

Minimally Invasive Robotics



**Jean-Baptiste Mouret
& Lucien Renaud**

Inria Nancy — Grand Est

jean-baptiste.mouret@inria.fr



Contexte: la mission ScanPyramids

Objectif : utiliser et développer les technologie pour mieux comprendre la structure interne des pyramides de l'ancien empire (e.g., Kheops)

Début : 2015

Méthode principale : muographie

Mission coordonnée par HIP (Heritage, Innovation, Preservation)

Partenaires principaux (physiciens) :

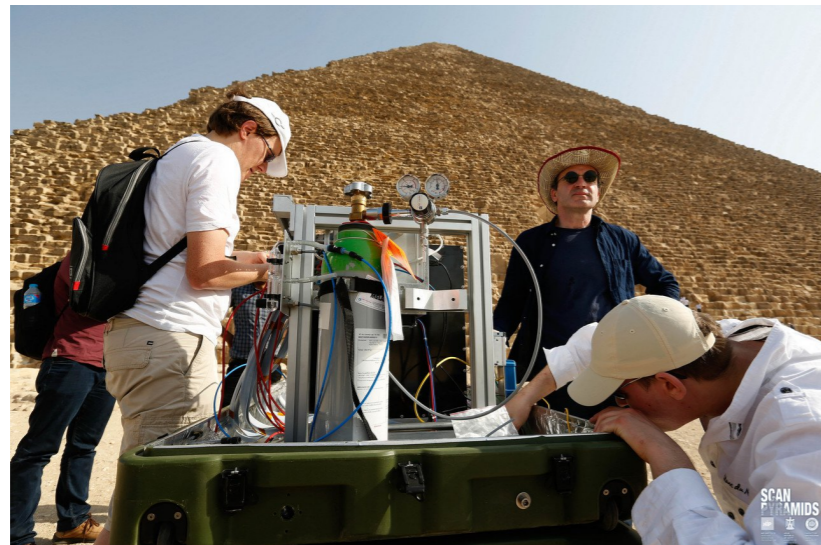
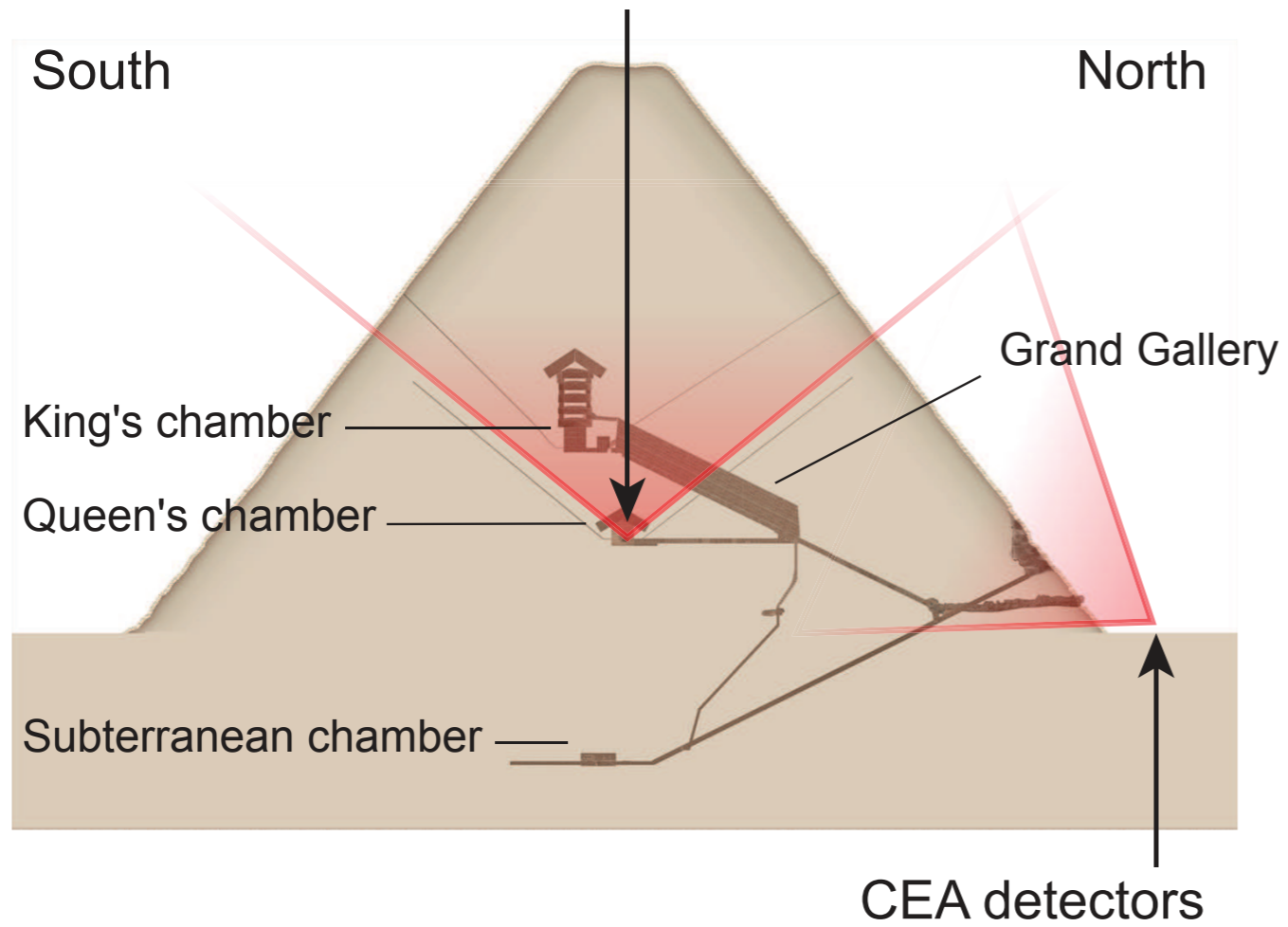
- CEA
- KEK (Japon)
- Univ. Nagoya (Japon)
- Faculté d'ingénierie du Caire

