps-mouvement (TM) mesurées chez 35 chatons en fonction de l'âge**  
D'après Schille et Skrodzki, Vet Radiol Ultrasound 1999

	2 semaines		3 semaines		4 semaines		5 semaines		6 semaines		7 semaines		8 semaines		9 semaines		10 semaines		11 semaines	
	Moy. ± EC	Min- Max																		
<b>Variabes morphologiques TM</b>																				
Atrium gauche en fin de systole (mm)	5,5 ± 0,3	5,3-5,8	5,1 ± 0,9	3,9-6,4	5,9 ± 1,6	3,6-9,9	6,3 ± 0,8	4,4-7,5	6,2 ± 1,0	4,9-7,7	6,6 ± 1,0	5,0-8,3	7,6 ± 1,1	5,4-9,7	8,3 ± 0,8	7,0-9,2	8,7 ± 1,3	6,5-9,9	8,8 ± 1,0	7,3-9,8
Aorte en fin de diastole (mm)	3,6 ± 0,5	3,2-4,2	3,9 ± 0,7	2,6-4,5	4,7 ± 0,7	3,9-6,6	4,8 ± 0,7	3,9-6,1	4,8 ± 0,6	4,0-5,5	5,3 ± 0,5	4,4-6,4	5,9 ± 0,8	4,2-7,4	6,0 ± 0,5	5,2-6,5	6,2 ± 0,7	5,2-7,2	6,2 ± 0,8	5,3-7,3
Atrium gauche/aorte	1,5 ± 0,2	1,4-1,7	1,3 ± 0,3	1,0-1,9	1,2 ± 0,2	0,9-1,5	1,3 ± 0,2	0,9-1,7	1,3 ± 0,2	1,0-1,7	1,3 ± 0,2	1,0-1,6	1,3 ± 0,3	1,1-1,9	1,4 ± 0,1	1,2-1,6	1,4 ± 0,2	1,2-1,7	1,4 ± 0,1	1,2-1,6
Diamètre ventriculaire gauche télédiastolique (mm)	7,5 ± 1,0	6,5-8,4	6,8 ± 1,3	4,2-9,0	7,8 ± 1,6	5,8-11,9	8,1 ± 1,4	6,6-10,3	8,2 ± 1,3	6,0-10,0	9,1 ± 1,9	6,0-12,2	10,0 ± 2,1	6,2-13,9	11,7 ± 2,5	9,0-15,5	12,1 ± 1,7	10,2-14,1	10,5 ± 1,4	9,2-13,3
Diamètre ventriculaire gauche télésystolique (mm)	4,8 ± 0,6	4,3-5,4	3,8 ± 0,7	2,6-5,4	4,5 ± 0,9	3,2-6,3	4,5 ± 1,5	2,2-6,9	4,1 ± 1,2	2,4-5,9	5,0 ± 1,4	3,2-6,9	5,4 ± 1,4	3,1-8,0	6,9 ± 2,6	4,4-11,3	6,5 ± 1,0	4,8-7,2	5,9 ± 0,9	5,1-7,3
Paroi libre du ventricule gauche en télédiastole (mm)	1,8 ± 0,1	1,7-1,9	2,3 ± 0,3	1,8-2,9	2,5 ± 0,4	1,9-3,5	2,4 ± 0,4	2,0-3,2	2,5 ± 0,6	1,4-3,4	2,7 ± 0,5	1,9-3,6	2,9 ± 0,5	1,9-3,9	3,0 ± 0,4	2,5-3,4	3,2 ± 0,8	2,2-4,0	3,5 ± 0,4	2,9-4,1
Paroi libre du ventricule gauche en télésystole (mm)	2,5 ± 0,5	2,1-3,0	3,2 ± 0,5	2,2-3,9	3,7 ± 0,6	2,4-4,5	3,7 ± 0,9	2,7-5,8	3,9 ± 0,6	2,9-4,7	4,2 ± 0,9	2,7-5,9	4,3 ± 1,0	3,1-7,0	4,1 ± 0,4	3,6-4,5	4,5 ± 1,1	3,0-5,7	5,0 ± 0,5	4,1-5,6
Septum interventriculaire en télédiastole (mm)	2,2 ± 0,1	2,1-2,2	2,3 ± 0,2	1,9-2,6	2,6 ± 0,4	2,0-3,5	2,4 ± 0,3	1,9-3,0	2,5 ± 0,3	1,9-2,8	2,6 ± 0,7	1,6-3,9	2,9 ± 0,6	2,3-4,0	2,6 ± 0,4	2,4-3,3	2,9 ± 0,3	2,5-3,3	3,6 ± 0,6	2,7-4,4
Septum interventriculaire en télésystole (mm)	2,6 ± 0,2	2,4-2,8	3,0 ± 0,3	2,4-3,3	3,5 ± 0,6	2,5-4,5	3,2 ± 0,6	2,5-4,6	3,5 ± 0,6	2,8-4,7	3,6 ± 0,6	2,9-4,6	4,4 ± 1,4	2,6-6,8	4,5 ± 0,5	3,8-5,1	4,5 ± 0,7	3,6-5,6	4,9 ± 0,9	3,4-6,2
<b>Indice de fonction TM</b>																				
Fraction de raccourcissement (%)	35,4 ± 7,3	28,8-43,3	43,0 ± 8,6	29,0-55,3	42,4 ± 6,6	31,8-59,0	45,1 ± 13,7	31,3-70,8	50,2 ± 9,5	36,6-65,4	44,7 ± 9,4	33,7-67,9	47,1 ± 11,8	21,9-63,0	42,9 ± 10,2	26,8-52,0	45,8 ± 7,1	35,4-54,1	43,5 ± 5,7	36,2-52,5
<b>Fréquence cardiaque (battements / minute)</b>	248 ± 24	232-276	259 ± 35	195-315	284 ± 34	191-333	300 ± 22	259-333	295 ± 12	272-310	282 ± 27	249-338	269 ± 33	222-339	255 ± 39	206-306	240 ± 27	203-278	256 ± 39	211-308
<b>Poids (kg)</b>	0,30 ± 0,02	0,28-0,32	0,39 ± 0,09	0,28-0,55	0,49 ± 0,09	0,34-0,68	0,54 ± 0,12	0,37-0,70	0,65 ± 0,12	0,47-0,85	0,80 ± 0,08	0,68-0,96	0,88 ± 0,18	0,53-1,19	0,97 ± 0,22	0,65-1,23	1,23 ± 0,12	1,11-1,41	1,34 ± 0,18	1,07-1,63

EC : écart-type; Max : valeur maximale; Min : valeur minimale; Moy. : moyenne.

