# Intelligence Artificielle pour l'aide au diagnostic médical

Esteban Carlin





### Présentation du laboratoire



4 THEMES DE RECHERCHE

MODELISATION ELECTROMAGNETIQUE B. GRALAK - G. DEMESY

NANOPHOTONIQUE ET COMPOSANTS J. WENGER - L. GALLAIS

L. LE GOFF - A. SENTENAC

14 EQUIPES DE RECHERCHE

ATHENA 4 permanents Resp.: G. RENVERSEZ

CLARTE 8 permanents Resp.: N. BONOD

COMIX

4 permanents Resp.: V. CHAMARD CONCEPT

3.5 permanents Resp.: M. ZERRAD DIMABIO

5 permanents A. DA SILVA - C. DEUMIE

**EPSILON** 

3 permanents Resp.: B. GRALAK 7 permanents

HIPE 5 permanents

Resp.: H.TORTEL

ILM 4 permanents Resp.: J.Y. NATOLI

IMOTHEP 13 permanents Resp.: E. GUEDJ MOSAIC

12,5 permanents Resp.: H. RIGNEAULT

PHYTI 5 permanents Resp.: F. GALLAND

**RCMO** 6 permanents Resp.: J. LUMEAU

SEMO 7 permanents

Resp : G MAIRE



F. GALLAND - M. ZERRAD

IMAGERIE





## Présentation de mon maître d'alternance

• Monsieur Salah BOURENNANE:

(photo la plus récente trouvée)



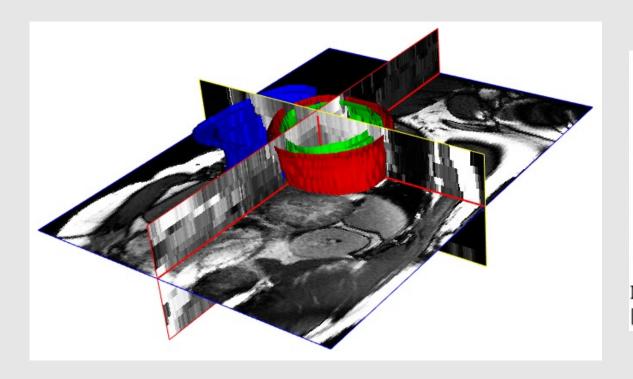
#### • Sujets de recherche :

- Hyperspectral image classification with unsupervised feature extraction,
   Mixed grey wolf optimizer for the joint denoising and unmixing of multispectral images,
   Spectral-Spatial Method for Hyperspectral Image classification in Noisy Environment
- <u>Du traitement et de la classification d'images hyperspectrales</u>





# Présentation du sujet



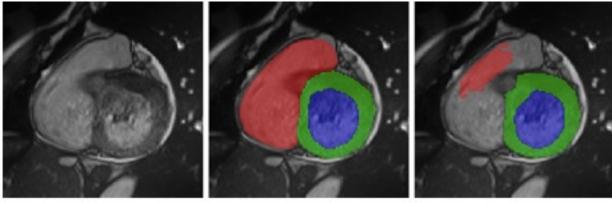


Fig. 4. Typical degenerated result at the base of the heart. [Left] input image; [Middle] ground truth; [Right] prediction.





# Pourquoi le labo s'intéresse-t-il à ce sujet?

- La délimitation et segmentation du cœur permettent d'estimer la fraction de sang éjectée vers l'ensemble du corps
  - > Capacité du cœur à éjecter du sang en se déformant
    - > Evaluation de la fonction cardiaque
      - > Prévention et diagnostic de maladies cardiovasculaires
- Pour cela on cherche des solutions de segmentation automatisée





# Pourquoi ai-je choisi ce sujet?

#### • Enorme intérêt personnel pour l'Intelligence Artificielle (IA)

- Domaine extrêmement vaste (applications multiples)
- Découverte avec des formations au S5 (Christopher.ai)
- Participation à des projets (IA pour trier des déchets, traitement de texte)
- Président du nouveau mandat de l'association

