

# Cardiologie

## Sciences des données en médecine

## Intelligence artificielle



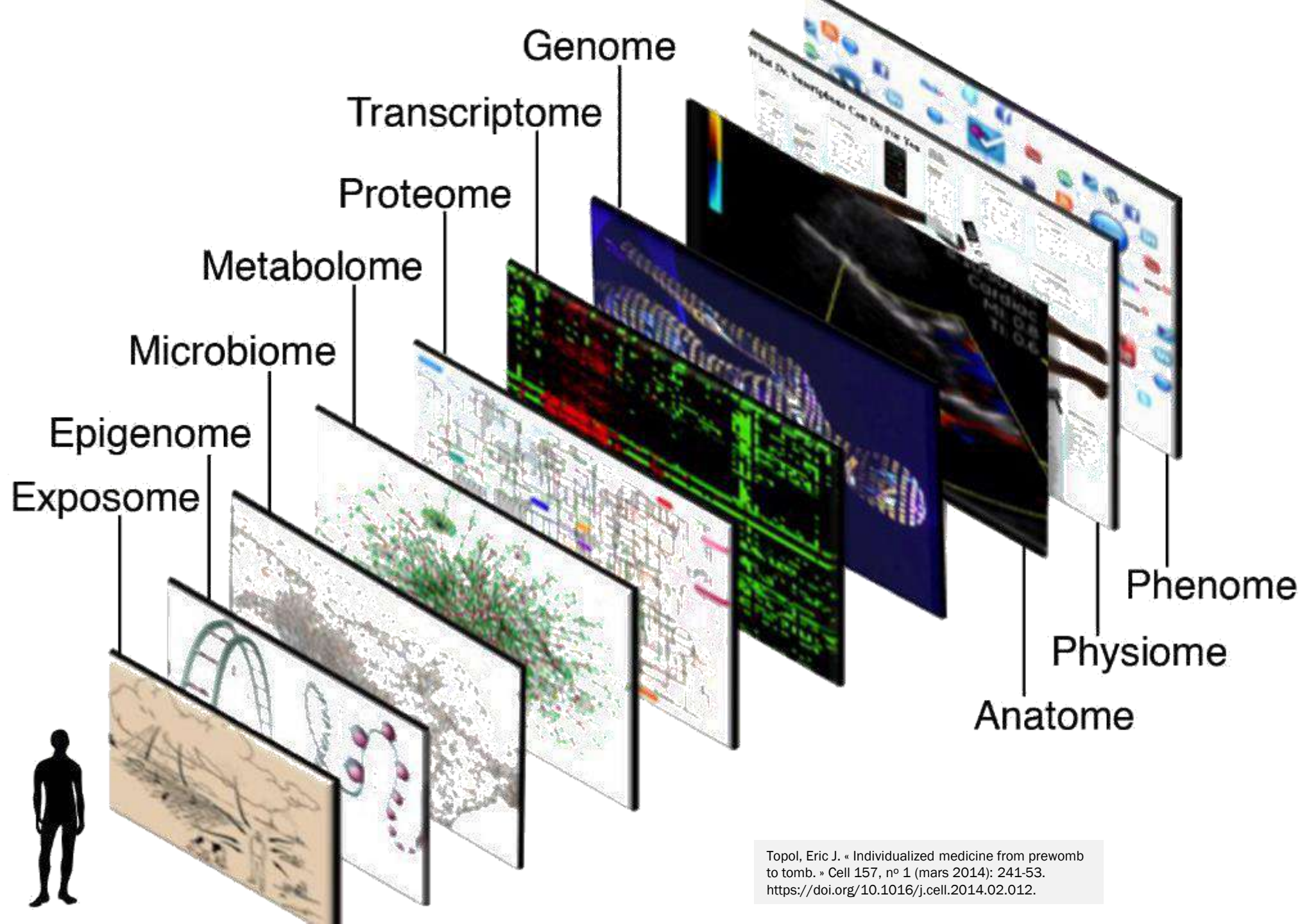
Hôpitaux  
Universitaires  
Genève

Christian Lovis  
Sciences de l'Information Médicale



**UNIVERSITÉ  
DE GENÈVE**

Faculté de médecine



## Médecine prédictive

- Prédiction d'une maladie et/ou de son évolution

## Médecine de précision

- Recommandations de traitement personnalisé

## Aide à la décision

- Diagnostique et thérapeutique
- Supports des patients en télémédecine

## Robot

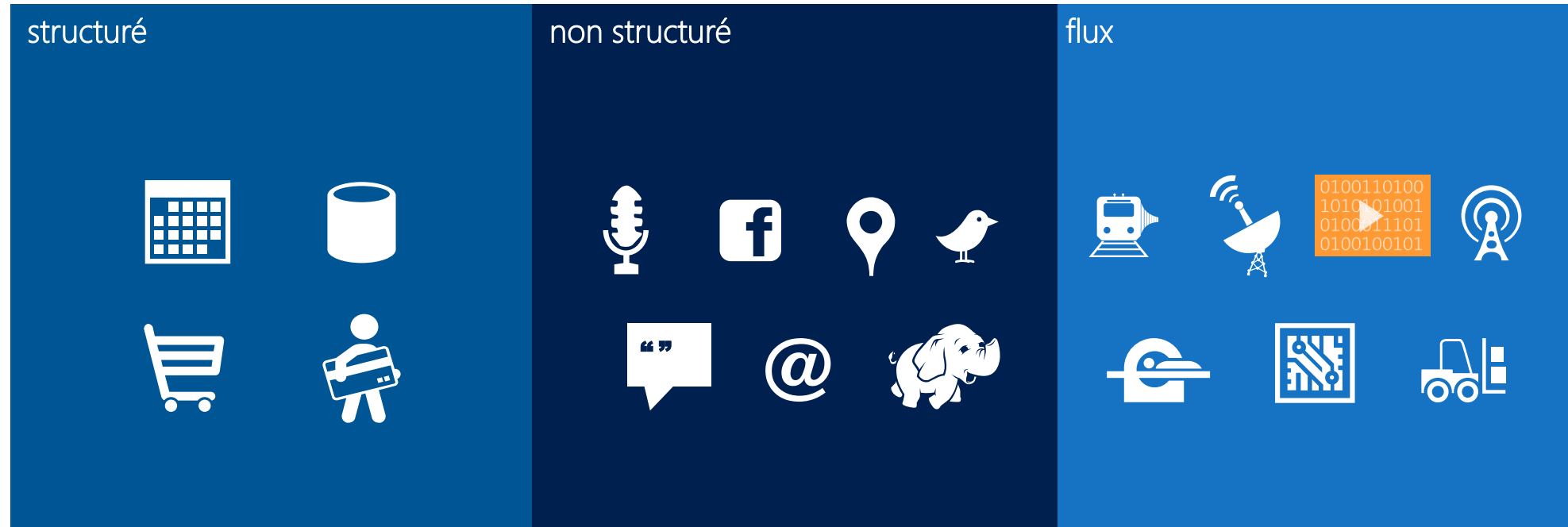
- Robots compagnons et interventions robotisées

