



# IA en santé Quelques réflexions

1er juin 2019

Michel Barth  
Daniel Legendre  
ENoving,  
Consultants innovation santé



# Sommaire



- L'IA ce que c'est
- Pourquoi le fort développement de l'IA aujourd'hui
- L'IA aujourd'hui en santé
- L'IA dans 5 à 10 ans en santé
- Les limites de l'IA
- Les questions qui se posent
- L'écosystème de l'IA santé
- Tirer parti des initiatives publiques et privées
- Pour en savoir plus
- Présentation d'Enoving



# L'IA ce que c'est



# L'IA composante majeure de la révolution numérique

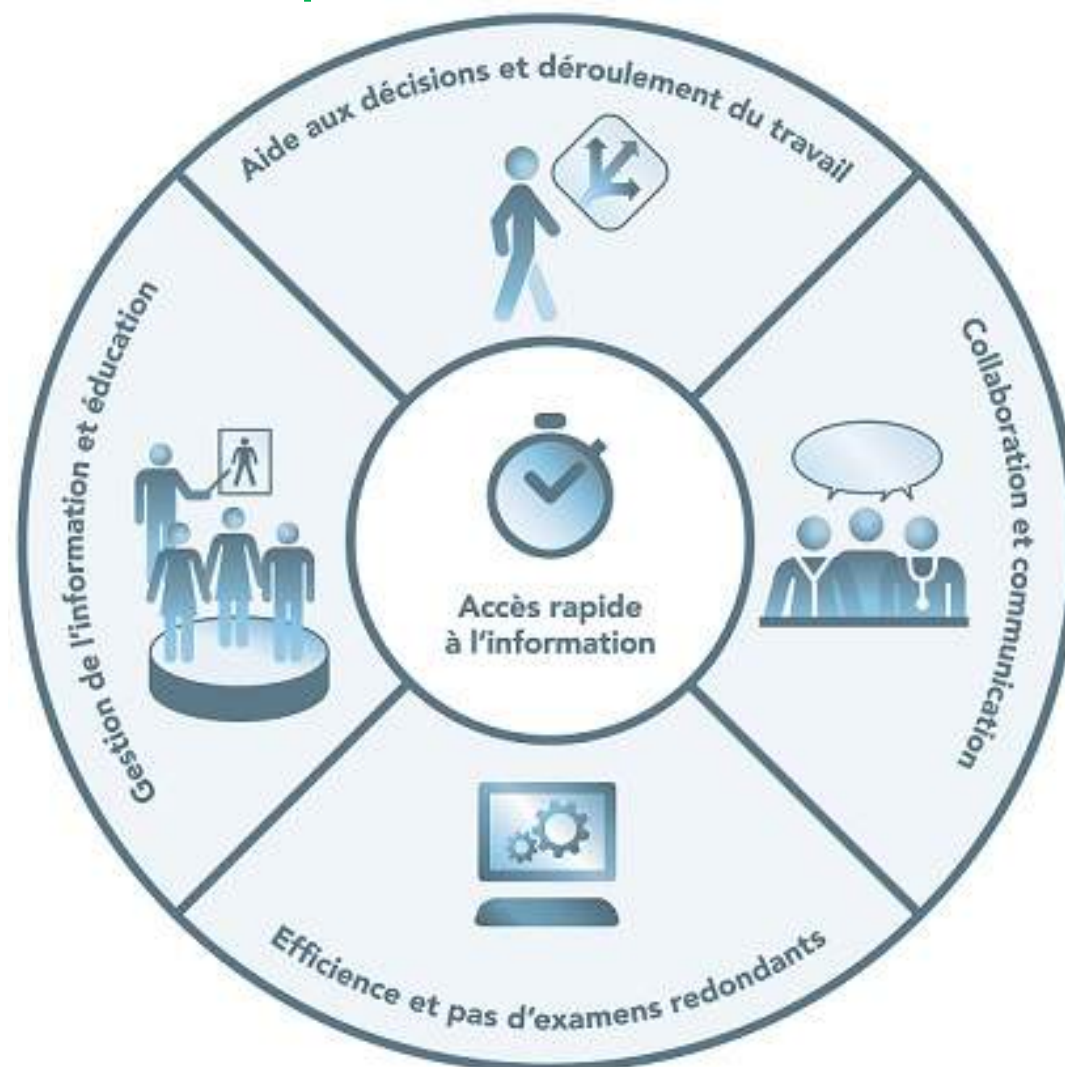
Des facteurs qui aujourd'hui se combinent ....

Internet haut débit & Cloud	<b>Big Data &amp; IA</b>
Mobilité	Robotique
Réseaux sociaux	Virtualisation & Simulation
IoT Internet des Objets	...

Pour des domaines d'application toujours plus nombreux ....

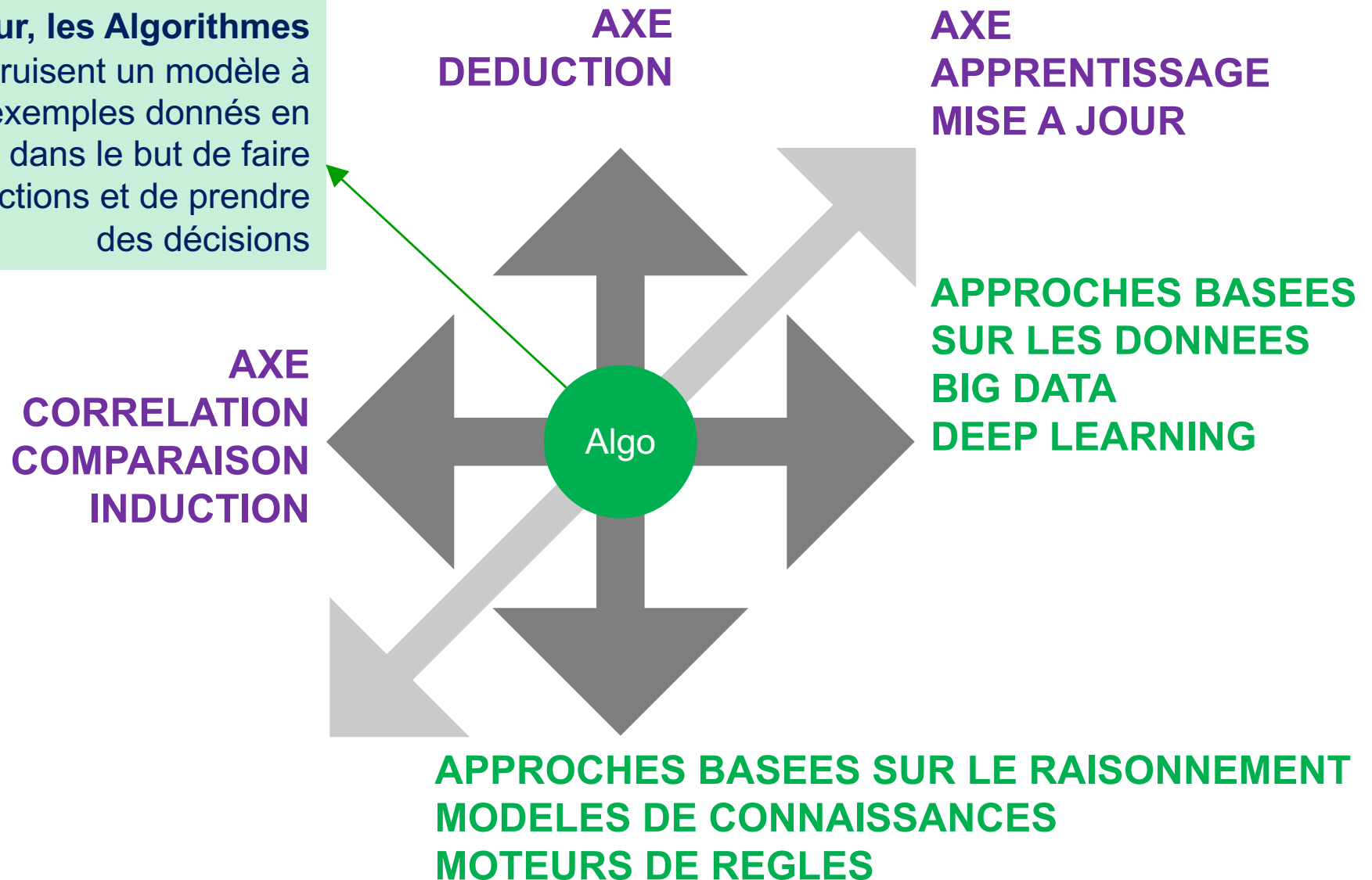
Formation des professionnels	Systèmes d'aide à la décision SADM
Patient informé & acteur de sa santé	Parcours de soins et maintien domicile
Médecine personnalisée 4P	Age Handicap
Hôpital de demain	...

