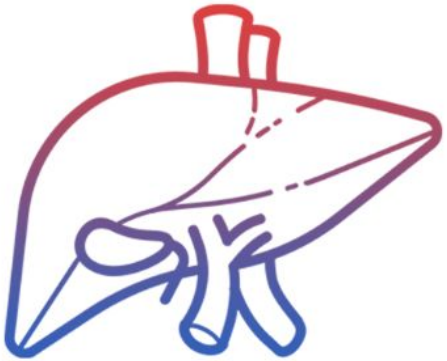


DEEPLIVER

POLYTECH NANTES

INCEPTO

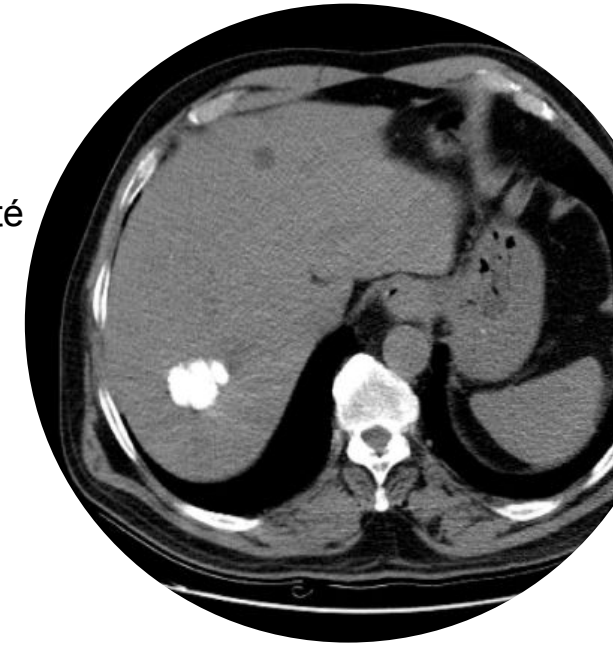
CENTRE HOSPITALIER UNIVERSITAIRE DE NANTES

1

Contexte

Histoire du projet

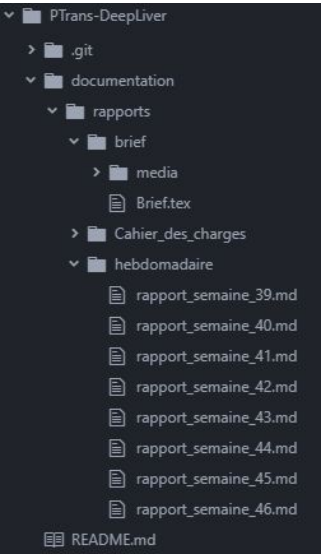
- Réseaux de neurones convolutifs : révolution pour le domaine de la santé
- Permets la détection et caractérisation de tumeurs
- Aider les radiologues à détecter les tumeurs
- Cancer du foie de plus en plus présent
- Suite d’un projet transversal de l’année précédente



Histoire de l’entreprise

- Startup Incepto Medical
- Co-fondé par Gaspard d’Assignies, porteur du projet et radiologue
- Création d’outils permettant la détection et caractérisation de tumeurs
- Travail en collaboration avec le CHU de Nantes et Rennes

Les outils utilisés

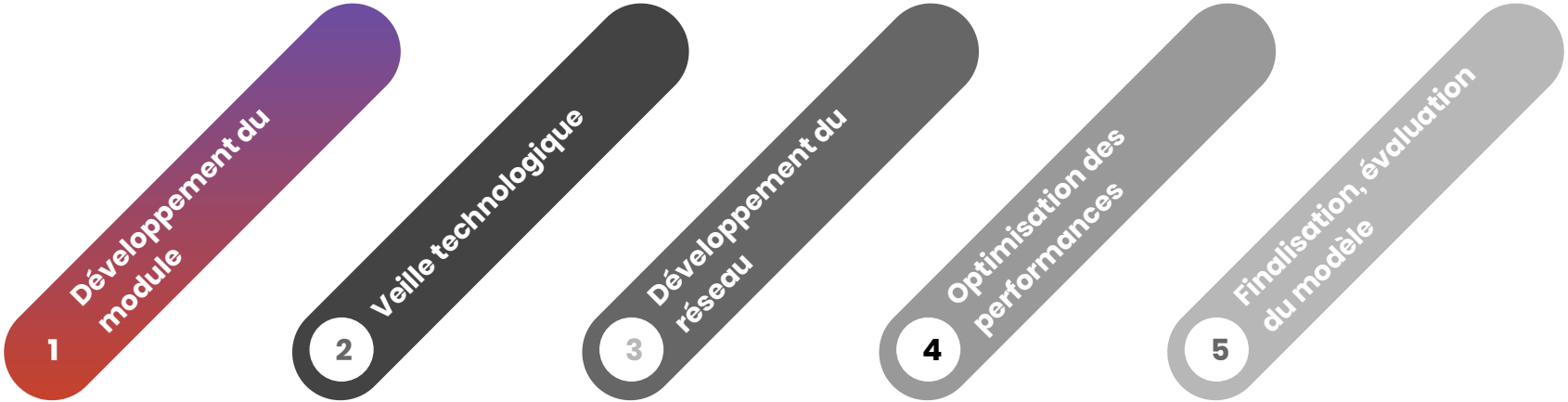


- Appear.in / Google Hangout => Discussion avec la MOA
- Discord / Messenger => Discussion au sein de la MOE
- Trello, liste des tâches en cours/ à effectuer
- Google drive, stockage des rapports non informatiques et de divers documents interne à la MOE
- GitLab, stockage du code informatique

3

A ce stade

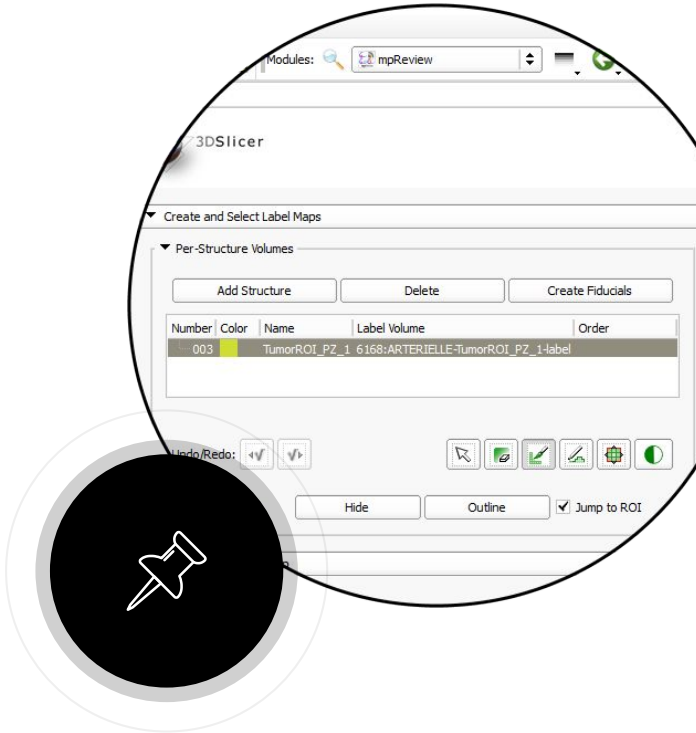
Planning


1
Développement du module
2
Veille technologique
3
Développement du réseau
4
Optimisation des performances
5
Finalisation, évaluation du modèle