## Prévention

- Anticipation d'une épidémie
- pharmacovigilance

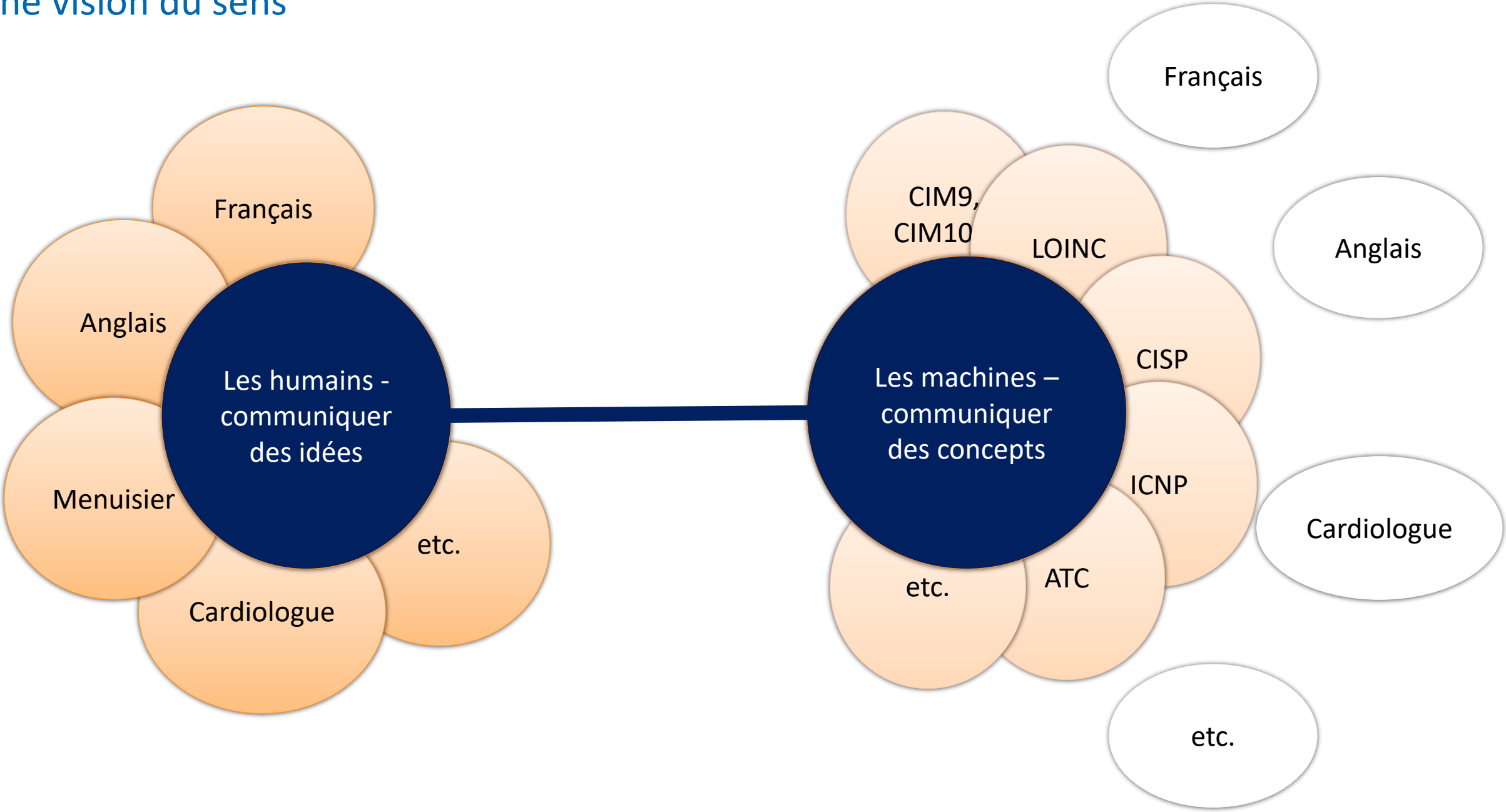
## Connaissance

- Mise à jour des connaissances
- Résumés automatiques
- Recherche assistée et autonome



- ▶ big Data = toutes les données
- ▶ la qualité varie avec le temps, apprendre à la décrire plutôt que l'augmenter
- ▶ les données sont en flux continus

# Une vision du sens



# La réalité de source hétérogènes

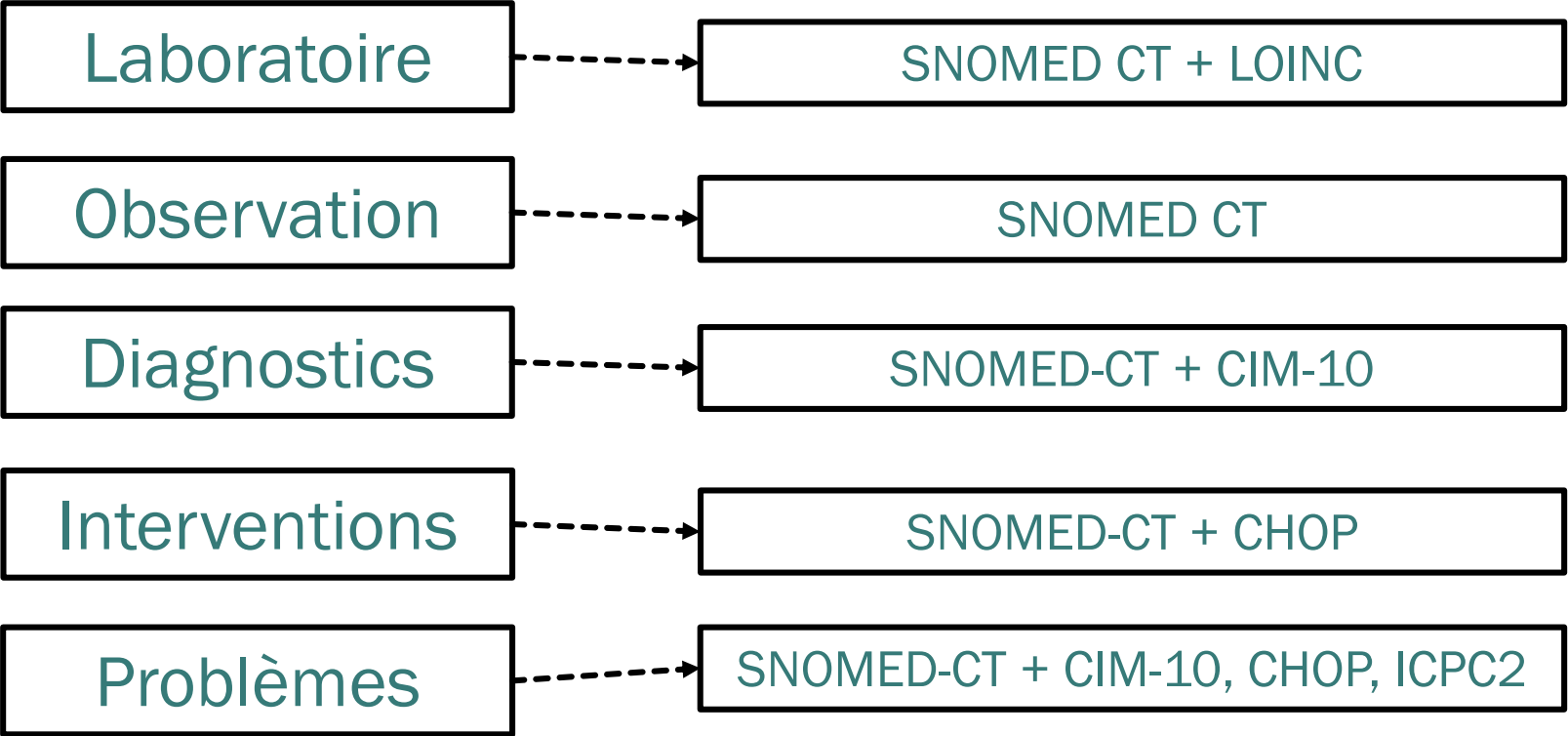
```
"key" : "pv.ventilation.ohd",  
"datas" : [  
  {  
    "subkey" : "FI02",  
    "value_str" : "25",  
    "value" : 25.0,  
    "unit" : "%"  
  }  
]
```

