



Intelligence artificielle et insuffisance cardiaque : la vraie vie !

Prédiction de la mortalité chez les patients insuffisants cardiaques à fraction d'éjection préservée par application du deep learning sur des images de scintigraphie myocardique

Dr SALVAT Muriel

CNCH 24 11 2022

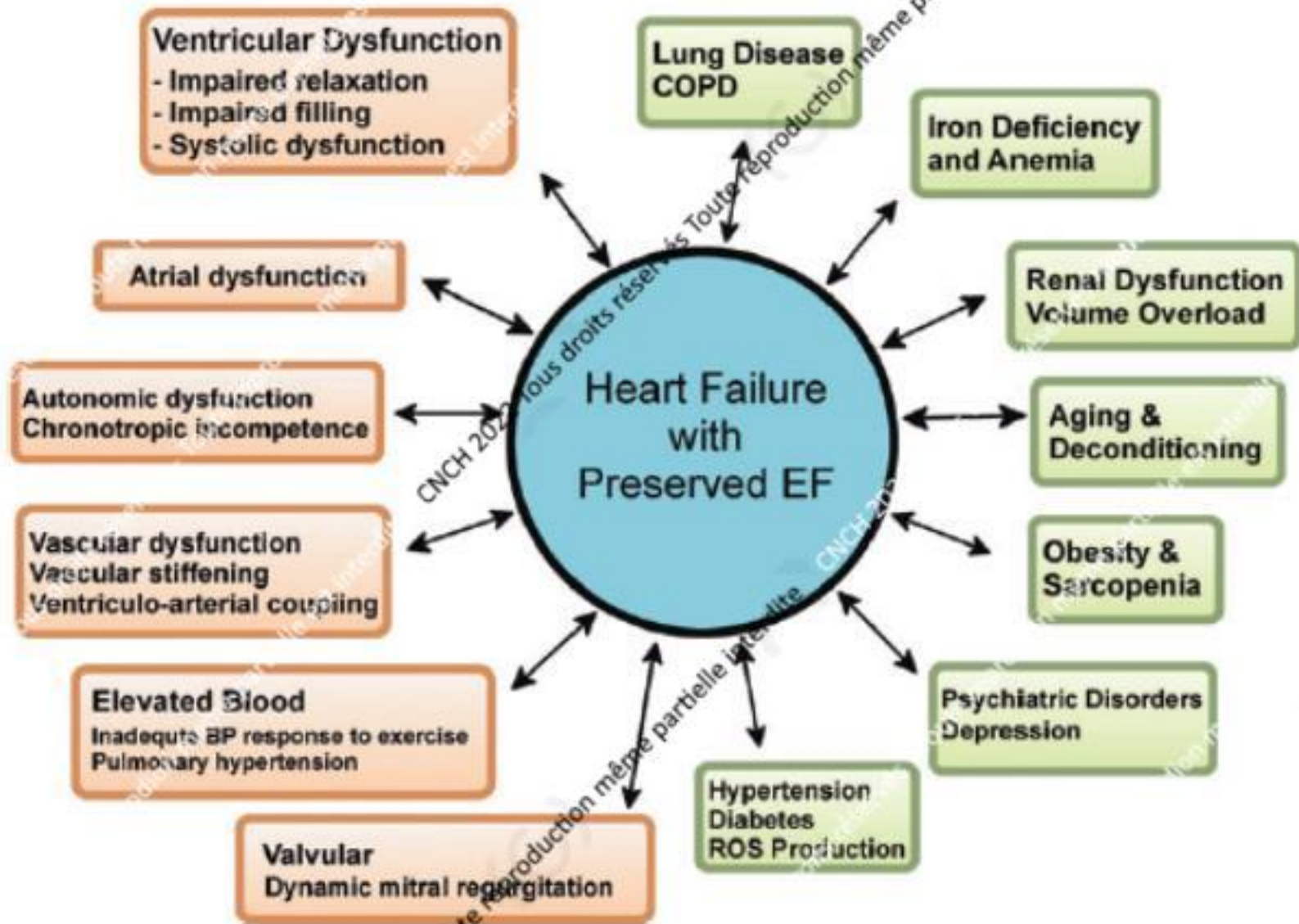


IC à fraction éjection préservée

Type of HF	HFrEF ^a	HFmrEF	HFpEF
CRITERIA	1	Symptoms ± Signs ^a	Symptoms ± Signs ^a
	2	LVEF ≤40%	LVEF 41–49% ^b
	3	–	–
			Symptoms ± Signs ^a LVEF ≥50% Objective evidence of cardiac structural and/or functional abnormalities consistent with the presence of LV diastolic dysfunction/raised LV filling pressures, including raised natriuretic peptides ^c

Table 9 Objective evidence of cardiac structural, functional and serological abnormalities consistent with the presence of left ventricular diastolic dysfunction/raised left ventricular filling pressures^{259,261}

Parameter ^a	Threshold	Comments
LV mass index	≥95 g/m ² (Female), ≥115 g/m ² (Male)	Although the presence of concentric LV remodelling or hypertrophy is supportive, the absence of LV hypertrophy does not exclude the diagnosis of HFpEF
Relative wall thickness	>0.42	
LA volume index ^a	>34 mL/m ² (SR)	In the absence of AF or valve disease, LA enlargement reflects chronically elevated LV filling pressure (in the presence of AF, the threshold is >40 mL/m ²)