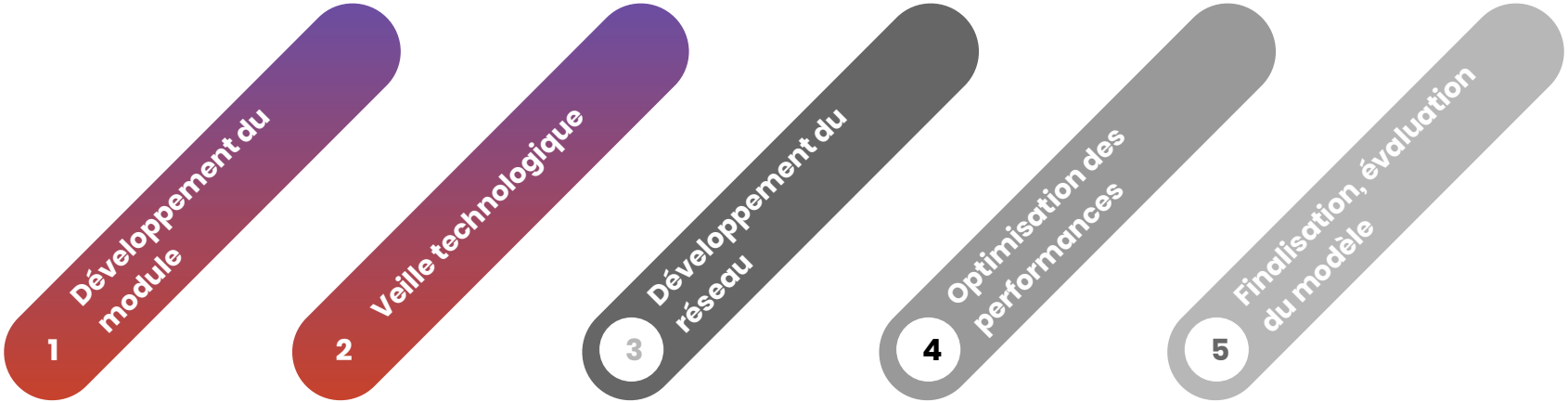
Code couleur	Nom	Url	Gratuit - Opensource	Bounding Box / Segmentation	Avantages	Inconvénient	Vidéo ou ressources
	Poly'Annotation		Oui	Circle	- Devrait être facile à modifier	- Bugs à corriger - Données JSON à améliorer - Utilise que le dicom - Développé en Python	
	MIPAV	https://mipav.cit.nih.gov/pubwiki/index.php/MIPAV_Help	Oui	Oui		- Sur un lot important d'image provenant d'une série de dicom, le logiciel prend beaucoup de temps à charger et plante même parfois - Interface peu pratique / difficile à prendre en main - Beaucoup d'outils inutiles dans le cadre de ce projet	MIPAV povides tools that allow you to automatically, semiau VOI types supported by MIPAV : Point 2D line Rectangular and square 3D rectangular 2D elliptical and circular Polygonal 3D polygonal Interactive level-set
	ITK Snap	http://www.itksnap.org/pmwiki/pmwiki.php	Oui	Non	- Derniere MAJ Septembre 2018 - Interface intuitive, facile à prendre en main - 3D, NiFity support	- Aucun outil de bounding box - Le chargement de l'image est trop lent	https://www.youtube.com/watch?v=P44m3MZuv5A https://www.youtube.com/watch?v=Fe1zyS2DC4k&t=445s
	Slicer	https://www.slicer.org/	Oui	Oui	- Segmentation sphériques - Derniere MAJ 2018 (Soutenue par Harvard) - Possibilité de creer des plugins	- Beaucoup d'outils pas forcément utile pour nou - Développer un plugin pour Slicer semble être assez long	https://www.youtube.com/watch?v=6GMfCZ1u7ds https://github.com/Slicer/Slicer
	????	https://ieeexplore.ieee.org/document/5687793/metrics#me				- Logiciel Introuvable	
	LeadTools	https://www.leadtools.com/sdk/annotation/medical	Non			- Payant	
	miAnnotation	https://na-mic.org/wiki/Projects:ARRA:miAnnotation				- MeVisLab Module - Dernière update en 2010	https://na-mic.org/w/images/archive/a/a8/20100519131028!
	LifeX	https://www.lifexsoft.org/index.php	Gratuit, mais pas Ope	Non	- Dernier MAJ Avril 2018 - Windows,Linux,Mac support - 3D suppport	- Aucun outil de bounding box, - Difficulté d'inscription	https://www.lifexsoft.org/images/phocagallery/documentation
	MITK	http://mitk.org/wiki/Downloads	Oui	Non	- simple d'utilisation - Interface agréable	- Aucun outil de bounding box, pas de segmentation 3D manuelle, ce sont des outils qui le font automatiquement et que l'on ajuste ensuite	
	ImageJ		Oui	?		- Interface ancienne et peu pratique	
	MeVisLab	https://www.mevislab.de/	Oui	Non	- Dernière MAJ Juin 2018	- Difficile d'utilisation, nécessite de la programmation graphique - Outil Puissant, beaucoup de fonction	
	MedTagger	https://github.com/jpowie01/MedTagger			- Dernière MAJ Septembre 2018	- Pas d'executable - MedTagger is still under heavy development, so	
	Osirix	https://www.osirix-viewer.com/				- Uniquement sur Mac	

Module Slicer

- Accompagnement des radiologues dans la création du dataset
- Modification du module slicer: MPReview
- Grand nombre de données : nécessite un fonctionnement simple et ergonomique
- Assurer une correspondance stable entre fichier de sortie et série de données pour un patient
- Résultat doit être sous forme d’une structure comportant l’orientation, l’origine ou encore la résolution du volume



Planning


1
Développement du module
2
Veille technologique
3
Développement du réseau
4
Optimisation des performances
5
Finalisation, évaluation du modèle

DEEPLIVER

Présentation de MPReview/3dSlicer

Veille technologique

(17/12 - 28/01)

- Compréhension du deeplearning par l’équipe
  (Stanford University CS231n)
- Analyse de l’état de l’art dans la reconnaissance des cancer avec des réseaux de neurones
- Comparaison des frameworks (PyTorch - Tensorflow)

2

Choix du framework

2

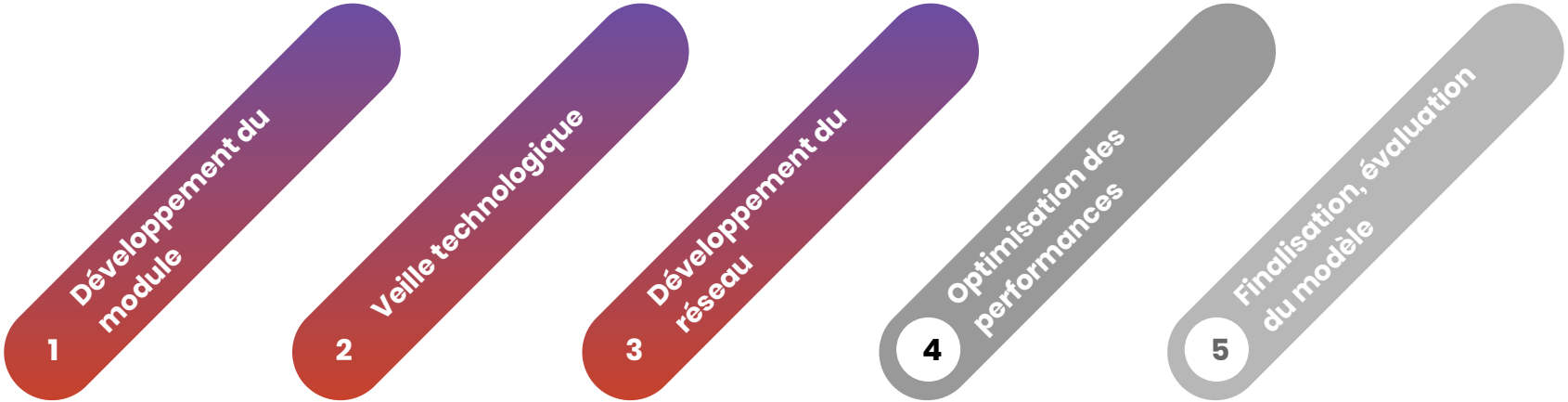
- Rapport comparatif entre TensorFlow et Pytorch
- Features similaires entre les deux
- Pytorch : semble plus adapté pour un projet de recherche

Architectures de réseaux de neurones

2

1. R-CNN
2. Yolov3
3. U-Net

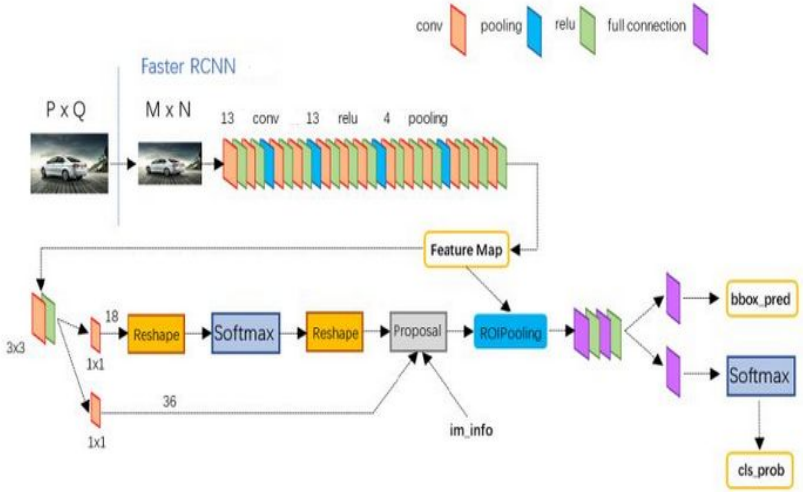
Planning


1
Développement du module
2
Veille technologique
3
Développement du réseau
4
Optimisation des performances
5
Finalisation, évaluation du modèle

