

La fluorescence en chirurgie

130ième JREP
Hopital georges clemenceau
la garde
19 octobre 2019



introduction

La luminescence

La luminescence est une émission de lumière dite « froide » par opposition à l'incandescence qui est dite « chaude ». La lumière émise par luminescence résulte d'interactions entre particules électriquement chargées.

Dans les cas les plus fréquents, **ce sont des transitions électroniques ayant lieu dans des atomes, des molécules ou des cristaux qui provoquent l'émission de photons**. L'énergie libérée sous forme de lumière lors de la transition peut être initialement fournie sous forme électrique, chimique, mécanique ou lumineuse. On distingue différents types de luminescence selon le mode d'excitation initial.



- **l'électroluminescence** (excitation électrique (champ électrique)), utilisée dans les diodes électroluminescentes (DEL), les télévisions ;
- **la photoluminescence** (excitation par absorption de photons), par exemple dans les tubes luminescents, les colorants fluorescents, les azurants optiques ;
 - **la fluorescence, photoluminescence rapide (de 10^{-9} à 10^{-6} secondes pour la majorité des molécules organiques)** ;
 - la phosphorescence, photoluminescence lente (de 10^{-3} à 10 secondes pour la majorité des molécules organiques) ;
- **la chimiluminescence** (excitation à la suite d'une réaction chimique), utilisée par exemple dans les bâtons lumineux ou se produisant au niveau de la flamme bleue de diffusion ou de prémélange (méthane ou butane de brûleur d'une gazinière, d'un briquet).
 - la bioluminescence, (réaction enzymatique), utilisée par les lucioles ;
- **la cristalloluminescence** (excitation à la suite d'une modification structurale cristalline), peut avoir lieu lors de la cristallisation d'une solution ou de la dissolution de certains cristaux ;
- **la thermoluminescence et la cryoluminescence**, par exemple dans la datation archéologique d'objets ;
- **la mécaluminescence** :
 - la piézoluminescence (excitation créée par la pression sur certains solides);
 - la cathodoluminescence (excitation par collision électronique), on provoque la collision en accélérant des électrons grâce à des champs électriques, par exemple dans les tubes cathodiques ;
 - la triboluminescence (excitation à la suite de la rupture de liaisons chimiques dans un solide), par exemple dans le sucre broyé ou écrasé ;
 - la sonoluminescence (excitation par absorption de phonons), par exemple dans les crevettes claquantes ;
- **la radioluminescence** (excitation à la suite d'une irradiation par RX ou rayonnement α , β , γ), par exemple dans les écrans de radiographie X, etc.

Historique de la fluorescence

- Aux environs de l'an 1000 existait chez l'empereur de Chine, un tableau magique sur lequel un bœuf apparaissait chaque soir. Ce fut le premier exemple, dans l'histoire, d'un matériau fabriqué par l'Homme, capable d'émettre de la lumière lumineuse.
- Ce procédé fut retrouvé par hasard par le cordonnier et alchimiste bolonais Vincenzo Cascariolo (1571-1624) en 1603.
- **Le terme dérive du minéral fluorite** (ou fluorine) qui a la particularité de présenter très fréquemment une fluorescence, mais aussi une triboluminescence, voire une thermoluminescence, sans être phosphorescente.
- **C'est Stokes qui invente le mot fluorescence en 1852.** Il publie dans *Philosophical Transactions of the Royal Society* ses observations sur un phénomène qu'il propose de nommer *fluorescencen* (à la place de *réflexion dispersive*), dans un article intitulé *On the change of refrangibility of light*. Le terme est introduit en 1853.
- Alexandre Jabłoński soutint en 1930 sa thèse intitulée *De l'influence de la longueur d'onde d'excitation sur le spectre de fluorescence* à l'Université de Varsovie

Principe physique

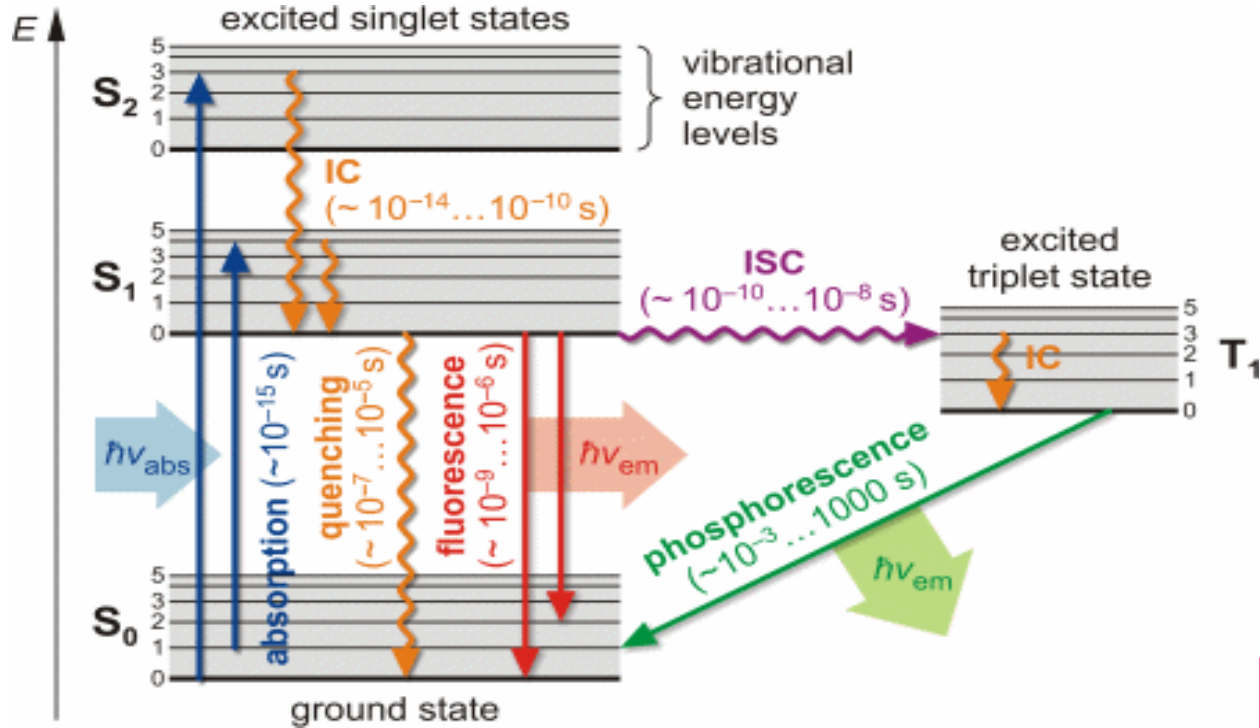
Alexandre Jablonski (1898-1980)

Jabłoński fut l'un des pionniers de la photo-physique moléculaire, définissant le concept de "centre luminescent" et imaginant les théories de concentration de quencher et de dépolarisation de photoluminescence.

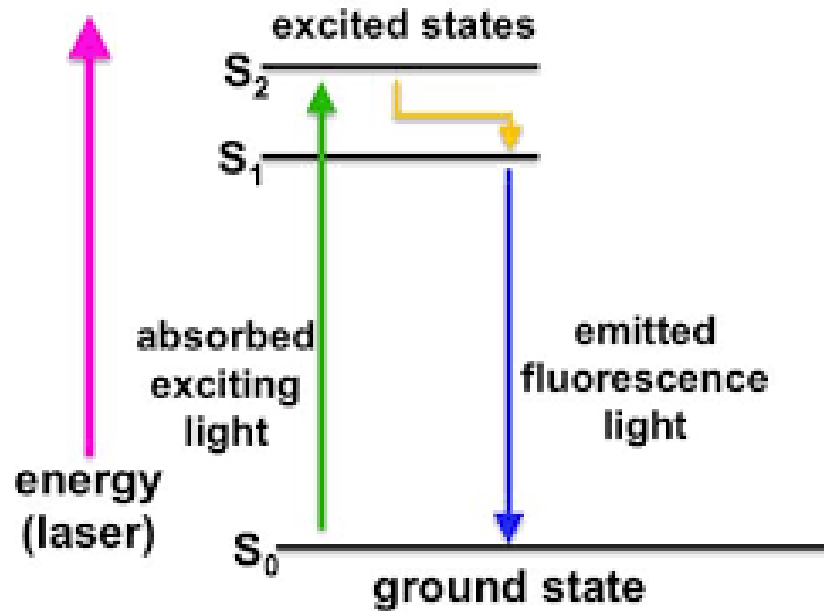
En 1933, Alexandre Jabłoński proposa **un diagramme**, décrivant les différentes absorption et émission de lumière.