**Tableau 17.15** Équations de régression entre différentes variables échocardiographiques temps-mouvement (TM) et le poids corporel, l'âge ainsi que la fréquence cardiaque chez le chaton

D'après Schille et Skrodzki, Vet Radiol Ultrasound 1999

Variables morphologiques TM	Équation de régression		
	Poids corporel	Âge	Fréquence cardiaque
Diamètre ventriculaire gauche télédiastolique (cm)	$y = 0,463x + 0,554$	$y = 0,056x + 0,539$	$y = -0,0028x + 1,66$
	EC = 0,16	EC = 0,17	EC = 0,20
Diamètre ventriculaire gauche télésystolique (cm)	$y = 0,238x + 0,322$	$y = 0,029x + 0,341$	$y = -0,0017x + 0,965$
	EC = 0,13	EC = 0,13	EC = 0,14
Paroi libre du ventricule gauche en télédiastole (cm)	$y = 0,134x + 0,167$	$y = 0,015x + 0,169$	
	EC = 0,05	EC = 0,05	
Paroi libre du ventricule gauche en télésystole (cm)	$y = 0,155x + 0,281$	$y = 0,020x + 0,270$	
	EC = 0,08	EC = 0,07	
Septum interventriculaire en télédiastole (cm)	$y = 0,107x + 0,187$	$y = 0,011x + 0,190$	
	EC = 0,04	EC = 0,05	
Septum interventriculaire en télésystole (cm)	$y = 0,207x + 0,223$	$y = 0,024x + 0,224$	
	EC = 0,07	EC = 0,08	
Atrium gauche en télésystole (cm)	$y = 0,353x + 0,418$	$y = 0,044x + 0,396$	
	EC = 0,10	EC = 0,11	
Aorte en télédiastole (cm)	$y = 0,241x + 0,337$	$y = 0,029x + 0,327$	
	EC = 0,06	EC = 0,07	

EC : écart-type.

## Doppler spectral chez le chat

**Tableau 17.16 Variables Doppler (mode Doppler pulsé) mesurées chez 100 chats sains de races différentes (âge =  $3,1 \pm 2,4$  ans [0,3–12,0]; poids corporel =  $4,6 \pm 1,2$  kg [1,0–8,0]) et dans les deux races prédominantes de cette population (Maine Coon et européenne)**

D'après Chetboul *et al.*, Am J Vet Res 2006

	Effet	Population totale (n = 100)		Chats Maine Coon (n = 51)			Chats européens (n = 31)		
		Moy. $\pm$ EC	Min–Max	Moy. $\pm$ EC	Min–Max	IR	Moy. $\pm$ EC	Min–Max	IR
<b>Vitesses maximales d'éjection systolique</b>									
Vitesse maximale du flux aortique (m/s)	Absent	$1,1 \pm 0,2$	0,8–1,9	$1,1 \pm 0,2$	0,8–1,9	0,7–1,6	$1,1 \pm 0,2$	0,8–1,5	0,7–1,4
Vitesse maximale du flux pulmonaire (m/s)	Race (P = 0,01)	$0,9 \pm 0,2$	0,5–1,6	$1,0 \pm 0,2$	0,7–1,6	0,5–1,4	$0,8 \pm 0,2$	0,5–1,2	0,5–1,1
<b>Variables Doppler diastoliques*</b>									
Onde E mitrale (m/s)	Race (P < 0,05)	$0,7 \pm 0,1$	0,5–1,1	$0,7 \pm 0,1$	0,5–1,0	0,5–0,9	$0,7 \pm 0,1$	0,5–1,0	0,4–0,9
Onde A mitrale (m/s)	Absent	$0,5 \pm 0,1$	0,3–0,9	$0,5 \pm 0,1$	0,3–0,8	0,3–0,8	$0,5 \pm 0,1$	0,3–0,7	0,3–0,7
Rapport E/A mitral	Absent	$1,5 \pm 0,3$	1,1–2,9	$1,5 \pm 0,4$	1,1–2,9	0,7–2,2	$1,4 \pm 0,3$	1,1–2,4	0,9–2,0
<b>Intervalles de temps</b>									
Temps de relaxation isovolumique (ms)	Race (P < 0,05)	$43 \pm 9$	34–56	$55 \pm 11$	38–88	34–76	$50 \pm 11$	29–80	29–71
<b>Fréquence cardiaque (battements / minute)</b>	Absent	$184 \pm 33$	100–261	$183 \pm 35$	113–252	113–251	$187 \pm 30$	100–243	127–247

EC : écart-type; IR : intervalle de référence; Max : valeur maximale; Min : valeur minimale. Moy. : valeur moyenne.

\* Mesures obtenues chez 89 chats de races différentes ayant des ondes E et A distinctes, incluant 44 chats de race Maine Coon et 29 chats européens.

**Tableau 17.17 Variables Doppler diastoliques mesurées en Doppler spectral (mode pulsé) chez des chats sains**D'après Disatian *et al.*, J Vet Intern Med 2008 et Santilli *et al.*, Vet J 1998

	Disatian <i>et al.</i> Moyenne $\pm$ EC (n = 87)	Santilli <i>et al.</i> Moyenne $\pm$ EC (n = 20)
<b>Flux mitral</b>		
Temps de relaxation isovolumique du ventricule gauche (ms)	46,2 $\pm$ 7,6	55,4 $\pm$ 13,2
Onde E mitrale (m/s)	0,70 $\pm$ 0,14	0,67 $\pm$ 0,13
Onde A mitrale (m/s)	0,65 $\pm$ 0,14	0,59 $\pm$ 0,14
Rapport E/A mitral	1,12 $\pm$ 0,22	1,19 $\pm$ 0,30
Temps de décélération de E (ms)	–	59,9 $\pm$ 14,1
Durée de l'onde A mitrale (Adur, ms)	52,9 $\pm$ 13,5	
<b>Flux veineux pulmonaire</b>		
Durée de l'onde AR rétrograde du flux veineux pulmonaire (ARdur, ms)	53,5 $\pm$ 10,3	–
Adur/ARdur	1,01 $\pm$ 0,28	–
S max (m/s)	0,48 $\pm$ 0,14	0,39 $\pm$ 0,12
D max (m/s)	0,47 $\pm$ 0,10	0,44 $\pm$ 0,09
AR max (m/s)	0,23 $\pm$ 0,06	0,22 $\pm$ 0,07
S max/D max	–	0,90 $\pm$ 0,29
<b>Âge</b> médiane (minimum–maximum) ou moyenne $\pm$ EC	4 ans (3 mois–19 ans)	7,8 $\pm$ 4,5 ans
<b>Poids (kg)</b>	4,6 $\pm$ 1,8	3,7 $\pm$ 1,3
<b>Fréquence cardiaque (battements/minute)</b> médiane (minimum–maximum)	191 (127–308)	

EC : écart-type; S max, D max, AR max : vitesses maximales des ondes S, D et AR du flux veineux pulmonaire, respectivement.

