

Modifications Post-Mortem des Structures Cérébrales en Imagerie Médicale

Guillaume Etievent¹, Claire Boutet¹,
Sébastien Duband², Fabrice Guy Barral¹

¹ Service de Radiologie Centrale, CHU Saint Etienne

² Service de Médecine Légale, CHU Saint Etienne



Introduction

- Autopsie Virtuelle (« Virtopsie ») : Apport reconnu en thanatologie
- Complément et/ou remplacement de l'autopsie médico-légale
- Multiples avantages :
 - Rapidité
 - Visualisation de zones inexplorées à l'autopsie médico-légale
 - Stockage et possibilité de relecture d'images a posteriori
 - Respect de l'intégrité du corps
 - Présentation d'images non « sanglantes » (ex : procès)
 - Respect des considérations culturelles et religieuses...

- Définition de la mort : association de :

Signes Négatifs de Vie

Signes Positifs de Mort

- Absence de :

- Ventilation
- Rythme cardiaque
- Circulation sanguine
- Conscience
- Réflexes (aréflexie)

- Précoces :

- Lividités
- Refroidissement
- Déshydratation
- Rigidité

- Tardifs :

- Putréfaction
- Transformation du cadavre

Certains de ces signes sont objectivables en imagerie

- Temps d'apparition et importance de ces modifications différents d'un cadavre à l'autre
- Notamment influencées par :
 - La **cause** de la mort
 - Les **conditions environnementales** autour du cadavre (température, humidité, couverture ou non par des vêtements...)
 - La **position** du cadavre
- D'où la multiplicité des aspects visibles en imagerie

- Objectif : Décrire les modifications post-mortem morphologiques et de signal des structures cérébrales en imagerie en coupe :
 - Reconnaître les processus naturels survenant après le décès
 - Ainsi que ceux liés à certaines techniques de conservation des corps
 - Pour éviter d'éventuelles erreurs d'interprétation

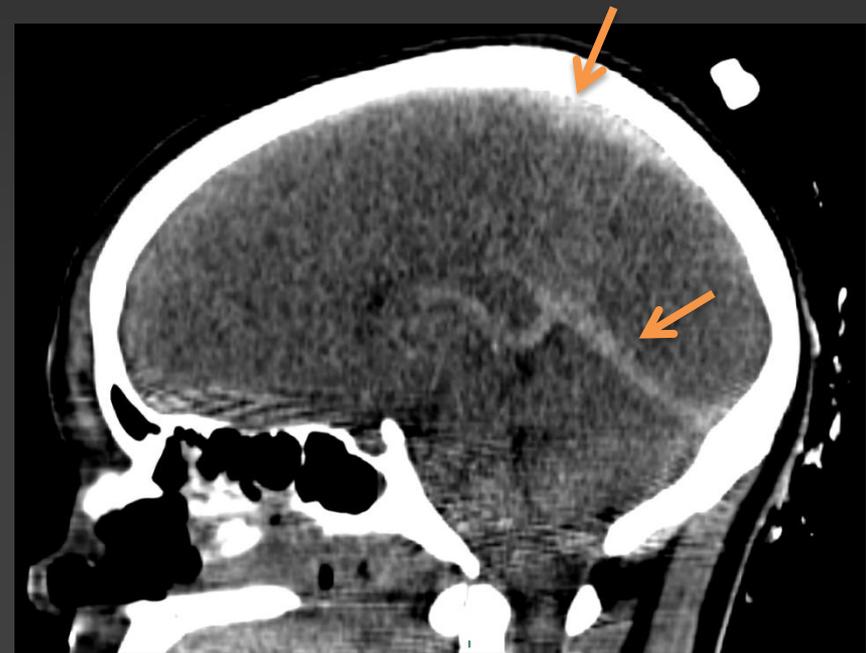
- 13 examens TDM et IRM ont été étudiés :
 - 7 nourrissons : 4 garçons et 3 filles âgés de 1 à 6 mois
 - 6 adolescents et adultes : 3 hommes et 3 femmes âgés de 13 à 61 ans
- Délai entre réalisation des examens et survenue du décès :
 - Inférieur à 24H dans la majorité des cas (n = 10)
 - Entre 48 et 72 h (n = 2)
 - Plusieurs années – environ 3 ans (n = 1)

Phénomènes Précoces

- Modifications survenant dans les premières heures après le décès : **< 24h**
- 4 phénomènes principaux :
 - Lividités (*Livor Mortis*)
 - Refroidissement (*Algor Mortis*)
 - Déshydratation
 - Rigidité (*Rigor Mortis*)

1) Lividités (*Livor Mortis*)

- Modifications gravito-dépendantes = phénomène le plus précoce
- Visibles en TDM^{1,2,3} :
 - **Hyperdensité spontanée** des sinus veineux durs profonds