E/e' ratio at rest ^a	>9	Sensitivity 78%, specificity 59% for the presence of HFpEF by invasive exercise testing, although reported accuracy has varied. A higher cut-off of 13 had lower sensitivity (46%) but higher specificity (86%). ^{71,259,274}
NT-proBNP BNP	>125 (SR) or >365 (AF) pg/mL >35 (SR) or >105 (AF) pg/mL	Up to 20% of patients with invasively proven HFpEF have NPs below diagnostic thresholds, particularly in the presence of obesity
PA systolic pressure TR velocity at rest ^a	>35 mmHg >2.8 m/s	Sensitivity 54%, specificity 85% for the presence of HFpEF by invasive exercise testing ^{259,261}



hétérogénéité de l'IC à FSP
 → différents phénotypes

pronostic des patients avec une IC à FE préservée

- *EuroHeart Failure survey I*
 - Taux de mortalité < dans IC-FSP (10 vs 12 %) à 12 sem
 - Taux de réH = *EuroHeart Failure survey Lenzen, EHJ, 2004,25,1214-1220*
 - *Adhere*
 - Taux de mortalité < dans IC-FSP
 - Temps d'H < dans IC-FSP Taux de réH < dans IC-FSP
Adhere , Yancy, ACC 2006; 47 : 76-84
- Pronostic ???**
- Taux d'H = (causes non cardiovasculaires)
Gerber, JAMA inter med 2015 Jun;175(6):996-1004
 - *Étude suédoise*
 - Taux mortalité toute causes – élevé dans l'IC à FE *Kontogeorgos S Int. J cardiol 2017*
 - *Étude KaRen*
A Shahim et al Heart Failure 2021 : 8: 4243-4254

...

Pronostic et phenomapping dans l'IC à FEP



P1

- Normal LV geometry
- Low arterial stiffness
- Low natriuretic peptides
- Markers of COPD (not genuine HFpEF?)
- Low event rate
- Preferentially enrolled in Russia/Georgia