Inria & CNRS : technologie pas encore déployée

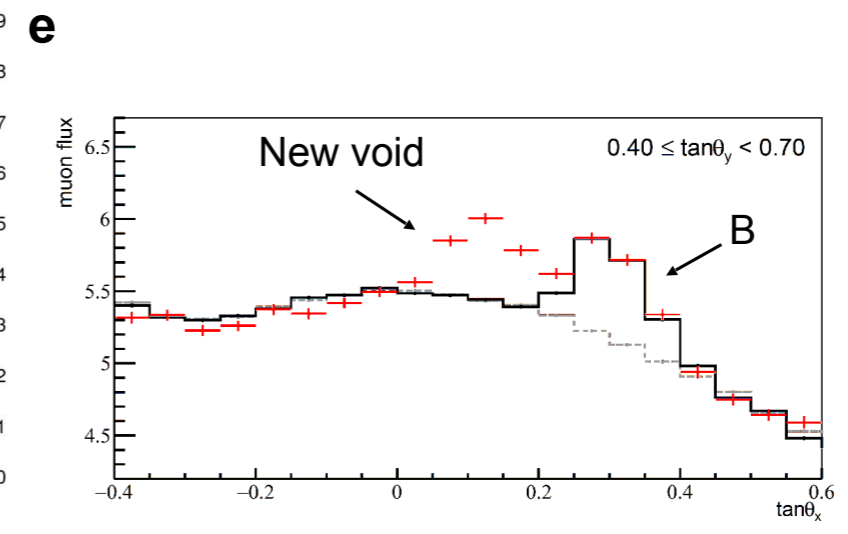
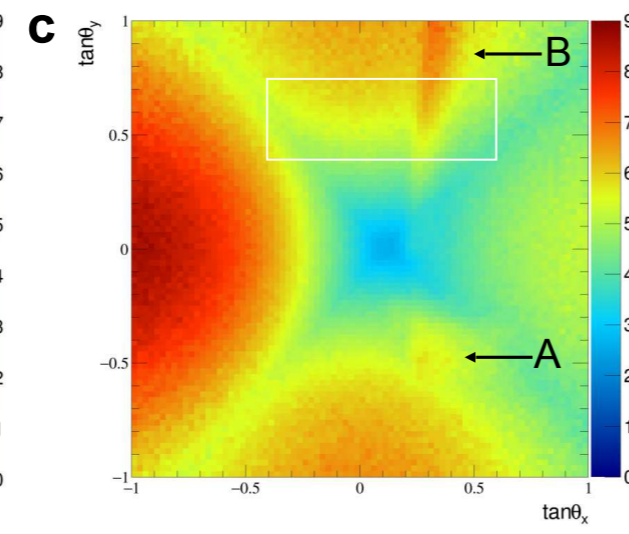
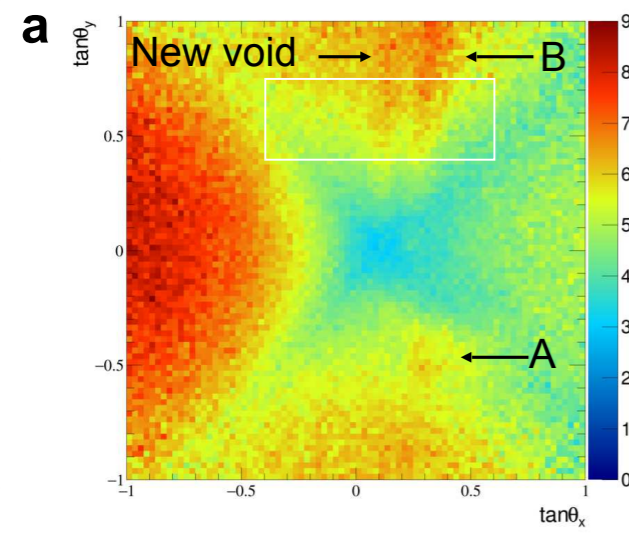


Morishima, K., et al. (2017) "Discovery of a big void in Khufu's Pyramid by observation of cosmic-ray muons."
Nature 552.7685: 386.

