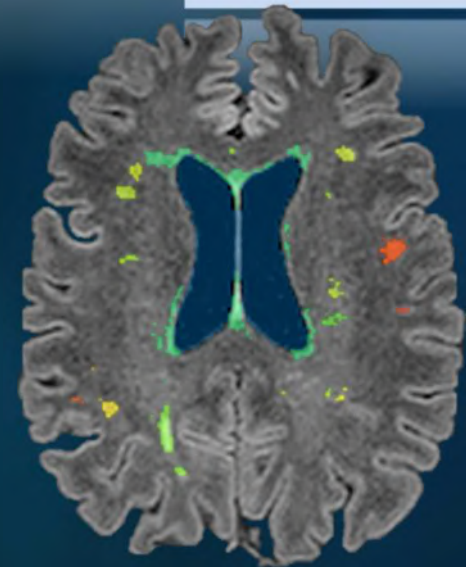
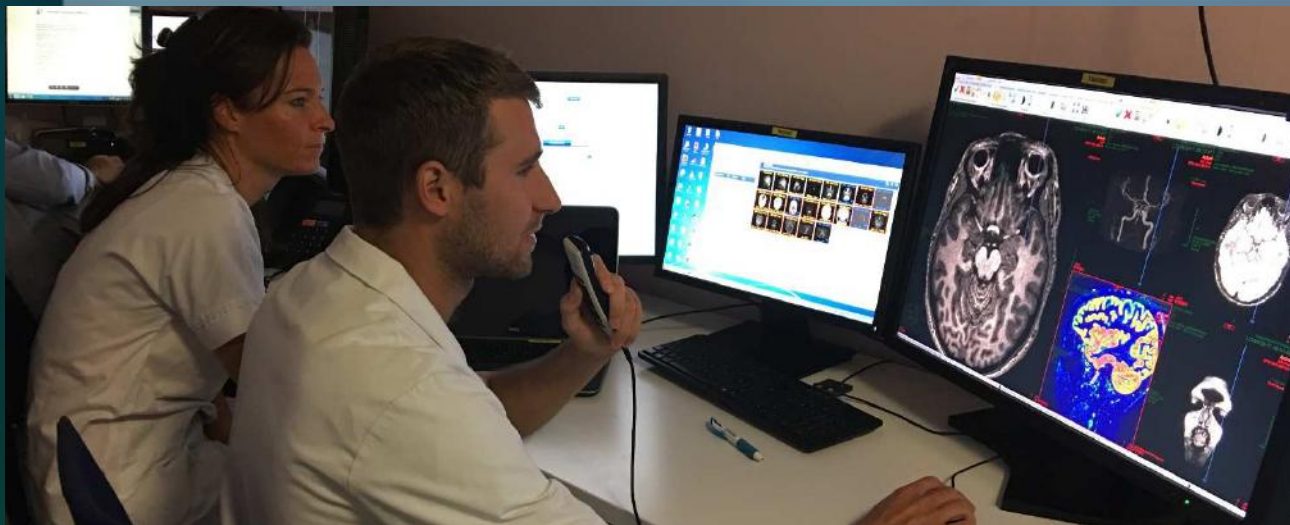


Apport de l'Intelligence Artificielle dans la vie du radiologue ?

Avril 2019



Dr Julien Savatovsky

Chef de Service Adjoint, Service d'imagerie médicale

jsavatovsky@gmail.com

Conflits d'intérêt

en rapport avec le cours : aucun

Remerciements

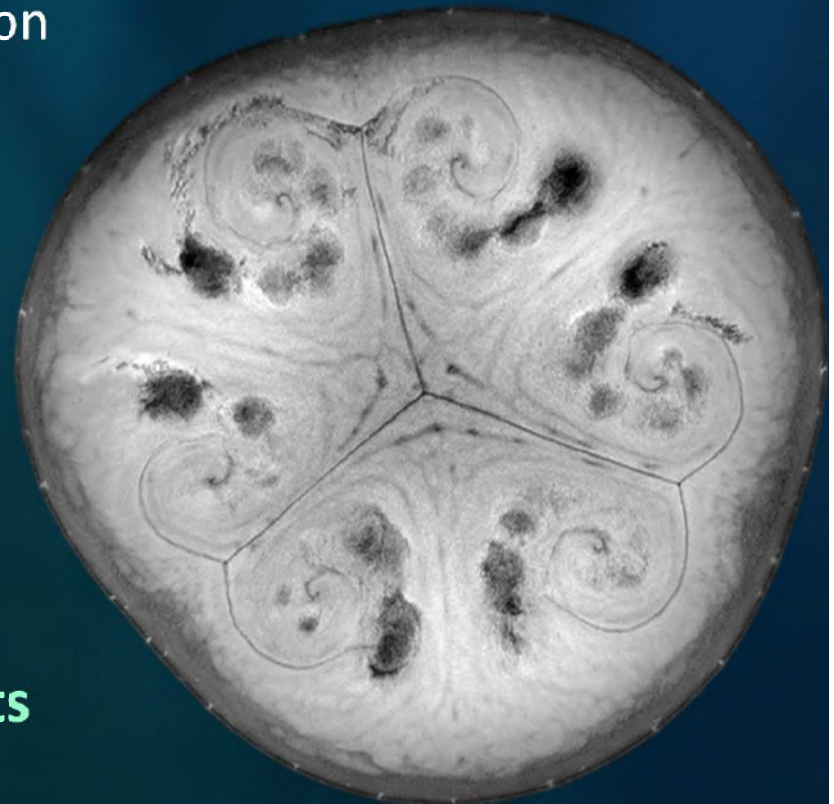
Radiologues et Manipulateurs de la Fondation

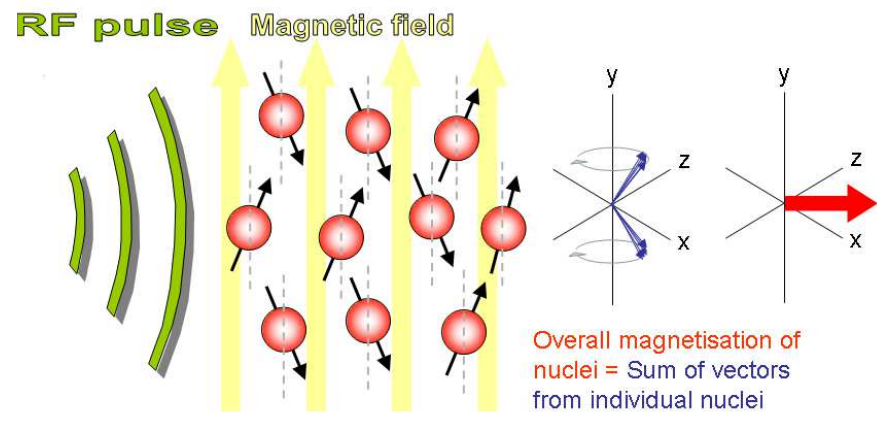
Dr Annaelle Chétrit

Dr Caroline Bouzad

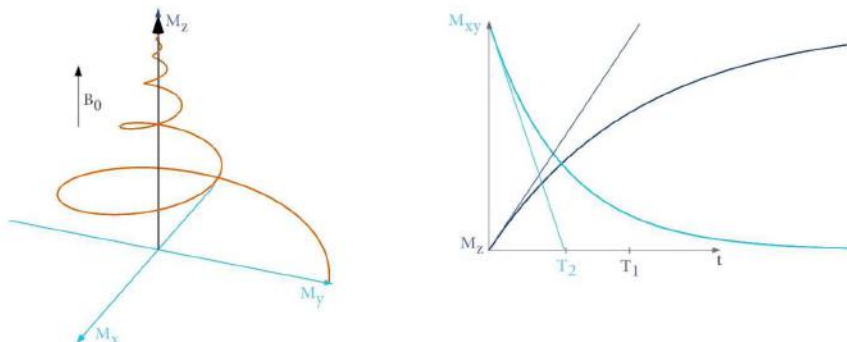
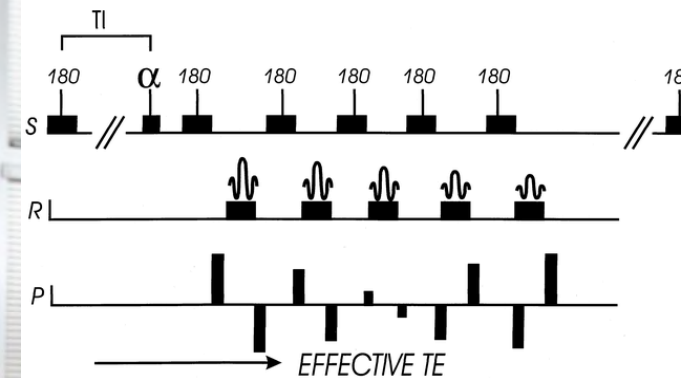
Franck Maizeroi-Eugène

Certaines images sont issues de produits
en cours de développement (off-label)





FAST INVERSION RECOVERY (FLAIR)



Objectifs



Après cette présentation, vous pourrez :

- Expliquer quelles sont les tâches d'un radiologue
- Analyser les problématiques auxquelles sont confrontés les services d'imagerie
- Discuter de leviers d'actions utilisant l'IA pour y faire face
- Démontrer la pertinence des modèles de la biologie et des médicaments pour faire face aux défis posés par l'IA

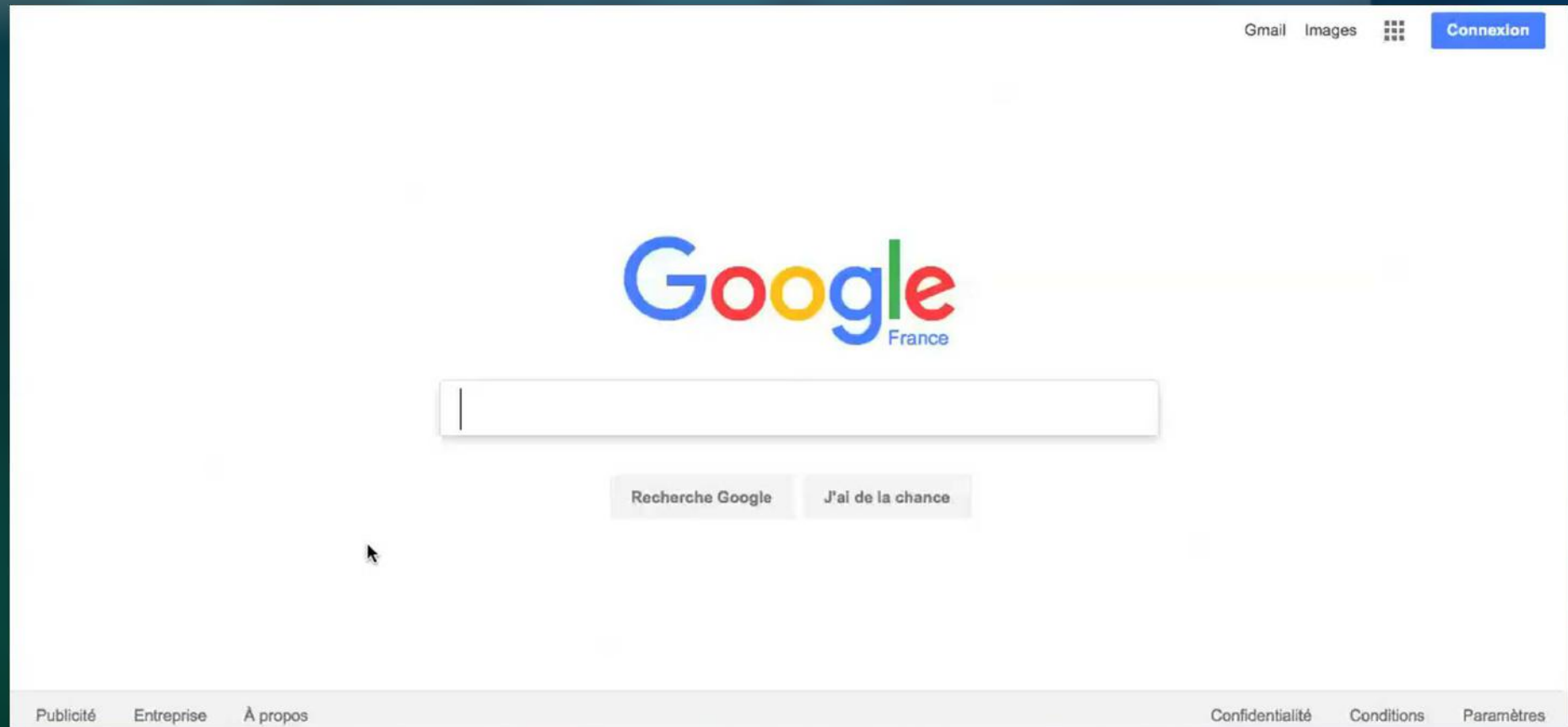
Objectifs



Après cette présentation, vous pourrez :

- **Expliquer quelles sont les tâches d'un radiologue**
- **Analyser les problématiques auxquelles sont confrontés les services d'imagerie**
- Discuter de leviers d'actions utilisant l'IA pour y faire face
- Démontrer la pertinence des modèles de la biologie et des médicaments pour faire face aux défis posés par l'IA

Qu'est-ce qu'un radiologue ? Que fait-il ?



Que fait-on dans un service d'imagerie ?

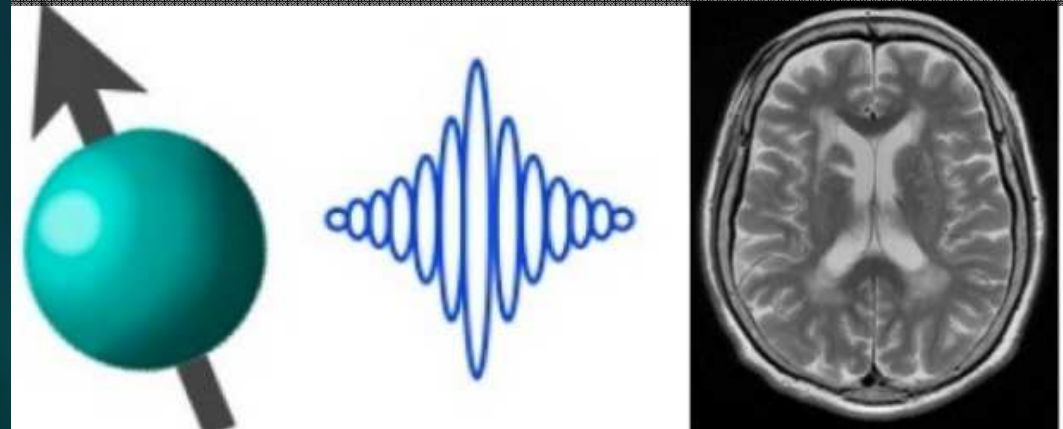
Réaliser les examens



Détecter une maladie



S'assurer de la qualité et la sécurité des examens



Préciser la nature des anomalies

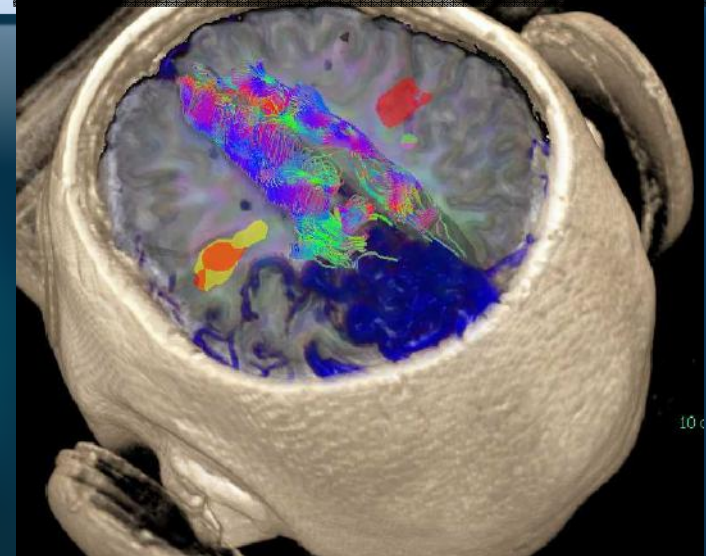


Que fait-on dans un service d'imagerie ?

Réaliser des consultations de rendu



Préparer et suivre le traitement

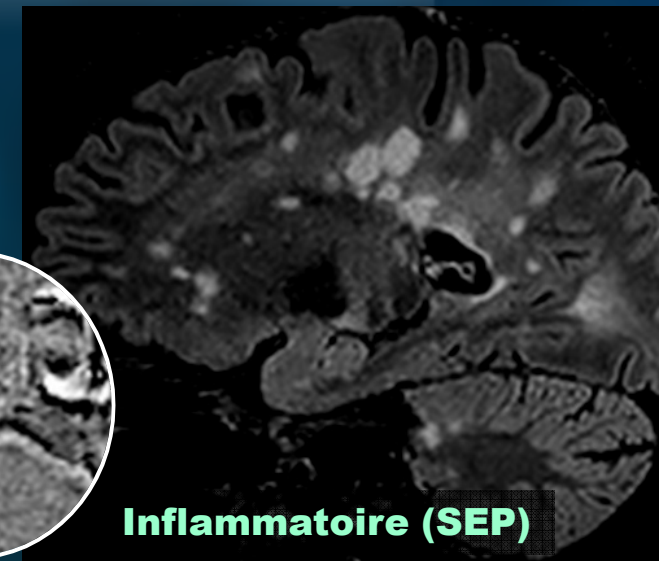
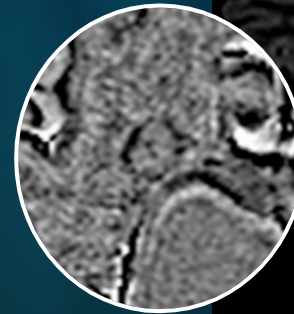
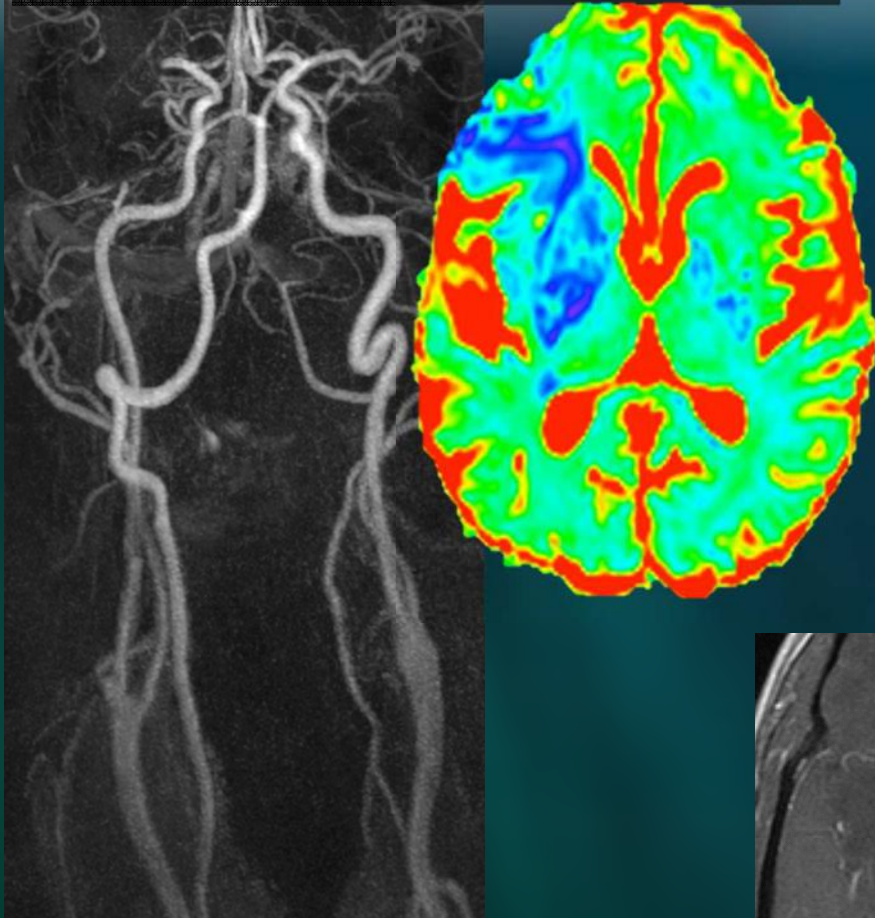


Effectuer le traitement



Que fait-on dans notre service d'imagerie :

Neurovasculaire (infarctus cérébraux)

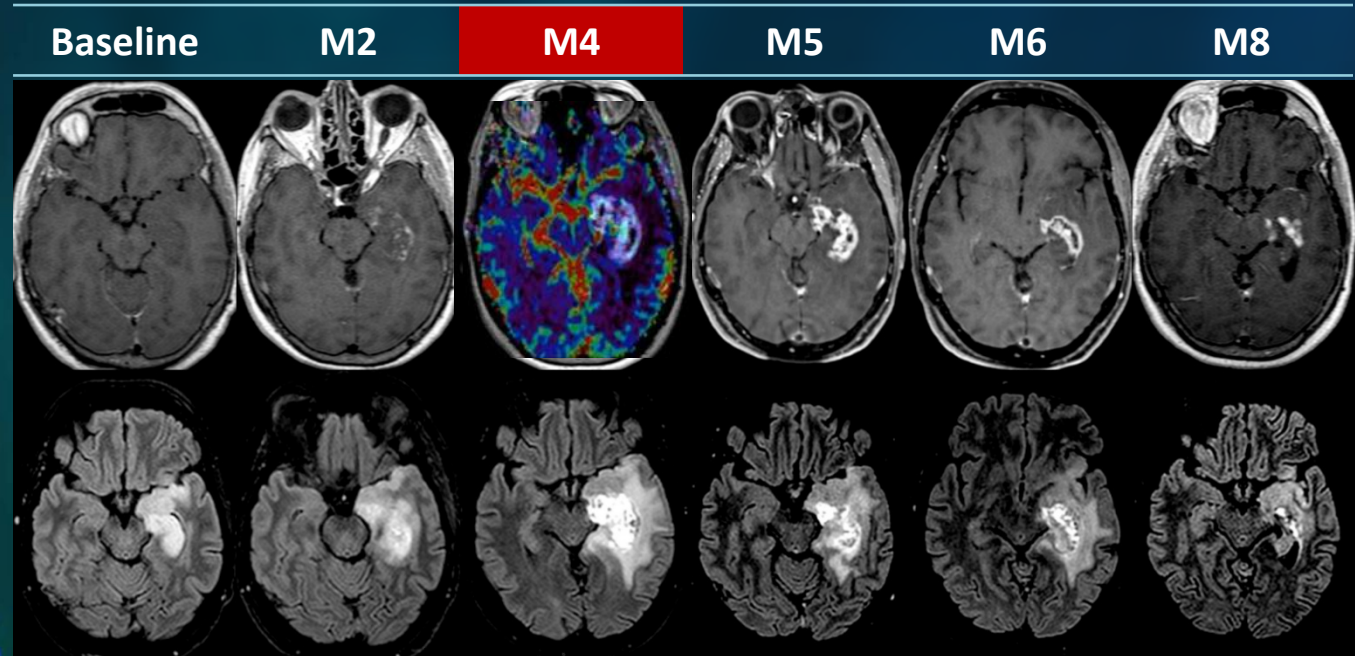
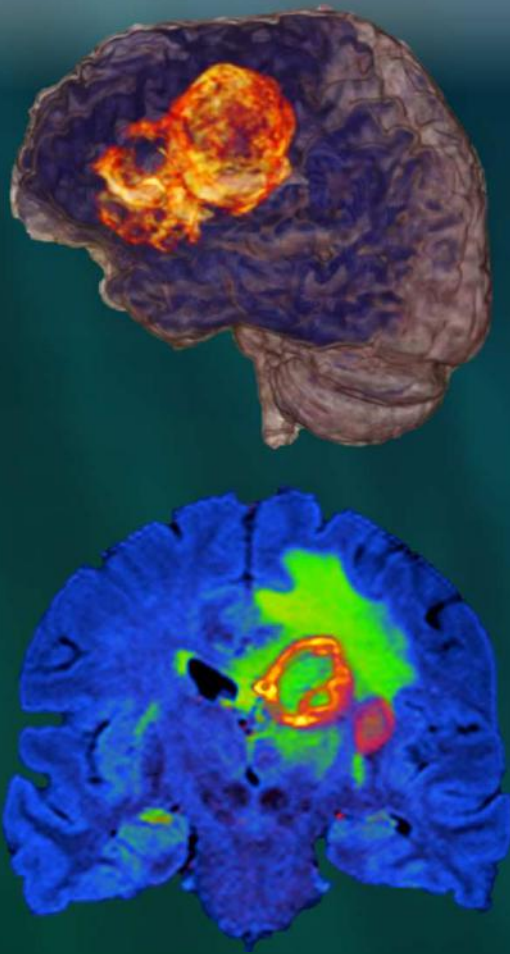


