

# LA QUESTION DE LA PULSATILITE DE L'ÉCOULEMENT SANGUIN LORS D'UNE CHIRURGIE CARDIAQUE AVEC CIRCULATION EXTRA-CORPORELLE : UN DEFI TECHNOLOGIQUE ?

Agnès Drochon\* , Olivier Fouquet<sup>§</sup>, Christophe Baufreton<sup>§</sup>

\*UMR CNRS 7338 UTC Compiègne

<sup>§</sup>CHU Angers

## Contexte

Cette réflexion a été initiée par le groupe de chirurgiens cardiaques du CHU d'ANGERS : Pr Ch. BAUFRETON et Dr O. FOUQUET.

L'objet de cette présentation sera de faire le point sur les nombreuses questions qui font encore débat concernant les conditions d'écoulement du sang lors d'une circulation extra-corporelle (CEC) en chirurgie cardiaque.

Bien que la première CEC ait été réalisée en 1953 par John Gibbon, la nécessité d'un écoulement pulsé reste encore l'objet de controverses dans la littérature. Cette absence de conclusions claires peut être due à la difficulté de quantifier la pulsatilité et de comparer les formes des ondes de pression et de débit d'une étude à l'autre, à la difficulté de reproduire au plus près l'onde de pression physiologique par des pompes, aux conditions dans lesquelles les écoulements sont testés (banc expérimental, études animales, analyses des effets de la pulsatilité lors d'interventions avec les patients, simulations numériques, ...). [1] Par ailleurs la pulsatilité délivrée en sortie de pompe est amortie tout au long du circuit de CEC, selon les différents éléments qui composent ce circuit (tubulures, cannules, oxygénateur, réservoirs, ...). [2]

## Les avantages et les inconvénients de l'écoulement pulsé

Les défenseurs de l'écoulement pulsé argumentent qu'il transmet davantage d'énergie cinétique au sang, ce qui améliore la microcirculation, le flux lymphatique et la perfusion tissulaire, tandis que l'absence de pulsatilité induit une vasoconstriction des vaisseaux et donc une augmentation des résistances périphériques et une moins bonne perfusion de tous les organes vitaux (cerveau, reins, viscères, foie, ...) [3, 4]. De plus, il a été rapporté que le flux pulsé contribue à réduire la réaction inflammatoire due à la CEC [5]. D'un autre côté, l'utilisation des pompes pulsées présente une certaine complexité technique, et leur coût est élevé. L'écoulement pulsé est susceptible d'engendrer plus de turbulences, ainsi que des vitesses et des contraintes maximales plus élevées. Il peut en résulter une augmentation de l'hémolyse ou la rupture de plaques d'athérome [6].

Enfin, d'autres études concluent que l'écoulement pulsé n'est pas nécessaire car il n'apporte pas

spécialement d'amélioration, ni sur la réponse inflammatoire, ni sur la perfusion des organes [7].

## Parmi les questions ouvertes

La quantification de la pulsatilité, surtout en situation réelle d'intervention chirurgicale. Différents index sont utilisés, par exemple l'index de pulsatilité IP (pour une quantité X, on forme le terme  $(X_{\max} - X_{\min}) / X_{\text{moyen}}$ , où  $X_{\max}$ ,  $X_{\min}$  et  $X_{\text{moyen}}$  sont les valeurs maximale, minimale et moyenne de la grandeur X sur une période). Un autre index, nommé EEP, pour « Energy Equivalent Pressure », est utilisé depuis longtemps [8].

$$EEP = \int QPdt / \int Qdt \quad (1),$$

où Q(t) est le débit de l'écoulement et P(t) la pression.

Dans le cas particulier d'un écoulement non pulsé, EEP est simplement égal à la pression moyenne dans le vaisseau. Si l'écoulement est pulsé, EEP sera supérieur à la pression moyenne. La contribution de la déformabilité de la paroi des vaisseaux à l'interprétation de cet indice semble être ignorée dans la littérature.

Pour la microcirculation, certains groupes utilisent la méthode SDF (Side Dark Field Imaging) (méthode de vidéo-microscopie) [9]. Cette méthode n'a pas permis jusqu'à lors de mettre en évidence avec certitude le caractère pulsé de l'écoulement dans les microvaisseaux.

Enfin, une fois la pulsatilité de l'écoulement caractérisée, des études de mécanotransduction (flux, contraintes à la paroi des vaisseaux, réponses cellulaires et tissulaires) seraient nécessaires pour interpréter les observations physiologiques publiées dans la littérature.

## Références

1. Sunagawa et al. Expert Review of Medical Devices, 14 : 27-35, 2017.
2. Précis d'Anesthésie Cardiaque . Chap. 7. Circulation extra-corporelle en chirurgie cardio-vasculaire. <http://www.pac4.ch/Chapitre7/>
3. Salameh et al, Ann. Thorac. Surg., 99:192-199, 2015.
4. Koning et al., J. Appl. Physiol., 112 : 1727-1734, 2012.
5. O'Neil et al., Ann. Thorac. Surg., 94 : 2046-53, 2012.
6. Rees et al., Perfusion, 8: 459-469, 1993.
7. Voss et al., Eur. Jour. Cardio-Thor. Surg., 37 : 223-232, 2010.
8. Shepard et al., Arch. Surg., 93 : 730-740, 1966.
9. Elbers et al., Jour. Cardio Thor Vasc Anesthesia, 25(2): 250-255, 2011.