**Tableau 17.18 Variables mesurées en Doppler spectral (mode pulsé) dans une population de 53 chats sains de race Sphynx (âge = 2,0  $\pm$  1,3 ans [1,0–6,0]; poids corporel = 3,8  $\pm$  1,1 kg [2,0–7,1])**D'après Chetboul *et al.*, J Vet Cardiol 2012

	Moyenne $\pm$ EC	Min–Max	Intervalle de référence
<b>Variables Doppler systoliques</b>			
Vitesse maximale du flux systolique aortique (m/s)	1,3 $\pm$ 0,2	0,8–1,7	0,8–1,7
Vitesse maximale du flux systolique pulmonaire (m/s)	1,2 $\pm$ 0,2	0,8–1,8	0,8–1,6
<b>Variables Doppler diastoliques</b>			
Onde E mitrale (m/s)*	0,9 $\pm$ 0,2	0,5–1,4	0,6–1,3
Onde A mitrale (m/s)*	0,6 $\pm$ 0,2	0,3–1,1	0,3–1,0
Rapport E/A mitral*	1,5 $\pm$ 0,4	1,1–2,6	0,8–2,2
Temps de relaxation isovolumique (ms)	43 $\pm$ 7	22–55	28–58
<b>Fréquence cardiaque (battements/minute)</b>	196 $\pm$ 21	163–243	153–240

EC : écart-type; Max : valeur maximale; Min : valeur minimale.

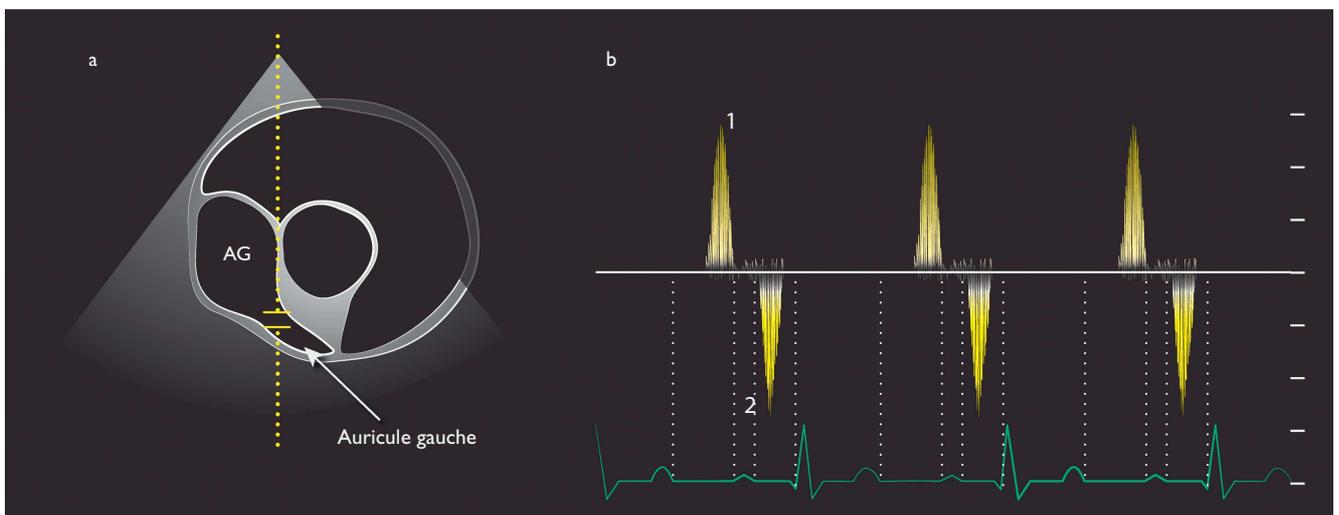
\* Mesures obtenues chez 45 Sphynx ayant des ondes E et A distinctes.

**Tableau 17.19** Vitesse des flux enregistrés en mode Doppler pulsé dans l'auricule gauche de 43 chats sains de races différentes à partir d'une coupe petit axe oblique obtenue par voie parasternale droite (figure 17.1)

D'après Schober et Maerz, J Vet Cardiol 2005

	Population totale (n = 43)	
	Moyenne $\pm$ écart-type	Minimum–Maximum
<b>Vitesses des flux dans l'auricule gauche</b>		
Pic onde 1 (m/s)	0,40 $\pm$ 0,19	0,19–1,00
Pic onde 2 (m/s)	0,43 $\pm$ 0,18	0,24–0,93
Vitesse maximale (m/s)*	0,47 $\pm$ 0,2	0,24–1,00
<b>Fréquence cardiaque (battements/minute)</b>	186 $\pm$ 29	135–260

\* Vitesse maximale : vitesse du flux le plus rapide dans l'auricule gauche, indépendamment de sa direction.

**Figure 17.1** Vitesse des flux enregistrés en mode Doppler pulsé dans l'auricule gauche de 43 chats sains de races différentes à partir d'une coupe petit axe oblique obtenue par voie parasternale droite. D'après Schober et Maerz, J Vet Cardiol 2005.

Pour la majorité des chats (79 %), deux ondes (onde 1 et onde 2) ont été enregistrées et sont rapportées dans le tableau 17.19. Pour 16 % et 5 % des cas, trois et quatre ondes respectivement ont été enregistrées. Pic onde 1 : vitesse maximale de vidange de l'auricule gauche (flux diastolique dirigé vers l'atrium gauche, c'est-à-dire vers la sonde, donc positif). Pic onde 2 : vitesse maximale de remplissage de l'auricule gauche (flux négatif car provenant de l'atrium gauche, survenant après l'onde P sur le tracé électrocardiographique). a. Illustration de la position du volume échantillon (coupe petit axe oblique, voie parasternale droite) à la jonction auricule/atrium gauche. b. Aspect le plus fréquent des courbes spectrales des flux auriculaires gauches : présence d'une onde positive 1 suivie d'une onde négative 2. AG : atrium gauche.

NB : ces flux peuvent aussi être enregistrés par voie parasternale gauche, sur une coupe centrée sur l'auricule gauche, le montrant dans son grand axe. Exemples : coupe craniale gauche petit axe n° 2 ou coupe apicale 2 cavités avec déroulement de l'auricule gauche comme démontré par Schober et Maerz (J Vet Intern Med 2006). Dans ces deux cas, les vitesses des flux auriculaires sont « inversées » par rapport à celles enregistrées par voie droite.

