

Cardiologie

Sciences des données en médecine

Intelligence artificielle



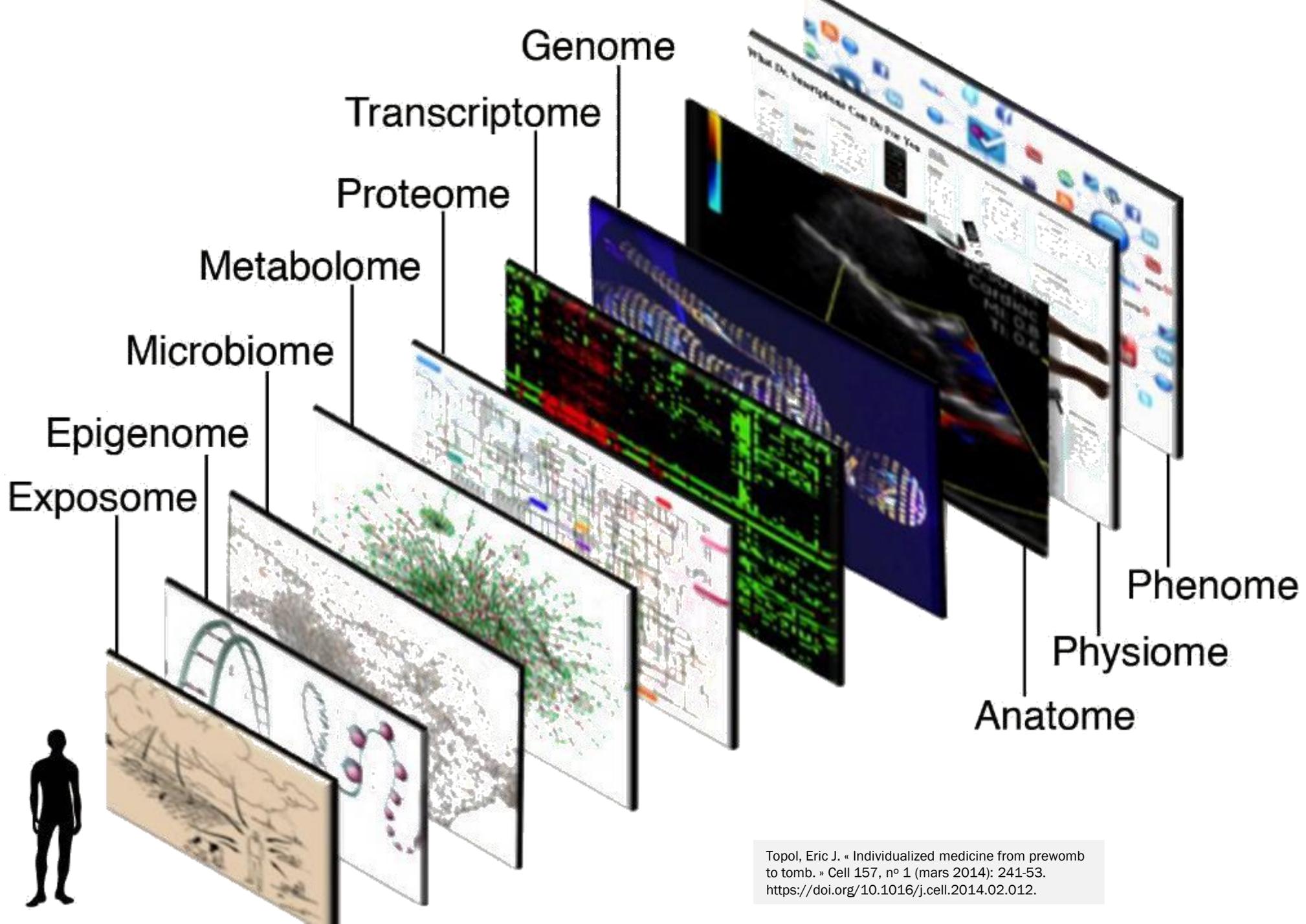
Hôpitaux
Universitaires
Genève

Christian Lovis
Sciences de l'Information Médicale



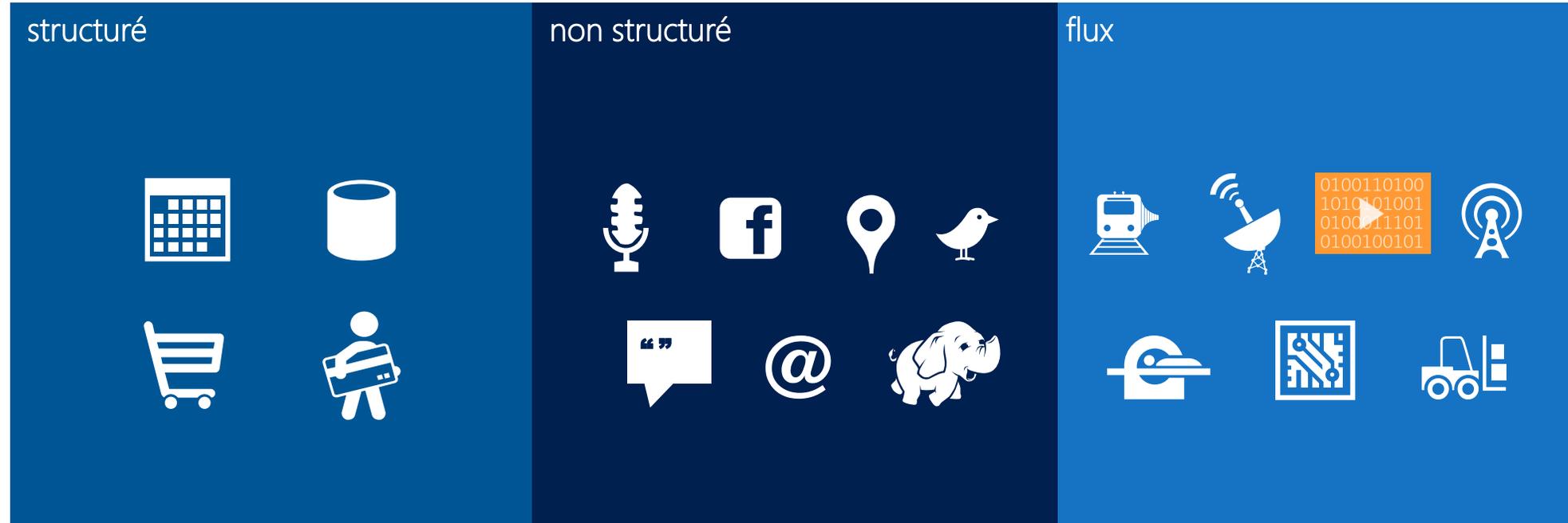
**UNIVERSITÉ
DE GENÈVE**

Faculté de médecine



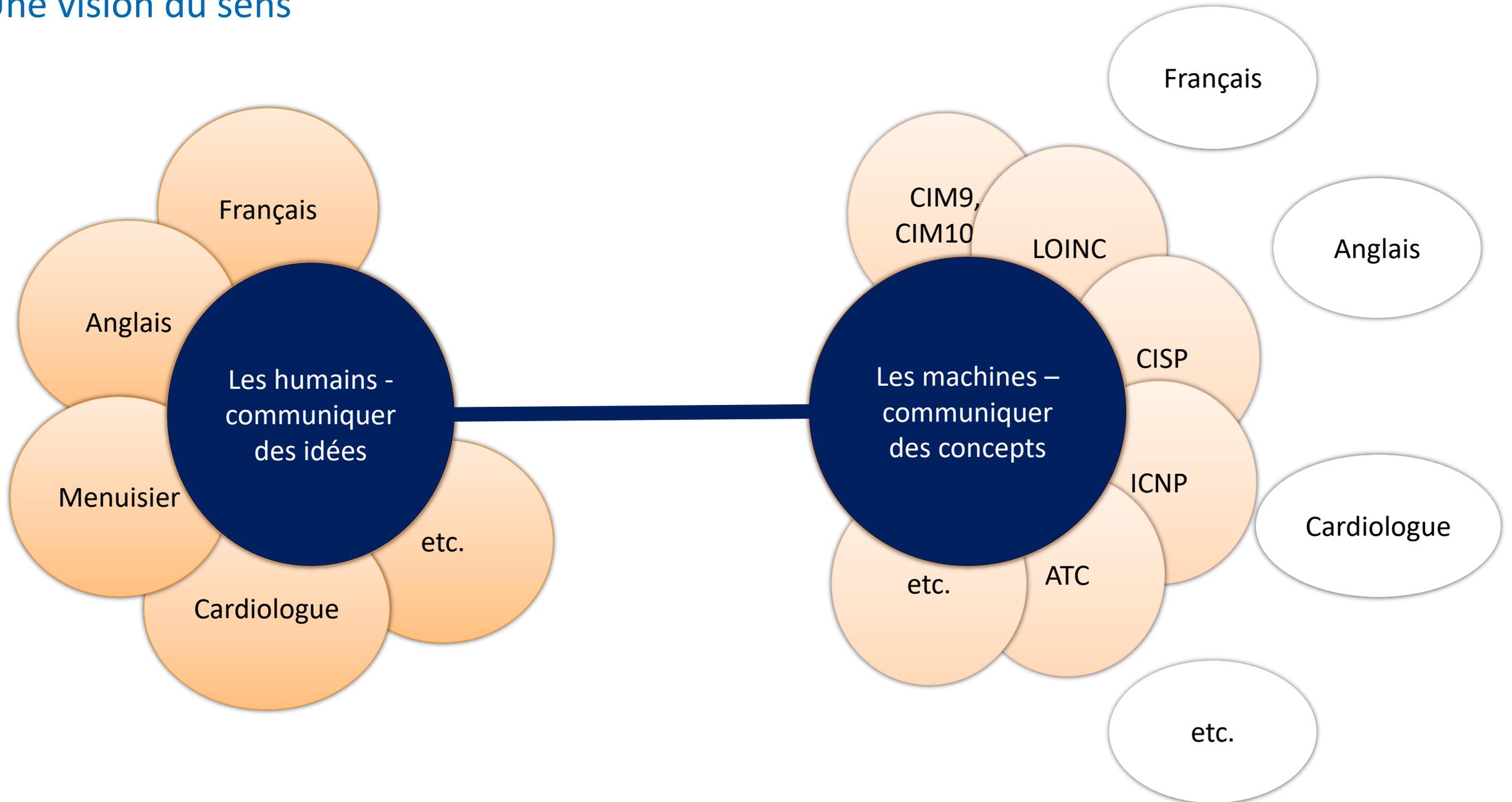
Topol, Eric J. « Individualized medicine from prewomb to tomb. » Cell 157, n° 1 (mars 2014): 241-53.
[https://doi.org/10.1016/j.cell.2014.02.012.](https://doi.org/10.1016/j.cell.2014.02.012)

<h3>Médecine prédictive</h3> <ul style="list-style-type: none">• Prédiction d'une maladie et/ou de son évolution	<h3>Médecine de précision</h3> <ul style="list-style-type: none">• Recommandations de traitement personnalisé	<h3>Aide à la décision</h3> <ul style="list-style-type: none">• Diagnostique et thérapeutique• Supports des patients en télémédecine
<h3>Robot</h3> <ul style="list-style-type: none">• Robots compagnons et interventions robotisées	<h3>Prévention</h3> <ul style="list-style-type: none">• Anticipation d'une épidémie• pharmacovigilance	<h3>Connaissance</h3> <ul style="list-style-type: none">• 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