#### • Application passionnante : l'imagerie médicale

• Utile et concrète → La Santé





## Déroulé du semestre

#### Découverte des IRMs

Fonctionnement global

#### • Apprivoisement de la base de données fournie (ACDC Challenge)

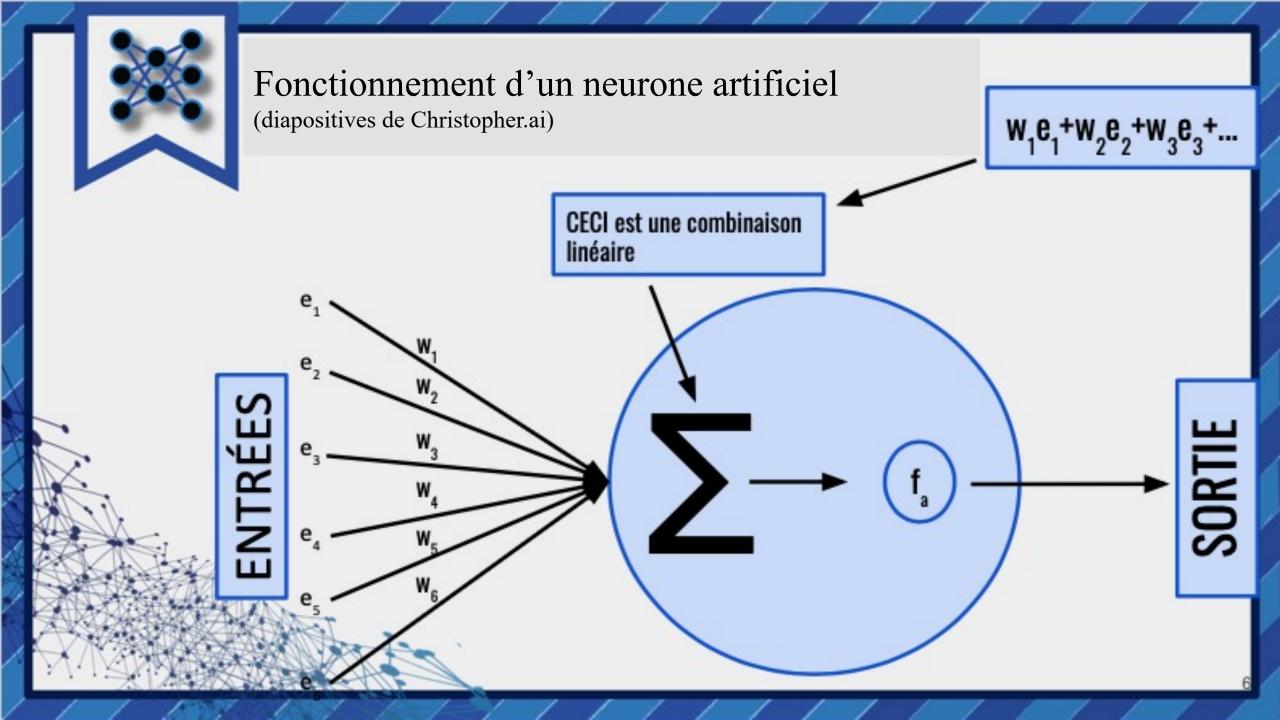
- Structure des données (4D avec cycle cardiaque et 3D à un instant donné), sous quelle forme les fournir au code (4D ? 3D ? 2D?)
- Découverte d'une bibliothèque python pour de l'IA (PyTorch) et pour traiter les données IRM (nibabel pour les .NFIT1)