Pour des bénéfices multiples ....



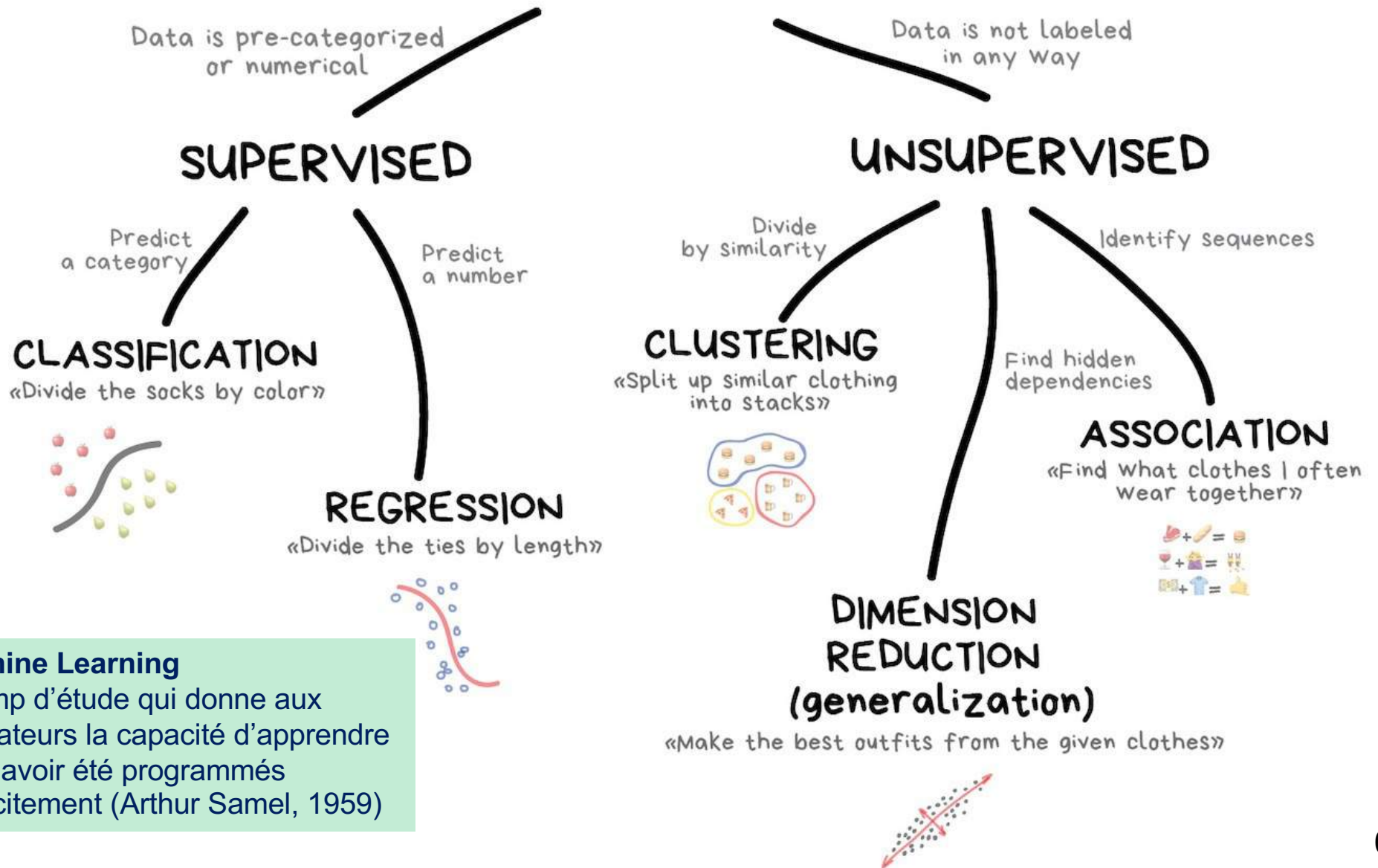
# L'IA une approche mathématique ... Avec 3 axes complémentaires et liés

Au cœur, les Algorithmes qui construisent un modèle à partir d'exemples donnés en entrée, dans le but de faire des prédictions et de prendre des décisions



# Le machine learning, ....

## CLASSICAL MACHINE LEARNING

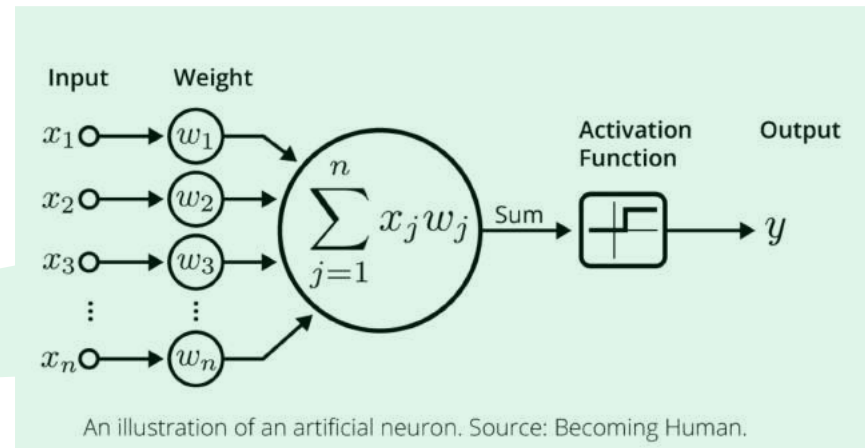
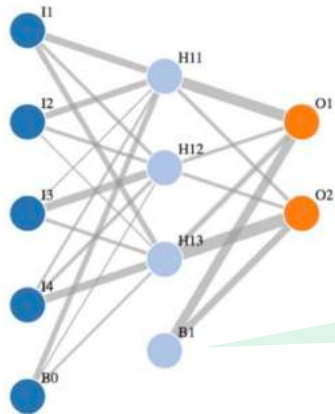


### Machine Learning

Champ d'étude qui donne aux ordinateurs la capacité d'apprendre sans avoir été programmés explicitement (Arthur Samel, 1959)

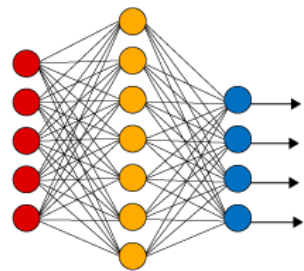
# Le deep learning, une approche très bien adaptée au big data en imagerie médicale

## Réseaux de neurones



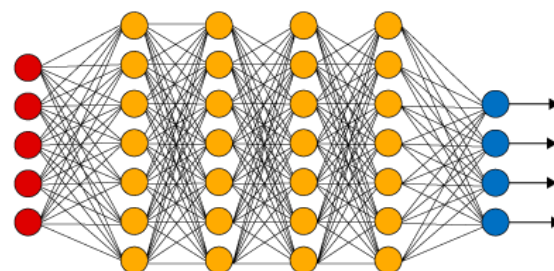
## Deep learning vs simples réseaux de neurones