Diagramme de Jablonski



JABLONSKI DIAGRAM



Spectre d'absorption , spectre d'émission

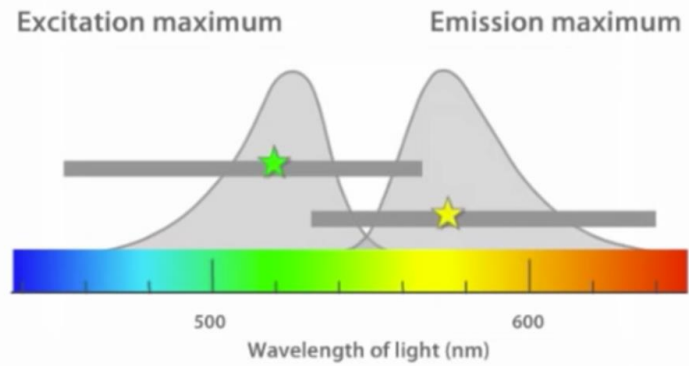
George Gabriel Stokes (13 août 1819 – 1^{er} février 1903), 1^{er} baronnet, est un mathématicien et physicien britannique né en Irlande.

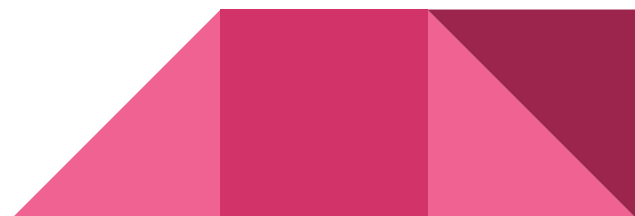
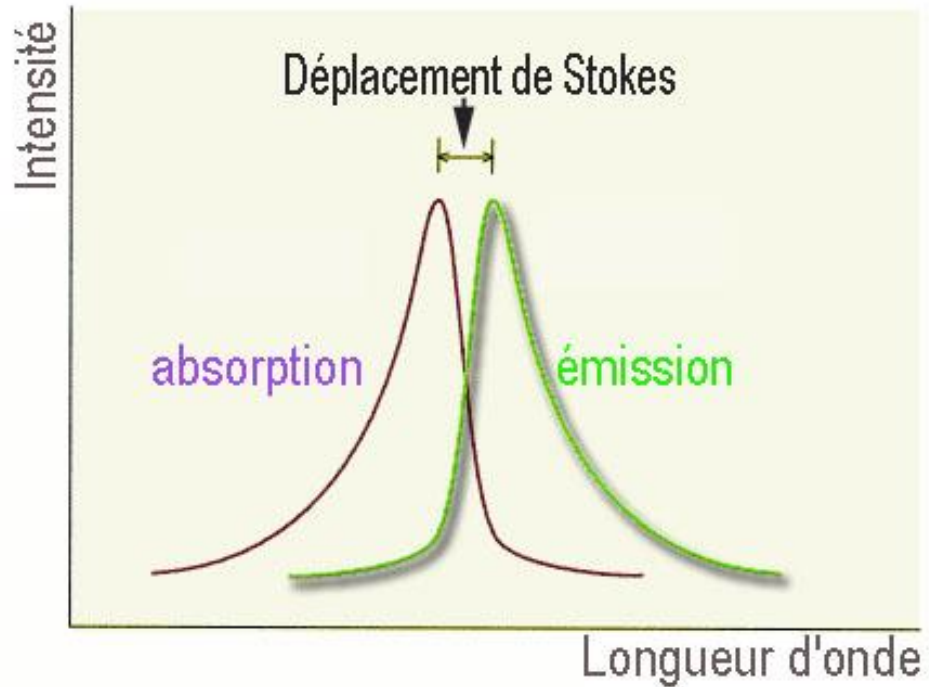
il explique le phénomène de la fluorescence en constatant que certains matériaux, tels que le fluorine (CaF_2) et l'ouraline, émettent la lumière visible lorsqu'ils sont exposés au rayonnement ultraviolet, qui possède une longueur d'onde inférieure.

L'augmentation de la longueur d'onde est dite le déplacement de Stokes.

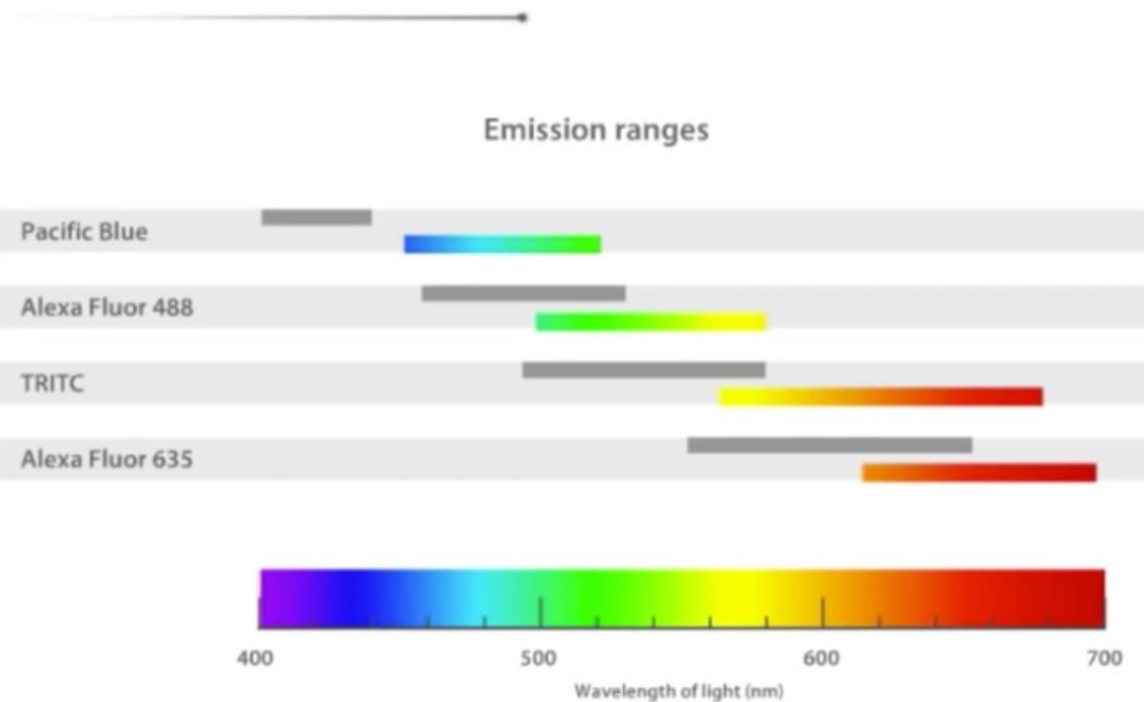


Summary





Emission Range



molecular
probes[®]

Le Laser

Un **laser** (acronyme issu de l'anglais *light amplification by stimulated emission of radiation* qui signifie « amplification de la lumière par émission stimulée de radiation ») est un système photonique.

Il s'agit d'un appareil qui produit un rayonnement lumineux spatialement et temporellement cohérent basé sur l'effet laser.