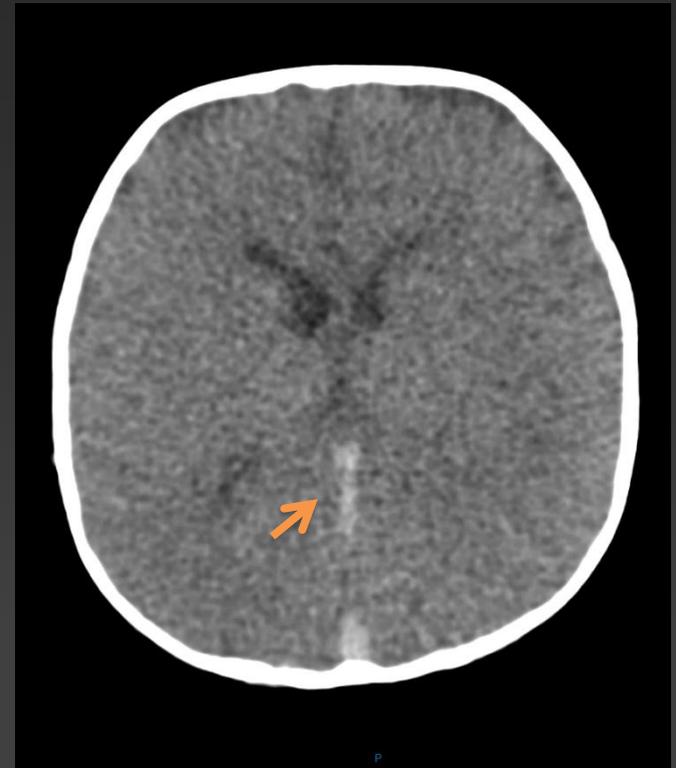
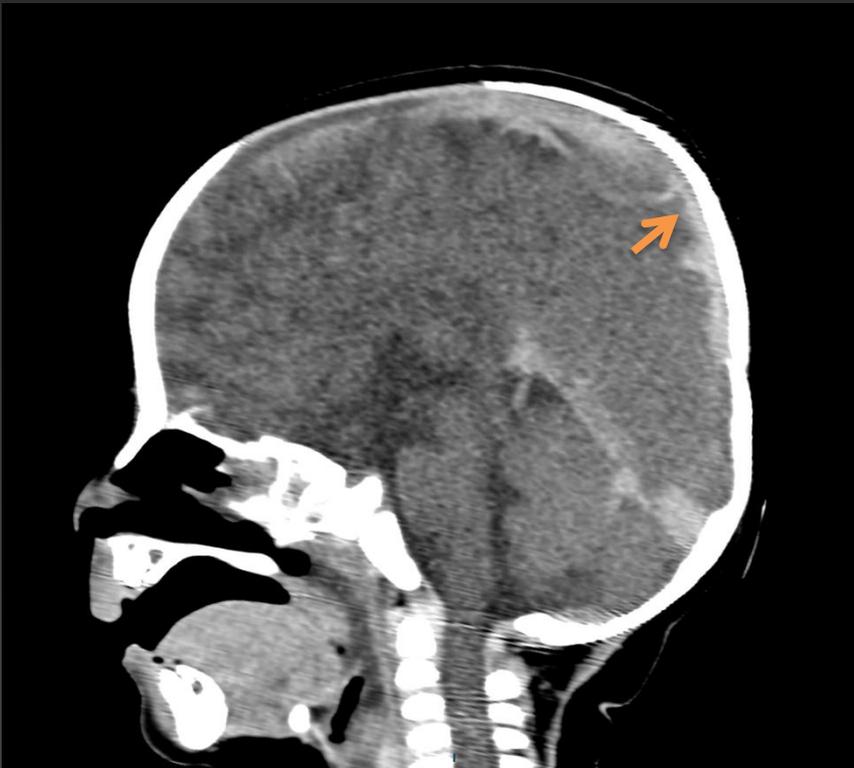
Introduction

Phénomènes
Précoces

Phénomènes
Tardifs

Conclusion

1) Lividités (*Livor Mortis*)



