

# Les défis et les pièges dans l'interprétation de la TDM de perfusion en contexte d'AVC

Dr. St-Amant, Maxime; Levasseur, Laurie (résidente R2)



## INTRODUCTION

Dans la prise en charge de l'AVC, la neuroimagerie joue un rôle crucial concernant le choix du traitement optimal pour le patient. Dernièrement, la tomodynamométrie (TDM) de perfusion a pris un rôle encore plus précis dans l'évaluation des risques et des bénéfices, particulièrement en lien avec la thrombectomie. La TDM de perfusion nous aide à prédire le devenir du patient en obtenant une image spontanée d'un état cérébral dynamique. Elle peut nous révéler beaucoup plus de renseignements que la simple valeur du ratio de discordance, calculé par le logiciel *RapidAI*, entre la valeur de *CBF* < 30% (cœur de l'infarctus) et le *Tmax* > 6 (pénombre). Ce ratio correspond au parenchyme cérébral ayant le potentiel d'être sauvé par la thrombectomie ou la thrombolysse.

## Les paramètres 1,2,3,5

**CBF (Cerebral blood flow):** Le débit sanguin cérébral représente la quantité de sang délivrée à une masse de tissu par unité de temps et s'exprime, le plus souvent, en mL de sang/100g de tissu/min. Il est la meilleure représentation de la perfusion cérébrale.

**Tmax (Time to maximum):** Il représente le temps entre le début de l'analyse et le moment où l'intensité maximale du bolus de contraste arrive à chaque pixel. C'est une valeur absolue exprimée en secondes.

**CBV (Cerebral blood volume):** Le volume sanguin cérébral correspond au volume de sang contenu dans la micro-vascularisation d'un volume de tissu cérébral divisé par la masse du tissu contenue dans ce volume. Le CBV est exprimé en mL de sang pour 100g de tissu. Il est le dernier paramètre à diminuer lors d'un phénomène ischémique.

**MTT (Mean transit time):** Le temps de transit moyen représente le temps moyen que le sang met à traverser le réseau de capillaires. Il est exprimé en secondes. Il est le paramètre le plus sensible pour détecter l'ischémie et est souvent le premier atteint. Attention, il peut être surestimé si le patient a de bonnes collatérales.

La formule unissant les paramètres:  $MTT = CBV/CBF$ . Le MTT est le rapport entre le volume sanguin dans un tissu et le débit de perfusion sanguin dans ce même tissu.

## L'interprétation des courbes 2,3

- La courbe de base doit être d'au moins 7 à 10 secondes
- La parabole doit débuter et terminer sur la ligne de base
- Le temps d'acquisition doit être de 45 à 60 secondes
- La courbe veineuse a un sommet plus élevé que la courbe artérielle, mais elle est la deuxième à atteindre son sommet.

## La sélection de l'AIF et du VIF<sup>1,3</sup>

- Le flux artériel entrant (*AIF*) est mesuré dans une artère principale. Soit, le plus fréquemment, l'ACA ou l'ACM, mais parfois au niveau ACI ou l'artère basilaire.
- Le flux veineux entrant (*VIF*) est mesuré, le plus souvent, au niveau du sinus sagittal supérieur. Parfois, il est situé à la torcula, au sinus transverse, à la veine de Galien ou au sinus sigmoïde.
- Il faut s'assurer que l'*AIF* est positionné proximale<sup>10</sup>. Également, il faut vérifier s'il y a présence d'une sténose carotidienne proximale ou des signes de dissection qui pourraient fausser les résultats des cartes de perfusions<sup>10</sup>.