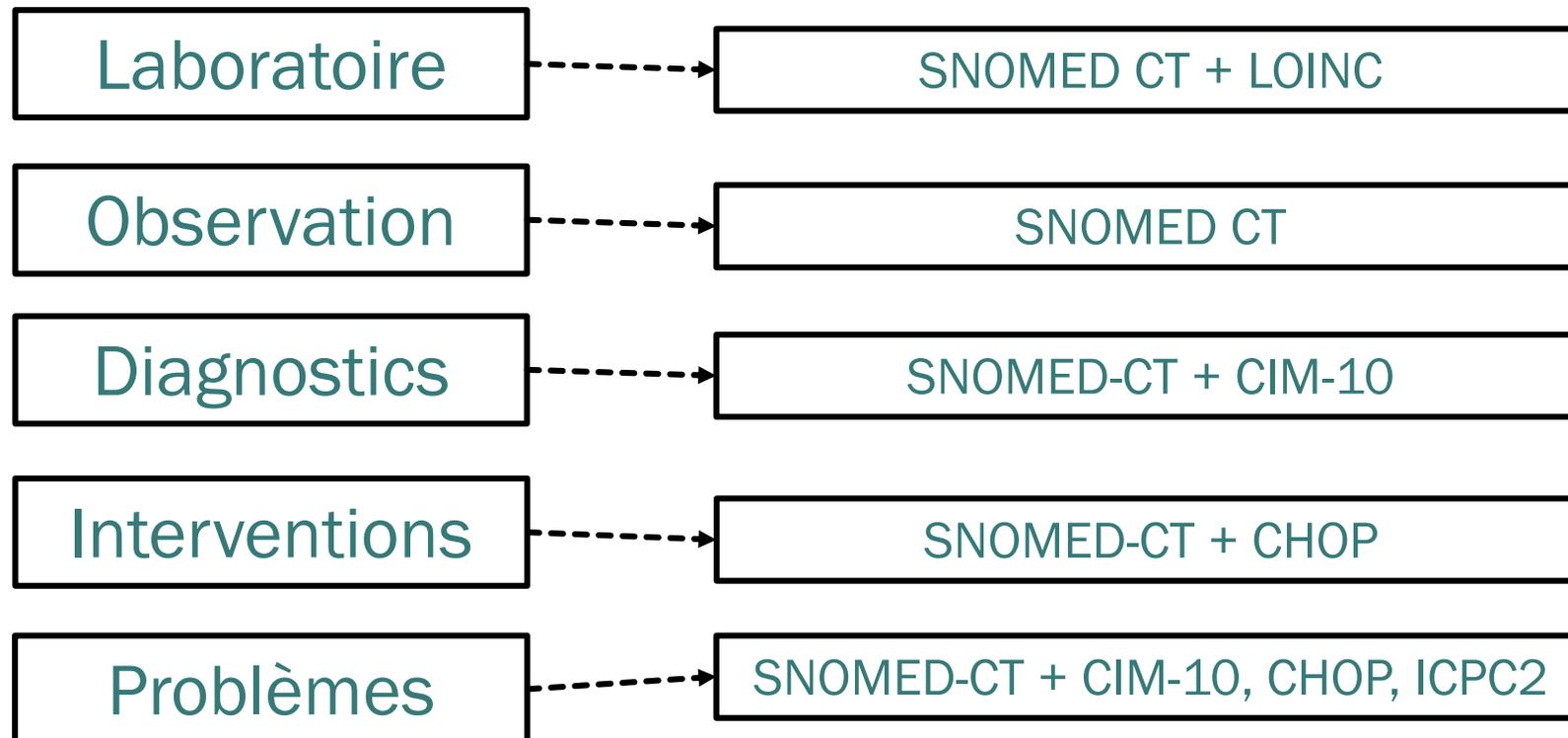
```
"key" : "pv.ventilation.ohd",  
"datas" : [  
  {  
    "subkey" : "FI02",  
    "value_str" : "25",  
    "value" : 25.0,  
    "unit" : "%"  
  }  
]
```

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



50'000 libellés codés,
20'000 libellés utilisés



Œdème aigu du
poumon

OAP



Dimensions
sémantiques

ICD-10 : J81

CHOP: NA

ICPC-2: R99

SNOMED CT: 40541001

Genre : tous

Intervention: non

Autres expressions



Unifier les cibles sémantiques

Lieu	Date	Titre	Source	Résumé	SNOMED-CT
Genève-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)

THE LANCET

Digital Health

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."

<https://www.thelancet.com/journals/landig/home>

Accessed Sept 11th, 2019

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.