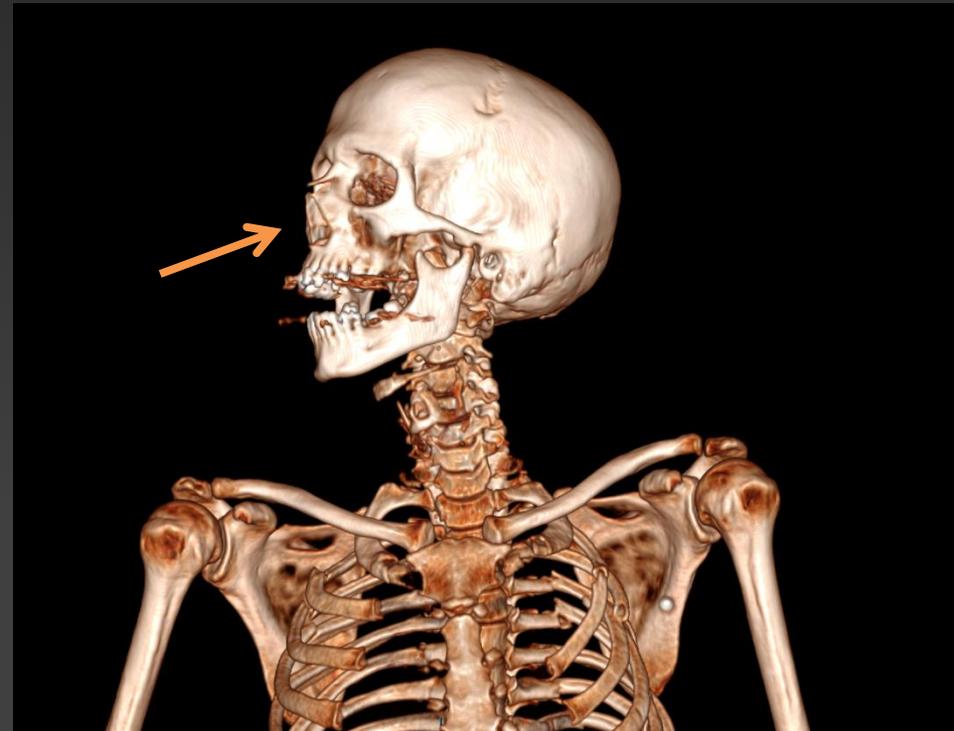
1) Lividités (*Livor Mortis*)

- **Hyperdensité spontanée** des structures artérielles (polygone de Willis)



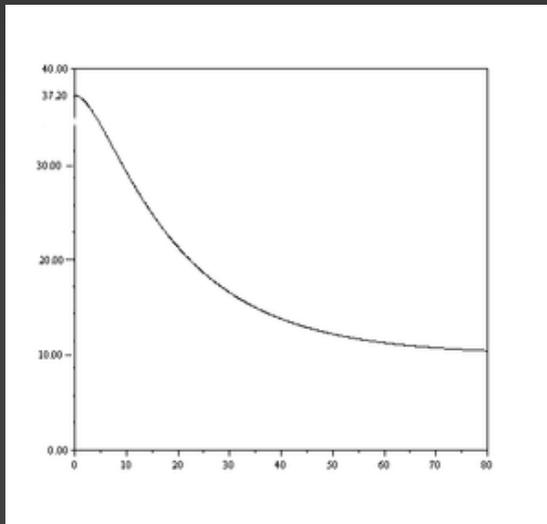
1) Lividités (*Livor Mortis*)

- Cavités naso-sinusiennes : **Niveaux Hydro-aériques** intra-sinusiens

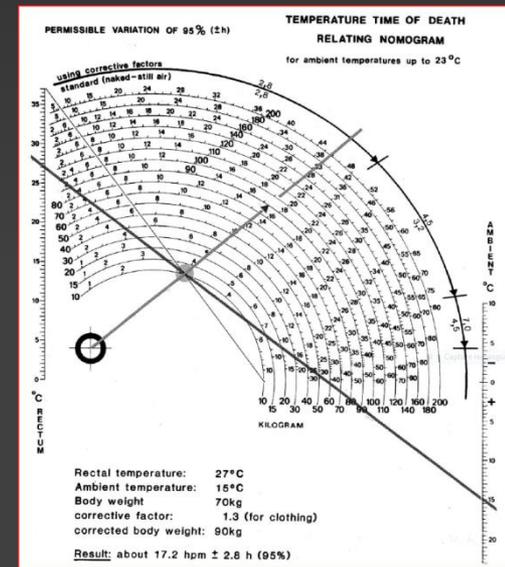


2) Refroidissement (*Algor Mortis*)

- Egalisation de la température avec celle de l'environnement
- Mesure de la température centrale (rectale)
- Non linéaire +++ : courbe sigmoïde en 3 phases
- Durée : 8 – 12H, en milieu tempéré