Simple Neural Network

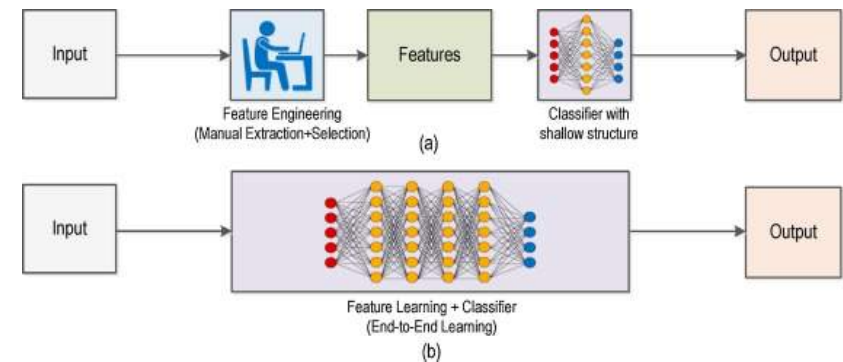


● Input Layer ● Hidden Layer ● Output Layer

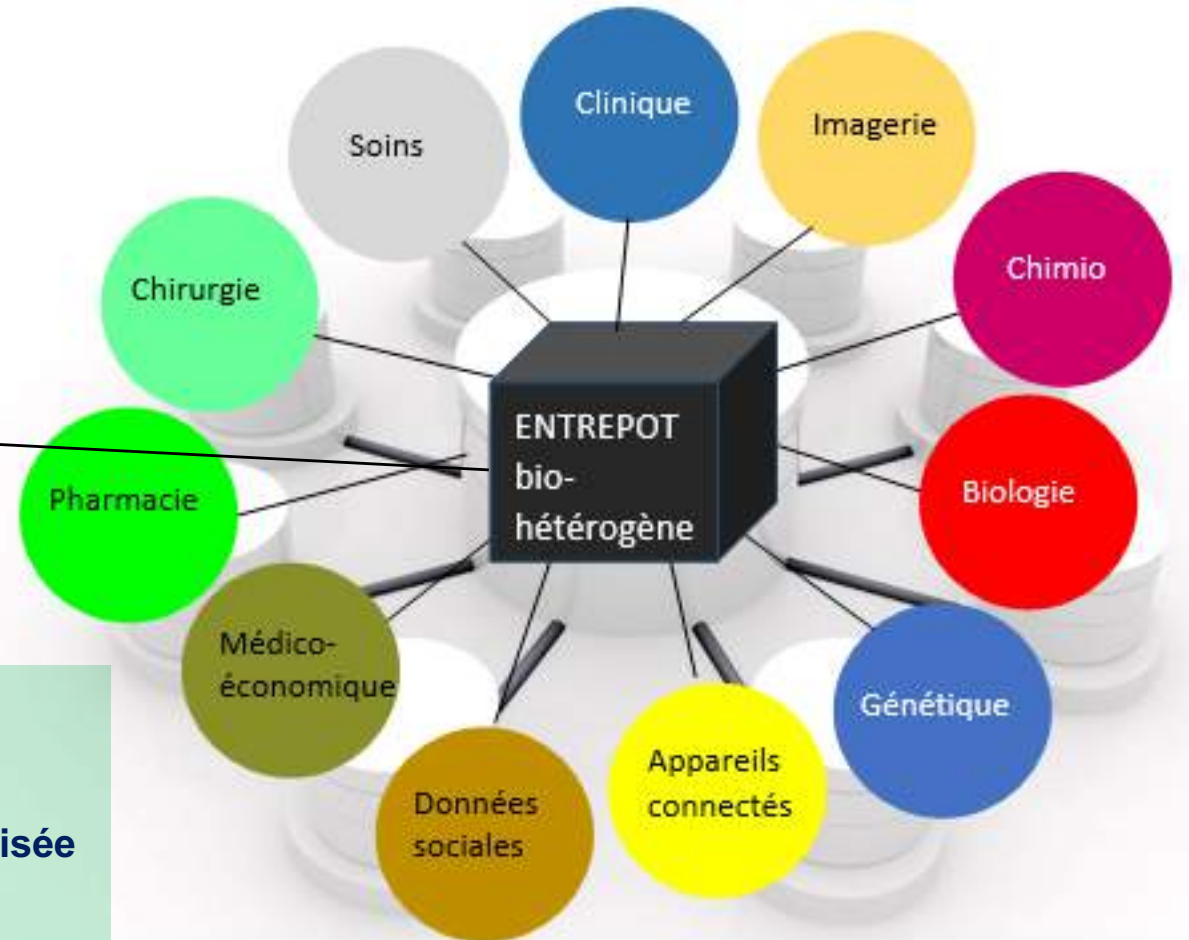
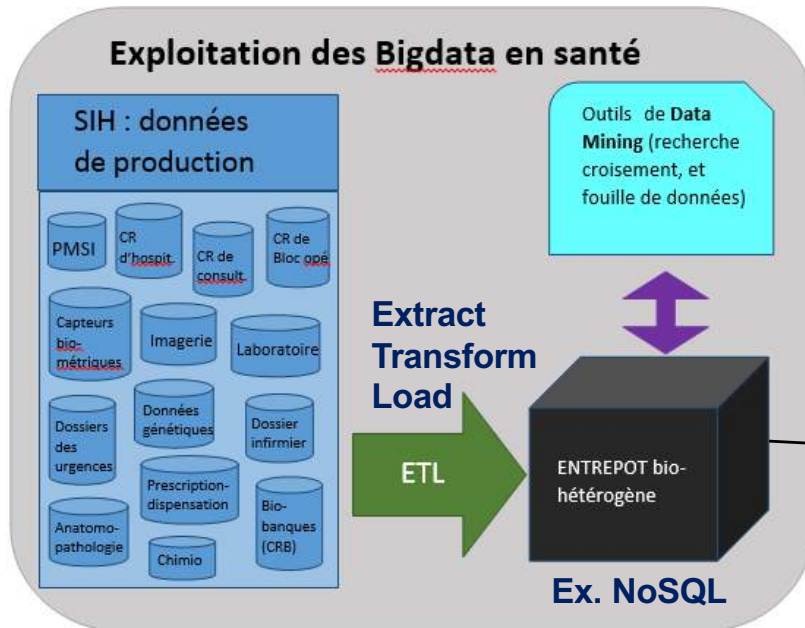
Deep Learning Neural Network



Le Deep learning intègre un auto-apprentissage par nature  
Inconvénient : on ne sait pas expliquer le pourquoi des choses



# La nécessité de disposer d'outils et entrepôts de données hétérogènes support (data lakes)



Source : ANAP

1. Identifier les données sources
2. Nettoyer les données
3. Le cas échéant, les anonymiser
4. Transférer les données de façon sécurisée
5. Les entreposer dans un data lake
6. Les analyser à partir d'outils ad hoc
7. Répéter constamment (MAJ Données)



# Pourquoi le fort développement de l'IA aujourd'hui



# Une histoire qui remonte très loin



**L'algorithme d'Euclide permet de déterminer le PGCD de deux entiers sans connaître leur factorisation**

**Il a été décrit pour la première fois dans le livre VII des Éléments d'Euclide sous la forme de l'anthyphérèse**

*« Deux nombres inégaux étant proposés, le plus petit étant toujours retranché du plus grand, si le reste ne mesure celui qui est avant lui que lorsque l'on a pris l'unité, les nombres proposés seront premiers entre eux »*

# A noter la diffusion large depuis longtemps d'algorithmes simples en marge de l'IA

Des algorithmes simples basés sur quelques règles et des valeurs ne devant pas dépasser certains seuils sont aujourd'hui déjà largement diffusés en santé. Il ne s'agit pas vraiment encore d'IA à ce stade. De tels algorithmes ont vocation à se sophistiquer à l'avenir

Exemple de l'article 54 ci-joint concernant des expérimentations en cours sur la télésurveillance médicale (un des volets)

Arrêté du 11 octobre 2018 portant cahiers des charges des expérimentations relatives à la prise en charge par télésurveillance mises en œuvre sur le fondement de l'article 54 de la loi n° 2017-1836 de financement de la sécurité sociale pour 2018

## CAHIER DES CHARGES

DES EXPERIMENTATIONS RELATIVES A LA PRISE EN CHARGE PAR TELESURVEILLANCE DES **PATIENTS PORTEURS DE PROTHESES CARDIAQUES IMPLANTABLES A VISEE THERAPEUTIQUE** MISES EN ŒUVRE SUR LE FONDEMENT DE L'ARTICLE 54 DE LA LOI N° 2017-1836 DE FINANCEMENT DE LA SECURITE SOCIALE POUR 2018

**Un algorithme constitué par une programmation personnalisée des évènements**, permettant de générer des alertes, validé par le médecin effectuant la télésurveillance, en cas de troubles du rythme supraventriculaire, de troubles du rythme ventriculaire, et d'anomalie technique de la prothèse. La gestion des évènements transmis peut être :

- Soit réalisée directement par le médecin effectuant la télésurveillance;
- Soit être préalablement contrôlée par un IDE quel que soit son mode d'exercice travaillant dans le centre de contrôle des prothèses, chargé de transmettre les informations nécessitant son expertise au médecin effectuant la télésurveillance, et de contacter le patient si nécessaire.

