

# AutoStrain VG/VD/OG – mesure automatique de Strain

Verena Roediger, PhD, Chef Produit, TOMTEC

## Vue d'ensemble

La déformation longitudinale globale (GLS) mesurée par échocardiographie est de plus en plus reconnue comme une technique plus efficace que la fraction d'éjection classique (FE) pour détecter les changements subtils dans la fonction du ventricule gauche (VG) et pour prédire les évolutions thérapeutiques.<sup>1,2</sup> C'est particulièrement important pour surveiller les patients en oncologie qui subissent une chimiothérapie et permettre d'ajuster le traitement. Il est également important que cette mesure du GLS se fasse de manière rapide et reproductible directement sur le système à ultrasons afin qu'elle puisse être appliquée à la pratique clinique quotidienne.

TOMTEC fournit depuis longtemps des mesures de déformations à l'aide de ses applications logicielles, qui sont bien reconnues et acceptées par les utilisateurs cliniques et qui s'appuient sur des centaines de publications de revues. AutoStrain est la première application TOMTEC intégrée aux échographes Philips EPIQ CVx. L'AutoStrain, équipé de la reconnaissance automatique des incidences, le placement automatique du contour et le suivi du speckle, permet une mesure GLS robuste et reproductible à un seul clic, ce qui en fait un outil efficace pour une utilisation clinique quotidienne.

Imagerie de déformation pour évaluer l'oreillette gauche (OG) et le ventricule droit (VD) est un nouveau domaine clinique. AutoStrain OG et AutoStrain VD suivent les recommandations du Groupe de travail sur le STRAIN.<sup>3</sup> Grâce à son flux de travail rapide et facile, AutoStrain met à disposition les mesures suivantes pour la pratique clinique de routine.

# Automation

L'application AutoStrain utilise 2 technologies d'automatisations : Reconnaissance automatique des vues (incidences) et le contour automatique de la ROI. La mise en œuvre de ces outils d'automatisation permet un flux de travail simple et rapide pour des mesures du GLS robustes et reproductibles. L'utilisateur conserve la possibilité d'éditer et d'outrepasser l'automatisation pour assurer une bonne pratique clinique.

## Reconnaissance automatique des vues

La reconnaissance automatique de la vue identifie automatiquement quelle boucle sélectionnée est une vue apicale 4 chambres (A4C), une vue apicale 2 chambres (A2C) et une vue 3 chambres apicales (A3C), et assigne automatiquement les libellés aux images sélectionnées. Le libellé est représentée sur l'image sous la forme d'une superposition schématique, comme illustré (Figure 1). L'algorithme a été validé sur plus de 6 000 images cliniques avec un taux de réussite de 99%. Cela signifie que seulement 1 cas sur 100 nécessitera une intervention manuelle.

## Contour automatique de la ROI

Un module de détection de contour spécialisé pour la vue apicale respective est appliqué à chacune des trois séquences et fonctionne en trois étapes. Tout d'abord, un cycle R-R complet - du début de la fin de diastole (ED) à la fin de ED - est sélectionné dans chaque boucles. Deuxièmement, dans la trame de départ du ED de ce cycle, le ventricule gauche (LV) est automatiquement localisé. Troisièmement, un modèle de contour endocarde déformable spécifique à la vision est aligné sur le contenu de chaque image (Figure 2). La même approche est appliquée pour le placement automatique du contour VD alors que le contour OG initial est placé en fin systolique (ES). (figures 3 et 4).

## Speckle tracking

Une fois que la bordure endocarde est automatiquement placée en fin diastolique (VG, VD) ou en fin systolique (OG), il suit le mouvement cardiaque en suivant les Speckles sur l'ensemble du cycle cardiaque.

Dans les items "Révision de suivi" et "Analyse", l'utilisateur dispose de toutes les mesures affichées avec les bordures ED et ES à côté d'un affichage dynamique de toutes les vues pour vérifier facilement que les bordures sont correctement placées et suivies. Si l'édition des bordures est nécessaire, il est fortement recommandé de commencer l'édition dans ED. L'édition de la bordure dans ED déclenche un nouveau suivi des Speckles de la bordure endocarde tout au long du cycle cardiaque. Lors de l'édition de la bordure ES, les modifications sont propagées aux trames voisines, mais la bordure ED n'est pas modifiée.