Figure 1: Les causes les plus communes d'une TDM de perfusion non diagnostique<sup>3</sup>

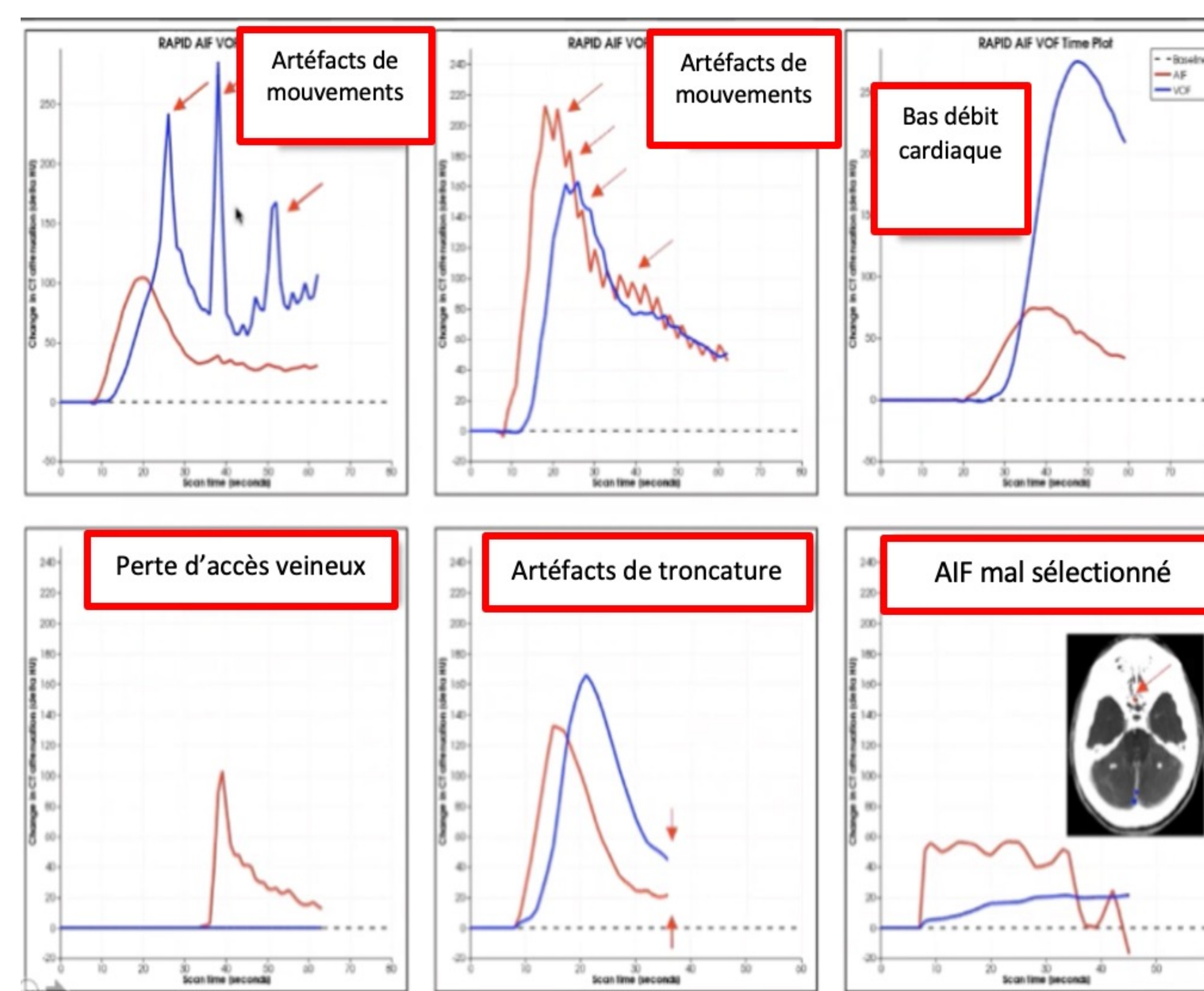


Tableau 1: La variation des paramètres hémodynamiques en contexte d'occlusion significative au niveau de la circulation artérielle cérébrale antérieure<sup>2</sup>