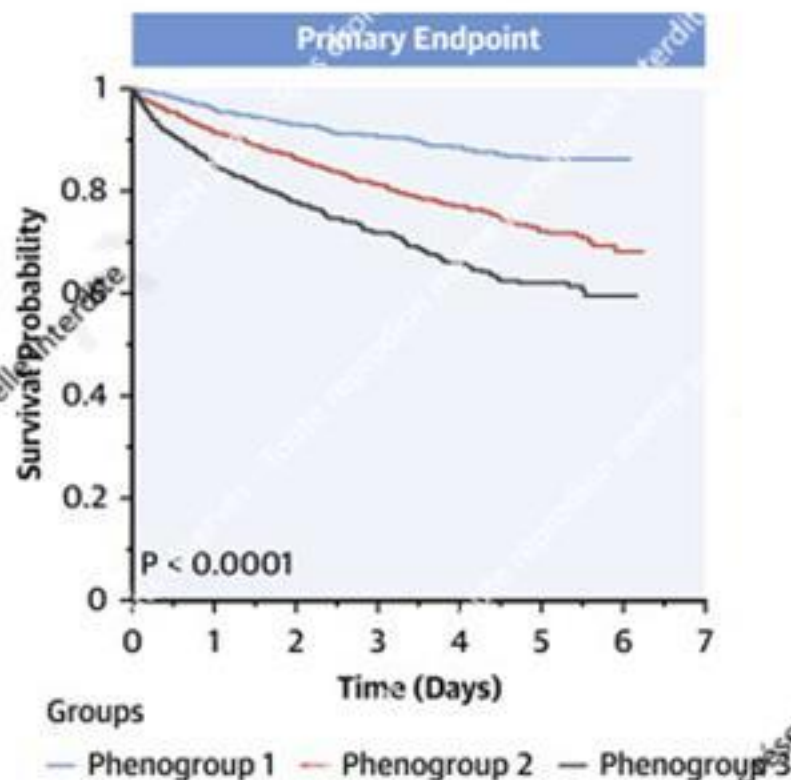
P2

- Concentric remodeling
- Very stiff arteries
- LA enlargement and AF
- High natriuretic peptides
- Innate immunity activation
- High risk of primary endpoint



P3

- Obesity/Diabetes
- Inflammation (TNF- α)
- Abnormal metabolism, liver and renal injury/dysfunction
- High renin
- Highest risk of primary endpoint
- Preferential response to spironolactone



Prédiction de la mortalité chez les patients IC à FEP par application du deep learning supervisé sur des images de scintigraphie myocardique

atteinte de la microcirculation coronaire dans l'IC à FEP

- fréquente

 - 70 %

 - 75 %

 - 85 %

J R Arnold, JACC cardiovasc Imaging 2022

SHAH, SJ et al EHJ 2018
Hage C et al, J Card Fail 2020

Rush CJ et al JAMA 2021

- facteur pronostic important indépendant

mortalité

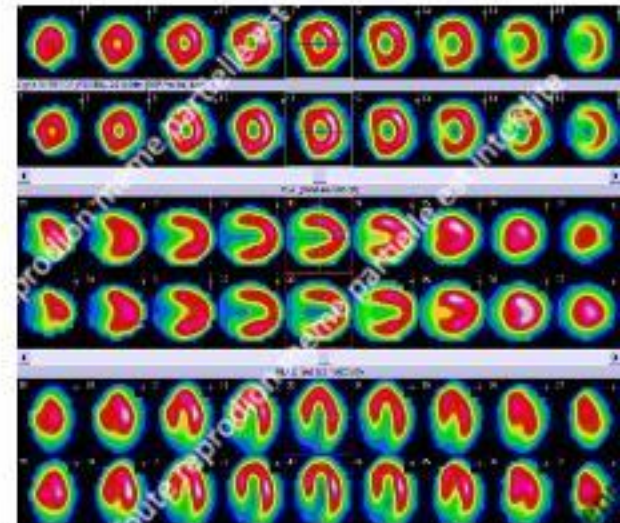
hospitalisations

}

J R Arnold, JACC cardiovasc Imaging 2022
Rush CJ et al JAMA 2021
Hage C et al, J Card Fail 2020