Nomogramme de
Henssge

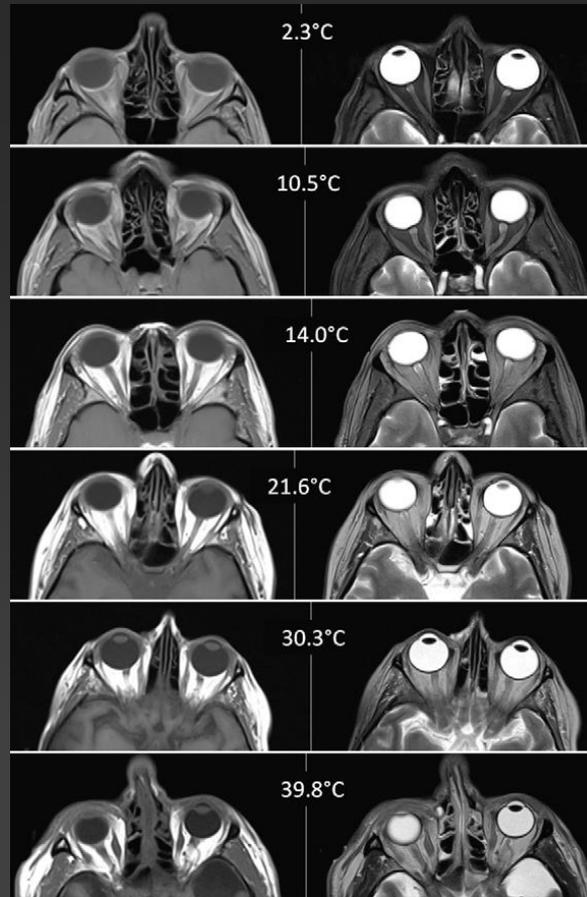


2) Refroidissement (*Algor Mortis*)

- TDM : Pas de traduction visible
- IRM : Modifications du **contraste**, par modifications des propriétés des spins⁴ :
 - Problèmes des conservations en « chambre froide »
 - T1 : chute du contraste lorsque température < 10°C
 - T2 : modifications pour température < 20 °C
 - Chute du contraste entre muscle et graisse
 - Augmentation du contraste entre eau et graisse
 - D'où aspect de « saturation de graisse »

2) Refroidissement (*Algor Mortis*)

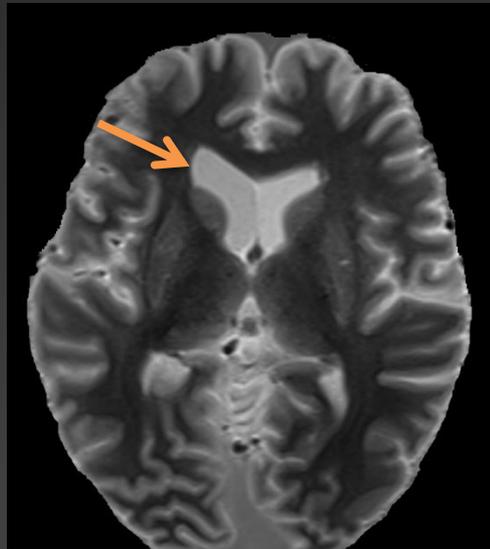
T1



T2

2) Refroidissement (*Algor Mortis*)

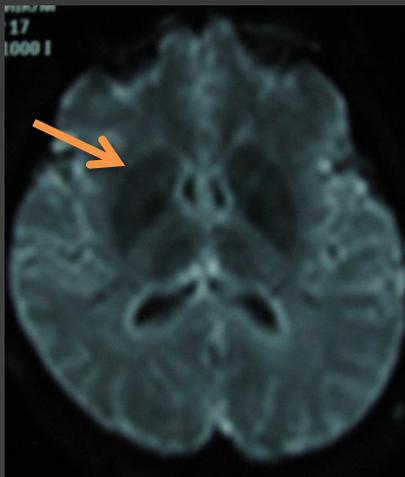
- FLAIR : mauvaise suppression du signal des liquides⁵



- Diffusion : modifications identiques à celles liée à la déshydratation^{5,6}

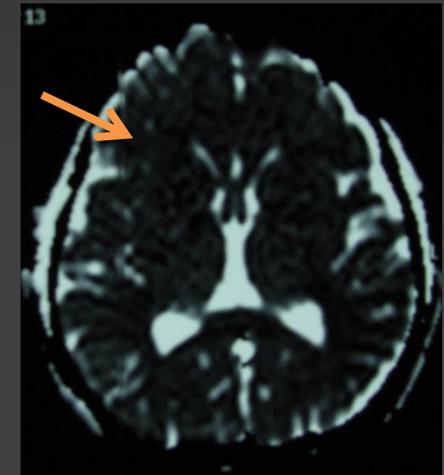
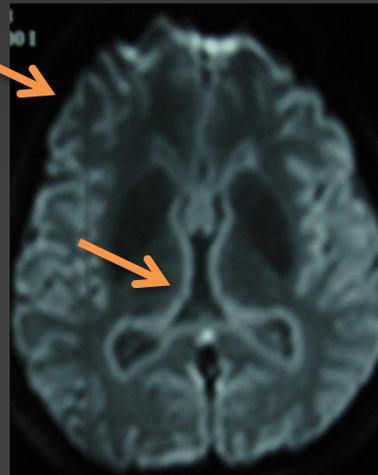
3) Déshydratation

- TDM : pas de modification
- IRM : modifications surtout en séquence de **diffusion**^{5,6} :
 - Hypersignal du cortex cérébral et de la paroi de ventricules latéraux
 - Hyposignal des noyaux gris centraux
 - Diminution globale du coefficient ADC sur l'ensemble du parenchyme cérébral (sans correspondance avec la diffusion)



