



Dosimétrie *in-vivo* et contrôle qualité en radiothérapie externe par réseaux de neurones artificiels

Frédéric CHATRIE

1^{er} février 2018

Présentation générale

Dosimétrie *in-vivo* et contrôle qualité en radiothérapie externe par réseaux de neurones

à l'INSERM UMR1037 CRCT équipe 15 et au LAAS-CNRS avec l'équipe DISCO

Directeurs : Xavier FRANCERIES and Marie-Véronique LE LANN

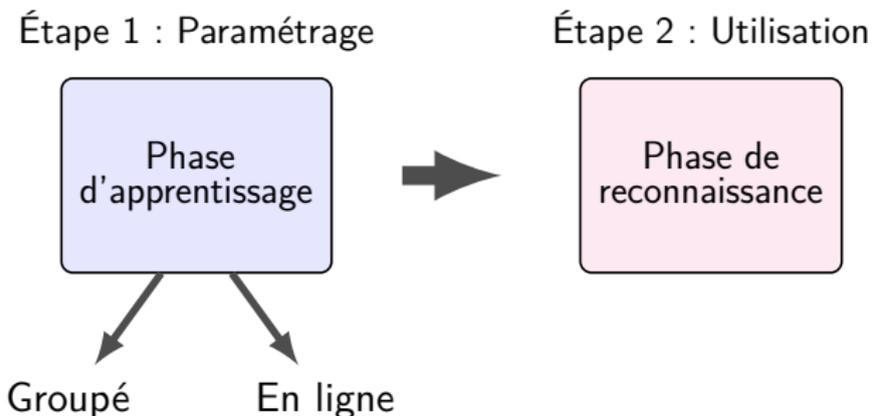
Objectif final

Développer des algorithmes d'intelligence artificielle qui effectuent une conversion du signal EPID vers une distribution de dose absorbée 2D ou 3D selon l'application souhaitée.

Plan

- 1 Résumé des techniques d'IA
- 2 Matériels et Méthodes
- 3 Utilité
- 4 Résultats
- 5 Conclusion et perspectives

Résumé des techniques d'IA



4 grandes familles :

- Par renforcement
- Non supervisé
- Semi-supervisé
- Supervisé

Type d'apprentissage artificiel

Apprentissage par renforcement

Apprentissage consistant à placer un agent effectuant des actions évaluées qui seront récompensées ou pénalisées.

Apprentissage non supervisé

A Données d'entrées fournies

A Liens entre données d'entrées effectués

R Nouvelle donnée d'entrée fournie

R Sortie calculée en fonction de la phase d'apprentissage effectuée.

⇒ **Clustering, réduction de dimension**

Apprentissage semi-supervisé

Technique utilisant l'apprentissage non supervisé et supervisé.

Type d'apprentissage artificiel

Apprentissage supervisé

- A** Données d'entrée et de sortie fournies
- A** Liens entre entrées et sorties - Apprentissage avec "professeur"
- R** Nouvelle donnée d'entrée fournie
- R** Sortie prédite en fonction de l'apprentissage effectué
- R** Résultat prédit pouvant être comparé avec la sortie attendue si disponible.

➔ Classification

À chaque donnée de sortie est associée une étiquette.

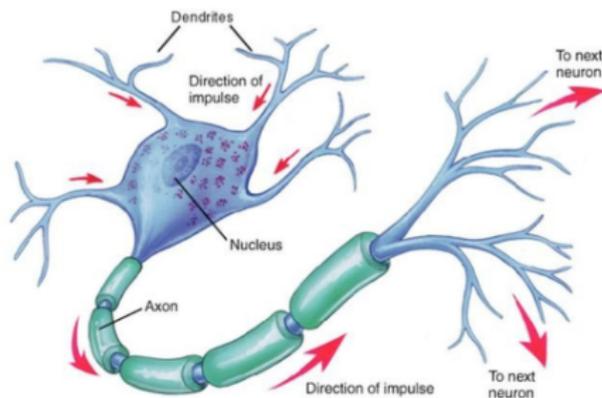
	Entrées	Sorties
Apprentissage	1	$S1^T=(100)$
	2	$S2^T=(010)$
	3	$S3^T=(001)$