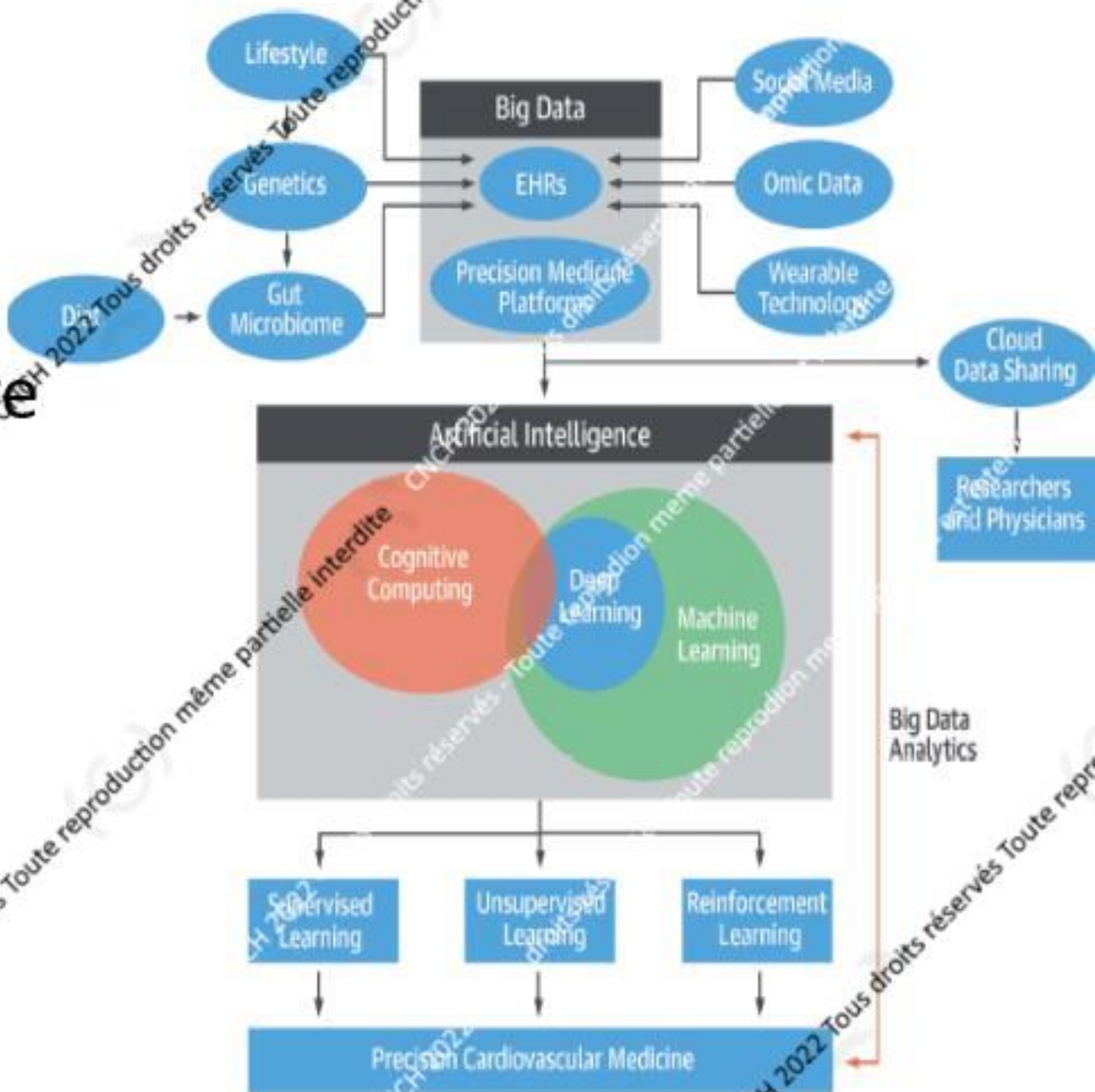
méthodes d'étude de la microcirculation coronaire

- non invasive
 - PET, IRM, écho
 - scinti myocardique : la référence
 - réserve de perfusion
 - tous territoires coronaires en
 - quantifiant le flux sanguin myocardique
 - routine clinique
- invasive : coronarographie