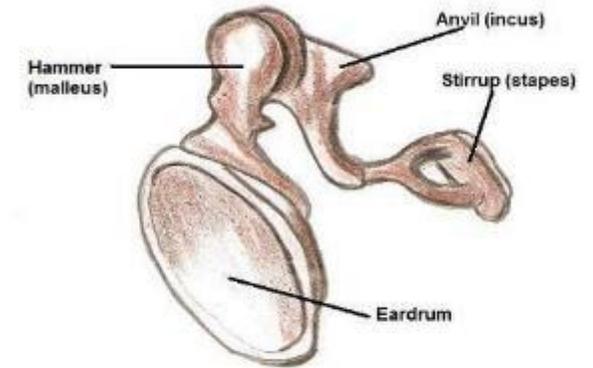
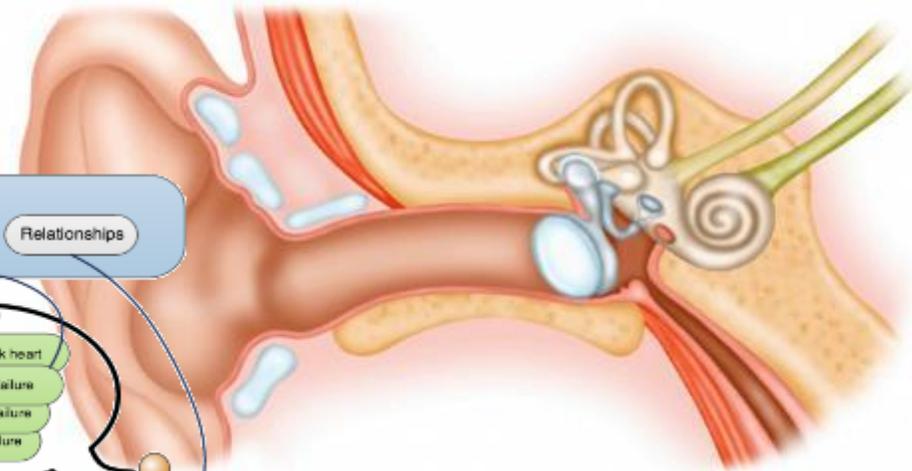
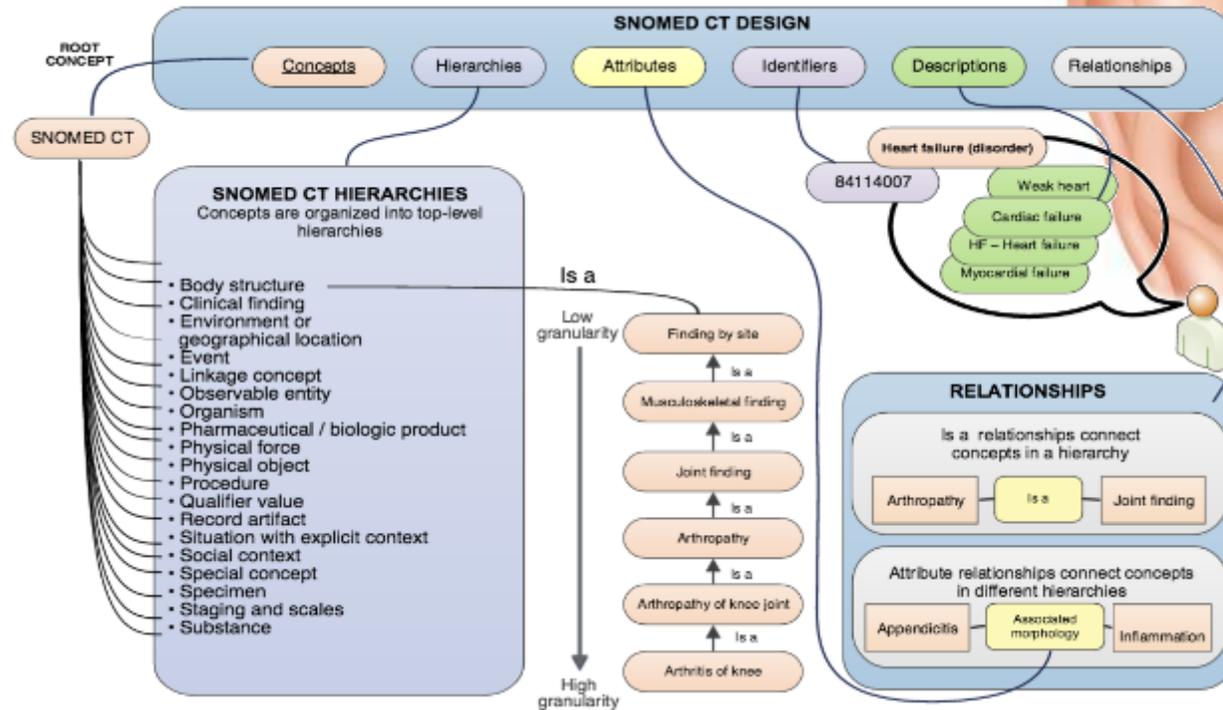
Lancet Digital Health 2019;
1: e232–42