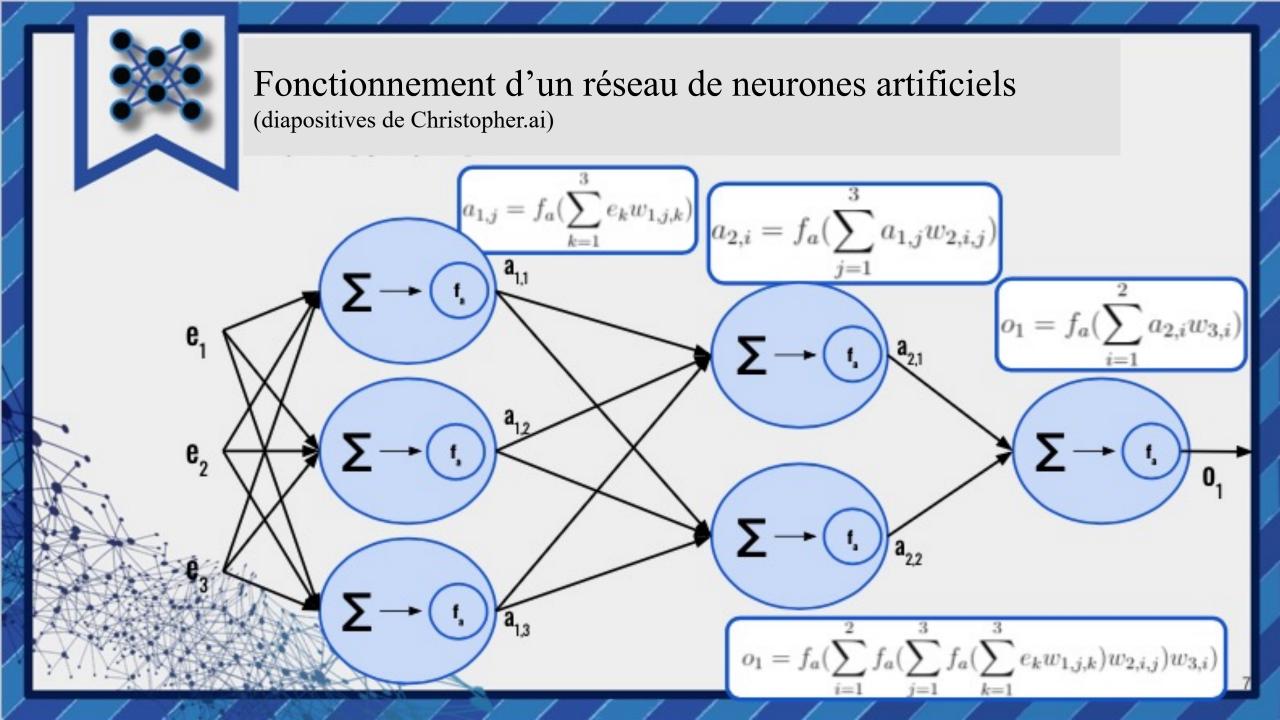
#### • Début de la programmation de l'IA

- Documentation sur qui fonctionne et sur ce qui pourrait fonctionner en termes de prétraitement et de type d'IA
- Choix du modèle de réseau de neurones
- Implémentation du code (en cours)





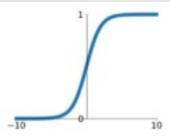




## Fonctions d'activation usuelles:

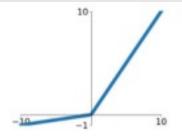
#### **Sigmoid**

$$\sigma(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$$



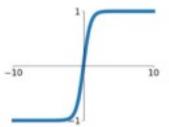
#### Leaky ReLU

 $\max(0.1x, x)$ 



#### tanh

tanh(x)

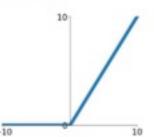


#### Maxout

 $\max(w_1^T x + b_1, w_2^T x + b_2)$ 

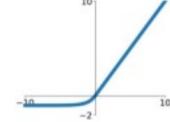
#### ReLU

 $\max(0, x)$ 



#### ELU

$$\begin{cases} x & x \ge 0 \\ \alpha(e^x - 1) & x < 0 \end{cases}$$



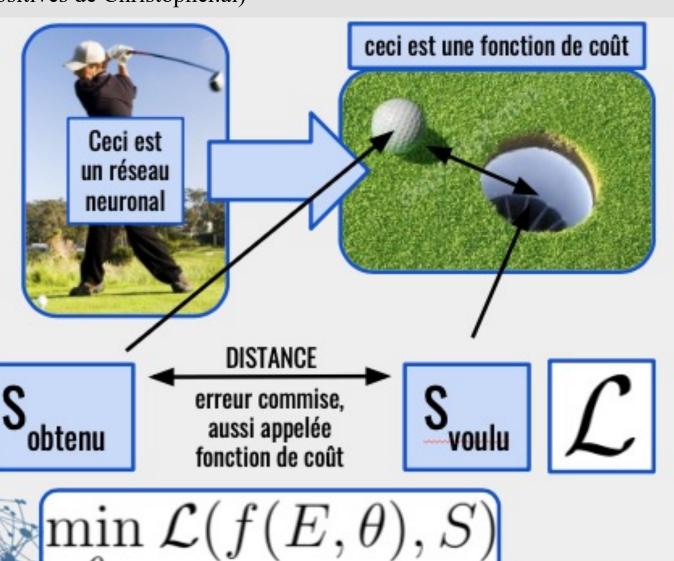






#### Comment l'IA s'améliore-t-elle?

(diapositives de Christopher.ai)