Étiquetage européen	Étiquetage américain	Puissance typique en milliwatt (mW)	Exemples d' applications
Classe 1	Classe I	< 0,4 mW	scanners de caisse, lecteurs DVD
Classe 2	Classe II	< 1 mW	Pointeurs laser
Classe 3R	Classe IIIa	< 5 mW	Lasers de spectacles
Classe 3B	Classe IIIb	< 500 mW	Lasers de spectacles
Classe 4	Classe IV	> 500 mW	Lasers de spectacles

Classe 1	Classe 2	Classe 3A
Lasers intrinsèquement sans danger.	Lasers de faible puissance (<1 mW) émettant dans le visible (400 à 700 nm). Protection de l'oeil assurée par le réflexe palpébral.	Lasers de puissance moyenne (<5 mW). Vision directe dangereuse si elle est supérieure à 0,25 s ou à travers un instrument d'optique.
Appareil à laser de classe 1.	Rayonnement laser Ne pas regarder le faisceau Appareil à laser de classe 2.	Rayonnement laser Ne pas regarder le faisceau à l'oeil nu ou avec un instrument d'optique Appareil à laser de classe 3A.

Classe 3B	Classe 4
Lasers dont la vision directe est toujours dangereuse (<500 mW). Vision de sources diffuses sans risque si la durée est limitée à 10 s.	Lasers toujours dangereux en vision directe ou diffuse, créant des lésions cutanées et oculaires (>500 mW). Ils constituent un danger d'incendie.
Rayonnement laser Exposition au faisceau dangereuse Appareil à laser de classe 3B.	Rayonnement laser Exposition dangereuse au rayonnement direct ou diffus pour l'oeil et la peau Appareil à laser de classe 4.

L'INFRACYANINE

**INFRACYANINE 25 mg/10 ml, poudre et solvant pour solution injectable,
boîte de 1 flacon de poudre + ampoule de solvant de 10 ml**

Principes actifs: Vert d'indocyanine

Excipients: Solvant : Glucose , Eau pour préparations injectables

Association contre-indiquée : **solutés de chlorure de sodium.**



Déconseillé :

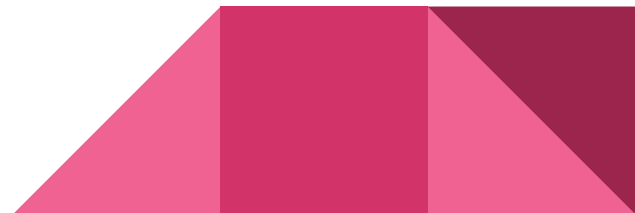
- **Grossesse** : il n'y a pas de données fiables de tératogénèse chez l'animal. En clinique, il n'existe pas actuellement de données suffisamment pertinentes pour évaluer un éventuel effet malformatif ou foetotoxique de l'infracyanine lorsqu'il est administré pendant la grossesse. En conséquence, l'utilisation d'infracyanine est déconseillée pendant la grossesse.
- **Allaitement** : en l'absence de données, l'utilisation est déconseillée pendant l'allaitement.




MISES EN GARDE :

Des réactions graves de type allergique (oedème de Quincke ou choc de type anaphylactique) ont été très rarement rapportées après administration de vert d'indocyanine seule ou après administration concomitante de vert d'indocyanine et de fluorescéine.

Ce risque impose la surveillance du malade au cours et au décours immédiat de l'injection de ces produits et la disposition à proximité de moyens nécessaires à la réanimation d'urgence.



Pathologies pour lesquelles ce médicament peut être prescrit

- Angiographie oculaire en infrarouge
 - Détermination du débit sanguin hépatique
 - Mesure du volume sanguin circulant et du débit cardiaque
- 

PRODUIT DE CONTRASTE INTRAVASCULAIRE.

Le vert d'indocyanine est un colorant dont le spectre d'absorption présente un maximum aux alentours de 805 nm avec réémission à 835 nm.



Le vert d'Indocyanine est un colorant qui a la caractéristique d'être complètement métabolisé par le foie.

Après son administration intraveineuse, le colorant s'attache presque totalement aux protéines plasmatiques et **il est distribué seulement dans le sérum (pas de distribution extravasculaire).**

Le vert d'Indocyanine est exclusivement éliminé par le parenchyme hépatique à travers un mécanisme médié par un transporteur. Le colorant est donc excrété dans sa forme inchangée



le cycle dans le corps .

Administration par voie IV

Petite circulation (poumons)

Grande circulation artères

Microcirculation

Retour veineux

Élimination hépatique par la bile

Voies biliaires



Le matériel

Le matériel

source laser ou (LED) spécifique ou mixte

caméra spécifique ou mixte

câble lumière spécifique

optique spécifique

Le système coelioscopique est hybride accepte les deux mais si on veut travailler en fluorescence il faut un câble et une optique spécifique .



A quoi ça sert ?

Cartographie : repérage et travail en réalité augmentée

Vascularisation : évaluation de la bonne vascularisation des tissus en statique mais aussi en dynamique .



Cartographie

très haut contraste entre ce que l'on veut voir et le reste

hautement spécifique



Cartographie

voies biliaires

ganglions

segments pulmonaires

foie

reins

etc



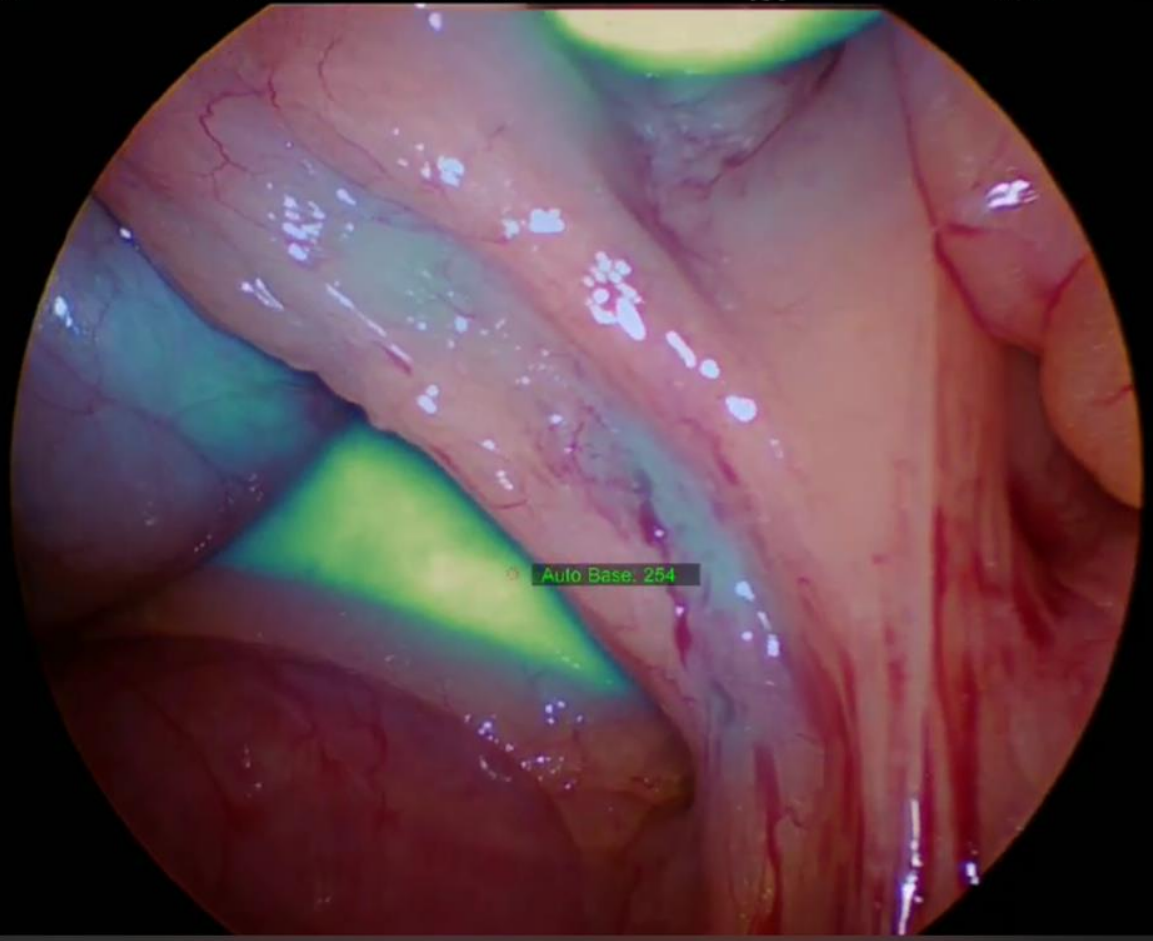
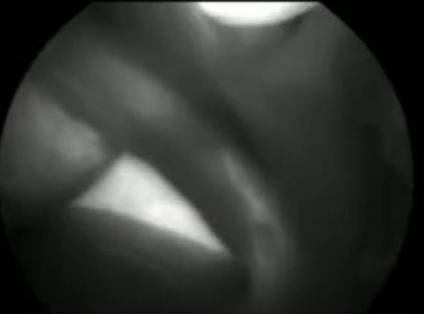
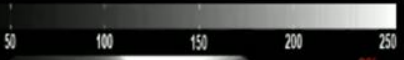