Inflammatoire (SEP)

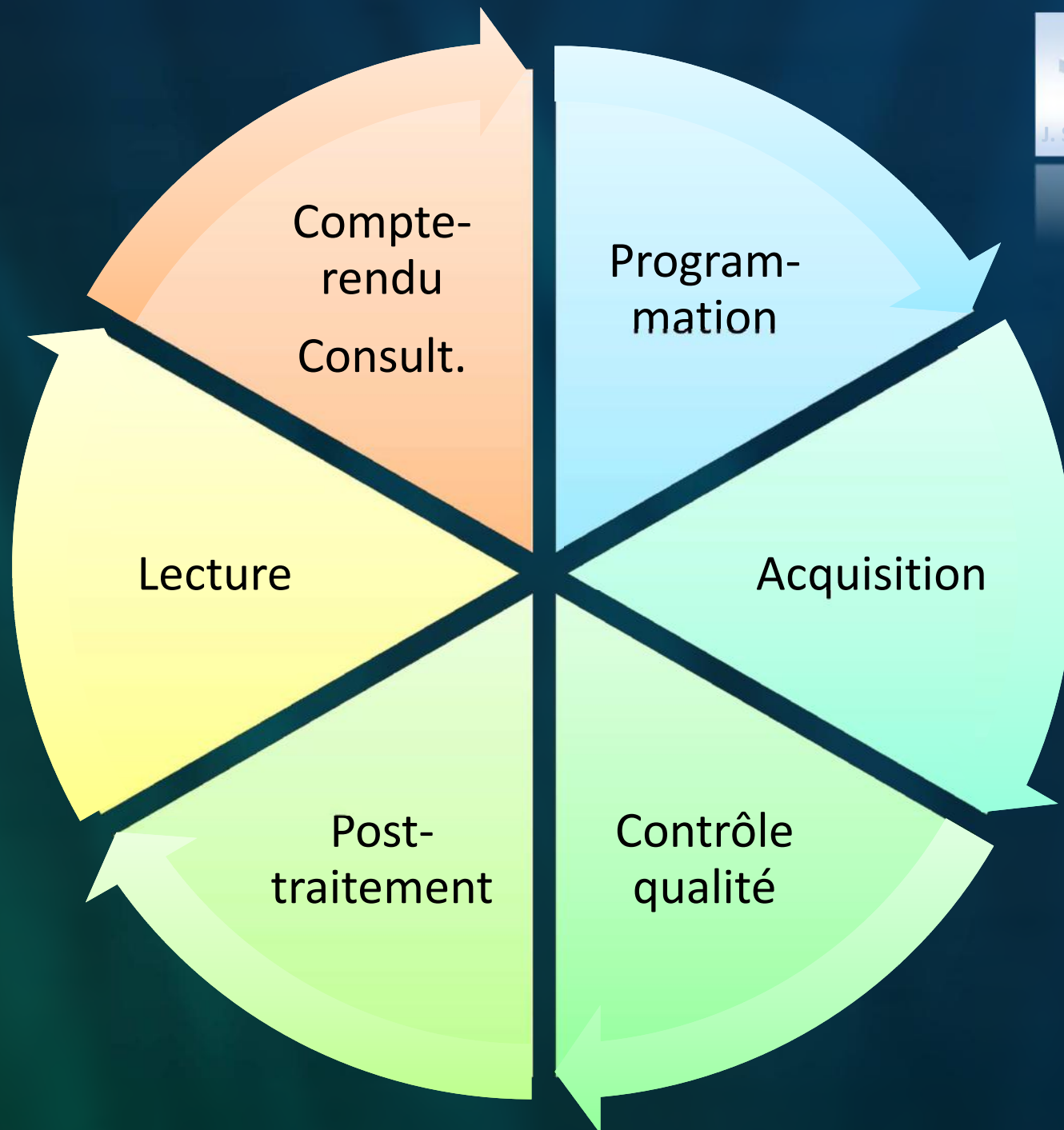


Infections du SNC

Que fait-on dans notre service d'imagerie :



Tumeurs cérébrales



Déroulement d'une vacation IRM

J. Savatovsky / IA Imagerie

Installation - Acquisition

20 min

Prep.

Post-traitement

Intpr

Rendu
au
patient

Program-
mation

Prép.

Installation - Acquisition

20 min

Prep.

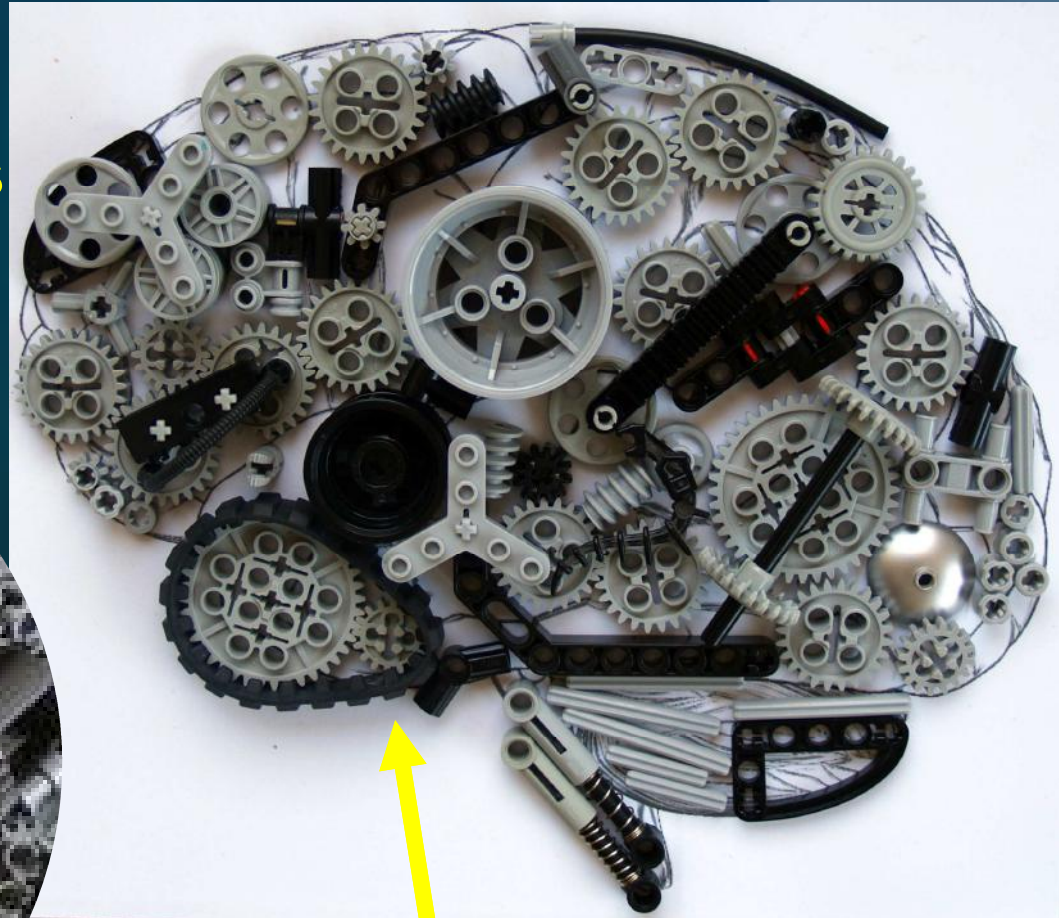
Post-traitement



Données multidimensionnelles



Sequences



Examen

Sclérose en plaques

13 min / 1500 - 2500 images



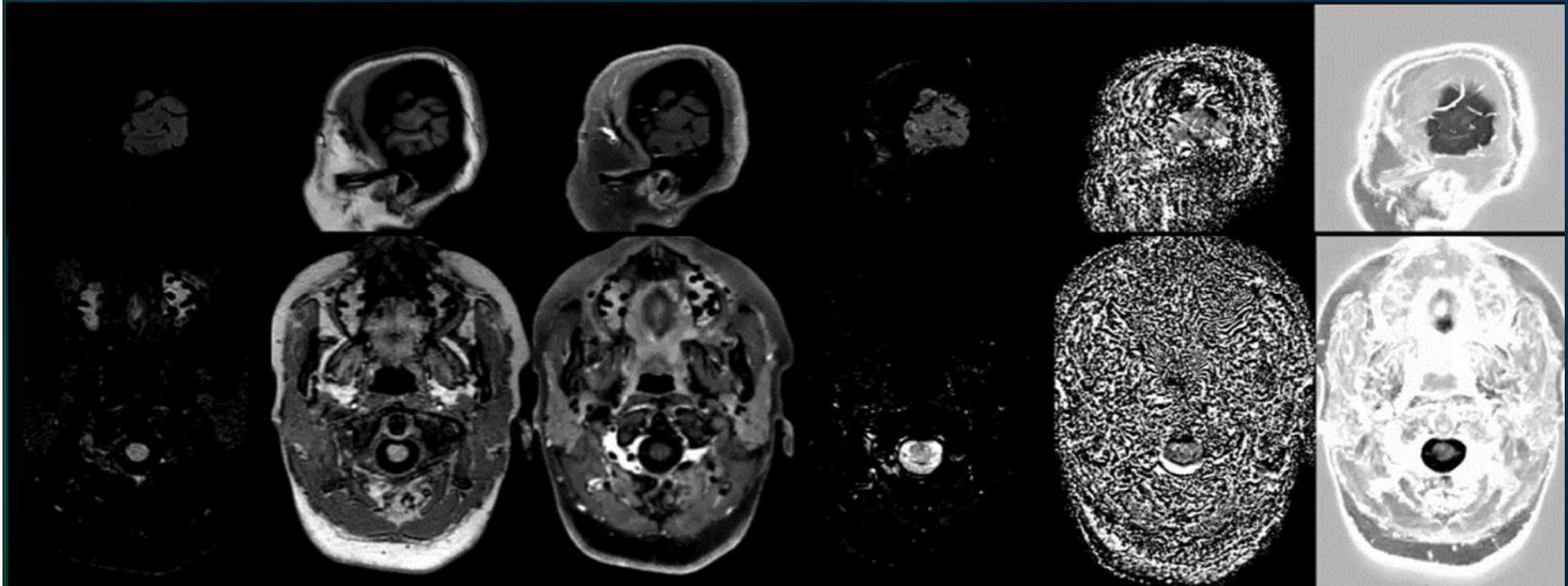
3D FLAIR
1.0 iso
(3'00 CS)

3D T1 TFE
1.0 iso
(2'10 CS)

3D T1 TSE
1.0 iso
(2'30 CS)

3D SWI MS EPI
0.6 iso
(3'30)

(opt) 3D PSIR
1.0 iso
(4'30 CS)



DWI / 1.4x1.4x4 (0'40)

PD - T2 / 0.6 x 0.6 x 3 (1'20 CS)

Evolution des pratiques IRM cérébrale



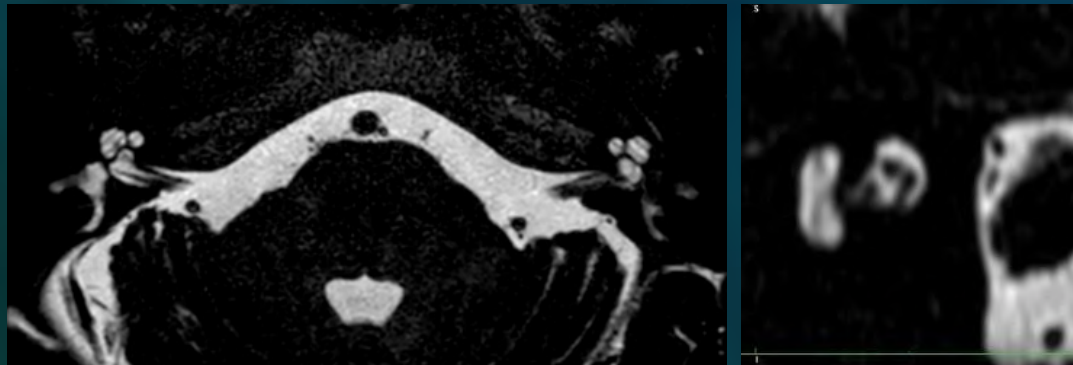
	1990	2000	2017
Durée moyenne examen	30 min	20 min	18 min
Nb examens / heure	1,5	2,5	2,5
Nombre de séries	4	5	5
Nombre de séries 3D	0 - 1	1 – 2	4
Nombre moy. images	100	500	2 500
Images / h à interpréter	150	1 250	6 250

Encéphale + conduits auditifs

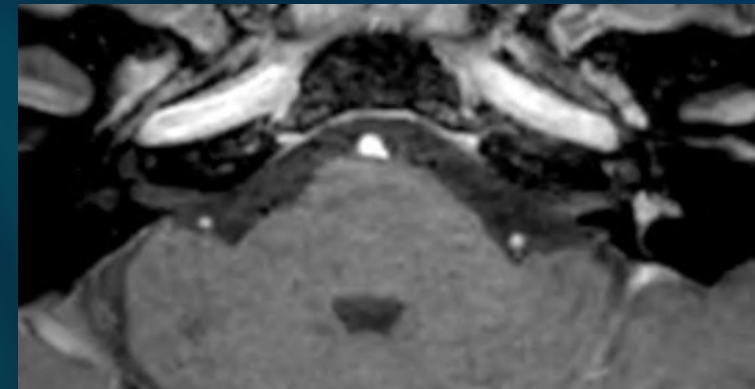
10 min / 1200 images



3D T2 Drive / 0.6x0.6x0.8
(2'50 CS)

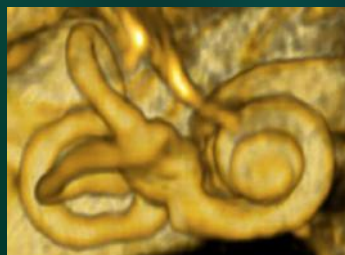
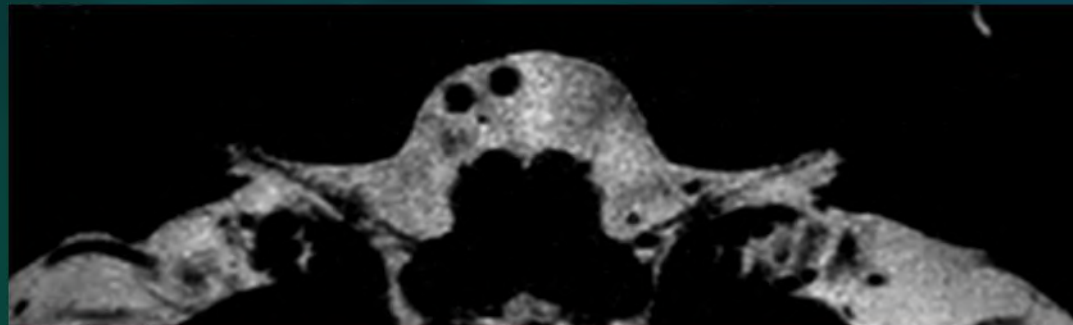


3D T1 Thrive / 0.7 iso
(1'40)

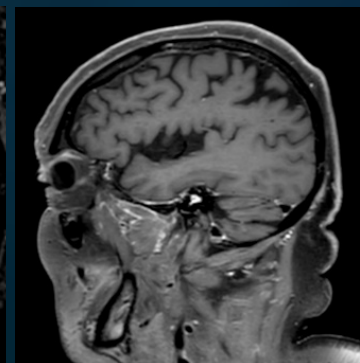
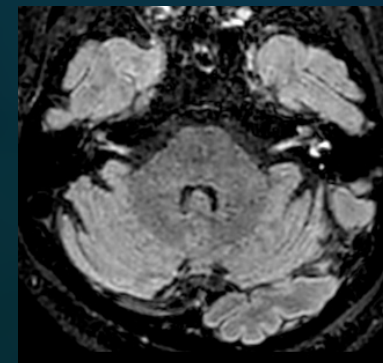


3D FLAIR
1.0 iso
(3'00 CS)

3D T1 TSE
1.0 iso
(2'30 CS)



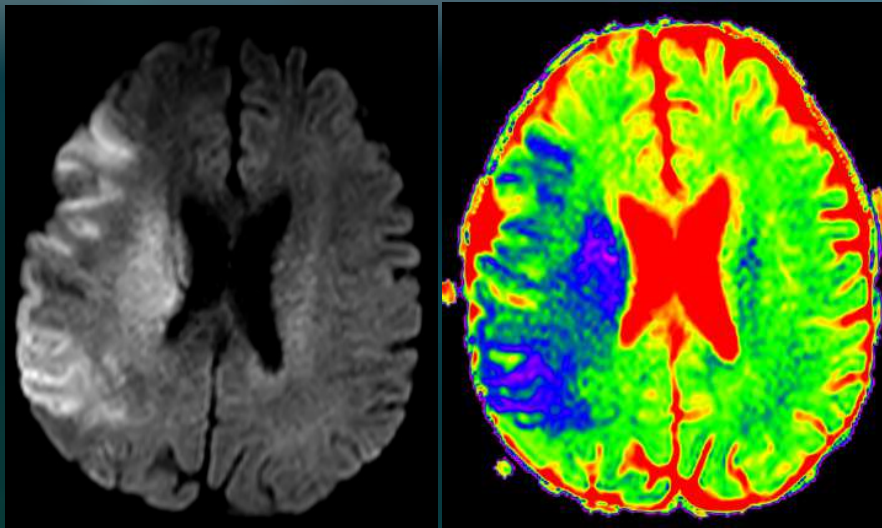
DWI
1.4x1.4x4
(0'40)



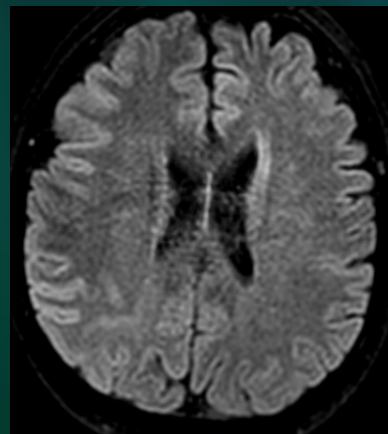
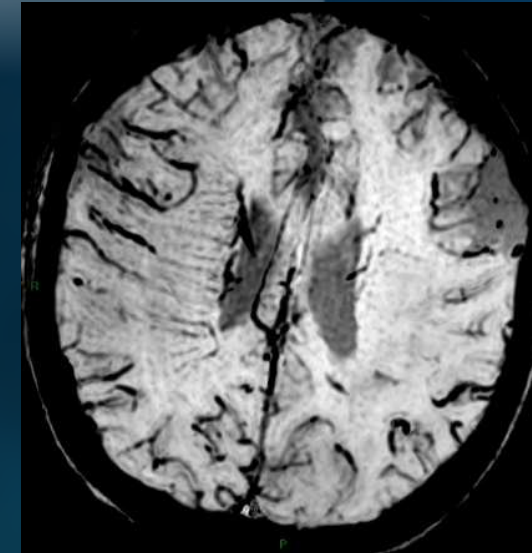
AVC (phase aiguë)

7 min / 2500 images

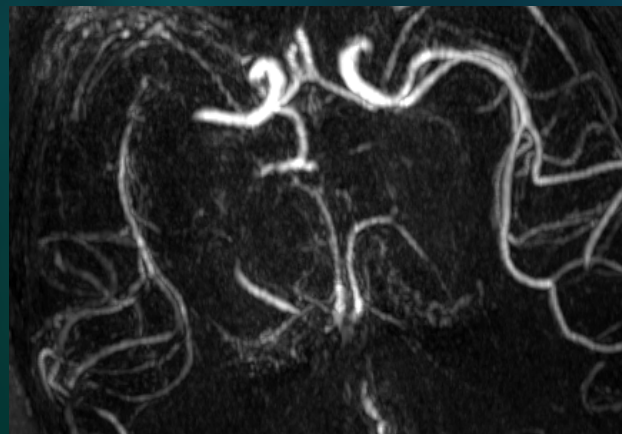
Diffusion b2000 – 0:40



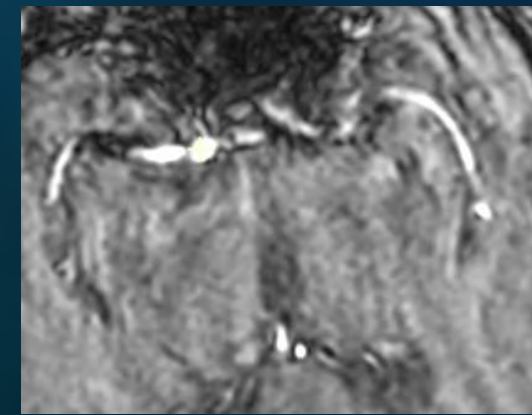
Fast SWIp (0:50 CS)



Fast 3D FLAIR (1:30 CS)



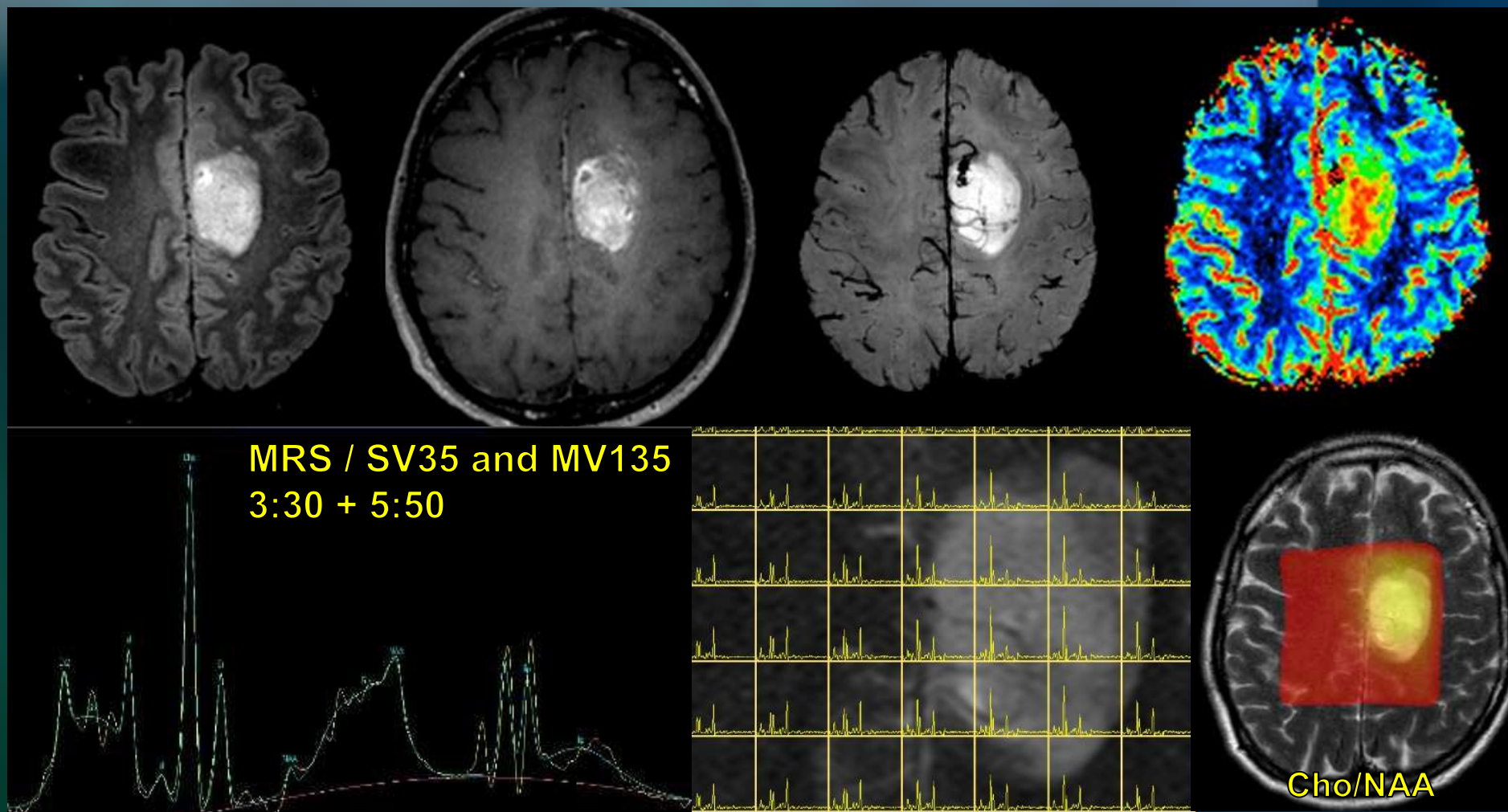
CE-MRA (1:00)



(recon from SWIp: 2nd echo)

Bilan d'une masse du cerveau

25 min / 4000 images / post-traitement complexe



Autres séquences : 3D T1 TSE pre-contraste, Diffusion.