Clichés Thèse
Dr Duband

Diffusion
b1000



ADC

Introduction

Phénomènes
Précoces

Phénomènes
Tardifs

Conclusion

4) Rigidité (*Rigor Mortis*)

- Pas de traduction particulière en imagerie
- Problème d'ordre **technique** : difficulté à positionner le cadavre dans l'anneau du scanner ou de l'IRM

Introduction

Phénomènes
Précoces

Phénomènes
Tardifs

Conclusion

Particularités Pédiatriques

- IRM : avant l'âge de la myélinisation complète : Même contraste en pondération T2 que chez les sujets vivants⁷ :
 - Hypersignal T2 de la substance blanche

Phénomènes Tardifs

Putréfaction

- Destruction des parties molles (rôle enzymatique et bactérien) → Formation de **gaz**
- Chronologie : 5 phases
 1. Stade initial (2 – 3 j)
 2. Putréfaction « verte » (1^{ère} semaine) → Tâche verte FID, ballonnement abdominal
 3. Putréfaction « noire » (1^{er} mois) → Diminution du ballonnement
 4. Fermentation butyrique (2 – 6 mois) → Saponification des graisses
 5. Dessiccation terminale et transformation squelettique (plusieurs mois à plusieurs années)

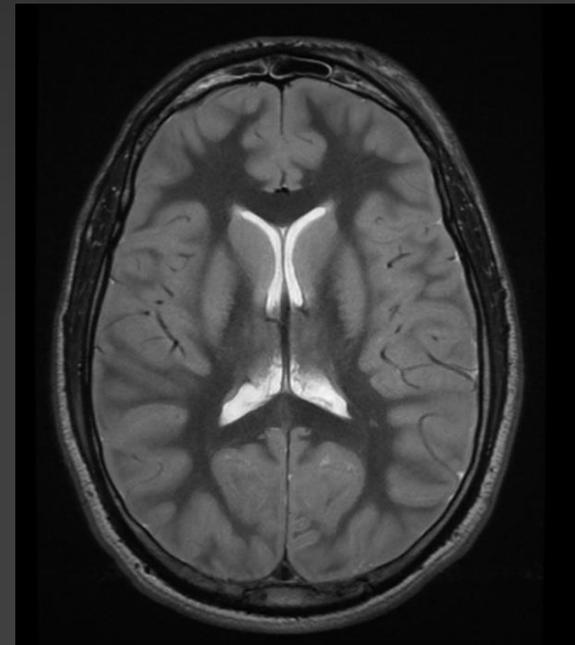
Putréfaction

- Putréfaction pas toujours synchrone, influencée par :
 - Recouvrement cutané par des vêtements ou non
 - Position du corps
 - Existence ou non de blessures « ouvertes »
- Difficulté d'analyse de l'imagerie avec l'allongement du délai entre le décès et la réalisation de l'examen

Putréfaction

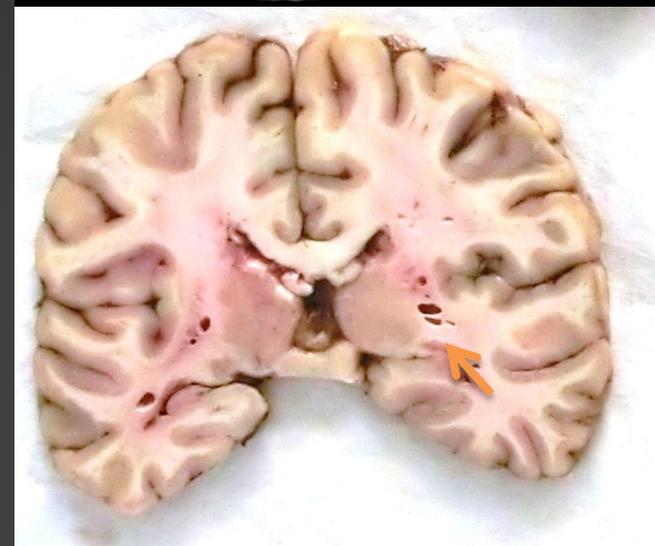
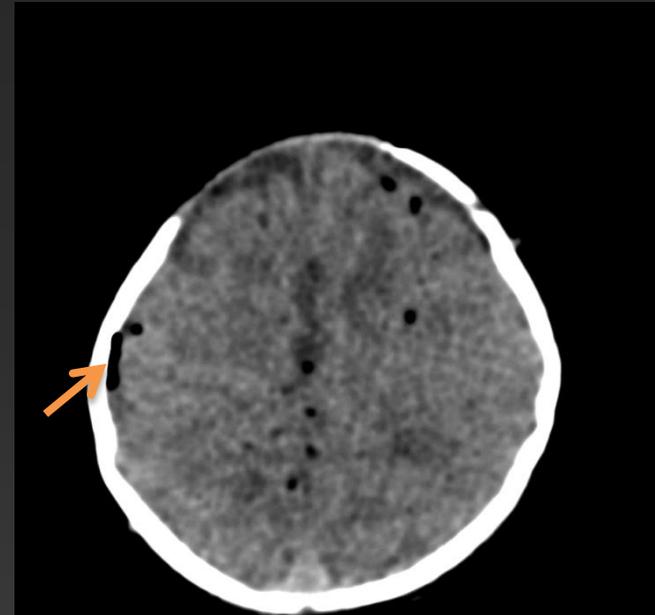
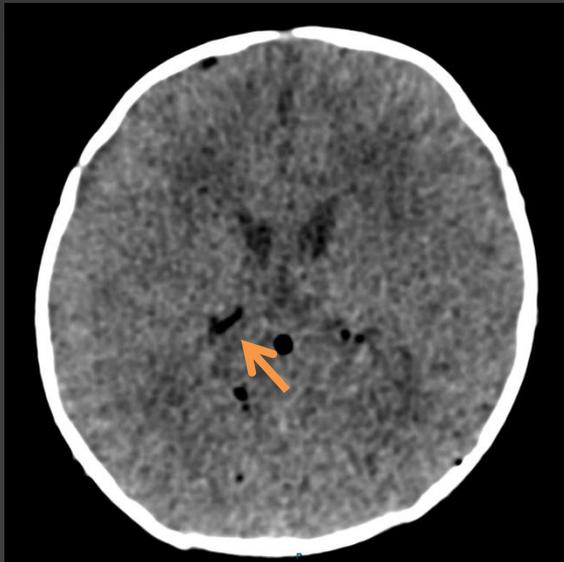
- TDM : 24-48h^{1,2,3}