REC 00:03:50

0 50 100 150 200 250



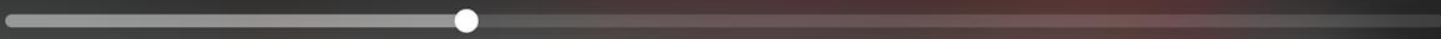
Color Fused



- 3D View Off
- Scope Number 90741
- Image Flip Off
- Video Profile Default
- Illumination Profile Center_Frame
- Video Rec 00:03:49
- CFG CCA CPE SPE SC
- Brightness 0.0
- Saturation 0.00
- Overlay Thresh 20 (8%)
- IR Boost 1.2



08:01



-17:14

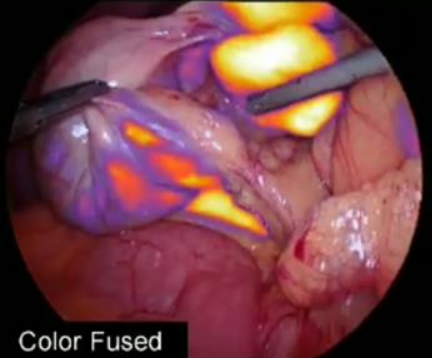


REC 00:08:13

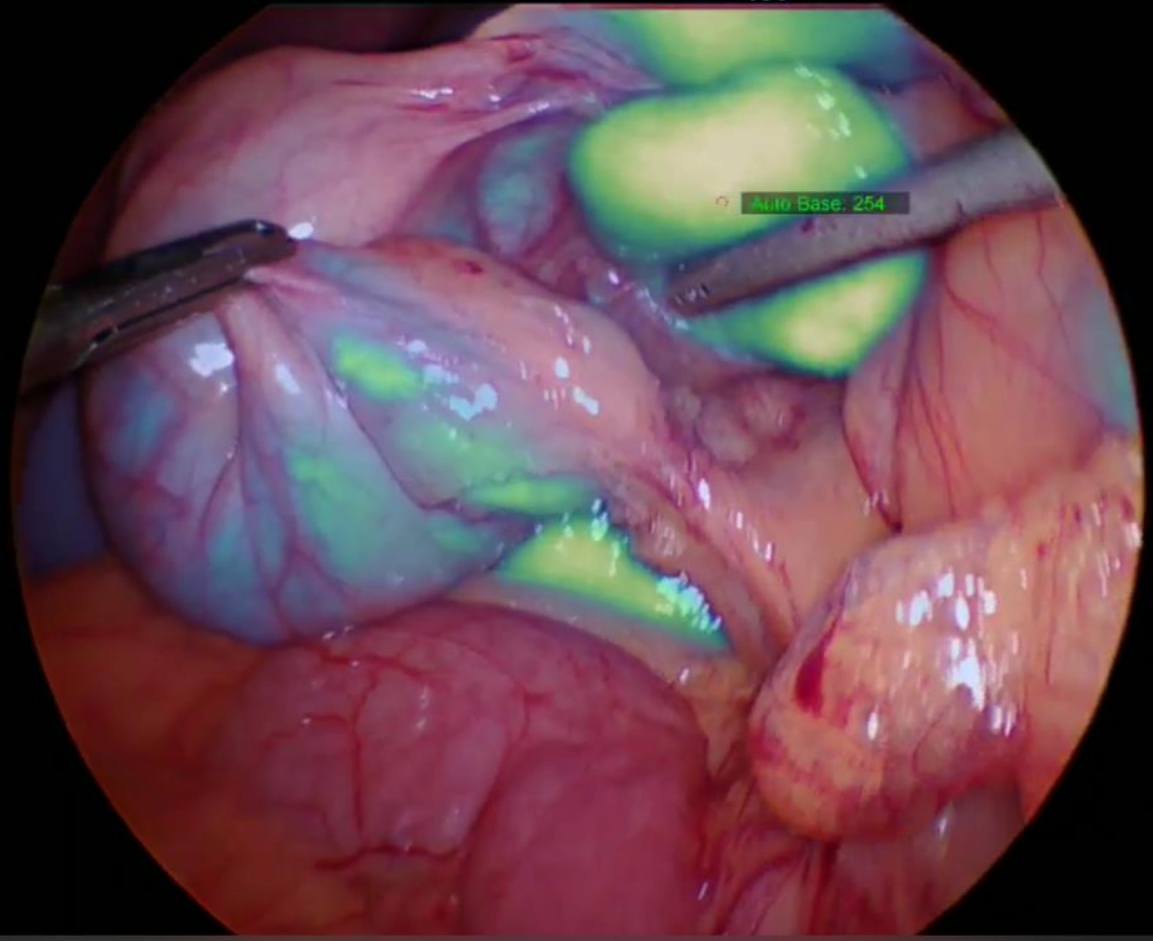
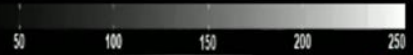
0 50 100 150 200



Laser ON 04:47



Color Fused



Auto Base: 254

Illumination Profile Center_Frame

Overlay Thresh 20 (8%)
IR Boost 1.2



12:24

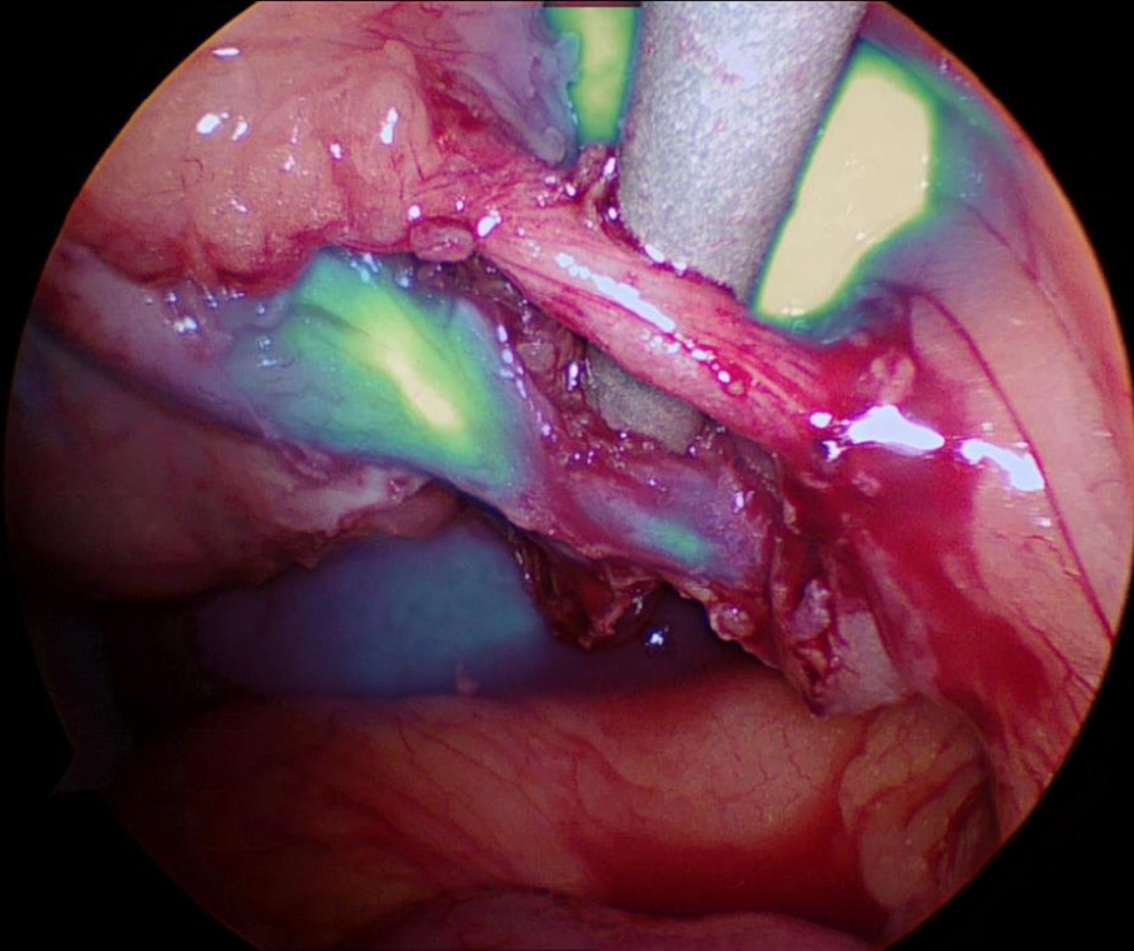
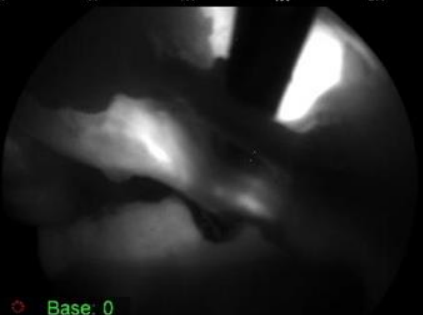
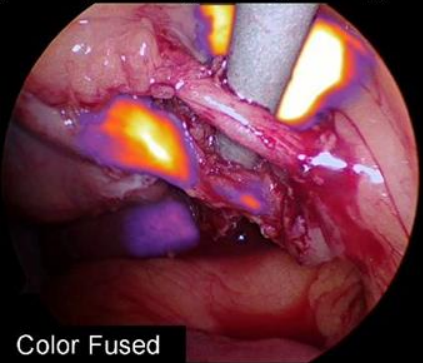
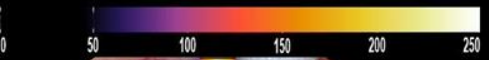