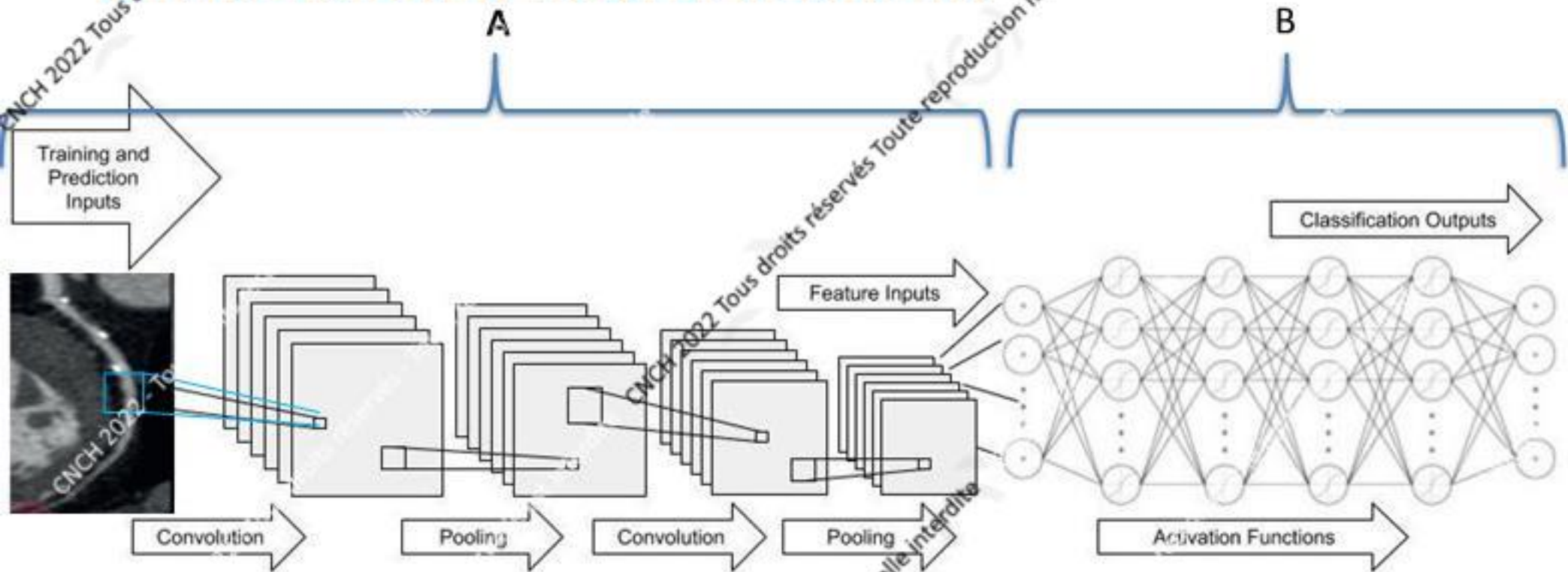


intelligence artificielle

ensemble des techniques et méthodes qui tendent à comprendre et reproduire le fonctionnement d'un cerveau humain