➔ Regression

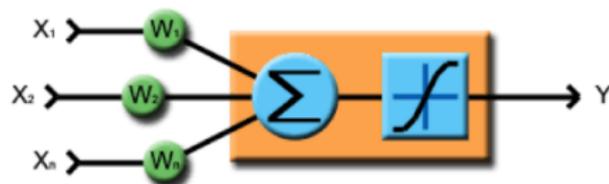
- Données de sortie correspondant à une valeur réelle
- Algorithme pouvant être utilisé pour approximer des fonctions complexes et non linéaires.

Réseaux de neurones artificiels

Neurone biologique

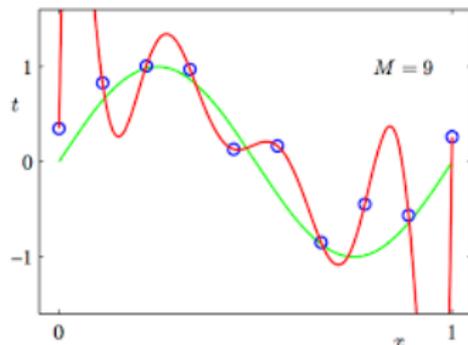
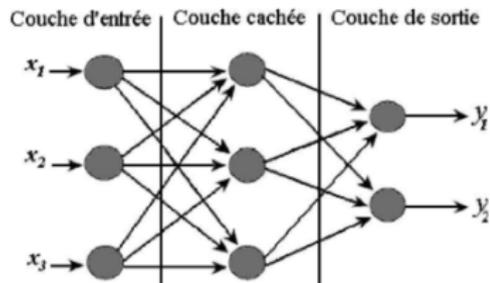


Neurone artificiel



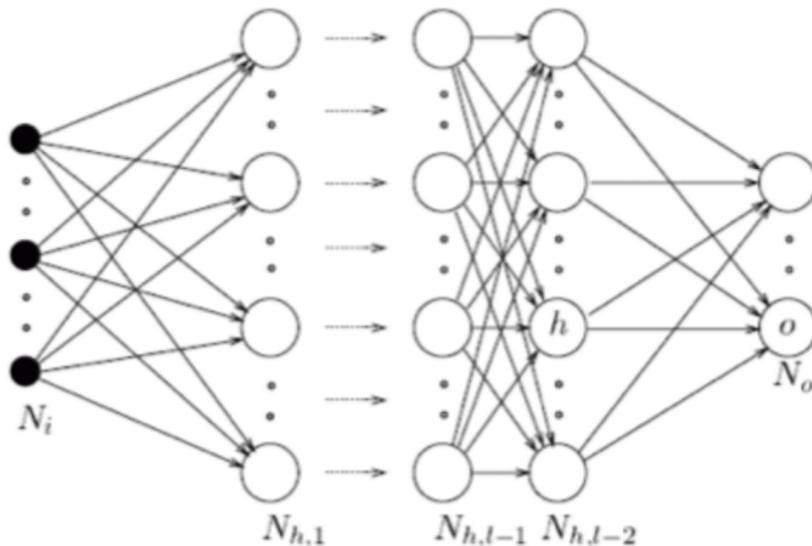
$$y_{neural} = f \left(\left(\sum_{i \in \mathbb{N}} w_i * x_i \right) + b \right)$$

Réseaux de neurones artificiels



- Relations entre données d'entrée/sortie par l'intermédiaire de "neurones artificiels"
- Poids déterminés par des algorithmes d'optimisation
- Phase d'apprentissage coûteuse en temps.
- Phase de reconnaissance très courte
- Sur-apprentissage