-12:51



REC 00:14:22

0 50 100 150 200 250



Illumination
Profile
Center_Frame

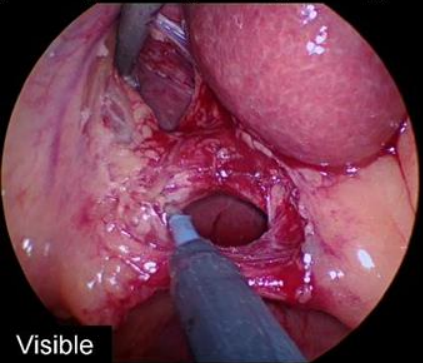
Overlay Thresh
20 (8%)
IR Boost
1.2

Base: 0

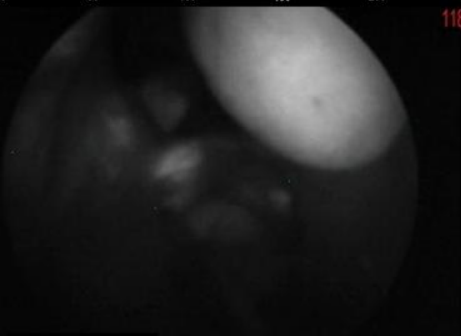
IR 2% Green Overlay 2019-09-30 11-31-04

Settings Menu	Swap Images (F2)	Turn Laser Off (F3)	Flip Image (F4)	Change Imaging Profile	Delete Points	Set Base Point
---------------	------------------	---------------------	-----------------	------------------------	---------------	----------------