R-CNN

Faster R-CNN

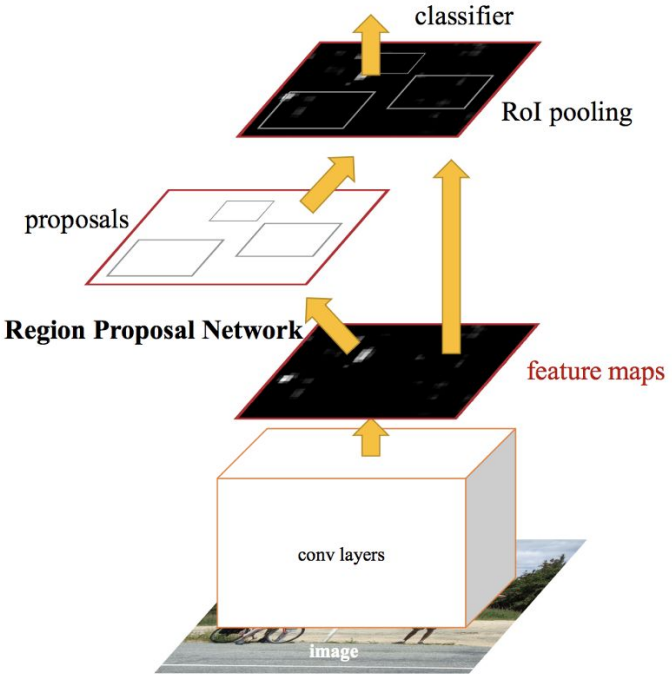
- Un réseaux de détection d'objet développé à partir de R-CNN, Fast R-CNN, mais beaucoup plus rapide
- Utilise couches de base conv + relu + pooling pour extraire des feature map (partagé ultérieure) d'image
- Le réseau RPN est utilisé pour générer des propositions de région, déterminer et corriger
- Roi Pooling collecte les feature map et les propositions, extrait les informations
- Calcule la catégorie de la proposition, obtenir la position précise finale du cadre de détection



Faster R-CNN : Entraînement

basée sur modèles pré-entraîné (ici resnet101)

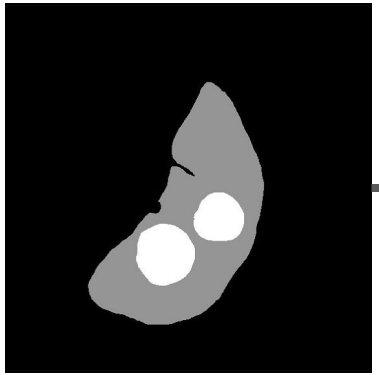
- Entraîner le réseau RPN sur un modèle pré-entraîné
- Collecter les propositions à l'aide du réseau RPN
- Entraîner le réseau Fast RCNN
- Entraîner le RPN pour la deuxième fois
- Collecter les propositions à l'aide du réseau RPN pour la deuxième fois
- Entraîner le réseau Fast RCNN pour la deuxième fois



Prétraitement

Décomposition :

- Image 3D => 2D
- 131 volumes => 60000 images



```
<annotation>
    <folder>VOC2007</folder>
    <filename>liver_100-558.jpg</filename>
    <size>
        <width>512</width>
        <height>512</height>
        <depth>3</depth>
    </size>
    <object>
        <name>liver</name>
        <pose>Unspecified</pose>
        <truncated>0</truncated>
        <difficult>0</difficult>
        <bndbox>
            <xmin>248</xmin>
            <ymin>272</ymin>
            <xmax>375</xmax>
            <ymax>376</ymax>
        </bndbox>
    </object>
    <object>
        <name>liver</name>
        <pose>Unspecified</pose>
        <truncated>0</truncated>
        <difficult>0</difficult>
        <bndbox>
            <xmin>344</xmin>
            <ymin>379</ymin>
            <xmax>353</xmax>
            <ymax>388</ymax>
        </bndbox>
    </object>
</annotation>
```

Modification des labels :

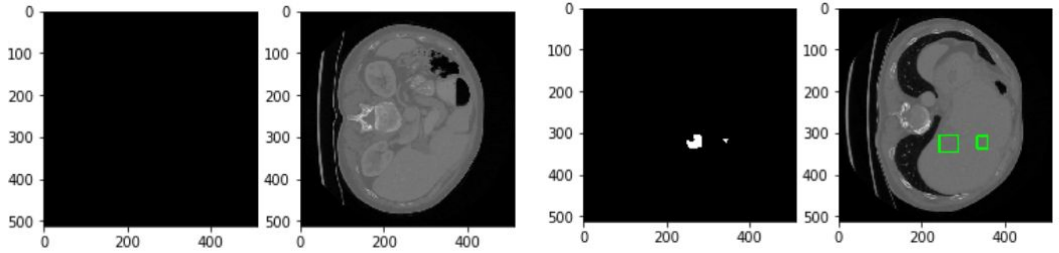
- La nécessité d’avoir un bounding-box
- Chercher les contours en utilisant cv2

Forme de Pascal VOC :

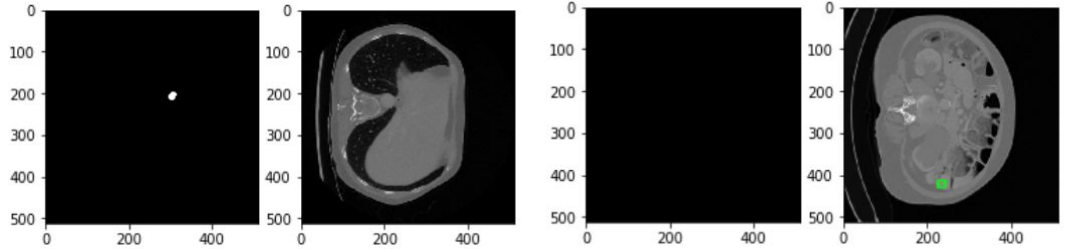
- Générer les labels sous la forme de xml
- Segmentation du dataset (train, valid, test)

Résultats

Quelque résultats qui semblent correct :



Quelque résultats n’a pas de sens du tout :



YOLO

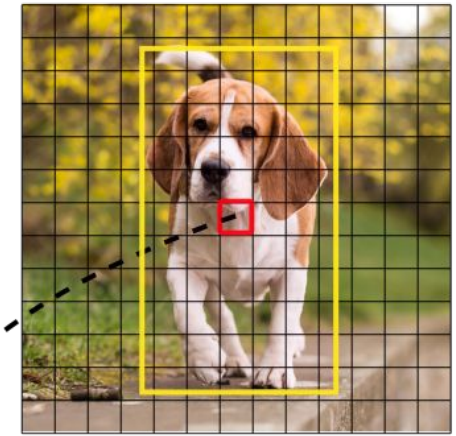
Yolo : principe

- Réseau entièrement convolutif
- Un seul réseau de neurone sur l’image complète
- Sous-échantillonnage avec la méthode des strides :
    - Avec Yolov3 : découpage à plusieurs échelles : 13x13, 26x26, 52x52 cellules afin d'améliorer la détection de petits objets.
- Score de confiance pour chaque cellule : prediction feature map

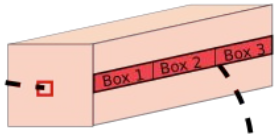
Yolo : principe

- Chaque cellule peut prédire un nombre fixe de bounding-boxes
- Pas de prédiction de la taille des bounding boxes : on utilise un système appelé Anchor
- C’est la cellule centrale qui est responsable de la détection de l’objet
- Premier filtrage avec le score de cette bounding box
- Second filtrage avec la méthode MNS pour éviter la détection multiple du même objet

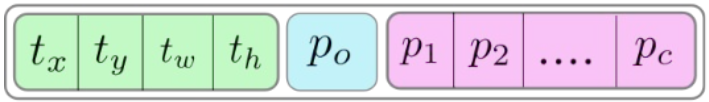
Image Grid. The Red Grid is responsible for detecting the dog



Prediction Feature Map



Attributes of a bounding box



x B

Box Co-ordinates | Objectness Score | Class Scores

YOLOv3 : Entraînement

- Adaptation du dataset :

Adaptation du dataset de segmentation

en dataset de détection.