## Fonctions de coûts usuelles

Binary Cross Entropy Loss = 
$$\frac{1}{n} \left( -log \left( L(\hat{y}^{(1)}, \hat{y}^{(2)}, \dots, \hat{y}^{(n)} \mid (x^{(1)}, y^{(1)}), (x^{(2)}, y^{(2)}), \dots, (x^{(n)}, y^{(n)}) \right) \right)$$

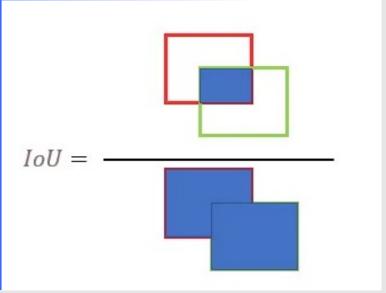
$$= \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^{i=n} -y^{(i)} \log(\hat{y}^{(i)}) - (1 - y^{(i)}) \log(1 - \hat{y}^{(i)}) \right)$$

#### Mean Square Error (MSE)

$$ext{MSE} = rac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y_i})^2$$

#### Mean Absolute Error (MAE)

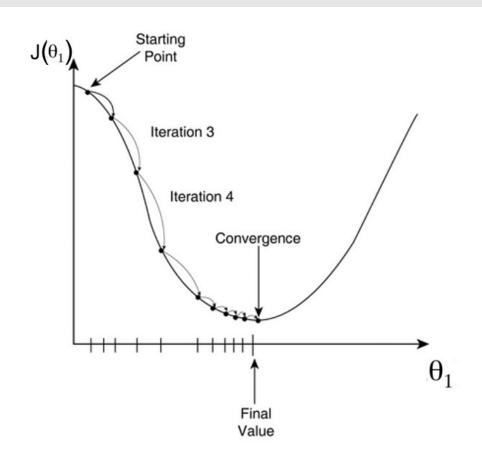
$$ext{MAE} = rac{\sum_{i=1}^{n} |y_i - x_i|}{n}$$







# Descente de gradient



Cost Function - "One Half Mean Squared Error":

$$J(\theta_0, \theta_1) = \frac{1}{2m} \sum_{i=1}^{m} (h_{\theta}(x^{(i)}) - y^{(i)})^2$$

Objective:

$$\min_{\theta_0,\,\theta_1} J(\theta_0,\,\theta_1)$$

Derivatives:

$$\frac{\partial}{\partial \theta_0} J(\theta_0, \theta_1) = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \left( h_\theta \left( x^{(i)} \right) - y^{(i)} \right)$$

$$\frac{\partial}{\partial \theta_1} J(\theta_0, \theta_1) = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \left( h_{\theta} \left( x^{(i)} \right) - y^{(i)} \right) \cdot x^{(i)}$$





# On corrige la fonction de coût

m = Total number of training example

$$J(\theta) = \frac{1}{2m} \sum_{i=1}^{m} (h_{\theta}(x^{(i)}) - y^{(i)})^2$$
 Loss Function

Update j = 0, ...., n weight and bias parameters

$$\theta_{j} = \theta_{j} - \alpha \frac{\partial}{\partial \theta_{j}} J(\theta)$$

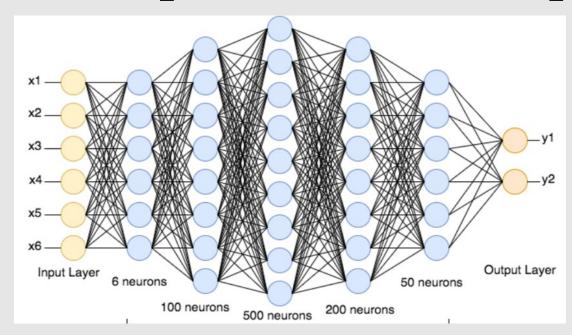
$$\alpha - \text{Learning rate}$$

$$\theta_{j} = \theta_{j} - \alpha \frac{1}{m} \sum_{i=1}^{m} (h_{\theta}(x^{(i)}) - y^{(i)}) x_{j}^{(i)}$$





