

# Intelligence artificielle et aide à la décision en Médecine

AI & *data reuse* en Santé

[https://www.youtube.com/watch?v=\\_Y3yWUqf90s](https://www.youtube.com/watch?v=_Y3yWUqf90s)

Autres vidéos :

<https://www.youtube.com/user/emmanuelchazard/videos>

# Définitions

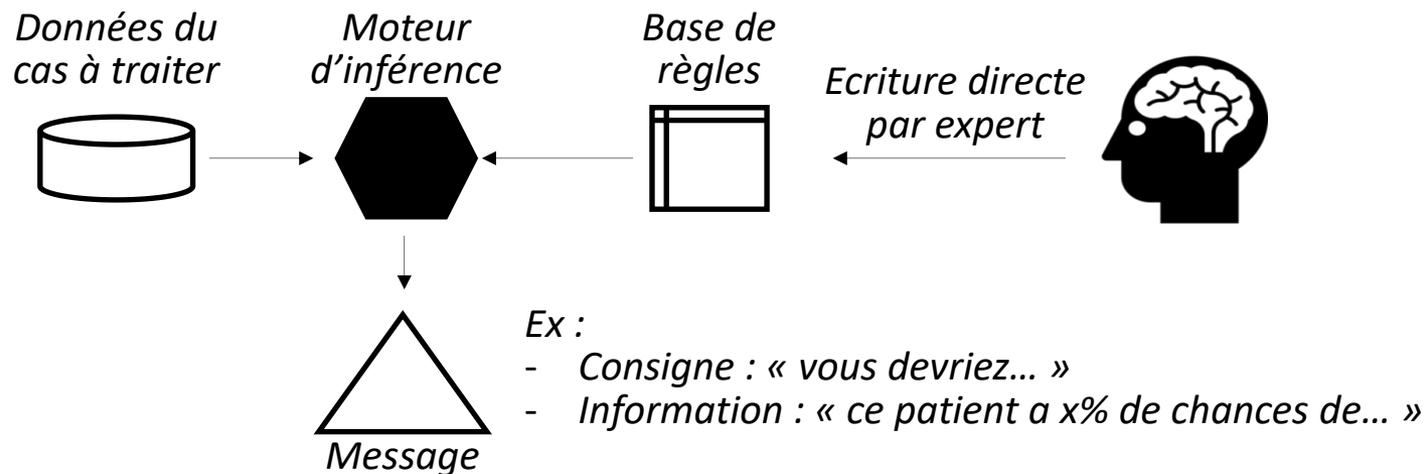
# Quelques définitions

- Intelligence :
  - ensemble des facultés mentales permettant de
    - comprendre les choses et les faits
    - découvrir les relations entre eux
    - d'aboutir à la connaissance conceptuelle et rationnelle
  - se perçoit dans l'aptitude à comprendre (rétrospectif)
  - et à s'adapter facilement à des situations nouvelles (prospectif)
- Intelligence artificielle :
  - recherche de moyens susceptibles de doter les systèmes informatiques de capacités intellectuelles comparables à celles des êtres humains, ou en tout cas mimant ces capacités
  - analyse (rétrospectif) et décision (prospectif)

# Différents niveaux d'intelligence artificielle

## ■ Niveau 1 : exécuter

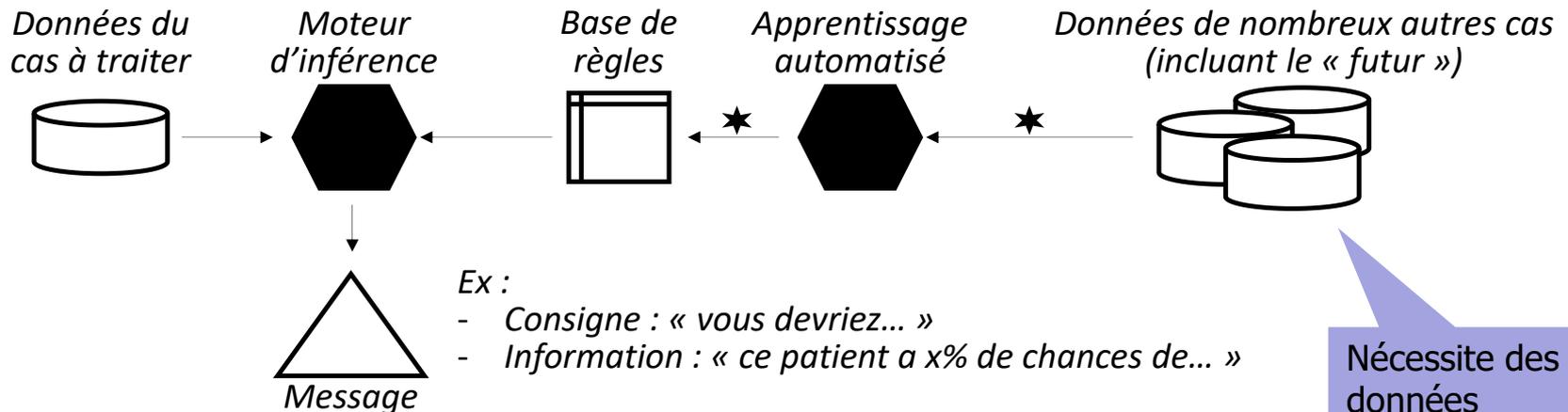
- Répertoire de règles déjà disponibles
- Identifier simplement quand les conditions des règles s'appliquent
- => *permet d'appliquer un traitement tel qu'il a été prévu*



- Niveau 2 : apprendre et réappliquer
- Niveau 3 : s'adapter intelligemment

# Différents niveaux d'intelligence artificielle

- Niveau 1 : exécuter
- Niveau 2 : apprendre et réappliquer
  - Observer des expériences
  - En déduire des associations, relations (démarche empirique, machine learning, data mining supervisé)
  - Appliquer ces règles apprises par l'expérience, mais pas formalisées
  - => *permet de traiter une situation déjà rencontrée*



- Niveau 3 : s'adapter intelligemment

# Différents niveaux d'intelligence artificielle

- Niveau 1 : exécuter
- Niveau 2 : apprendre et réappliquer
- Niveau 3 : s'adapter intelligemment
  - Raisonnement mélangeant les règles prédéfinies, de l'expérience et du « bon sens »
  - Logique floue, intégration de conclusions contradictoires
  - Exemple : traiter un patient diabétique et insuffisant coronarien
  - => *permet de traiter une circonstance partiellement ou totalement inédite*
  - => *intelligence artificielle « forte »*

# Intelligence artificielle FORTE

- Purement théorique : pas atteint ce jour
- Machine capable de :
  - adopter des comportements intelligents
  - éprouver une conscience de soi
  - comprendre ses propres raisonnements
- Serait possible dans le futur sur un argument purement quantitatif (en nombre d'opérations par seconde) :
  - Balance de Roberval : 1
  - Ordinateur 1970 :  $1 \cdot 10^7$
  - Ordinateur 2005 :  $1 \cdot 10^{11}$
  - Cerveau humain :  $2 \cdot 10^{14}$  ... atteint en 2019 selon loi de Moore
- Mais la puissance de calcul ne suffit pas :
  - Limite actuelle : ce que les humains savent « enseigner » aux machines
  - Impossible avec notre représentation actuelle des connaissances et de la logique
  - Supposerait intégration de la logique floue, manipulation d'autres formalismes et symbolismes, et une « initiative » de la machine...