"Deep learning" ou réseaux de neurones profonds

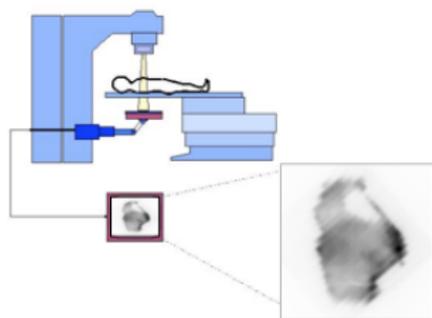


Utilité pour application clinique

Pourquoi ?

Reconstruction de dose absorbée 2D ou 3D

- Dose absorbée réellement reçue par le patient durant l'intégralité des séances de traitement.
- Possibilité de recalculer le plan de traitement en cas de grosse défaillance.

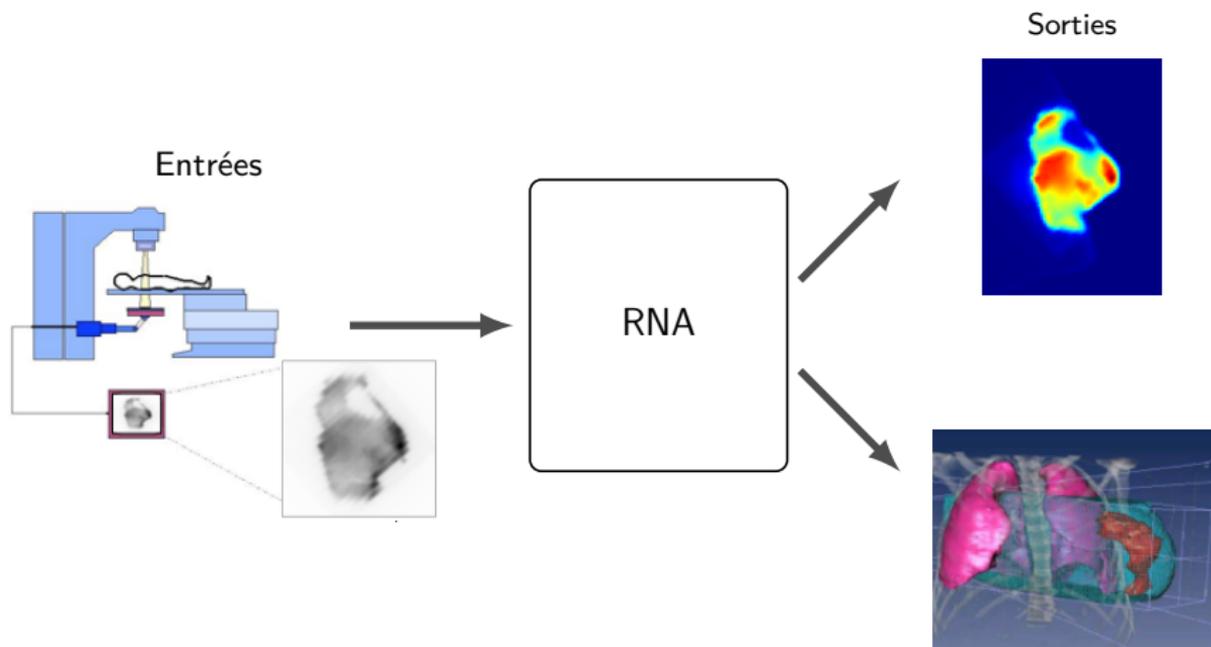


Diagnostic de fautes

- Mauvaise position des lames
- Mauvaise position du patient
- Mauvaise position de la table
- Mauvais réglage de l'EPID