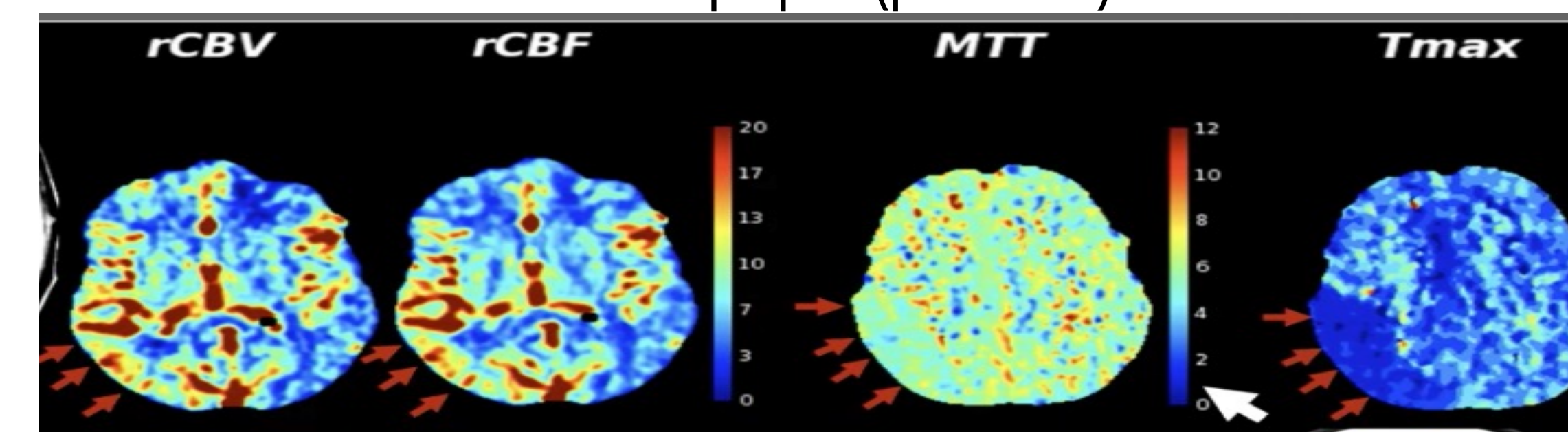
|   | CBV | CBF | MTT | Tmax |
|---|-----|-----|-----|------|
| PPC conservée par les collatérales <sup>2</sup> | —   | —   | —   | ↑    |
| PPC compensée                                   | ↑   | —   | ↑   | ↑    |
| Hypoperfusion                                   | ↓↑  | ↓   | ↓↑  | ↑    |
| Hyperperfusion (post-ischémique)                | ↑   | ↑   | ↓↑  | ↓↑   |
| Gliome de haut grade <sup>8</sup>               | ↑   | ↑   | ↓   | ↓↑   |
| Gliome de bas grade <sup>8</sup>                | ↓   | ↓   | ↑   | ↓↑   |

Les changements de la pression de perfusion cérébrale (PPC) sont parfois compensés s'il y a présence d'un bon réseau de collatérales<sup>2</sup>.