Le dataset est composé de 58 630 images

On cherche les contours

On trace un rectangle englobant pour chacun

On stocke dans un fichier texte les données liées aux rectangles

liver_0-56.txt - Bloc-notes

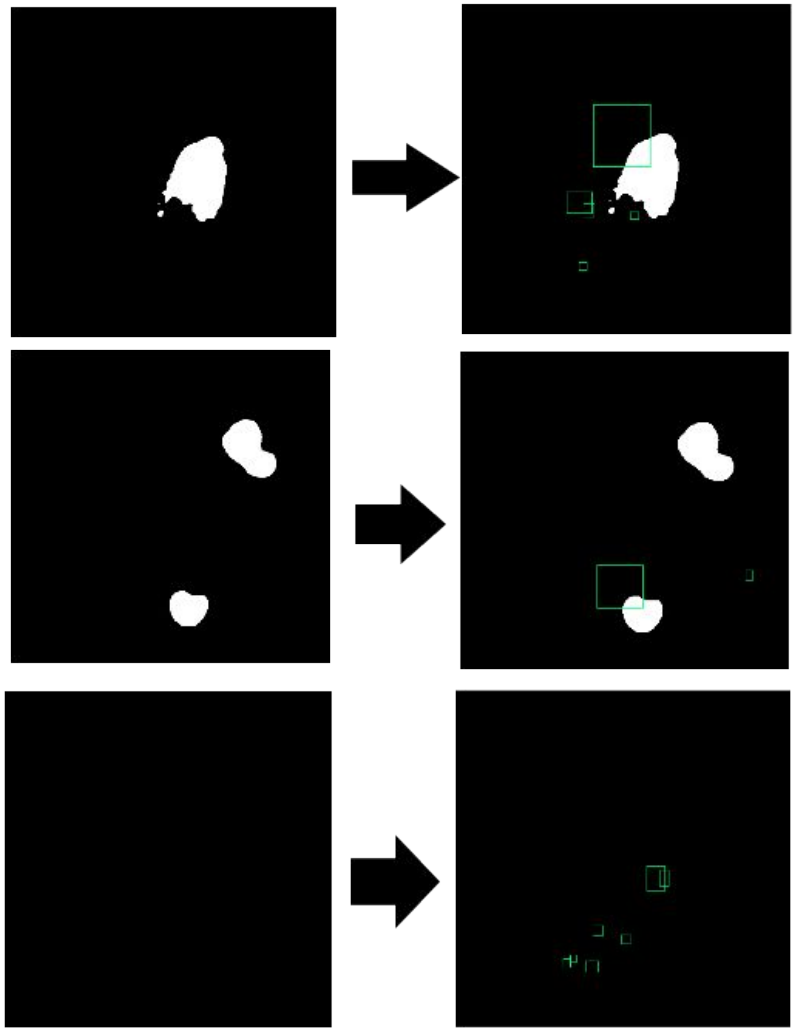
Fichier Edition Format Affichage ?

```
0 0.353515625 0.623046875 0.03125 0.029296875
0 0.453515625 0.523046875 0.05545 0.025296875
0 0.293515625 0.123046875 0.06135 0.069296875
```

YOLOv3 : Résultats

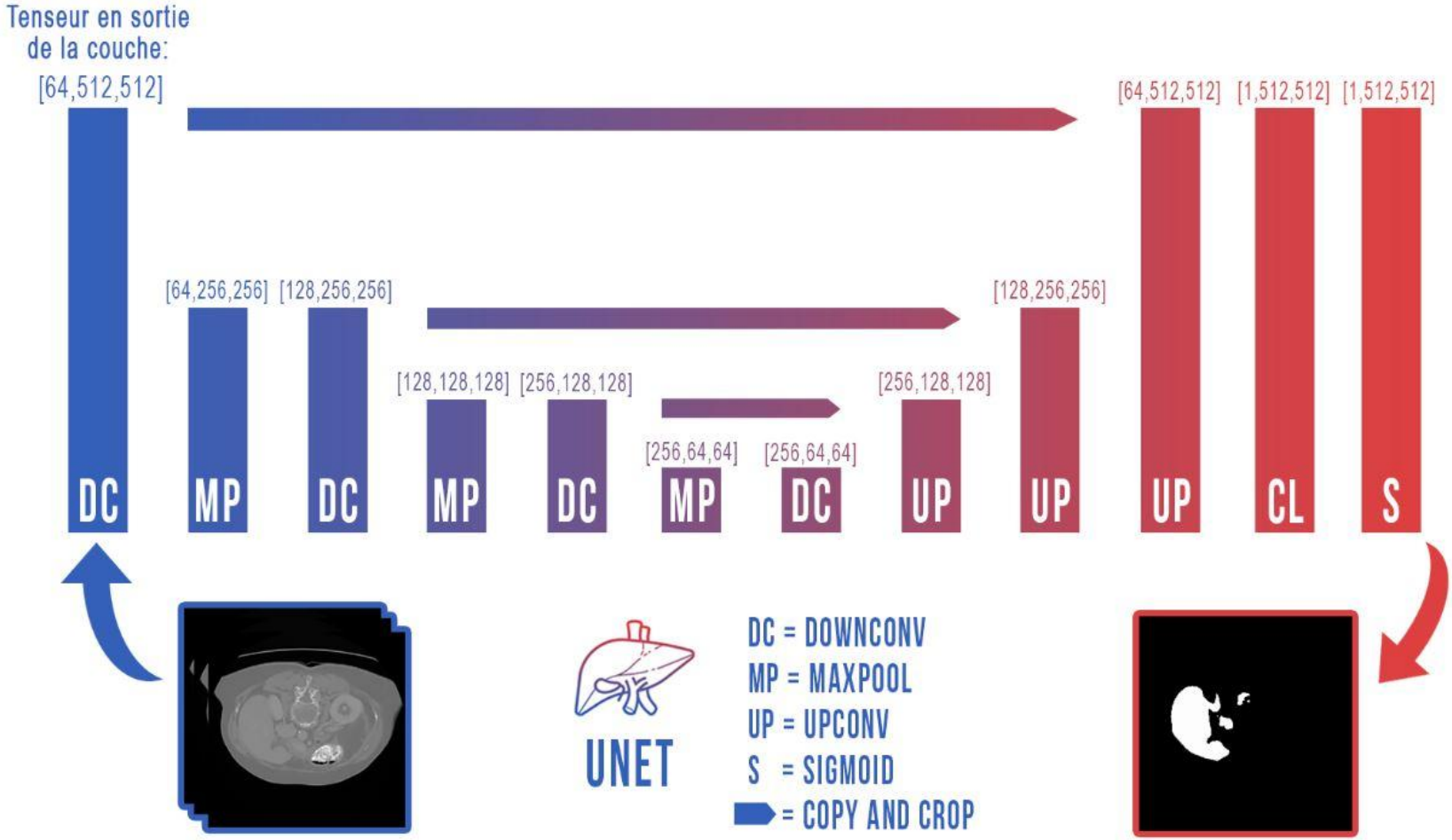
- Résultats médiocre

- Peut s’expliquer du fait que l’on entraine pas le réseau avec des images sans labels, le réseau se retrouve donc en grande difficulté lorsqu’il n’y a pas de labels.



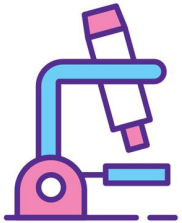
U-NET

U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation
Olaf Ronneberger, Philipp Fischer, Thomas Brox
(Submitted on 18 May 2015)


Tenseur en sortie de la couche:
[64,512,512]
[64,256,256]
[128,256,256]
[128,128,128]
[256,128,128]
[256,64,64]
[256,64,64]
[256,128,128]
[128,256,256]
[64,512,512]
[1,512,512]
[1,512,512]
DC
MP
DC
MP
DC
MP
DC
UP
UP
UP
CL
S
UNET
DC = DOWNCONV
MP = MAXPOOL
UP = UPCONV
S = SIGMOID
= COPY AND CROP

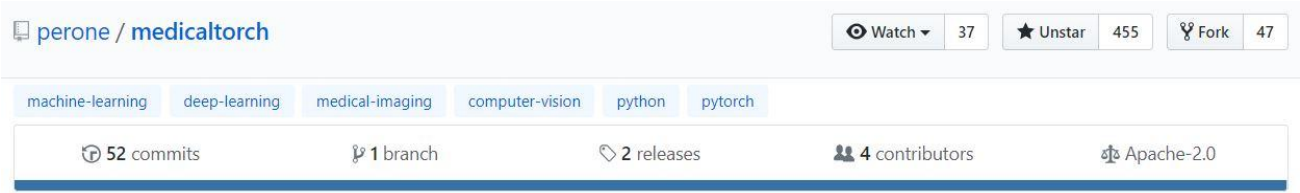
Outils

PyTorch
MedicalTorch
TorchVision
Matplotlib
Scipy
Numpy
TensorboardX

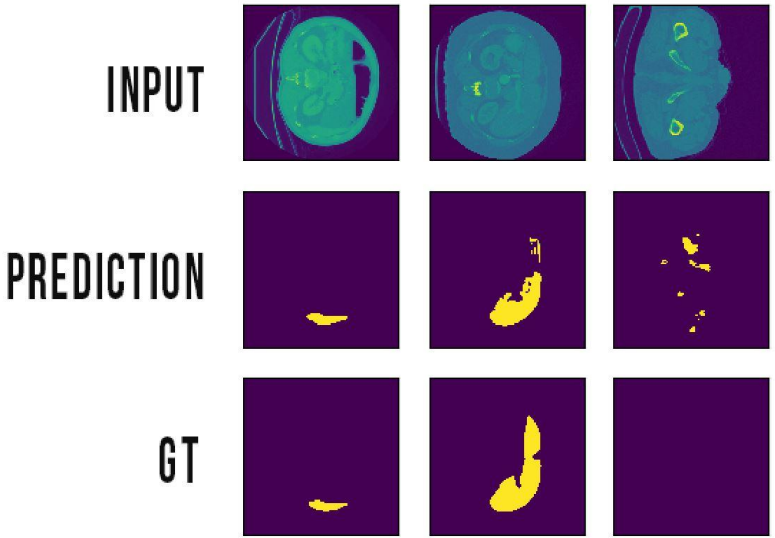


medicaltorch

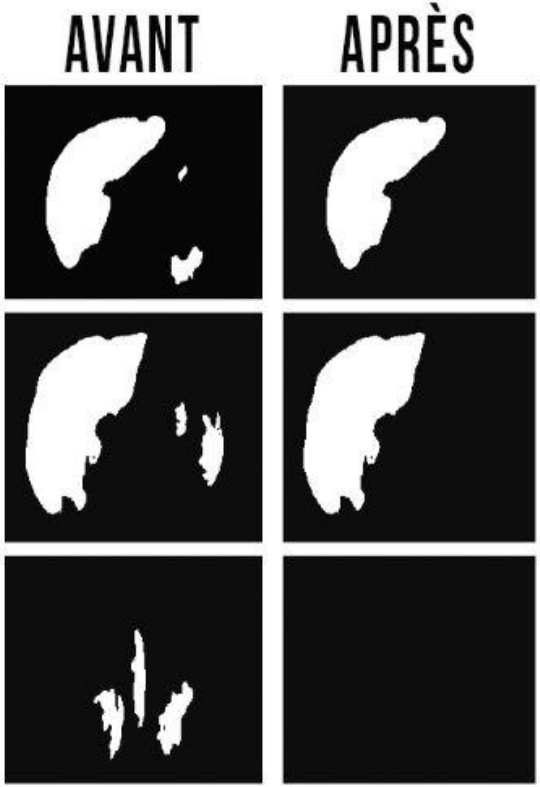
An open-source pytorch medical imaging framework