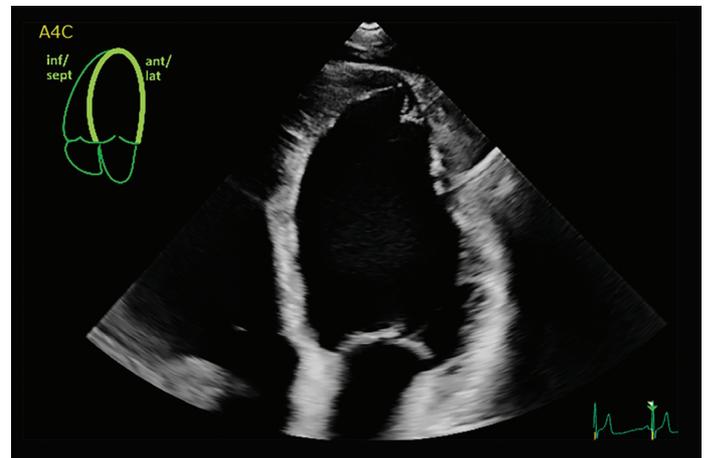


Figure 1 Libellé graphique en A4C sur l'image 2D.



Figure 2 Vue focus VG avec contour automatique.



Figure 3 Vue focus OG avec contour automatique.



Figure 4 Vue focus VD avec contour automatique.

# Mesures de Strain

## Ventricule Gauche (OG)

La déformation longitudinale est mesurée à la limite endocardique comme l'indique la ligne verte. La déformation de l'endocarde instantanée est visualisée par un code couleur près de la bordure endocardique.

Les valeurs de déformation segmentaire sont affichées sur un graphique en œil de bœuf 18 segments. L'utilisateur peut choisir entre l'affichage du Strain fin systolique (ESS) ou le Strain au pic systolique (PSS) dans les réglages. La différence entre ces deux mesures de déformation est illustrée à la figure 3a-b.

Les valeurs segmentaires peuvent également être affichées sur les trois images apicales. Le groupe de travail de l'ASE et de l'EACVI sur le Strain recommande l'affichage en ESS<sup>3</sup>, mais le PSS - la valeur maximale pendant la systole - a été établi à titre de paramètre de déclaration supplémentaire.

L'image ED est toujours la première image du cycle cardiaque sélectionné. Le point temporel de l'ES est automatiquement défini comme le point temporel de la contrainte maximale globale. Il peut être ajusté en fonction du temps de fermeture de la valve aortique (AVC) dans la disposition AVC.

GLS est calculé comme un raccourcissement global de la bordure endocardique. Elle est définie comme une valeur de crête et donc indépendante de l'AVC, comme le montre l'illustration. (Figure 5).

## Ventricule Droit (VD)

Basé sur la déformation du contour de endocarde, on calcule la déformation longitudinale pour l'endocarde libre (RVFWSL), le contour global à 4 chambres (RV4CSL) et les trois segments de paroi libres.

## Oreillette Gauche (OG)

Le cycle cardiaque de l'OG se compose de trois phases : la phase réservoir de l'ED à l'ES, la phase conduction qui se termine juste avant la contraction auriculaire (AC) - également appelée phase PreA - et la phase de Contraction complète le cycle cardiaque. Les mesures de déformation LA sont visualisées sur Figure 6.

