Méthode de reconstruction par réseau de neurones pour l'imagerie radio-isotopique

Françoise Bouvet

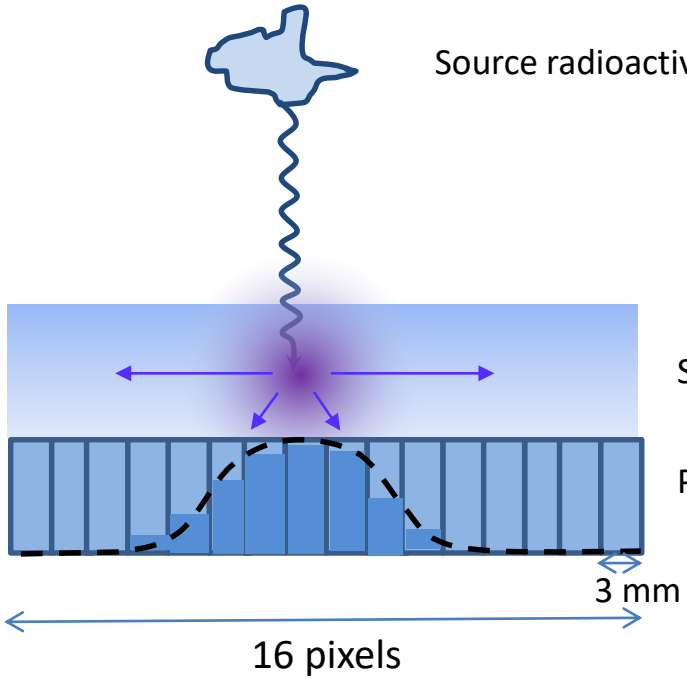
IMNC – UMR 8165, Orsay

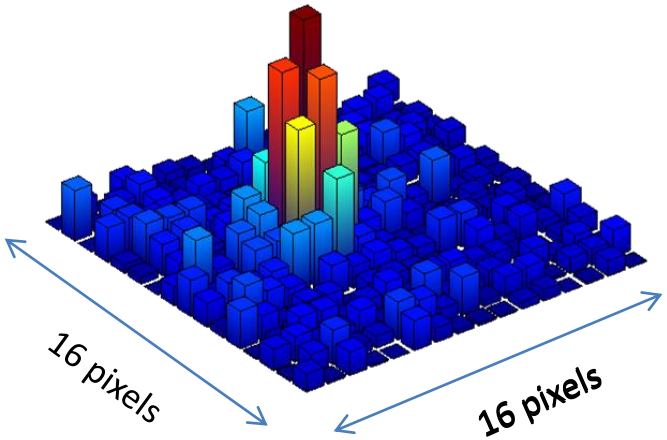
Contexte

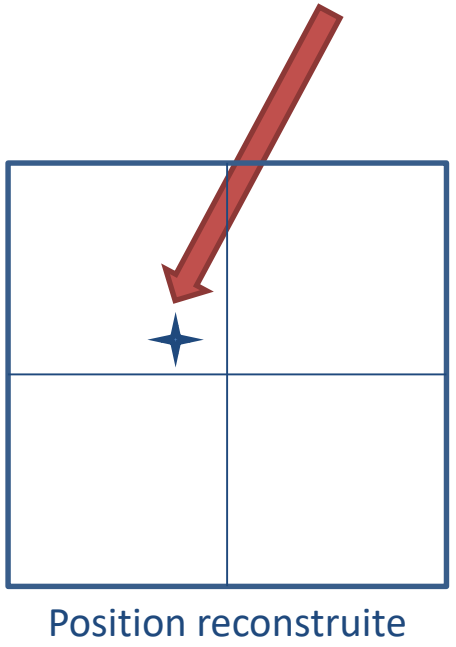
- Imagerie nucléaire peropératoire
- Conception de camera miniature pour l'imagerie beta et gamma
- Développement de nouvelle génération à base de SiPM