## L'épilepsie

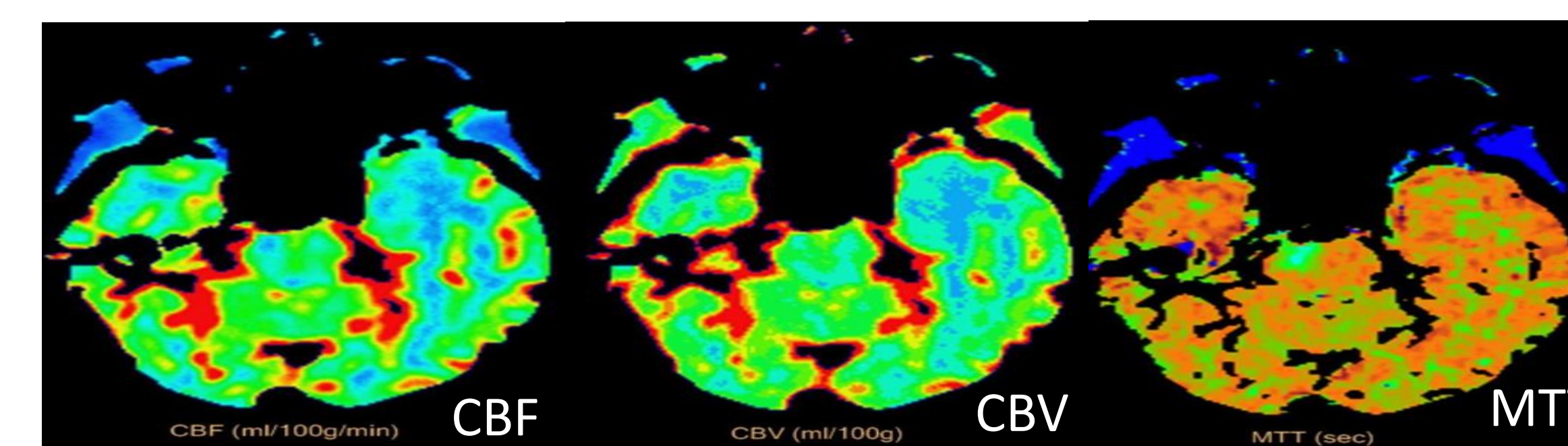
Lors de la présentation initiale, l'épilepsie peut parfois se confondre avec le diagnostic d'AVC. La TDM de perfusion peut aider le clinicien à distinguer les deux<sup>1,3</sup>. En phase ictale, la perfusion montre souvent une hyperperfusion ipsilatérale avec une augmentation du CBF et CBV ainsi qu'une diminution du MTT<sup>1,3</sup>. En phase post ictale, la TDM de perfusion est davantage similaire à l'AVC avec une phase d'hypoperfusion<sup>1,3</sup>. Par contre, l'épilepsie va généralement épargner les noyaux gris centraux et va transgresser plusieurs territoires vasculaires<sup>1,3</sup>.

Figure 2: Femme 74 ans avec antécédent d'AVC sylvien droit se présentant avec une faiblesse du membre supérieur gauche et confusion EEG = Épilepsie (post-ictale)<sup>3</sup>



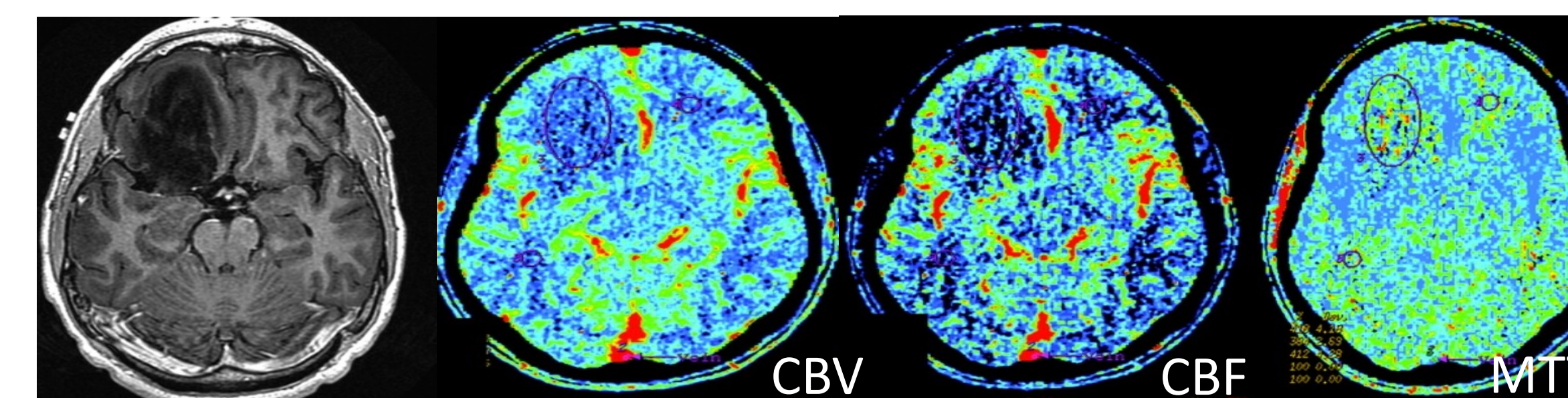
Les valeurs de *Tmax* sont diminuées, mais il y a une augmentation du MTT avec élévation du CBV et CBF qui témoignent d'un état d'hyperperfusion. On remarque également que cela transgresse plus d'un territoire en impliquant l'artère cérébrale moyenne et postérieure à droite, ce qui appuie notre diagnostic de foyer épileptogène<sup>3</sup>.