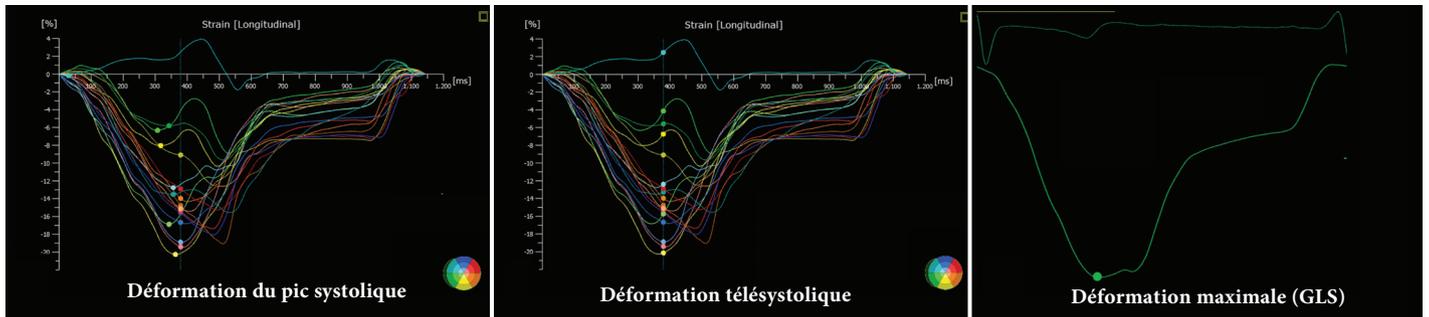


Figure 5 Courbes de déformation segmentaires et valeurs de déformation segmentaires affichées à la déformation systolique maximale et à la déformation systolique finale. GLS à la déformation maximale est visualisée avec la courbe de déformation globale.

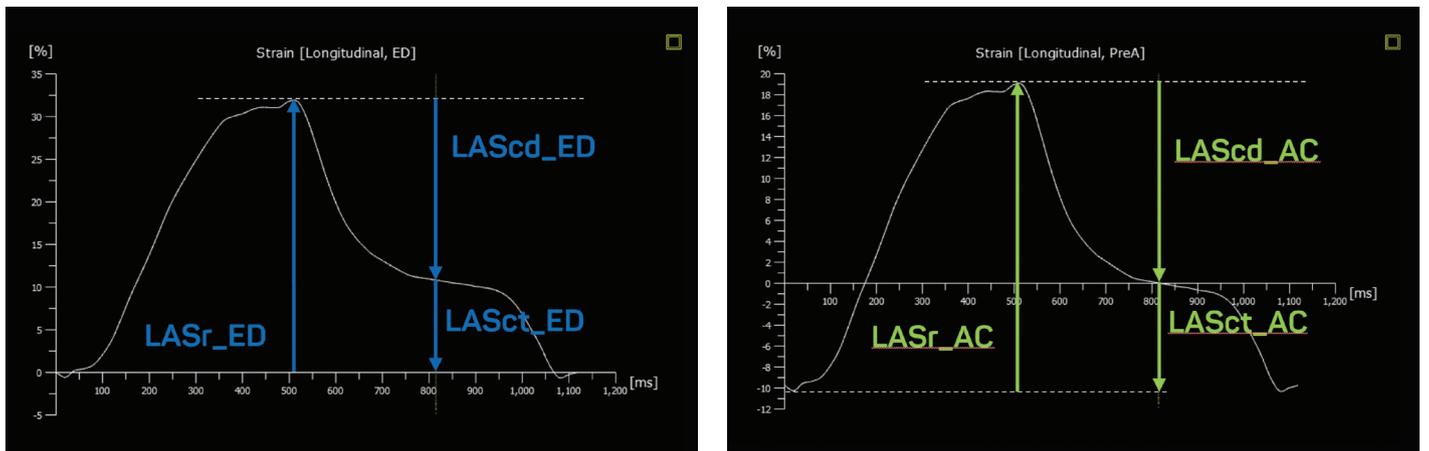
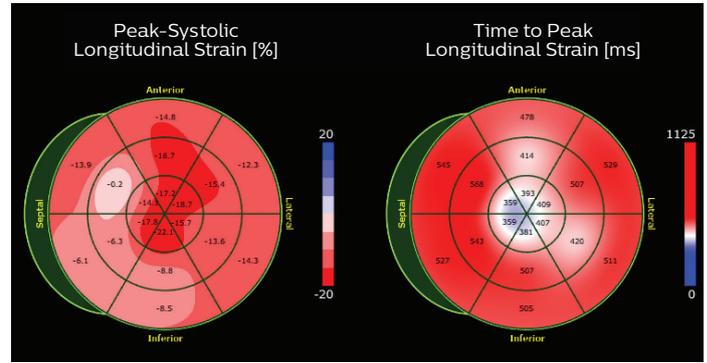


Figure 6 Quantification du Strain de l'OG avec une référence en fin de diastole (à gauche) et une référence en PreA (à droite) pour un Strain Reservoir (LASr), un Strain de Conduction (LAScd) et un Strain de contraction (LASct).