- Dédifférenciation SG/SB en TDM, **conservée en IRM**
- Effacement des **sillons** et des **ventricules**
- Diminution de la **densité parenchymateuse** cérébrale



Putréfaction

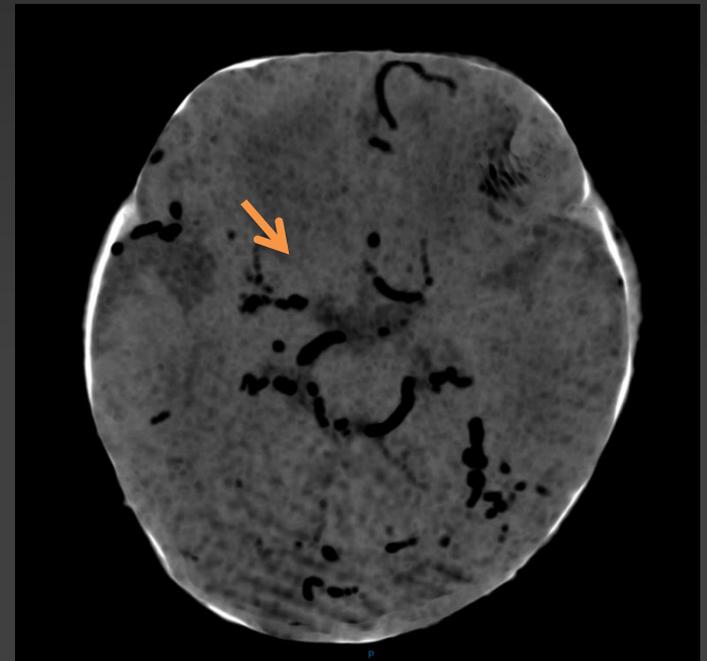
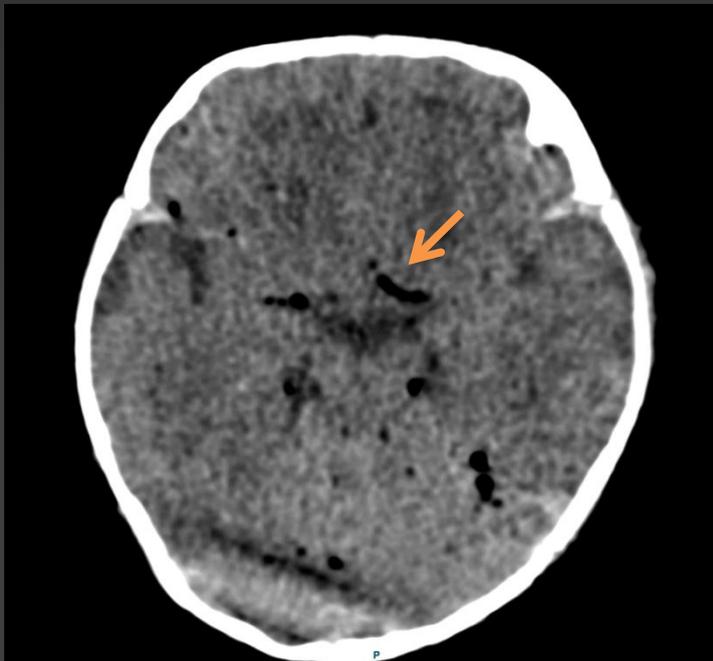
- TDM : > 72h^{1,2,3}
 - **Gaz extravasculaire** :
dans les espaces sous-duraux,
ventricules et ESA
→ aspect en « gryère »