Figure 3: Femme 65 ans avec hémiparésie gauche, dysarthrie et ataxie<sup>9</sup>



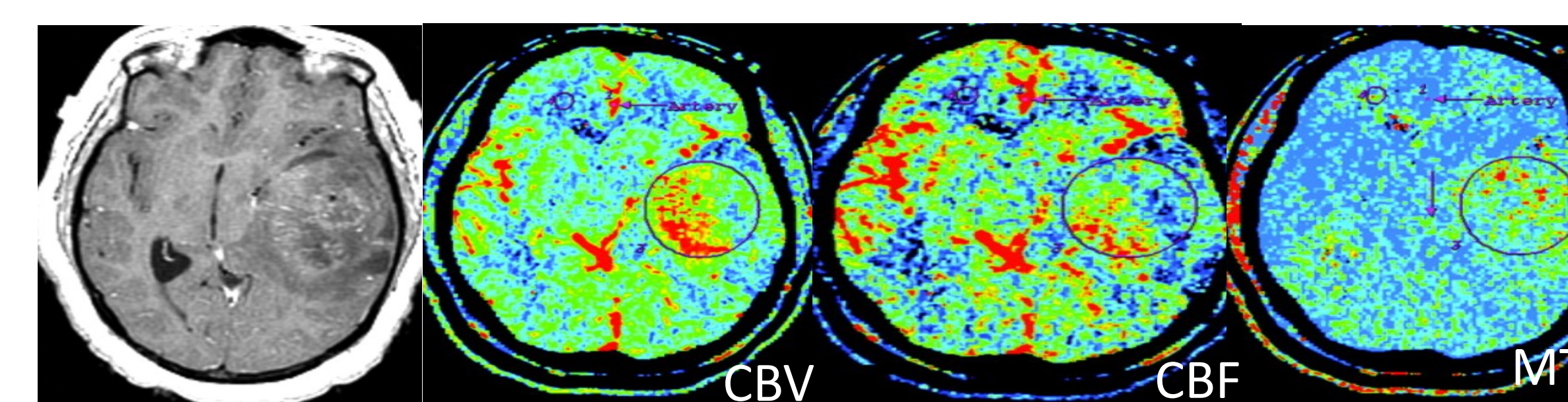
La TDM de perfusion montre une diminution du CBF et une élévation du MTT dans le territoire hémipontique droit compatible avec une zone d'ischémie. Étant donné que le CBV n'a pas encore diminué cela suggère une zone de pénombre<sup>9</sup>. À noter que la TDM de perfusion est moins sensible pour l'ischémie infratentorielle.

Figure 4: Homme 34 ans avec un gliome WHO II au lobe frontal droit<sup>8</sup>



Le T1 post contraste montre une lésion non rehaussante au lobe frontal droit. Le CBV et le CBF sont diminués tandis que le MTT est augmenté, compatible avec une lésion de bas grade.