## Doppler tissulaire myocardique (TDI) chez le chat

**Tableau 17.20** Variables TDI (mode bidimensionnel couleur) pour le mouvement radial de la paroi libre du ventricule gauche mesurées chez 35 Sphynx sains adultes  
D'après Chetboul *et al.*, J Vet Cardiol 2012

	Moyenne ± écart-type	Minimum– Maximum
<b>Variables systoliques</b>		
Onde S dans le sous-endocarde (cm/s)	6,0 ± 1,3	3,9–9,2
Onde S dans le sous-épicaarde (cm/s)	3,3 ± 0,9 <sup>†</sup>	1,8–5,9
Gradient systolique endo-épicaardique (cm/s)	2,8 ± 0,9	1,4–5,5
<b>Variables diastoliques*</b>		
Onde E dans le sous-endocarde (cm/s)	5,9 ± 1,4	3,8–9,7
Onde E dans le sous-épicaarde (cm/s)	2,3 ± 0,9 <sup>†</sup>	0,9–5,0
Onde A dans le sous-endocarde (cm/s)	3,2 ± 1,0	1,4–5,1
Onde A dans le sous-épicaarde (cm/s)	1,3 ± 0,7 <sup>†</sup>	0,4–3,8
Rapport E/A dans le sous-endocarde	1,9 ± 0,7	1,2–3,8
Rapport E/A dans le sous-épicaarde	2,0 ± 0,9	1,0–5,4
Temps de relaxation isovolumique (ms)	35 ± 9	19–50
<b>Fréquence cardiaque (battements/minute)</b>	196 ± 22	163–243

\* Mesures réalisées chez 33 chats sans fusion E et A.

<sup>†</sup> P < 0,0001 *versus* valeur sous-endocardique correspondante.

**Tableau 17.21** Variables TDI (mode bidimensionnel couleur) pour le mouvement longitudinal de la paroi libre du ventricule gauche (PLVG) et du septum interventriculaire (SIV) mesurées chez 35 Sphynx sains adultes  
D'après Chetboul *et al.*, J Vet Cardiol 2012

	Moyenne ± écart-type	Minimum– Maximum
<b>Variables systoliques de la PLVG</b>		
Onde S à la base (cm/s)	5,4 ± 1,6	2,7–10,1
Onde S à l'apex (cm/s)	2,7 ± 1,7 <sup>†</sup>	0,6–7,0
Gradient systolique base–apex (cm/s)	2,9 ± 1,4	1,2–6,9
<b>Variables diastoliques de la PLVG*</b>		
Onde E à la base (cm/s)	6,6 ± 1,8	3,8–10,4
Onde E à l'apex (cm/s)	3,1 ± 1,8 <sup>†</sup>	0,6–7,6
Onde A à la base (cm/s)	3,5 ± 1,4	1,1–6,8
Onde A à l'apex (cm/s)	1,3 ± 1,0 <sup>†</sup>	0,3–3,7
Rapport E/A à la base	2,1 ± 0,8	1,1–4,0
Rapport E/A à l'apex	2,9 ± 1,9 <sup>†</sup>	1,1–10,7
Temps de relaxation isovolumique à la base (ms)	47 ± 11	26–63
<b>Variable systolique du SIV à la base</b>		
Onde S (cm/s)	6,4 ± 1,5	4,0–9,0
<b>Variables diastoliques du SIV à la base<sup>‡</sup></b>		
Onde E à la base (cm/s)	5,8 ± 2,0	3,5–9,9
Onde A à la base (cm/s)	3,7 ± 1,0	2,3–5,6
Rapport E/A à la base	1,6 ± 0,4	1,2–2,6
<b>Fréquence cardiaque (battements/minute)</b>	203 ± 22	157–253

\* Mesures réalisées chez 33 chats sans fusion E et A.

<sup>†</sup> Mesures réalisées chez 19 chats sans fusion E et A.

<sup>‡</sup> P < 0,001 *versus* valeur basale correspondante.

<sup>§</sup> P < 0,05 *versus* valeur basale correspondante.

**Tableau 17.22 Variables TDI (mode bidimensionnel couleur) pour le mouvement radial de la paroi libre du ventricule gauche, mesurées chez 100 chats sains (âge =  $3,1 \pm 2,4$  ans [0,3–12,0]; poids corporel =  $4,6 \pm 1,2$  kg [1,0–8,0]) et dans les deux races prédominantes de cette population (Maine Coon et européenne)**

D'après Chetboul *et al.*, Am J Vet Res 2006

	Effet	Population totale (n = 100)		Chats Maine Coon (n = 51)			Chats européens (n = 31)		
		Moy. $\pm$ EC	Min–Max	Moy. $\pm$ EC	Min–Max	IR	Moy. $\pm$ EC	Min–Max	IR
<b>Variabiles systoliques radiales et gradients</b>									
Onde S dans le sous-endocarde (cm/s)	Race et sexe (P < 0,05)	4,7 $\pm$ 1,1	3,0–8,1	5,1 $\pm$ 1,1	3,3–8,8	2,8–7,3	4,4 $\pm$ 0,9	3,2–6,6	2,7–6,2
Onde S dans le sous-épicaarde (cm/s)	Race (P < 0,05)	2,5 $\pm$ 0,9	1,1–5,6	2,8 $\pm$ 0,9	1,2–5,6	1,0–4,6	2,2 $\pm$ 0,8	1,2–4,9	0,5–3,9
Gradient systolique endo-épicaardique (cm/s)	Âge (P < 0,05)	2,2 $\pm$ 0,7	0,8–3,6	2,3 $\pm$ 0,8	1,0–4,3	0,7–3,9	2,2 $\pm$ 0,6	1,1–3,8	1,1–3,4
<b>Variabiles diastoliques radiales et gradients*</b>									
Onde E dans le sous-endocarde (cm/s)	Race (P < 0,001)	5,7 $\pm$ 1,5	3,5–10,8	5,9 $\pm$ 1,4	3,9–10,4	3,0–8,8	5,1 $\pm$ 1,0	3,5–7,0	3,0–7,1
Onde E dans le sous-épicaarde (cm/s)	Absent	2,4 $\pm$ 1,0	0,5–4,3	2,7 $\pm$ 1,0	0,5–5,6	0,7–4,6	1,9 $\pm$ 0,7	0,8–4,0	0,5–3,4
Onde A dans le sous-endocarde (cm/s)	Absent	3,0 $\pm$ 1,0	0,9–5,0	3,0 $\pm$ 1,0	1,3–5,0	1,1–5,0	3,0 $\pm$ 0,9	1,2–4,6	1,2–4,8
Onde A dans le sous-épicaarde (cm/s)	Race (P < 0,05)	1,2 $\pm$ 0,6	0,2–3,2	1,3 $\pm$ 0,6	0,3–2,8	NE	1,0 $\pm$ 0,6	0,2–2,2	NE
Rapport E/A dans le sous-endocarde	Race (P = 0,01)	2,1 $\pm$ 1,2	1,1–10,2	2,2 $\pm$ 0,9	1,1–4,5	NE	1,8 $\pm$ 0,6	1,2–4,2	NE
Rapport E/A dans le sous-épicaarde	Absent	2,5 $\pm$ 1,8	1,0–13,0	2,4 $\pm$ 1,9	1,0–13,0	NE	2,3 $\pm$ 1,2	1,1–5,3	NE
Gradient protodiastolique endo-épicaardique (cm/s)	Race (P < 0,001)	3,3 $\pm$ 1,3	1,1–8,4	3,3 $\pm$ 1,1	1,1–6,2	1,0–5,5	3,2 $\pm$ 0,8	1,8–4,8	1,5–4,8
Gradient télédiastolique endo-épicaardique (cm/s)	Absent	1,8 $\pm$ 0,7	0,2–3,5	1,7 $\pm$ 0,8	0,2–3,4	0,2–3,2	2,0 $\pm$ 0,6	0,8–3,5	0,8–3,1
<b>Intervalles de temps</b>									
TCIV dans le sous-endocarde (ms)	Race (P = 0,01)	40 $\pm$ 10	24–73	38 $\pm$ 9	24–64	20–57	41 $\pm$ 7	28–54	27–54
TCIV dans le sous-épicaarde (ms)	Race (P = 0,01)	40 $\pm$ 10	24–73	38 $\pm$ 9	24–64	20–57	41 $\pm$ 7	28–54	27–54
TRIV dans le sous-endocarde (ms)	Age (P < 0,05)	45 $\pm$ 10	21–75	45 $\pm$ 9	28–71	27–64	48 $\pm$ 12	21–75	24–72
TRIV dans le sous-épicaarde (ms)	Absent	45 $\pm$ 10	21–75	45 $\pm$ 9	28–71	27–64	48 $\pm$ 12	21–75	24–72
<b>Fréquence cardiaque (battements/minute)</b>	Absent	174 $\pm$ 25	122–242	172 $\pm$ 24	123–226	125–219	175 $\pm$ 17	139–210	142–208