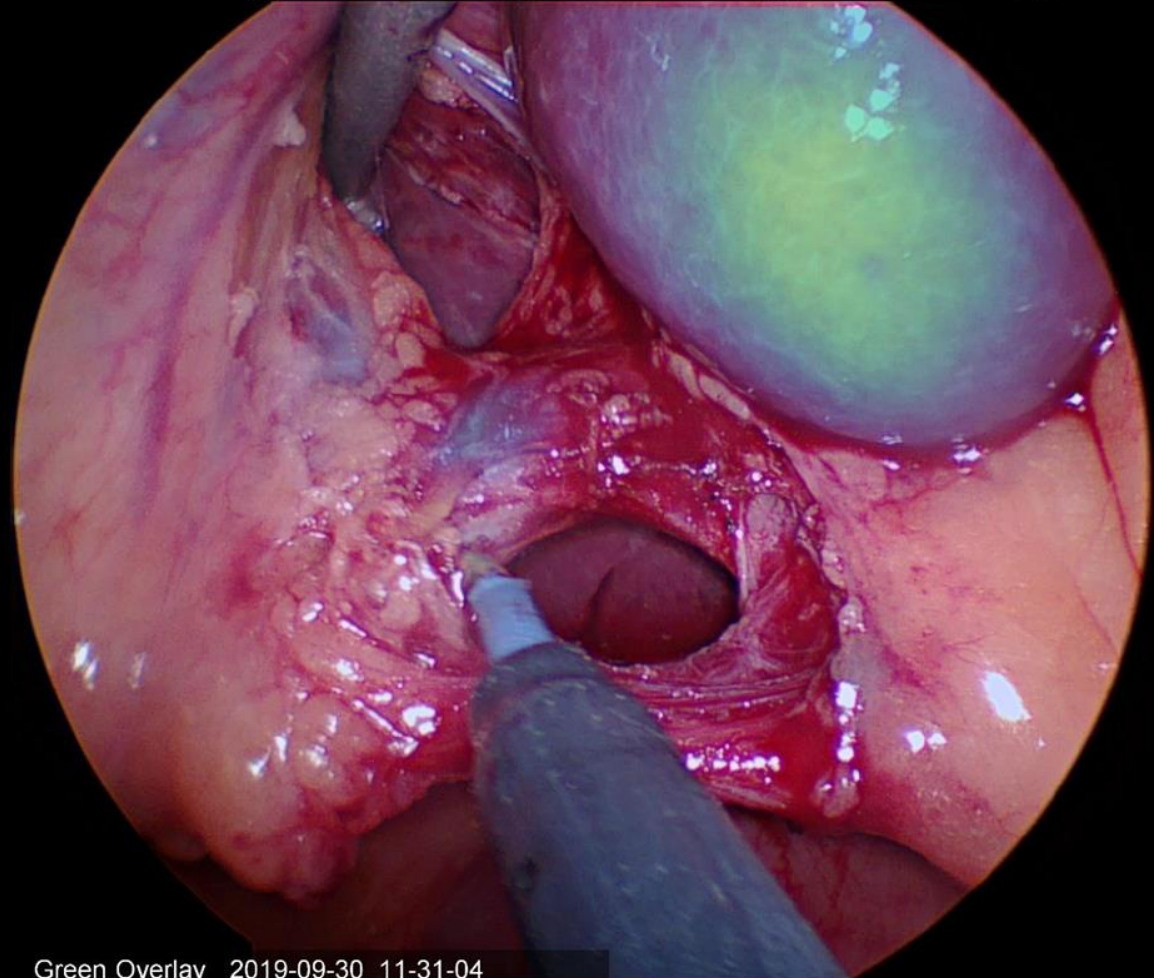
0 50 100 150 200 250



Visible



118%



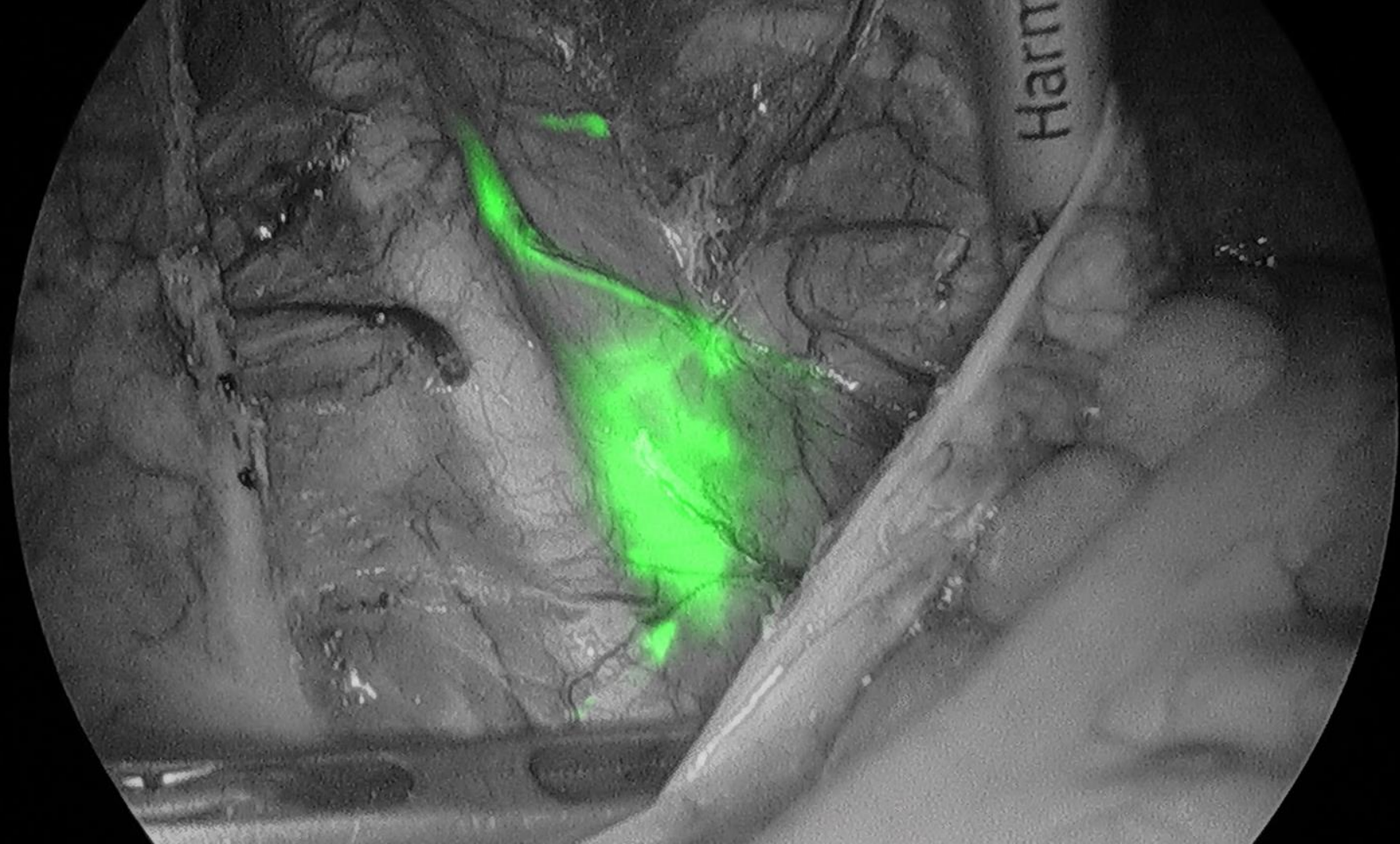
Illumination Profile
Center_Frame

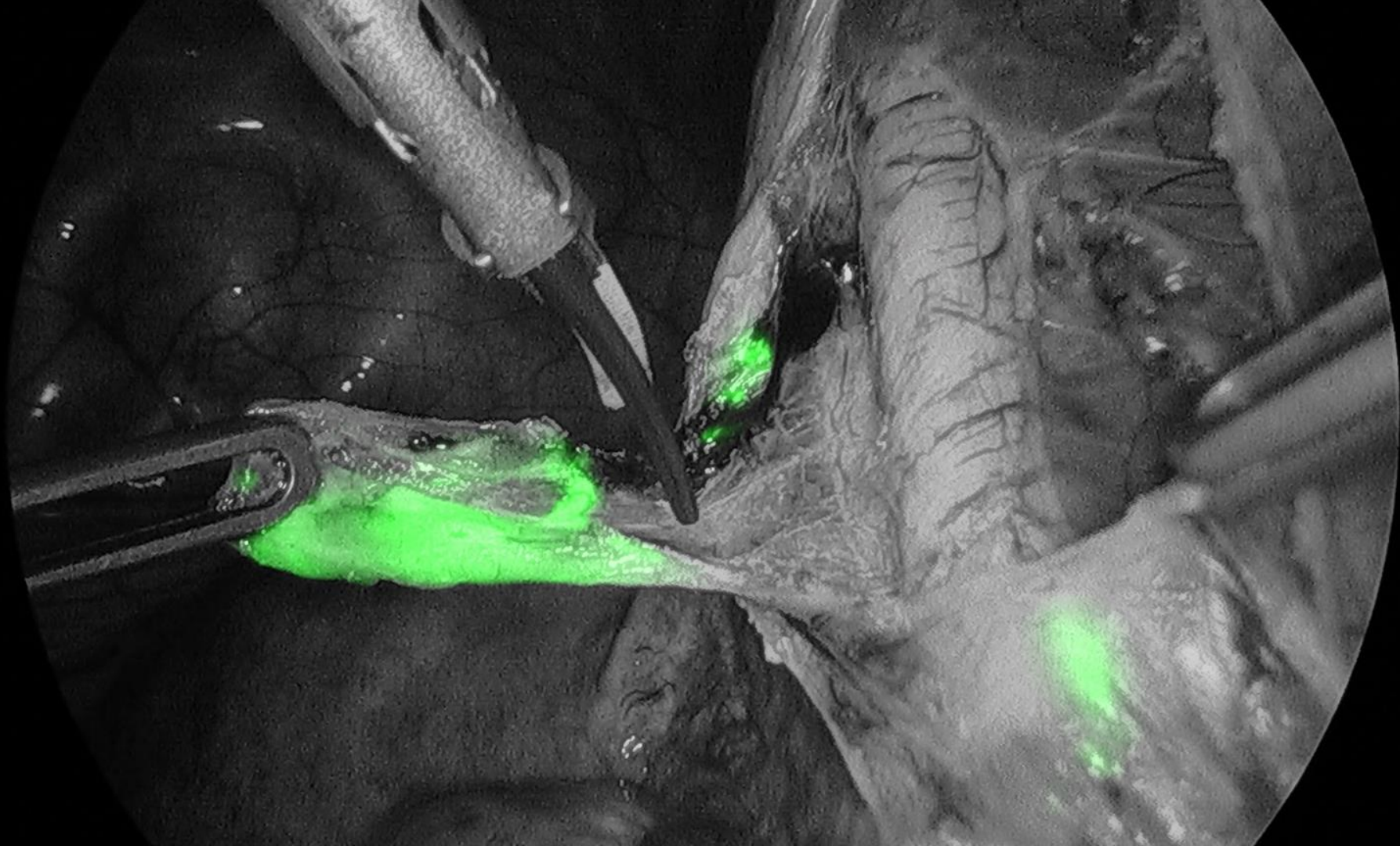
Overlay Thresh
20 (8%)
IR Boost
1.2

IR 118%

Green Overlay 2019-09-30 11-31-04

Settings Menu	Swap Images (F2)	Turn Laser On (F3)	Flip Image (F4)	Change Imaging Profile	View Recordings
---------------	------------------	--------------------	-----------------	------------------------	-----------------