Figure 5: Femme 39 ans avec un gliome WHO III au lobe temporal gauche<sup>8</sup>

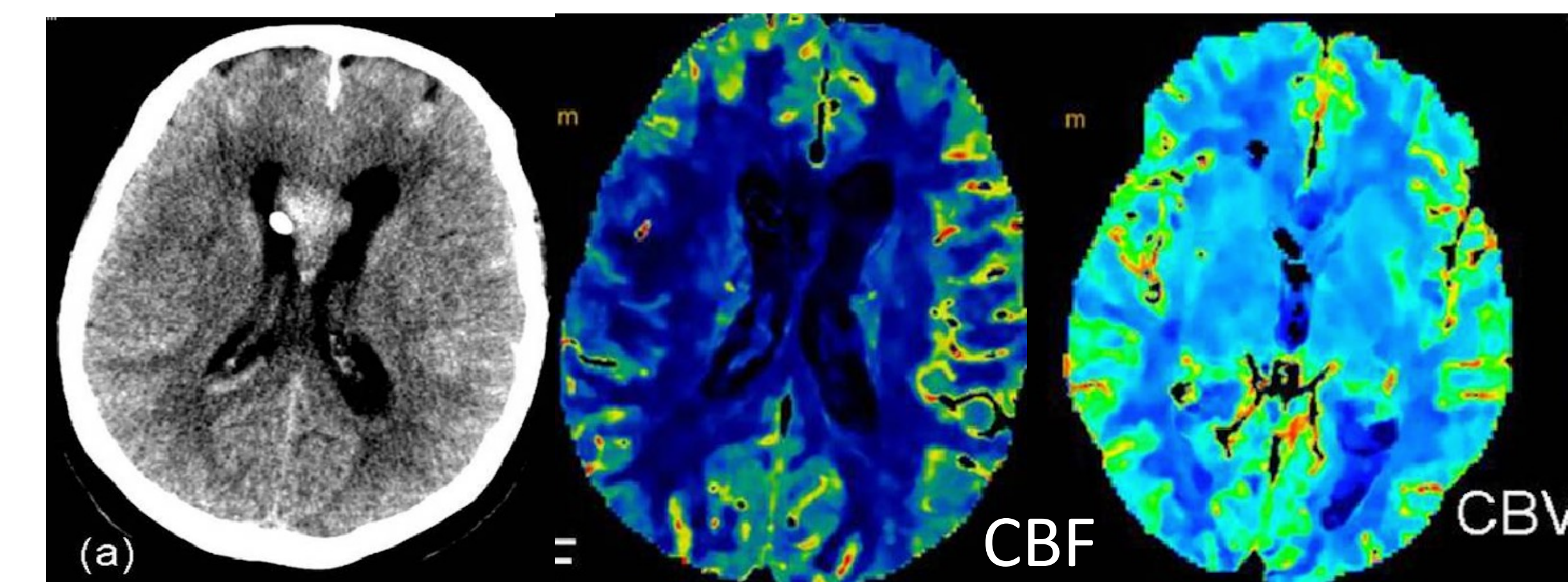


Le T1 post contraste montre une volumineuse lésion avec un rehaussement hétérogène et un effet de masse. Le CBV et le CBF sont augmentés tandis que le MTT est diminué, compatible avec une lésion de haut grade.