# Des fondamentaux connus depuis longtemps mais un environnement favorable depuis peu

**Les techniques statistiques** sont connues depuis fort longtemps, y compris les réseaux de neurones (cf./ W/ McCulloch et W Pits 1943)

**Les modèles de connaissance** ont déjà été expérimentés dans plusieurs secteurs de l'industrie depuis 50 ans mais à l'époque avec finalement peu de succès  
(... Ex des processeurs LISP de TI dans les années 80)

**En termes d'outils**, l'informatique décisionnelle est déjà structurée également depuis longtemps

Ce qu'il y a de nouveau

**Disponibilité de données en masse**

**Puissance de calcul**

**Enormes capacités de stockage (Ex PACS)**

**Cloud et internet haut débit**

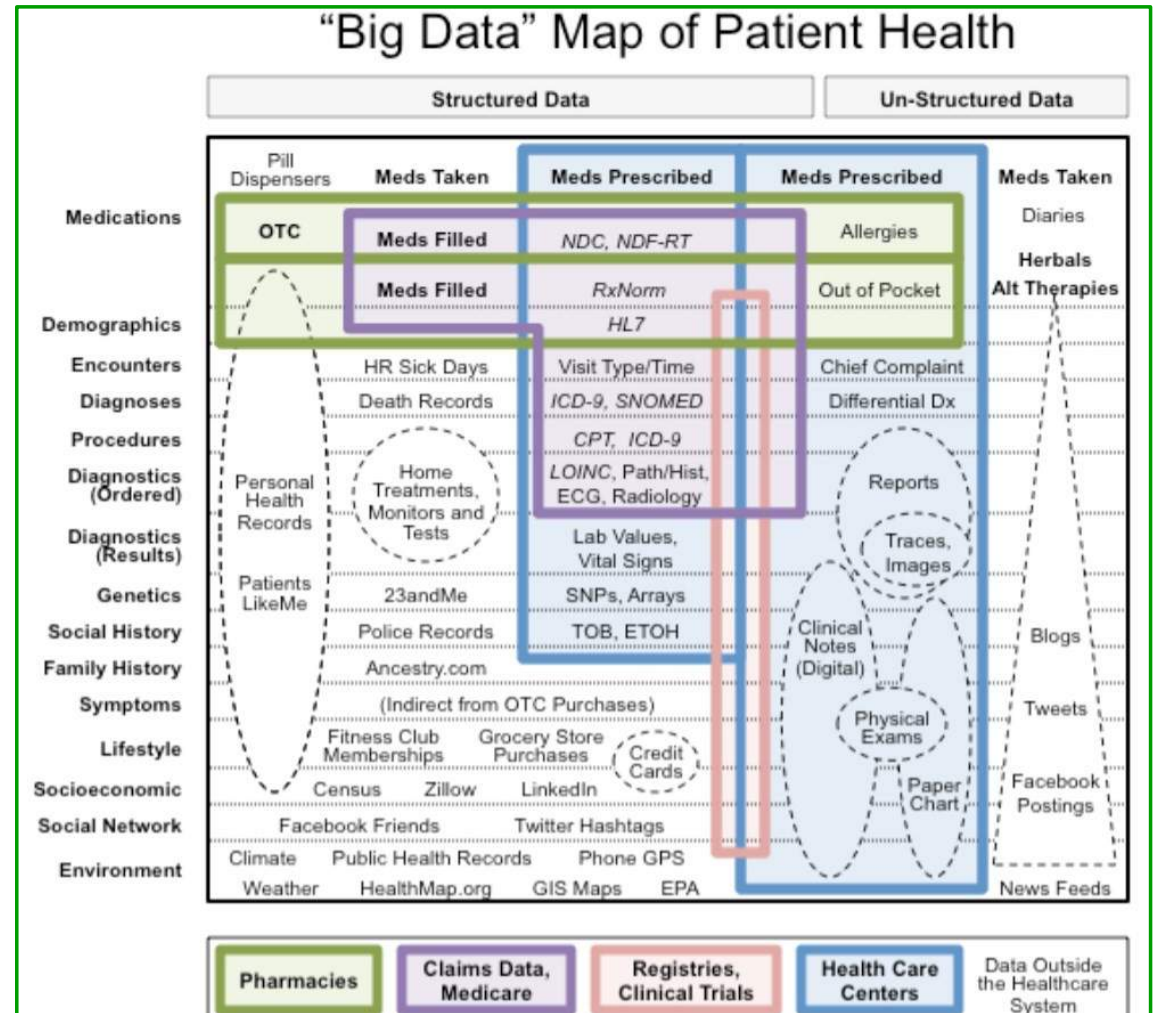
# Le déferlement des données (« data deluge ») et l'explosion des connaissances en santé

## Explosion des connaissances

Les connaissances médicales s'étendent toujours plus au fur et à mesure que se développe la recherche clinique, pharmacologique et biologique. C'est ainsi que 30 000 articles sont par exemple publiés chaque mois sur MEDLINE avec un niveau de pertinence hétérogène

## Explosion des données

D'ici à 2030, Il y aura un million de fois plus de données dans un dossier médical qu'aujourd'hui. Cette révolution est le fruit du développement parallèle de la génomique, des neurosciences et des objets connectés (mobilité, ...)



Source : ANAP

# Les sources des données ... Les objets / DM connectés



## Un électrocardiogramme au poignet, c'est utile ?

La montre connectée d'Apple propose depuis quelques jours une fonction d'électro-cardiogramme. Gadget ?



## Tensiomètres

Exemple :  
Tensiomètre  
H2 – CharmCare



Equipe de scientifiques de l'Université de Žilina et de Vütch-Chemitex Slovaquie

## Vêtements intelligents

Constitué de capteurs, d'électrodes, de composants microélectroniques et de fibres textiles conductrices, le **vêtement intelligent développé par cette équipe de chercheurs est capable d'enregistrer des données biologiques humaines**. Les fonctions de base surveillées en temps réel par ce vêtement incluent : **la pression artérielle, la fréquence cardiaque, la fréquence et l'intensité respiratoire, ainsi que la transpiration**. La mesure de l'activité cardiaque permet notamment d'obtenir des **électrocardiogrammes (ECG) en temps réel**

Déferlement continu d'objets numériques pour le quantified self ou le suivi de maladies chroniques ou des fragilités / handicaps

**withings**

**Balances**  
Une gamme de pese-personnes connectés qui mesurent bien plus que le poids.

**Capteurs santé**  
Suivez votre tension artérielle, votre sommeil et votre température.

Move ECG **BIENTÔT DISPONIBLE**

**Mesurez votre ECG, partout et n'importe quand.**

# Les sources des données ... Les applications mobiles

Plus de 325 000 applications mobile en santé \*  
Environ 1000 qui sortent chaque mois

**Betterise, chaperonnée par Michel Cymes**



Le service imaginé par la start-up française de médecine préventive est encore en phase bêta, mais il sera complètement opérationnel au printemps. La plateforme Betterise, qui sera disponible sur le web, mobiles, tablettes et objets connectés, vise à améliorer la santé des utilisateurs en mesurant et analysant leur comportement : activité, nutrition, sommeil, stress, addictions...

Elle leur propose ensuite des programmes d'accompagnement quotidiens et personnalisés grâce à un algorithme propriétaire mis en place par un collège d'experts médicaux, sous la direction du docteur et animateur TV Michel Cymes.

Particularité : la start-up offre un service purement B2B, destiné aux moyennes et grandes entreprises et à destination de leurs employés.