oxygénothérapie à haut débit, FI02 :  
25%

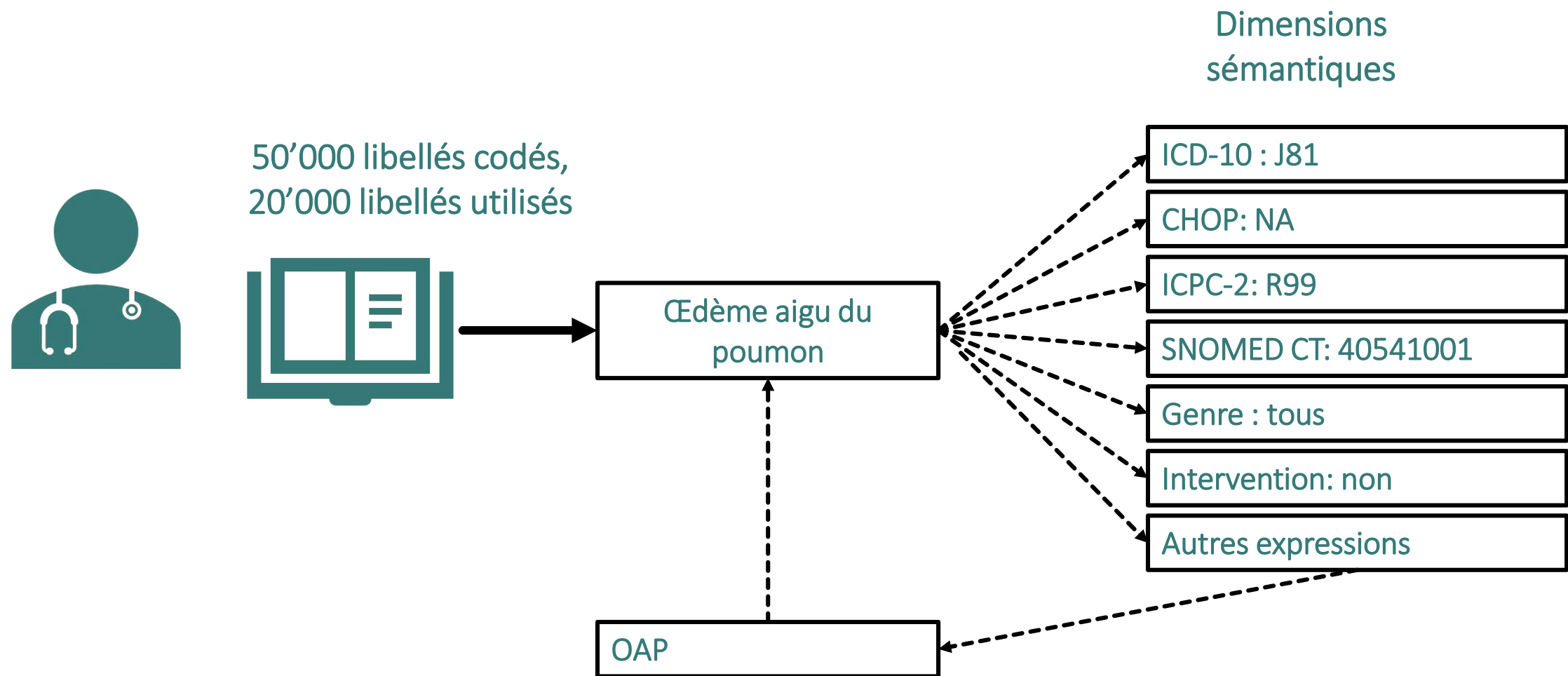
```
{  
  "analyse_label" :  
    "G-Fraction d'oxyhémoglobine dans l'hémoglobine total du sang",  
  "value_str" : "86.7",  
  "value" : 86.7,  
  "material_label" : "sgc",  
  "material_label_long" : "sang capillaire",  
  "dosage_label" : "G-Sgc-oxyhémoglobine",  
  "material_code" : "1561",  
  "dosage_code" : "52700",  
  "analyse_code" : "10733",  
  "unit_of_measure" : "%",  
}
```

|          |                 |
|----------|-----------------|
| Analyse  | Oxyhémoglobine  |
| Matériel | Sang capillaire |
| Unité    | %               |
| Valeur   | 86.7            |

# Métadonnées multi-dimensionnelles



# Le sens du problème du patient



# Unifier les cibles sémantiques

| Lieu                | Date       | Titre                                                                | Source    | Résumé                                                                    | SNOMED-CT                                                                                                                                      |
|---------------------|------------|----------------------------------------------------------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Genève-<br>Anemasse | 2020-03-17 | Le Léman Express réduit son offre                                    | 24 heures | Mesure de prévention - transport public - train - offre diminuée - Genève | 169443000   Preventive procedure (procedure)  + 62193008   Railway train, device (physical object)  + 1250004   Decreased (qualifier value)  + |
| Cugy                | 2020-03-18 | 14 personnes contaminées dans un même chœur                          | 24 heures | Cluster - chœur                                                           | 409520002   Geographical cluster (qualifier value)                                                                                             |
| Vaud                | 2020-03-18 | Les adolescents vaudois sortent en masse pour profiter du beau temps | 24 heures | Comportement à risque - adolescents                                       | 112082005   Inappropriate behavior (finding)  + 78648007   At risk for infection (finding)  + 133937008   Adolescent (person)                  |

FEATURE

"Deep learning advances in health care ultimately has to be driven by clinicians and has to be patient-centred...We need to know this is not magic."