# Représentation en Oeil de Boeuf

La représentation en l'oeil en boeuf est une visualisation complète de tout le ventricule gauche d'après les vues A4C, A2C et A3C. L'AutoStrain montre la déformation longitudinale au pic systolique ou la déformation longitudinale fin systole et les temps aux pics des déformations segmentaires longitudinale dans deux graphiques en oeil de boeuf de 18 segments (**Figure 7**). Dans la représentation de l'oeil de boeuf des temps aux pics, le blanc représente le temps fin systolique (ES). Le Bleu signifie que les segments atteignent leur pic de déformation longitudinale avant ES, tandis que rouge signifie que les segments atteignent une tension minimale après ES.



**Figure 7** Représentations en oeil de boeuf de l'AutoStrain résumant les mesures de déformation des vues A4C, A2C et A3C.

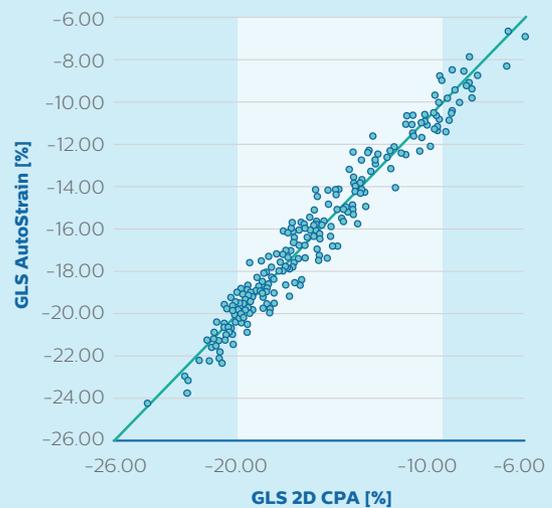
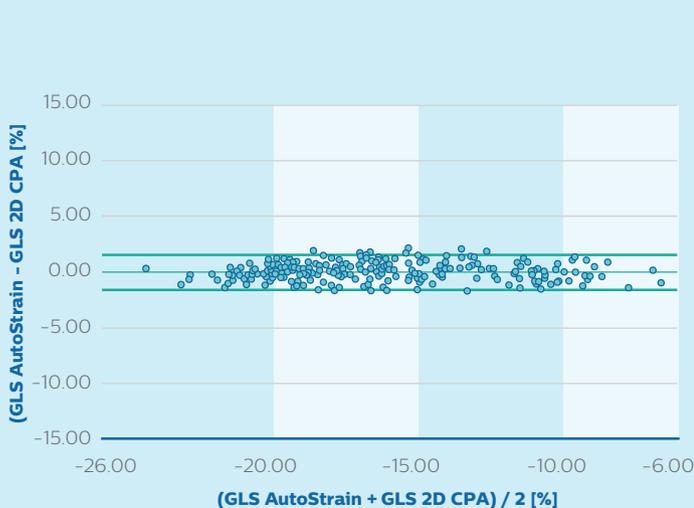
## Validation

La validation d'AutoStrain VG a été effectuée par rapport à l'application TOMTEC 2D CPA, avec 225 clips analysés avec 2D CPA et réévalués avec AutoStrain VG en utilisant des définitions de bordure cohérentes et des corrections manuelles si nécessaire dans les deux paquets, les résultats étant indiqués dans **Figure 8**.

Pour la validation AutoStrain OG, la déformation du réservoir OG avec cadre de référence à ED (LASr\_ED) a été comparée à la déformation 2D CPA en utilisant 71 clips. AutoStrain VD a été comparé avec la déformation longitudinale globale VD en apical 4 cavité (RV4CSL) dans 75 clips avec les mesures 2D CPA correspondantes. Les résultats sont présentés dans **Figure 9**.