See [Comment](#) page e198

*Contributed equally

SNOMED CT

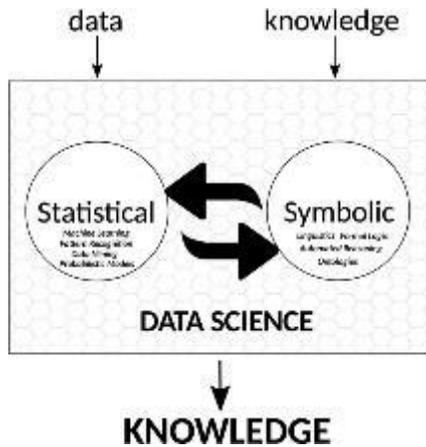
The global language of healthcare



Preuve ontologique de Gödel

L'enclume est un os
Un os peut se fracturer

L'enclume peut se fracturer



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

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

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

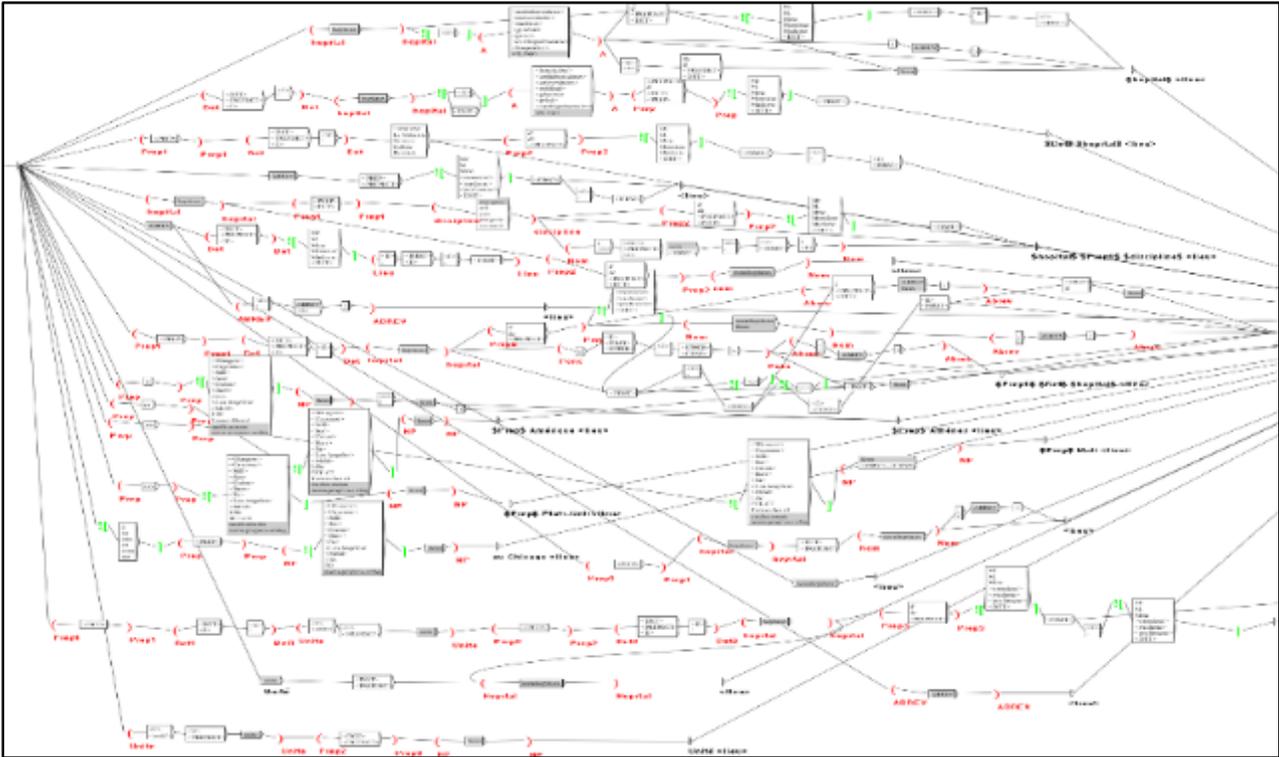
- Axiome 1 : Toute propriété strictement impliquée par une propriété positive est positive.
- Axiome 2 : Une propriété est positive si et seulement si sa négation n'est pas positive.
- Axiome 3 : La propriété d'être divin est positive.
- Axiome 4 : Si une propriété est positive, alors elle est nécessairement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