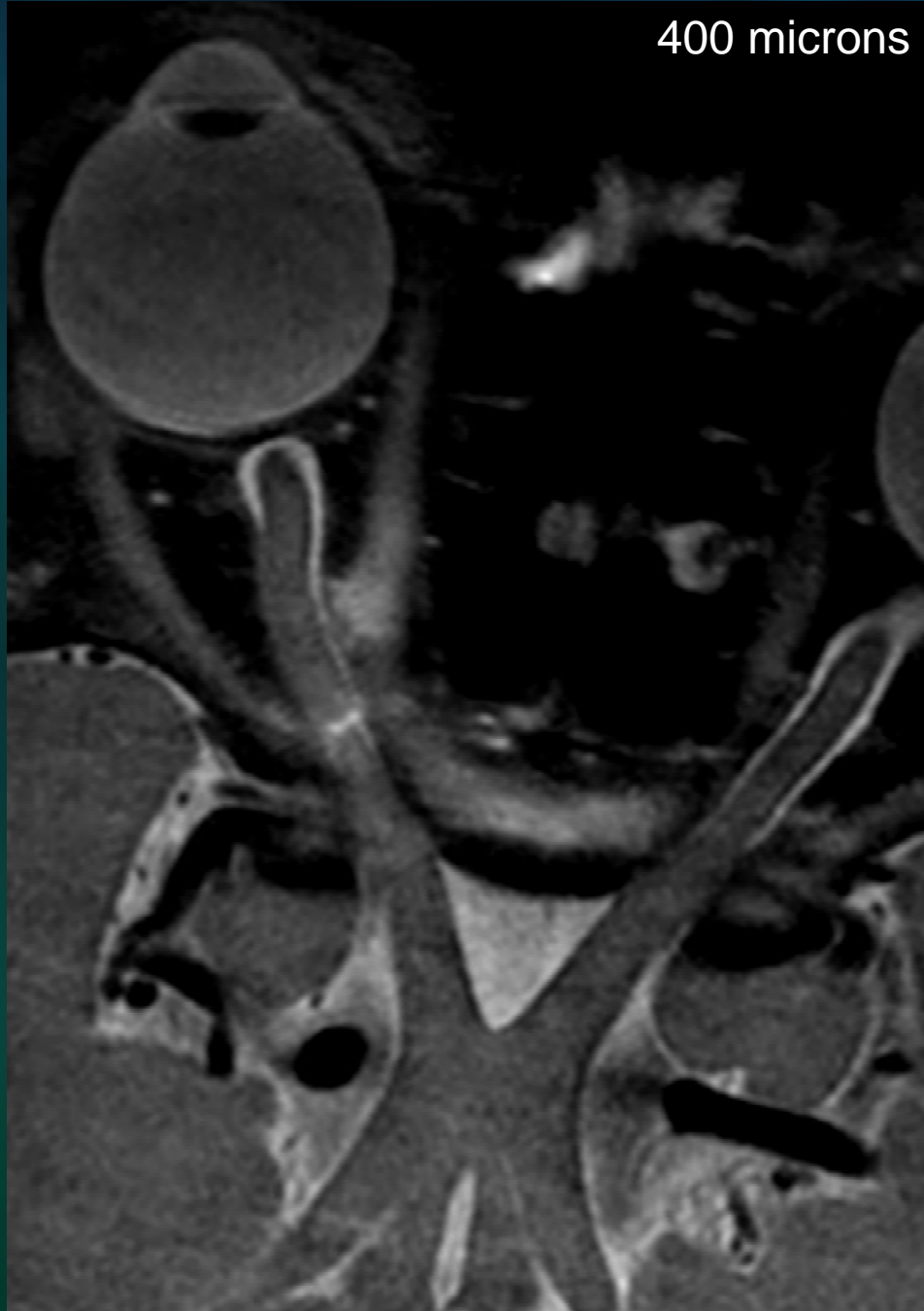
4000 images

Evolution des pratiques IRM cérébrale

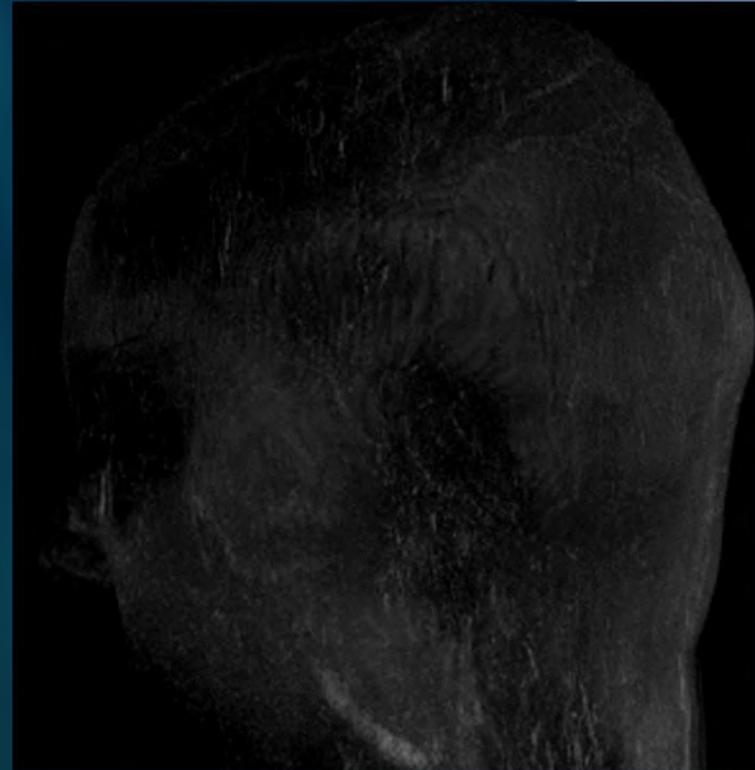


	1990	2000	2017	2022
Durée moyenne examen	30 min	20 min	18 min	10 min
Nb examens / heure	1,5	2,5	2,5	5
Nombre de séries	4	5	5	7
Nombre de séries 3D	0 - 1	1 – 2	4	7
Nombre moy. images	100	500	2 500	4 000
Images / h à interpréter	150	1 250	6 250	20 000

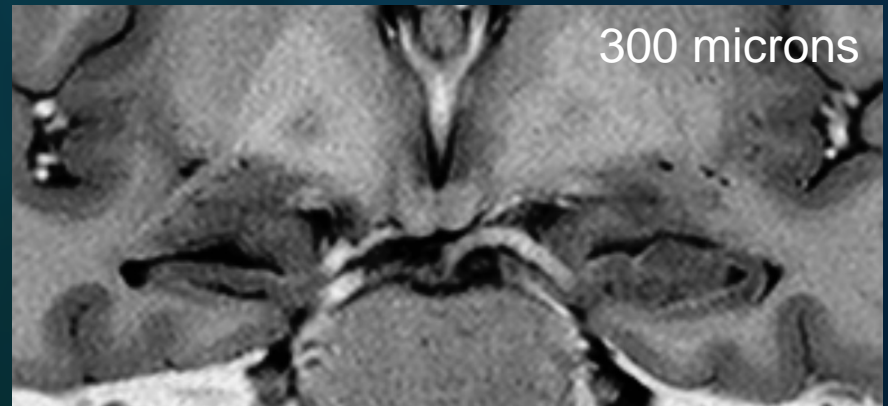
400 microns



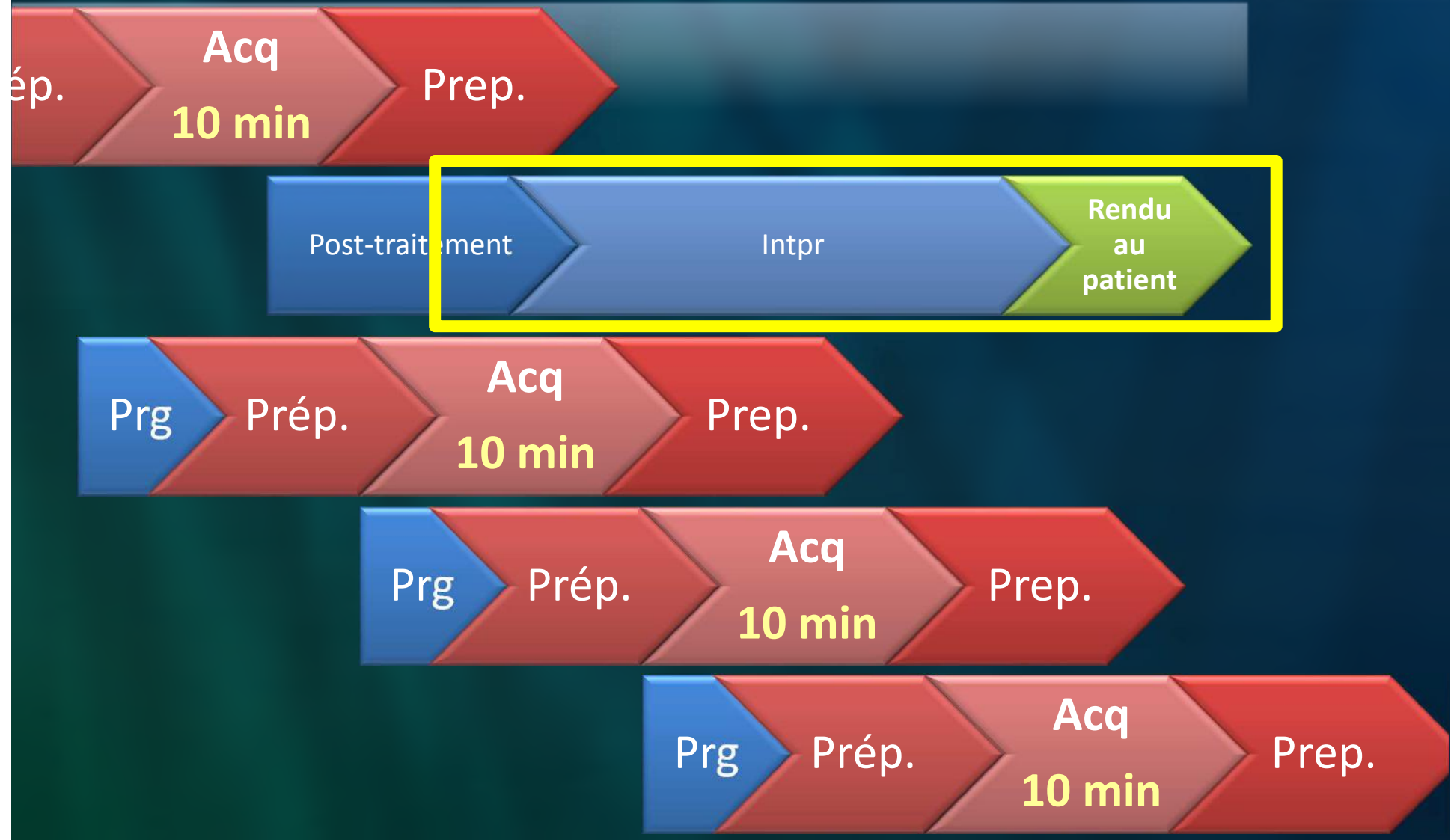
Voxel 0,9mm
200 images / phase
40 phases de 2 sec



300 microns

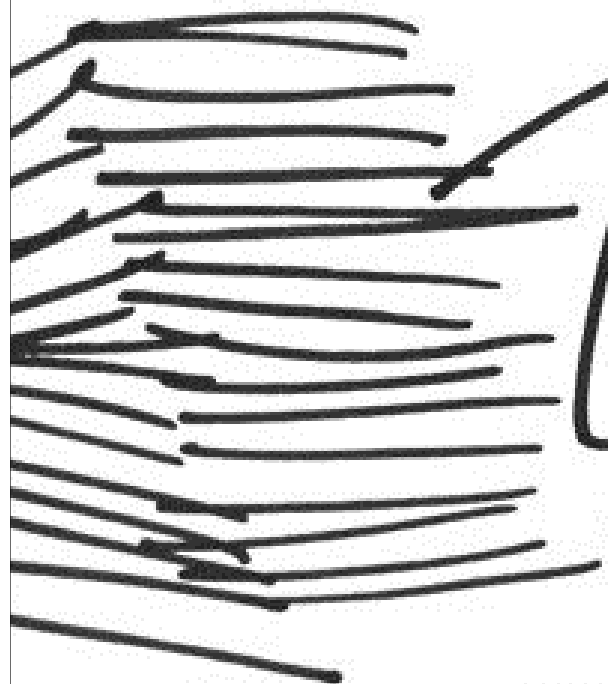


Futur proche de l'IRM (2022)



PP PFFT... J'AI
ENCORE 1500
IMAGES À
ANALYSER!...

TU PEUX
ARRÊTER...
IL EST
MORT!



Peut-on rester rentables ?



Baisse continue des remboursements...

IRM 3T en france (2019):
131 – 267€

Augmentation du nombre d'examens par jour

16



2011

28



2016

33



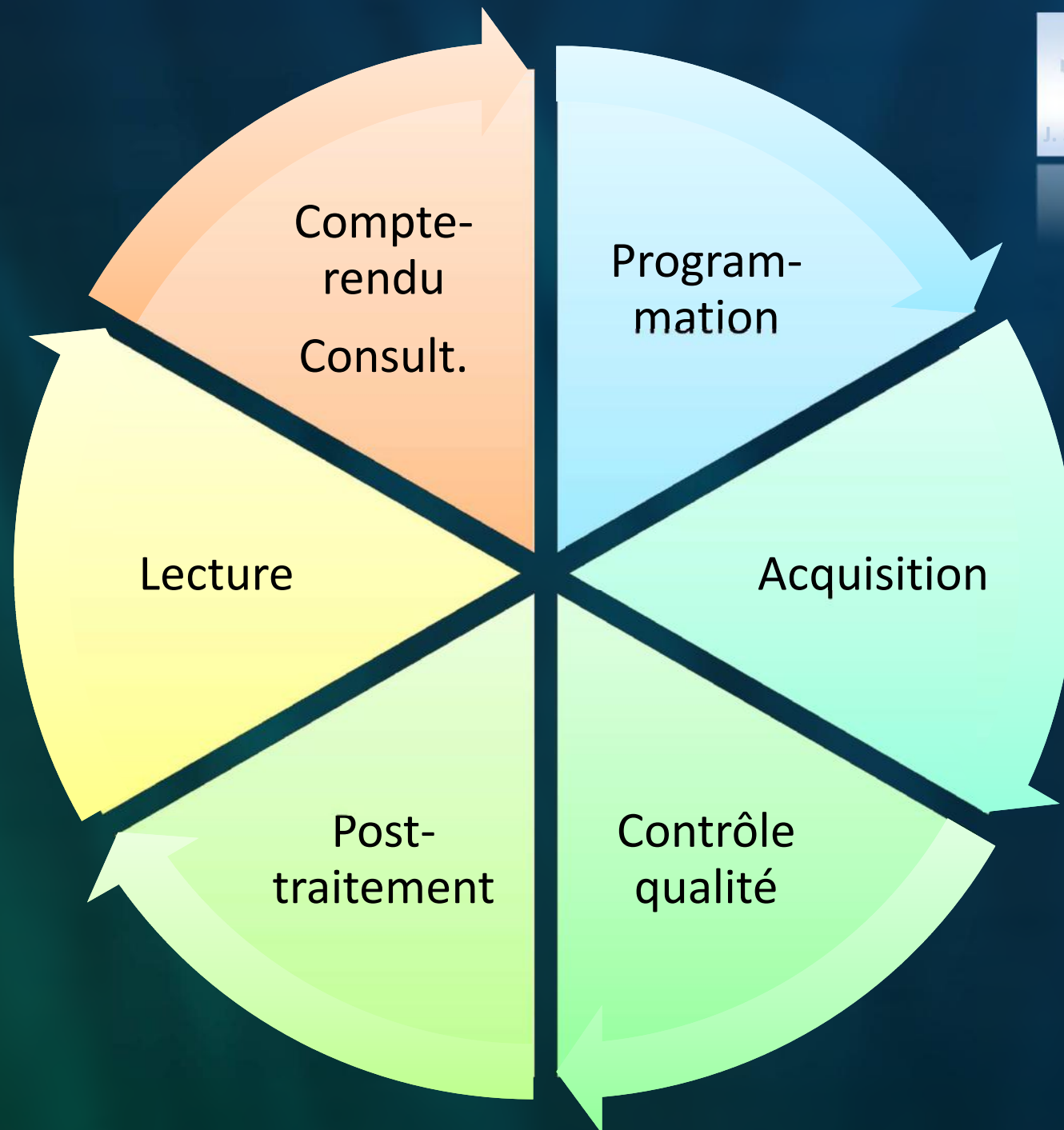
2019

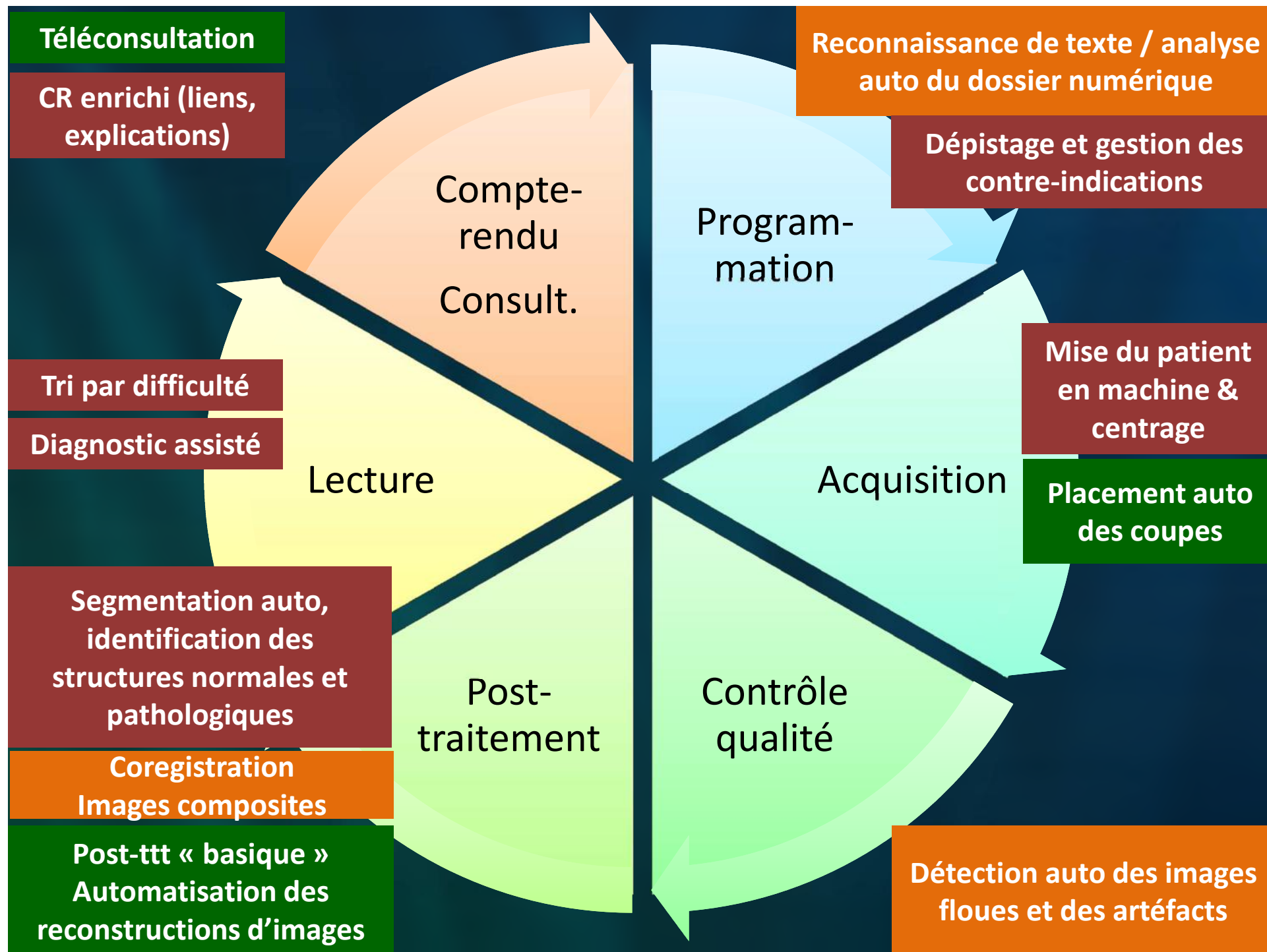
Objectifs

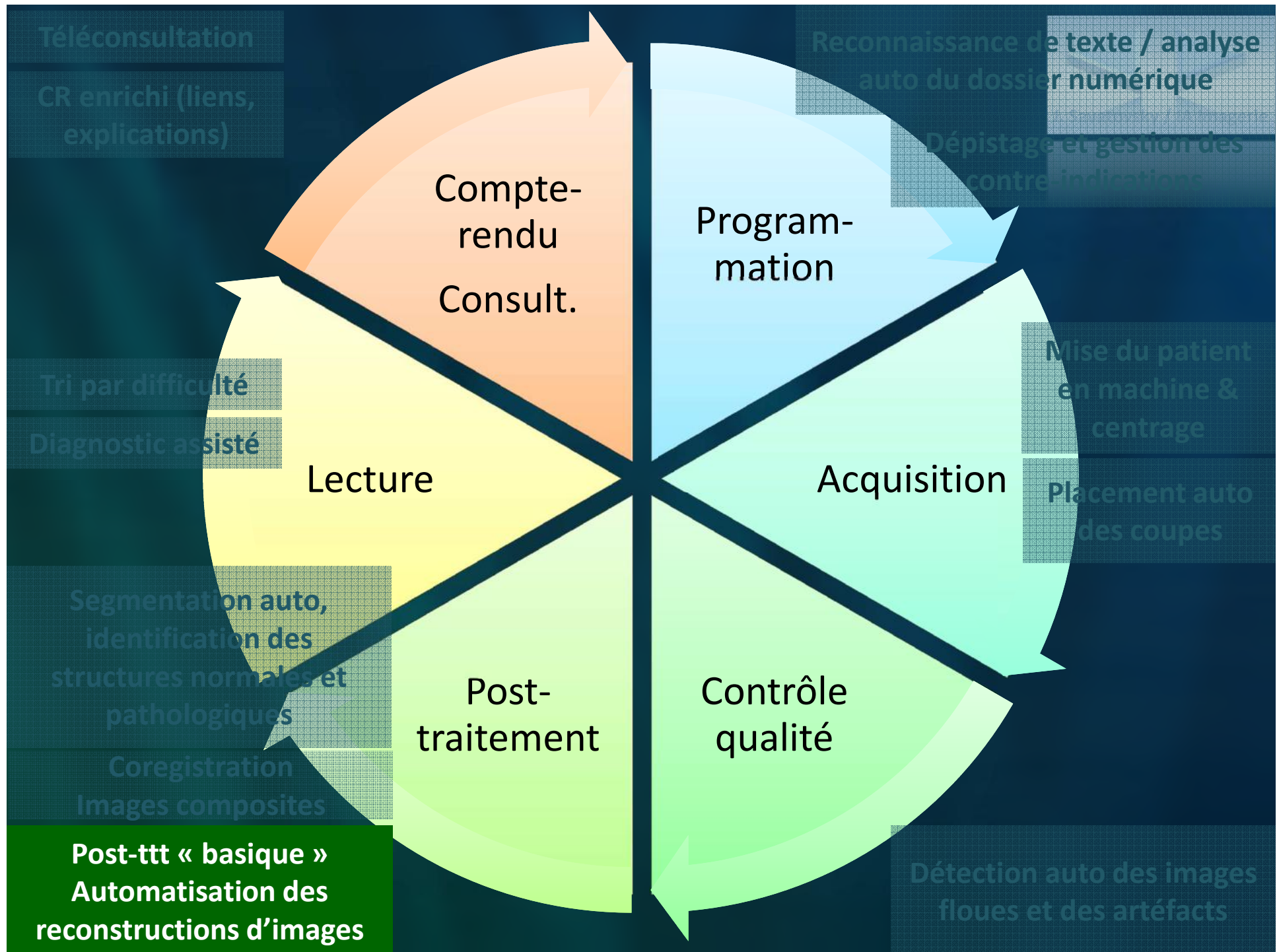


Après cette présentation, vous pourrez :