TreCam

Objectif

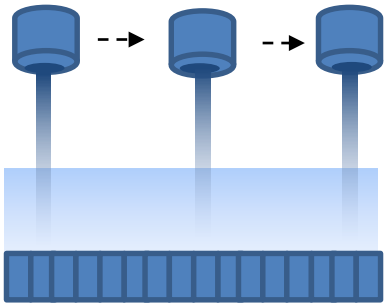

Source radioactive
Scintillateur
Photodétecteur
3 mm
16 pixels

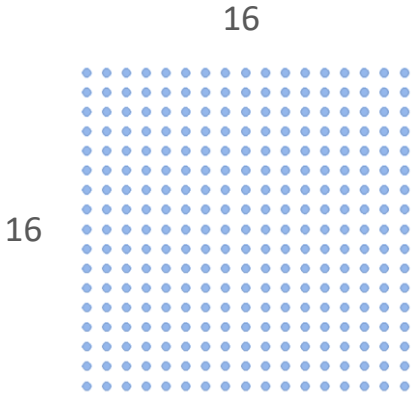

16 pixels
16 pixels


Position reconstruite

Réseau de neurones - données

TreCam

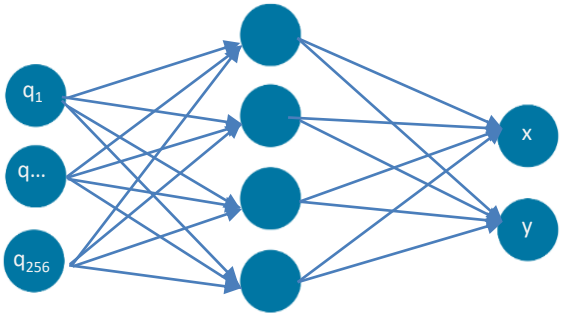




- **Scan du détecteur**
  - pas de 3,04 mm
  - source collimatée de ^{57}Co
  - gammas de 122 kev
  - 16*16 positions

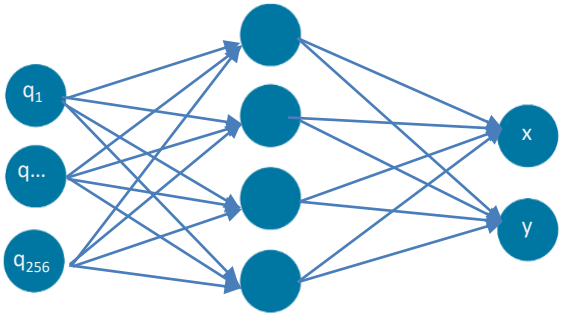
- Acquisition de 15 min / position
  - ~100000 interactions
  - ~40000 après sélection en énergie
  - ~3000 pour la base de données (apprentissage / test)

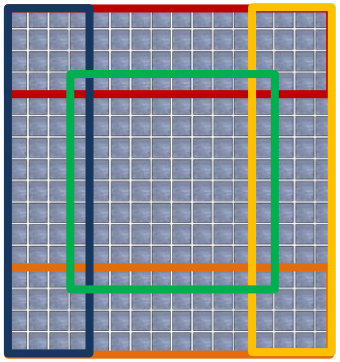
Réseau de neurones - apprentissage



Etude		Zone d'apprentissage	Nb echant. /position	Nb neurones / couches cachées	Algorithme	Fonction d'activation
1	Qt+Fann	16*16 positions	200 à 500	• 1 : 15 à 50 • 2 : 20-20 et 25-25	quickprop	• sigmoide sym. • linéaire
2	Qt+Fann	Sous-réseaux spécialisés par zone	200 à 500	• 1 : 10 à 20	quickprop	• sigmoide sym. • linéaire
3	KERAS	16*16 positions	200 à 500	• 1: 25 à 200 • 2 : de 25-25 à 200-200	rmsprop	• sigmoide • linéaire