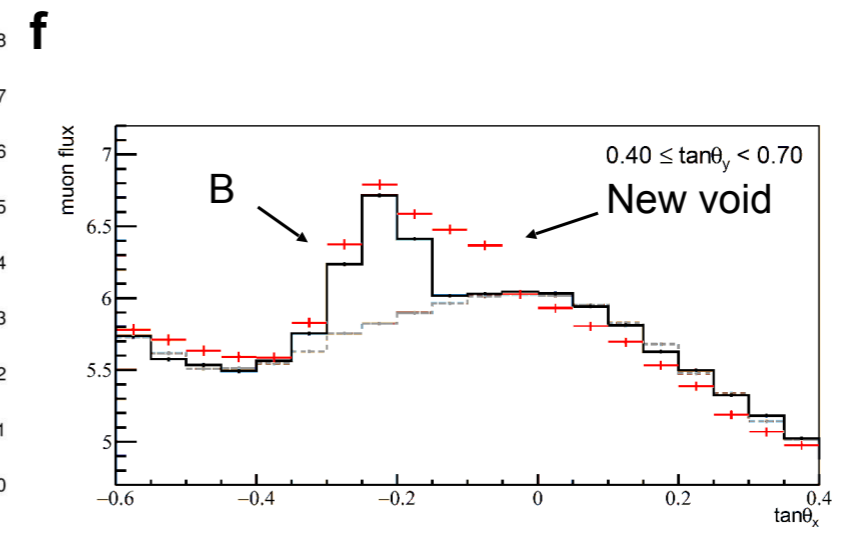
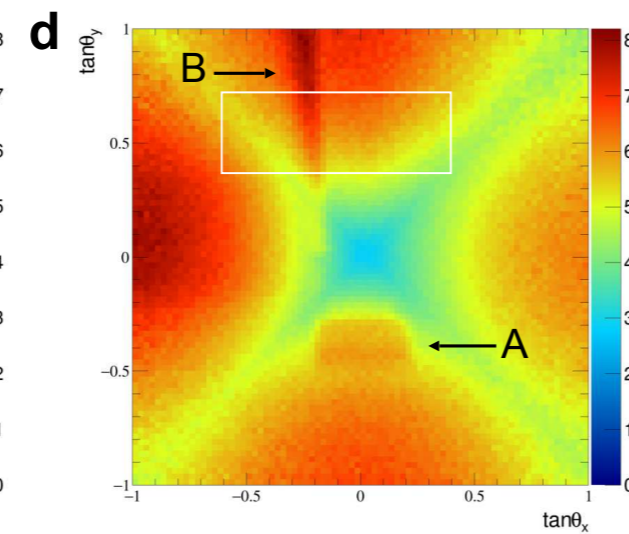
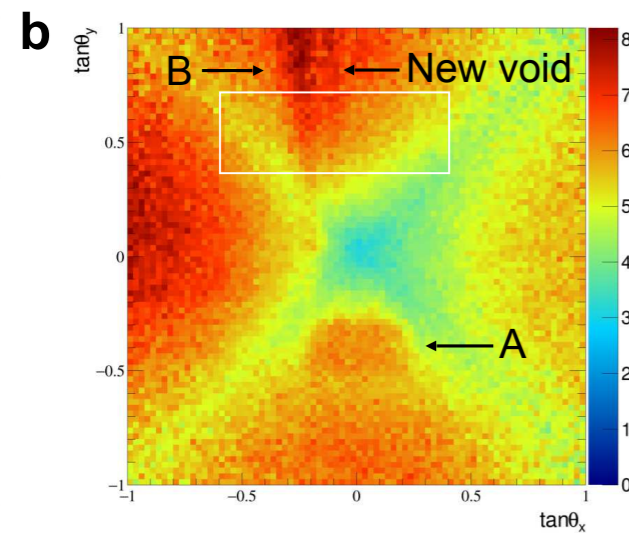
a Nagoya and KEK detectors