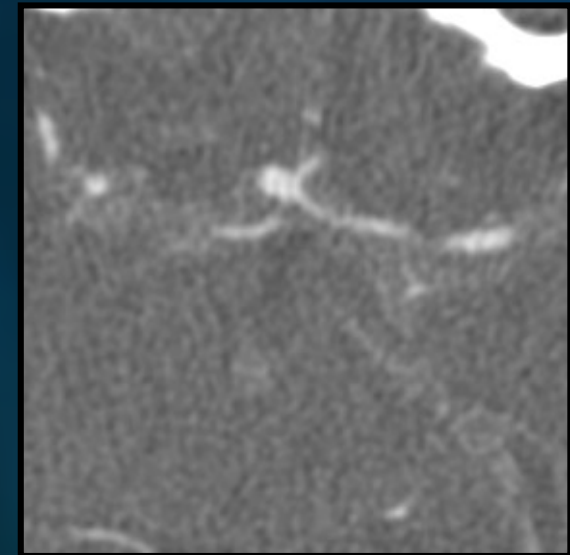
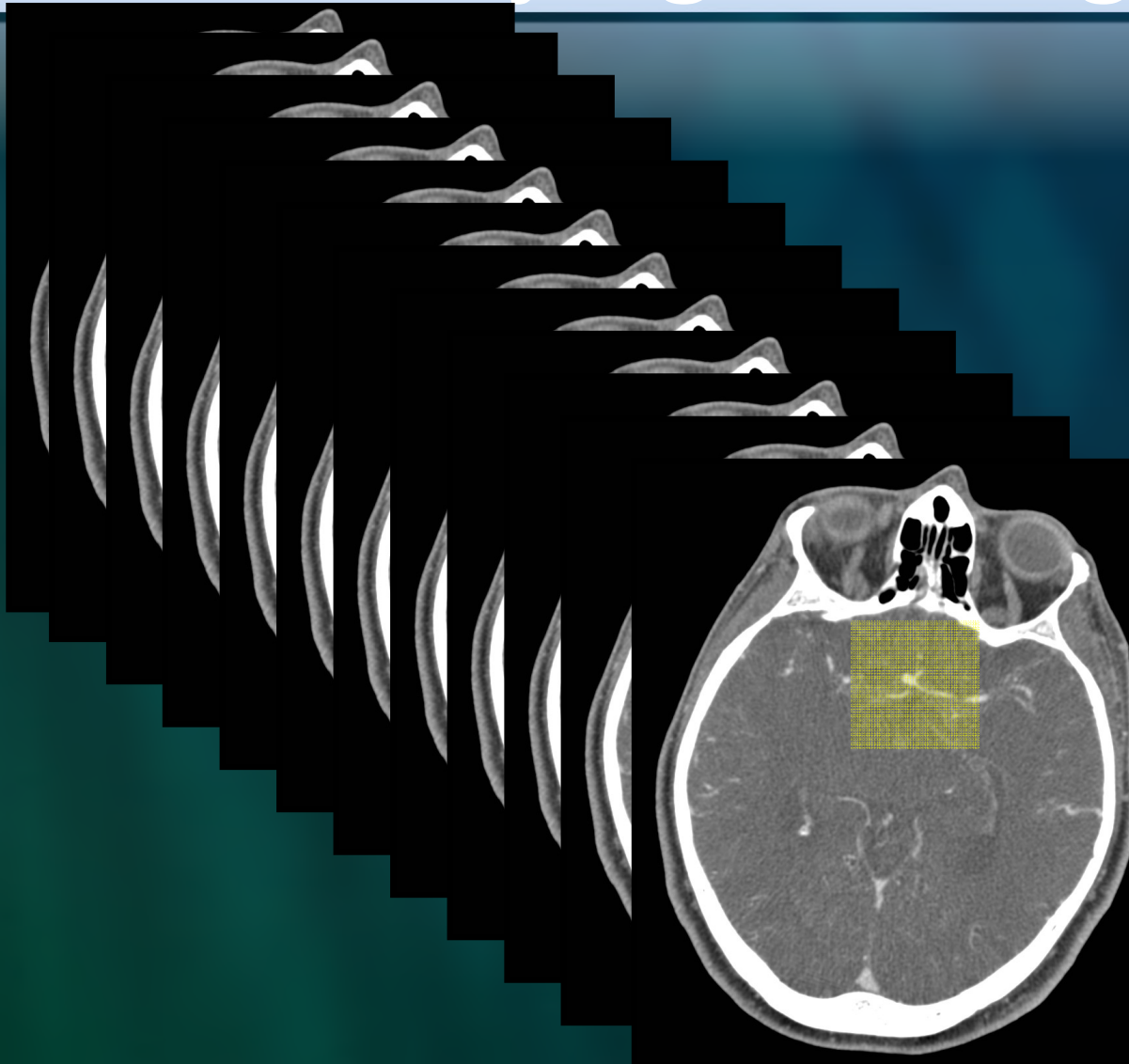
- Expliquer quelles sont les tâches d'un radiologue
- Analyser les problématiques auxquelles sont confrontés les services d'imagerie
- **Discuter de leviers d'actions utilisant l'IA pour y faire face**
- **Démontrer la pertinence des modèles de la biologie et des médicaments pour faire face aux défis posés par l'IA**







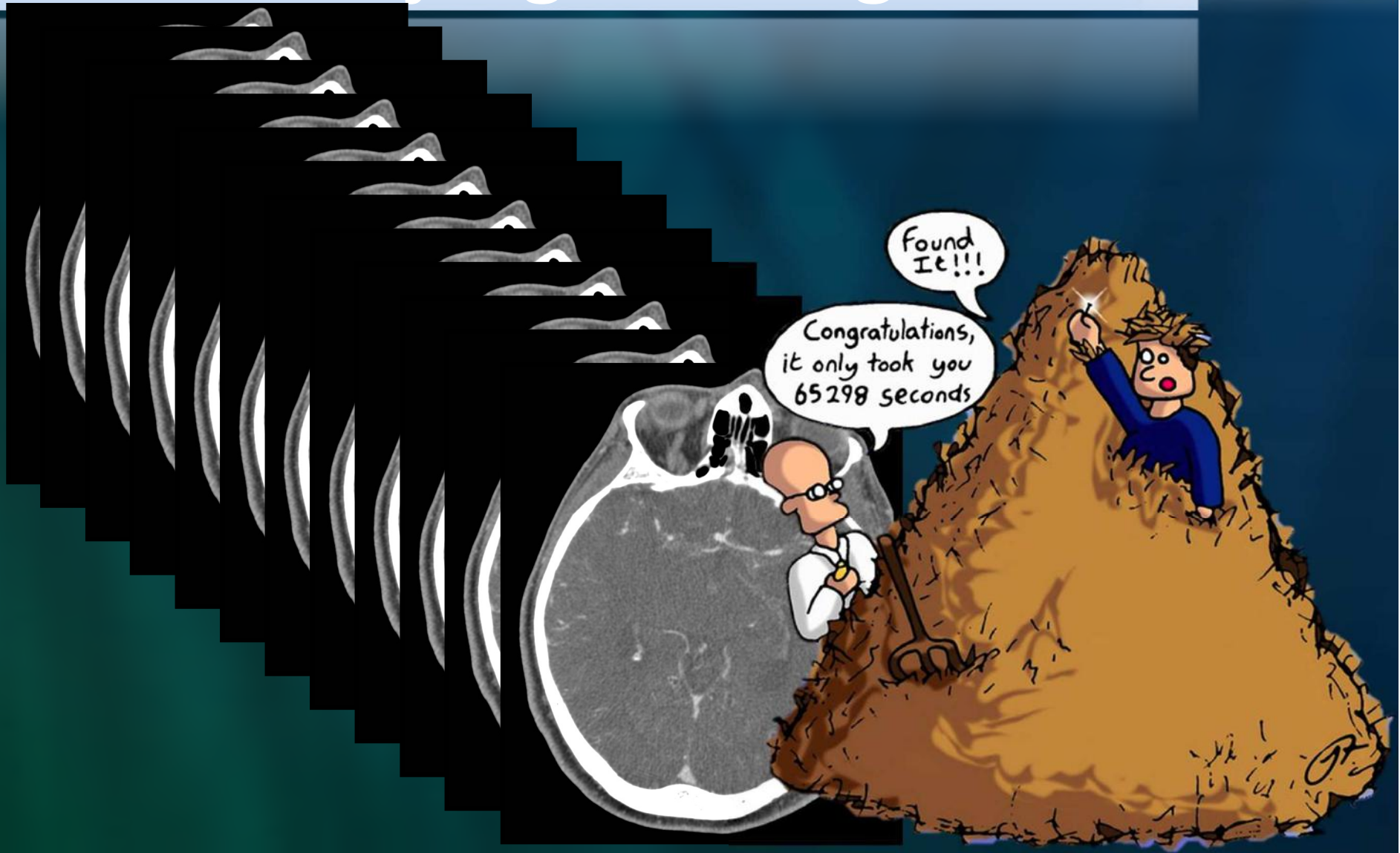
Comment trouver l'information dans cette jungle d'images :

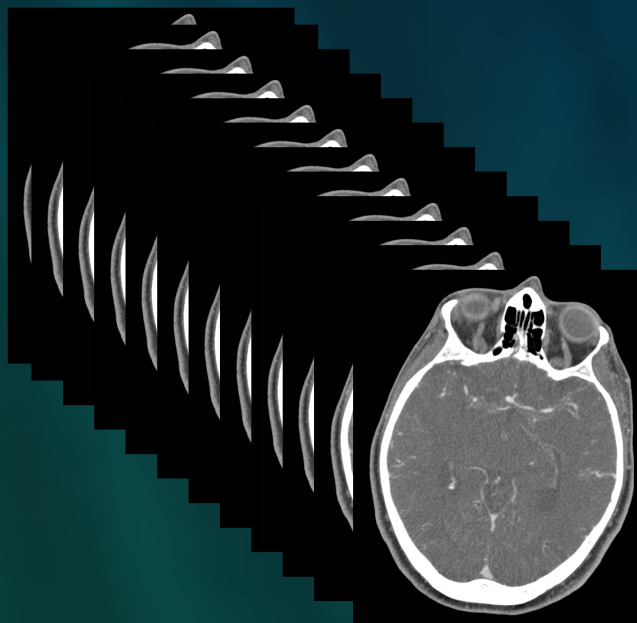


Anévrysme
de l'artère communicante ant.

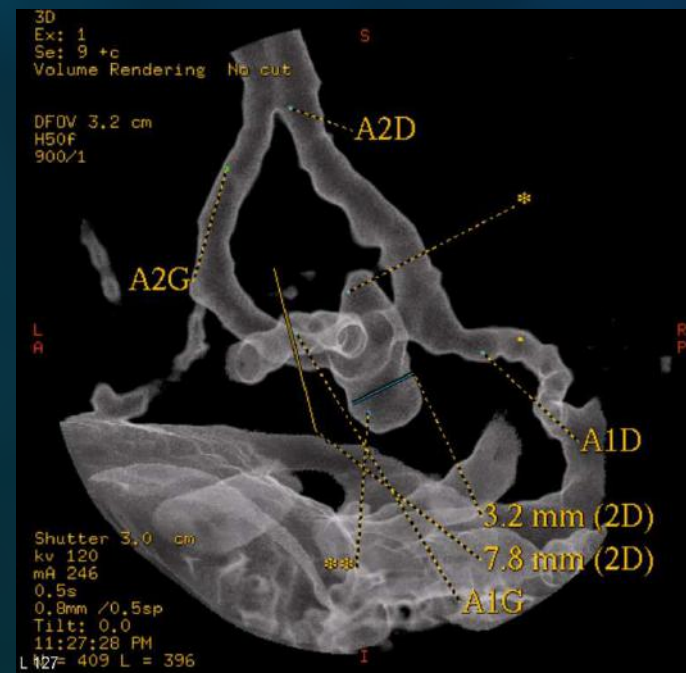
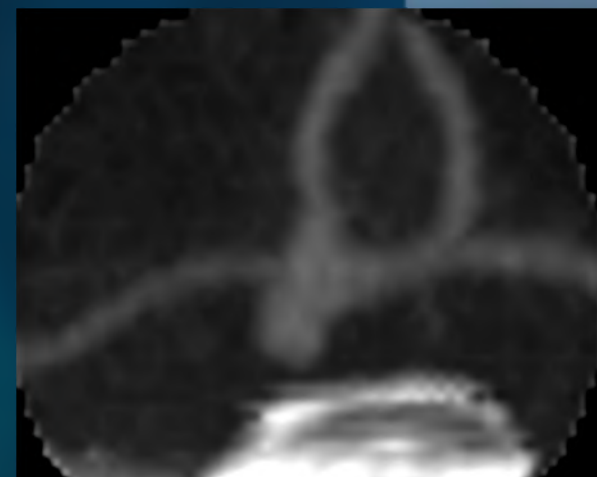
(3 coupes sur 400 !)

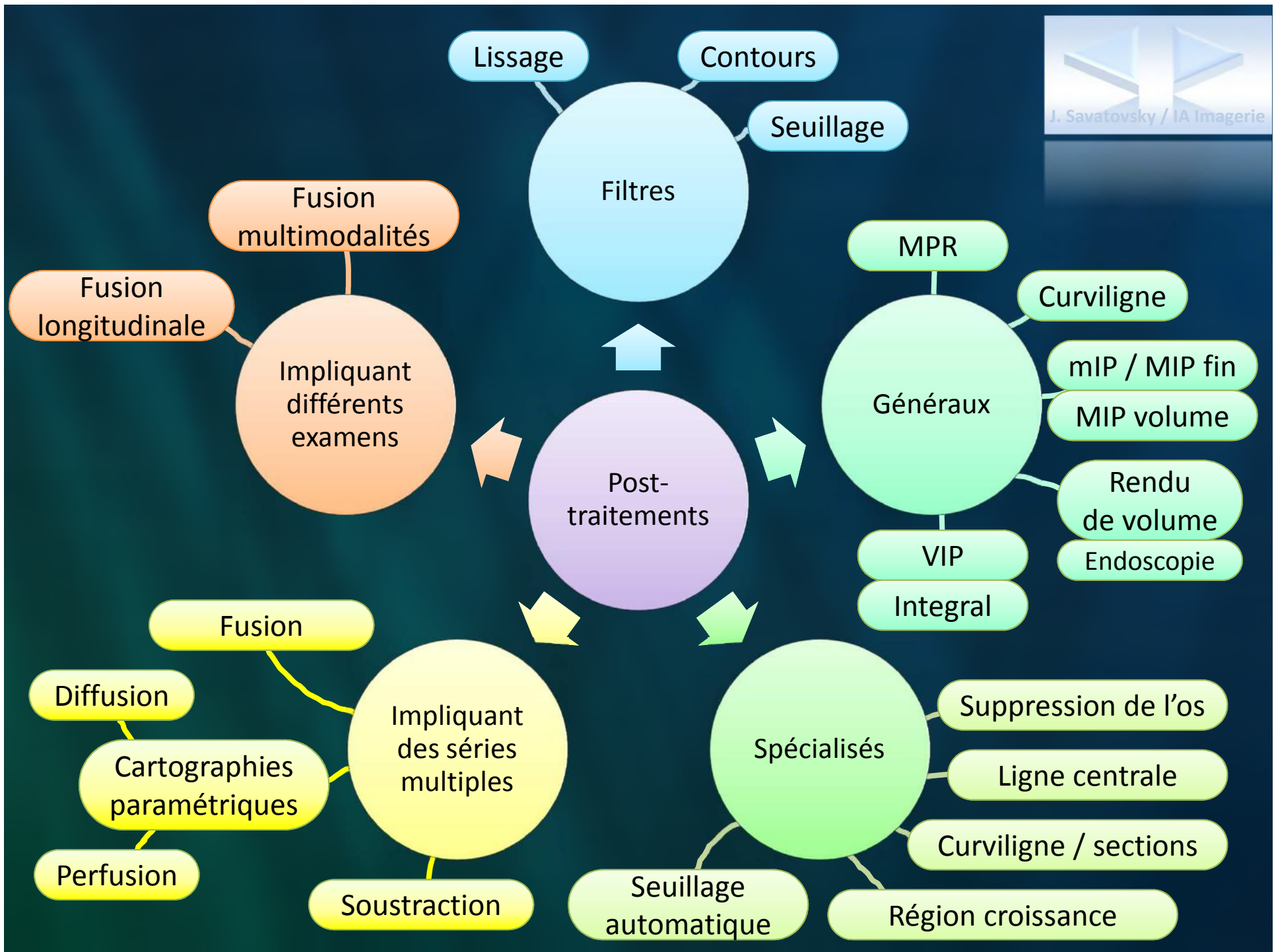
Comment trouver l'information dans cette jungle d'images :

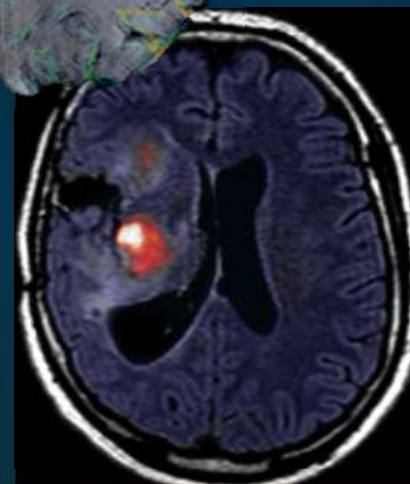
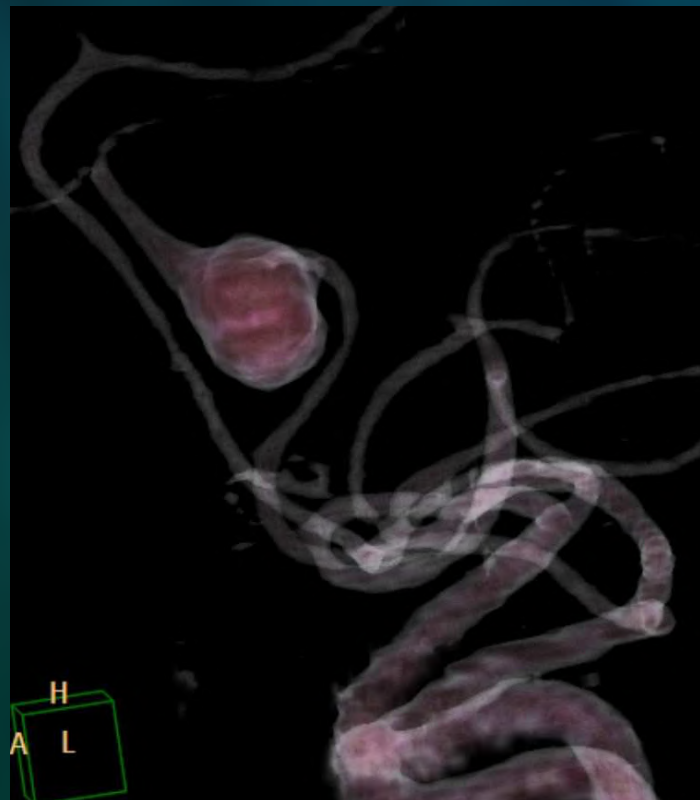
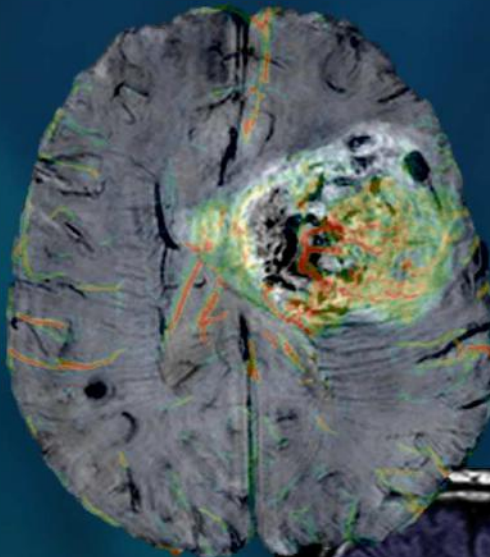
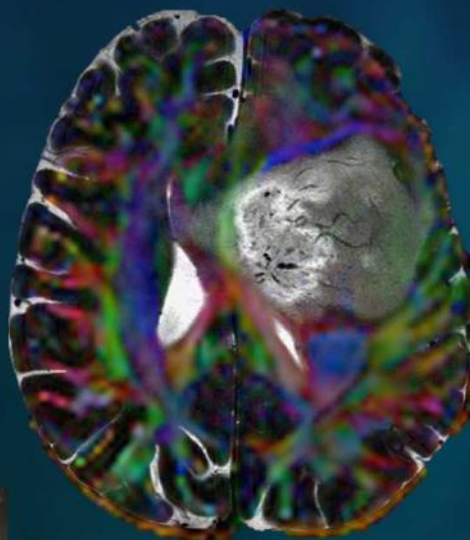
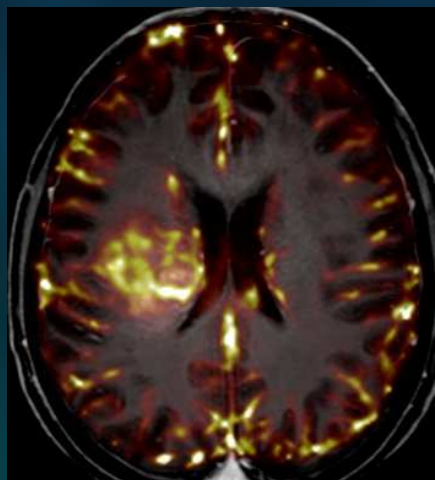