# Intelligence artificielle FAIBLE

- Machines qui semblent intelligentes, sans l'être réellement
- Méthodes :
  - Niveau 1 : application de règles pré-représentées
  - Niveau 2 : algorithmes permettant de générer de nouvelles règles (empirisme, machine learning)
  - Nécessitent une représentation de la connaissance  
(terminologies, langage de règles, données de travail, et données d'apprentissage complètes pour le niveau 2)

# Historique en Santé (en bref)

- Définition des fondements
  - Définition théorique dans les années 1950
  - Perceptron et réseau artificiel de neurones années 1960 (modélisation informatique du fonctionnement neuronal)
- Années 1970 : premier hiver de l'AI (déception)
- Fin années 1970 : Généralisation des systèmes experts (CDSS *clinical decision support systems*), AI de niveau 1
- Fin années 1980 : Deuxième hiver de l'AI
  - Effacement du terme AI, mais développement continu des CDSS
- Années 1990 : AI de niveau 2
  - concept de *data mining*, *machine learning*, *knowledge discovery in databases*
- Années 2000 : nouveau boom de l'AI
  - Nouvelles méthodes de machine learning : *deep learning*, réseaux de neurones multi-couches, *support vector machine*
  - Aucun nouveau concept, mais AI ubiquitaire (smartphones...)
  - 2010 : les politiciens et journalistes découvrent l'AI et en parlent au futur...



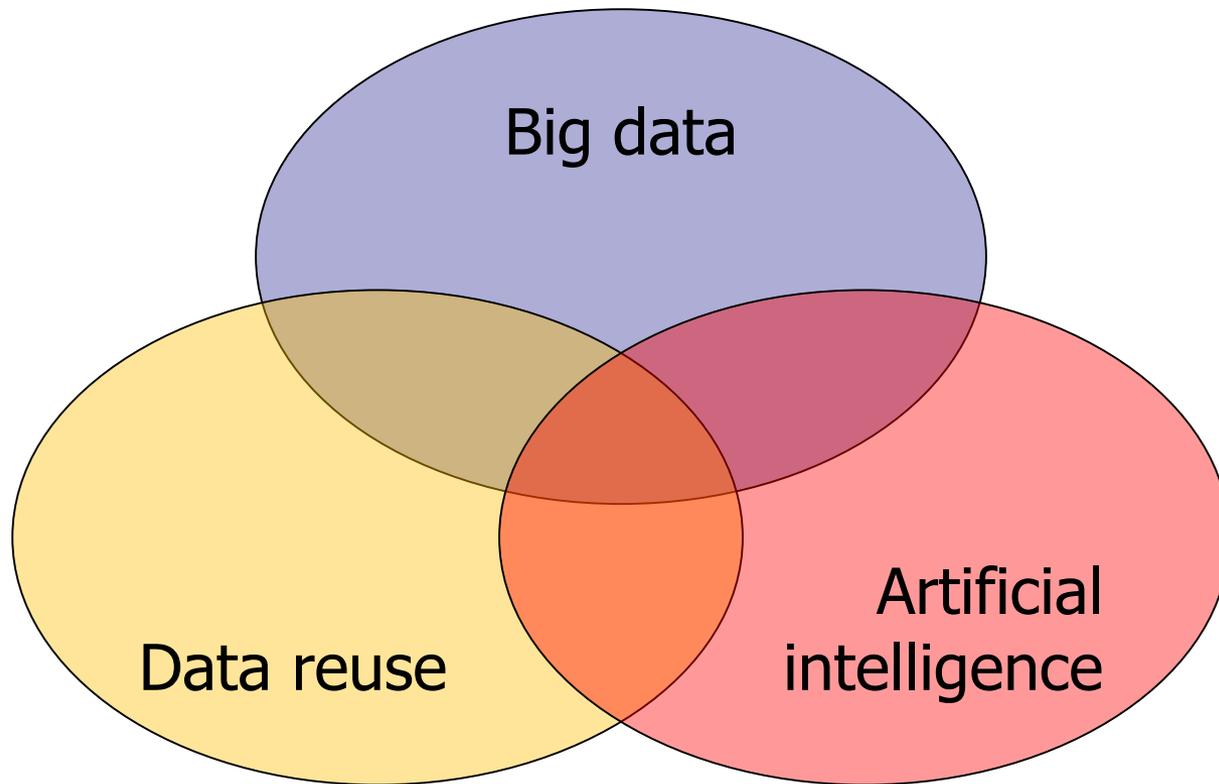
# MYCIN Shortliffe (1974)

- Exemple de CDSS (IA de niveau 1)
- Infections bactériennes du Sang : établir un diagnostic et proposer un traitement
- Premières versions de MYCIN :
  - 75% d'accord avec les experts
  - ... aussi bien qu'entre deux experts !
- 200 règles du type « prémisses → conclusion (coeff) »
- avec coeff = confiance = VPP =  $P(\text{conclusion} / \text{prémisse})$
- Exemple de la règle #85 :
  - Si le site de la culture est le sang
  - Et si l'organisme est à gram négatif
  - Et si l'organisme est de forme bâtonnet
  - Et si le patient est un hôte à risque
  - Alors organisme = *pseudomonas aeruginosa* (P=0.6)

# Disons-le clairement, AI et responsabilité médicale

- Le médecin avant l'AI :
  - Prend une décision médicale, mitigation : risque lié à l'abstention / risque lié à l'intervention / coût / urgence / ressenti patient...
  - Toute l'information est plus ou moins fausse, plus ou moins périmée (test biologique, imagerie, interrogatoire, etc.)
  - Médecin formé à mitiger des informations incertaines
  - Seul responsable de sa décision dans ce contexte
  - Ne peut invoquer un seul résultat d'examen faux pour se dédouaner
- L'AI en tant qu'aide à la décision
  - Une information de plus, elle aussi plus ou moins fausse
  - Ne change rien à la responsabilité du médecin
  - Paiement à l'acte = honoraires pour l'acte intellectuel d'interprétation + coût de l'acte
  - Absolument rien de nouveau, problème réglé depuis toujours !!!
- L'AI en tant que substitution au médecin
  - N'existe pas aujourd'hui (pas de parallèle avec la voiture autonome)
  - Problème actuellement purement théorique

# Overlap, frequent confusion...



# Des exemples d'AI sur le web

<http://easydiagnosis.com>  
Nous simulons un épisode inaugural de migraine, sans symptôme associé



## EasyDiagnosis Modules

AdChoices

Click on the desired module below.

### [Hemorrhoid problems?](#)

Prepare for your doctor's visit. Learn more about the disease  
[hemorrhoid-help.com...](http://hemorrhoid-help.com...)

### [Medical Jobs](#)

Find executive jobs paying €80K+ Over 80,000 Executive Level Jobs!  
[www.Experteer.com](http://www.Experteer.com)

### [Do you have Lyme Disease?](#)

Natural Treatment Professional and home use  
[www.resonantlight.com](http://www.resonantlight.com)

### Symptoms and Signs

- CHEST PAIN
- CHEST PAIN (PRO VERSION)
- CONSTIPATION
- COUGH
- FAINTING (SYNCOPE)
- CHRONIC FATIGUE
- HEADACHE
- BACK PAIN
- VERTIGO (DIZZINESS)
- UPPER ABDOMINAL PAIN AND INDIGESTION

### Conditions

- ALCOHOLISM
- ATTENTION DEFICIT DISORDERS
- DEPRESSION
- GALL BLADDER DISEASE
- HEARING LOSS
- OSTEOPOROSIS
- SEIZURES AND EPILEPSY
- SEIZURES AND EPILEPSY (PRO VERSION)
- ABDOMINAL CONDITIONS

\* We invite call centers, employee benefit plans, HMO's, educational institutions, corporate entities, etc. to **contact MatheMedics, Inc.** to discuss licensing arrangements for these programs and content. Additional customized disease/symptom modules can be created under special arrangement.