Nombre d'échantillons d'essai	225
Moyenne des GLS avec 2D CPA	-16.18 %
Moyenne des GLS avec AutoStrain	-16.22 %
Distorsion	+0.03 %
Déviati on Standard	0.81 %
Limite d'accord	±1.59 %

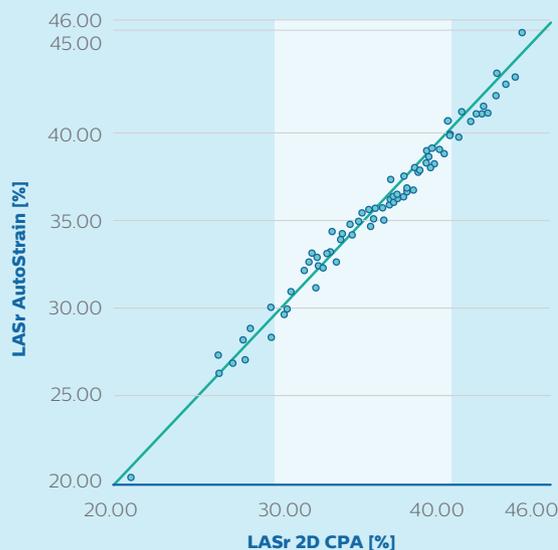
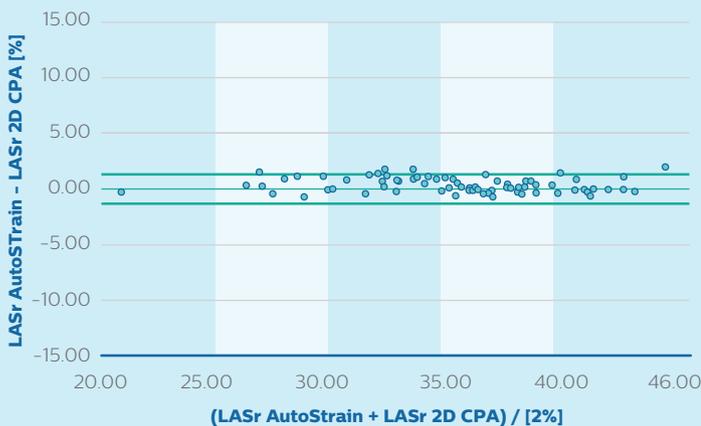
Pente de régression orthogonale	1.00
Régression orthogonale y interception	-0.01 %
Coefficient de corrélation	0.98



**Figure 8** Bland Altman et de diagramme de regression orthogonal en comparaison de l'AutoStrain et de Tomtec 2D CPA.

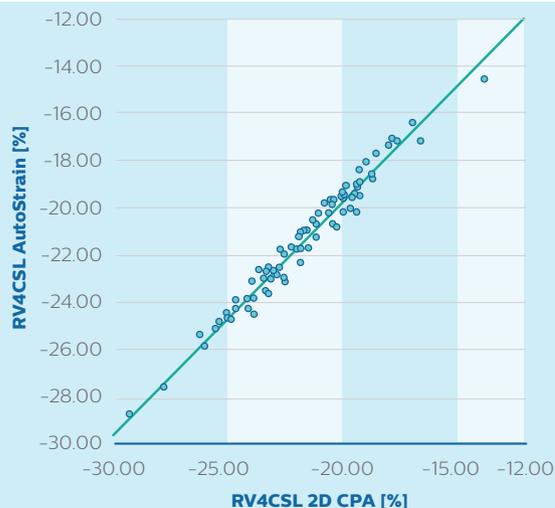
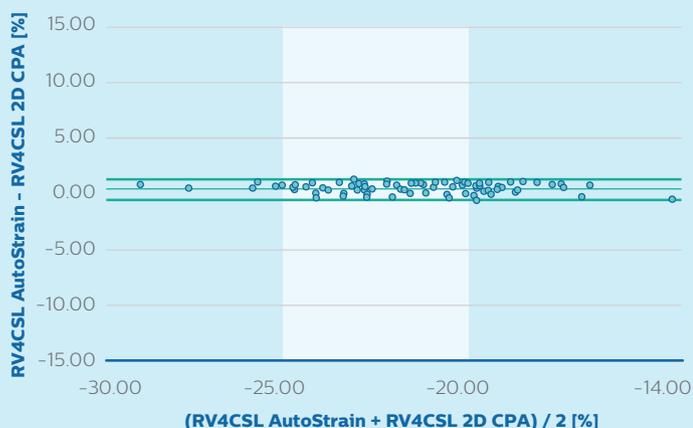
Moyenne LASr 2D CPA	35.56 %
Moyenne LASr AutoStrain	35.71 %
Distorsion	+0.16 %
Déviati on Standard	0.65 %
Limite d'accord	±1.27 %

