



## Systemes d'Aide à la Décision Médicale

- Définition
- Concepts principaux du raisonnement médical
- L'Intelligence Artificielle comme support
- Exemples
- Limites et enjeux éthiques
- Perspectives

# Définition

- SADM = Système d'Aide à la Décision Médicale
- En anglais, *CDSS = Clinical Decision Support System*
- Système d'information ou programme utilisé pour intégrer différentes informations cliniques et fournir un support à la décision médicale lors du soin d'un patient.

# Définition

Décision médicale dans différents champs possibles :

- Aide au diagnostic / prévention /dépistage
  - Prise en compte des paramètres clinico-biologiques
  - Imagerie
  - ...
- Aide à la thérapeutique
  - Bonnes molécules
  - Bons dosages / bonnes posologies
  - Bons plans thérapeutiques
  - Eviter les effets iatrogènes

# Concepts principaux (MeSH)

## Prise de décision assistée par ordinateur (Descripteur MeSH)

Description

Hierarchies

Relations

PubMed / Doc'CISMeF

Curation\*

Arborescence complète

[-] Catégorie Sciences de l'Information

[-] sciences de l'information\*

[-] informatique\*

[-] Informatique médicale\*

[-] applications de l'informatique médicale\*

[-] **prise de décision assistée par ordinateur\***

[-] diagnostic assisté par ordinateur\*

[-] Interprétation d'images assistée par ordinateur\*

Interprétation d'images radiographiques assistée par ordinateur\*

[-] thérapie assistée par ordinateur\*

pharmacothérapie assistée par ordinateur\*

[-] radiothérapie assistée par ordinateur\*

planification de radiothérapie assistée par ordinateur\*

[-] radiothérapie conformationnelle\*

radiothérapie conformationnelle avec modulation d'intensité

# La décision médicale

Le but de la médecine est d'obtenir la meilleure stratégie qui va bénéficier au mieux pour un patient donné (ou la population), en prenant en compte les risques potentiels (bénéfice/risque) et les coûts

# La décision médicale

- *Evidence Based Medicine (EBM)* et Médecine de Précision
  - Paradoxe général de la prise de décision pour un patient donné rapportée à des preuves globales
  - « Précision » relative mais qui existe cependant dans les faits selon certains critères (exemple : lignes de chimiothérapie vs. génotypage fin puis thérapie ciblée)

# La décision médicale

- La décision est prise selon plusieurs paramètres, le raisonnement est :
    - Basé sur des faits (éléments rapportés par le patient, examen clinique, analyses biologiques, imagerie, etc.)
    - Basé sur des connaissances (de base, recommandations / bonnes pratiques, littérature, etc.)
    - Basé sur des expériences (subjectif mais de façon générale très bénéfique)
- => Processus complexe et « non reproductible » (médecine vs. Science!)**