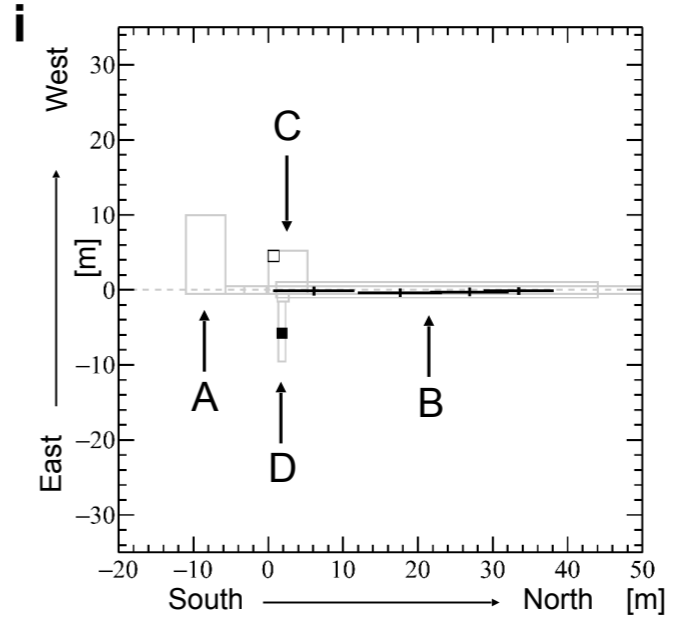
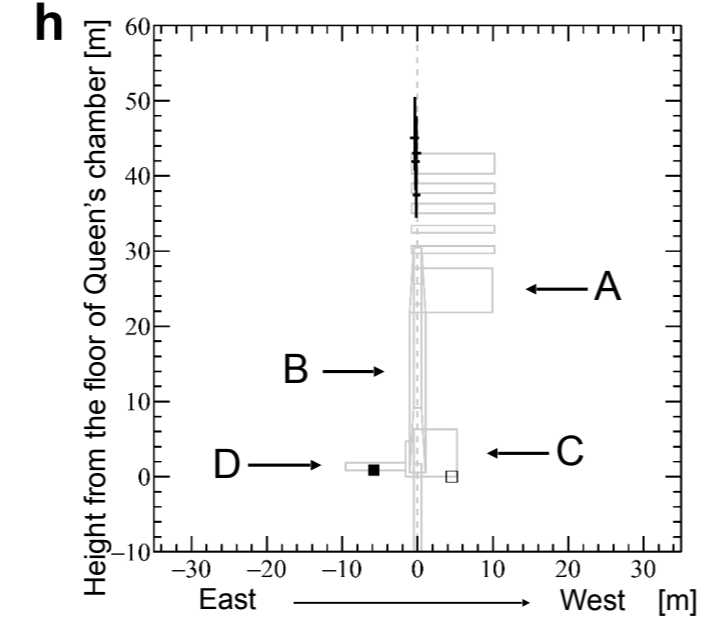
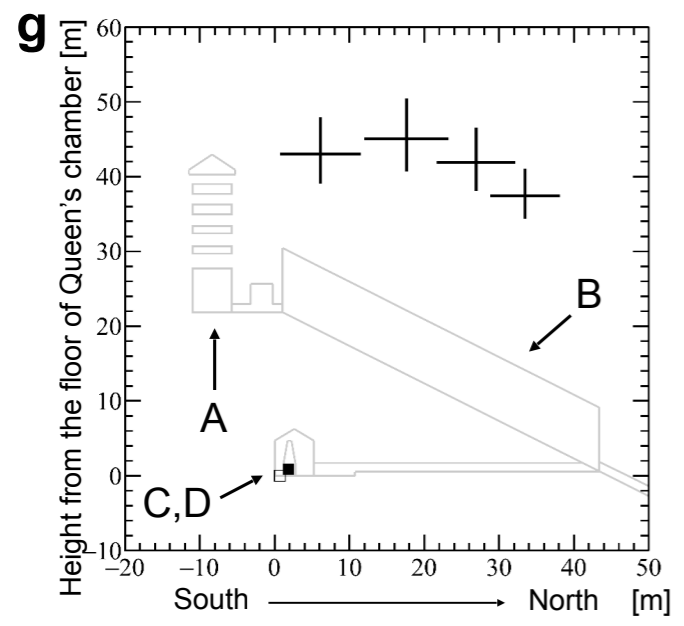
NE 1
(nuclear emulsions, position 1)



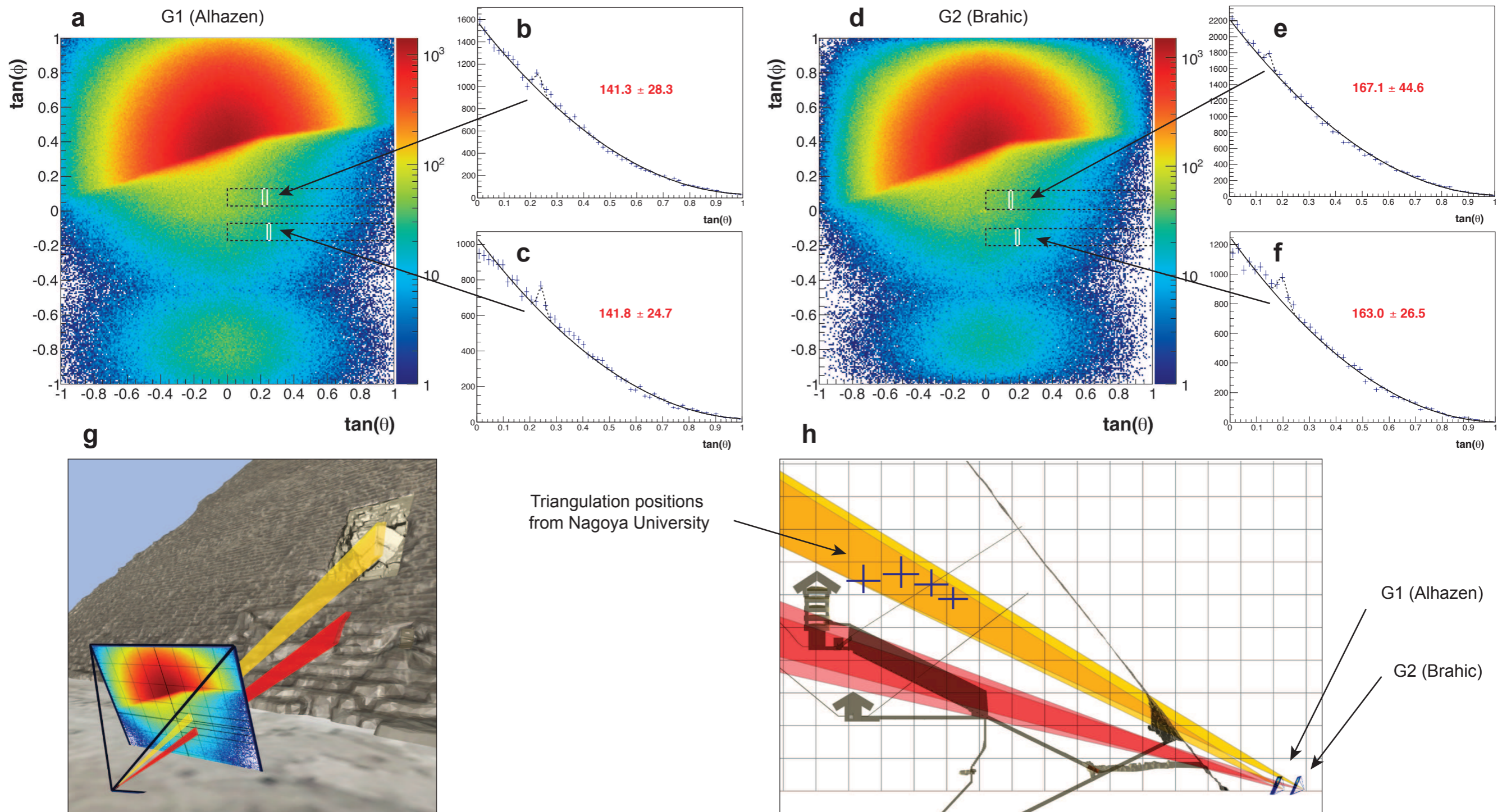
NE 2
(nuclear emulsions, position 2)