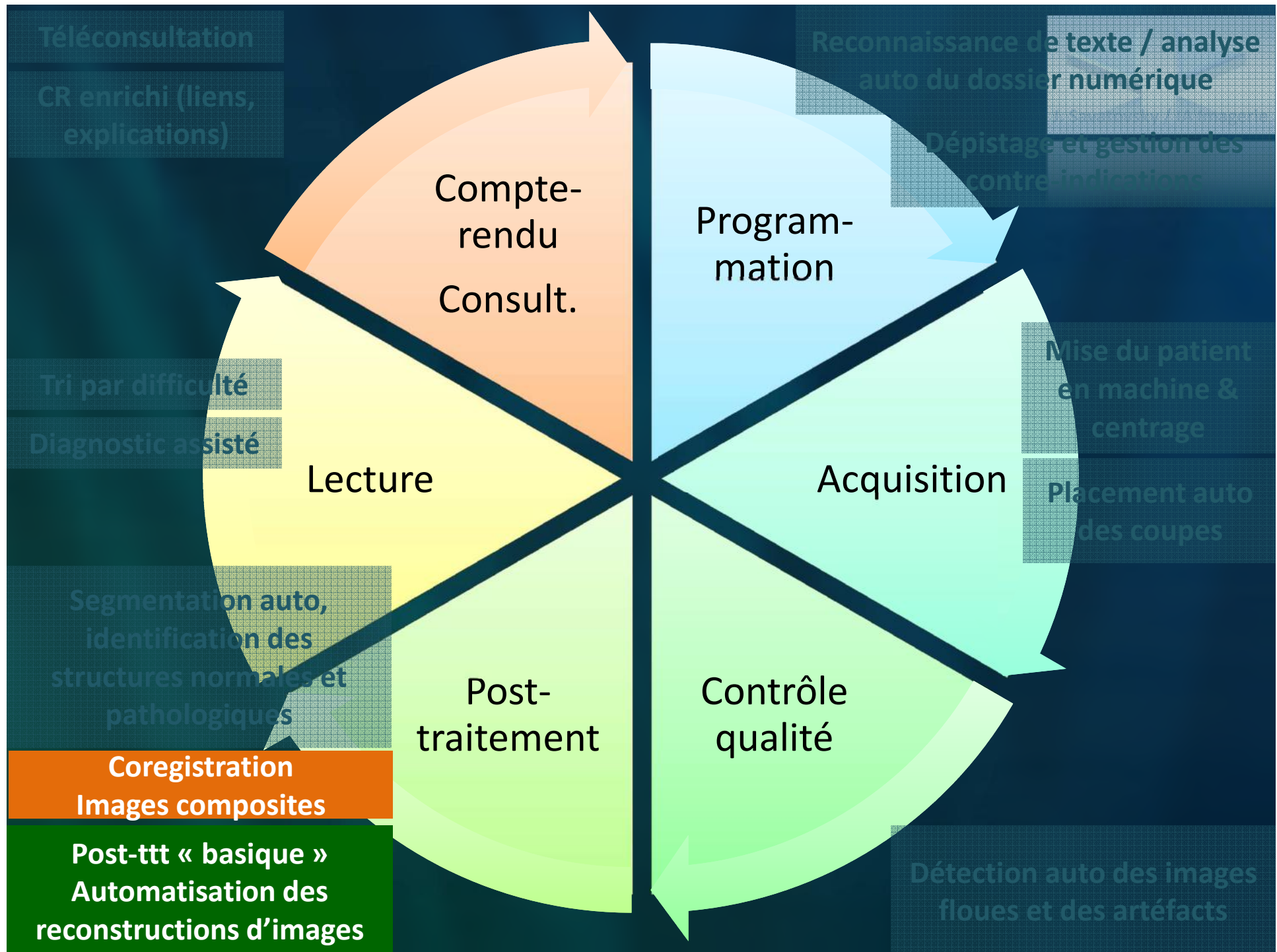


**Post-
traitement**

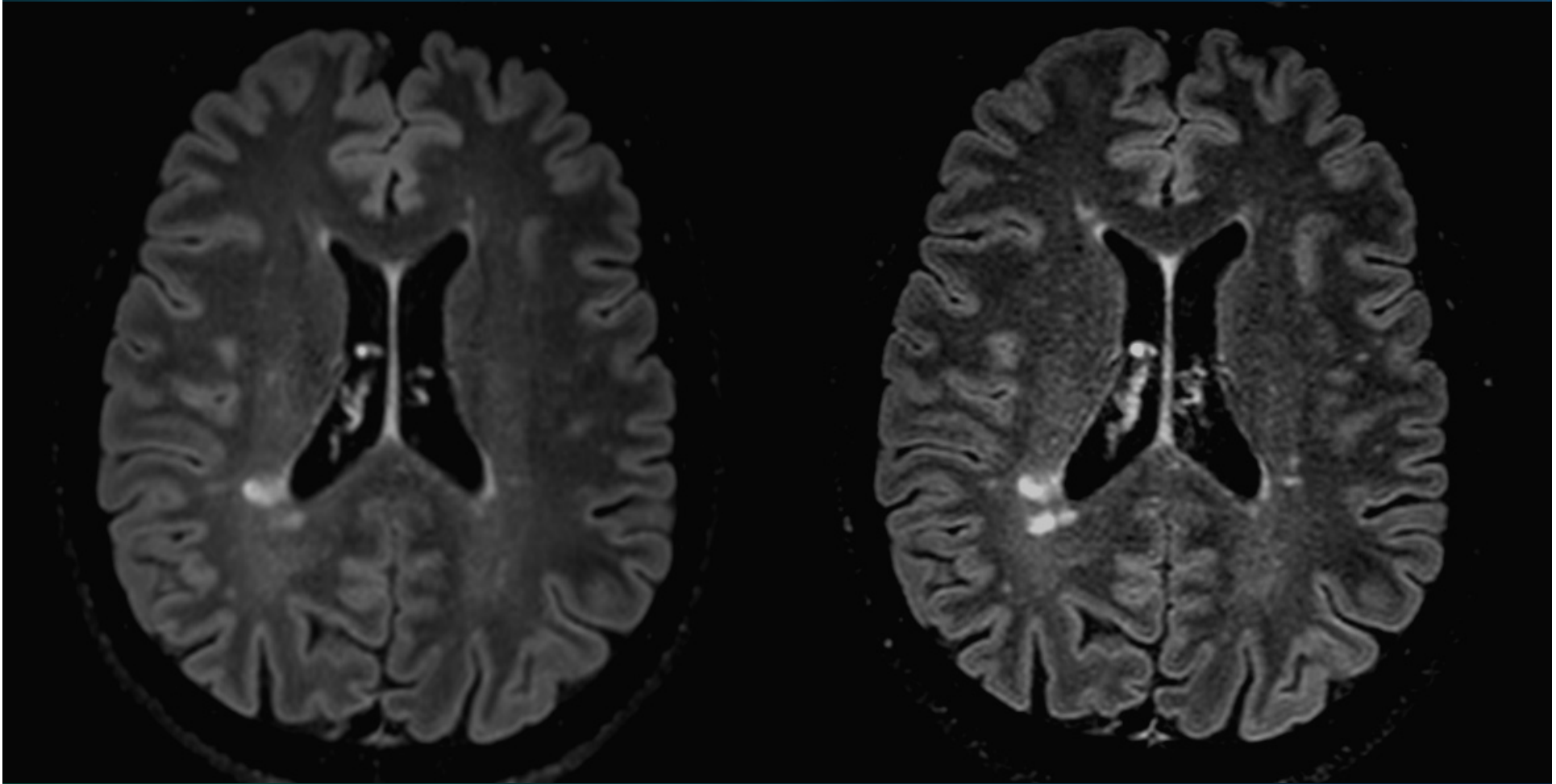




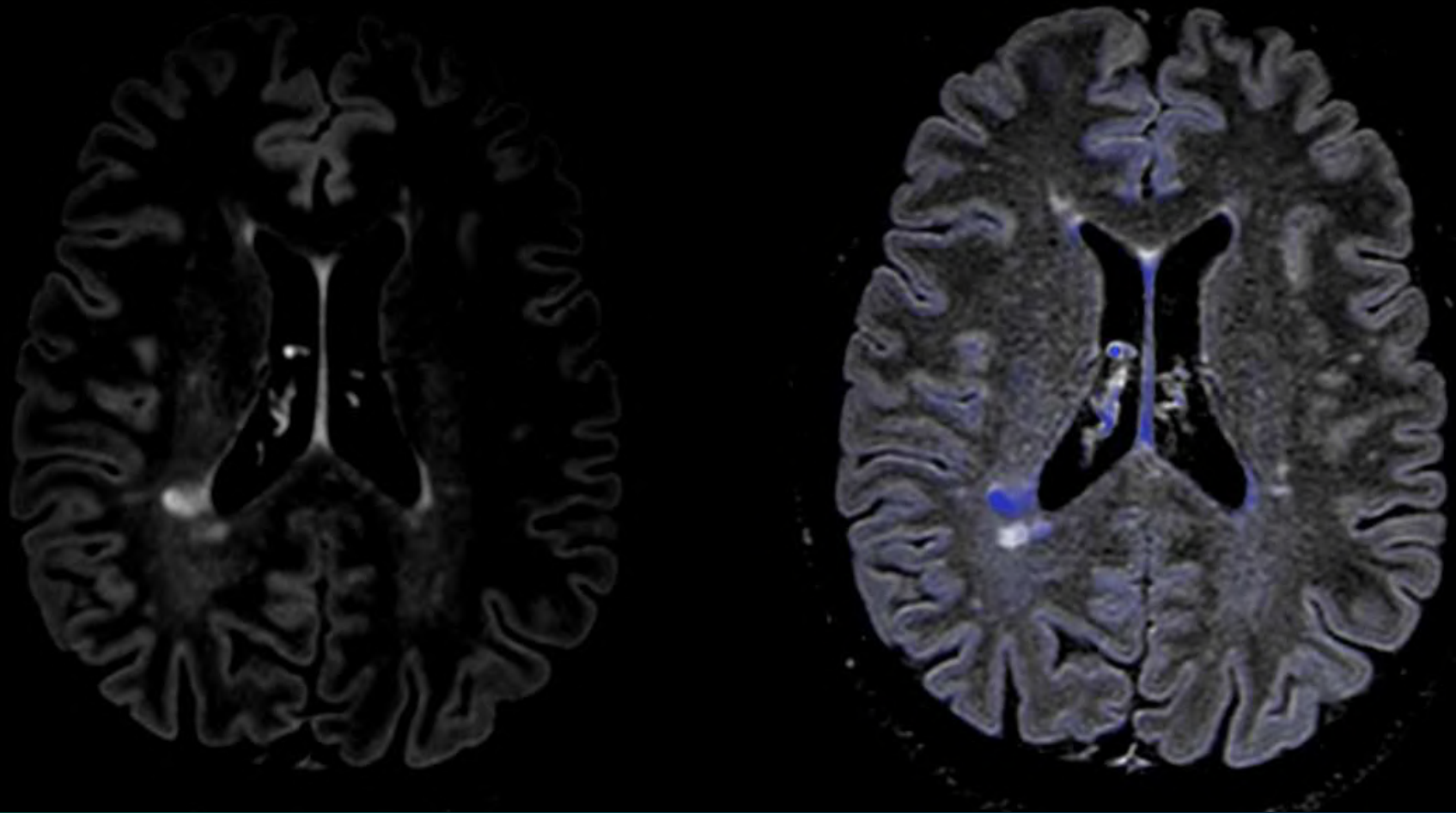




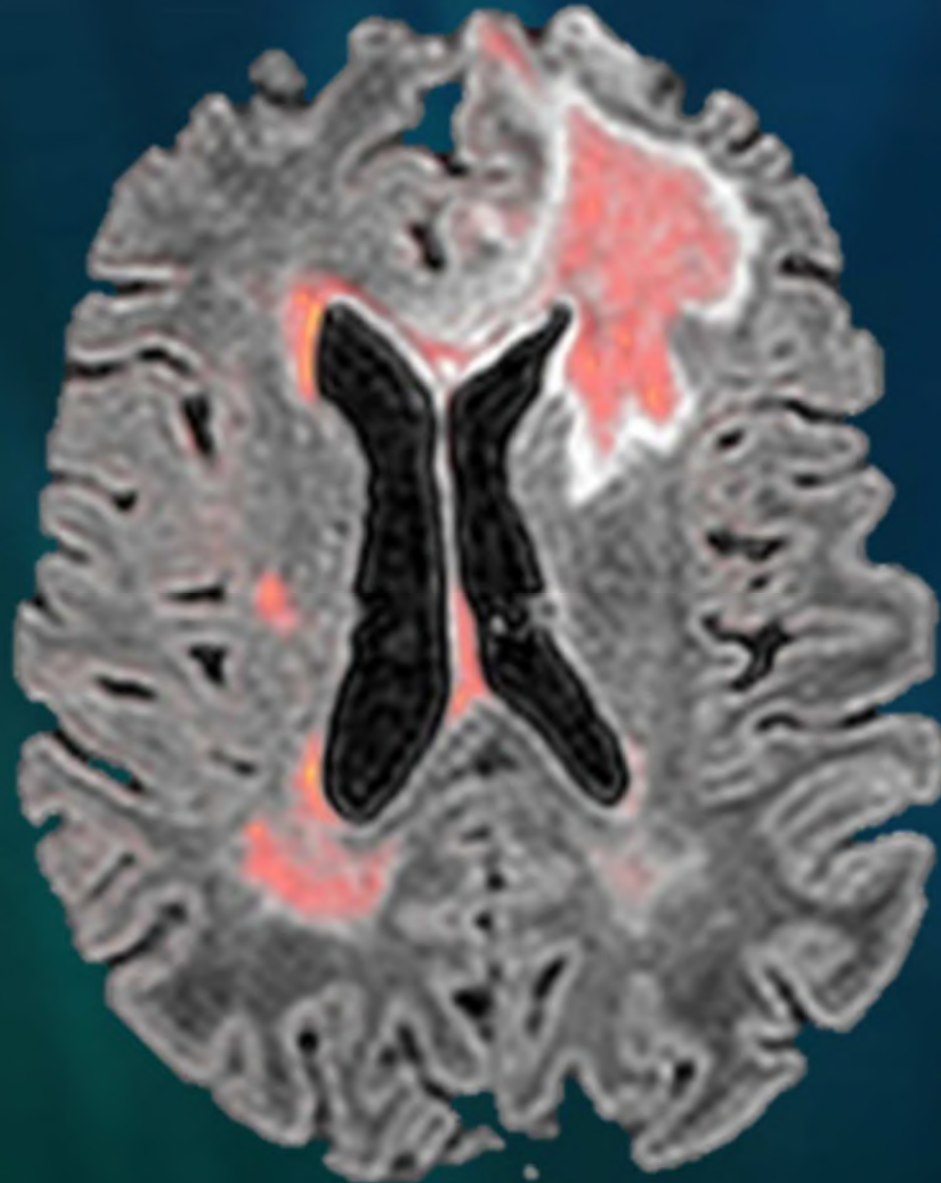
Comparatif de 2 examens



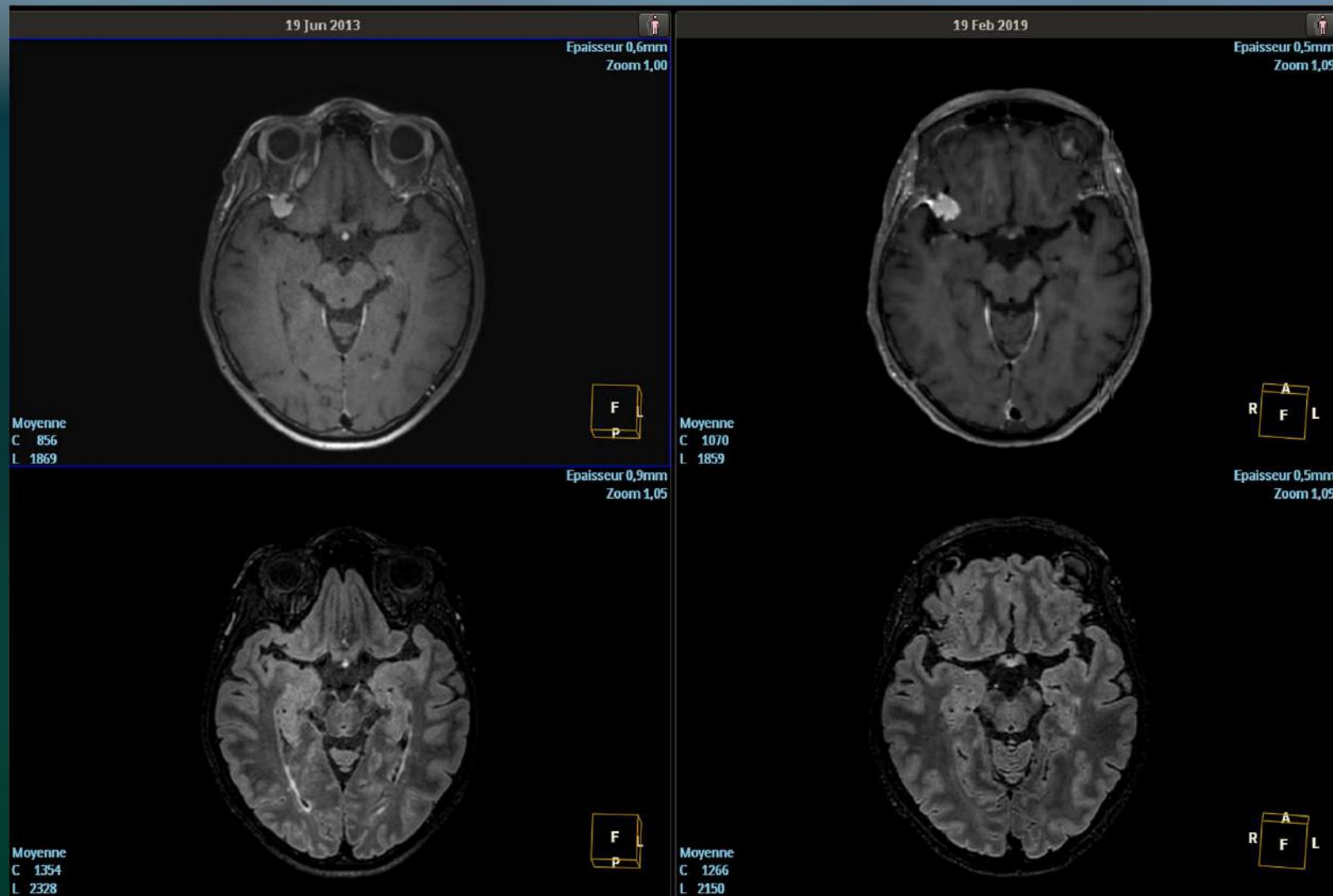
Coregistration / Fusion



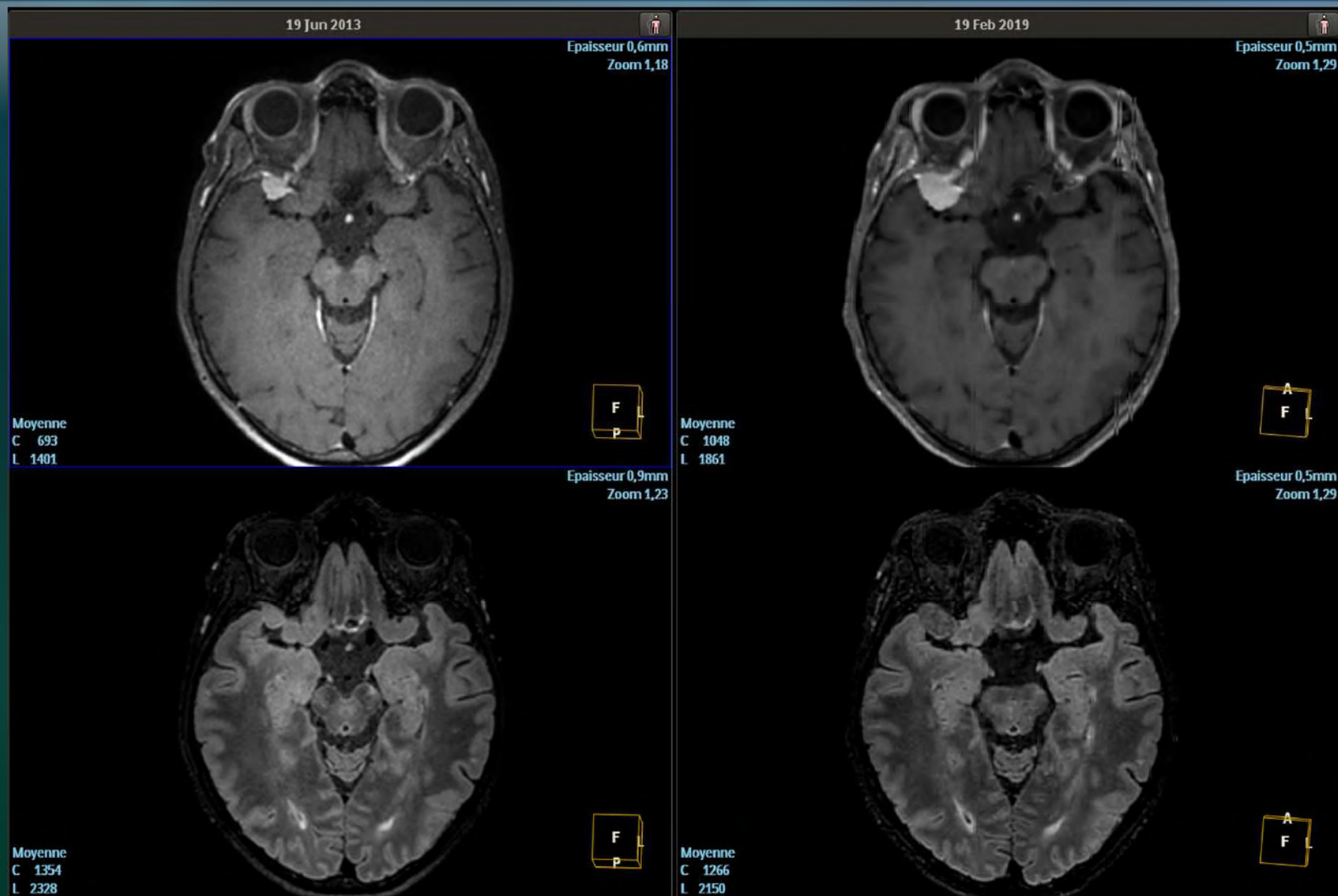
Coregistration / Fusion



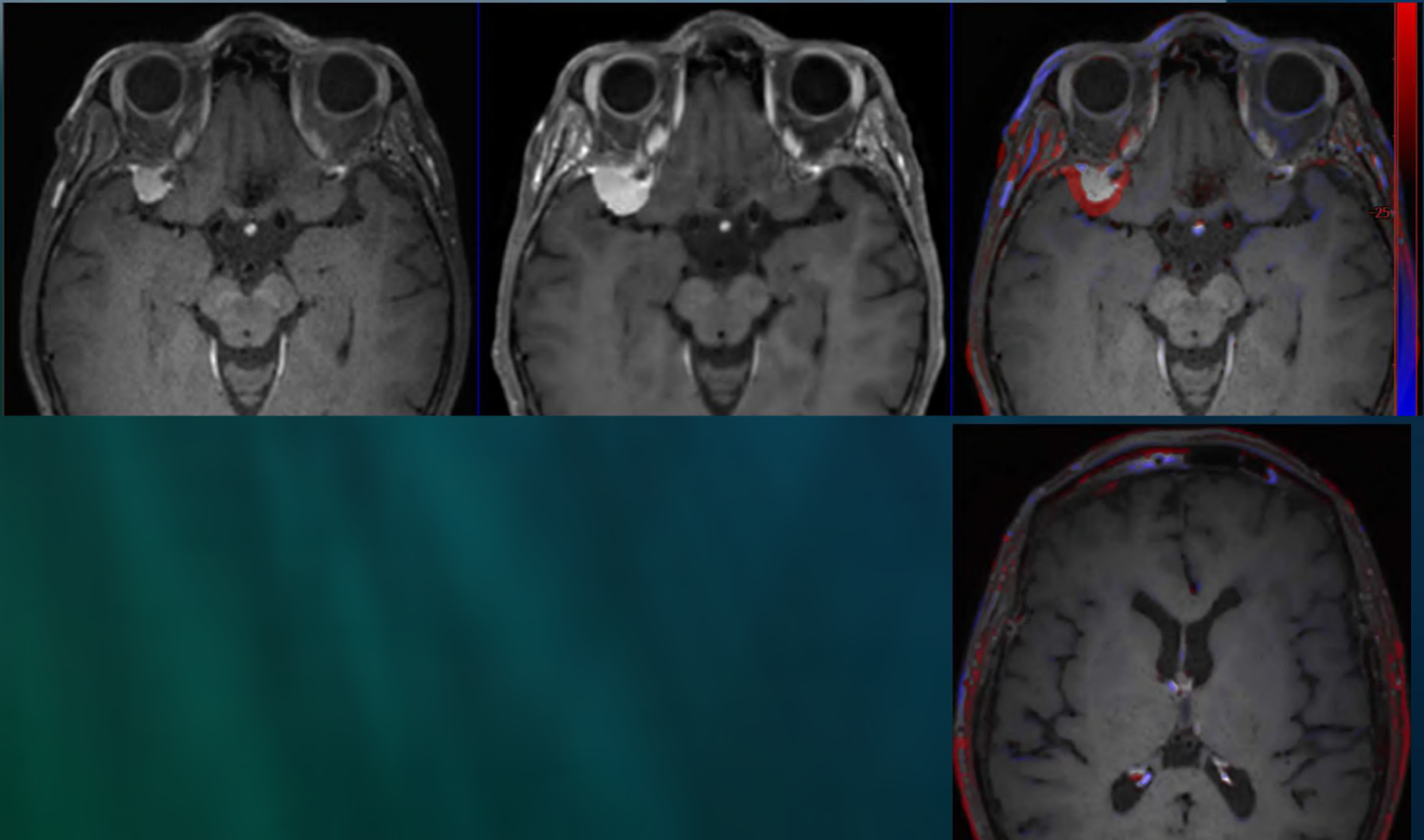
Difficulté de comparer 2 x 300 images...