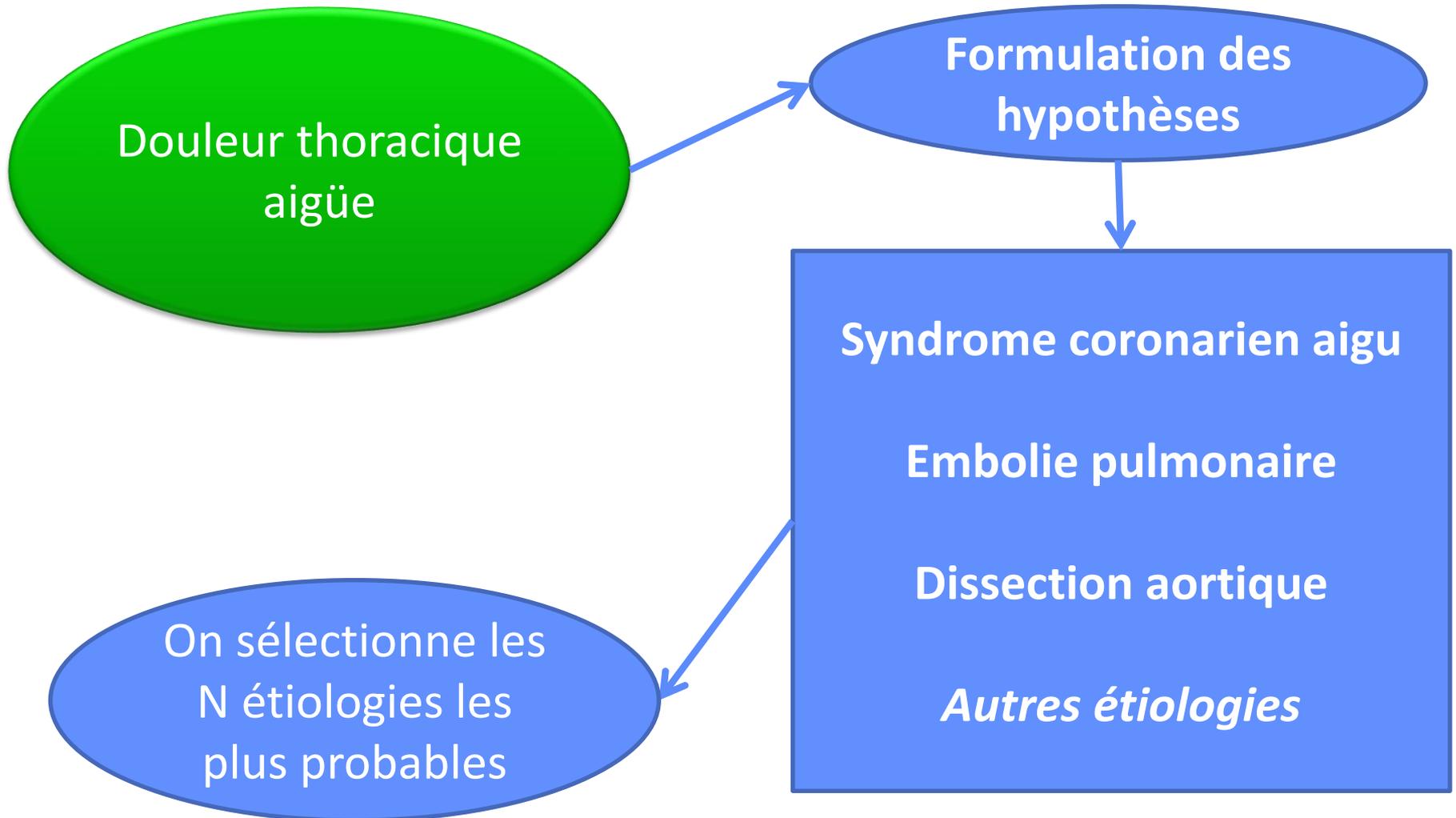
# Les méthodes de raisonnement médical

- Les méthodes de raisonnement :
  - Déduction voire abduction
  - Induction (du particulier au général)
  - Causale
- Possibilité de les combiner :

Hypothèse & déduction ou abduction est la principale façon de faire aujourd'hui en médecine