Premier réseau : Détection du foie

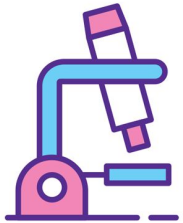


Amélioration du premier réseau : Element connexe



Amélioration du premier réseau : Morphologie mathématique

U-Net 3D



medicaltorch

An open-source pytorch medical imaging framework

MedicalTorch

- MRI3DSegmentationDataset
- NormalizeInstance3D
- RandomRotation3D
- RandomReverse3D
- Unet3D

- MRI3DSubVolumeSegmentationDataset

```
369
370 class MRI3DSubVolumeSegmentationDataset(MRI3DSegmentationDataset):
371     """This is a generic class for 3D segmentation datasets. This class overload
372     MRI3DSegmentationDataset by splitting the initials volumes in several
373     subvolumes. Each subvolumes will be of the sizes of the length parameter.
374
375     This class also implement a padding parameter, which overlap the borders of
376     the different (the borders of the upper-volume aren't superposed). For
377     example if you have a length of (32,32,32) and a padding of 16, your final
378     subvolumes will have a total lengths of (64,64,64) with the voxels contained
379     outside the core volume and which are shared with the other subvolumes.
380
381     Be careful, the input's dimensions should be compatible with the given
382     lengths and paddings. This class doesn't handle missing dimensions.
383
384     :param filename_pairs: a list of tuples in the format (input filename,
385                            ground truth filename).
386     :param cache: if the data should be cached in memory or not.
387     :param transform: transformations to apply.
388     :param length: size of each dimensions of the subvolumes
389     :param padding: size of the overlapping per subvolume and dimensions
390     """
391     def __init__(self, filename_pairs, cache=True,
392                  transform=None, canonical=False, length=(64,64,64), padding=0):
```

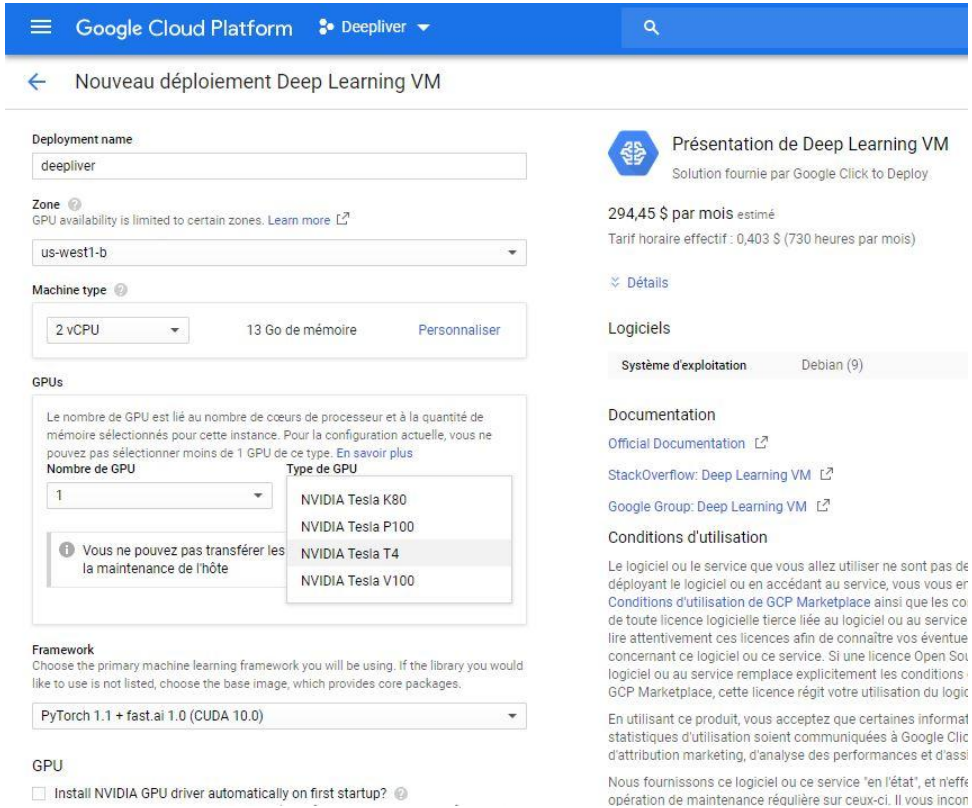
Problème de puissance

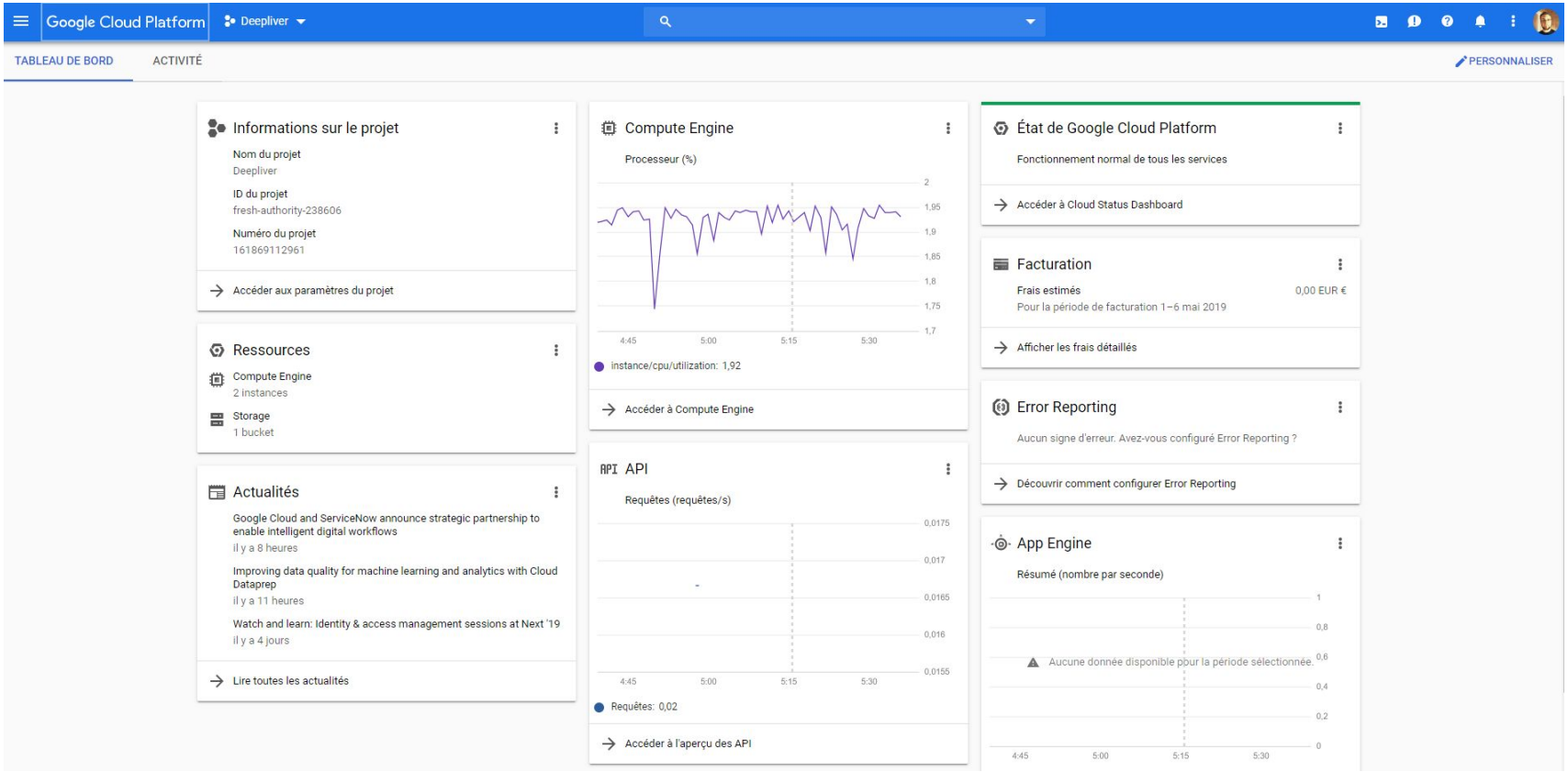
Optimiser les ressources
(i5 - 8Go Ram - 4Go VRam - gtx 970)
Caches