EC : écart-type; IR : intervalle de référence; Max : valeur maximale; Min : valeur minimale; Moy. : valeur moyenne; NE : non évalué en raison du faible nombre de chats ou d'une distribution non gaussienne de la variable correspondante; TCIV : temps de contraction isovolumique; TRIV : temps de relaxation isovolumique.

\* Mesures obtenues chez 92 chats de races différentes ayant des ondes E et A distinctes, incluant 44 chats de race Maine Coon et 31 chats européens.

**Tableau 17.23 Variables TDI (mode bidimensionnel couleur) pour le mouvement longitudinal de l'anneau mitral et de la paroi libre du ventricule gauche mesurées chez 100 chats sains (âge =  $3,1 \pm 2,4$  ans [0,3–12,0]; poids corporel =  $4,6 \pm 1,2$  kg [1,0–8,0]) et dans les deux races prédominantes de cette population (Maine Coon et européenne)**

D'après Chetboul *et al.*, Am J Vet Res 2006

Variable	Effet	Population totale (n = 100)		Chats Maine Coon (n = 51)			Chats européens (n = 31)		
		Moy. ± EC	Min–Max	Moy. ± EC	Min–Max	IR	Moy. ± EC	Min–Max	IR
<b>Vitesses systoliques longitudinales et gradients</b>									
<i>Onde S (cm/s)</i>									
Anneau	Absent	4,4 ± 1,3	2,2–8,4	4,8 ± 1,4	2,4–8,4	2,0–7,7	3,9 ± 1,0	2,2–6,7	1,9–5,9
Base	Absent	4,5 ± 1,2	2,4–8,4	4,8 ± 1,3	2,4–8,4	2,1–7,4	4,1 ± 1,0	2,5–6,0	2,1–6,2
Apex	Absent	1,7 ± 0,9	0,2–4,5	1,9 ± 1,1	0,1–4,5	0,0–4,0	1,5 ± 0,5	0,8–3,0	0,5–2,6
<i>Gradient base–apex (cm/s)</i>	Absent	2,7 ± 0,8	1,2–5,5	2,9 ± 0,9	1,3–5,5	1,1–4,6	2,6 ± 0,7	1,2–4,0	1,3–3,9
<b>Vitesses diastoliques longitudinales et gradients *</b>									
<i>Onde E (cm/s)</i>									
Anneau	Absent	5,5 ± 1,6	2,6–10,2	5,5 ± 1,6	2,6–9,9	2,4–8,7	5,3 ± 1,7	3,0–10,2	1,8–8,7
Base	Absent	5,8 ± 1,6	2,8–9,9	5,6 ± 1,5	2,8–9,9	2,6–8,7	5,7 ± 1,9	3,2–9,8	2,0–9,5
Apex	Poids <sup>§</sup>	2,7 ± 1,2	0,5–5,6	2,6 ± 1,2	0,5–5,6	0,2–5,0	2,7 ± 1,2	0,5–5,6	0,3–5,1
<i>Onde A (cm/s)</i>									
Anneau	Absent	2,9 ± 1,3	0,3–5,8	3,2 ± 1,3	0,9–5,5	0,7–5,7	2,6 ± 1,5	0,3–5,8	0,0–5,5
Base	Absent	2,9 ± 1,0	1,1–5,5	3,1 ± 1,0	1,3–5,5	1,1–5,2	2,9 ± 1,1	1,3–4,7	0,7–5,0
Apex	Poids <sup>§</sup>	0,8 ± 0,6	0,2–3,7	1,0 ± 0,6	0,2–3,7	0,0–2,3	0,7 ± 0,5	0,2–1,9	0,0–1,7
<i>Rapport E/A</i>									
Anneau	Absent	2,2 ± 1,1	1,0–6,6	1,9 ± 0,7	1,0–4,6	NE	2,5 ± 1,5	1,0–6,6	NE
Base	Race <sup>§</sup>	2,2 ± 0,9	1,1–5,8	1,9 ± 0,7	1,1–4,5	NE	2,2 ± 1,0	1,4–5,8	NE
Apex	Race <sup>§</sup>	4,3 ± 3,0	1,1–17,5	3,2 ± 2,0	1,1–11,0	NE	5,0 ± 3,9	1,4–17,5	NE
<i>Gradient base–apex protodiastolique (cm/s)</i>	Race <sup>§</sup>	3,1 ± 1,4	0,3–7,3	3,0 ± 1,4	1,0–6,4	0,3–5,8	3,1 ± 1,5	0,3–7,3	0,0–6,1
<i>Gradient base–apex télédiastolique (cm/s)</i>	Absent	2,1 ± 0,9	0,2–4,4	2,2 ± 0,9	0,5–4,4	0,3–4,0	2,1 ± 1,0	0,2–4,3	0,0–4,2
<b>Intervalles de temps (ms)</b>									
<i>TCIV à la base</i>	Absent	36 ± 9	21–71	37 ± 10	21–71	17–56	36 ± 8	21–52	19–52
<i>TCIV à l'apex</i>	Absent	36 ± 9	21–71	37 ± 10	21–71	17–56	36 ± 8	21–52	19–52
<i>TRIV à la base</i>	Absent	55 ± 12	28–90	54 ± 11	36–88	33–75	58 ± 12	39–90	33–82
<i>TRIV à l'apex</i>	Absent	55 ± 12	28–90	54 ± 11	36–88	33–75	58 ± 12	39–90	33–82
<b>Fréquence cardiaque (battements/minute)</b>	Race <sup>†</sup>	173 ± 28	105–253	170 ± 27	125–250	116–225	173 ± 20	105–212	134–212

EC : écart-type; IR : intervalle de référence; Max : valeur maximale; Min : valeur minimale; Moy. : valeur moyenne; NE : non évalué en raison du faible nombre de chats ou d'une distribution non gaussienne de la variable correspondante; TCIV : temps de contraction isovolémique; TRIV : temps de relaxation isovolémique.