# Hypothèses & raisonnement déductif

## Formulation des hypothèses



# Hypothèses & raisonnement déductif

## Evaluation des hypothèses

Recherche des signes  
compatibles et spécifiques  
avec les hypothèses

Si dissection aortique

- Marfan
- Irradation vers le dos
- Insuffisance aortique

Si EP

- score de Wells
- taux élevés de D-dimères
- imagerie

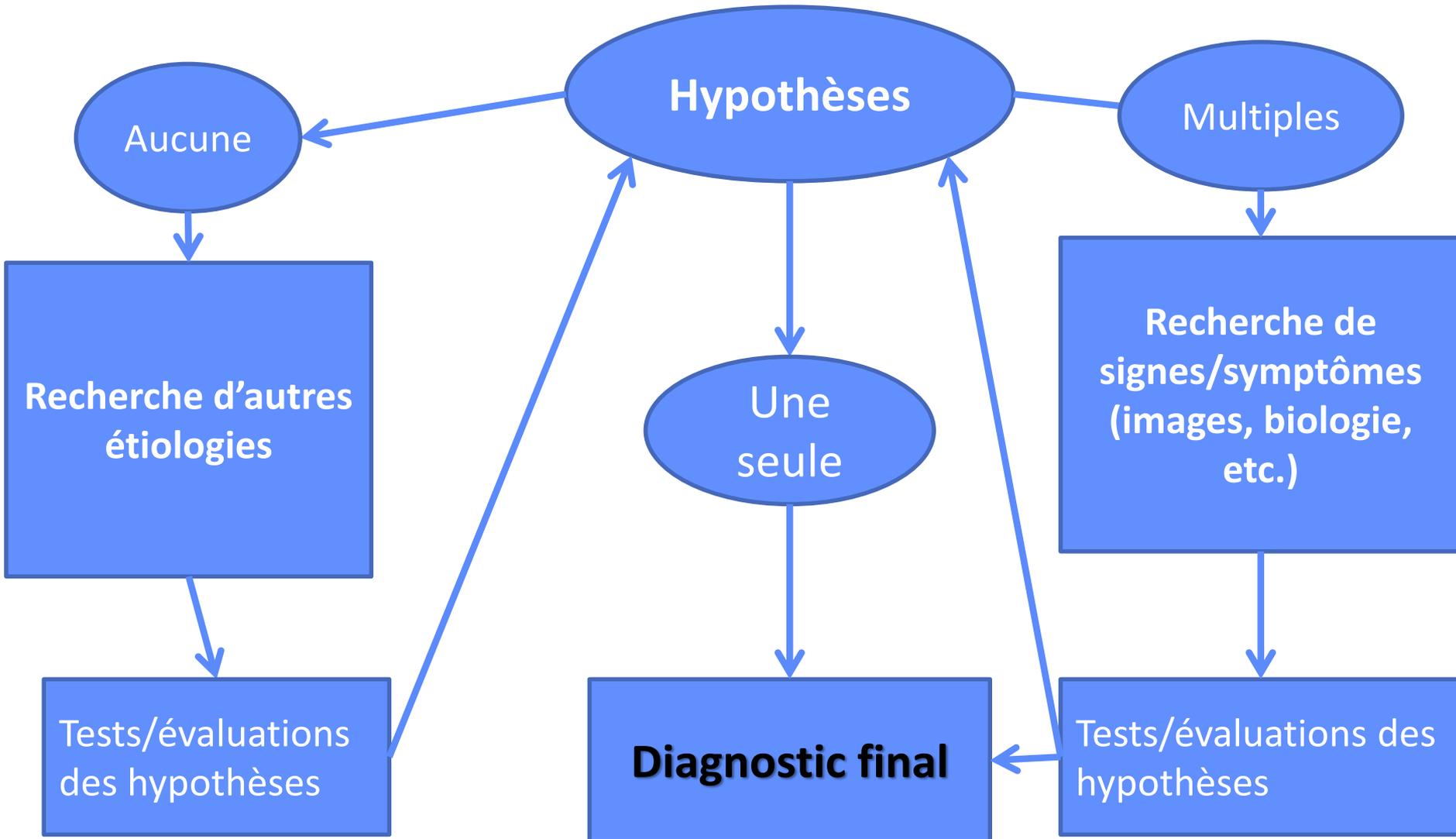
Si SCA

- antécédents
- douleur rétrosternale
- irradiation
- ECG

→ Evaluation/tests des hypothèses

# Hypothèses & raisonnement déductif

## Schéma global



# Assistance numérique à la décision

- Toutes les phases de la décision médicales peuvent potentiellement être assistée automatiquement :
  - Collecte des données pertinentes, avec ou sans interactions avec l'utilisateur
  - Accès à des bases d'informations/connaissances
    - Médicaments, maladies rares, etc.
    - Systèmes d'Organisation des Connaissances
    - Outils « clé en main » : [OrdoType](#), [Antibiocllic](#), [UpToDate](#), [PulseLife](#) ...
    - Recommandations & guides de bonnes pratiques
  - Analyse de données en différé ou en temps réel (images, textes, paramètres biologiques, etc.)
  - Système de dialogue (chatbot)