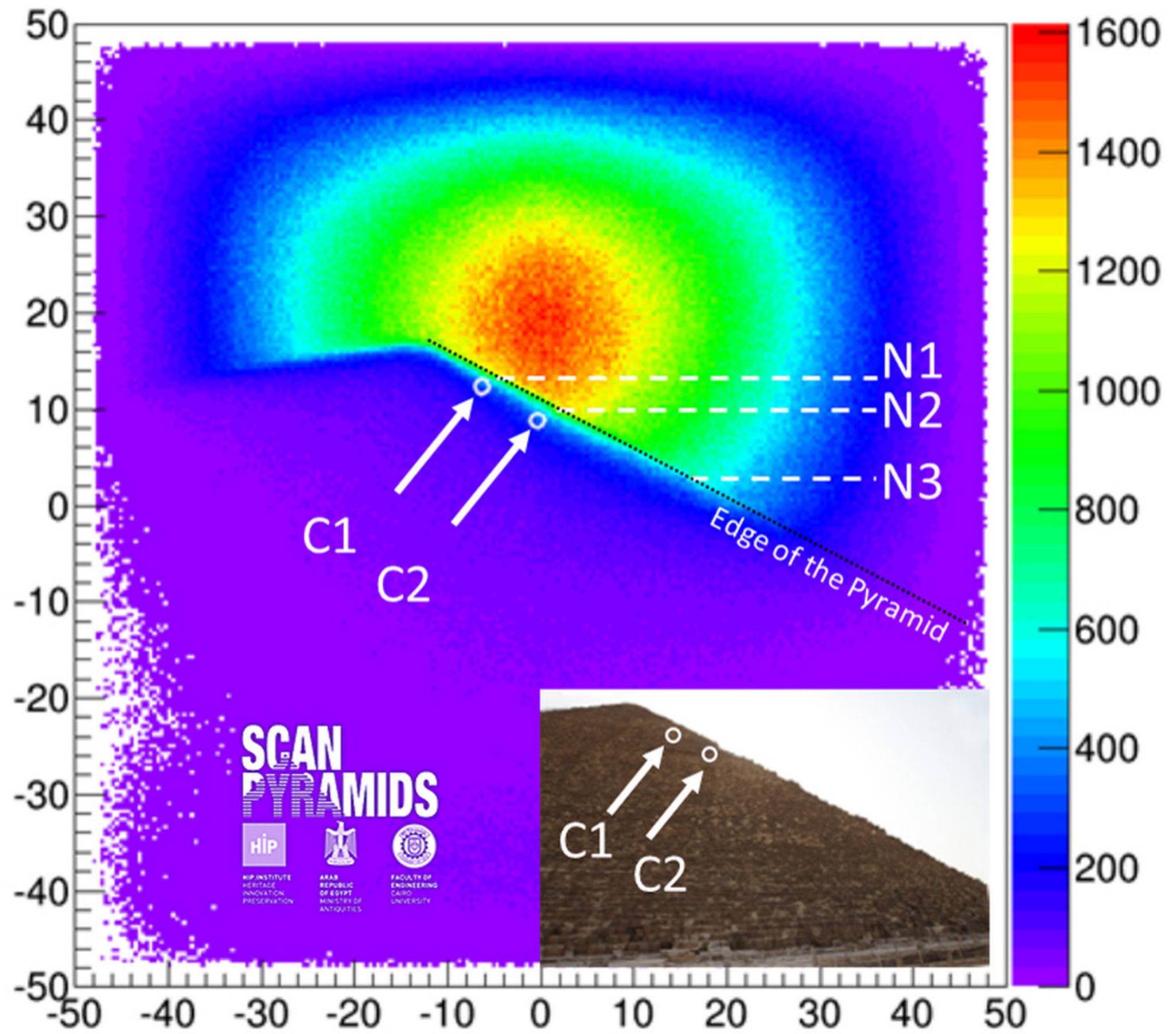
3-dimensional analysis

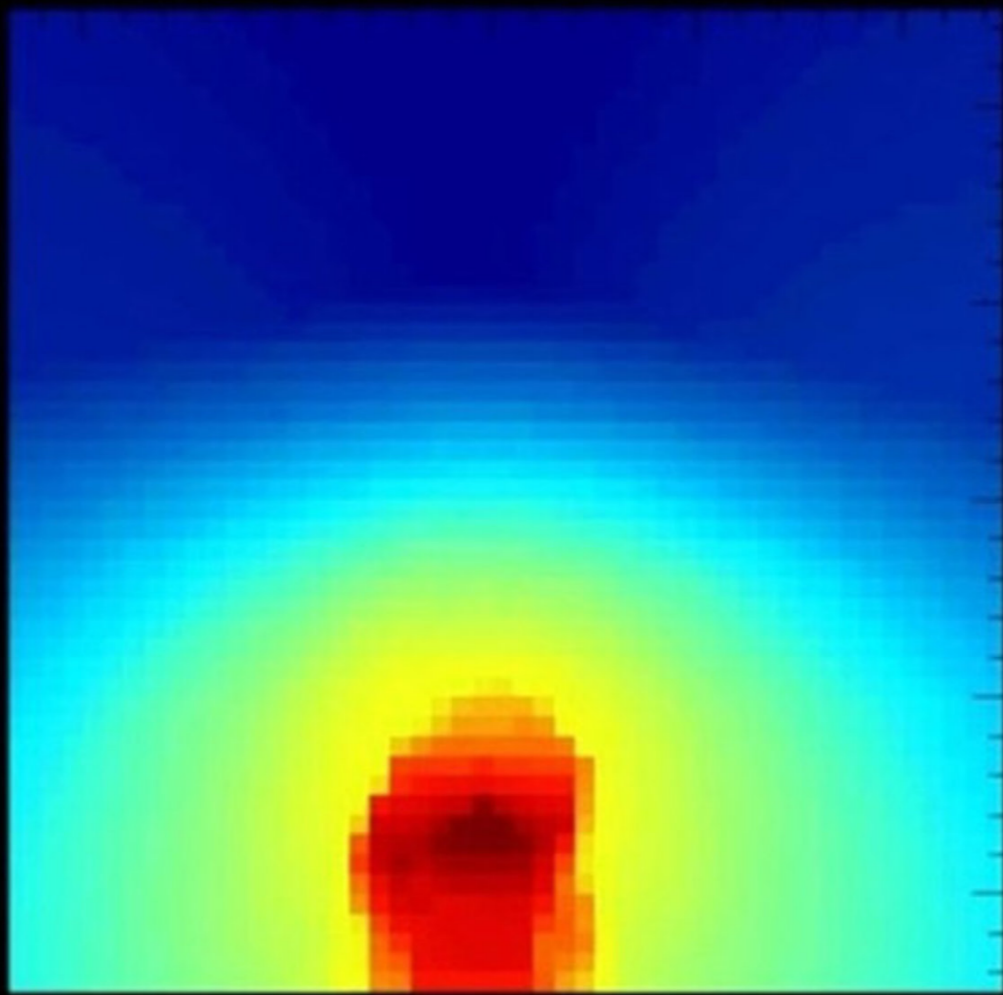