# Exemples de modèles populaires

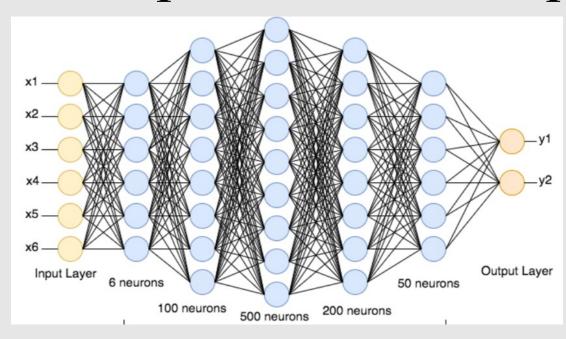


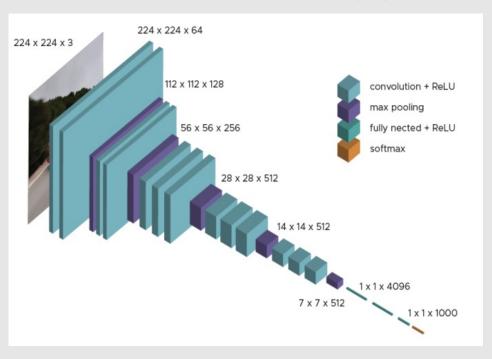




# Exemples de modèles populaires

#### VGGNet:



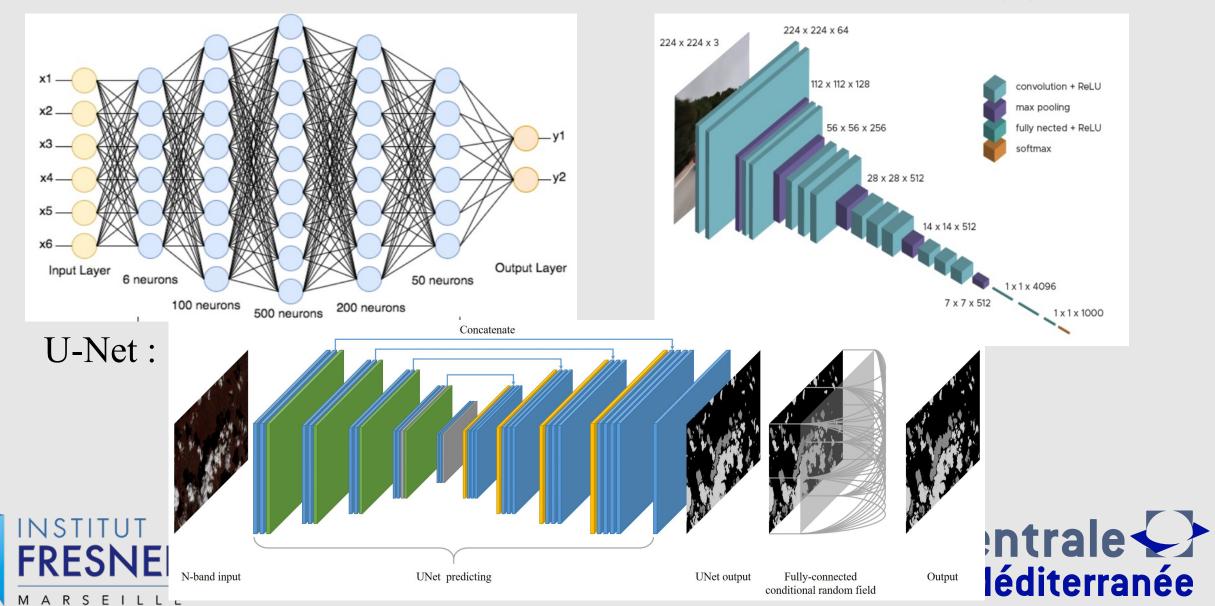






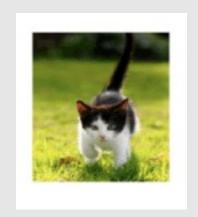
# Exemples de modèles populaires

#### VGGNet:



## Fonctionnement et intérêts du modèle U-Net

• Objectif:





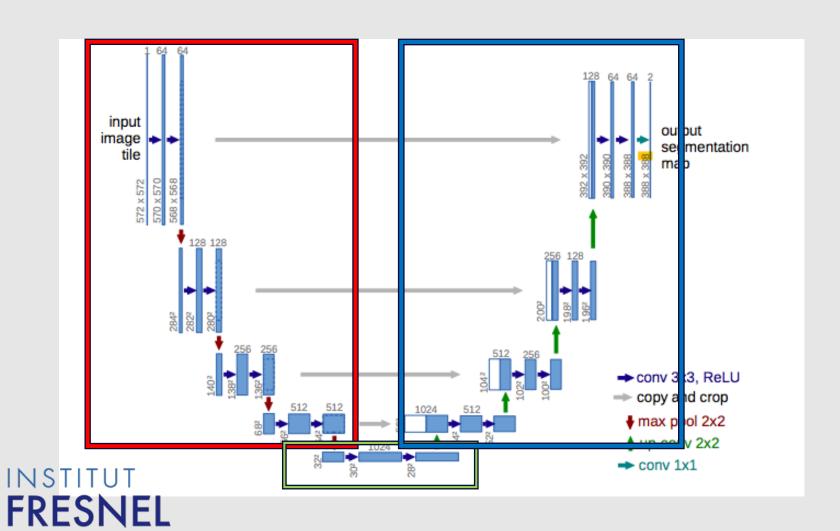






## U-Net

MARSEILLE



Encodage

Goulot d'étranglement

Décodage



## Avantages de U-Net

- Bonnes prédictions basées sur peu de données d'entraînement
- Architecture simples (basée sur le concept des auto-encodeurs)
- De nombreuses variantes sont possibles et viables





# Futurs objectifs

• Terminer le code python (squelette fait mais bugs à résoudre)

• Commencer à entraîner l'IA

• Optimiser le modèle et les paramètres

• Valider les performances de l'IA et discussions sur son utilisation





## Bibliographie

- https://www.fresnel.fr/spip
- https://ieeexplore.ieee.org/document/8360453
- https://www.creatis.insa-lyon.fr/Challenge/acdc/index.html
- https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.researchgate.net%2Ffigure%2FDeep-Neural-Network-architecture fig1 330120030&psig=AOvVaw0X libwIRmkbnc2QP1UL9d&ust=1687435101844000&source=images&cd=vfe&ved=0CBEQjRxqFwoTCPiN3uCn1P8CFQAAAAAAAAAAABAE
- https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fdatascientest.com%2Fquest-ce-que-le-modelevgg&psig=AOvVaw27m0gZywzfkaggX1ajgR8x&ust=1687435166987000&source=images&cd=vfe&ved=0CBEQjRxqFwoTCKCc5 n1P8CFQAAAAAAAAAAAAAAA
- https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.kdnuggets.com%2F2020%2F05%2F5-concepts-gradient-descent-cost-function.html&psig=AOvVaw0Kexs7XQz2aAwVJOS1e\_In&ust=1687442281277000&source=images&cd=vfe&ved=0CBEQjRxqFwoTCID3ssDC1P8CFQAAAAAAAAAAAAAAAA
- https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fdothanhblog.wordpress.com%2F2020%2F02%2F19%2Fmachine-learning-common-loss-and-activation-functions%2F&psig=AOvVaw2tZ3qkQdiaBfGbMfEXFD73&ust=1687442792230000&source=images&cd=vfe&ved=0CBEQjRxqFwoTCPj-4bPE1P8CFQAAAAAAAAAAAAAAE





# Bibliographie (2)

- https://medium.com/analytics-vidhya/different-iou-losses-for-faster-and-accurate-object-detection-3345781e0bf
- https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fstudymachinelearning.com%2Foptimization-algorithms-in-neural-network%2F&psig=AOvVaw2JoEtBXSGOe11sTCk9TeCg&ust=1687444053198000&source=images&cd=vfe&ved=0CBEQjRxqFwoTCODS5I3J1P8CFQAAAAAAAAAAAAABAE
- <a href="https://blent.ai/blog/a/unet-computer-vision#:~:text=U%2DNet%20utilise%20une%20fonction,dans%20l%27une%20des%20classes">https://blent.ai/blog/a/unet-computer-vision#:~:text=U%2DNet%20utilise%20une%20fonction,dans%20l%27une%20des%20classes</a>.
- https://www.nature.com/articles/s41598-020-77733-4
- https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Ftowardsdatascience.com%2Funderstanding-the-3-most-common-loss-functions-for-machine-learning-regression-23e0ef3e14d3&psig=AOvVaw0AlnWJSmAMyhRfbivA7cIj&ust=1687443063820000&source=images&cd=vfe&ved=0CBEQjRxqFwoTCNiMxLXF1P8CFQAAAAAdAAAABAE
- https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fpub.towardsai.net%2Fhow-did-binary-cross-entropy-loss-come-into-existence-68e38509d2b&psig=AOvVaw2JmnmLwOdRQ67gIDQVqkY6&ust=1687443277296000&source=images&cd=vfe&ved=0CBEQjRxqFwoTCJiYnZvG1P8CFQAAAAAAAAAAAAAA