Pente de régression orthogonale	0.98
Régression orthogonale y interception	0.80 %
Coefficient corrélation	0.99



Moyenne RV4CSL 2D CPA	-21.62 %
Moyenne RV4CSL AutoStrain	-21.33 %
Distorsion	+0.28 %
Déviati on standard	0.46 %
Limite d'accord	±0.91 %

Pente de régression orthogonale	0.98
Régression orthogonale y interception	-0.10 %
Coefficient corrélation	0.98



**Figure 9** Diagramme Bland Altman comparaison LASr\_ED ( haut) et RV4CSL ( bas) mesuré avec AutoStrain et Tomtec 2D CPA.

## Robustesse

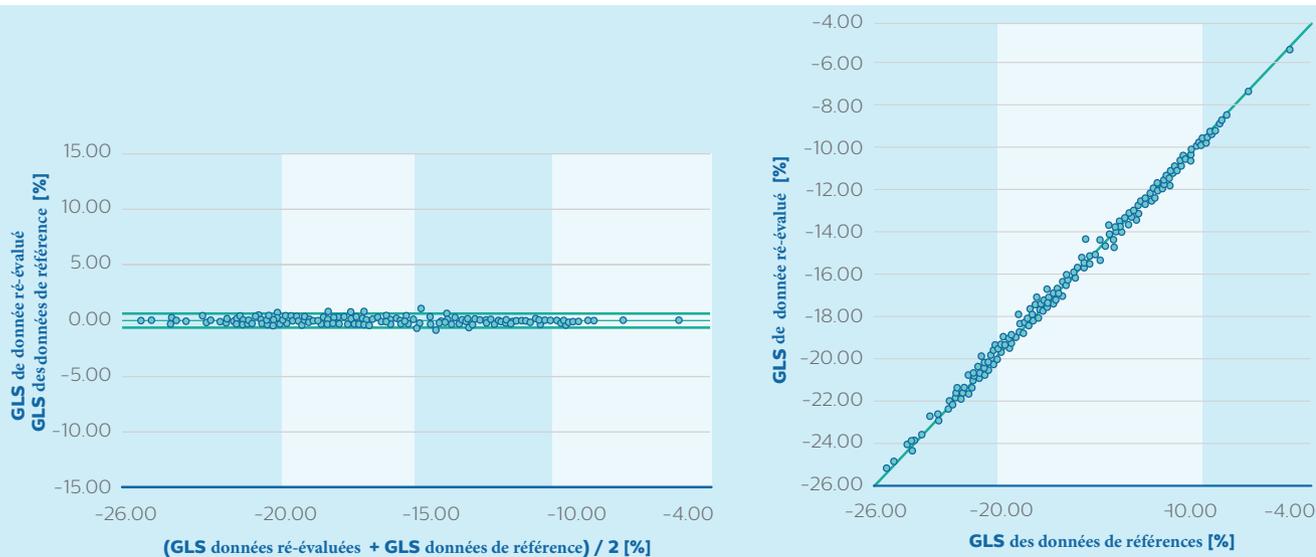
Comme la déformation du myocarde varie d'une région à l'autre, le GLS, en tant que mesure de la déformation du myocarde, montre une interdépendance avec le positionnement initial du contour.

Pour évaluer la reproductibilité du tracking de l'AutoStrain, l'influence des ajustements manuels du contour de l'endocarde initial a été évaluée.

Sur la base de 225 contours initiaux révisés par l'utilisateur, les raffinements manuels ont été simulés par une légère modification de toutes les positions originales des points de contour (à une distance de ±2 pixels). Ensuite, les mesures GLS obtenues ont été comparées aux valeurs initiales et les résultats ont été présentés dans le tableau suivant **Figure 10**.

Moyenne du GLS de point de référence	-16.42 %
Moyenne du GLS ré-évalué	-16.40 %
Distorsion	+0.02 %
Deviation standard	0.22 %
Limites d'accord	±0.44 %

Pente de régression orthogonale	1.00
Régression orthogonale y interception	-0.01 %
Coefficient de corrélation	0.98



**Figure 10** Bland Altman et diagramme de régression orthogonale montrant les variations du GLS, lorsque l'ED se situe dans une bande de ±2 pixels.