Résultats ScanPyramids / Univ. Nagoya



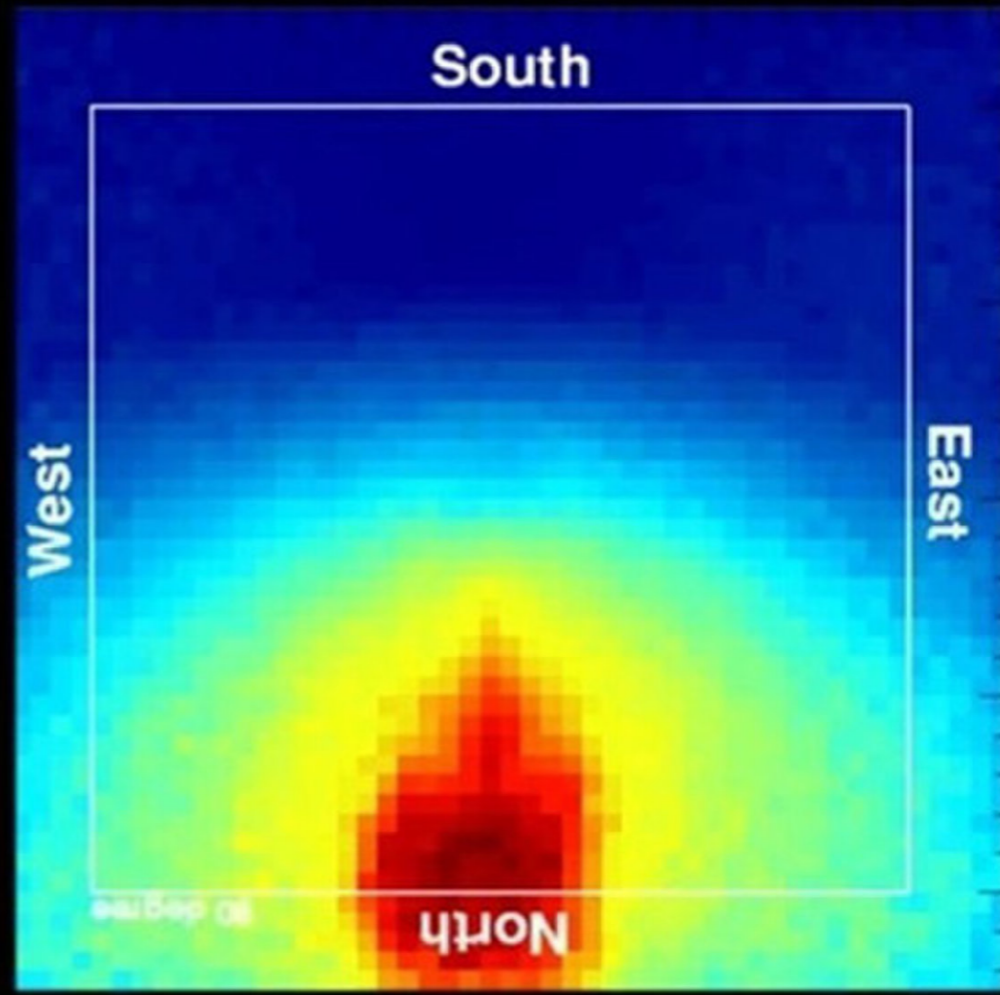
Résultats ScanPyramids / CEA





Muography simulation for known structures