## Les limitations de la TDM de perfusion

- Les cartes de perfusion du paramètre *Tmax* peuvent démontrer de fausses zones de pénombre chez des patients avec des occlusions chroniques ou des sténoses intracrâniennes<sup>1</sup>. On suspecte ce phénomène si le *Tmax* est augmenté, mais que le reste des autres paramètres sont normaux, ce qui témoigne d'une occlusion/sténose chronique bien compensée<sup>1</sup>.
- La TDM de perfusion est peu sensible pour détecter des zones d'ischémies lacunaires ou des AVC au niveau de la circulation postérieure<sup>1,3</sup>. Cependant, la sensibilité est meilleure pour les lacunes situées en sous corticale plutôt qu'aux noyaux gris centraux. Le *Tmax* et le MTT sont les paramètres les plus sensibles pour détecter les lacunes<sup>1,3</sup>.
- Plusieurs pathologies peuvent mimer des zones de pénombre. En effet, l'épilepsie, l'encéphalopathie hypertensive, les vasospasmes, les migraines hémiplegiques causant des dérégulations vasculaires ainsi que certaines variantes anatomiques peuvent tous engendrer de fausses zones de pénombre<sup>3</sup>.

Figure 6: Homme 65 ans avec une hémorragie sous-arachnoïdienne secondaire à l'embolisation d'un anévrisme de l'artère cérébrale antérieure<sup>7</sup>



Les cartes de TDM de perfusion démontrent une diminution du CBF et CBV dans le territoire de l'artère cérébrale moyenne (ACM) droite secondairement à des vasospasmes sévères (> 50%) de l'ACM et ses branches. À noter qu'un vasospasme léger ne causerait qu'une augmentation du MTT et du *Tmax*, sans diminution du CBV ou CBF<sup>11</sup>.

## En résumé

Il ne faut pas uniquement se fier au ratio de discordance calculé par le logiciel *RapidAI*. En effet, il est important de regarder l'ensemble des cartes de perfusion afin de les interpréter de manière parallèle et complémentaire à la TDM sans contraste et à l'angioscan du cercle de Willis en plus de prendre en compte les symptômes cliniques du patient.

## Références

1. Automated CT perfusion imaging for acute ischemic stroke: Pearls and pitfalls for real-world use. Vagal, Achala. 20, s.l.: American Academy of Neurology, novembre, Vol. 93, 1526-632X.
2. The Massachusetts General Hospital acute stroke imaging algorithm: an experience and evidence based approach. Gilberto, González Ramon. 1136, Boston: Journal NeuroIntervent Surg, 2013, Vol. 10, 010715.
3. CT brain perfusion basic principles. Clemente, Jonathan. s.l.: Irapid, 2021.
4. Cerebral Perfusion CT: Technique and Clinical Applications. G., Hoeffner Ellen. 3, Michigan: RSNA, 2004, Vol. 231.
5. Brain ischemia: CT and MRI techniques in acute ischemic stroke. Pedro, Vilela. s.l.: European Journal of Radiology, 2017, Vol. 96.
6. 2. CT-based Techniques for Brain Perfusion. Pradeep, Krishnan. 3, s.l.: Topics in magnetic resonance imaging, 2017, Vol. 26, 7, K. H. Vivancos Costaleite, E. Sanchez Sanz, E. Barcena, M. L. Parra Gordo, R. Manzanares Sole. *Perfusion-CT in stroke also ischemic penumbra*. Madrid: s.n., 2015. 8.
7. S.K. Ellika, R. Jain, S.C. Patel, L. Scarpace, L.R. Schultz, J.P. Rock and T. Mikkelsen. Role of Perfusion CT in Glioma Grading and Comparison with Conventional MR Imaging Features. *American Journal of Neuroradiology* 2007, Vol. 28, 10.
8. Kwong, Dr Yune. CT perfusion - hemipontine infarct. *Radiopaedia*. [En ligne]. <https://radiopaedia.org/cases/ct-perfusion-hemipontine-infarct?lang=us>
9. Arterial Input Function Placement for Accurate CT Perfusion Map Construction in Acute Stroke. Rafael M. Ferreira, Michael H. Lev, Gregory V. Goldmakher, Shahmir Kamalian, 5, 2013, Vol. 194, 20410422.
11. Edward D Greenberg, Y Pierre Gobin, Howard Riina. Role of CT perfusion imaging in the diagnosis and treatment of vasospasm. *ACB*. [Online] juillet 2015. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3389821/>.