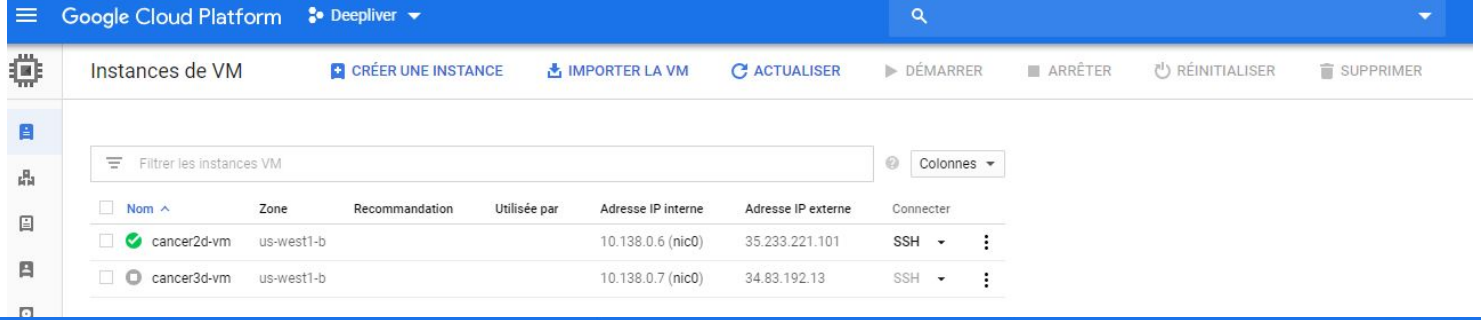
Plusieurs tests de batch, résolutions

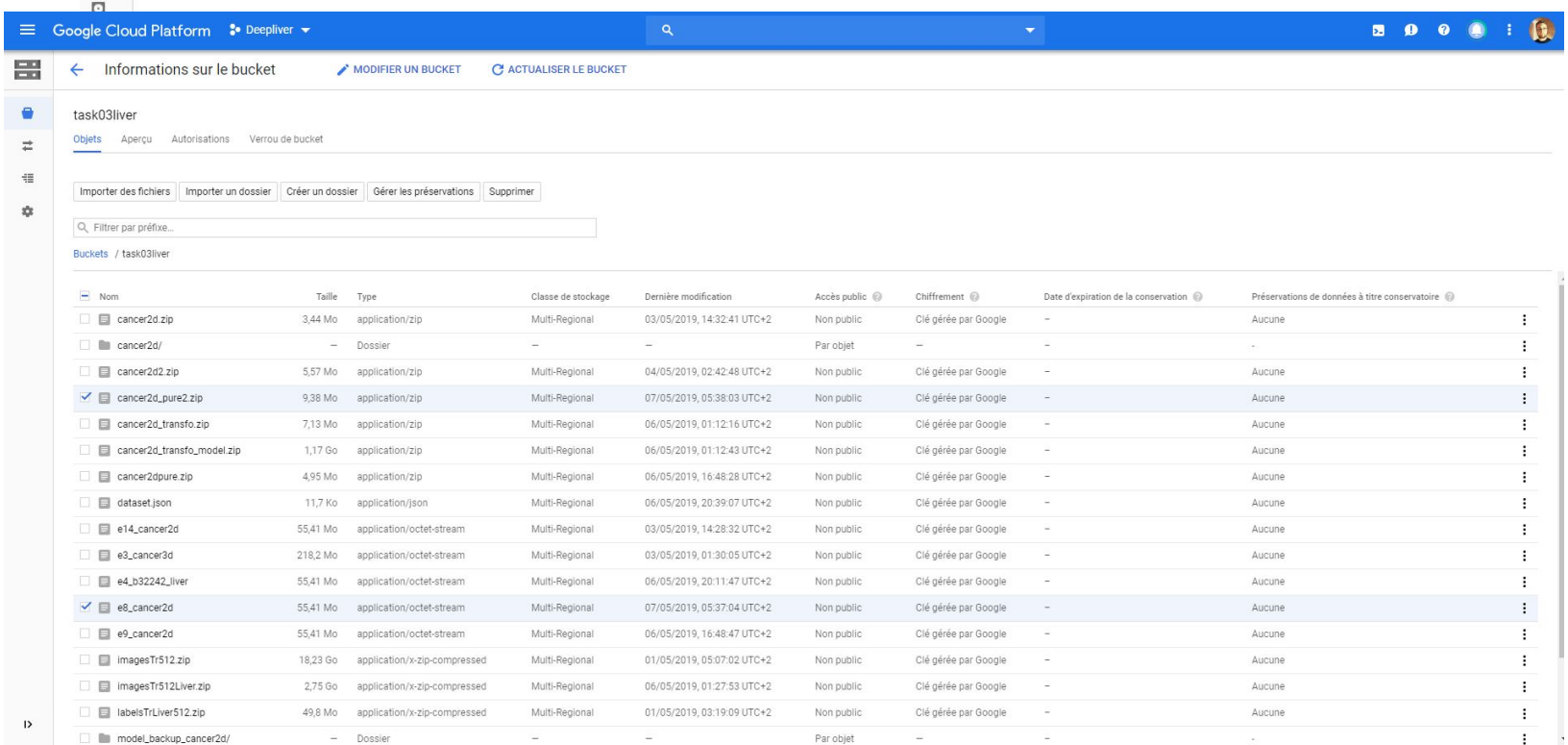
```
PS T:\workspace\unet_liver_medical_decathlon> python .\unet2d.py
Train size : 47150 [1.20]s
Validation size : 11488 [0.00]s
Enter your model id :liver512s
Intialisation from the checkpoint [8.23]s
  0%|
Start batch0 [0.30]s
C:\Users\Stiven\AppData\Local\Programs\Python\Python36\lib\site-p
ed. See the documentation of nn.Upsample for details.
  "See the documentation of nn.Upsample for details.".format(mode
5000 / 47150 [3615.53]s
10000 / 47150 [3626.21]s
15000 / 47150 [3627.89]s
20000 / 47150 [3740.24]s
25000 / 47150 [3602.30]s
30000 / 47150 [3627.34]s
35000 / 47150 [3636.62]s
40000 / 47150 [3599.04]s
45000 / 47150 [3644.98]s
End batch train [1546.63]s
C:\Users\Stiven\AppData\Local\Programs\Python\Python36\lib\site-p
  return float((ntf + nft) / np.array(2.0 * ntt + ntf + nft))
5000 / 11488 [3151.28]s
10000 / 11488 [3151.24]s
Epoch 4 took 41543.07 seconds.
```