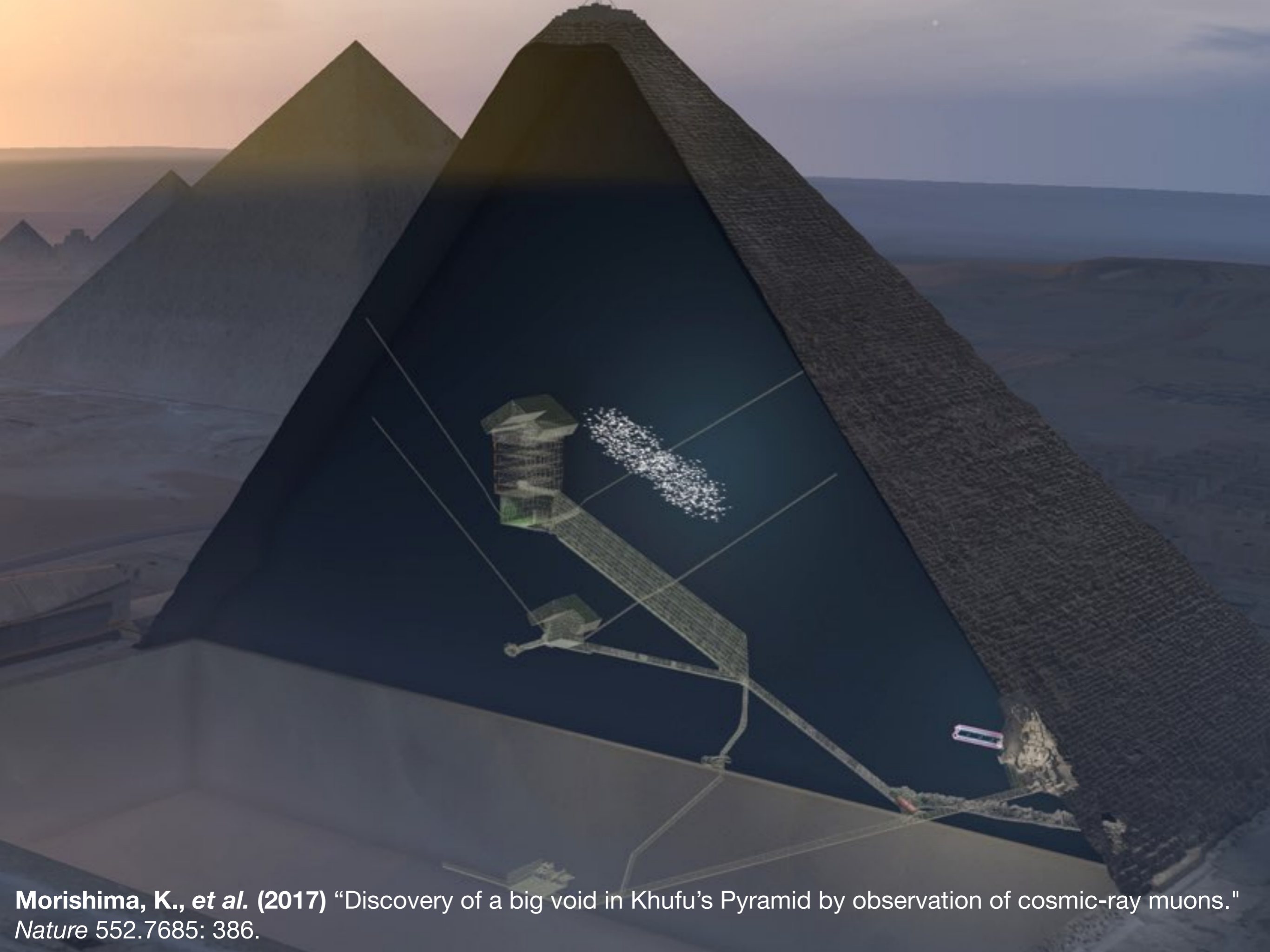
Simulations by Kunihiro Morishima (Nagoya University) / Benoit Marini