# Automated deep learning design for medical image classification by health-care professionals with no coding experience: a feasibility study



Livia Faes\*, Siegfried K Wagner\*, Dun Jack Fu, Xiaoxuan Liu, Edward Korot, Joseph R Ledsam, Trevor Back, Reena Chopra, Nikolas Pontikos, Christoph Kern, Gabriella Moraes, Martin K Schmid, Dawn Sim, Konstantinos Balaskas, Lucas M Bachmann, Alastair K Denniston, Pearse A Keane



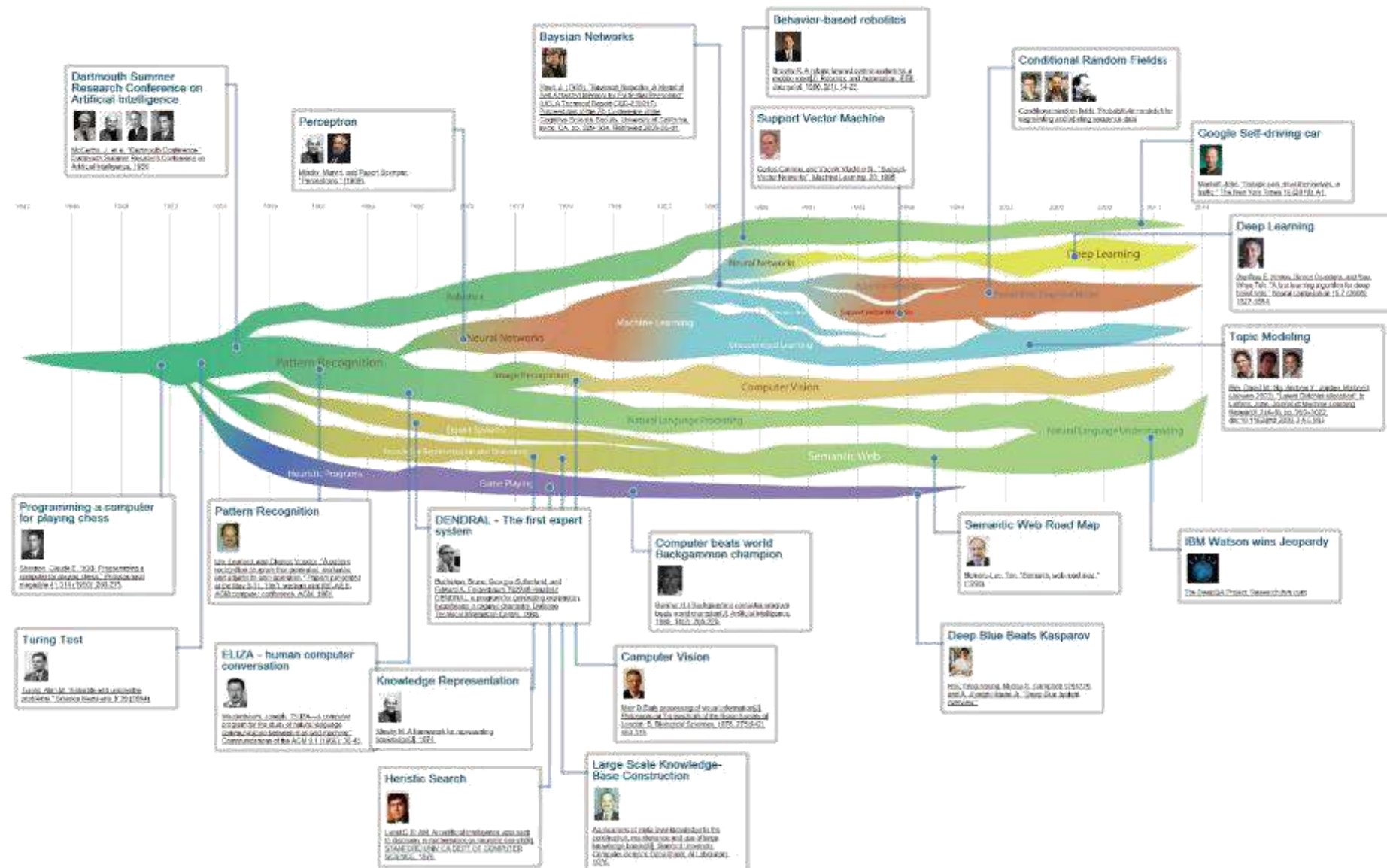
## Summary

**Background** Deep learning has the potential to transform health care; however, substantial expertise is required to train such models. We sought to evaluate the utility of automated deep learning software to develop medical image diagnostic classifiers by health-care professionals with no coding—and no deep learning—expertise.

*Lancet Digital Health* 2019;  
1: e232–42

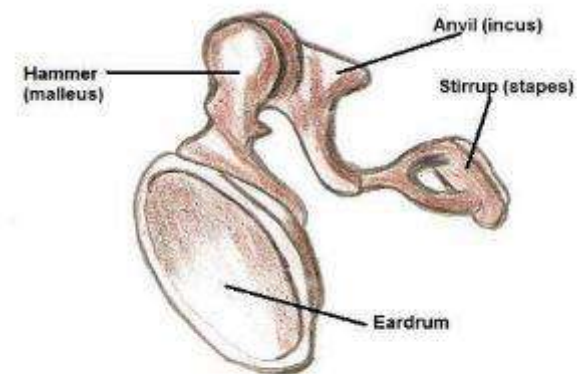
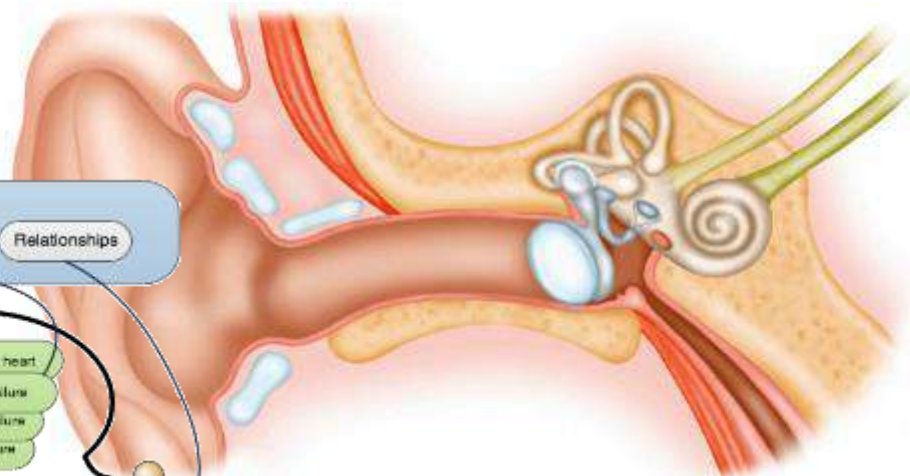
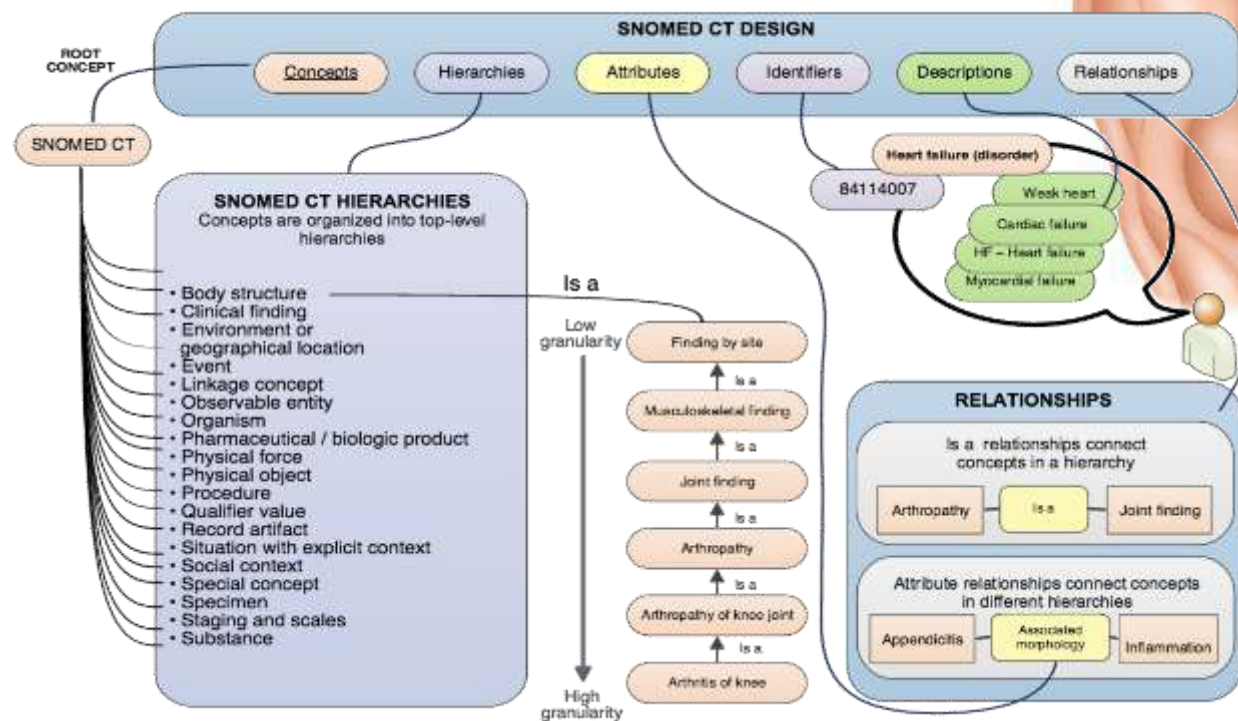
See [Comment](#) page e198