Ads by Google

[Pressure Headaches](#)

[Sharp Neck Pain](#)

[Head Pain](#)

[Headaches Symptoms](#)



## Headache Questions

MatheMEDics®

Required: Age  Sex

1.

How long have you had headaches?

- A. I've had them for years
- B. They started in the last few weeks or months
- C. They began recently, within a day or days
- D. Unknown/not applicable

2.

Which of the following best describes location of your headaches?

- A. Occur mainly in the back of the head or neck, and/or temples
- B. Start on one side of the head and may be throbbing
- C. Occur in the frontal region
- D. Located mainly in the eye or one side of the face
- E. More than one of above
- F. None of above
- G. Unknown/not applicable

3.

How is your health?

- A. I'm generally healthy

AdChoices



### [Medical Body Fat Analyzer](#)

Healthcare, Medical Check Machines Made in Gyeongbuk Province Korea [www.prideitems.com](http://www.prideitems.com)

### [Atherosclerosis testing](#)

Coronary artery disease Stroke Risk Novel CVD marker. Serum ELISA assay [www.cvdefine.com](http://www.cvdefine.com)

### [Temporal Thermometer](#)

Accurate temperature with a gentle forehead scan. Doctor recommended.



EasyDiagnosis

## Headache Results

### Condition/Disease

### Estimated probability

*Click on any disease for a description.*

<a href="#">Muscle Contraction (Tension)</a>	25%	<div style="width: 25%;"></div>
<a href="#">Brain Hemorrhage</a>	17%	<div style="width: 17%;"></div>
<a href="#">High Blood Pressure</a>	17%	<div style="width: 17%;"></div>
<a href="#">Temporal Arteritis</a>	13%	<div style="width: 13%;"></div>
<a href="#">Brain Lesion</a>	6.9%	<div style="width: 6.9%;"></div>
<a href="#">Post-traumatic Headache</a>	6.2%	<div style="width: 6.2%;"></div>
<a href="#">Miscellaneous</a>	4.9%	<div style="width: 4.9%;"></div>
<a href="#">Migraine</a>	4.4%	<div style="width: 4.4%;"></div>
<a href="#">Infection</a>	3.5%	<div style="width: 3.5%;"></div>
<a href="#">Sinus Headache</a>	1.2%	<div style="width: 1.2%;"></div>
<a href="#">Rebound Headache</a>	1%	<div style="width: 1%;"></div>
<a href="#">Cluster Headache</a>	0.2%	<div style="width: 0.2%;"></div>

[What do these probabilities mean?](#)

[Links](#)



**akinator**  
.com



Bonjour,  
Moi c'est Akinator.  
Pour débiter une  
partie  
cliquez sur *Jouer*

### Les 10 dernières parties

#### Vous pensiez à J'ai deviné

Caillou	Caillou
Lucile	Lucile
Dr Gregory House	Dr Gregory House
Max Russo	Max Russo
Pluto	Pluto
Shrek	Shrek
Balik	Balik
Johanna	Johanna
Le garçon que vous air	Le garçon que vous ain
Al Capone	Al Pacino

720 personnes jouent actuellement (Max=1200)  
146084765 parties jouées dont 40906 aujourd'hui



## Informations joueur

Votre pseudo :

Votre âge : (\*) (filtrage pour les mineurs)

Vous êtes :  une femme  un homme

(\*) : obligatoire

Jouer

habite-t-il en France ? non  
existe-t-il réellement ? oui  
a-t-il plus de 35 ans ? oui  
est-il décédé ? oui  
est-il français ? non  
est-il un artiste ? oui  
est-il chanteur ? non  
doit-il la célébrité au cinéma ? non  
est-il peintre ? non  
est-il dans le domaine de la musique ? oui  
est-il mort avant l'âge de 60 ans ? non  
a-t-il vécu au 20ième siècle ? en partie  
est-il russe ? oui  
joue-t-il du piano ? oui  
a-t-il écrit des concertos pour Violon ? non  
tenez-vous particulièrement à votre personnage ? oui  
a-t-il déjà été marié ? oui  
apparaît-il sur une photographie mondialement célèbre ? pas vraiment  
porte-t-il des lunettes ? non  
je pense à... Sergueï Rachmaninov OUI !  
... mais c'est aussi le cas de Nicolai Medtner ou Sergueï Bortkiewicz, nettement moins connus.

Question N° 1 :

Votre personnage est-il un garçon ?



Oui



Probablement  
En partie



Ne sais pas



Probablement pas  
Pas vraiment



Non

Corriger réponse



Exemple d'image jamais publiée :  
Google identifie les images similaires  
par leur aspect

The screenshot shows a Google search for an image with the filename 'ident...7\_zoom.jpg'. The search results page displays a grid of 16 similar-looking images, all of which appear to be portraits of men in business attire. The search interface includes the Google logo, the search bar with the image filename, and navigation tabs for Web, Images, Maps, Shopping, and Plus. A message at the top suggests trying a descriptive keyword. The image size is listed as 398 x 538 pixels, and no other sizes were found.

Exemple d'image déjà publiée : Google  
identifie des mots clef associés au  
contexte de l'image et relance une  
recherche

The screenshot shows a Google search for an image with the filename 'ident...t\_25pc.jpg'. The search results page displays a grid of 5 similar-looking images, all of which appear to be portraits of a man in business attire. The search interface includes the Google logo, the search bar with the image filename and the name 'emmanuel chazard', and navigation tabs for Web, Images, Maps, Shopping, and Plus. The image size is listed as 155 x 202 pixels, and no other sizes were found. The search results include a link to 'emmanuel chazard' and a link to 'Emmanuel Chazard - France | LinkedIn'. The search interface also includes a message suggesting trying a descriptive keyword.

# Traduction guidée par l'exemple (apprentissage automatisé)

Linguee

Français ↔ Anglais à á é è ê ë ì í ô ú û ç œ æ

diagnostic de l'infarctus du myocarde

Recherche



Est-ce que vous recherchez : **diagnostic de infarctus du myocarde**

Dictionnaire rédactionnel :

Pas de résultat exact.

Résultats approchants :

**myocarde** *nom, singulier, masculin*

myocardium *n*

**infarctus** *nom, singulier, masculin*

infarction *n*

coronary *n*

infarct *n*

**diagnostic** *nom, singulier, masculin*

diagnosis *n*

diagnose *n*

diagnosing *n*

**de** *préposition*

of *prép*

to *prép*

**de ... à**

from ... to

Exemples de traduction provenant de sources externes pour 'diagnostic de l'infarctus du myocarde'

Français

Anglais

Ce programme modèle repose sur la formation d'ambulanciers paramédicaux au **diagnostic de l'infarctus du myocarde** avec surélévation du segment ST (STEMI), une forme de crise cardiaque [...]

↳ ottawaheart.ca

The Heart Institute model trains advanced care paramedics to **diagnose ST-Elevation Myocardial Infarction (STEMI)**, a major form of heart attack, and route patients [...]

↳ ottawaheart.ca

Alors que nous nous attendions à une augmentation des taux d'incidence des infarctus suite à l'introduction de nouveaux critères pour **le diagnostic de l'infarctus du myocarde en 2000**, il nous a été impossible de déterminer l'étendue de cette augmentation.

↳ genre.com

While we expected an increase in the incidence rates of heart attacks following the introduction of new criteria for the **diagnosis of a myocardial infarct in 2000**, the extent of the increase remained unclear.