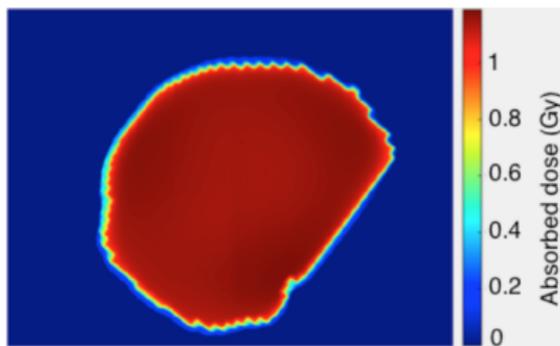


Données utilisées pour la radiothérapie

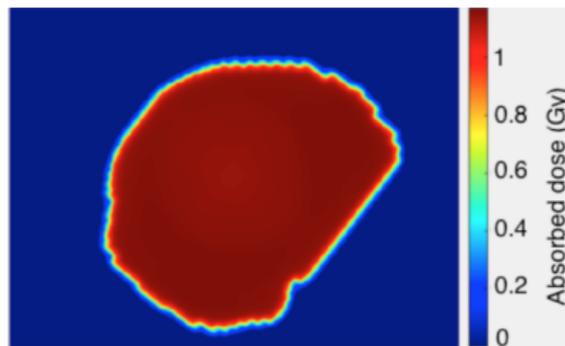


Résultats

Les résultats suivants concernent la phase de contrôle qualité pour la radiothérapie conformationnelle. L'apprentissage a été effectué avec 8 images d'entrées/sorties :



Dose absorbée calculée (RNA)

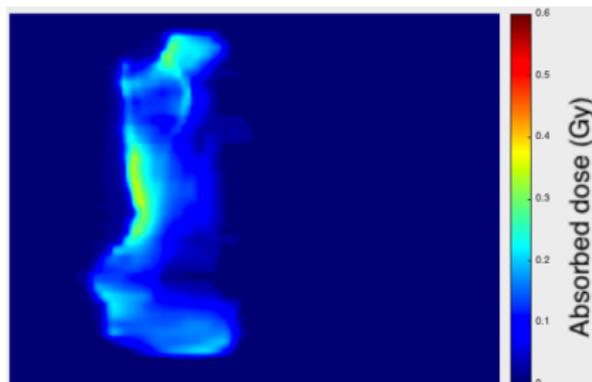


Dose absorbée planifiée (TPS)

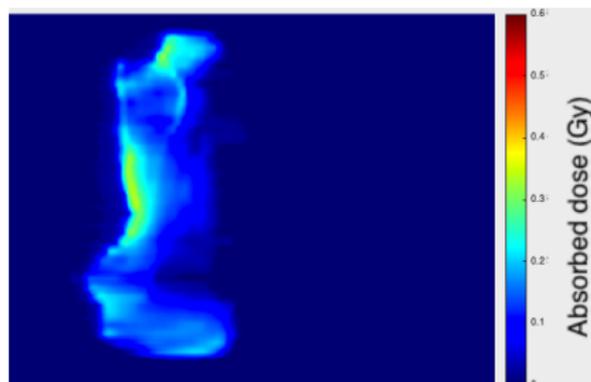
- $\gamma index_{3,3} = 100\%$
- $\gamma index_{2,2} = 99.98\%$
- $\gamma index_{1,1} = 99.24\%$

Résultats

Les résultats suivants concernent la phase de contrôle qualité pour la radiothérapie conformationnelle à modulation d'intensité (RCMI). L'apprentissage a été effectué avec 11 images d'entrées/sorties :



Dose absorbée calculée (RNA)



Dose absorbée planifiée (TPS)

- $\gamma index_{3,3} = 99.97\%$
- $\gamma index_{2,2} = 99.82\%$
- $\gamma index_{1,1} = 99.7\%$

Conclusion et perspectives

- Difficulté à trouver les données adéquates
- Résultats encourageants pour le futur
- Calcul de dosimétrie *In-vivo*
- Extension des algorithmes vers l'arc-thérapie
- Comparaison des résultats entre les réseaux de neurones et le "Deep learning"