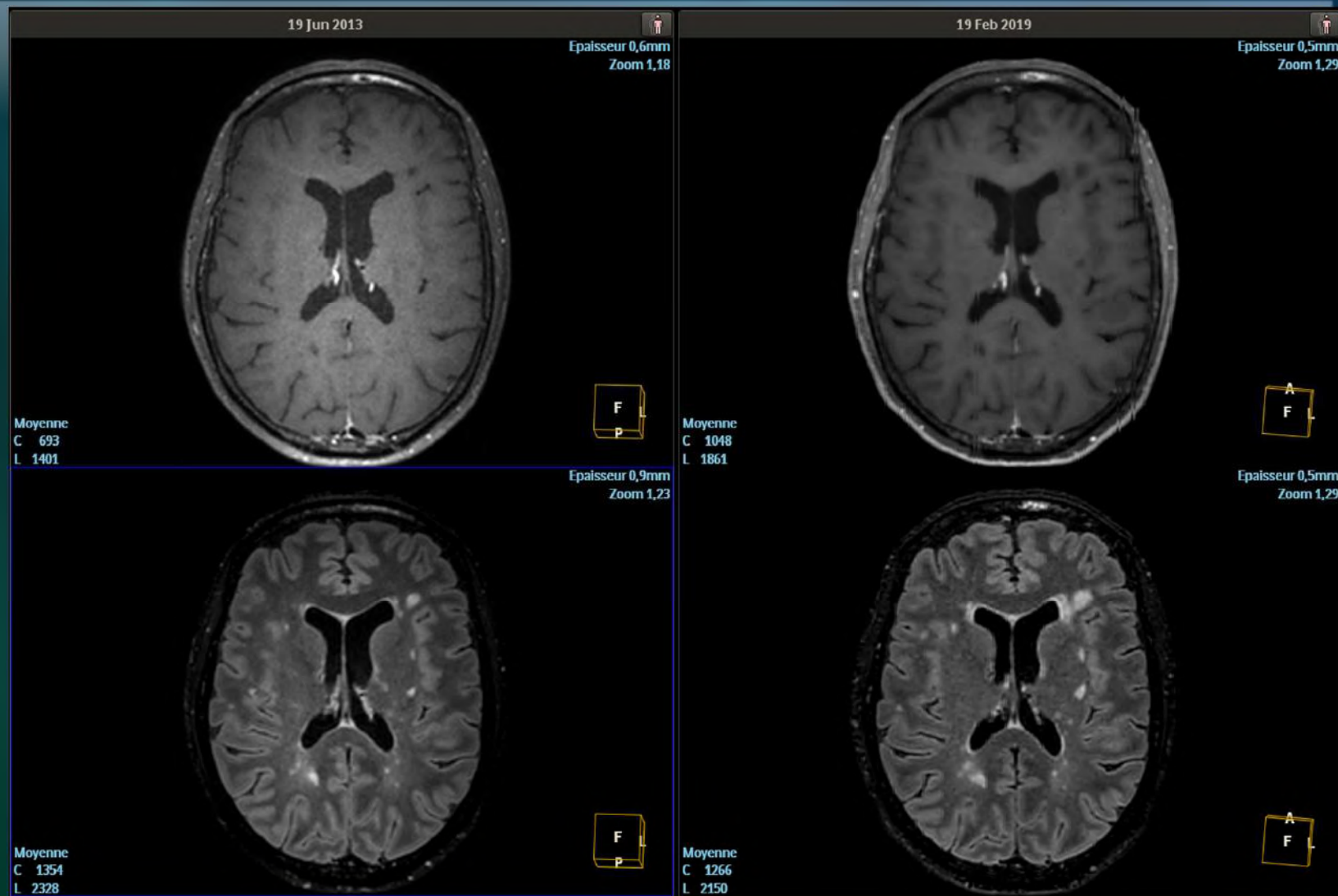
Coregistration



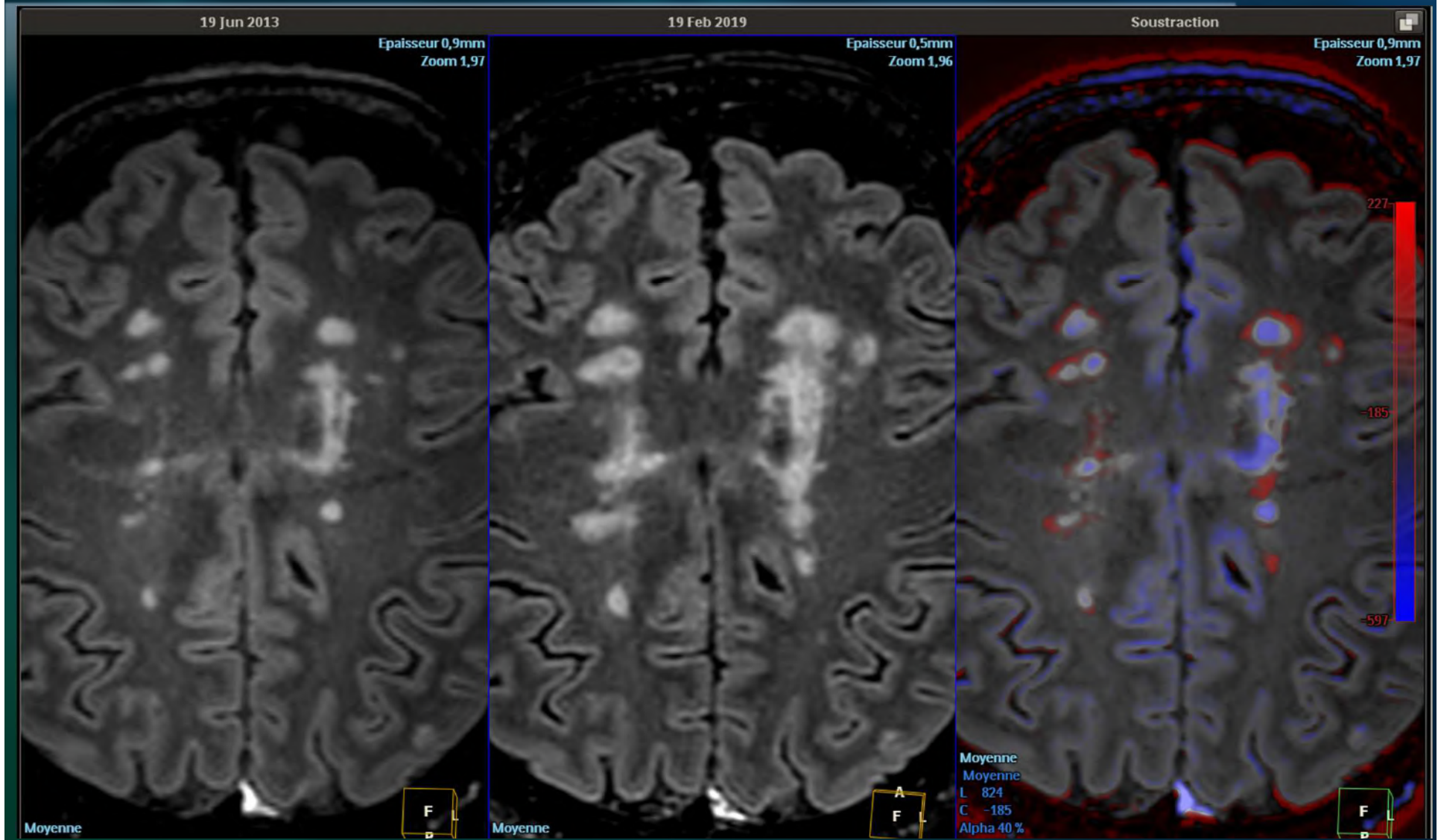
Coregistration + soustraction



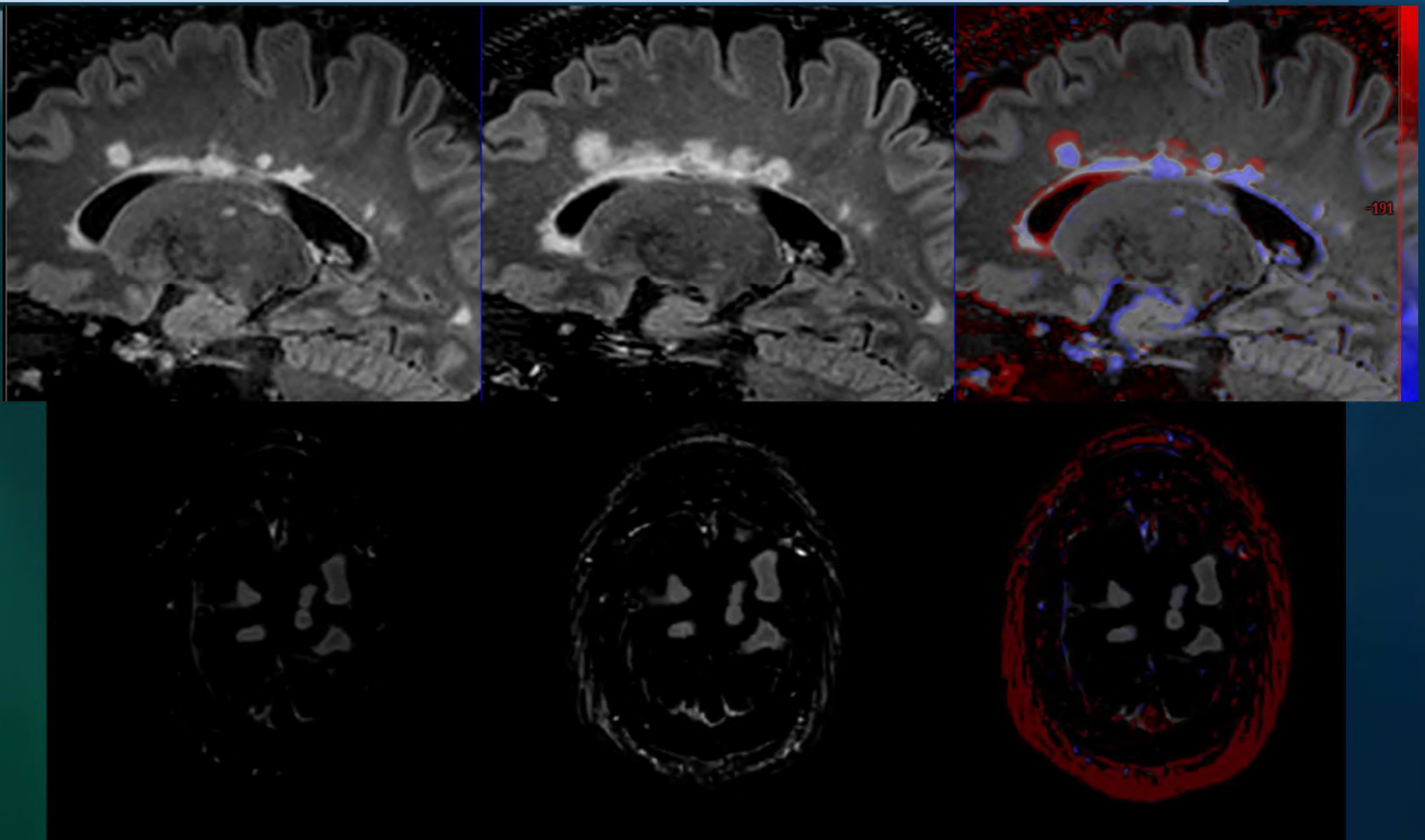
Challenge des lésions non mesurables

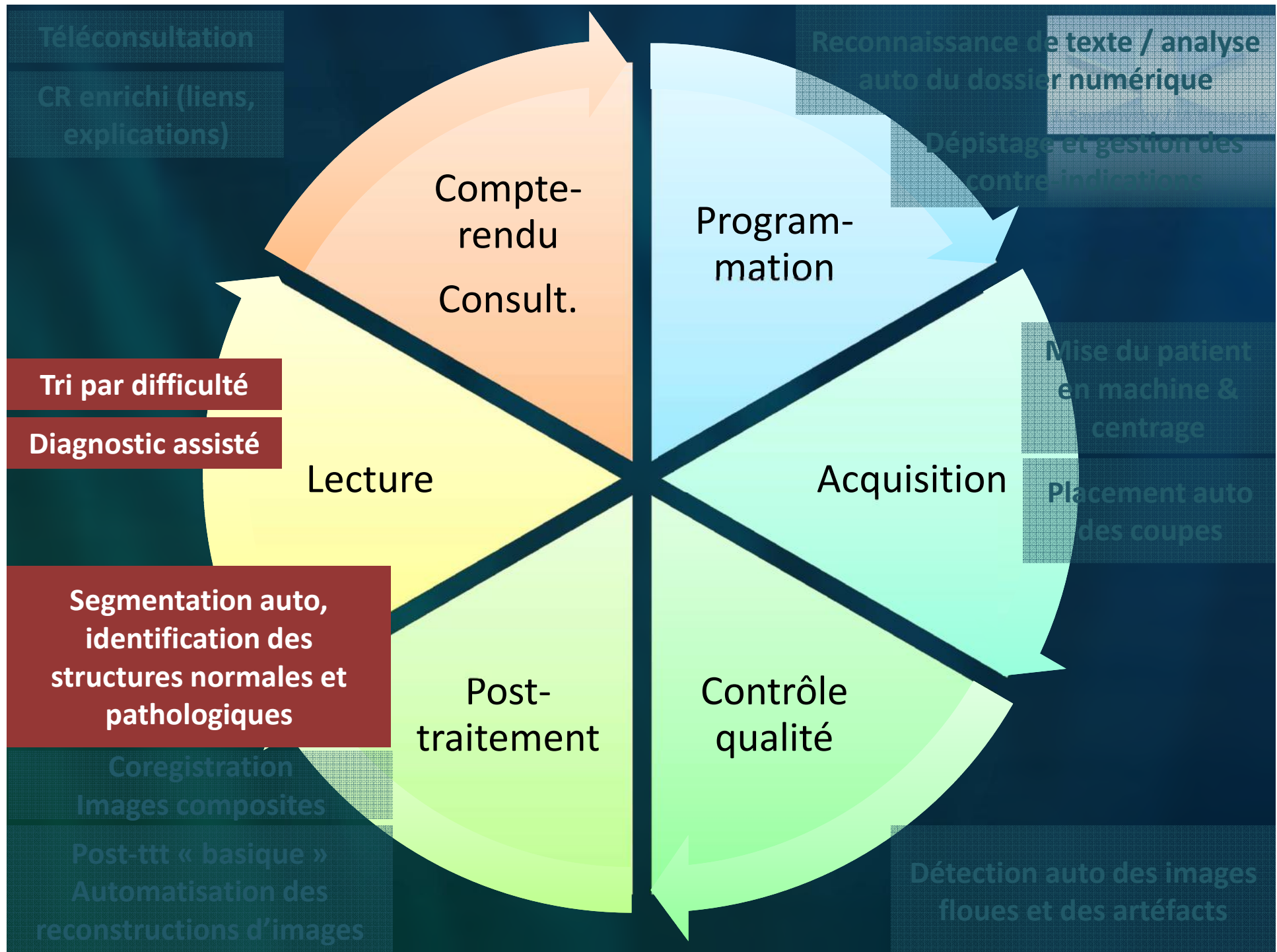


Coregistration + soustraction

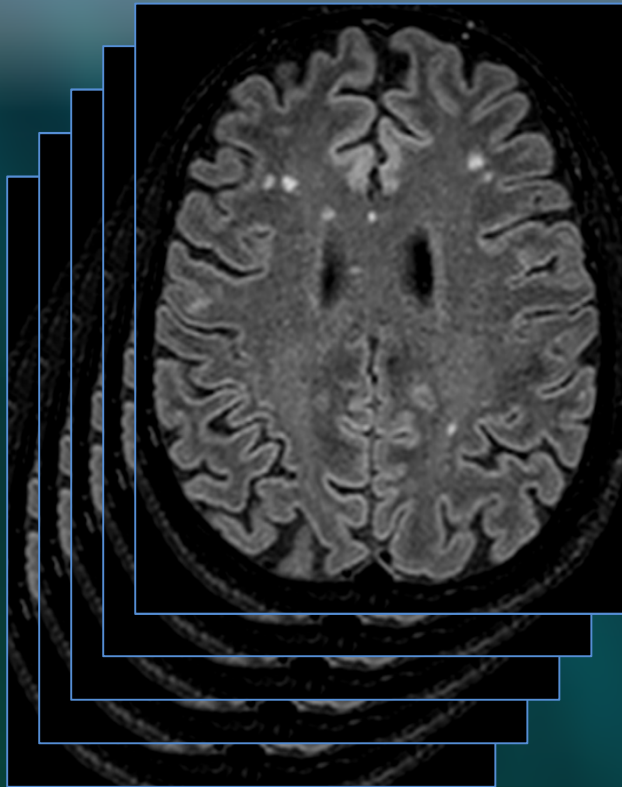


Coregistration + soustraction

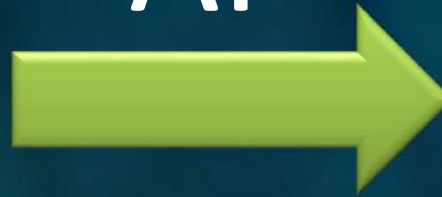




Diagnostic assisté



AI



Sclérose en plaques (89%)

Sarcoïdose (4%)

Migraines (2%)

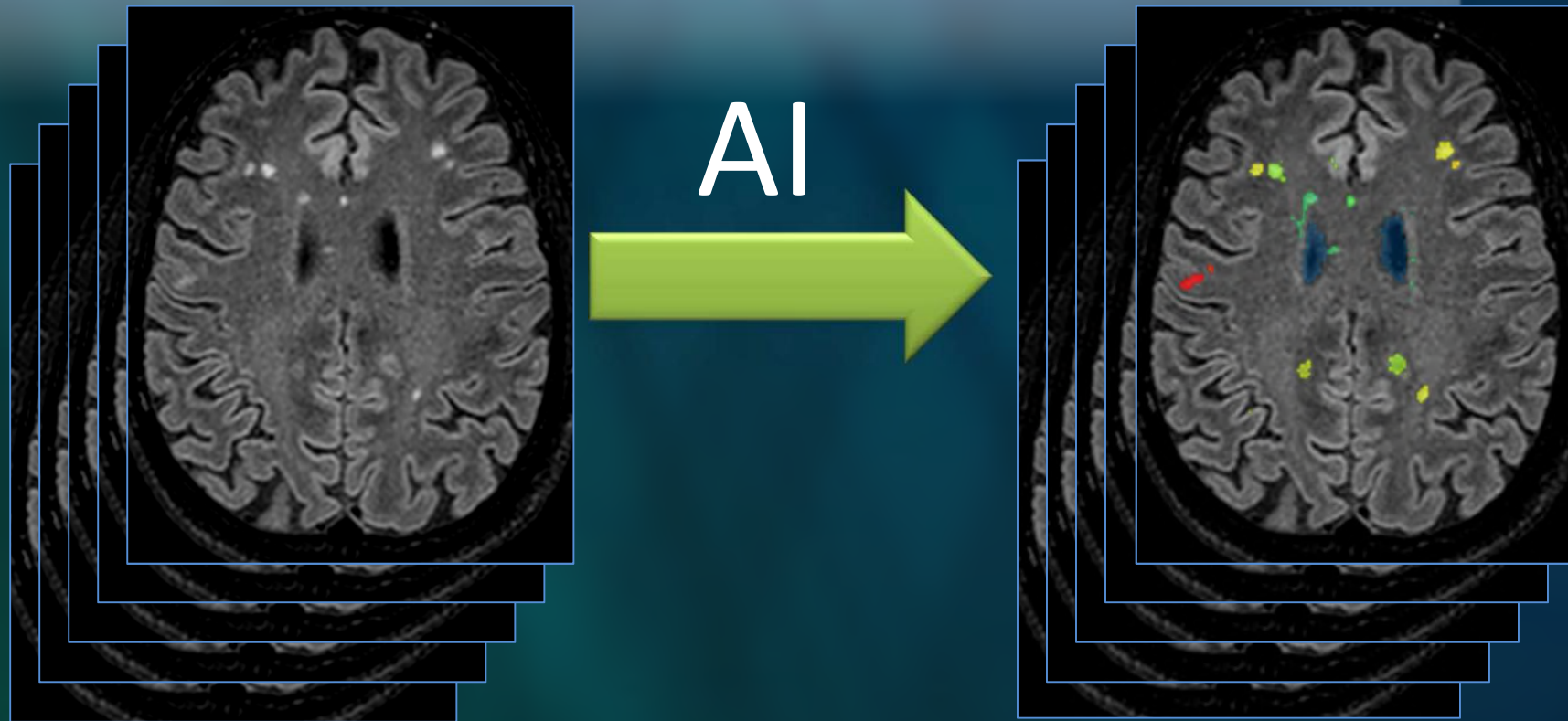
Vieillessement vasculaire (2%)

Lupus (1%)

NMO (<1%)

...

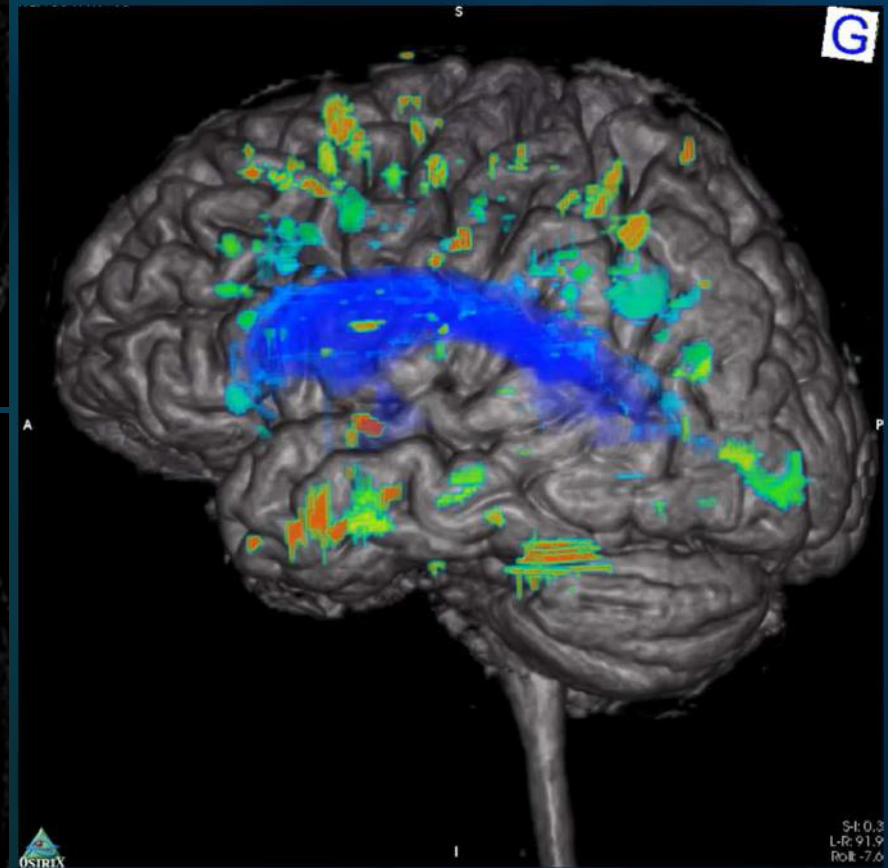
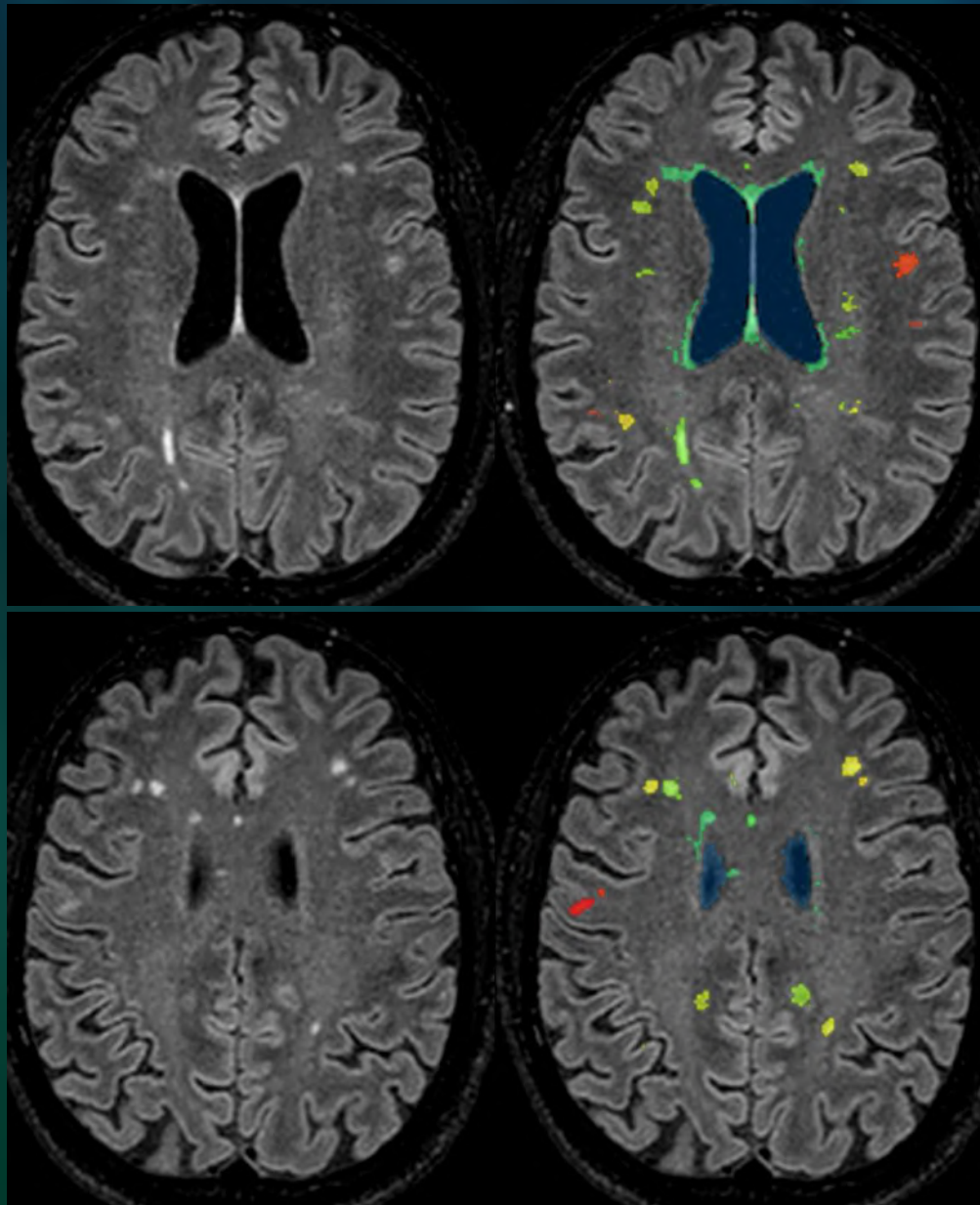
Diagnostic assisté