\* Mesures obtenues chez 90 chats de races différentes ayant des ondes E et A distinctes, incluant 46 chats de race Maine Coon et 31 chats européens.

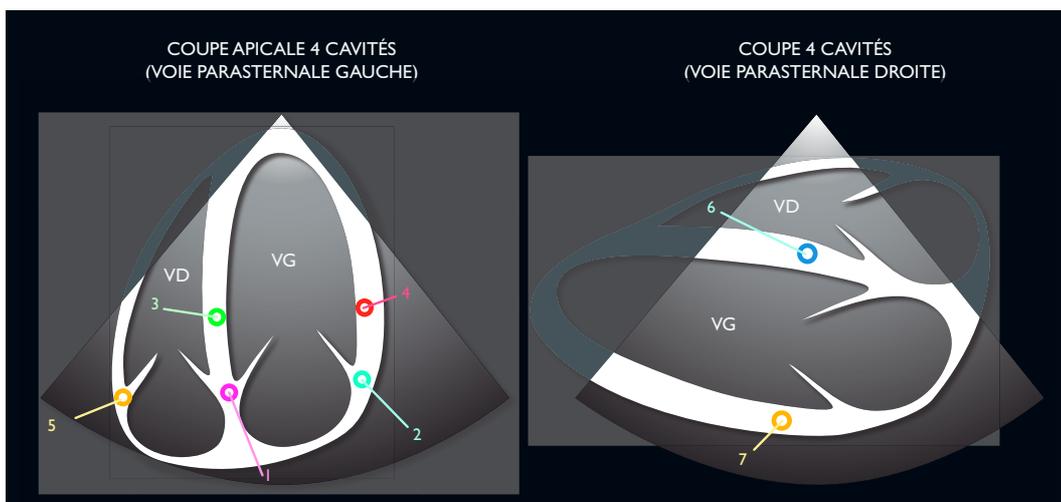
<sup>†</sup> Effet significatif (P = 0,01).

<sup>§</sup> Effet significatif (P < 0,05).

**Tableau 17.24** Variables (moyenne  $\pm$  écart-type) mesurées en mode TDI pulsé (figure 17.2) chez 25 chats sains (âge =  $6,0 \pm 3,5$  ans; poids corporel =  $4,6 \pm 0,8$  kg)  
D'après Koffas *et al.*, J Vet Intern Med 2006

Variable	Coupe apicale 4 cavités, voie parasternale gauche (mouvement longitudinal)					Coupe 4 cavités, voie parasternale droite (mouvement radial)	
	Anneau mitral SIV	Anneau mitral PLVG	SIV	PLVG	Anneau tricuspide	SIV	PLVG
<b>Onde protodiastolique E'</b>							
E' (cm/s)	6,4 $\pm$ 1,8	8,4 $\pm$ 2,6	6,8 $\pm$ 1,9	9,3 $\pm$ 2,1	9,8 $\pm$ 2,3	5,2 $\pm$ 1,7	5,6 $\pm$ 1,6
E' dur (ms)	88 $\pm$ 11	84 $\pm$ 16	78 $\pm$ 14	81 $\pm$ 13	122 $\pm$ 20	87 $\pm$ 28	80 $\pm$ 20
E' acc (cm/s <sup>2</sup> )	179 $\pm$ 58	240 $\pm$ 75	206 $\pm$ 78	317 $\pm$ 82	203 $\pm$ 63	147 $\pm$ 59	186 $\pm$ 63
tE' acc (ms)	38 $\pm$ 8	36 $\pm$ 6	36 $\pm$ 8	31 $\pm$ 6	50 $\pm$ 9	48 $\pm$ 18	34 $\pm$ 9
E' dec (cm/s <sup>2</sup> )	128 $\pm$ 41	190 $\pm$ 88	169 $\pm$ 68	192 $\pm$ 66	140 $\pm$ 44	147 $\pm$ 63	135 $\pm$ 47
tE' dec (ms)	51 $\pm$ 7	48 $\pm$ 12	44 $\pm$ 11	54 $\pm$ 19	72 $\pm$ 18	43 $\pm$ 11	47 $\pm$ 16
<b>Onde télédiastolique A'</b>							
A' (cm/s)	6,6 $\pm$ 2,4	6,2 $\pm$ 2,4	6,2 $\pm$ 1,6	5,4 $\pm$ 1,9	10,3 $\pm$ 3,6	5,3 $\pm$ 2,2	5,6 $\pm$ 1,8
<b>Rapport E'/A'</b>	1,0 $\pm$ 0,3	1,5 $\pm$ 0,6	1,2 $\pm$ 0,4	1,9 $\pm$ 0,6	1,0 $\pm$ 0,4	1,2 $\pm$ 0,6	1,1 $\pm$ 0,4
<b>Onde systolique S'</b>							
Se' (cm/s)	7,0 $\pm$ 1,8	7,1 $\pm$ 2,3	6,2 $\pm$ 1,5	6,3 $\pm$ 1,9	12,2 $\pm$ 6,1	5,7 $\pm$ 1,3	6,2 $\pm$ 1,3
Se' acc (cm/s <sup>2</sup> )	290 $\pm$ 110	310 $\pm$ 128	225 $\pm$ 78	256 $\pm$ 68	303 $\pm$ 102	207 $\pm$ 75	216 $\pm$ 67
tSe' acc (ms)	27 $\pm$ 5	24 $\pm$ 4	29 $\pm$ 5	27 $\pm$ 9	35 $\pm$ 5	30 $\pm$ 8	31 $\pm$ 8
Sl' (cm/s)	4,7 $\pm$ 1,3	4,2 $\pm$ 1,0	4,8 $\pm$ 1,4	3,8 $\pm$ 1,0	6,6 $\pm$ 2,2	3,2 $\pm$ 0,7	4,0 $\pm$ 1,4
<b>Intervalles de temps</b>							
TCIV (ms)	36 $\pm$ 14	49 $\pm$ 17	36 $\pm$ 13	46 $\pm$ 19	28 $\pm$ 6	39 $\pm$ 24	50 $\pm$ 15
TRIV (ms)	61 $\pm$ 13	54 $\pm$ 11	61 $\pm$ 15	57 $\pm$ 10	53 $\pm$ 19	67 $\pm$ 25	61 $\pm$ 16
<b>Fréquence cardiaque (battements/minute)</b>	150 $\pm$ 26						

A' : vitesse maximale en fin de diastole; anneau mitral SIV et PLVG : anneau mitral respectivement septal et latéral; E' : vitesse maximale en début de diastole; E' acc : accélération de l'onde E'; E' dec : décélération de l'onde E'; E' dur : durée de l'onde E'; PLVG : paroi libre du ventricule gauche au niveau des cordages tendineux; SIV : septum interventriculaire au niveau des cordages tendineux; TCIV : temps de contraction isovolumique; tE' acc : temps d'accélération de l'onde E'; tE' dec : temps de décélération de l'onde E'; TRIV : temps de relaxation isovolumique; tSe' acc : temps d'accélération de l'onde Se'; Se' : vitesse maximale en début de systole; Se' acc : accélération de l'onde Se'; Sl' : vitesse maximale en fin de systole.