Muography result

Results by Kunihiro Morishima (Nagoya University)





Morishima, K., et al. (2017) "Discovery of a big void in Khufu's Pyramid by observation of cosmic-ray muons."
Nature 552.7685: 386.

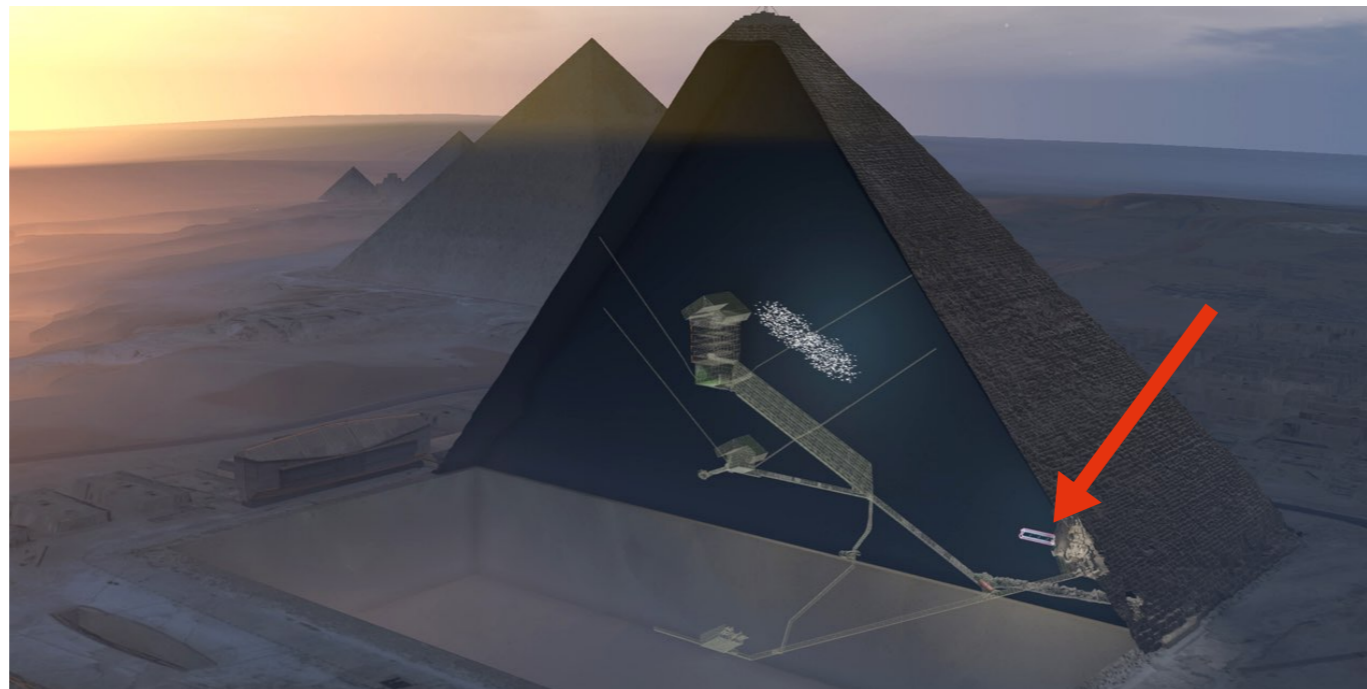
Inria : concevoir un robot

Objectif : Faire un trou le plus petit possible pour mieux connaître ces vides

Entrée : couloir face nord découvert par U. Nagoya

Cahier des charges :

- entrer par un trou de 1.5 pouces maximum (moins de 4 cm)
- potentiellement 3m+ de calcaire à traverser
- prendre des images de haute qualité dans le noir complet
- faire des mesures (scan laser) pour estimer les dimensions
- ... et rester simple !



Scout robot (images + laser)



- Caméra 5 Mpixel rotative (images panoramiques)
- Éclairage puissant (équivalent ampoule 50W)
- Laser portée 12 m / précision centimètre (après calibration)
- Système de propulsion sur suspension
- Logiciel de commande
- Alimentation et commande par câble USB
- Presque entièrement imprimé en 3D (stéréo litographie)

Questions