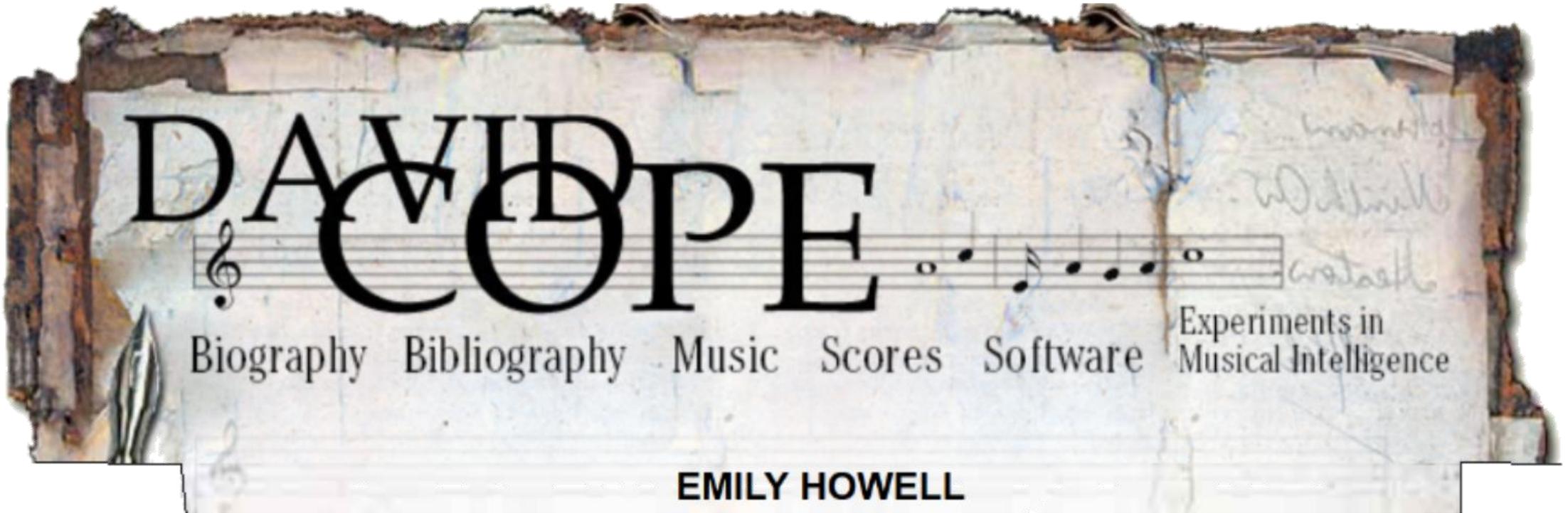
Déductions

- 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





Bach style chorale



Emmy Vivaldi



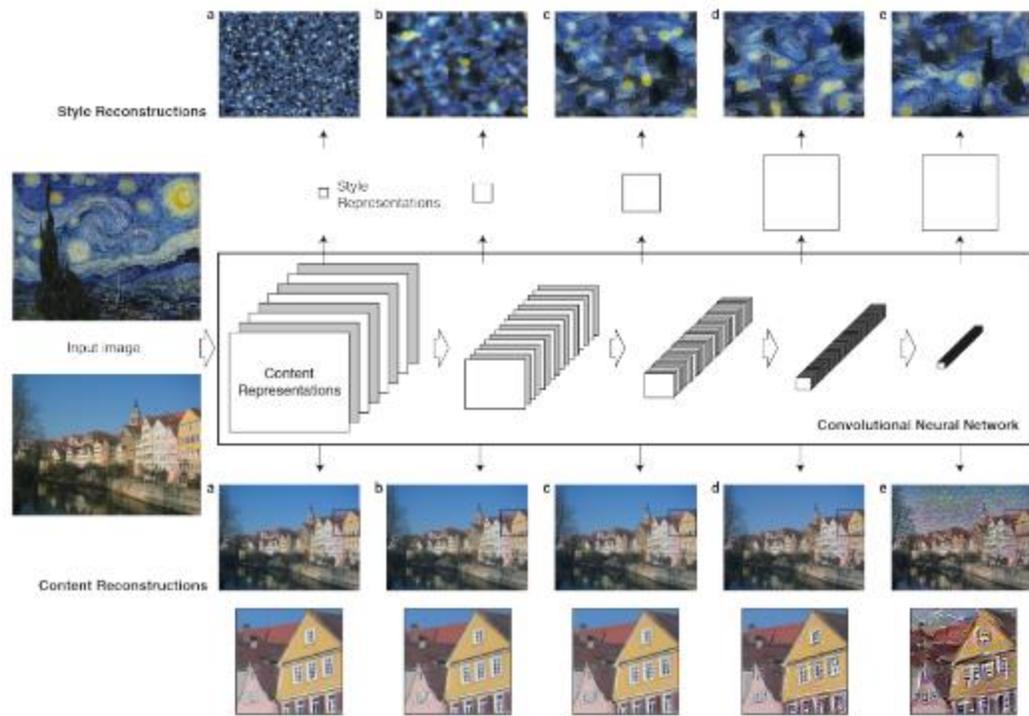
Emmy Beethoven beg 2



Intelligence artificielle en musique

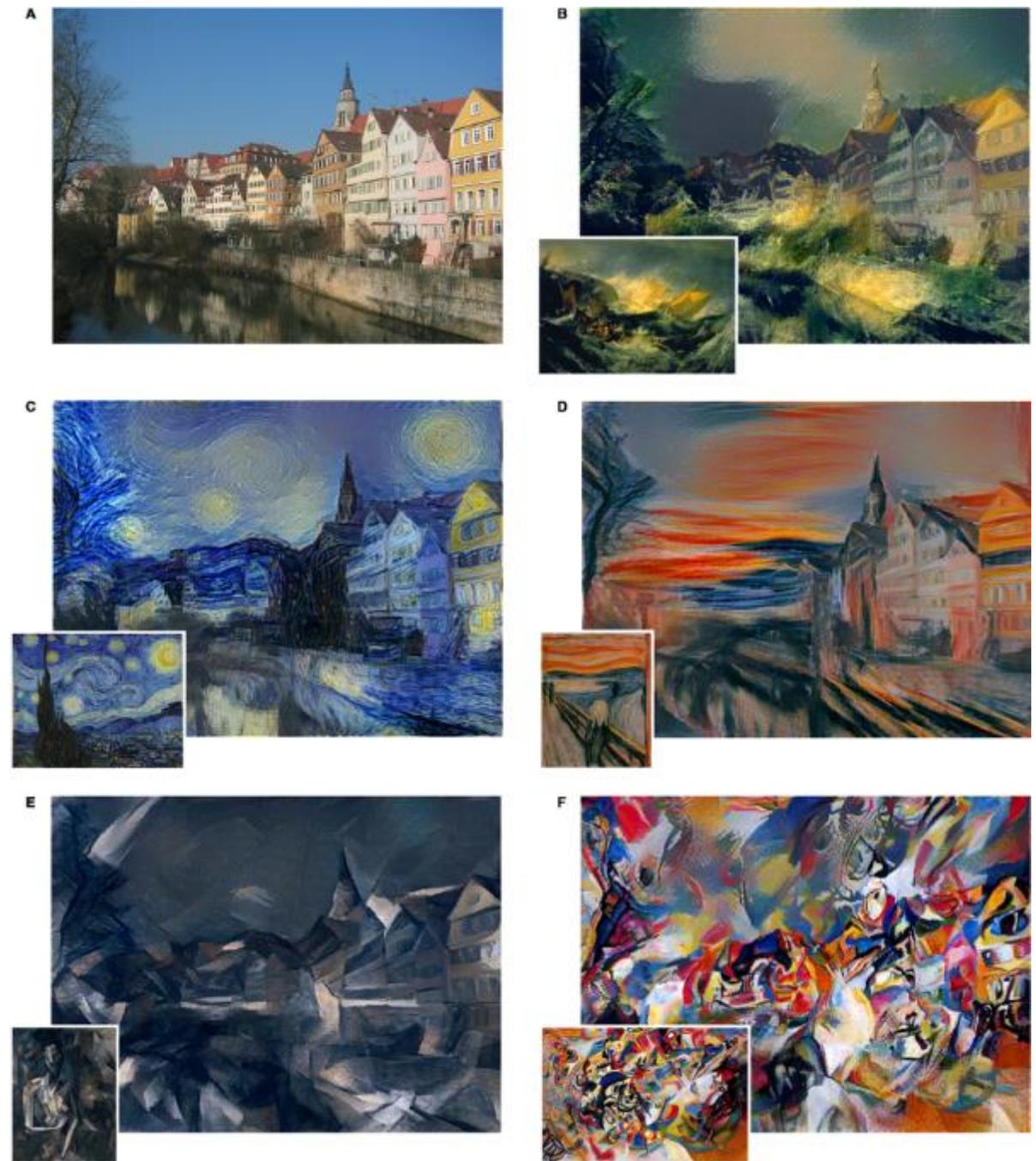
Expériences

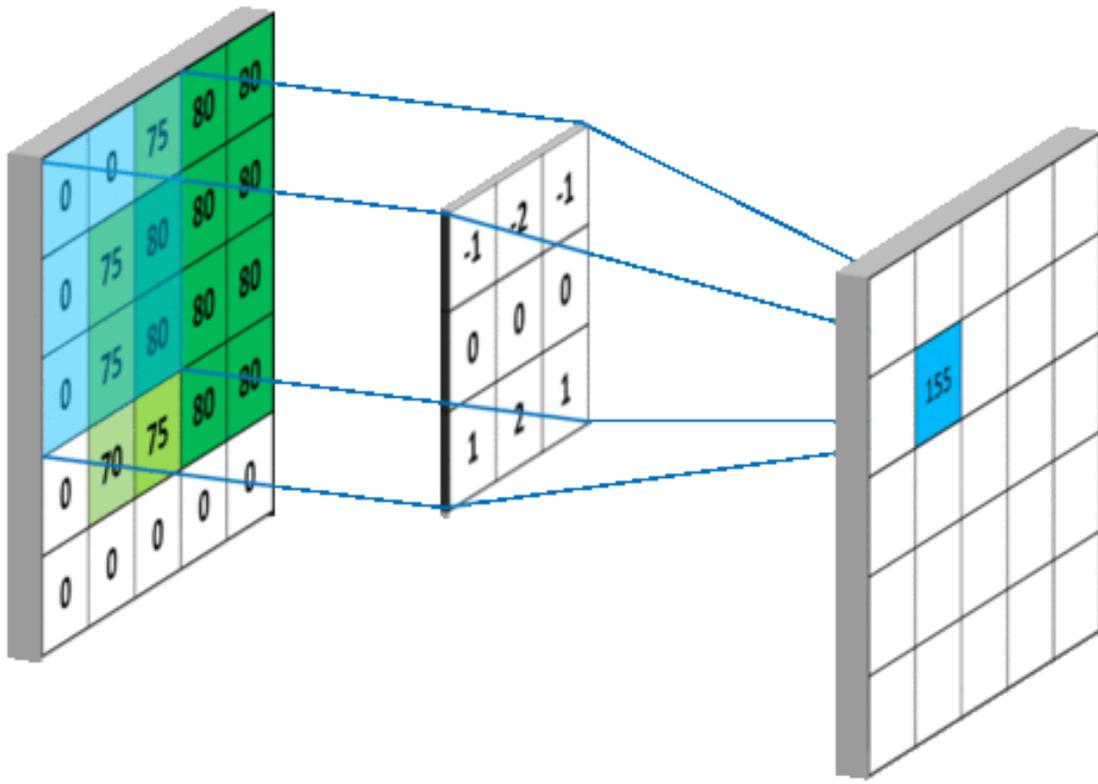
David Cope, The Emily Howell project



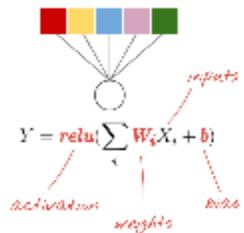
A Neural Algorithm of Artistic Style
 Leon A. Gatys et coll, arXiv:1508.06576v1