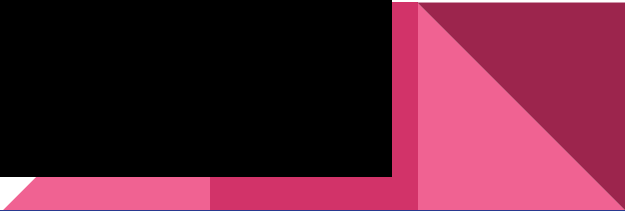
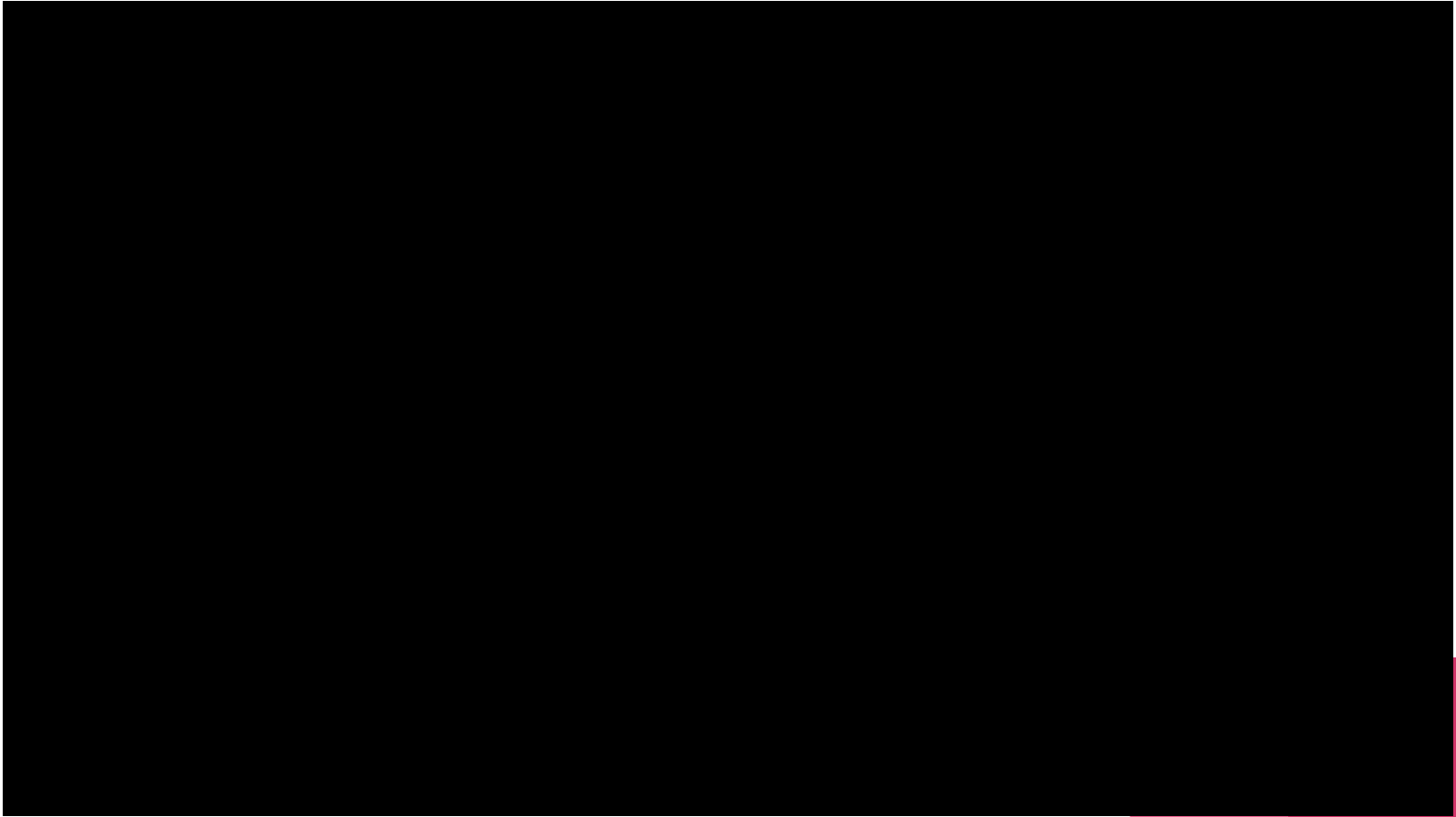


Lung Segment Identification by Fluorescent Perfusion Imaging



Dr. Dominique Gossot
Institut Mutualiste Montsouris
Paris, France





Vascularisation

Analyse quantitative possible

Analyse dynamique de l'image



Quels organes ?

colon

plastie gastrique (oesophage)

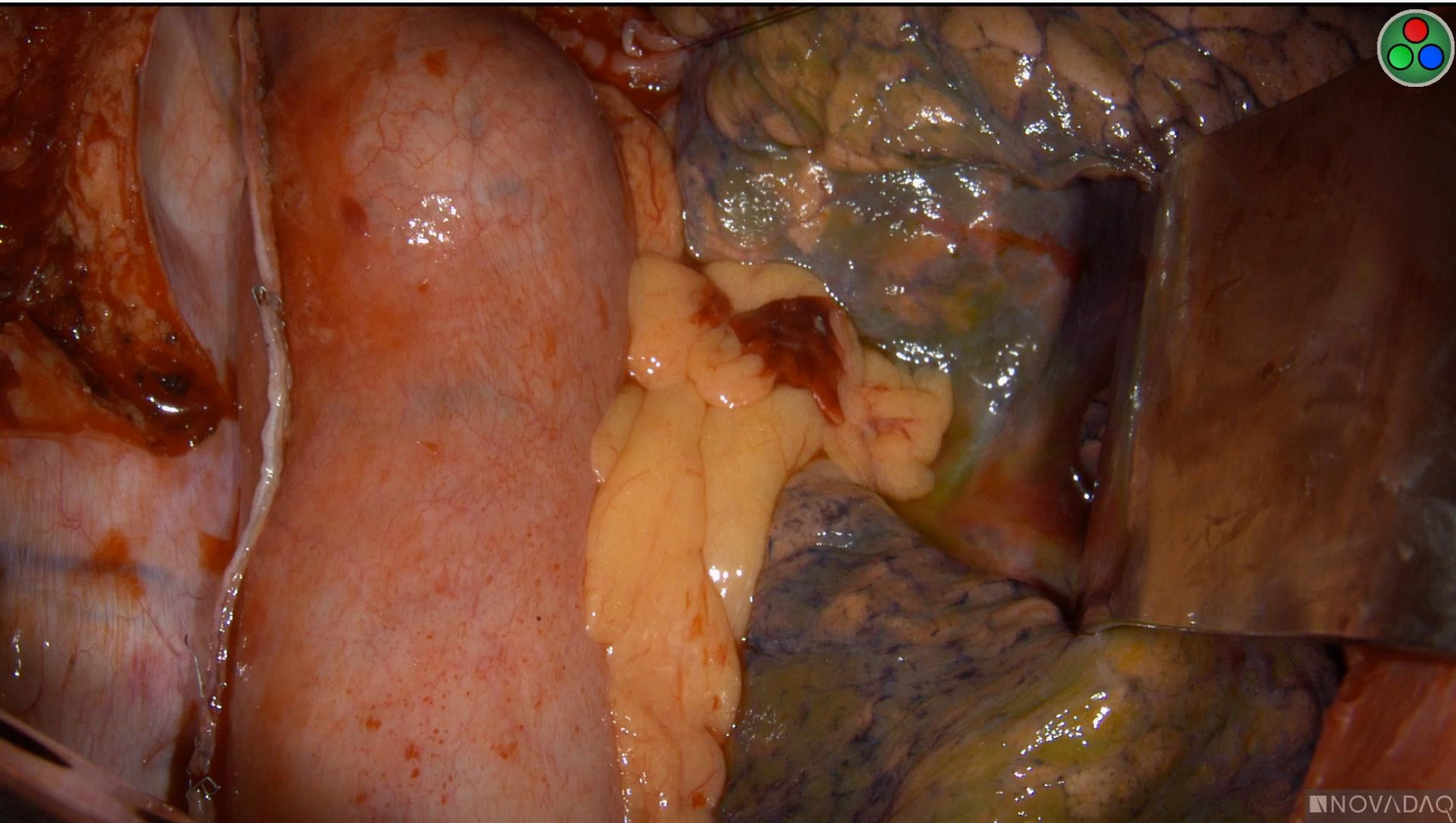
rate (pancréas gauche avec résection des vaisseaux spléniques)

lambeau de peau (sein par exemple)

infarctus mésentérique

etc ...