**SkinVision, l'appli qui peut détecter un mélanome**



Vérifier au quotidien la santé de sa peau et garder une trace en prenant des photos de ses grains de beauté ou lésions : c'est ce que permet l'application SkinVision, fondée en 2011. Le but : détecter le plus tôt possible les mélanomes en traquant les modifications de la peau qui nécessitent d'être vérifiées par un dermatologue.

L'utilisateur peut envoyer une photo, qui sera traitée et examinée à l'aide d'un algorithme mis au point par des dermatologues. L'utilisateur reçoit une analyse instantanée qui lui dit si oui ou non, il doit consulter un spécialiste. Il peut ensuite se servir de l'application pour dénicher un dermatologue à proximité. Objectif ultime du service : diminuer les coûts de dermatologie en améliorant la relation avec le patient. L'appli donne aussi des conseils de prévention pour protéger sa peau et se prémunir des risques de mélanome.

**BIDNESS/ETC**



HealthKit

**RxApps, l'application pour les maladies chroniques**



A destination des professionnels de santé, RxApps permet de surveiller les changements de comportements des patients atteints de maladies chroniques et d'adapter les traitements grâce à des SMS personnalisés et des applications Web.

La société informe à la fois les patients et leurs médecins sur 'ce qui marche avec le traitement, quel aspects du style de vie du patient pourraient être difficiles à changer, et si oui ou non le patient peut être hospitalisé'. Une communication régulière facilitée pour améliorer l'efficacité des soins... Et diminuer les coûts. La start-up fondée en 2011 a levé 20 000 euros en amorçage.

**My Hospi Friends, réseau social pour patients**



My Hospi Friends est disponible sur le Web, mobile et smartphone. Le réseau social lancé en janvier 2013 cherche à créer une communauté parmi les patients. En se créant un profil, ils peuvent échanger avec les voisins de chambres qui partagent les mêmes intérêts qu'eux.

Aujourd'hui, My Hospi Friends est commercialisé en France, mais aussi en Europe. L'hôpital doit acheter une licence pour être référencé sur le site Internet. Le patient peut alors, grâce à l'adresse Internet de son établissement, accéder gratuitement au service pendant son séjour.

**Qardio, pour surveiller son coeur de chez soi**



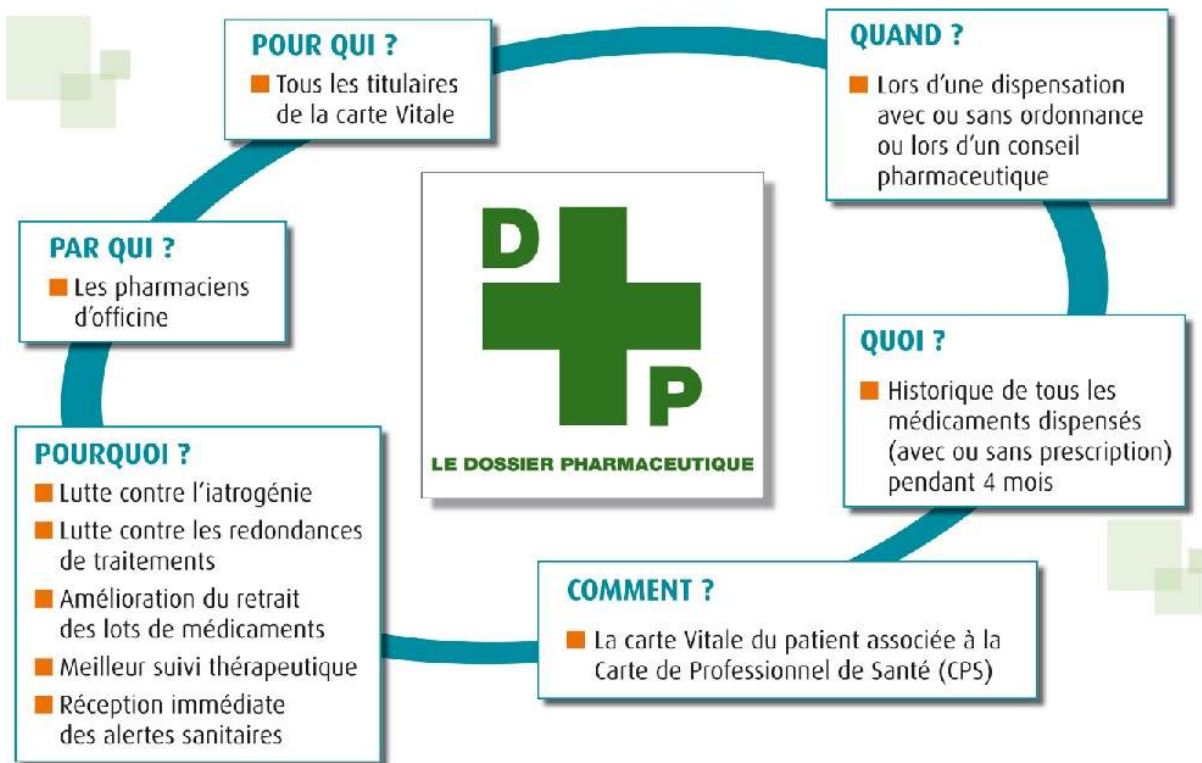
Qardio, créé en 2012 aux Etats-Unis, développe une ligne d'objets connectés médicaux. La start-up, finaliste de TechCrunch Disrupt Berlin, s'adresse aux particuliers, pour leur permettre de surveiller leur cœur dans la vie de tous les jours.

Elle propose pour l'instant deux produits. ECG QardioCore est disponible en pré-commande. Il s'attache autour de la poitrine et enregistre, non seulement, les battements de cœur, mais aussi l'activité physique, les variations de température, les variations du pouls... Et transmet les données, via le cloud, au médecin pour éviter des visites inutiles. Une campagne Kickstarter a par ailleurs été lancée pour QardioArm, un appareil qui permet de mesurer sa tension soi-même et de la visualiser sur l'application smartphone. Elle a déjà permis de recueillir plus de 127 000 dollars. Les tensiomètres devraient être livrés en mars.

# Les sources des données

## ... Le DMP et le DP

Ex du DP /  
Géré par l'Ordre des Pharmaciens  
Plus de 35 millions  
de dossiers



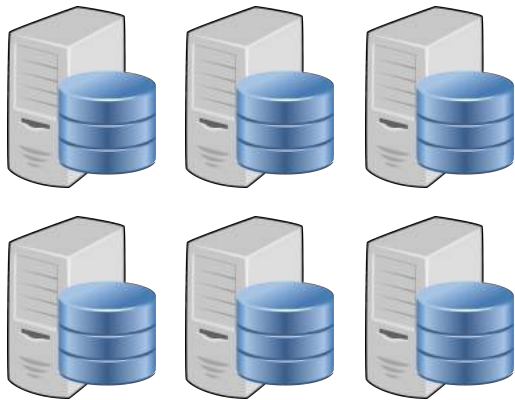
Ex du DMP /  
Géré par la CNAM  
Plus de 3 millions  
de dossiers





# Les sources des données ... Les DPI et l'imagerie

Données DPI & Imagerie  
Volumineuses  
Mais éparsees



Par exemple, la FNMR estime qu'il y a chaque année 100 millions d'examens produits chaque année dans les cabinets et services de radiologie publics et privés français