Réseau de neurones - apprentissage



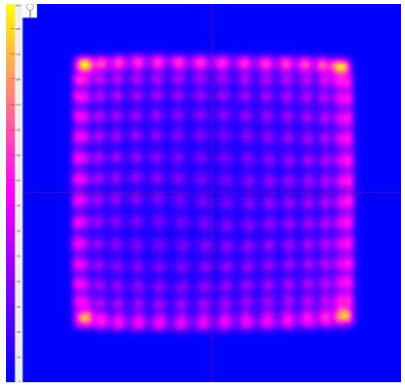
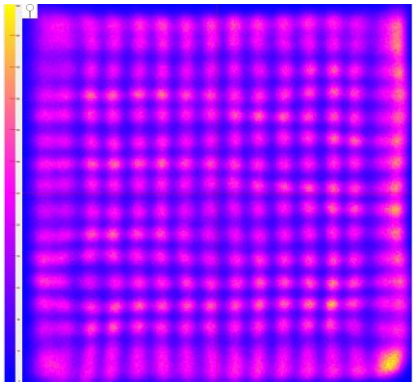
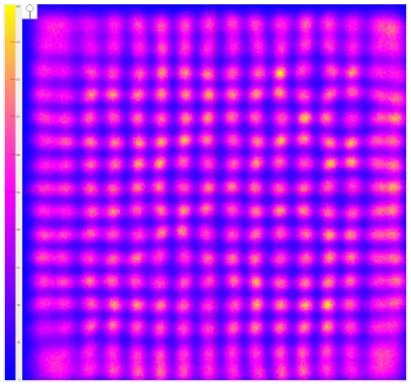
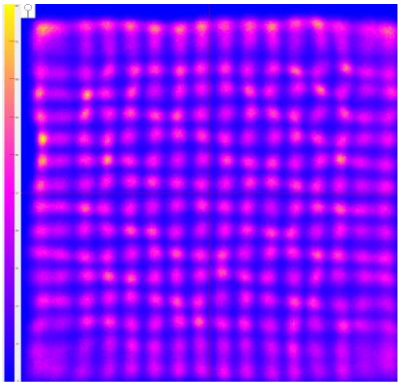
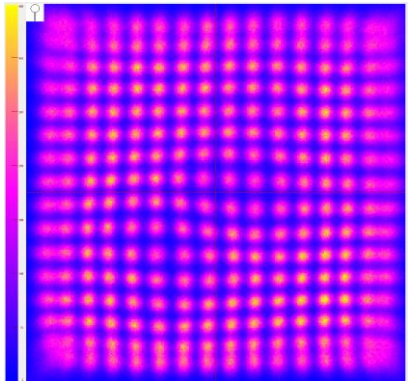
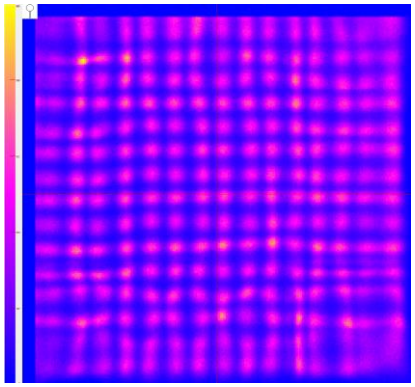
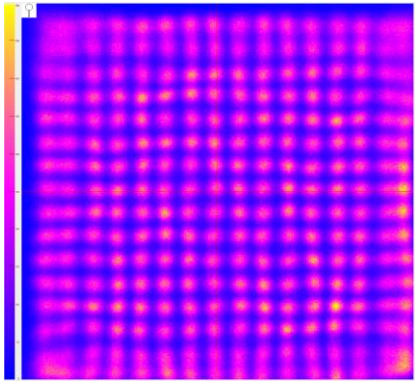
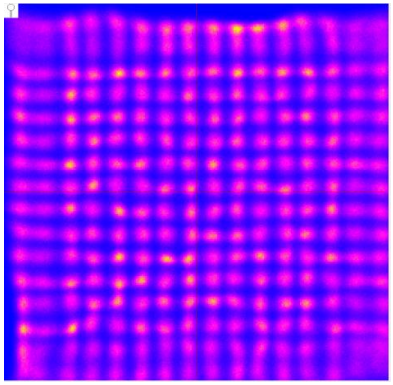