↳ genre.com

⚠ Ce paramètre est donc le plus précoce pour **le diagnostic de l'infarctus du myocarde**.

↳ lab-cerba.com

⚠ Myoglobin thus constitutes the **earliest parameter for diagnosis of myocardial infarction**.

↳ lab-cerba.com

⚠ Procédé de **diagnostic de l'infarctus du myocarde** et/ou de stratification du risque du syndrome coronarien aigu, caractérisé en ce que l'on effectue une détermination [...]

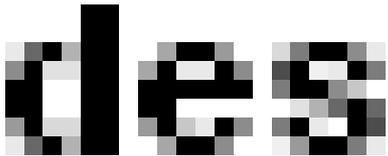
↳ v3.espacenet.com

⚠ Method for the **diagnosis of myocardial infarction or/and for the risk stratification of acute coronary syndrome**, characterized in that at least three markers are [...]

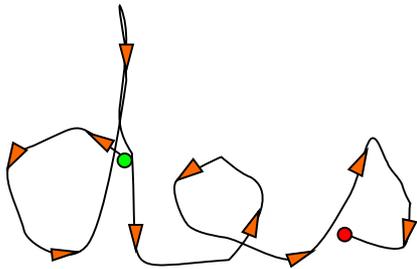
↳ v3.espacenet.com

# Outils de reconnaissance de caractères

- OCR Optical Character Recognition :
  - Texte imprimé numérisé en image matricielle (BITMAP, sans cinétique d'écriture)
  - Transformation automatique en texte éditable
  - Nettement plus difficile si manuscrit



- Reconnaissance de l'écriture sur tablette
  - Texte dessiné en temps réel sur la tablette
  - Texte certes manuscrit, mais information supplémentaire sur la cinétique d'écriture du caractère
  - Eventuellement avec un alphabet modifié

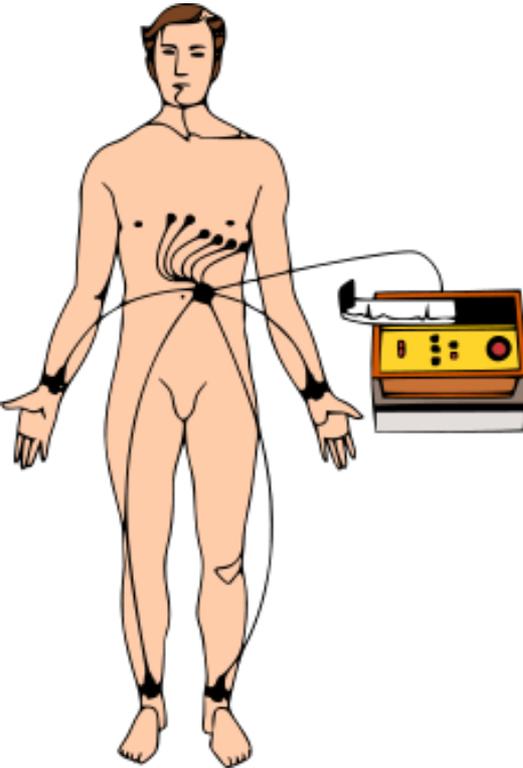


# Autres exemples d'applications courantes de l'AI

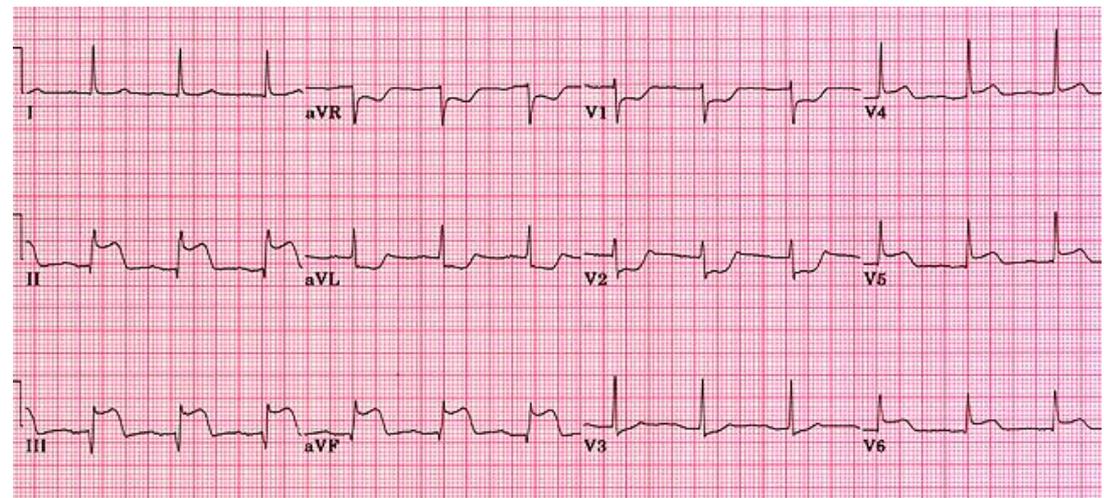
- Linguistiques :
  - Dialogue automatique (ex historique : minitel rose)
  - Traduction automatique (ex : DeepL)
  - Correction orthographique automatique (ex : MS Word)
- Musique :
  - Composition musicale automatique
  - Reconnaissance musicale (ex : Shazam)
- Voix
  - Synthèse vocale
  - Dictée vocale
- Images :
  - Reconnaissance de formes
  - Reconnaissance de visages
- Logistique
  - Guidage GPS
  - Problème du voyageur de commerce
  - Résolution de problèmes d'allocation de ressource, combinatoire, ordonnancement-planification