Convolutional neural network



- extraction des caractéristiques les plus pertinentes
- combinaison entre elles

A = étapes successives de filtrage et de simplification

B = interprétation puis déduction d'une analyse

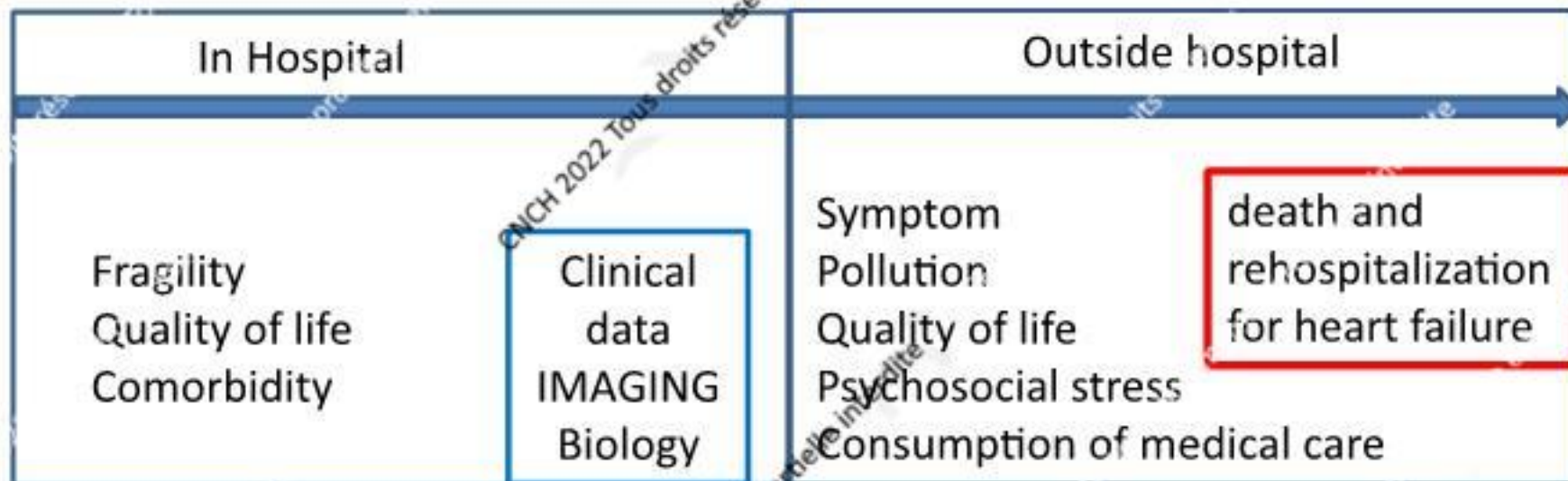
Apprentissage et évaluation d'un réseau de neurones convolutifs

- Diviser un jeu de données en plusieurs parties
 - données d'entraînement
le modèle va être entraîné pour ajuster les paramètres
 - données de validation
évaluation de la performance tout au long de l'apprentissage
 - données de tests
évaluer la performance de généralisation finale

en pratique

Phase 1) Organization and analysis of retrospective data by big data to develop AI algorithm