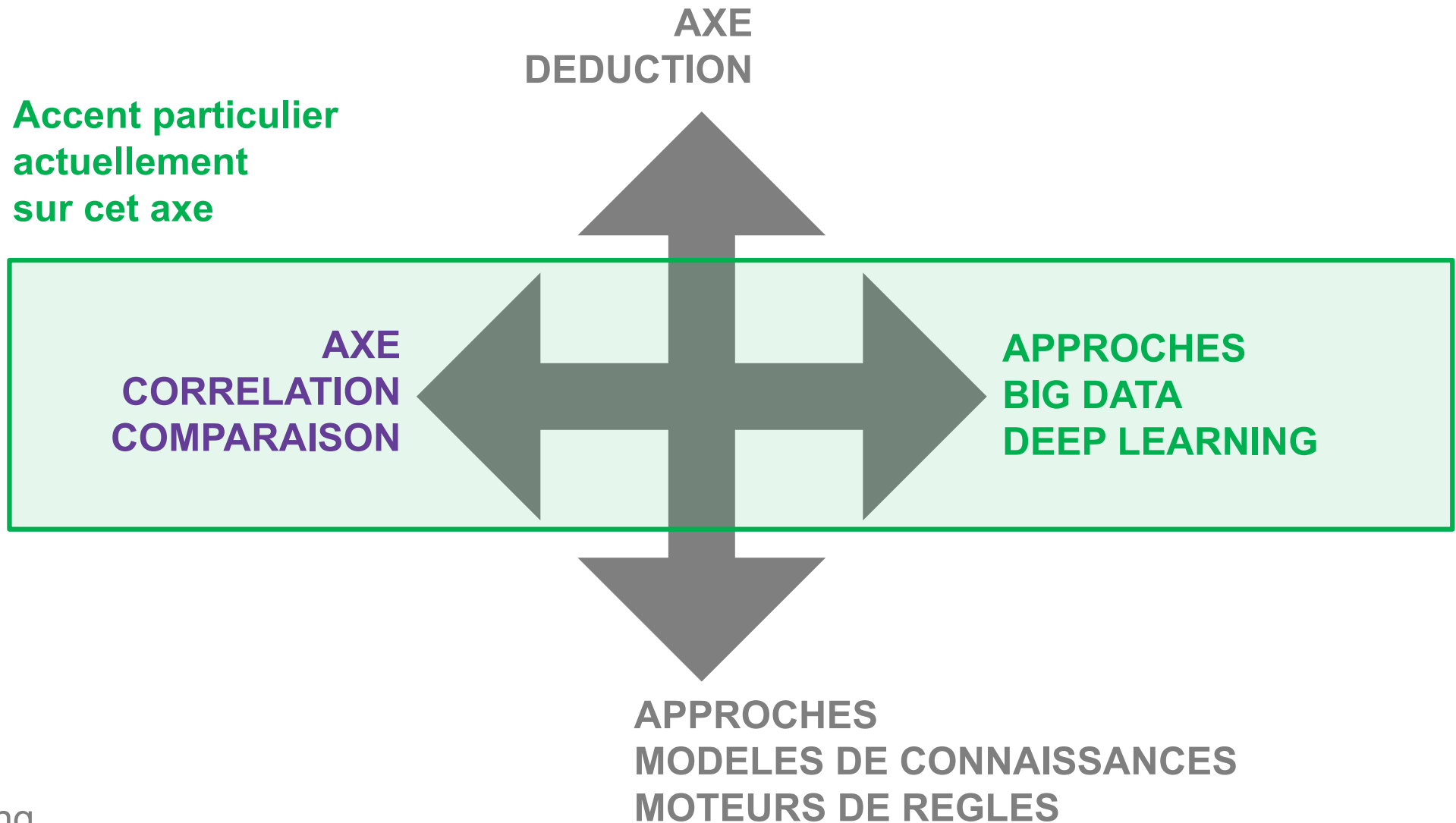
Exemple  
d'initiative  
fédératrice



**ESMÉ : améliorer la prise en charge des patients à partir des données de vie réelle en cancérologie**

Lancé en 2014 par la R&D d'Unicancer et soutenu par l'ensemble des Centres de lutte contre le cancer (CLCC), le **programme ESMÉ** (« **Épidémiologie Stratégique Médico-Economique** »), initiative **académique indépendante**, a pour ambition de centraliser les **données de vie réelle des patients traités pour un cancer en France**.

# La disponibilité de données en masse pousse fortement aujourd'hui l'axe big data

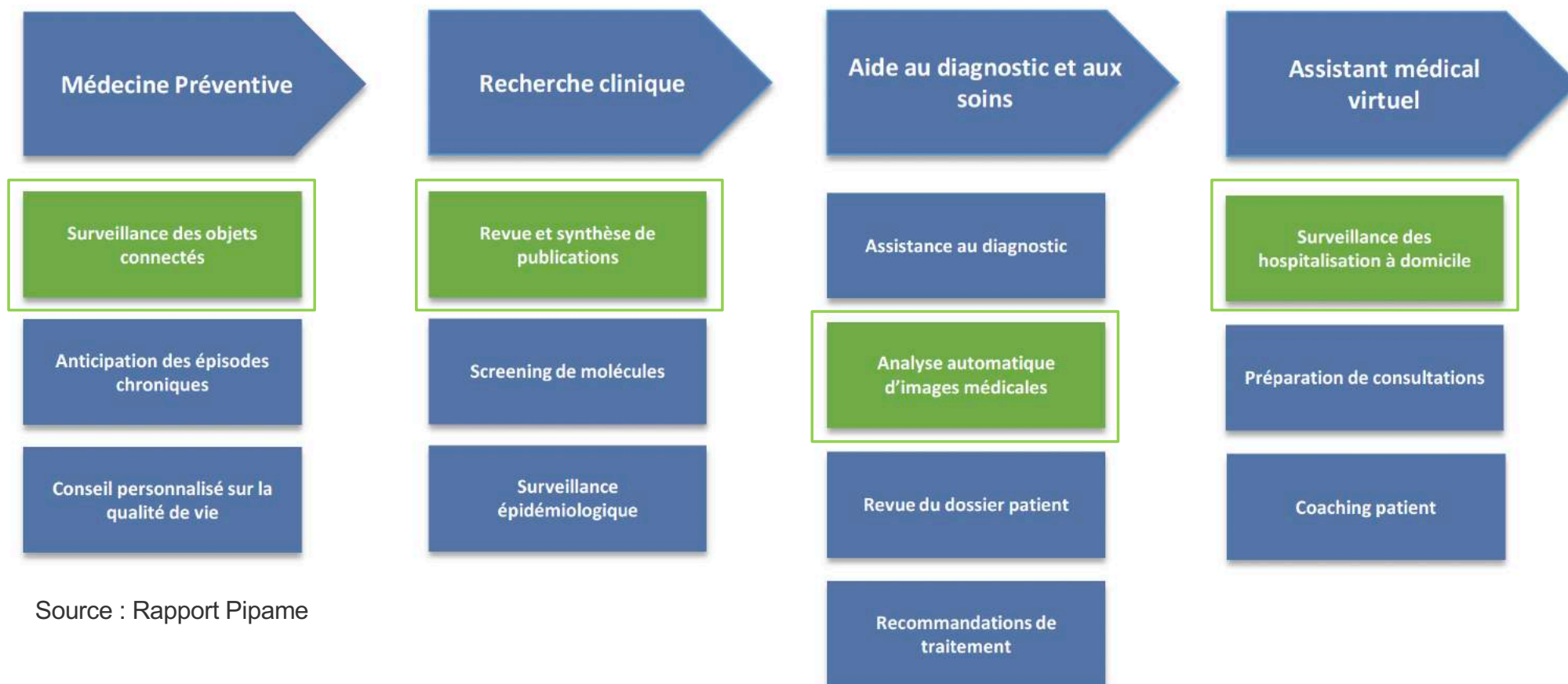


# L'IA aujourd'hui en santé



# Typologie des cas d'usage de l'IA en santé aujourd'hui

Les principaux usages de l'IA en santé sont les suivants :



Source : Rapport Pipame

Figure 135 - Typologie des usages en IA en santé (vert = mature)

# Un foisonnement d'exemples variés

## Issus de multiples projets dans le monde ...

**Aidoc annonce le marquage CE pour le premier outil pour le workflow basé sur l'IA pour les embolies pulmonaires**

**Machine learning charts disease symptoms from patient-physician conversations**

**Machine learning can now predict premature death**

**DeepMind has made a prototype product that can diagnose eye diseases**

**Clinician-AI combination is best in diagnosing diabetic retinopathy**

**Deep learning plus radiologist oversight boosts efficiency of liver lesion segmentation**

**How A.I. Is Finding New Cures in Old Drugs**

**Pharma startups like Pharnext are deploying machine learning to search for new therapeutic uses for "off patent" medications.**

Des chercheurs du GEORGIA INSTITUTE of TECHNOLOGY ont développé une technique d'apprentissage sur des dossiers patients pour prévoir une insuffisance cardiaque avant qu'elle ne se produise. Les premiers résultats démontrent une prédiction d'insuffisance cardiaque un à deux ans avant qu'elle ne se produise.