# La décision médicale

- Dans les faits, beaucoup d'informations à intégrer, à confronter et à « processer »
- L'intelligence artificielle peut sans doute apporter une aide précieuse...

# L'Intelligence Artificielle

- Expression très souvent mal utilisée ou mal définie
- Plusieurs techniques :
  - Basée sur des règles
  - Basée sur un modèle formel (ontologie => raisonnement/inférences...)
  - Basée sur les statistiques : apprentissage automatique (supervisé, non supervisé, etc.)
    - Réseaux de neurones
    - SVM

# L'Intelligence Artificielle

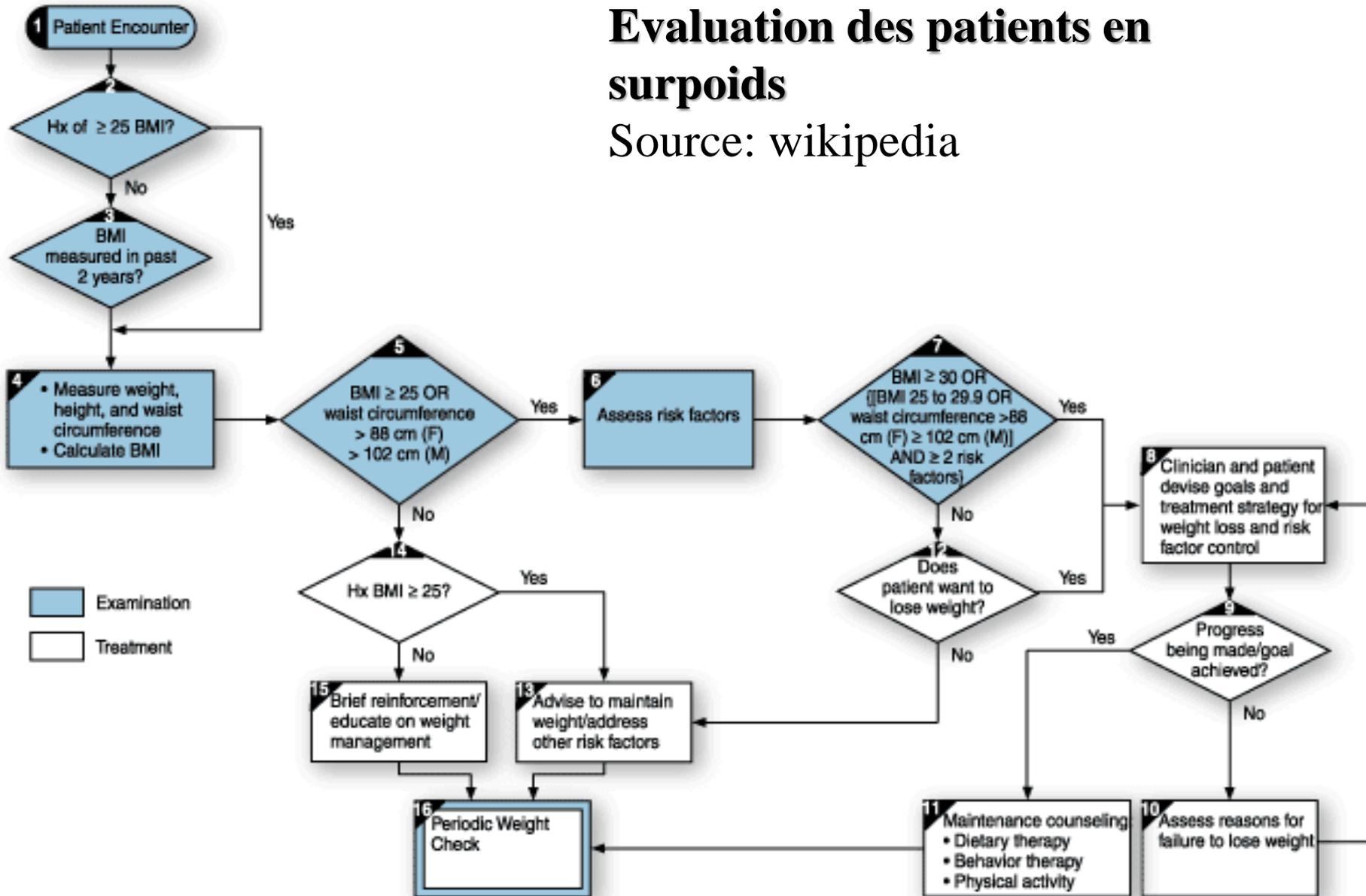
- Chacune de ces techniques possèdent des avantages et inconvénients, les critères à prendre en compte en priorité sont (spécialement en médecine) :
  - Performances
  - Explicabilité
  - Reproductibilité
  - Utilisabilité (déploiement, rapidité...)
  - Conception/maintenance