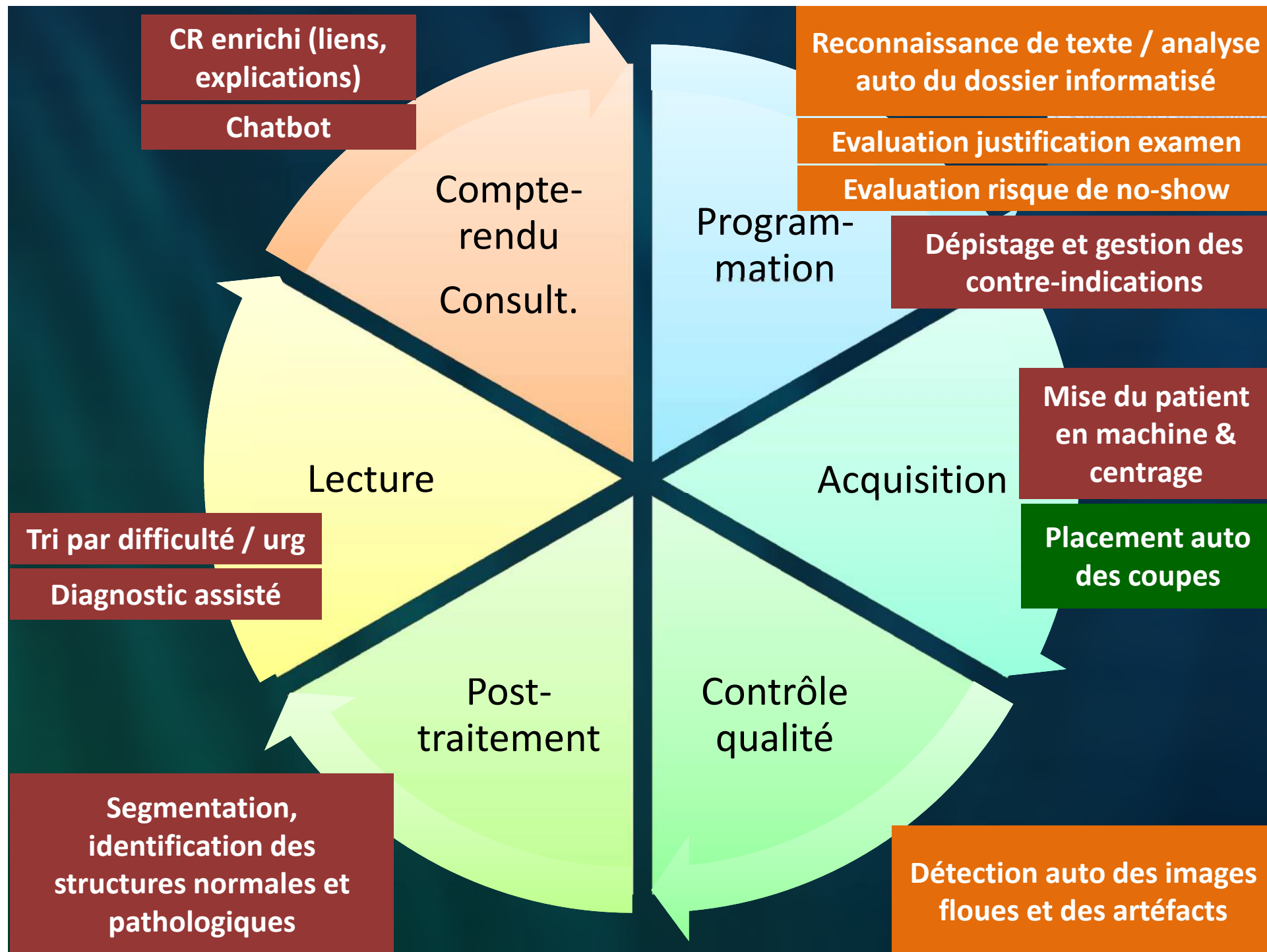


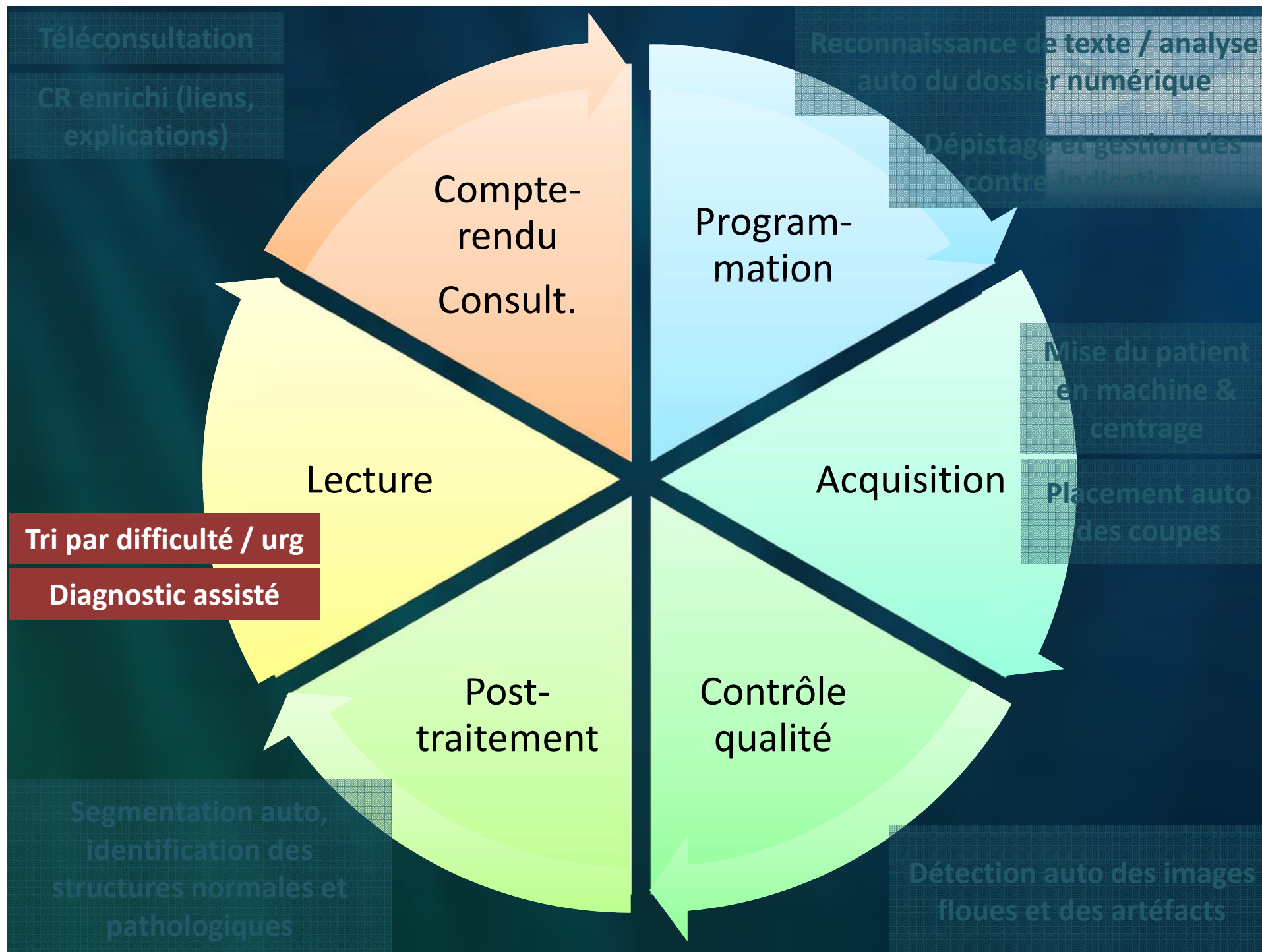
**Jeu de données
(300-3000 images)**

Données augmentées
Segmentation, label, volume

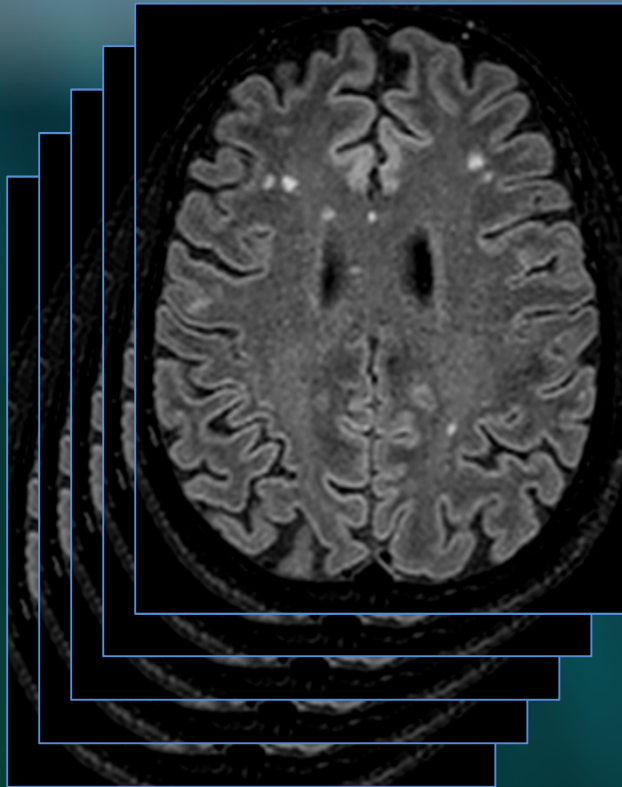
SEP : données traitées par AI



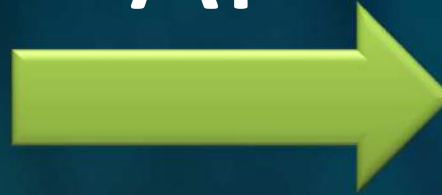




Diagnostic assisté



AI



Sclérose en plaques (89%)

Sarcoïdose (4%)

Migraines (2%)

Vieillessement vasculaire (2%)

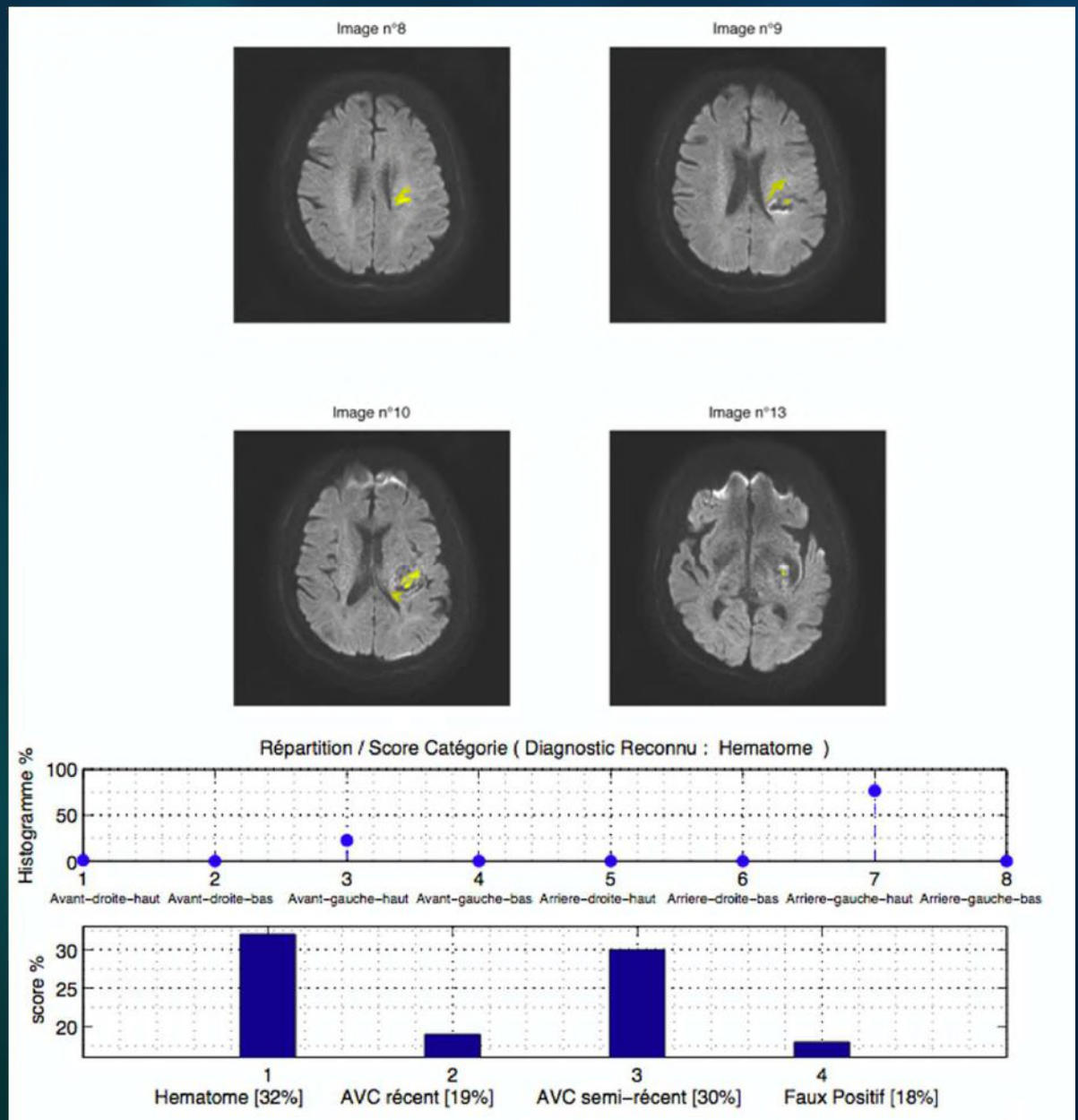
Lupus (1%)

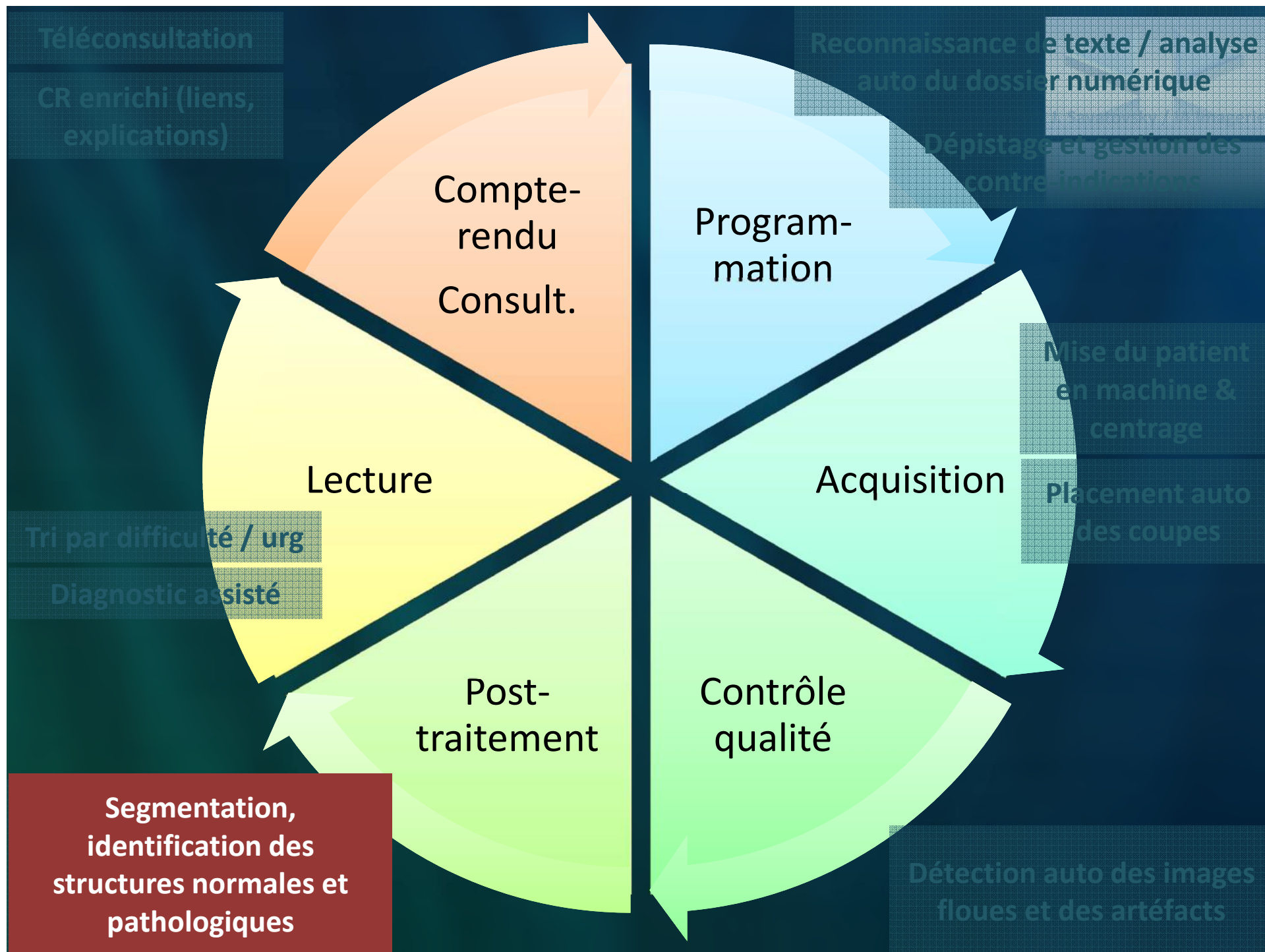
NMO (<1%)

...

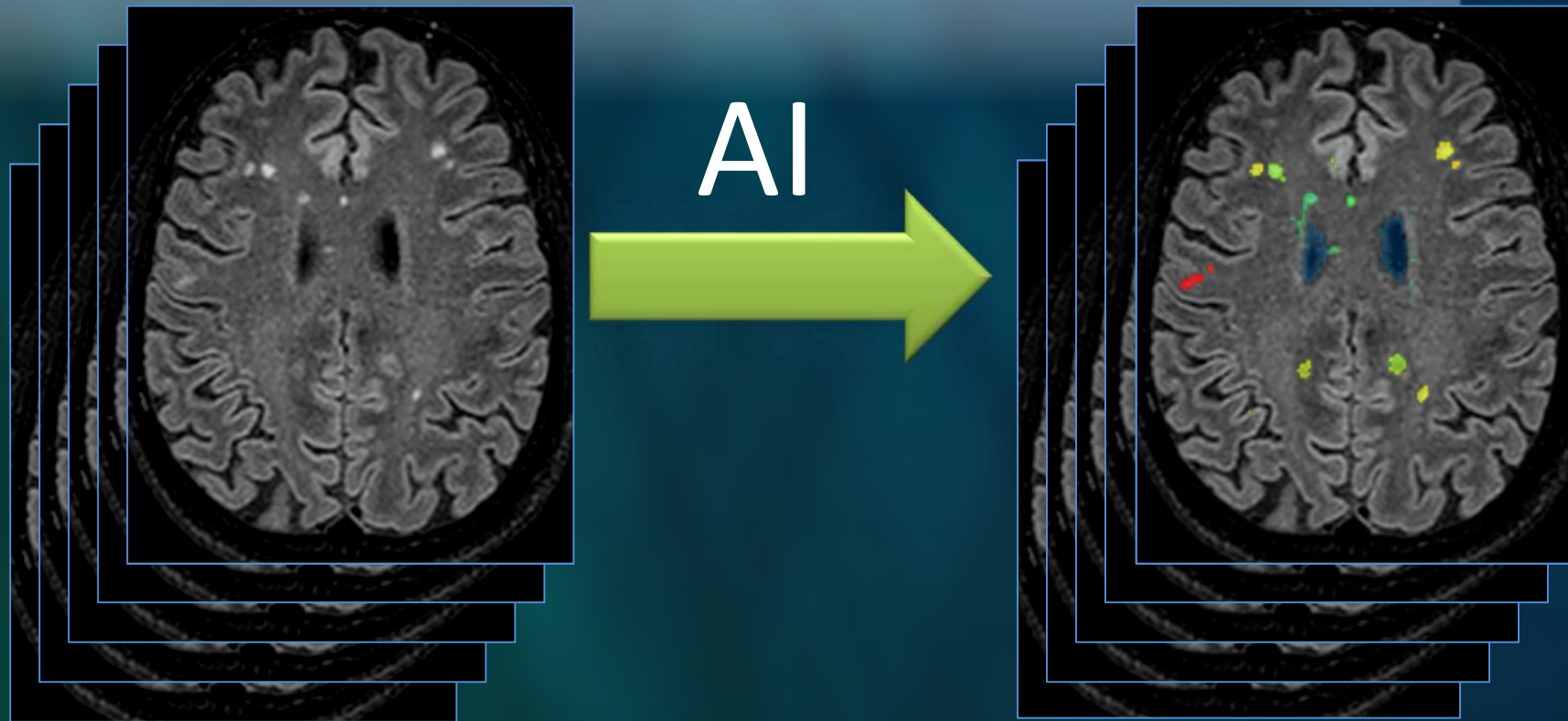
Tri et assistance au diagnostic

Déficit neurologique brutal
Séquence de diffusion
(40 secondes)