Google Cloud

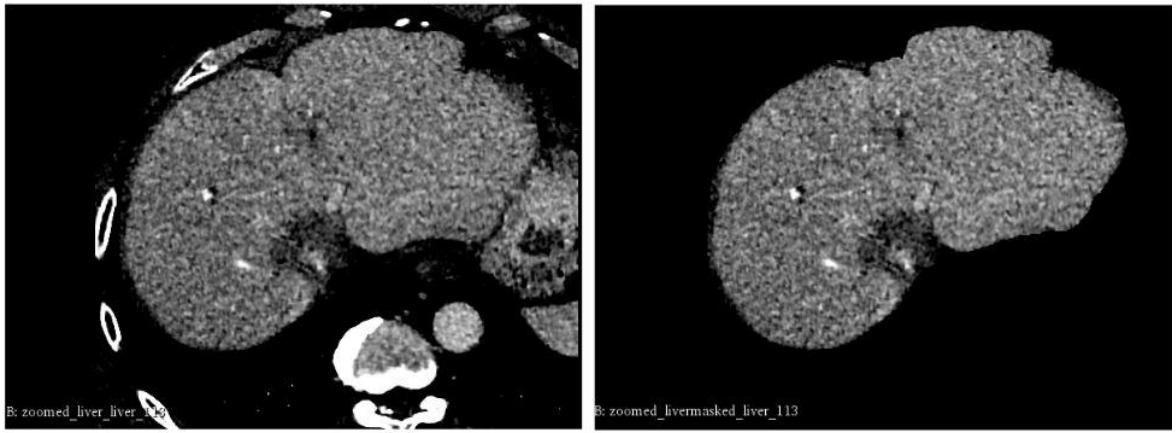

Google Cloud Platform
Deepliver
Nouveau déploiement Deep Learning VM
Deployment name
deepliver
Zone
GPU availability is limited to certain zones. Learn more
us-west1-b
Machine type
2 vCPU
13 Go de mémoire
Personnaliser
GPUs
Le nombre de GPU est lié au nombre de cœurs de processeur et à la quantité de mémoire sélectionnés pour cette instance. Pour la configuration actuelle, vous ne pouvez pas sélectionner moins de 1 GPU de ce type. En savoir plus
Nombre de GPU
1
Type de GPU
NVIDIA Tesla K80
NVIDIA Tesla P100
NVIDIA Tesla T4
NVIDIA Tesla V100
Vous ne pouvez pas transférer les
la maintenance de l'hôte
Framework
Choose the primary machine learning framework you will be using. If the library you would like to use is not listed, choose the base image, which provides core packages.
PyTorch 1.1 + fast.ai 1.0 (CUDA 10.0)
GPU
Install NVIDIA GPU driver automatically on first startup?
Présentation de Deep Learning VM
Solution fournie par Google Click to Deploy
294,45 $ par mois estimé
Tarif horaire effectif : 0,403 $ (730 heures par mois)
Détails
Logiciels
Système d'exploitation
Debian (9)
Documentation
Official Documentation
StackOverflow: Deep Learning VM
Google Group: Deep Learning VM
Conditions d'utilisation
Le logiciel ou le service que vous allez utiliser ne sont pas de
déployant le logiciel ou en accédant au service, vous vous en
Conditions d'utilisation de GCP Marketplace ainsi que les co
de toute licence logicielle tierce liée au logiciel ou au service
lire attentivement ces licences afin de connaître vos éventue
concernant ce logiciel ou ce service. Si une licence Open So
logiciel ou au service remplace explicitement les conditions
GCP Marketplace, cette licence régit votre utilisation du logic
En utilisant ce produit, vous acceptez que certaines informat
statistiques d'utilisation soient communiquées à Google Clic
d'attribution marketing, d'analyse des performances et d'assi
Nous fournissons ce logiciel ou ce service "en l'état", et n'effe
opération de maintenance régulière sur ceux-ci. Il vous incon


Google Cloud Platform
Deepliver
TABLEAU DE BORD
ACTIVITÉ
PERSONNALISER
Informations sur le projet
Nom du projet
Deepliver
ID du projet
fresh-authority-238606
Numéro du projet
161869112961
Accéder aux paramètres du projet
Ressources
Compute Engine
2 instances
Storage
1 bucket
Actualités
Google Cloud and ServiceNow announce strategic partnership to enable intelligent digital workflows
il y a 8 heures
Improving data quality for machine learning and analytics with Cloud Dataprep
il y a 11 heures
Watch and learn: Identity & access management sessions at Next '19
il y a 4 jours
Lire toutes les actualités
Compute Engine
Processeur (%)
2
1,95
1,9
1,85
1,8
1,75
1,7
4:45
5:00
5:15
5:30
instance/cpu/utilization: 1,92
Accéder à Compute Engine
API API
Requêtes (requêtes/s)
0,0175
0,017
0,0165
0,016
0,0155
4:45
5:00
5:15
5:30
Requêtes: 0,02
Accéder à l'aperçu des API
État de Google Cloud Platform
Fonctionnement normal de tous les services
Accéder à Cloud Status Dashboard
Facturation
Frais estimés
0,00 EUR €
Pour la période de facturation 1–6 mai 2019
Afficher les frais détaillés
Error Reporting
Aucun signe d'erreur. Avez-vous configuré Error Reporting ?
Découvrir comment configurer Error Reporting
App Engine
Résumé (nombre par seconde)
1
0,8
0,6
0,4
0,2
0
Aucune donnée disponible pour la période sélectionnée.
4:45
5:00
5:15
5:30

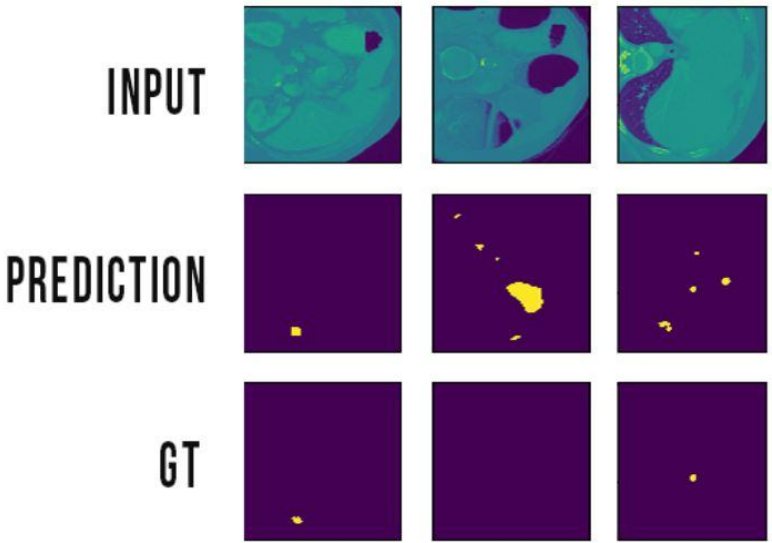

Google Cloud Platform
Deepliver
Instances de VM
CRÉER UNE INSTANCE
IMPORTER LA VM
ACTUALISER
DÉMARRER
ARRÊTER
RÉINITIALISER
SUPPRIMER
Filtrer les instances VM
Colonnes
Nom
Zone
Recommandation
Utilisée par
Adresse IP interne
Adresse IP externe
Connecter
cancer2d-vm
us-west1-b
10.138.0.6 (nic0)
35.233.221.101
SSH
cancer3d-vm
us-west1-b
10.138.0.7 (nic0)
34.83.192.13
SSH


Google Cloud Platform
Deepliver
Informations sur le bucket
MODIFIER UN BUCKET
ACTUALISER LE BUCKET
task03liver
Objets
Aperçu
Autorisations
Verrou de bucket
Importer des fichiers
Importer un dossier
Créer un dossier
Gérer les préservations
Supprimer
Filtrer par préfixe...
Buckets / task03liver
Nom
Taille
Type
Classe de stockage
Dernière modification
Accès public
Chiffrement
Date d'expiration de la conservation
Préservations de données à titre conservatoire
cancer2d.zip 3,44 Mo application/zip Multi-Regional 03/05/2019, 14:32:41 UTC+2 Non public Clé gérée par Google – Aucune
cancer2d/ – Dossier – – Par objet – – -
cancer2d2.zip 5,57 Mo application/zip Multi-Regional 04/05/2019, 02:42:48 UTC+2 Non public Clé gérée par Google – Aucune
cancer2d_pure2.zip 9,38 Mo application/zip Multi-Regional 07/05/2019, 05:38:03 UTC+2 Non public Clé gérée par Google – Aucune
cancer2d_transfo.zip 7,13 Mo application/zip Multi-Regional 06/05/2019, 01:12:16 UTC+2 Non public Clé gérée par Google – Aucune
cancer2d_transfo_model.zip 1,17 Go application/zip Multi-Regional 06/05/2019, 01:12:43 UTC+2 Non public Clé gérée par Google – Aucune
cancer2dpure.zip 4,95 Mo application/zip Multi-Regional 06/05/2019, 16:48:28 UTC+2 Non public Clé gérée par Google – Aucune
dataset.json 11,7 Ko application/json Multi-Regional 06/05/2019, 20:39:07 UTC+2 Non public Clé gérée par Google – Aucune
e14_cancer2d 55,41 Mo application/octet-stream Multi-Regional 03/05/2019, 14:28:32 UTC+2 Non public Clé gérée par Google – Aucune
e3_cancer3d 218,2 Mo application/octet-stream Multi-Regional 03/05/2019, 01:30:05 UTC+2 Non public Clé gérée par Google – Aucune
e4_b32242_liver 55,41 Mo application/octet-stream Multi-Regional 06/05/2019, 20:11:47 UTC+2 Non public Clé gérée par Google – Aucune
e8_cancer2d 55,41 Mo application/octet-stream Multi-Regional 07/05/2019, 05:37:04 UTC+2 Non public Clé gérée par Google – Aucune
e9_cancer2d 55,41 Mo application/octet-stream Multi-Regional 06/05/2019, 16:48:47 UTC+2 Non public Clé gérée par Google – Aucune
imagesTr512.zip 18,23 Go application/x-zip-compressed Multi-Regional 01/05/2019, 05:07:02 UTC+2 Non public Clé gérée par Google – Aucune
imagesTr512Liver.zip 2,75 Go application/x-zip-compressed Multi-Regional 06/05/2019, 01:27:53 UTC+2 Non public Clé gérée par Google – Aucune
labelsTrLiver512.zip 49,8 Mo application/x-zip-compressed Multi-Regional 01/05/2019, 03:19:09 UTC+2 Non public Clé gérée par Google – Aucune
model_backup_cancer2d/ – Dossier – – Par objet – – -