\*Correspondence to: Livia Faes



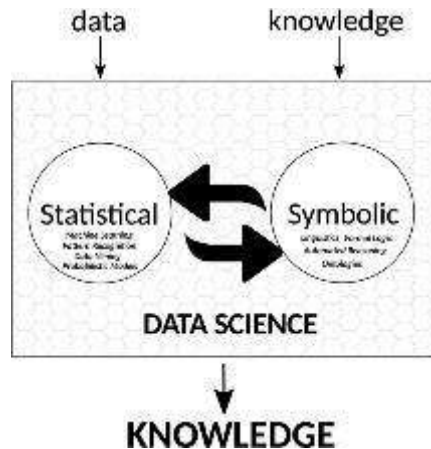
# SNOMED CT

The global language of healthcare



L'enclume est un os  
Un os peut se fracturer

L'enclume peut se fracturer



Hoehndorf R, Queralto-Rosinach N. Data Science and symbolic AI: Synergies, challenges and opportunities. Data Science. 2017 Jan 1;1(1-2):27-38.

## Preuve ontologique de Gödel

argument formel de logique modale du mathématicien Kurt Gödel (1906-1978) pour l'existence de Dieu.

L'idée de l'argument remonte à Anselme de Cantorbéry (1033-1109) et a été reprise par Gottfried Leibniz (1646-1716).

$$\text{Ax. 1. } P(\varphi) \wedge \Box \forall x [\varphi(x) \rightarrow \psi(x)] \rightarrow P(\psi)$$

$$\text{Ax. 2. } P(\neg\varphi) \iff \neg P(\varphi)$$

$$\text{Th. 1. } P(\varphi) \rightarrow \Diamond \exists x [\varphi(x)]$$

$$\text{Df. 1. } G(x) \iff \forall \varphi [P(\varphi) \rightarrow \varphi(x)]$$

$$\text{Ax. 3. } P(G)$$

$$\text{Th. 2. } \Diamond \exists x G(x)$$

$$\text{Df. 2. } \varphi \text{ ess } x \iff \varphi(x) \wedge \forall \psi \{ \psi(x) \rightarrow \Box \forall y [\varphi(y) \rightarrow \psi(y)] \}$$

$$\text{Ax. 4. } P(\varphi) \rightarrow \Box P(\varphi)$$

$$\text{Th. 3. } G(x) \rightarrow G \text{ ess } x$$

$$\text{Df. 3. } E(x) \iff \forall \varphi [\varphi \text{ ess } x \rightarrow \Box \exists y \varphi(y)]$$

$$\text{Ax. 5. } P(E)$$

$$\text{Th. 4. } \Box \exists x G(x)$$

Où  $\Diamond A$  signifie « A est possible » et où  $\Box A$  signifie « A est nécessaire ».

[https://fr.wikipedia.org/wiki/Preuve\\_ontologique\\_de\\_G%C3%B6del](https://fr.wikipedia.org/wiki/Preuve_ontologique_de_G%C3%B6del)

## Définitions

- Définition 1 :  $x$  est divin (propriété que l'on note  $G(x)$ ) si et seulement si  $x$  contient comme propriétés essentielles toutes les propriétés qui sont positives et seulement celles-ci.
- Définition 2 :  $A$  est une essence de  $x$  si et seulement si pour chaque propriété  $B$ , si  $x$  contient  $B$  alors  $A$  entraîne nécessairement  $B$ .
- Définition 3 :  $x$  existe nécessairement si et seulement si chaque essence de  $x$  est nécessairement exemplifiée.

## Axiomes

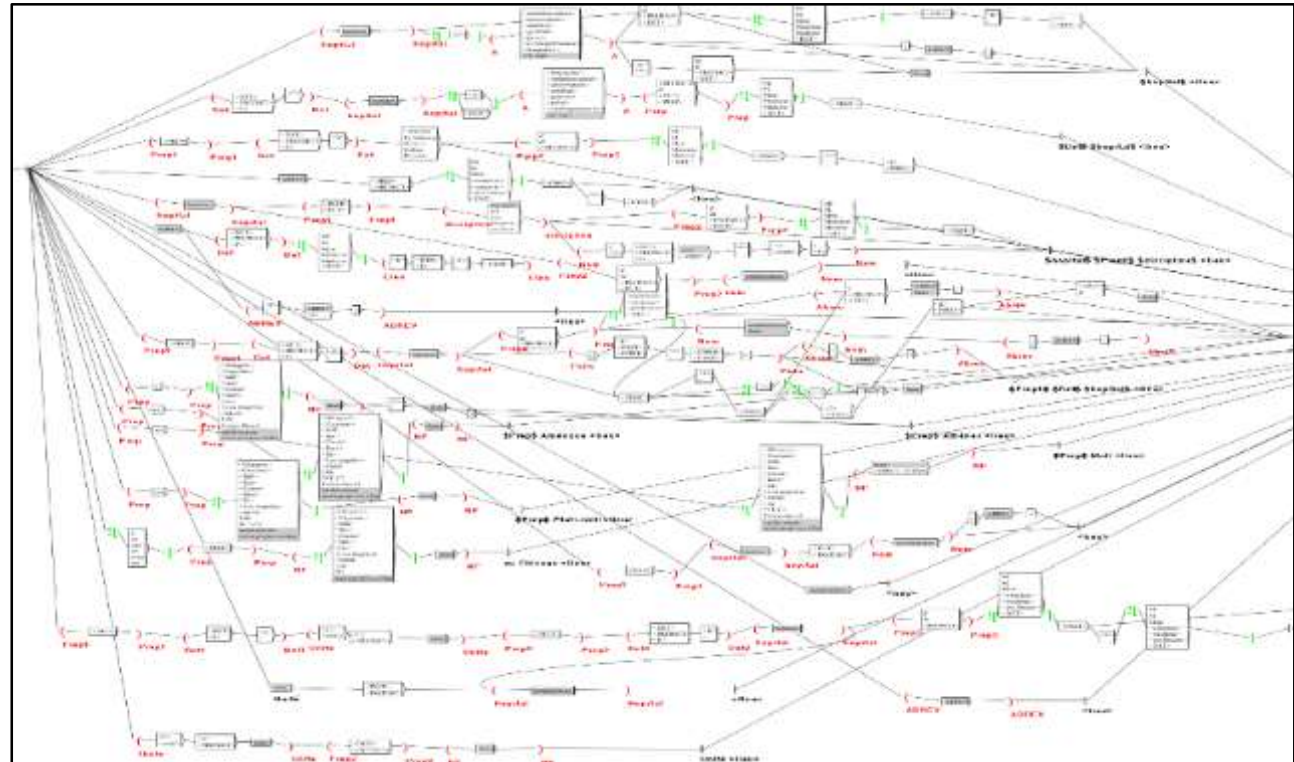
- Axiome 1 : Toute propriété strictement impliquée par une propriété positive est positive.
- Axiome 2 : Une propriété est positive si et seulement si sa négation n'est pas positive.
- Axiome 3 : La propriété d'être divin est positive.
- Axiome 4 : Si une propriété est positive, alors elle est nécessairement positive.
- Axiome 5 : L'existence nécessaire est positive.