 The Bernstein Center for Computational Neuroscience, Germany

https://www.researchgate.net/publication/281312423_A_Neural_Algorithm_of_Artistic_Style





<https://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 Wang MD PhD, Neil M. Rossler MD

détecter une rétinopathie moyenne ou sévère ou un oedème maculaire diabétique

Sensibilité 87% - 90%

Spécificité 98%

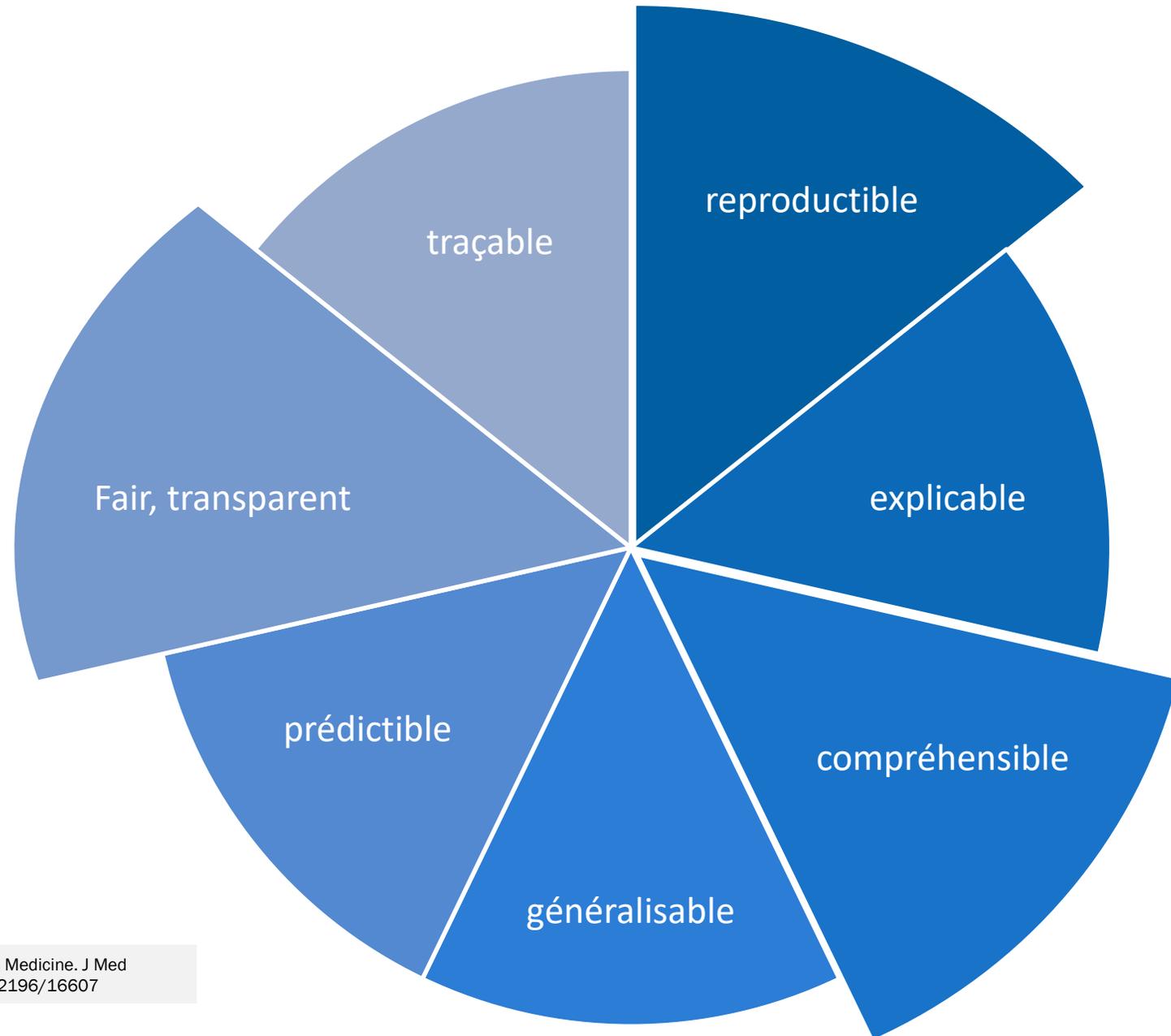
128 175 images nécessaires pour entraîner l'algorithme à identifier les signes de pathologies