Putréfaction

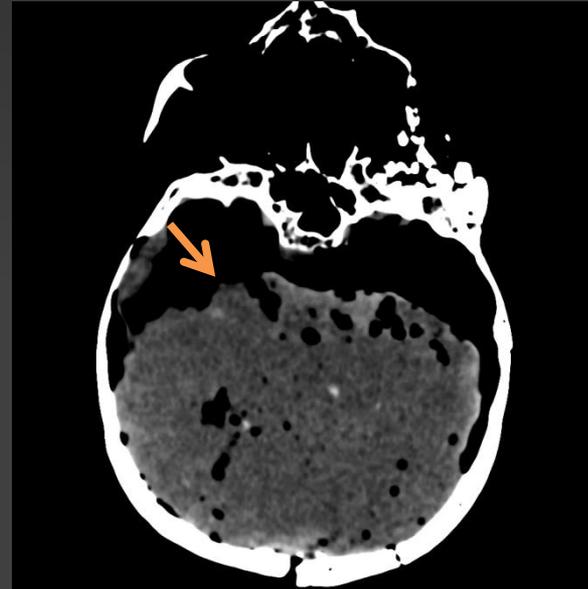
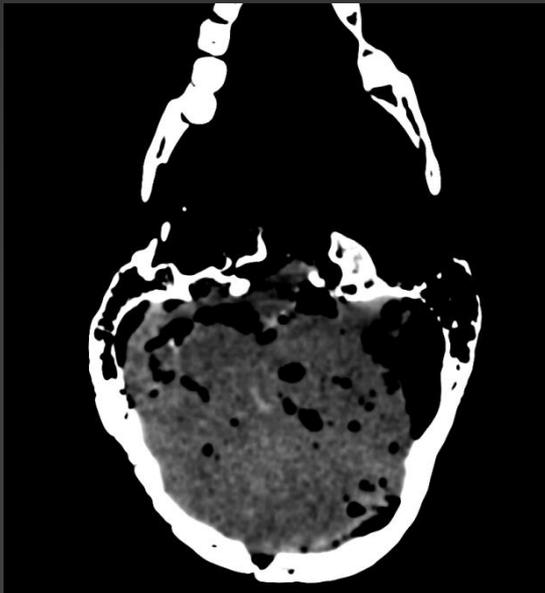
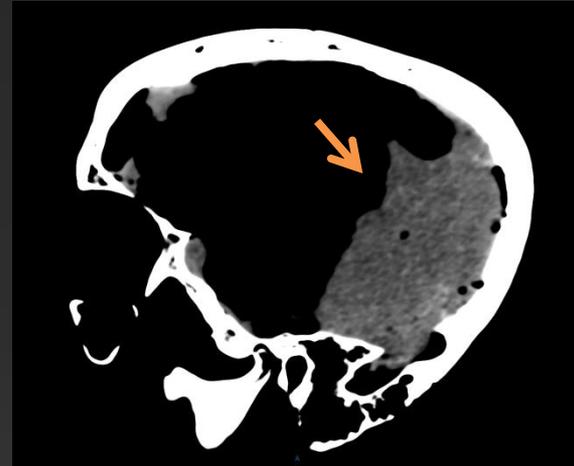
- TDM : > 72h

- **Gaz intra-vasculaire** : plus fréquent en cas de traumatisme balistique (*discuté*) ou de **massage cardiaque**^{8,9,10}