Apprentissage par sous réseaux

Etude		Zone d'apprentissage	Nb echant. /position	Nb neurones / couches cachées	Algorithme	Fonction d'activation
1	Qt+Fann	16*16 positions	200 à 500	• 1 : 15 à 50 • 2 : 20-20 et 25-25	quickprop	• sigmoide sym. • linéaire
2	Qt+Fann	Sous-réseaux spécialisés par zone	200 à 500	• 1 : 10 à 20	quickprop	• sigmoide sym. • linéaire
3	KERAS	16*16 positions	200 à 500	• 1: 25 à 200 • 2 : de 25-25 à 200-200	rmsprop	• sigmoide • linéaire

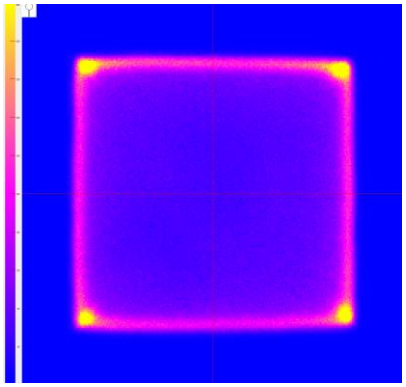
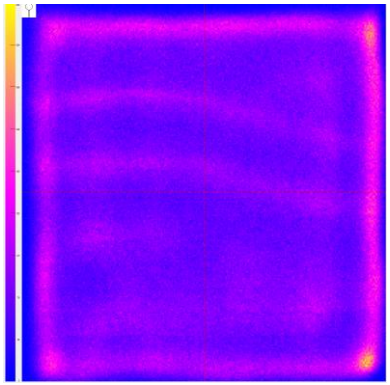
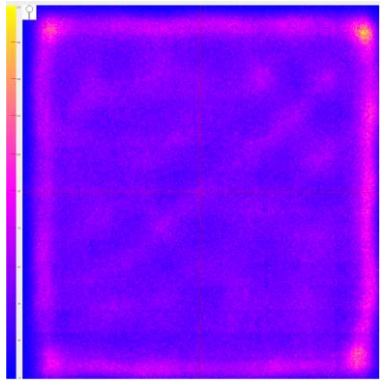
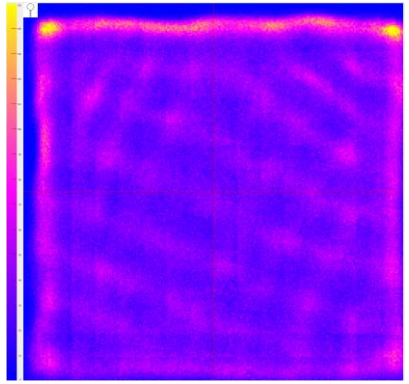
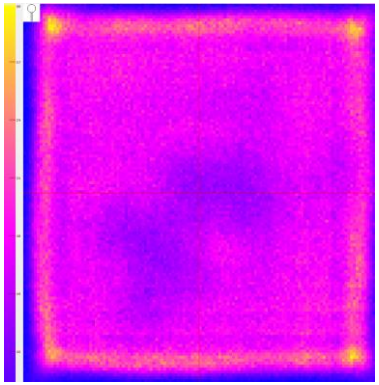
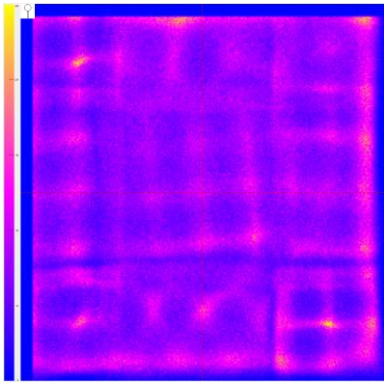
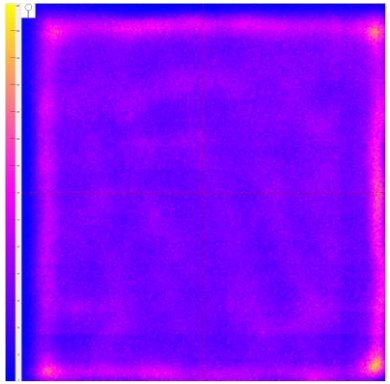
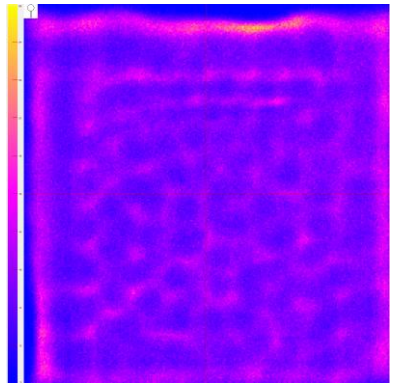
Réseau de neurones – résultats (1)