Phase 2) Enhanced prospective collection by big data system



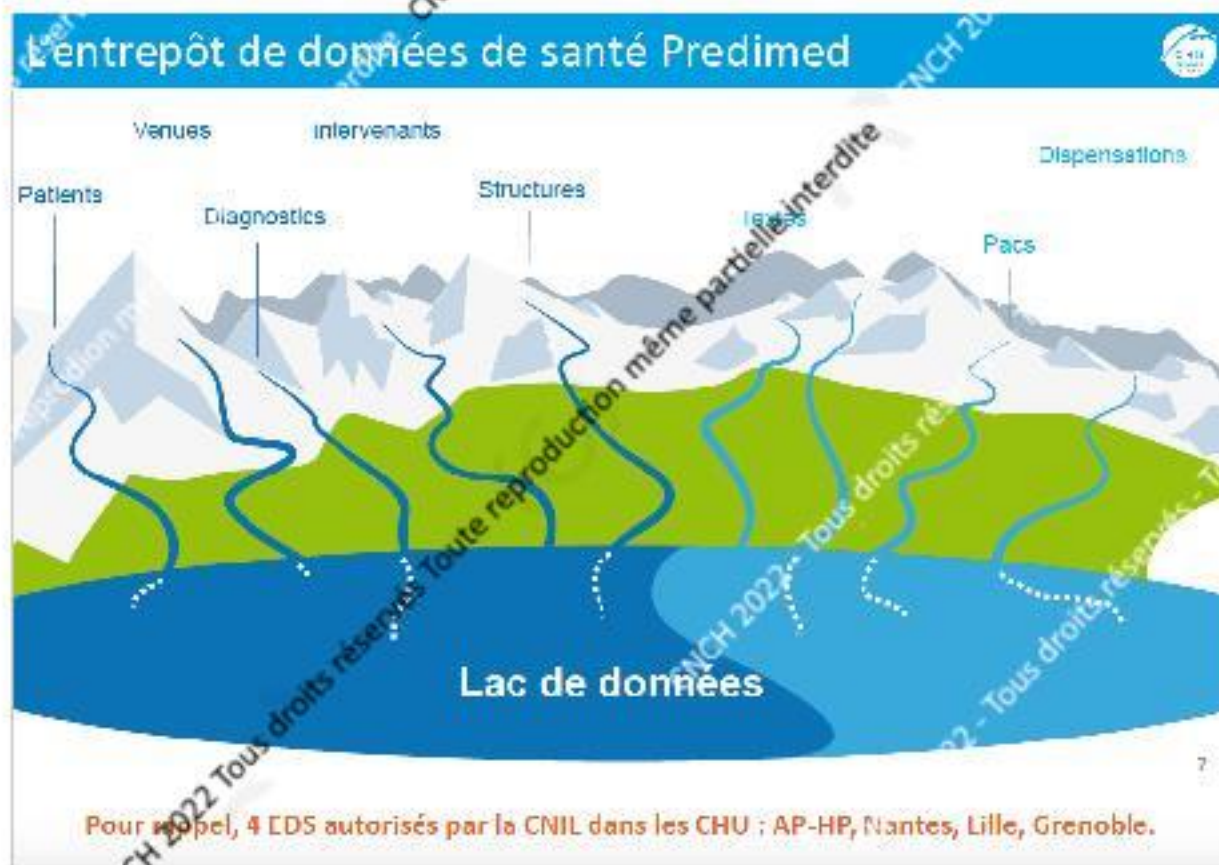
Phase 3) Analysis prospective data by dig data to confirm and increase performance of AI algorithm

Phase 4) Precise medicine

étude rétrospective

base de données via PREDIMED

- entrepôts de données de santé avec exploitation des données du dossier informatisé des patients hospitalisés
- à partir de ce lac de données brutes, PREDIMED construit une base de données structurée, nettoyée...



étude rétrospective

- imagerie

- analyse de chaque pixel de la scintigraphie

- sur cohorte d'individus qui n'a pas fait d'événement
- sur cohorte de patients IC à FEP

combinaison des différentes données cliniques, paracliniques et d'imagerie

→ développement d'un algorithme d'IA capable d'appréhender le pronostic

étude prospective

- données de santé intra-hospitalières + extra- H
 - données des objets connectés potentiels
 - symptômes
 - pollution
 - qualité de vie / stress psychosocial
 - consommation de soins

en lien avec l'imagerie

combinaison des différentes données cliniques,
paracliniques et d'imagerie
→ appréhender le pronostic

difficultés cliniques

- différence entre ce qu'on pensait être fait et ce qui est fait dans la vraie vie en clinique
 - scinti myocardique
 - non demandée par le clinicien
 - écho de stress
 - refus du patient / patient n'est pas allé au rdv...
- exploitation de données cliniques « de routine » à partir desquelles certains scores ne peuvent être construits
 - Ex Charlson score

difficultés liées à l'entrepôt de données de santé

- entrepôt de données de santé
 - avant 2015
 - transfert des différents doc → données perdues
 - % non évaluable de doc non rattachés à 1 identité de patients ou un N° de venue et vice versa
- problématique d'exhaustivité