**Figure 17.2** Annexe du tableau 17.24. Position des sites de mesure utilisés par Koffas *et al.* (J Vet Intern Med 2006) pour l'examen Doppler tissulaire (TDI) en mode pulsé. 1 et 2 : anneau mitral septal et latéral, respectivement. 3 et 4 : couche sous-endocardique respectivement du septum interventriculaire et de la paroi libre du ventricule gauche au niveau des cordages tendineux. 5 : anneau tricuspide. 6 et 7 : milieu du septum interventriculaire et de la paroi libre du ventricule gauche au niveau des cordages tendineux. VD : ventricule droit; VG : ventricule gauche.

**Tableau 17.25** Variables TDI droites mesurées à l'anneau tricuspide en mode TDI bidimensionnel couleur chez 50 chats sains (âge médian = 4 ans [3 mois–19 ans]; poids corporel =  $4,5 \pm 1,7$  kg) à partir de la coupe apicale 4 cavités centrée sur les cavités droites  
D'après Disatian *et al.*, J Vet Intern Med 2007

Variables	Moyenne ± écart-type
<b>Variables TDI à l'anneau tricuspide</b>	
E (cm/s)*	$7,6 \pm 2,6$
A (cm/s)*	$9,4 \pm 2,9$
Rapport E/A*	$0,9 \pm 0,3$
S (cm/s)	$9,5 \pm 2,6$
Temps d'éjection régionale (TE, ms)	$131 \pm 26$
Décélération de E (cm/s <sup>2</sup> )	$3,3 \pm 1,3$
Temps de relaxation isovolumique (TRIV, ms)	$47 \pm 13$
Temps de contraction isovolumique (TCIV, ms)	$31 \pm 13$
Index de performance myocardique (TCIV + TRIV)/TE	$0,6 \pm 0,2$
<b>Fréquence cardiaque (battements/minute)</b>	$191 \pm 31$

A : vitesse annulaire maximale mesurée en fin de diastole; E : vitesse annulaire maximale mesurée en début de diastole; S : vitesse annulaire maximale mesurée en systole.

\* Mesures réalisées chez 41 chats avec ondes E et A distinctes.

## Speckle tracking imaging chez le chat

**Tableau 17.26** Valeurs maximales de *strain*, de *strain rate*, de déplacement et de vitesses systoliques, mesurées par *speckle tracking imaging* pour le mouvement longitudinal de la paroi libre du ventricule gauche et du septum interventriculaire, chez 30 chats sains (âge = 36,0 ± 33,4 mois; poids corporel = 4,1 ± 0,9 kg)  
D'après Silva *et al.*, Res Vet Sci 2013

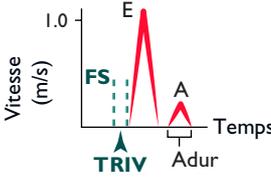
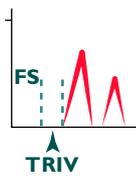
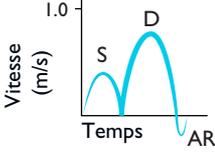
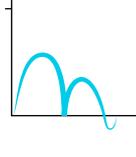
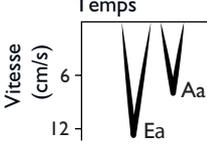
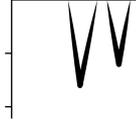
Variabes	Segment	Moyenne ± écart-type
Strain longitudinal (%)	Apic Lat	- 15,2 ± 4,8
	Med Lat	- 14,6 ± 4,9
	Bas Lat	- 15,6 ± 6,2
	Apic Sep	- 14,9 ± 5,1
	Med Sep	- 15,2 ± 4,5
	Bas Sep	- 18,6 ± 6,1
	Moyenne globale	- 15,7 ± 5,5
Strain rate longitudinal (s <sup>-1</sup> )	Apic Lat	- 1,7 ± 0,5
	Med Lat	- 1,7 ± 0,6
	Bas Lat	- 1,9 ± 0,6
	Apic Sep	- 1,7 ± 0,6
	Med Sep	- 1,7 ± 0,5
	Bas Sep	- 2,0 ± 0,6
	Moyenne globale	- 1,8 ± 0,6
Déplacement longitudinal (mm)	Apic Lat	0,7 ± 0,3
	Med Lat	1,3 ± 0,4
	Bas Lat	2,0 ± 0,7
	Apic Sep	0,4 ± 0,2
	Med Sep	1,1 ± 0,4
	Bas Sep	2,1 ± 0,7
	Moyenne globale	1,3 ± 0,8
Vitesse longitudinale (cm/s)	Apic Lat	0,7 ± 0,3
	Med Lat	1,4 ± 0,4
	Bas Lat	2,2 ± 0,7
	Apic Sep	0,4 ± 0,2
	Med Sep	1,3 ± 0,4
	Bas Sep	2,3 ± 0,8
	Moyenne Globale	1,4 ± 0,9

Apic : segment apical; Bas : segment basal; Lat : de la paroi libre du ventricule gauche; Med : segment median; Sep : du septum interventriculaire.

**Tableau 17.27** Valeurs maximales de *strain* et *strain rate* radiales et circonférentielles du ventricule gauche mesurées par *speckle tracking imaging* chez 16 chats sains (âge = 40,6 ± 40,1 mois; poids corporel = 4,1 ± 1,1 kg)  
D'après Takano *et al.*, J Vet Med Sci 2015

	Moyenne ± écart-type
<b>Déformation radiale</b>	
Strain radial (%)	47,1 ± 13,2
Strain rate radial systolique (s <sup>-1</sup> )	3,6 ± 0,5
Strain rate radial au début de la diastole (s <sup>-1</sup> )	- 3,7 ± 0,8
<b>Déformation circonférentielle</b>	
Strain circonférentiel (%)	- 24,4 ± 4,6
Strain rate circonférentiel systolique (s <sup>-1</sup> )	- 3,4 ± 0,6
Strain rate circonférentiel au début de la diastole (s <sup>-1</sup> )	4,5 ± 1,4

## Récapitulatif des variables diastoliques chez le chat sain analysées par Doppler pulsé conventionnel et par Doppler tissulaire en mode pulsé (figure 17.3)

	Fonction "super-normale"	Fonction normale
Flux transmitral (mode Doppler pulsé)	<p>TRIV &lt; 34 ms E/A &gt; 2,0</p> 	<p>TRIV = 34-60 ms E/A = 1,0-2,0</p> 
Flux veineux pulmonaire (mode Doppler pulsé)	<p>Flux dominant diastolique Adur/ARdur &gt; 1,0</p> 	<p>Flux dominant systolique Adur/ARdur &gt; 1,0</p> 
Doppler tissulaire (mode Doppler pulsé ; anneau mitral latéral)	<p>Ea &gt; 6 cm/s E/Ea &lt; 12</p> 	<p>Ea &gt; 6 cm/s E/Ea &lt; 12</p> 

**Figure 17.3** Aspect normal et «super-normal» (chez les chats jeunes) du flux diastolique transmitral et du flux veineux pulmonaire analysés en mode Doppler pulsé ainsi que des vitesses de l'anneau mitral latéral mesurées en mode Doppler tissulaire (TDI) pulsé. Adapté d'après Schober et Chetboul (J Vet Cardiol 2015) et Chetboul *et al.* (Am J Vet Res 2006).