16*16 positions
> 10000 interactions / position

Barycentre 	Fann - 256-15-2 	Fann - 256-40-2 	Keras – 256-40-2 
Levenberg Marquart 	Fann - Sous-réseaux 	Fann - 256-25-25-2 	Keras – 256-100-100-2 

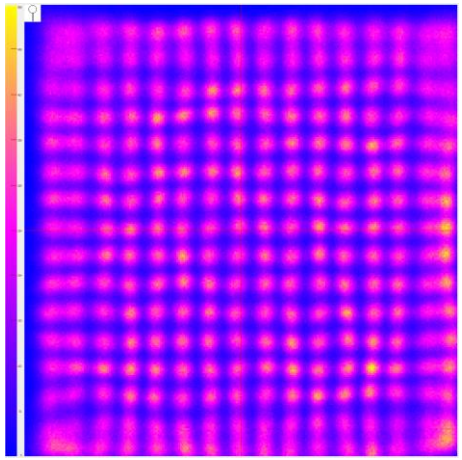
Réseau de neurones – résultats (2)

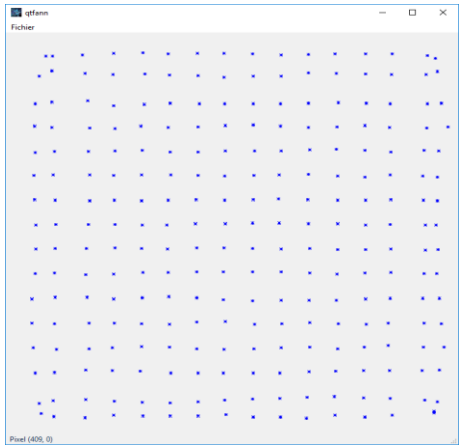
Irradiation uniforme du détecteur

Barycentre 	Fann - 256-15-2 	Fann - 256-40-2 	Keras – 256-40-2 
Levenberg Marquart 	Fann - Sous-réseaux 	Fann - 256-25-25-2 	Keras – 256-100-100-2 