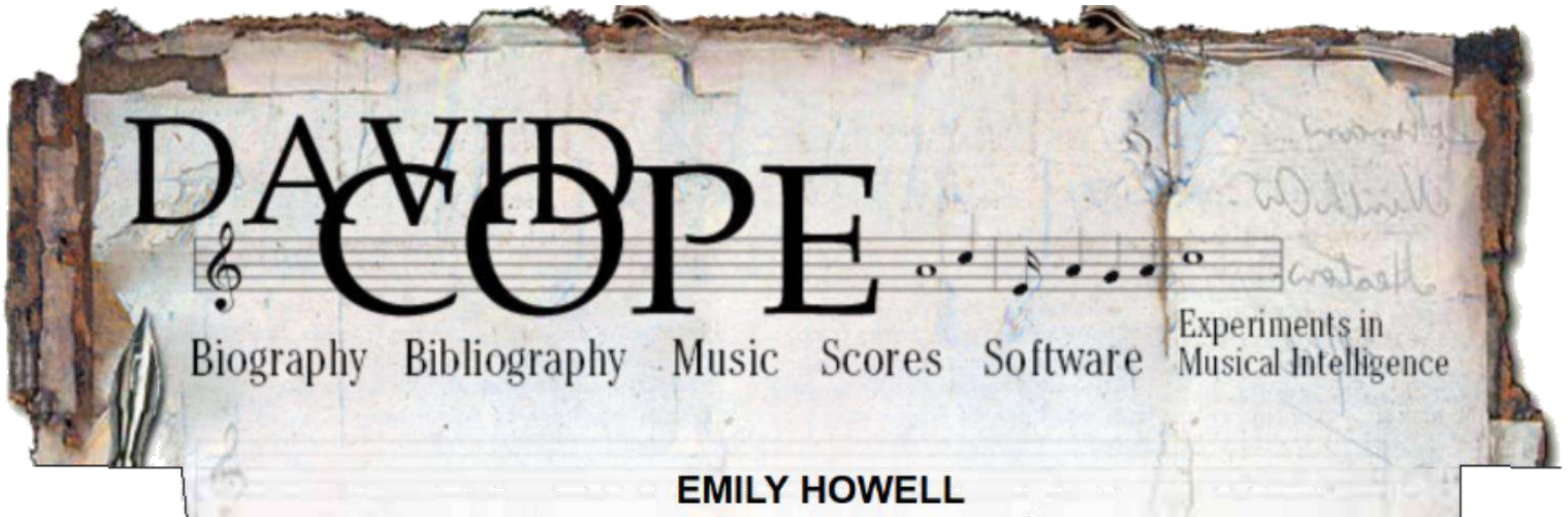
## Déductions

- Théorème 1 : Si une propriété est positive, alors elle est possiblement exemplifiée.
- Théorème 2 : La propriété d'être divin est possiblement exemplifiée.
- Théorème 3 : Si  $x$  est divin, alors la propriété d'être divin est une essence de  $x$ .
- Théorème 4 : La propriété d'être divin est nécessairement exemplifiée.