A : onde télédiastolique mitrale (m/s); Adur : durée de l'onde A mitrale (ms); ARdur : durée de l'onde AR du flux veineux pulmonaire (ms); E : onde protodiastolique mitrale (m/s); Ea et Aa : pics de vitesses de l'anneau mitral latéral respectivement en protodiastole et télédiastole (cm/s); FS : fin de l'éjection systolique; S et D : ondes respectivement systolique et diastolique du flux veineux pulmonaire (m/s); TRIV : temps de relaxation isovolumique (ms).

NB : la valeur minimale de TRIV est variable selon les auteurs (34 à 37 ms toutes races confondues) et la fréquence cardiaque. Elle est plus basse encore dans le cas particulier du Sphynx (28 ms selon Chetboul *et al.*, J Vet Cardiol 2012).

## Bibliographie conseillée

- Abbott JA, MacLean HN. Two-dimensional echocardiographic assessment of the feline left atrium. *J Vet Intern Med* 2006; 20 : 111–9.
- Allen DG. Echocardiographic study of the anesthetized cat. *Can J Comp Med* 1982; 46 : 115–22.
- Brown DJ, Rush JE, MacGregor J, et al. M-mode echocardiographic ratio indices in normal dogs, cats, and horses : a novel quantitative method. *J Vet Intern Med* 2003; 17 : 653–62.
- Chetboul V, Carlos Sampedrano C, Tissier R, et al. Quantitative assessment of velocities of the annulus of the left atrioventricular valve and left ventricular free wall in healthy cats by use of two-dimensional color tissue Doppler imaging. *Am J Vet Res* 2006; 67 : 250–8.
- Chetboul V, Petit A, Gouni V, et al. Prospective echocardiographic and tissue Doppler screening of a large Sphynx cat population : reference ranges, heart disease prevalence and genetic aspects. *J Vet Cardiol* 2012; 14 : 497–509.
- Disatian S, Bright JM, Boon J. Association of age and heart rate with pulsed-wave Doppler measurements in healthy, non sedated cats. *J Vet Intern Med* 2008; 22 : 351–6.
- Disatian S, Bright JM, Boon J. The effects of age and heart rate on tricuspid annular motion velocities in healthy nonsedated cats. *J Vet Intern Med* 2007; 21 : 731–6.
- Drourr L, Lefbom BK, Rosenthal SL, et al. Measurement of M-mode echocardiographic parameters in healthy adult Maine Coon cats. *J Am Vet Med Assoc* 2005; 226 : 734–7.
- Fox PR, Bond BR, Peterson ME. Echocardiographic reference values in healthy cats sedated with ketamine hydrochloride. *Am J Vet Res* 1985; 46 : 1479–84.
- Fox PR, Liu SK, Maron BJ. Echocardiographic assessment of spontaneously occurring feline hypertrophic cardiomyopathy. An animal model of human disease. *Circulation* 1995; 92 : 2645–51.
- Jacobs G, Knight DH. M-mode echocardiographic measurements in nonanesthetized healthy cats : effects of body weight, heart rate, and other variables. *Am J Vet Res* 1985a; 46 : 1705–11.
- Jacobs G, Knight DH. Change in M-mode echocardiography in cats given ketamine. *Am J Vet Res* 1985b; 46 : 1712–3.
- Koffas H, Dukes-McEwan J, Corcoran BM, et al. Pulsed tissue Doppler imaging in normal cats and cats with hypertrophic cardiomyopathy. *J Vet Intern Med* 2006; 20 : 65–77.
- Litster AL, Buchanan JW. Radiographic and echocardiographic measurement of the heart in obese cats. *Vet Radiol Ultrasound* 2000; 41 : 320–5.
- Moise NS, Dietze AE, Mezza LE, et al. Echocardiography, electrocardiography, and radiography in cats with dilatation cardiomyopathy, hypertrophic cardiomyopathy, and hyperthyroidism. *Am J Vet Res* 1986; 47 : 1476–86.
- Pipers FS, Hamlin RL. Clinical use of echocardiography in the domestic cat. *J Am Vet Med Assoc* 1980; 176 : 57–61.
- Sahn DJ, DeMaria A, Kisslo J, et al. Recommendations regarding quantitation in M-mode echocardiography : results of a survey of echocardiographic measurements. *Circulation* 1978; 58 : 1072–83.
- Santilli RA, Bussadori C. Doppler echocardiographic study of left ventricular diastole in non-anesthetized healthy cats. *Vet J* 1998; 156 : 203–15.
- Schille S, Skrodzki M. M-mode echocardiographic reference values in cats in the first three months of life. *Vet Radiol Ultrasound* 1999; 40 : 491–500.
- Silva AC, Muzzi RAL, Oberlender G, et al. Longitudinal strain and strain rate by two-dimensional speckle tracking in non-sedated healthy cats. *Res Vet Sci* 2013; 95 : 1175–80.
- Schober K, Chetboul V. Echocardiographic evaluation of left ventricular diastolic function in cats : hemodynamic determinants and pattern recognition. *J Vet Cardiol* 2015; 17 (Suppl 1) : S102–33.
- Schober KE, Maerz I. Assessment of left atrial appendage flow velocity and its relation to spontaneous echocardiographic contrast in 89 cats with myocardial disease. *J Vet Intern Med* 2006; 20 : 120–30.
- Schober KE, Maerz I. Doppler echocardiographic assessment of left atrial appendage flow velocities in normal cats. *J Vet Cardiol* 2005; 7 : 15–25.
- Takano H, Isogai T, Aoki T, et al. Feasibility of radial and circumferential strain analysis using 2D speckle tracking echocardiography in cats. *J Vet Med Sci* 2015; 77 : 193–201.
- Ward JL, Schober KE, Fuentes VL, et al. Effects of sedation on echocardiographic variables of left atrial and left ventricular function in healthy cats. *J Feline Med Surg* 2012; 14 : 678–85.