## Questions fréquemment posées

### Quelles sont les vues apicales à acquérir pour une acquisition optimale mesures de déformations du VG, OG et VD ?

Selon les recommandations de l'ASE pour la quantification des chambres cardiaque, les vues focalisées sur la VG, OG et VD doivent être acquises et utilisées pour les quantifications. Ainsi, la profondeur et l'angle doivent être ajustés pour montrer la taille maximale des VG, Og et VD (**Figures 2-4**).

### Est-ce que les mesures de Strain sont comparable entre l'AutoStrain et Automated Cardiac Motion Quantification<sup>AI</sup> (aCMQ<sup>AI</sup>) ?

Le calcul de la déformation longitudinale globale selon la méthode de la longueur de ligne est le même dans aCMQ<sup>AI</sup> et AutoStrain. Le GLS est comparable si la position de la bordure sur les trames ED et ES est comparable. Cependant, la recommandation des lignes directrices de quantification de la chambre de l'ASE est d'utiliser le même logiciel pour une étude en série.

### Les résultats sont-ils cohérents avec l'AutoStrain sur EPIQ ou sur QLAB et TOMTEC-ARENA ?

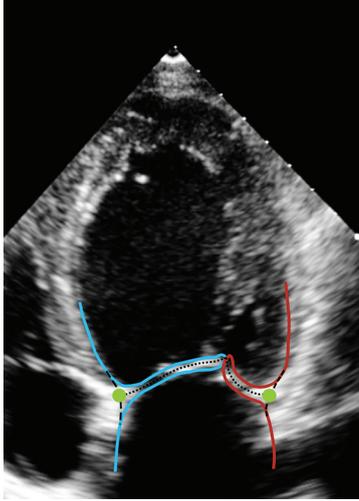
Les courbes de niveau, les résultats GLS et l'œil de bœuf sont identiques sur les systèmes à ultrasons et sur QLAB avec données natives. Au sein de TOMTEC-ARENA, AutoStrain est intégré dans IMAGE-COM. Les mêmes algorithmes sont appliqués, mais TOMTEC-ARENA utilise des images DICOM JPG. AutoStrain sur QLAB peut également analyser des images DICOM JPG. Les résultats GLS de l'analyse des données natives et de l'analyse des images DICOM JPG sont comparables.

### L'AutoStrain peut-il mesurer le GLS au niveau de la couche mi-myocardique ou épicardique ?

AutoStrain mesure le Strain longitudinal le long de l'endocarde, ce qui est une pratique clinique largement acceptée.

### Le logiciel fait-il le suivi de l'épaisseur totale du myocarde ?

Le Speckle tracking est appliqué sur l'ensemble du myocarde. Sur la base du modèle de déformation, le contour vert affiché est calculé, ce qui constitue à son tour la base des mesures dérivées.



**Figure 11** Visualisation schématique de l'anneau mitral. La ligne centrale pointillée de la feuillelet antérieure (bleue) et postérieure (rouge) se croise avec une jonction continue en pointillé de la bordure endocardique VG et de l'OG. L'anneau mitral est supposé être aux points d'intersection (vert)

### Comment sont définis les points d'ancrage de la base ?

Les points d'ancrage de la base sont situés à l'endroit où les feuillets de la valve rencontrent le myocarde. Cet emplacement offre une définition cohérente du VG et de l'OG. Cet emplacement basal est illustré (figure 11).

### La tracking de l'anneau mitral a échoué. Que puis-je faire ?

Lorsque le suivi de l'anneau mitral échoue, essayez de déplacer le point d'ancrage vers une région plus proche du milieu du segment, où le suivi fonctionne bien. Veuillez garder à l'esprit que le cadre ED doit être édité en premier à déclencher un nouveau tracking en globalité.

Un mauvais tracking est vraisemblablement lié à des régions sursaturées près de l'anneau mitral en échographie. Un ajustement du gain peut être nécessaire. De plus, il faut éviter autant que possible les mouvements dans le plan traversant. Par conséquent, le plan d'acquisition doit être optimisé de manière à ce qu'il l'apex et de la valve mitrale soit bien central.