Comparaison Fann - Keras

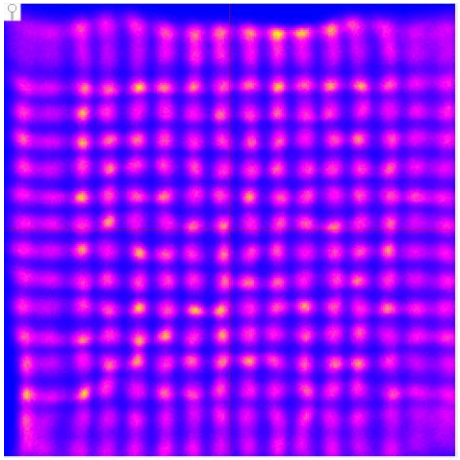
Fann – 256-25-25-2

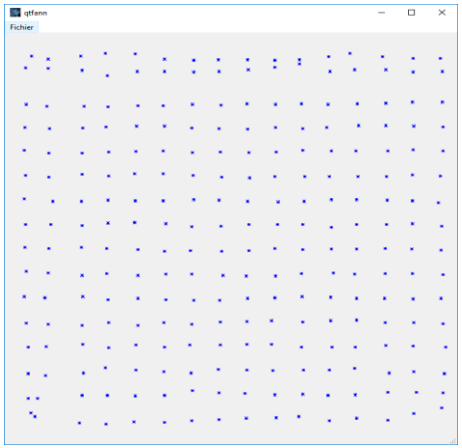




Résultats	X	Y
FWHM	2,564	2,501
Biais	0,0007	0,0005

Keras – 256-100-100-2

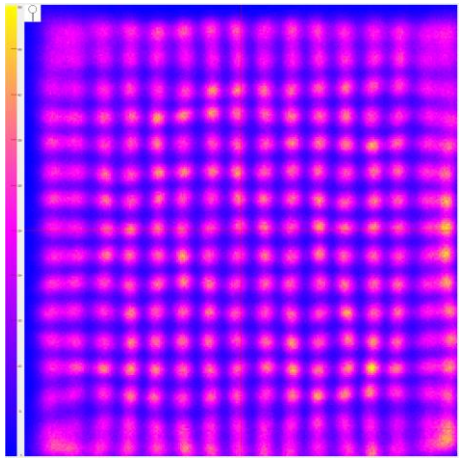


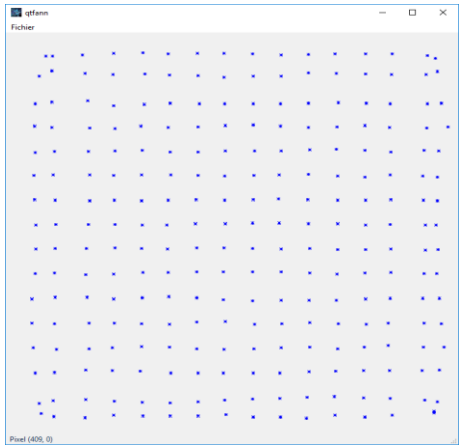


Résultats	X	Y
FWHM	2,412	2,404
Biais	0,0007	0,0008

Comparaison Fann - Keras

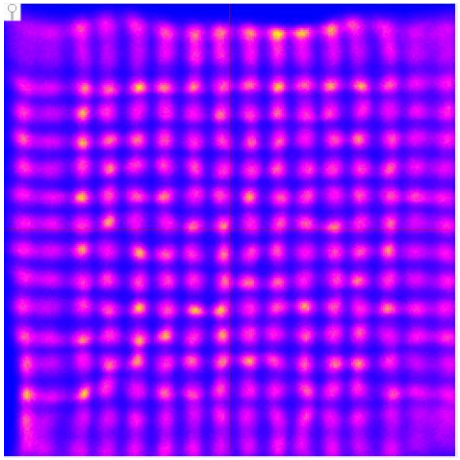
Fann – 256-25-25-2

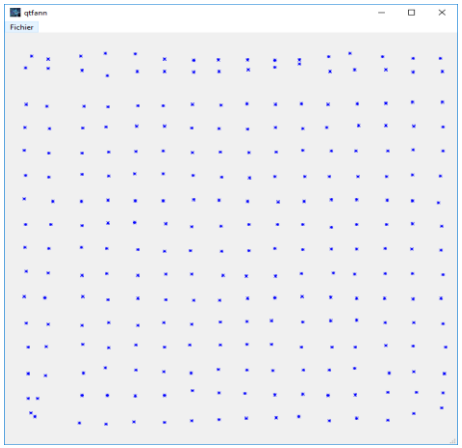




Résultats	X	Y
FWHM	2,564	2,501
Biais	0,0007	0,0005

Keras – 256-100-100-2

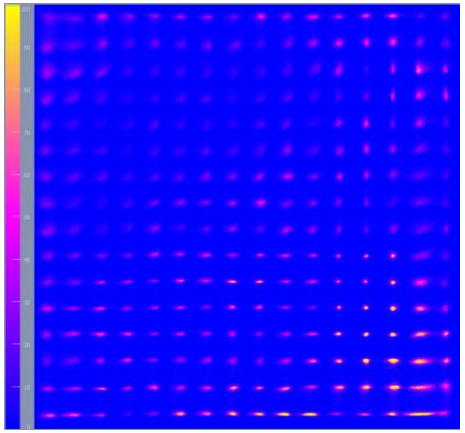




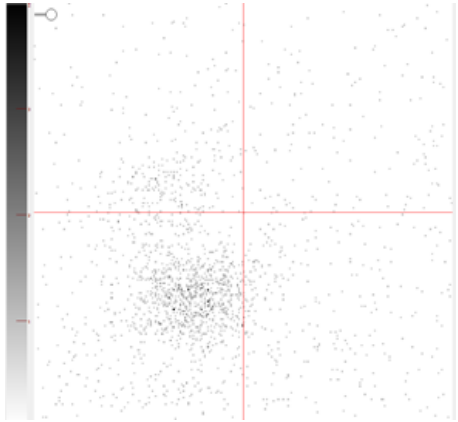
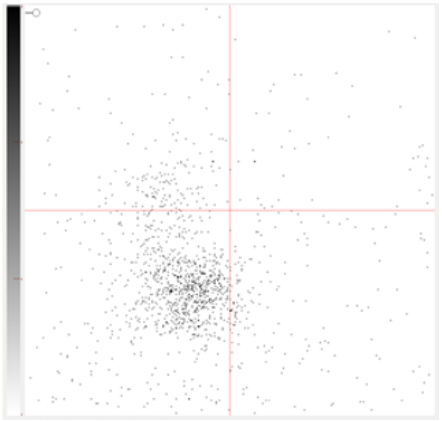
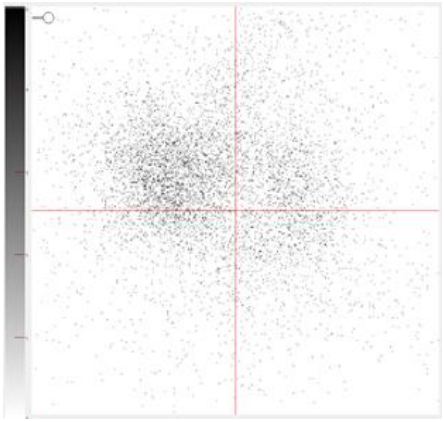
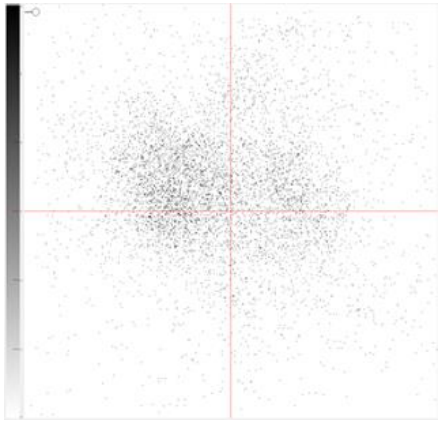
Résultats	X	Y
FWHM	2,412	2,404
Biais	0,0007	0,0008

Augmentation du nombre d'époques

- meilleure résolution des spots
- sur-apprentissage de certaines zones



Cas cliniques

	Levenberg Marquart	RN : Fann 256-25-25-2
Ganglion		
Tumeur		

Conclusion-perspective

- Bonne résolution
- Faible distorsion
- Temps de traitement d'un évènement divisé par 15
- Reconstruction temps réel
- Implantée dans le soft d'acquisition

Conclusion-perspective

- Bonne résolution
- Faible distorsion
- Temps de traitement d'un évènement divisé par 15
- Reconstruction temps réel
- Implantée dans le soft d'acquisition

- Optimisation du réseau avec Keras
  - Taille de l'échantillon
  - Algorithme
  - Fonction d'activation

  - …
- Application à la gamma caméra MAGICS
  - Nouvelles données disponibles : scan du détecteur + périphérie
- Application à la beta caméra SONIM