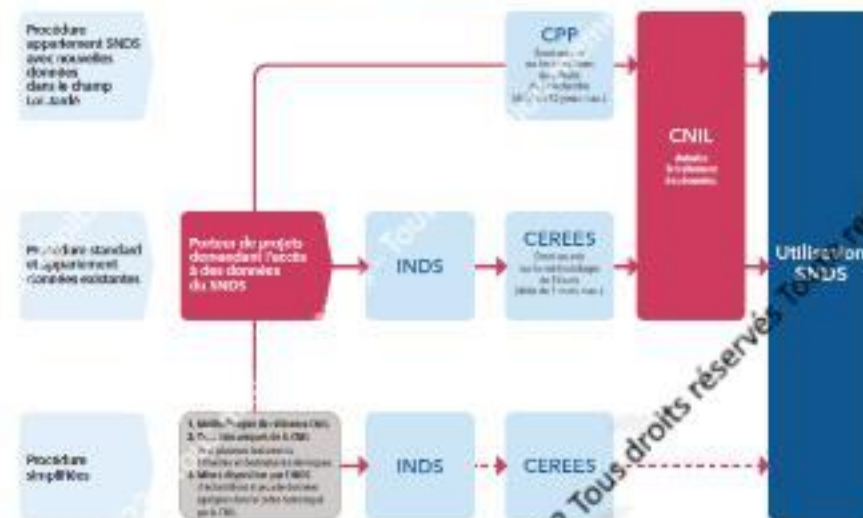
difficultés liées à l'IA

- structure académique
versus puissance des GAFA



- partage des données
 - accessibilité du SNDS ?
 - objets connectés ?

Schématisation du circuit des demandes d'accès au SNDS



difficultés liées à l'IA

- reconnaissance de texte non structuré (courriers)

problématiques

- tabagisme : > 20 expressions
- info absente ?
- abréviations : IVG...

difficultés liées à l'IA

- texte structuré
 - CR d'ETT : visuelle, teicholz, SBP, conclusion
 - biologie

- échanges avec les ingénieurs
- baisse du nombre de données recueillies pour phénotyper le patient
- texte structuré de service ???
- accès du Predimed par le médecin

difficultés liées à l'IA

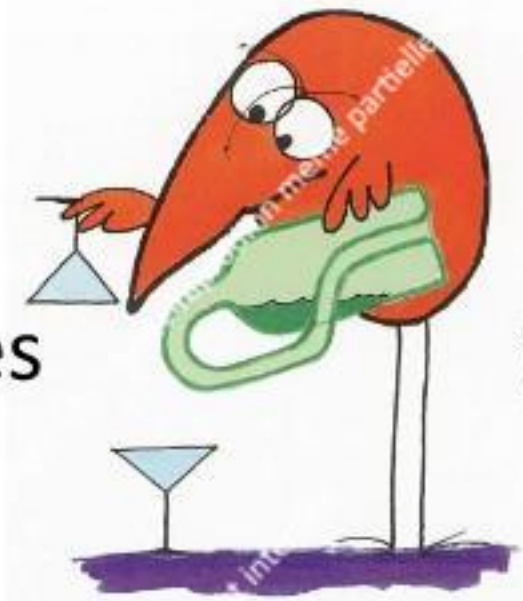
- données contradictoires / discordantes

pondération

→ données fiables de qualité



travail sur les 100 ers patients de 2011
manuellement et via predimed



S'IL N'Y A PAS DE SOLUTION
C'EST QU'IL N'Y A PAS DE PROBLÈME.

limites

- étude monocentrique, rétrospective
- IA n'est pas créative
- black box

mettre les paramètres ayant le plus compté dans la décision de l'intelligence artificielle, en procédant à une analyse humaine et une validation humaine

conclusion

- amélioration de l'organisation du service clinique
- résultats une fois tous les obstacles passés



échange permanent entre cliniciens et ingénieurs

- IA porteuse de nombreuses promesses....
mais aussi de risques ...

Les devises Shadok



LA PLUS GRAVE MALADIE
DU CERVEAU C'EST DE
RÉFLÉCHIR.

CNCH 2022 Tous droits réservés Toute

CNCH 2022 Tous droits réservés Toute reproduction même partielle interdite

CNCH 2022 Tous droits réservés Toute reproduction même partielle interdite