### Est-il possible d'exclure les segments dans lesquels la qualité de l'image n'est pas adéquate pour la quantification ?

Les segments ne peuvent être exclus de l'évaluation GLS parce que le calcul GLS est basé sur la méthode de la longueur de la ligne. Si deux segments ou plus par vue ne font pas l'objet d'un suivi fiable, les résultats ne devraient pas être acceptés.

## References

- 1 Voigt JU, et al., Definitions for a common standard for 2D speckle tracking echocardiography: consensus document of the EACVI/ASE/Industry Task Force to standardize deformation imaging. *J Am Soc Echocardiogr.* 2015;28(2):183-93. doi: 10.1016/j.echo.2014.11.003.
- 2 Biering-Sorensen T, Biering-Sorensen S, Olsen FJ, et al. Global Longitudinal Strain by Echocardiography Predicts Long-Term Risk of Cardiovascular Morbidity and Mortality in a Low-Risk General Population The Copenhagen City Heart Study. *Cardiovasc Imaging.* 2017;10. doi: 10.1161/CIRCIMAGING.116.005521.
- 3 Badano LP, et al. Standardization of left atrial, right ventricular, and right atrial deformation imaging using two-dimensional speckle tracking echocardiography: a consensus document of the EACVI/ASE/Industry Task Force to standardize deformation imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* 2018 Jun;19(6):591-600. doi: 10.1093/ehjci/jej042.

### Le logiciel corrige-t-il la dérive de déformation ? Et si oui, peut-on l'arrêter ?

Le logiciel effectue une correction de dérive. Cette correction de dérive ne peut pas être désactivée.

### Comment évaluer la qualité de la courbe de déformation d'un segment, que faut-il rechercher ?

Il y a un certain nombre de caractéristiques à prendre en compte. La courbe de déformation d'une région correspond-elle aux courbes de déformation des régions adjacentes ? La courbe de déformation longitudinale correspond-elle à l'évaluation visuelle du mouvement endocardique de la région ? Pour le segment en question, l'image montre-t-elle un mouvement inhabituel ? Y a-t-il des artefacts d'imagerie près du segment ?

### Comment sont définis l'onde R et l'UVA, et où l'AVC peut-elle être modifiée ?

L'onde R est supposée être la première image de l'intervalle de temps analysé. Le temps AVC par défaut est le temps de la longueur minimale du contour et correspond donc au temps du pic GLS. Le temps AVC peut être édité dans la disposition AVC en déplaçant le marqueur AVC vertical pour qu'il corresponde au cadre montrant la fermeture de la valve aortique dans la vue A3C.

### AutoStrain OG : y a-t-il une recommandation sur la façon de tracer la paroi OG ?

En raison des veines pulmonaires et des orifices de l'appendice gauche, la paroi de l'OG n'est pas aussi lisse que la paroi du VG. Le Groupe de travail sur le Strain<sup>1</sup> recommande une extrapolation du tracés à travers les veines pulmonaires et les orifices de l'appendice de l'OG, jusqu'au côté opposé de l'anneau mitral.<sup>3</sup> Par conséquent, seul GLS est affiché et l'OG n'est pas divisée en valeurs segmentaires.

### AutoStrain RV : pourquoi les mesures segmentaires se limitent-elles à la paroi libre ?

Selon le Groupe de travail sur le Strain, la déformation segmentaire du VD ne doit être mesurée qu'au niveau de la paroi libre.<sup>3</sup> La déformation segmentaire de la paroi septale doit être évaluée avec le Strain VG. La mesures globales sont disponibles (RVFWSL). Le résultat RV4CSL incluent le septum.



© 2019 Koninklijke Philips N.V. Tous droits réservés.

Philips se réserve le droit d'apporter des modifications aux caractéristiques et/ou d'arrêter la production de tout produit, à tout moment et sans obligation de préavis, et ne pourra être tenue pour responsable de toute conséquence résultant de l'utilisation de cette publication. Les marques commerciales appartiennent à Koninklijke Philips N.V. ou à leurs propriétaires respectifs.

[philips.fr](http://philips.fr)

Imprimé aux Pays-Bas.  
4522 991 53261 \* SEP 2019