# Algorithme basé sur des règles

- La plus simple à concevoir, à produire, à implémenter et à comprendre pour le professionnel de santé
- Ensemble de règles souvent organisées en arbre décisionnel

# Evaluation des patients en surpoids

Source: wikipedia



\* This algorithm applies only to the assessment for overweight and obesity and subsequent decisions based on that assessment. It does not include any initial overall assessment for cardiovascular risk factors or diseases that are indicated.

# Exemples d'algorithmes basé sur des règles

Prescriptions médicamenteuses :

- interactions potentielles
- sur ou sous-dosages
- posologies incorrectes
- mésusages variés (âge, formes galéniques, etc.)
- ...

Toujours implémentés aujourd'hui dans les Logiciels  
d'Aide à la Prescription

- Mais de façons différentes!

# CDSS evaluation

- Inspired by clinical trial
- Four phases
  - Phase I: validation in silico (in the lab); coherence of the knowledge
  - Phase II: evaluation in vitro (in the lab), including
    - GUI evaluation (ergonomy, +/- qualitative evaluation)
    - Feasibility study: quantitative evaluation on a small sample
  - Phase III: formal evaluation
    - Randomized trial (a group with CDSS and a group without CDSS)
    - E.g. in France, current trial with/without DP in three medical specialties
  - Phase IV: post-marketing;
    - iterative evaluation over time (testing the maintenance of the CDSS)
    - evaluation outside the place of development (testing the portability)

# Limites des SADM aujourd'hui

- Souvent peu précis («alerte fatigue »)
  - Peu consommateurs de toutes les données du DPI faute de disponibilité
- Très spécifiques de tâches / appareils / formats (images...)
- Plus simple pour les données structurées et numériques mais plus complexe pour les données non structurées et symboliques
- Problème de l'explicabilité et donc de mise en production d'outil réputés performants mais non explicables à l'humain
- Enjeux éthiques...

# Ethique et SADM

- Explicabilité pour le professionnel de santé
- Responsabilité de la décision : outil vs. humain
- Médecine personnalisée (ou non?)
- Sujet de recherche et de débat citoyen en soi

# Conclusion et perspectives

- Des milliers de SADM développés depuis 50 ans
- Peu d'évaluations formelles (=scientifiques rigoureuses)
- Très peu dans la vie réelle, essentiellement pour l'accès à la connaissance, la prescription du médicament et l'imagerie

# Conclusion et perspectives

- Perspectives importantes des IA types apprentissage profond et IA génératives (LLM)
- Enjeux éthiques à border via la déontologie et la législation

## UN PROJET MULTI-PARTENARIAL