# Exemple interprétation automatisée des ECG

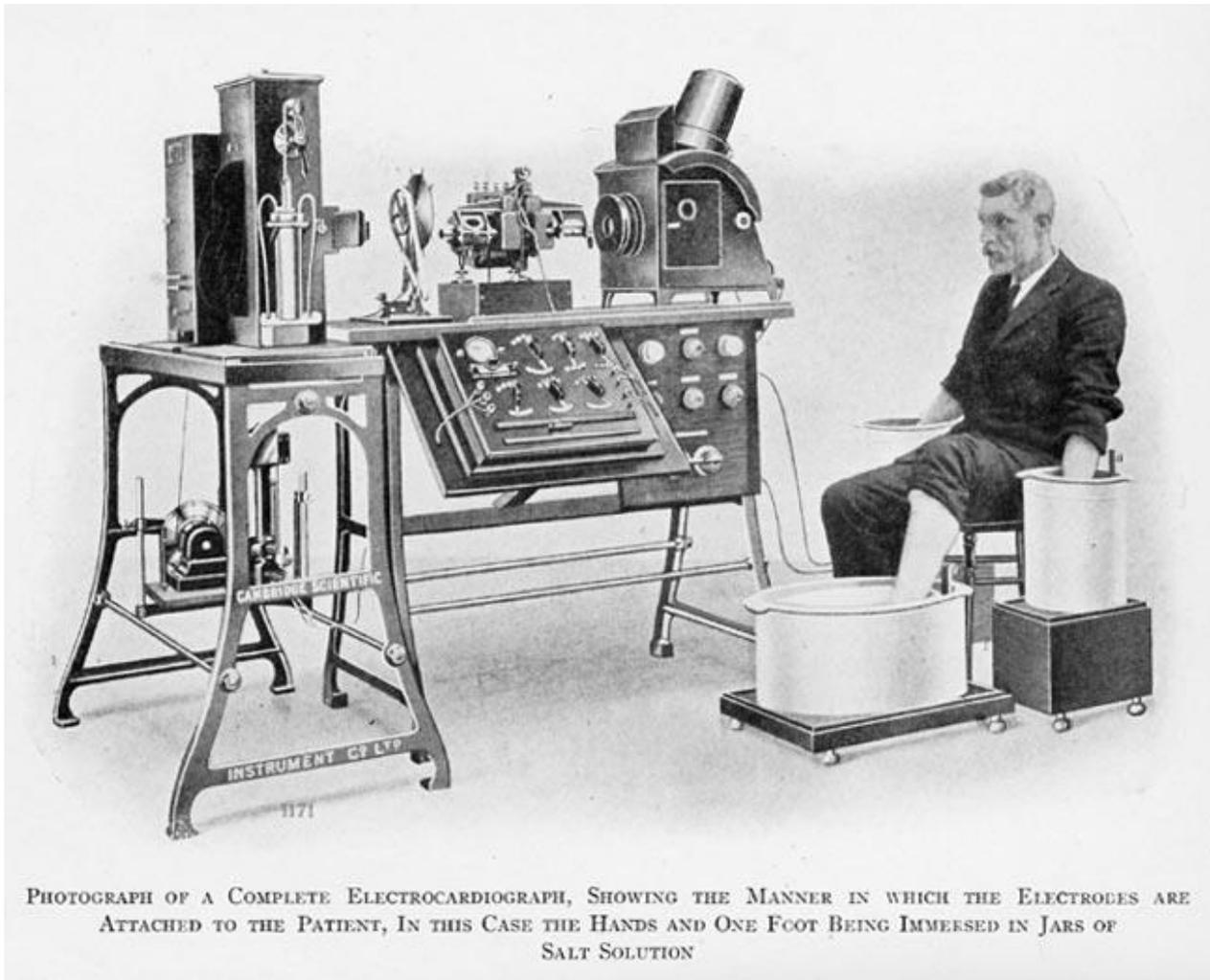
# L'électrocardiographie pour les nuls



- Definition
  - Recording of the electrical activity of the heart
  - Non-invasive exam: usually 10 probes pasted on the skin
  - Routinely used, not expensive
- Outcome:
  - 12 charts of the electric signal of the heart (12 points of view) during a few seconds
  - Complex analysis: cardiologists, few GPs only
  - Immediate diagnosis of some heart diseases (e.g. atrial fibrillation), sometimes with localization (e.g. “acute lateral myocardial infarction”)

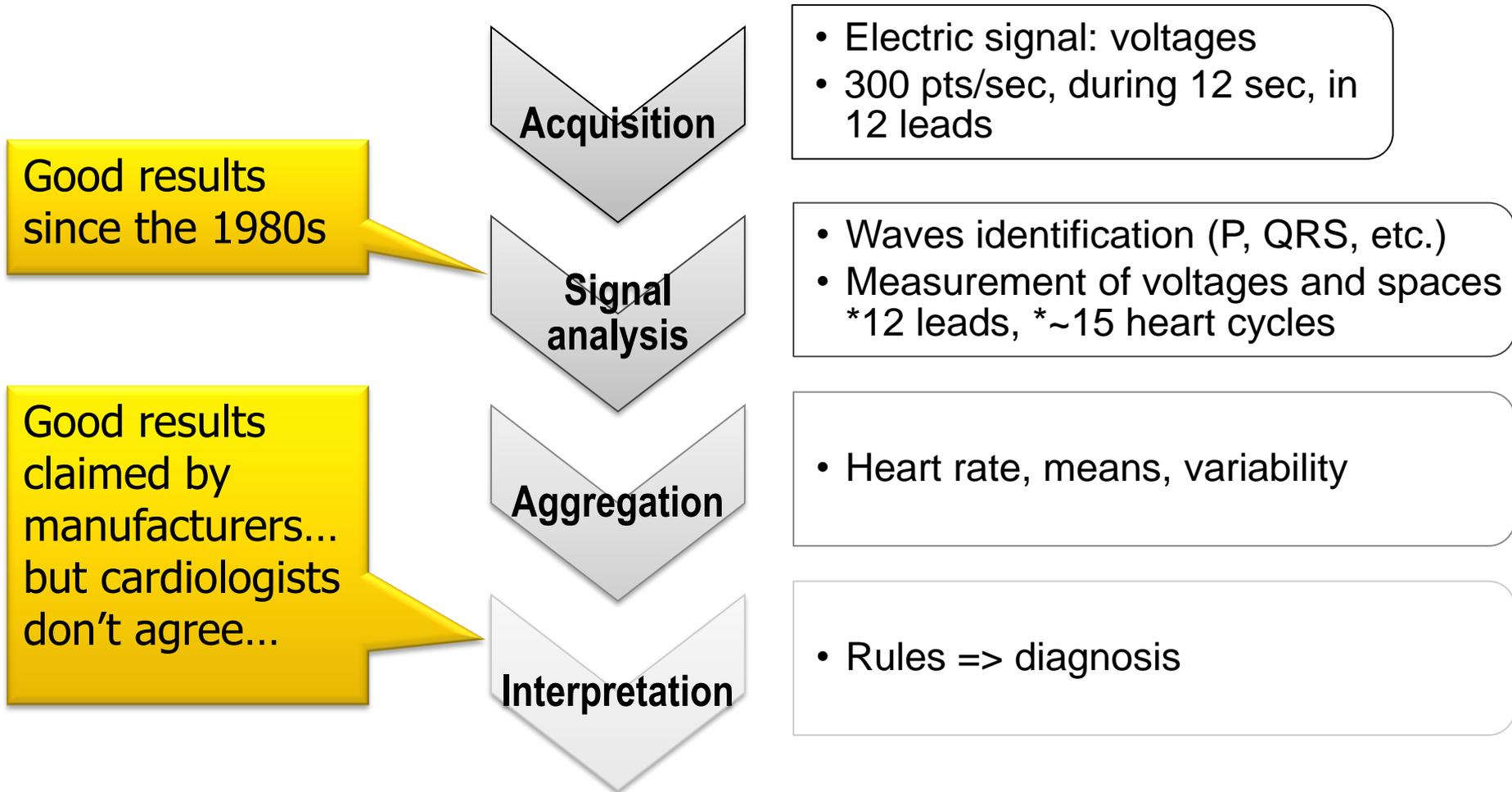


# Willem Einthoven, Leiden, string galvanometer, 1901. Nobel, 1924.



An early commercial ECG device (1911)

# Software for automated ECG interpretation



# Results of the agreement analysis

group	varname	kappa
Global	normal variant	0.004
	error nonfatal	0.098
	permanent pacemaker	0.195
A Morph	left ventricular hypertrophy	0.382
	right ventricular hypertrophy	0.111
A Isch	myocardial infarction	0.267
B Cond	deg1 atrio ventricular block	0.499
	left bundle branch block	0.551
	right bundle branch block	0.706
	wolff parkinson white	0.499
B Repol	repolarization abnormality	0.04
B Rhythm	sinus rhythm	0.428
	sinus bradycardia	0.441
	sinus or supravent tachycardia	0.526
	atrial fibrillation flutter	0.66
	multifocal or ectopic atrial rhythm	0.31
	prem atrial contraction or supraventricular extrasyst	0.27
	junctional rythm normal or acc	-0.002
	ventricular extrasyst	0.401
C	tachycardia	0.56
	bradycardia	0.441
	pr short	0.081
	axis deviation	0.547
	qt long	-0.002

Study : Chazard et al., Glasgow University Interpreter, 900 ECGs with triple review

Agreement between the software and the gold standard (3 cardiologists)

Kappa coefficient:  
 -Random answer:  $k=0$   
 -Full agreement:  $k=1$

# This was before... or?

The screenshot shows a web browser window with the following elements:

- Top Bar:** "LUSINENNOUVELLE" logo and "Partager la page" link.
- Browser Address Bar:** "Non sécurisé | west-web-valley.fr/meilleur-cardiologue-monde-".
- Browser Tabs:** "Spam - emma", "Google Agenc...", "yann fleureau", "Décrypteur d...", "Le meilleur ca...", "No items four...".
- Browser Bookmarks:** Applications, Bookmarks, G, 20, M, FB, Loisirs, CHRUL, films, académique, achats.
- PubMed Page:** "NCBI Resources How To Sign in to NCBI". Search bar contains "Author". Search results show "Items: 0" and "No documents match your search terms".
- Search Details:** "[All Fields] AND Y[Author]".
- Recent Activity:** Three search entries for PubMed.

va traquer

Grandir Ma vie d'entre

de lever 5,3  
r dans sa phase  
que.