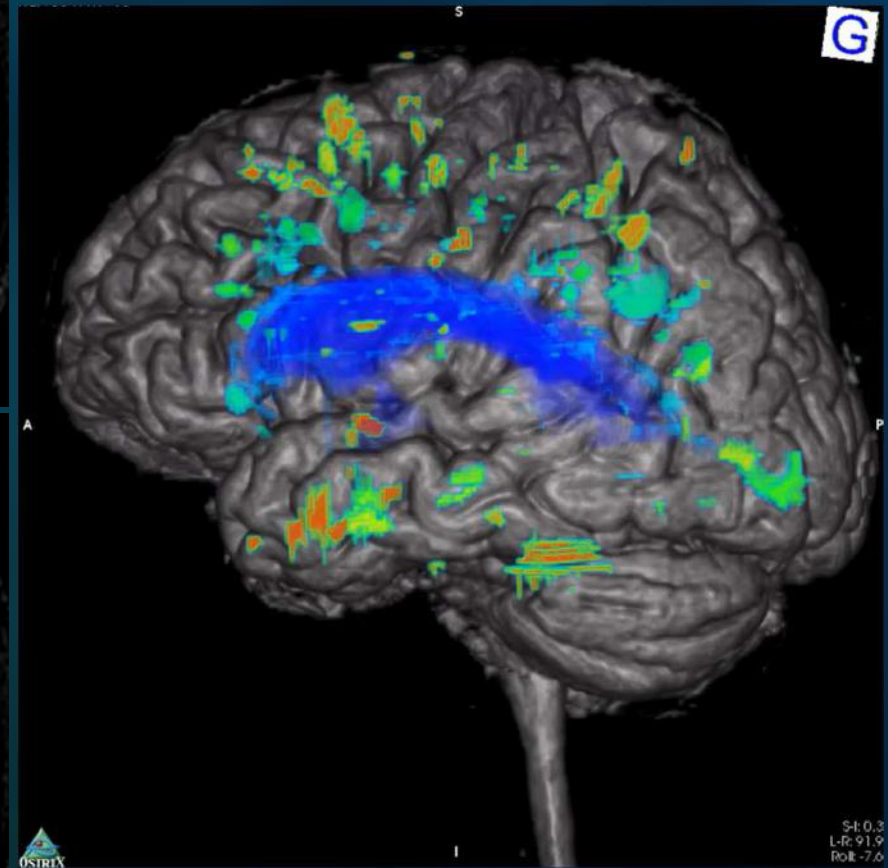
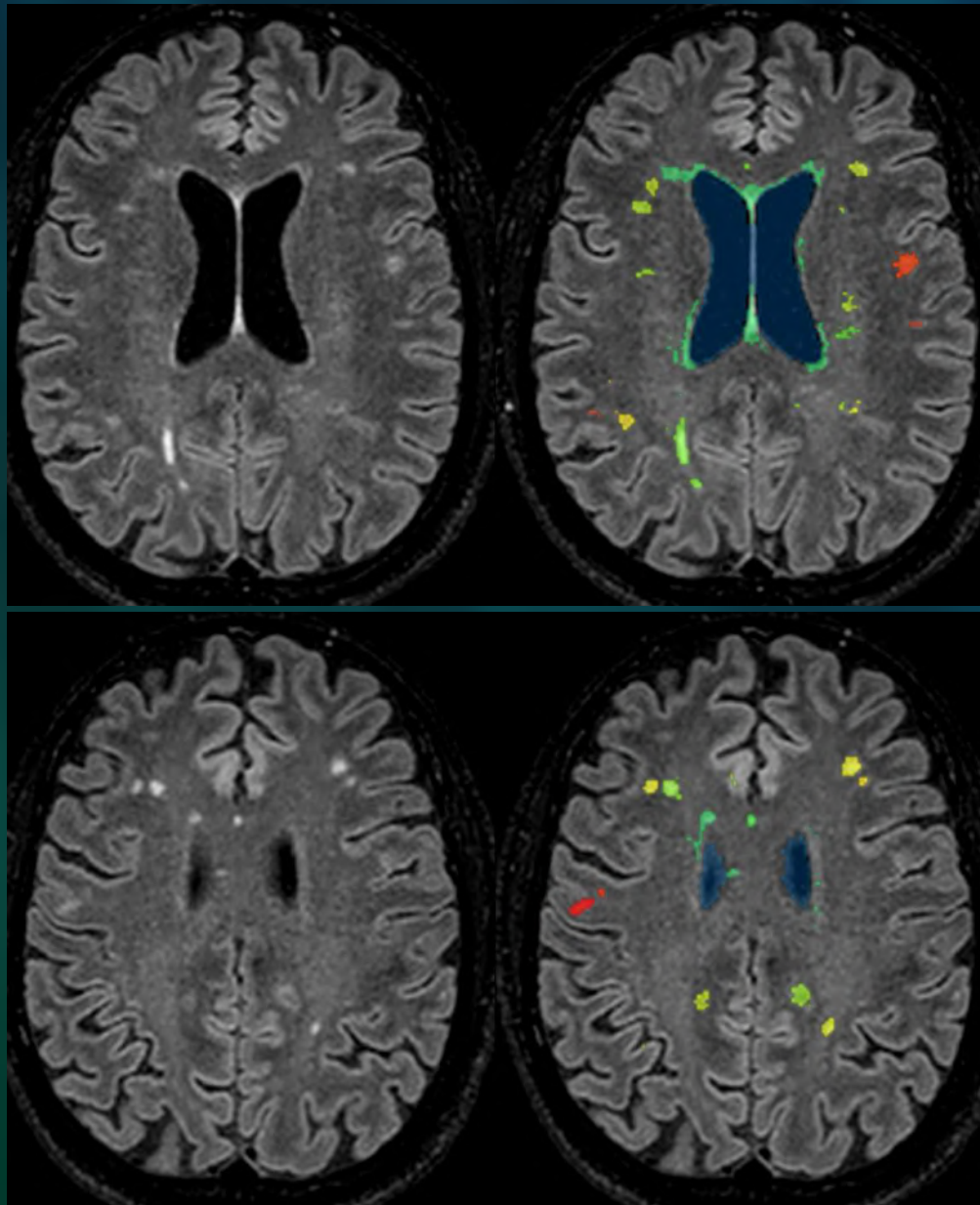
Aide à l'interprétation

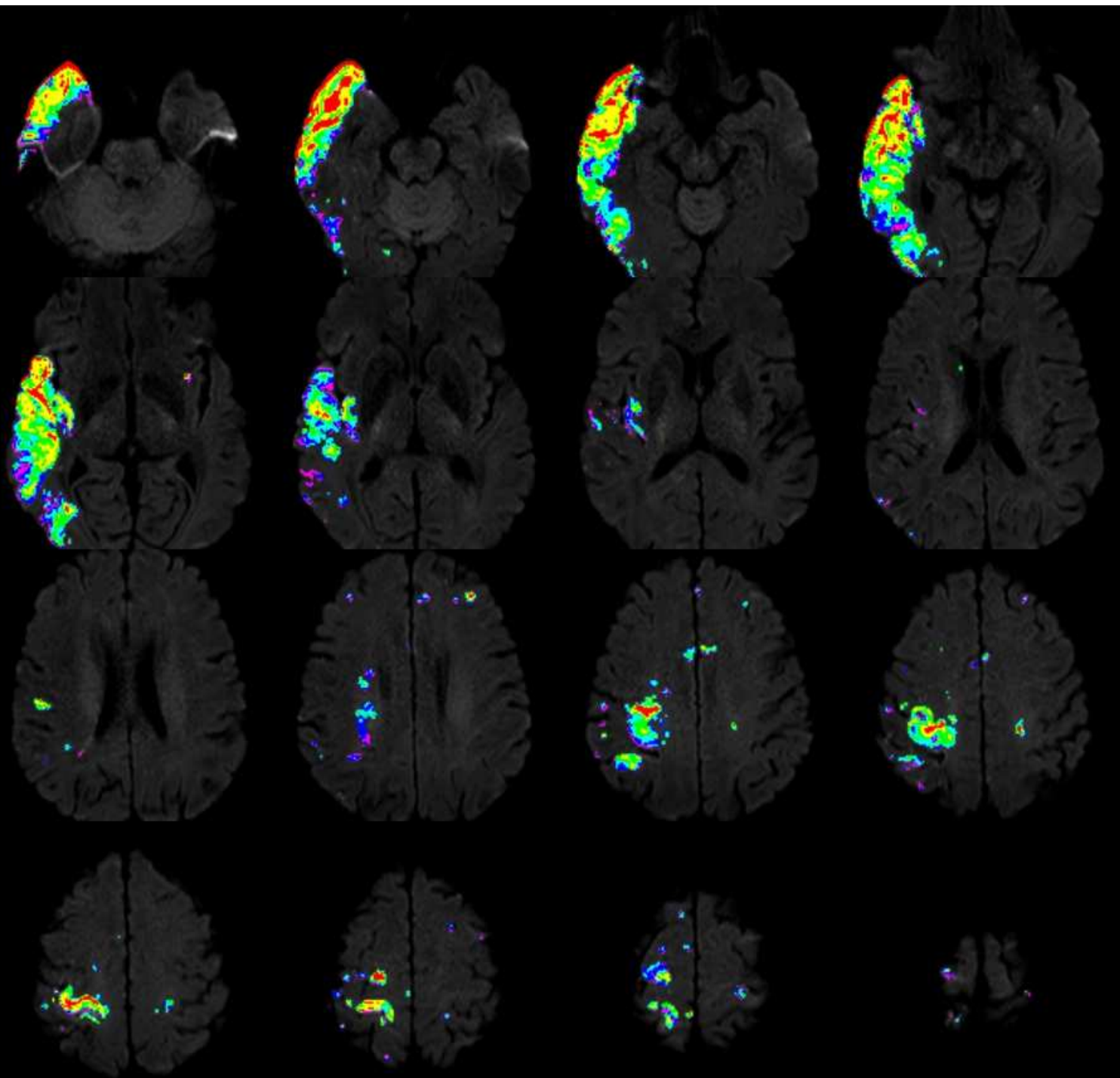


**Jeu de données
(300-3000 images)**

Données augmentées
Segmentation, label, volume

SEP : données traitées par AI





L'IA est elle une menace pour les radiologues ?

Radiologist

Geoffrey Hinton
"The Godfather
of deep learning"



"I think that if you work as a radiologist you are like Wile E. Coyote in the cartoon," Hinton told me. "You're already over the edge of the cliff, but you haven't yet looked down. There's no ground underneath."

Deep-learning systems for breast and heart imaging have already been developed commercially. "It's just completely obvious that in five years deep learning is going to do better than radiologists".

L'IA est elle une menace pour la pratique de l'imagerie telle que nous la connaissons ?




Rendre la technique accessible à plus de patients

Résultats reproductibles et quantitatifs

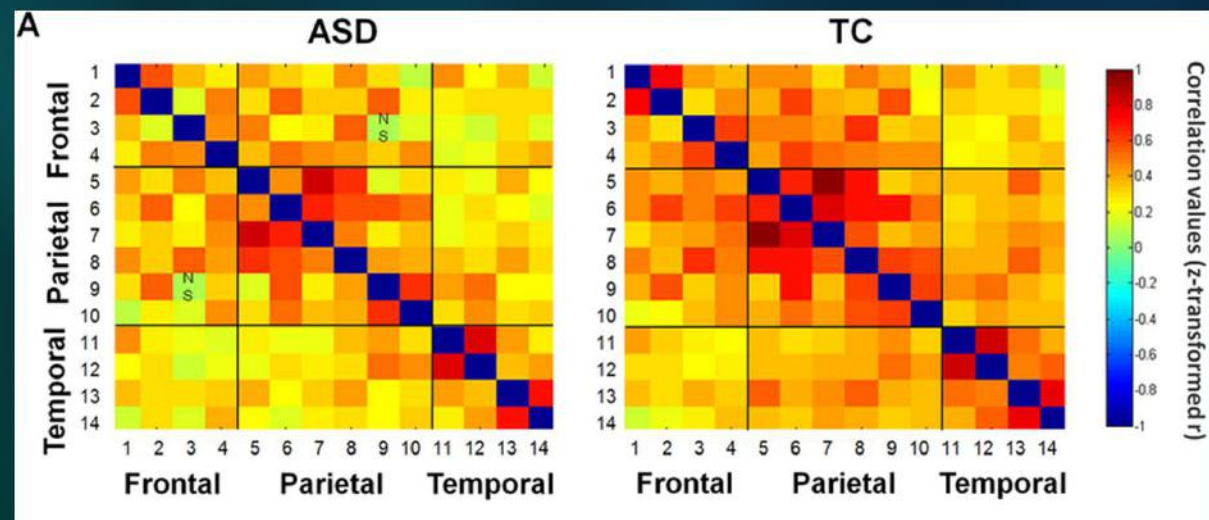
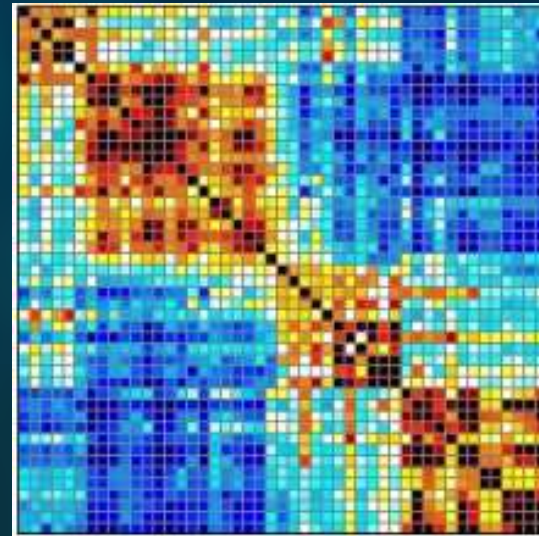
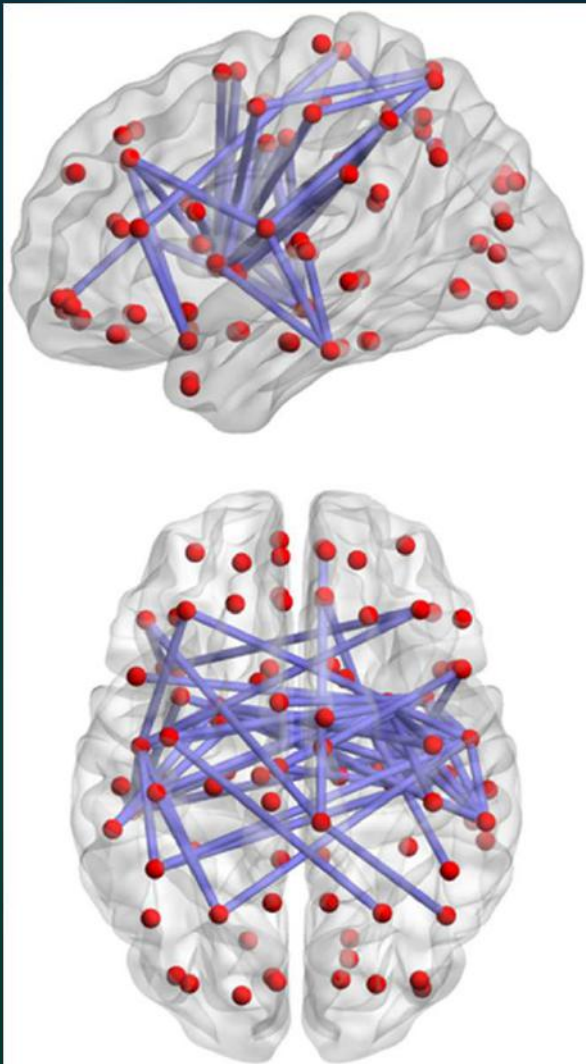
Evolution des pratiques IRM cérébrale



	1990	2000	2017	2022	2027
Durée moyenne examen	30 min	20 min	18 min	10 min	5 min
Nb examens / heure	1,5	2,5	2,5	5	10
Nombre de séries	4	5	5	7	∞^*
Nombre de séries 3D	0 - 1	1 - 2	4	7	∞^*
Nombre moy. images	100	500	2 500	4 000	∞^*
Images / h à interpréter	150	1 250	6 250	20 000	

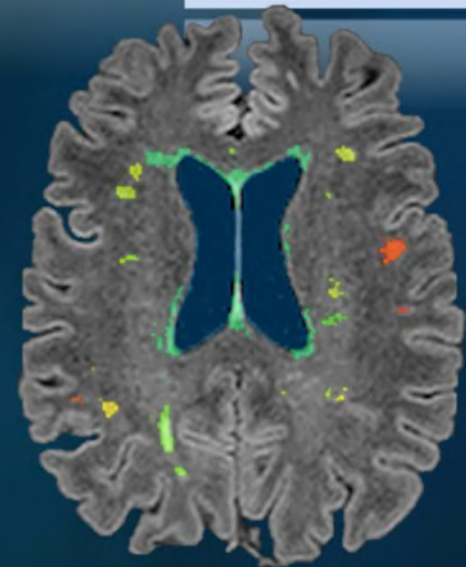
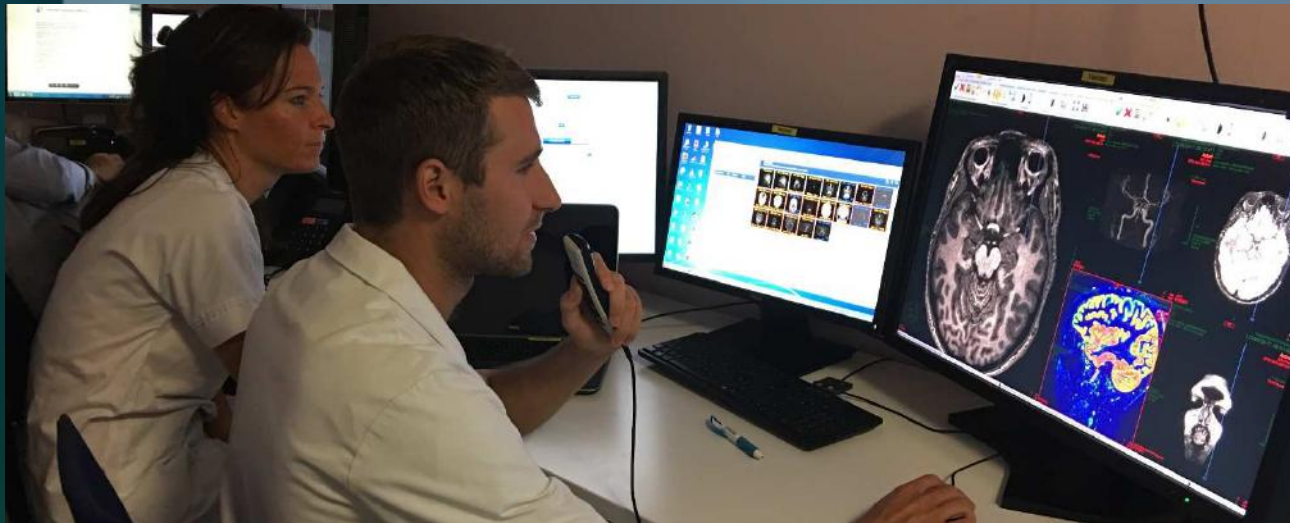
* Données brutes « matricielles » permettant de choisir a posteriori toutes les séries utiles

Les futures données d'imagerie seront-elles toujours analysables de façon « artisanale » par les radiologues ?



Intelligence Artificielle en imagerie : **Menace** ou **outil indispensable** .

Avril 2019

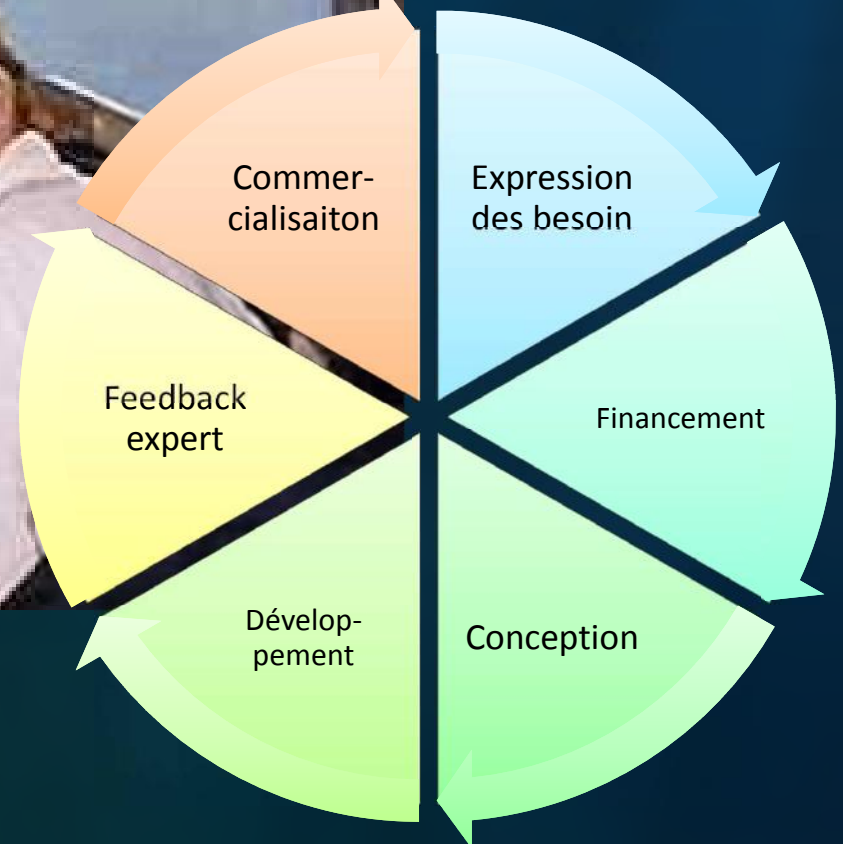


Dr Julien Savatovsky

Chef de Service Adjoint, Service d'imagerie médicale
jsavatovsky@gmail.com



L'IA est elle une menace pour nos patients ?



**Produit
de santé**

**Essai
clinique**

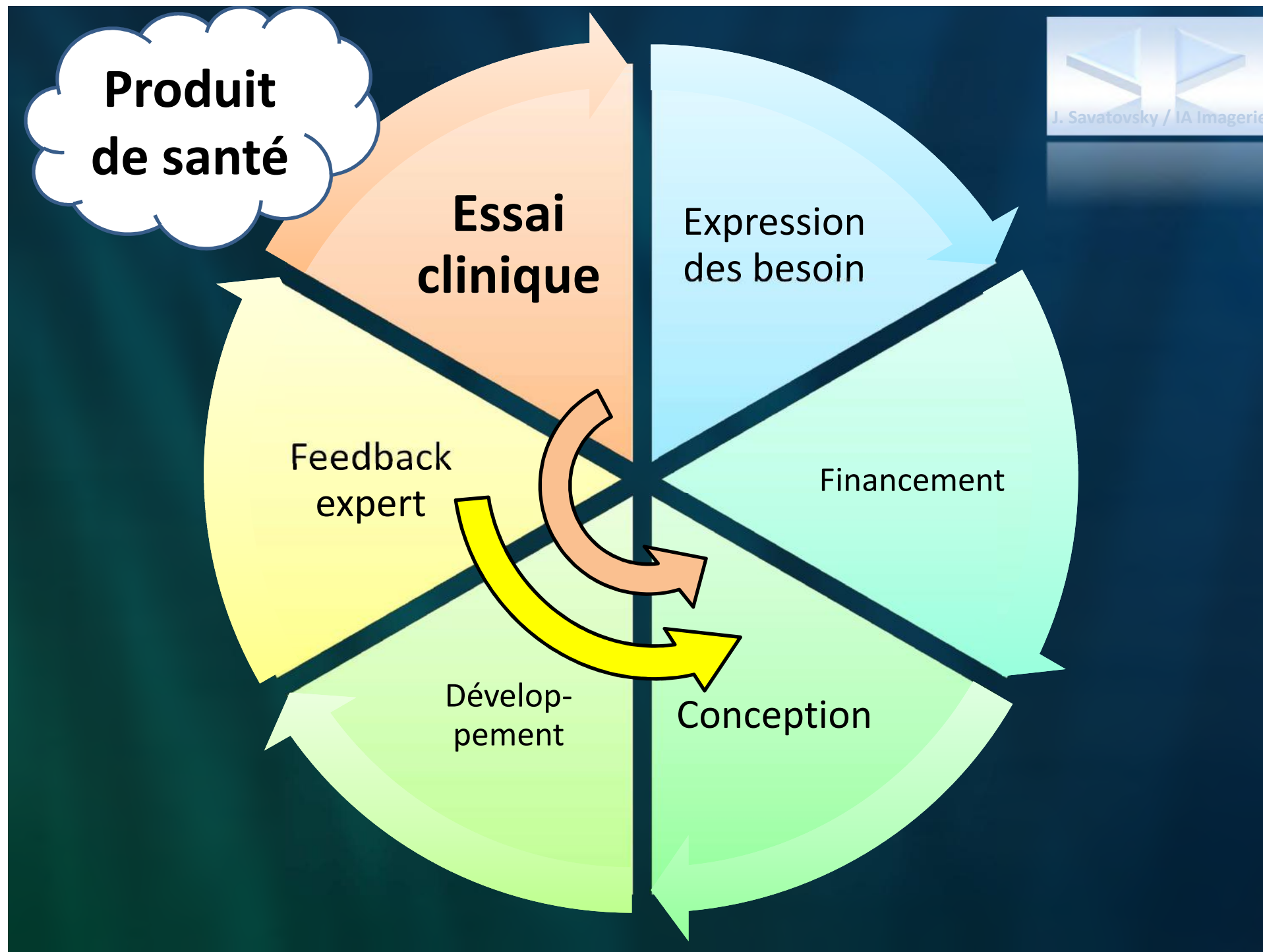
Expression
des besoin

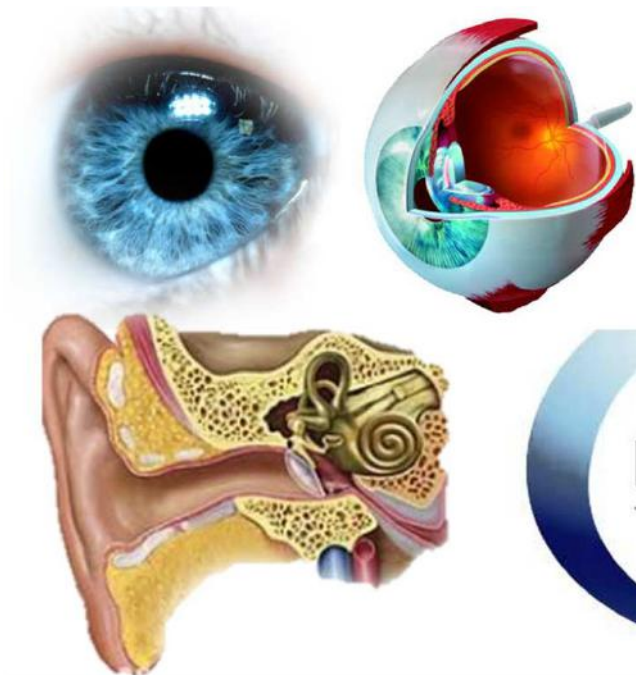
Financement

Conception

Dévelop-
pement

Feedback
expert





Fondation A. de Rothschild
De l'œil au cerveau