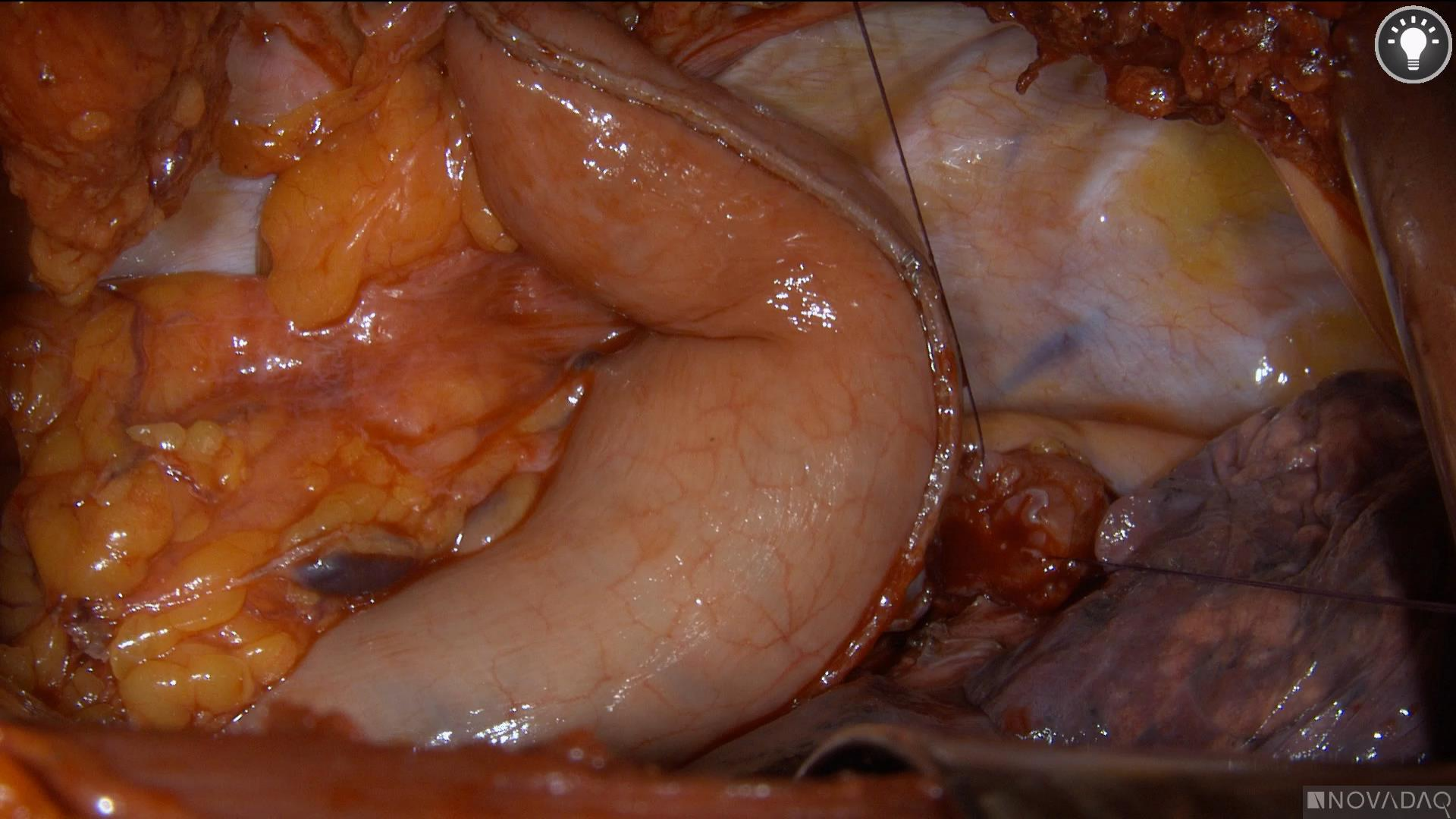


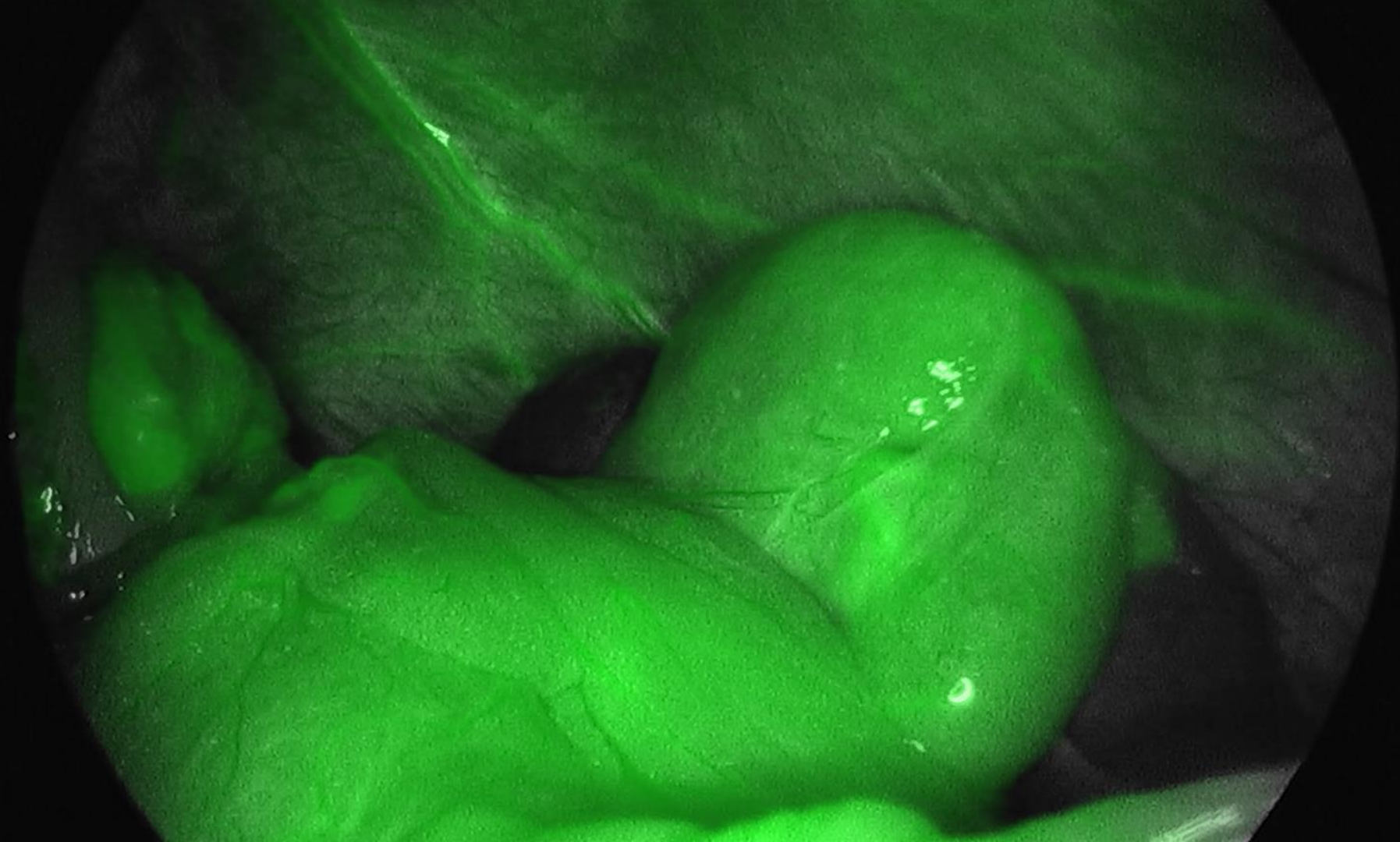
2 axes de recherche

évaluation par différence d'illumination sur image fixe

évaluation de la vitesse de remplissage











glossaire

ICG : indocyanine green

NIR :near infrared

LED :light-emitting diode (diode électroluminescente)

LASER : *light amplification by stimulated emission of radiation*



Discussion

0 50 100 150 200 250

0 50 100 150 200 250

IR 19%

0 50 100 150 200 250

Visible

2019-09-30 11-31-04

Settings Menu

Swap Images (F2)

Turn Laser On (F3)

180° Flip Image (F4)

Change Imaging Profile

View Recordings

Illumination Profile: Center_Frame

Overlay Thresh: 20

IR Boost: 0.0