Et pour .....  
matin ne doit pas  
*notre technologie, des  
le source de motivation.* »  
d'obtenir une  
r son produit aux États-

# How can some manufacturers and researchers claim to obtain good results?

- Example of evaluation biases:
  - Using computer-simulated ECGs
  - Present the “observed agreement coefficient” (not honest: always good for rare diseases)
  - The physicians first read the output, and say if they agree or not
  - The software is evaluated by its creators
  - Rarely peer-reviewed scientific papers, mostly technical reports that cannot be validated by researchers’ community
  - Use non-representative samples:

- Study:

50% normal

50% studied disease

- Real life:

50% normal

49% other diseases

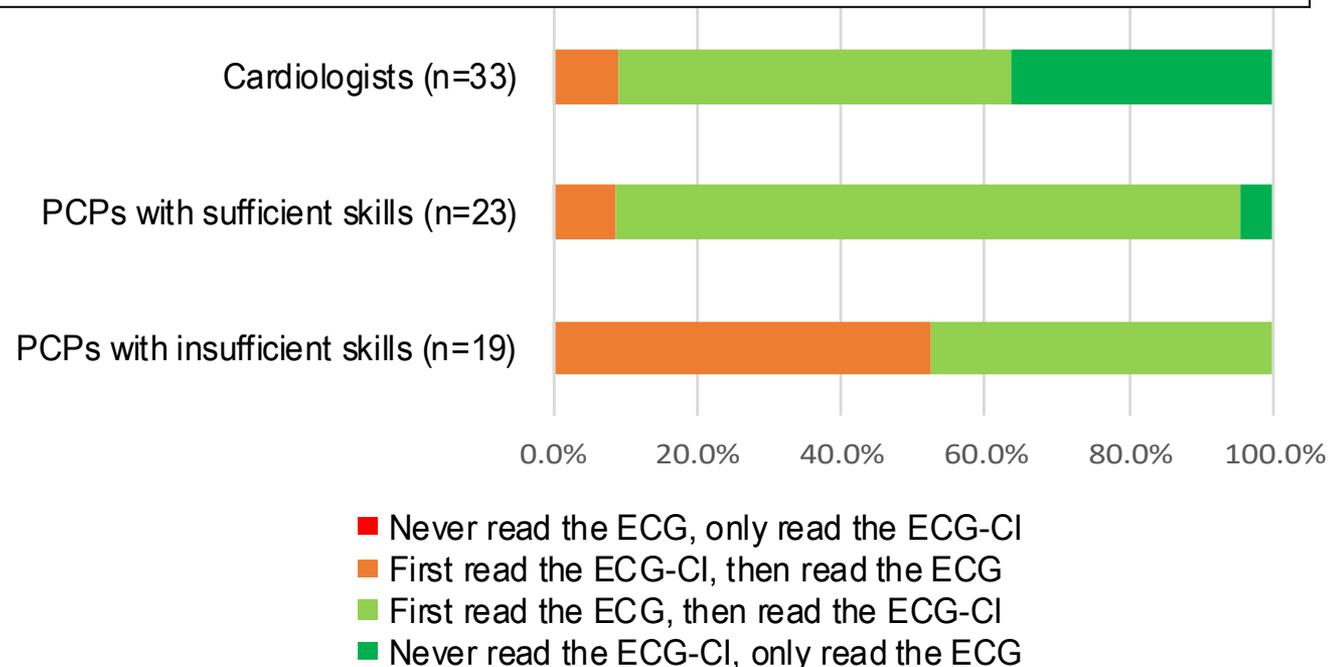
1% studied disease

# Malheureusement, certains médecins ont une confiance excessive dans ces interpréteurs...

- 225 médecins français interrogés :

	Med Gé (n=154)	Cardiologues (n=71)
Se jugent aptes à interpréter des ECG	36.7%	94.2%
Ont un appareil à ECG au cabinet	49.4%	100%

- Parmi eux, 75 ont un interpréteur automatisé d'ECG:

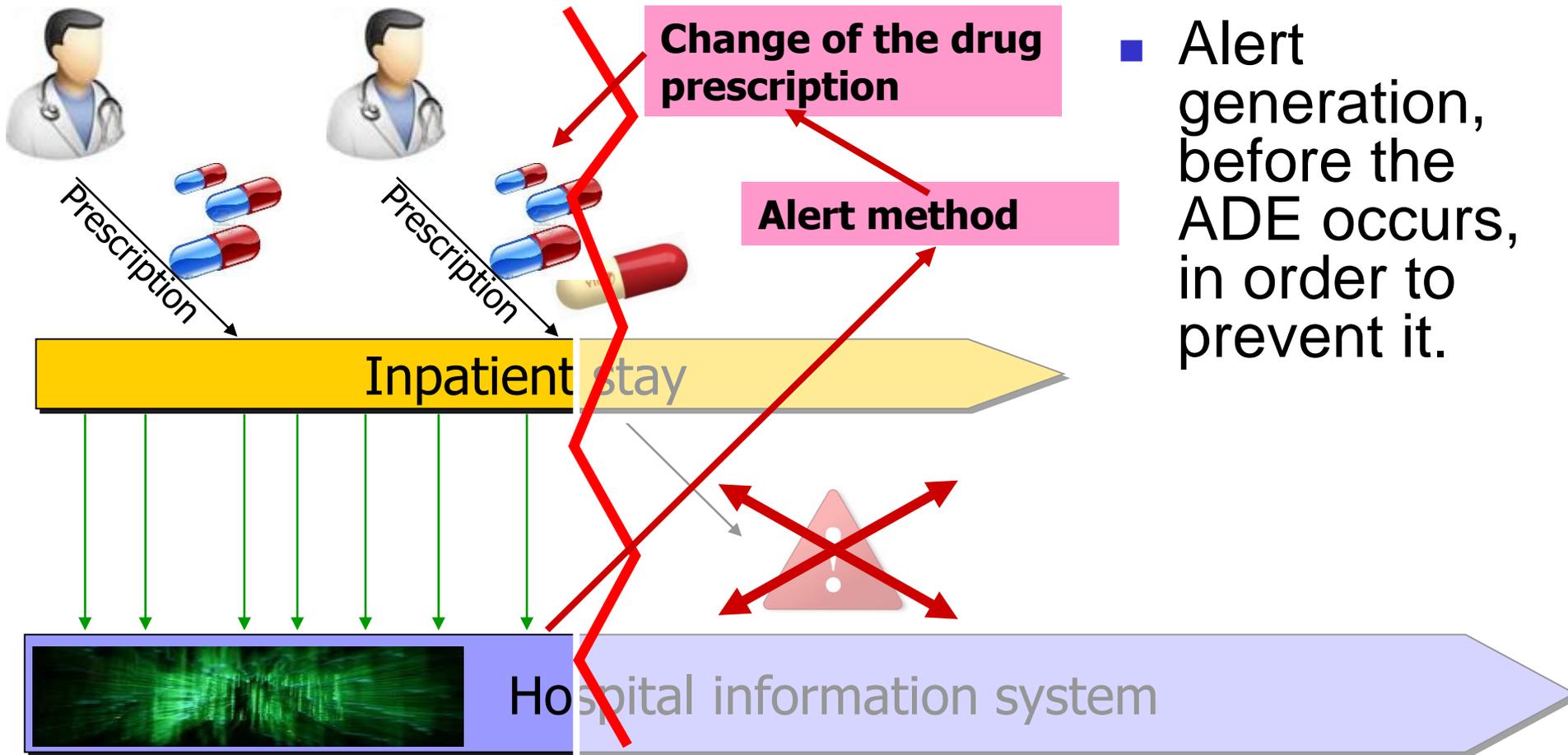


# Exemple aide à la prescription médicamenteuse

# Adverse drug events

- ADEs = Adverse Drug Events
- Several definitions. Institute of Medicine (2007):
  - “An injury resulting from the use of a drug”
  - “An injury due to medication management rather than the underlying condition of the patient”
- Epidemiological data:
  - 98,000 deaths per year in the US
  - An ADE would occur in 5-9% of inpatient stays
- Two fields of research:
  - Prospective ADE prevention
  - Retrospective ADE detection

# Prospective prevention of ADEs



# Definitions

- CPOE:
  - computerized physician order entry
  - process of electronic entry of medical practitioner instructions for the treatment of (hospitalized) patients
- CDSS:
  - Clinical decision support system
  - Health information technology system that is designed to provide physicians and other health professionals with clinical decision support
  - Often based on level 1 artificial intelligence (rules)
- CPOE + CDSS = the “obvious” solution for adverse drug events prevention?

# CDSS & CPOE: Over-alerting, alerte-fatigue => poor clinical efficiency!

- **Over-alerting**: too numerous and inappropriate alerts
- Alerts interrupt the clinicians' workflow and induce **alert-fatigue**
  - Too many alerts
  - => time and mental energy consumption
  - => a mental state whereby users start ignoring critical alerts along with those that may be clinically insignificant
- May prevent CDSS from improving patient safety
- Alert override:
  - **up to 96% of alerts** are overridden by prescribers
  - But alert override is **often inappropriate**, and is sometimes followed by actual ADEs

## Administrative data

88 years old woman

## Diagnoses

- I10 Arterial hypertension
- Z8671 Personal history of myocardial ischemia
- I620 Non-traumatic subdural hemorrhage

## Medical procedures

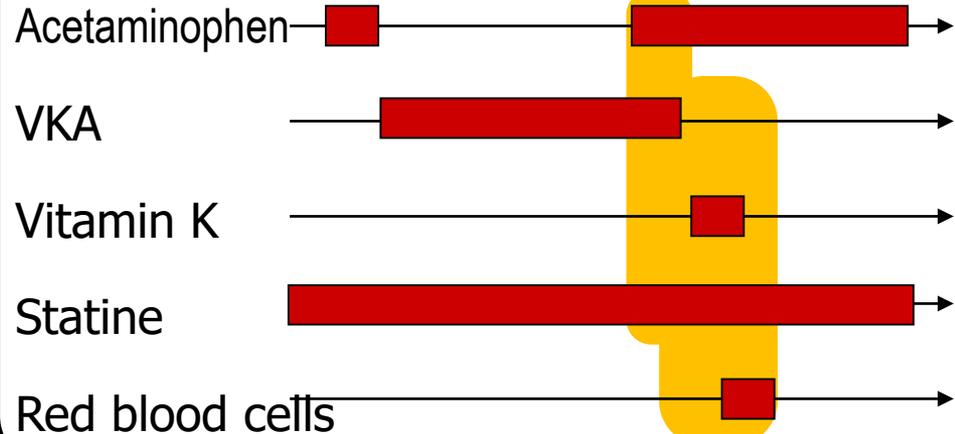
- ABJA002 Drainage of an acute subdural hemorrhage, by craniotomy
- FELF001 Transfusion