## ... Un foisonnement d'exemples variés Issus de multiples projets dans le monde

**Un algorithme de deep learning pour optimiser le processus de coloration des tissus utilisé en histopathologie**

**AI identifies schizophrenia with 87% accuracy**

**Mount Sinai researchers debut AI tool capable of identifying Alzheimer's**

**Cleveland Clinic launches Center for Clinical AI**

**Seattle health system testing AI tools to ease physician burdens, better patient care**

**Cedars-Sinai uses Alexa-powered platform to create smart hospital room**

**Shanghai Cancer Center, Tencent to streamline cancer treatment with AI**

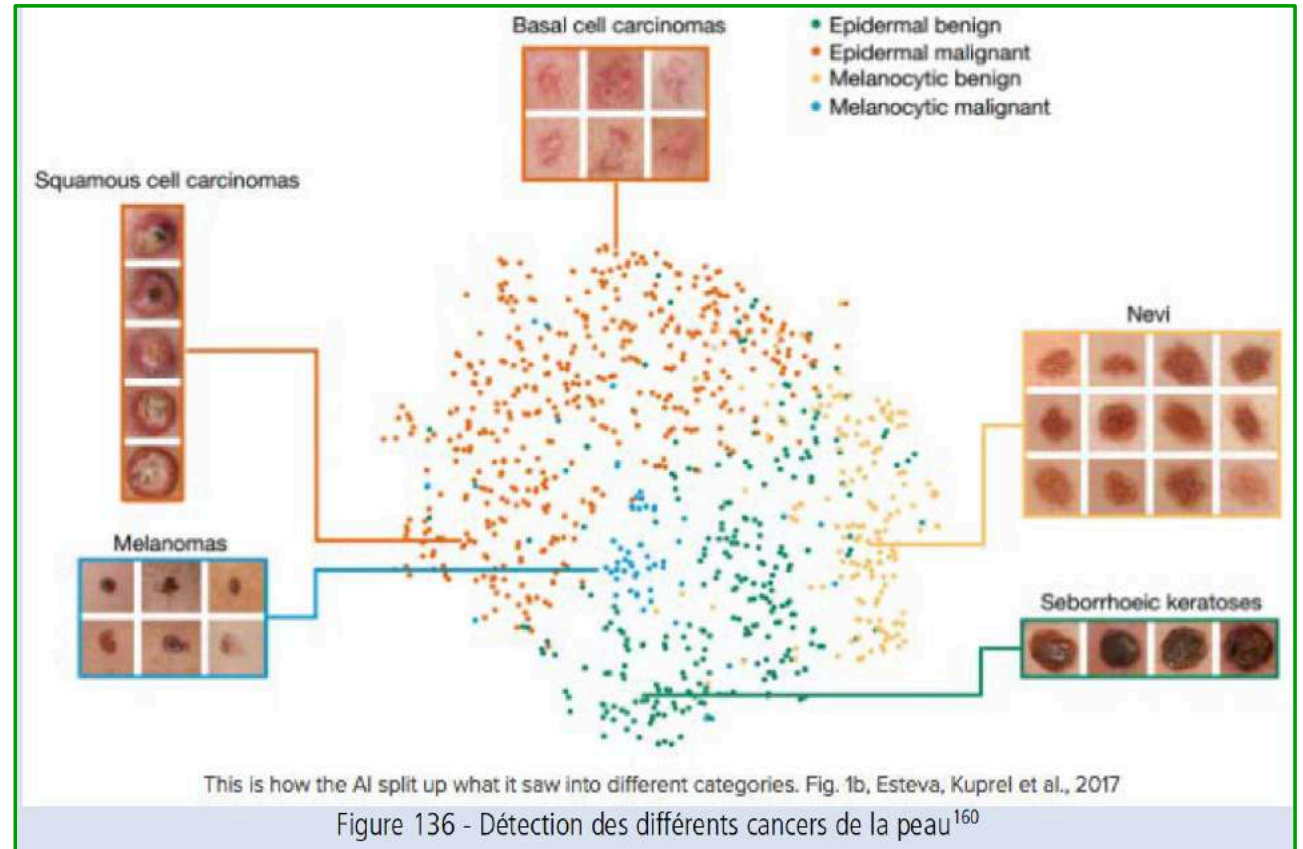
# Un exemple

## Aide au diagnostic en cancer de la peau

Une étude publiée en 2017 révèle que l'American Cancer Society a mis en place un réseau de neurones pour détecter les différents cancers de la peau par reconnaissance d'image.

L'apprentissage dans la reconnaissance de pathologies a été mené à partir de 130.000 images cliniques (prises par des smartphones notamment) représentant plus de 2 000 anomalies

L'objectif qui fut atteint, était de démontrer qu'une telle IA pouvait reconnaître et différencier deux formes de cancers tout en indiquant s'ils étaient bénins ou malins sans l'intervention d'un oncologue ou d'un dermatologue.

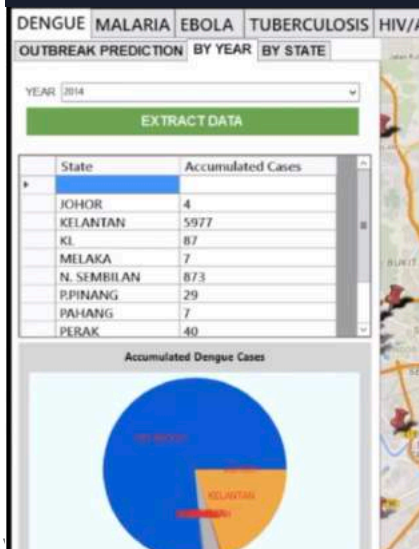


Source : Rapport Pipame

# Un exemple Médecine préventive

## A.I. PREDICT THE NEXT EPIDEMIC THREE MONTHS IN ADVANCE

U.S.-based [AIME](#) – Artificial Intelligence in Epidemiology – was established four years ago to combat deadly epidemics, such as dengue fever or zika, by providing critical information for disease outbreak and management via machine learning. **The goal of the artificial intelligence platform is to identify the location of the next disease outbreak up to three months before it occurs. AIME can predict the sudden start of an epidemic with 86.37 percent accuracy on average.** The technology has been deployed for example in Rio de Janeiro, Brazil to curb zika and dengue for the Rio Olympics 2016.



Mallol: “We incorporated enormous amounts of epidemiology data, weather data, geographical data, and machine learning capabilities to predict, geo-locate and determine future zika, dengue and chikungunya outbreaks. **We created the "AIME Console" that is able to predict these outbreaks up to 3 months in advance and geo-locating them up to a 400-meter radius with an accuracy of 88.7%.** AIME is a multi-platform SYSTEM, which involves web applications and mobile apps, all connected through the same backbone database, scalable by design and modular enough to be able to keep innovating with new solutions to other public health problems, too, such as tuberculosis or diabetes.



# Un exemple

## Dispositif commercial intégrant déjà de l'IA

### Canon Medical Systems équipe le CHU de Dijon du premier scanner doté d'IA en Europe



DIJON (Bourgogne) (TICsanté) - Depuis le mois de janvier, le CHU "François Mitterrand" de Dijon s'est équipé d'un scanner Aquilion One Genesis doté d'un module d'intelligence artificielle (IA) fourni par la société Canon Medical Systems qui permet "de réduire le bruit sur les images mais aussi de diminuer considérablement l'exposition aux rayons X des patients", a expliqué le Pr Frédéric Ricolfi, chef du service de radiologie des urgences du CHU.

# La FDA approuve des algorithmes

## Roundup: 12 healthcare algorithms cleared by the FDA

As AI cements its role in healthcare, more and more intelligent software offerings are pursuing 510(k) and De Novo approvals.