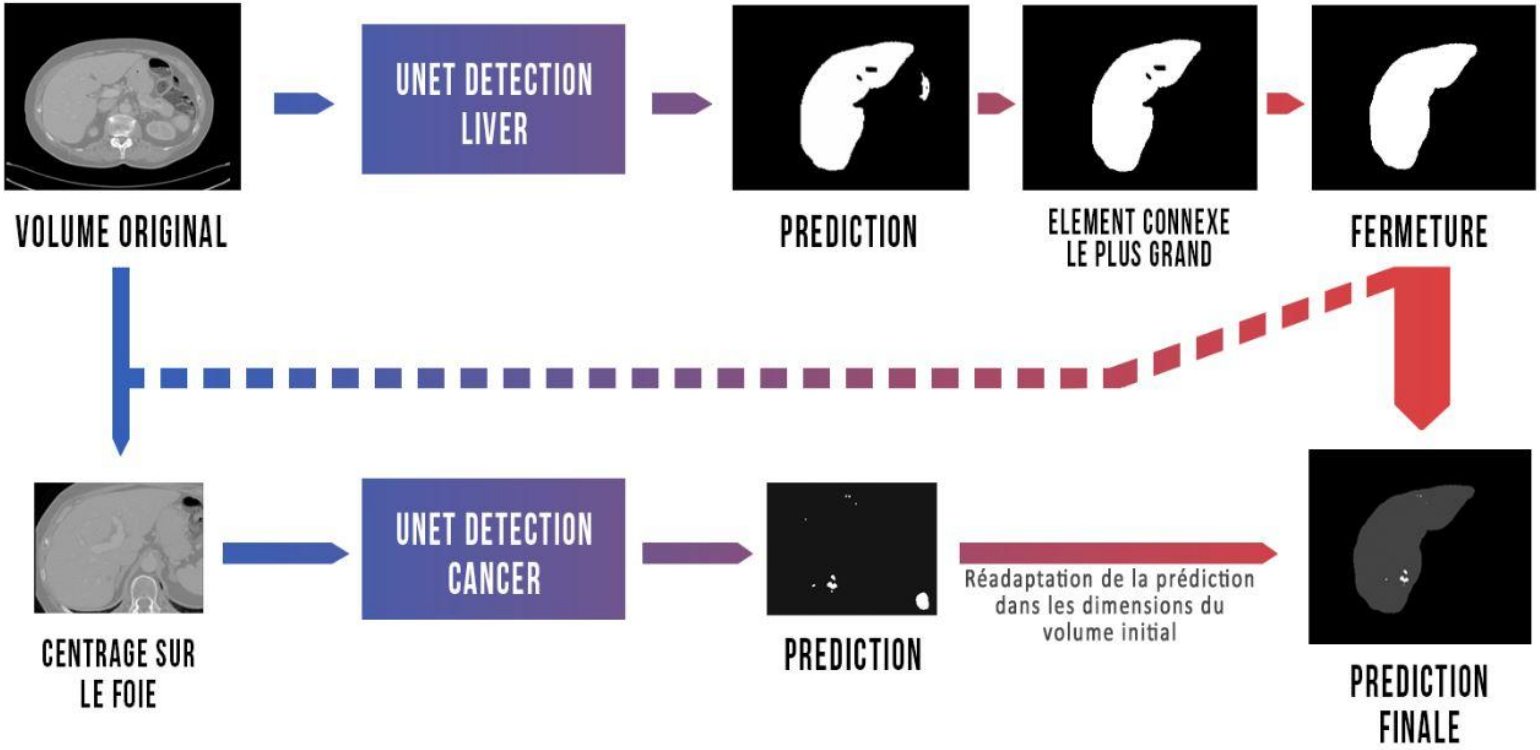
Détection du cancer avec U-Net 2D:



Deuxième réseau : Détection du cancer



Pipeline de prédiction



COMPARAISON DES ARCHITECTURES

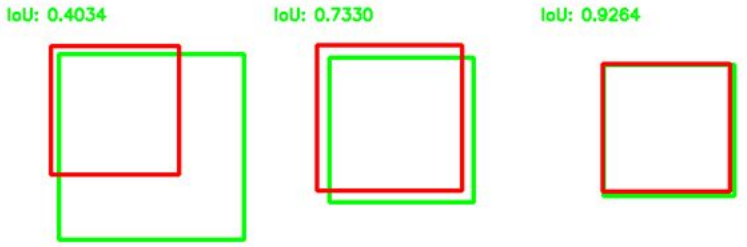
Calcul de différents indicateurs

- Dice et IoU : indicateur de similarités entre deux échantillons

- Precision et Recall : ratios indiquant les vrai positifs sur les Vrai Positifs + Faux Négatif ou Faux Positif

Metrics	U-Net	R-CNN	Yolo v3
Dice	40.20	41.14	1.91
Jaccard/IoU	30.89	33.31	1.12
Hausdorff	4.37	3.39	4.63
Precision	43.05	47.35	2.25
Recall	52.07	41.09	2.35
Accuracy	98.14	98.98	99.19
Specificity	98.82	99.68	99.38

Interprétation des résultats



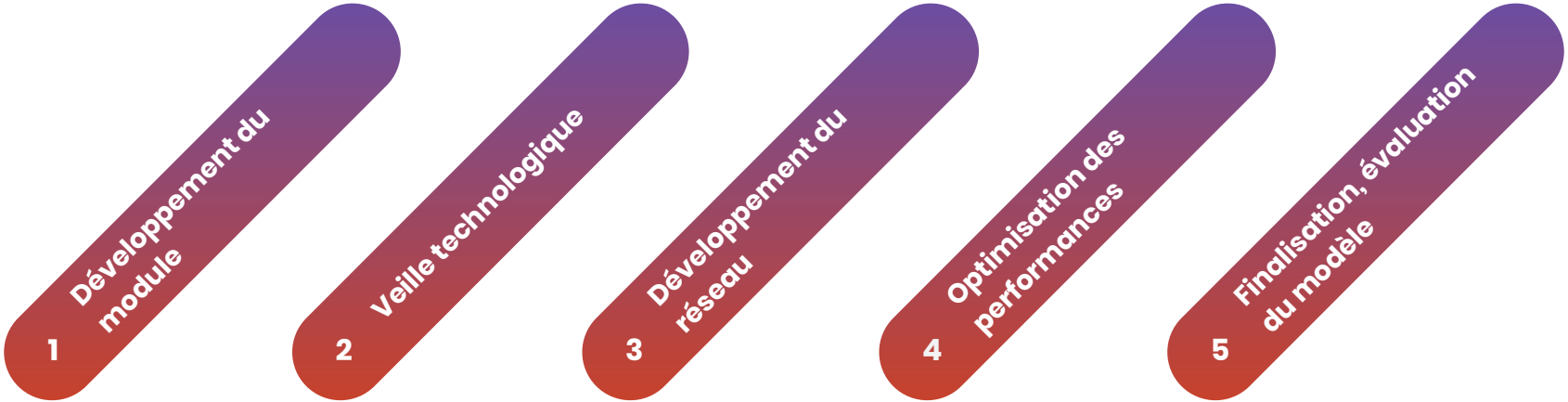
Metrics	U-Net	R-CNN	Yolo v3
Dice	21.88	41.14	1.91
Jaccard/IoU	16.08	33.31	1.12
Precision	22.50	47.35	2.25
Recall	35.39	41.09	2.35

- R-CNN propose les meilleurs résultats, cependant c'est encore loin d'être parfait
- U-Net a proposé des résultat assez mauvais : surement lié a un manque d'entraînement
- Yolo possède des résultats catastrophique

4

Gestion de projet

Suite


1
Développement du module
2
Veille technologique
3
Développement du réseau
4
Optimisation des performances
5
Finalisation, évaluation du modèle

Gantt

Développement du module

- 1.2 : Selection du logiciel
- 1.1 : Adaptation de MPReview

Veille technologique

- 2.1 Découverte du DeepLearning
- 2.2 Etude comparative entre PyTorch et Tensorflow
- 2.3 Etude sur l'état de l'art dans la recherche médicale

Développement du réseau

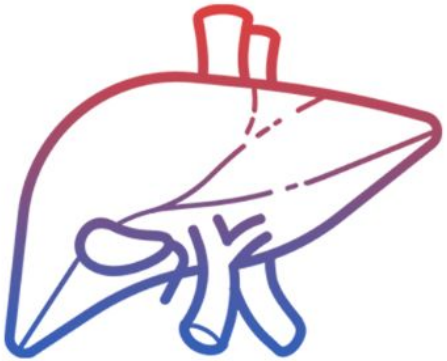
- 3.1 Expérimentation avec YOLO
- 3.2 Expérimentation avec UNET
- 3.3 Expérimentation avec R-CNN
- 3 Expérimentation avec une architecture

Optimisation du réseau

- 4 Optimisation d'une architecture
- 4.1 Application de l'architecture sur le dataset maison

Finalisation

- 5.1 Création des prédictions pour un ensemble de données
- 5.2 Comparaison des résultats



DEEPLIVER

POLYTECH NANTES

INCEPTO

CENTRE HOSPITALIER UNIVERSITAIRE DE NANTES

Bibliographie :

https://arxiv.org/abs/1506.02640
https://arxiv.org/abs/1505.04597
https://arxiv.org/abs/1506.01497
https://pytorch.org/
https://medicaltorch.readthedocs.io/