## Free-text reports

Discharge letter

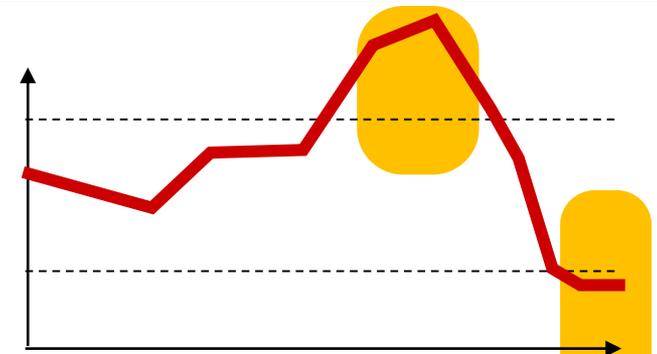
Surgical report

## Drugs



## Laboratory results

INR

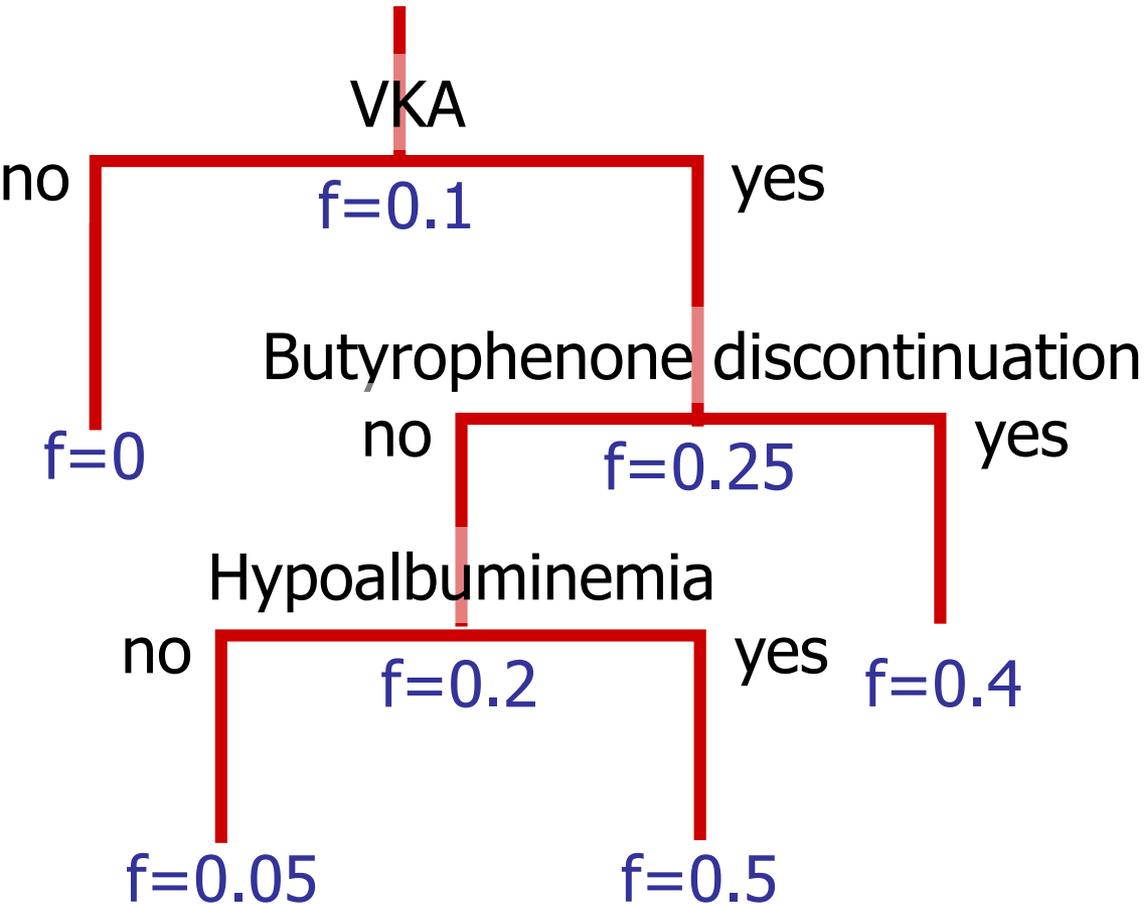


Hemoglobin



# Artificial intelligence

## Example of decision tree



- VKA= vitamin K antagonists (anticoagulant)
- INR= international normalized ratio. Evaluates VKA activity
- $INR > 5 \Rightarrow$  risk of hemorrhage
- **The tree attempts to explain  $INR > 5$**

# For each ADE detection rule, contextualized statistics are computed in each setting

**Rule:** vitamin K antagonist & amoxicilline&clav.ac. & age  $\geq 70$   $\rightarrow$  appearance of high INR (INR $\geq 5$ )

Department	Confidence (PPV)	Support (frequency)	Median delay	Relative risk	Fisher's test P value
X all departments	10/57=17.5%	10/5322=1.9‰	6.5j	13.38	0
Department	Confidence (PPV)	Support (frequency)	Median delay	Relative risk	Fisher's test P value
<b>X all dpts</b>	<b>10/57=17.5%</b>	<b>10/5322=1.9‰</b>	<b>6.5j</b>	<b>13.38</b>	<b>0</b>
X medicine B	3/17=17.7%	3/966=3.1‰	3j	9.31	0.005
X pneumology	5/28=17.9%	5/818=6.1‰	11j	6.41	0.0016
Y all departments	1/10=10%	1/11923=0.1‰	6j	33.09	0.0306
Y apoplexy	No stay matches the conditions				
Y cardio & endocrinology	1/2=50%	1/1967=0.5‰	6j	51.71	0.0202
Y geriatrics	0/2=0%	0/493=0‰		0	1
Y gynecology	No stay matches the conditions				
Y intensive care unit	No stay matches the conditions				
Y internal medicine	0/5=0%	0/1514=0‰		0	1
Y obstetrics	No stay matches the conditions				
Y orthopedics	No stay matches the conditions				
Y rheumatology	No stay matches the conditions				
Y urology	No stay matches the conditions				
Z all departments	0/1=0%	0/1022=0‰		0	1
W all departments	0/8=0%	0/7685=0‰		0	1

**Comment:**

- Les pénicillines augmentent le risque hémorragique sous AVK.
- Une augmentation de l'activité des anti-vitamine K peut être observée chez les patients traités par pénicillines. Le risque hémorragique est accru. Ref : thésaurus IAM-AFSSAPS juin 2009.
- En cas de prise de pénicillines, la posologie des AVK sera adaptée et la surveillance clinique et biologique accrue.

# Prospective prevention of ADEs

## Our contextualized approach

- E.g. VKA & PPI → risk of hemorrhage
- Usual implementation of alerts:

Medical unit A	Medical unit B	Medical unit C
VKA & PPI → <b>interruptive alert</b>		

- PSIP's contextualized implementation of alerts:

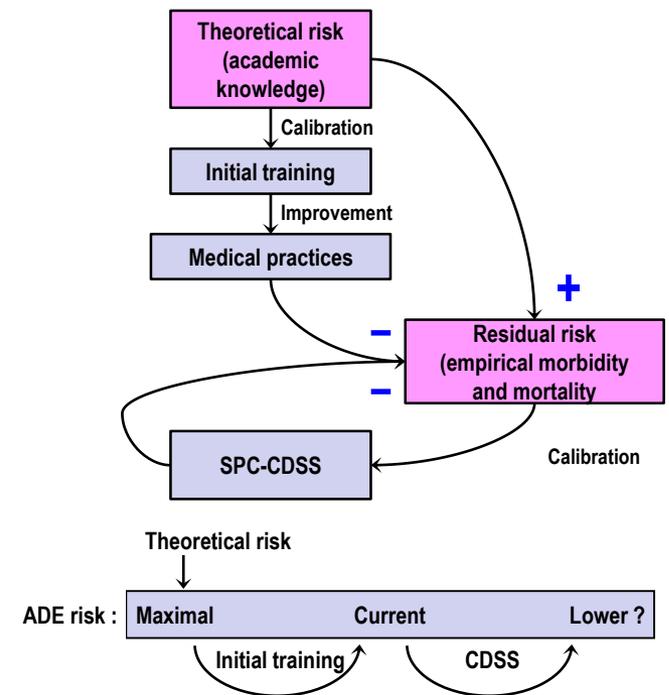
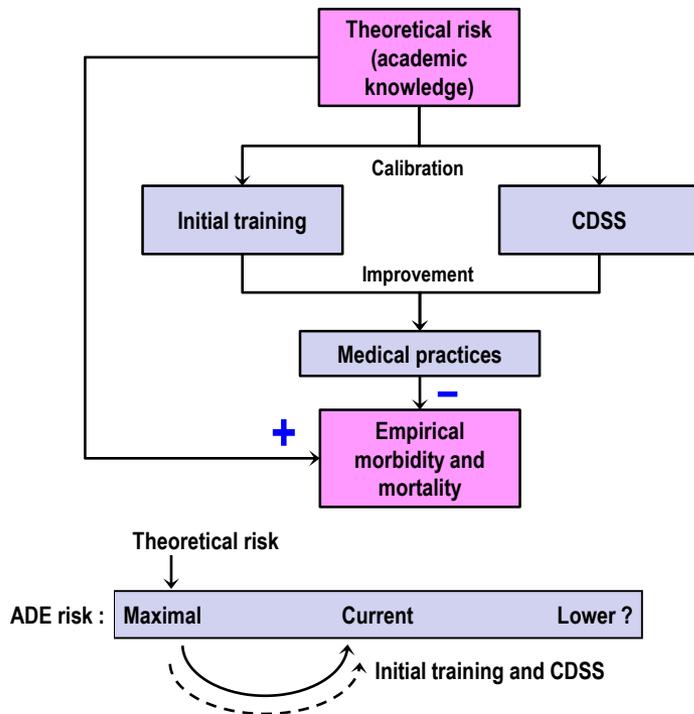
Medical unit A	Medical unit B	Medical unit C
Empirical probability=10% VKA&PPI→ <b>interruptive alert</b>	Empirical probability=0.01% VKA&PPI→ <i>silent or non-interruptive alert</i>	Unseen circumstances VKA&PPI→ <b>interruptive alert</b>

- ... and “personalized medicine”!

Unless age > 70

# Toward a new paradigm for ADE prevention?

- Mixed results of ADE prevention by alert systems:
  - Over-alerting, poor positive predictive value
  - Alert fatigue, poor alert acceptance, even when appropriate
  - Poor clinical impact (except dose computation in pediatrics)
- Hypothesis: let's calibrate CDSS on the empirical risk, and not the theoretical risk!



# La machine peut-elle un jour dépasser l'Homme ?



*Épreuve d'essai.*

*HS*

« la peau de l'Ours », Pierre Soulages

**Alors elle devra se dépêcher !**