- Représentation de règles, guidelines, etc...
- Langage descriptif formel





EMILY HOWELL

Bach style chorale



Emmy Vivaldi



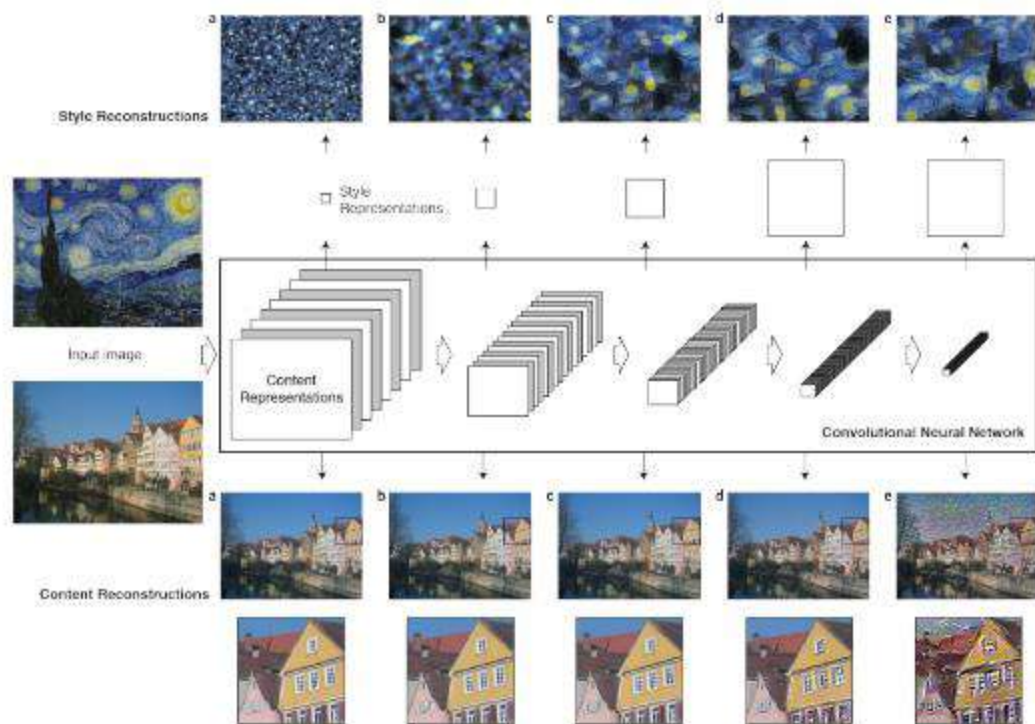
Emmy Beethoven beg 2



Intelligence artificielle en musique

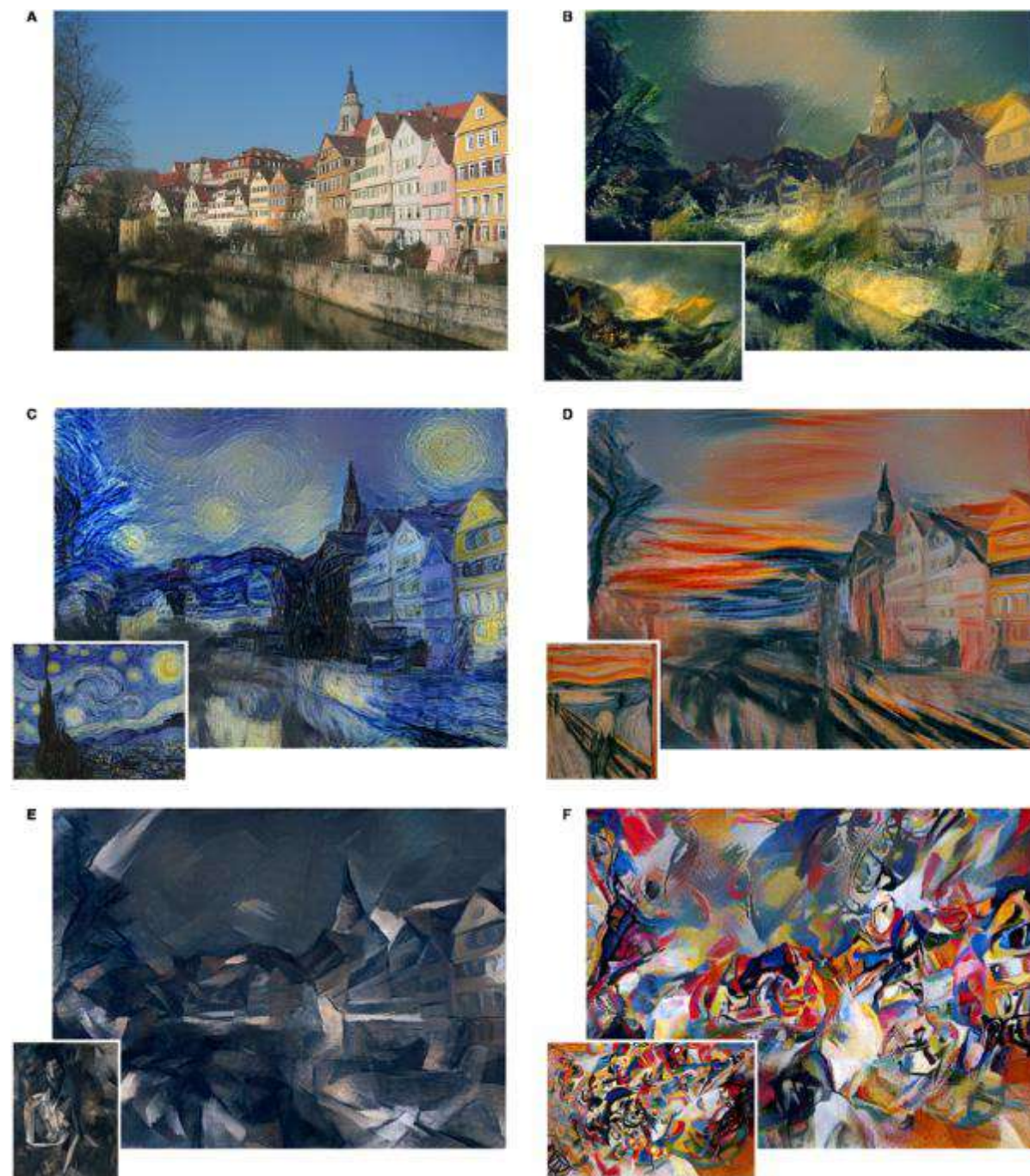
Expériences

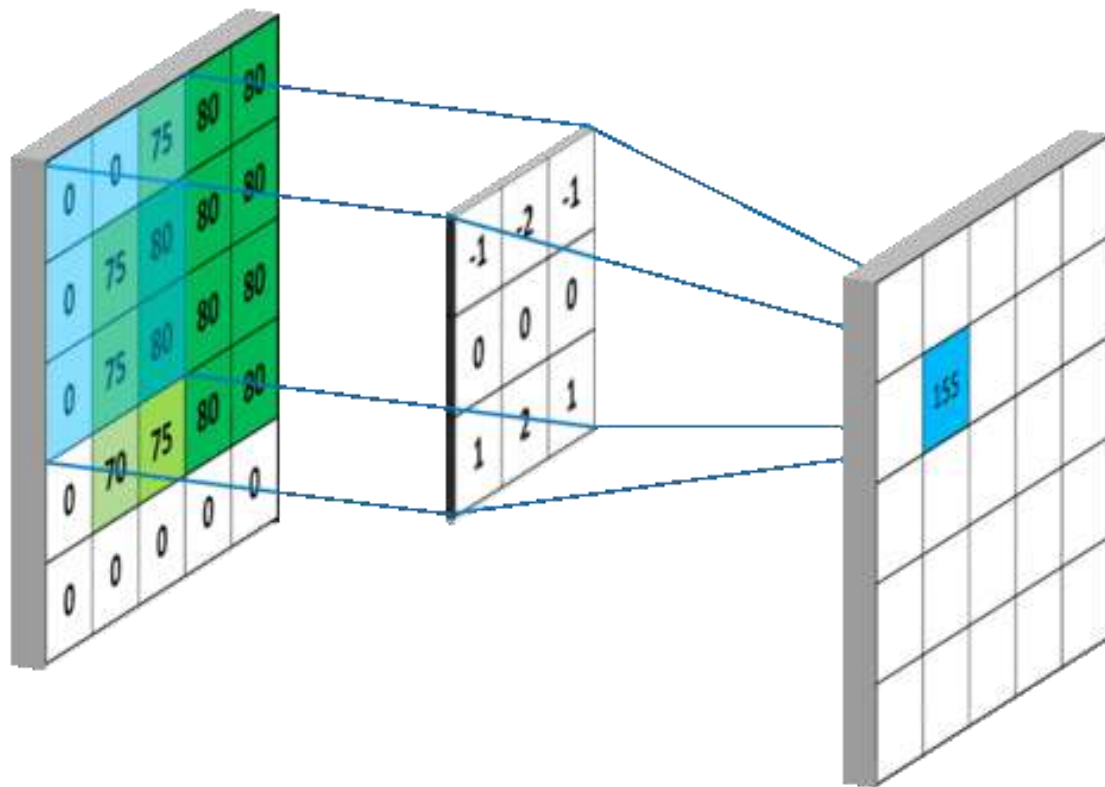
David Cope, The Emily Howell project



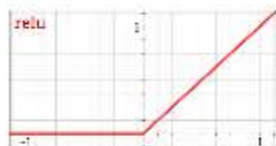
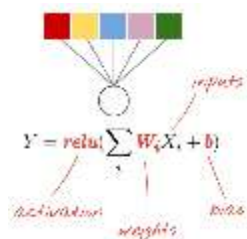
A Neural Algorithm of Artistic Style  
 Leon A. Gatys et coll, arXiv:1508.06576v1  
 The Bernstein Center for Computational Neuroscience, Germany

[https://www.researchgate.net/publication/281312423\\_A\\_Neural\\_Algorithm\\_of\\_Artistic\\_Style](https://www.researchgate.net/publication/281312423_A_Neural_Algorithm_of_Artistic_Style)





<https://medium.com/@yannicksergeobam/comprendre-les-r%C3%A9seaux-de-neurones-convolutifs-cnn-d5f14d963714>