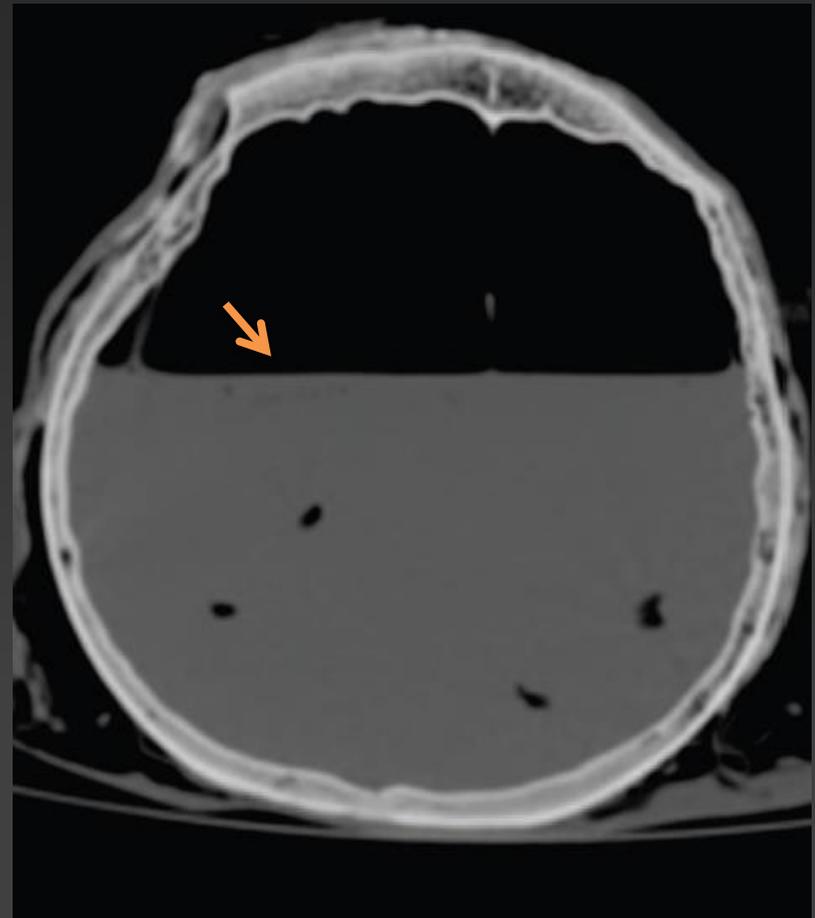
Putréfaction

- TDM : > 10 jours²
 - **Liquéfaction** de l'encéphale
 - Voire **niveau hydro-aérique** associé



Putréfaction

- TDM : > 10 jours
 - **Liquéfaction** de l'encéphale
 - Voire **niveau hydro-aérique** associé



Conclusion

- Virtopsie : Technique en plein essor
- Modifications post-mortem cérébrales précoces (lividités surtout) et tardifs (putréfaction) bien visibles en imagerie
- Sémiologie propre à chaque « étape » : meilleure compréhension des phénomènes cadavériques
- Connaissance indispensable afin de distinguer processus normaux et pathologiques
- Interprétation toujours à corrélérer :
 - Au délai post-mortem (supposé)
 - Au contexte « clinique » (position du corps, interventions réalisés...)

Références

- 1. Dedouit F, Otal P, Costagliola R, Loubes Lacroix F, Telmon N, Rouge D, et al. Application a la thanatologie de l'imagerie en coupe: revue iconographique. *Journal de Radiologie*. juin 2006;87(6, Part 1):619-638.
- 2. Levy AD, Harcke HT, Mallak CT. Postmortem Imaging: MDCT Features of Postmortem Change and Decomposition. *The American Journal of Forensic Medicine and Pathology*. mars 2010;31(1):12-17.
- 3. Smith AB, Lattin GE, Berran P, Harcke HT. Common and Expected Postmortem CT Observations Involving the Brain: Mimics of Antemortem Pathology. *AJNR Am J Neuroradiol*. 8 janv 2012;33(7):1387-1391.
- 4. Ruder TD, Hatch GM, Siegenthaler L, Ampanozi G, Mathier S, Thali MJ, et al. The influence of body temperature on image contrast in post mortem MRI. *European Journal of Radiology*. Juin 2012;81(6):1366-1370.
- 5. Kobayashi T, Shiotani S, Kaga K, Saito H, Saotome K, Miyamoto K, et al. Characteristic signal intensity changes on postmortem magnetic resonance imaging of the brain. *Jpn J Radiol*. 1 janv 2010;28(1):8-14.
- 6. Schmidt TM, Fischer R, Acar S, Lorenzen M, Heinemann A, Wedegärtner U, et al. DWI of the brain: Postmortal DWI of the brain in comparison with in vivo data. *Forensic Science International*. 10 juill 2012;220(1-3):180-183.
- 7. Thayyil S, De Vita E, Sebire NJ, Bainbridge A, Thomas D, Gunny R, et al. Post-mortem cerebral magnetic resonance imaging T1 and T2 in fetuses, newborns and infants. *European Journal of Radiology*. mars 2012;81(3):e232-e238.
- 8. Shiotani S, Ueno Y, Atake S, Kohno M, Suzuki M, Kikuchi K, et al. Nontraumatic postmortem computed tomographic demonstration of cerebral gas embolism following cardiopulmonary resuscitation. *Jpn J Radiol*. 1 janv 2010;28(1):1-7.
- 9. Zenda T, Takayama T, Miyamoto M, Yamaguchi S, Endo T, Inaba H. Intravascular gas in multiple organs detected by postmortem computed tomography: effect of prolonged cardiopulmonary resuscitation on organ damage in patients with cardiopulmonary arrest. *Jpn J Radiol*. 1 févr 2011;29(2):148-151.
- 10. Egger C, Bize P, Vaucher P, Mosimann P, Schneider B, Dominguez A, et al. Distribution of artifactual gas on post-mortem multidetector computed tomography (MDCT). *Int J Legal Med*. 1 janv 2012;126(1):3-12.