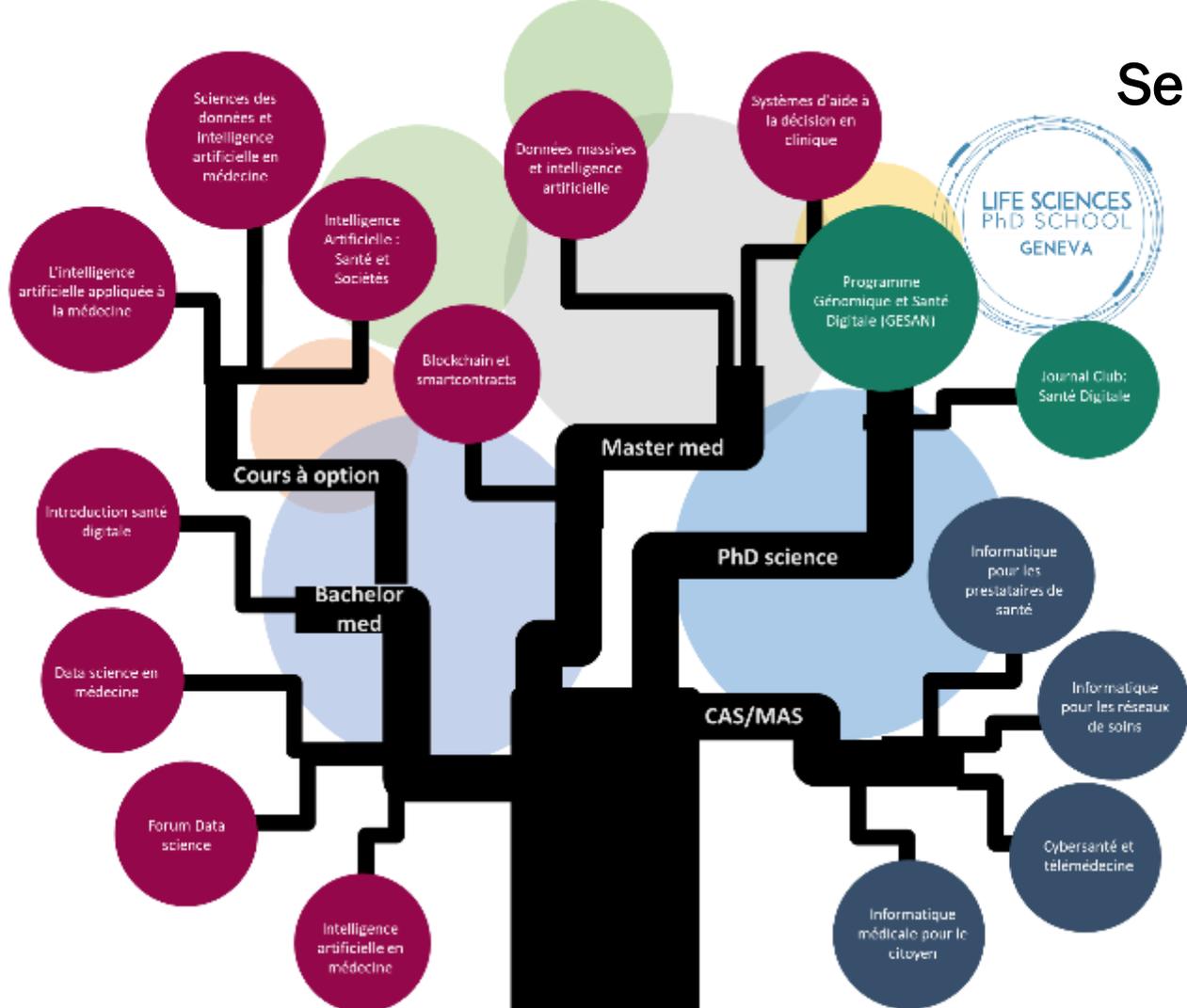
Fond d'œil montrant la répartition de points de coagulation laser proposée dans le traitement de la rétinopathie diabétique

Prediction	N	AUC	Reference
In-hospital mortality, unplanned readmission, prolonged LOS, final discharge diagnosis	216,221	0.93* 0.75+ 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^{ème}

christian.lovis@unige.ch
Data & IA: mina.bjelogrlic@unige.ch
Facteurs humains – UX: jessica.rochat@hcuge.ch

Coordonné par le Service des Sciences de l'Information Médicale (SIMED)