Entrée

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 7 | 3 | 5 | 2 |
| 8 | 7 | 1 | 6 |
| 4 | 9 | 3 | 9 |
| 0 | 8 | 4 | 5 |

Pool max

Sortie

|   |   |
|---|---|
| 8 | 6 |
| 9 | 9 |

<https://developers.google.com/machine-learning/practica/image-classification/convolutional-neural-networks?hl=fr>

## Artificial Intelligence With Deep Learning Technology Looks Into Diabetic Retinopathy Screening

Tian Yin Wong MD PhD Neil M. Rosenthal MD

détecter une rétinopathie  
moyenne ou sévère ou un  
oedème maculaire diabétique

Sensibilité 87% - 90%

Spécificité 98%

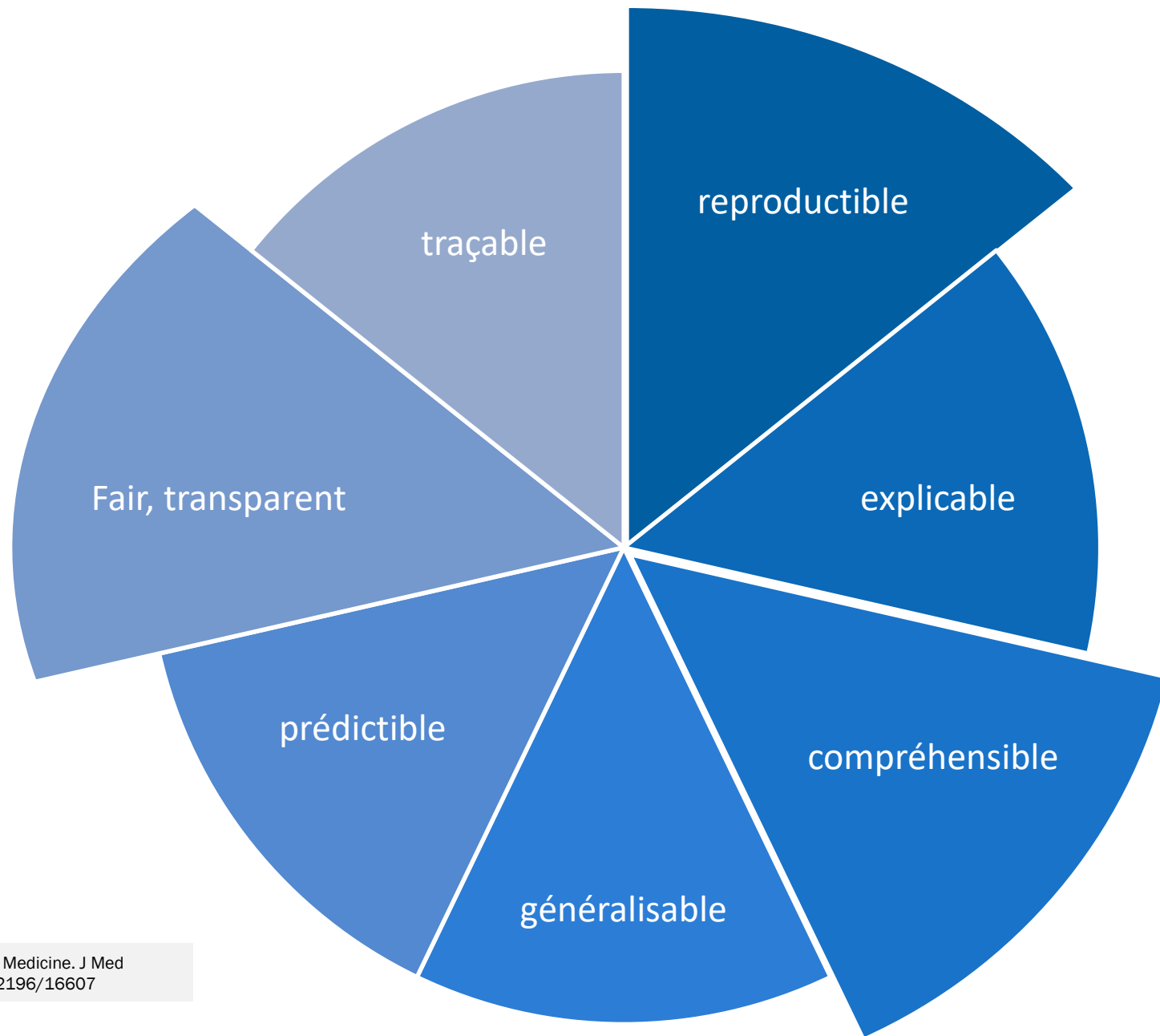
128 175 images nécessaires pour entraîner l'algorithme à  
identifier les signes de pathologies



Fond d'œil montrant la répartition de points de coagulation laser proposée dans le traitement de la rétinopathie diabétique

| Prediction                                                                             | N       | AUC                     | Reference                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------------------------|--------------------------------------------------------|
| In-hospital mortality, unplanned readmission, prolonged LOS, final discharge diagnosis | 216,221 | 0.93*<br>0.75+<br>0.85# | Rajkomar et al, Nature NPJ Digital Medicine, 2018      |
| All-cause 3-12 month mortality                                                         | 221,284 | 0.93^                   | Avati et al, arXiv, 2017                               |
| Readmission                                                                            | 1,068   | 0.78                    | Shameer et al, Pacific Symposium on Biocomputing, 2017 |
| Sepsis                                                                                 | 230,936 | 0.67                    | Horng et al, PLOS One, 2017                            |
| Septic shock                                                                           | 16,234  | 0.83                    | Henry et al, Science, 2015                             |
| C. Difficile infection                                                                 | 256,732 | 0.82++                  | Oh et al, Infection Control and Epidemiology, 2018     |
| Developing diseases                                                                    | 704,587 | range                   | Miotto et al, Scientific Reports, 2018                 |
| Diagnosis                                                                              | 18,590  | 0.96                    | Yang et al, Scientific Reports, 2018                   |
| Dementia                                                                               | 76,367  | 0.91                    | Cleret de Langavant et al, J Internet Med Res 2018     |
| Alzheimer's Disease (+ amyloid imaging)                                                | 273     | 0.91                    | Mathotaarachchi et al, Neurobiology of Aging, 2017     |
| Mortality after cancer chemotherapy                                                    | 26,946  | 0.94                    | Elfiky et al, JAMA Open, 2018                          |
| Disease onset for 133 conditions                                                       | 298,000 | range                   | Razavian et al, arXiv, 2016                            |

AUC-area under the curve, a metric of accuracy, LOS-length of stay, N-Number of patients (training + validation datasets),  
 \*-in-hospital mortality, +-unplanned readmission, #-prolonged LOS, ^-all patients, ++-for U of Michigan site



# Service des sciences de l'information médicales

Cours à option Bachelor  
Intelligence artificielle

Master en médecine  
Intelligence artificielle  
Interfaces hommes-machines  
Facteurs humains

Stages de 6<sup>ème</sup>

[christian.lovis@unige.ch](mailto:christian.lovis@unige.ch)

Data & IA: [mina.bjelogrlic@unige.ch](mailto:mina.bjelogrlic@unige.ch)

Facteurs humains – UX: [jessica.rochat@hcuge.ch](mailto:jessica.rochat@hcuge.ch)