By [Dave Muoio \(/content/dave-muoio\)](#) | November 15, 2018 [SHARE](#)

1993

**MaxQ AI's** Accipio Ix in an AI workflow tool designed to help clinicians prioritize adults patients likely presenting with acute intracranial hemorrhage. **Cleared just last week**

**Viz.ai's** Contact is a clinical decision support (CDS) tool that analyzes CT results and highlights cases that may have experienced a stroke. **Approved through the agency's De Novo premarket review pathway** (<https://mobihealthnews.com>), the software uses an AI algorithm to scan CT images for indicators associated with stroke, and then sends a text notification to a neurovascular specialist if it identifies a potential large vessel blockage. Because the tool alerts the specialist

The cloud-based **DreaMed** Advisor Pro is a diabetes treatment decision support product that analyzes data from continuous glucose monitors, insulin pumps and self-monitoring to determine an insulin delivery recommendation. Through an event-based learning process, the software incorporates a number of components into its recommendations, including basal rate, carbohydrate ratio and correction factor. Dosage recommendations are delivered directly to the monitoring clinician, who can push the adjustment to a patient's diabetes management devices with the click of a button. **FDA granted DreaMed's algorithm a De**

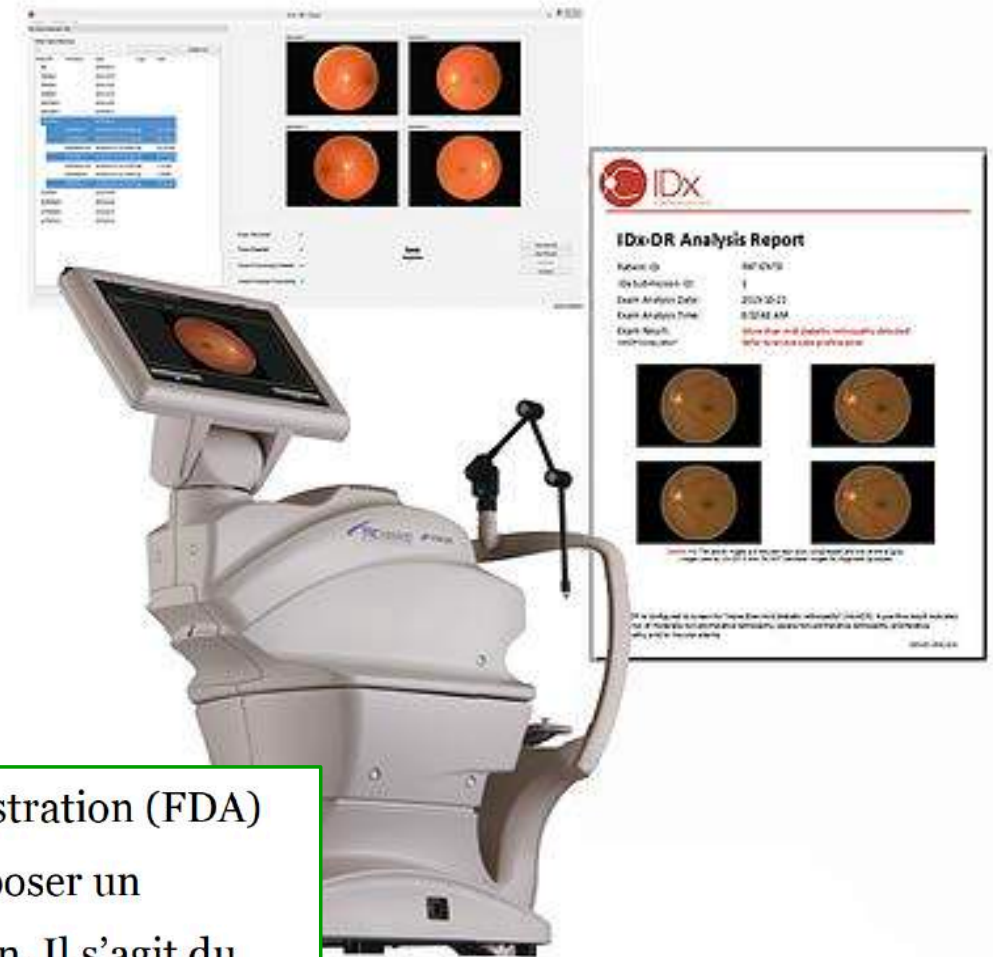
**Novo approval**

**Imagen's** OsteoDetect uses an AI algorithm to scan X-ray images for a common type of wrist bone fracture, known as distal radius fracture. The software can be fed images of adult wrists in the posterior-anterior and medial-lateral position, and using these highlights regions with potential fracture. OsteoDetect – which **received De Novo clearance in May** (<https://www.fda.gov/newsevents/newsroom/pressann>) – is intended for use by primary, emergency, urgent and specialty care practitioners alike, but should be accompanied by a standard clinical review.

# La FDA habilite un système d'IA à établir un diagnostic

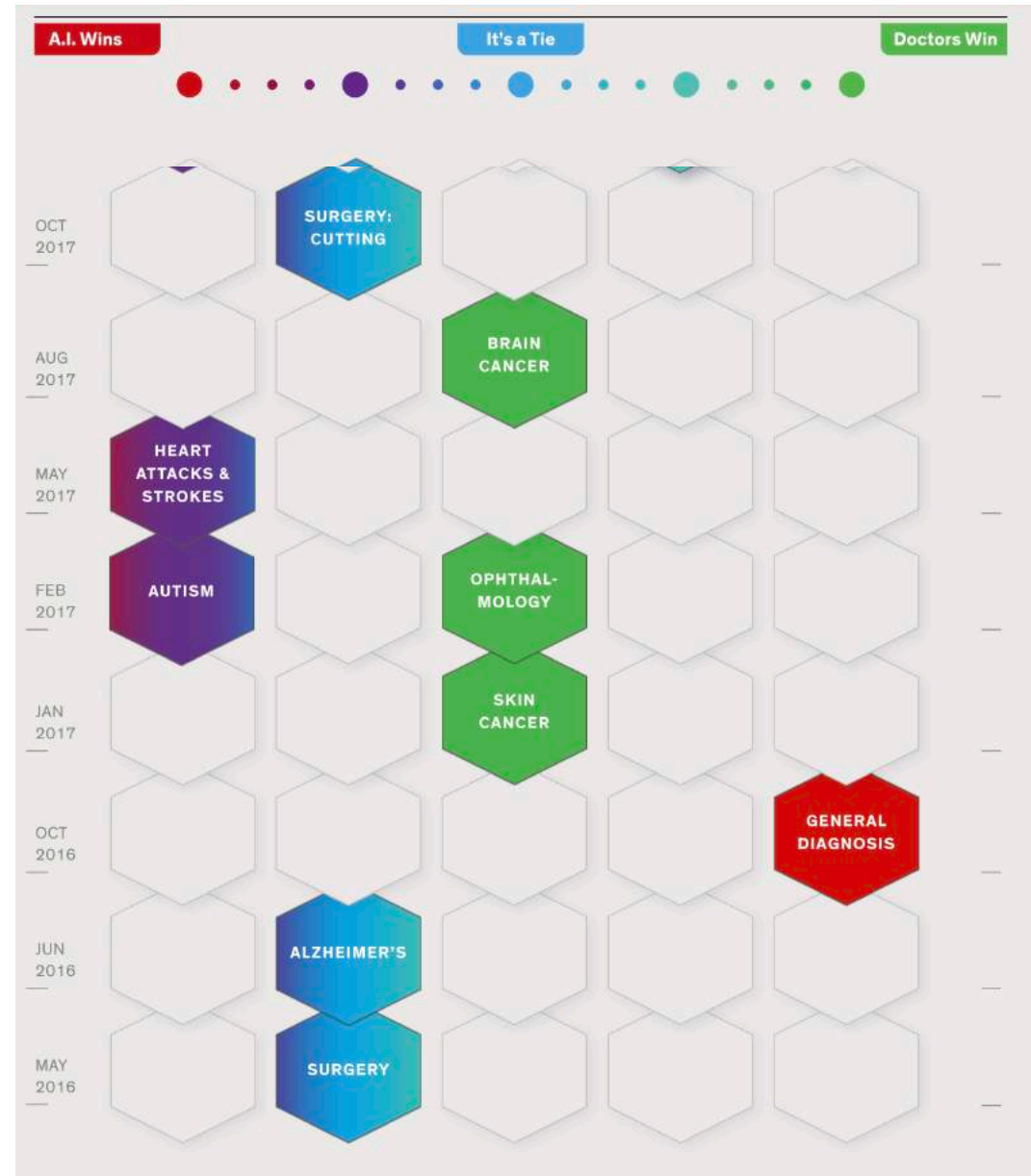
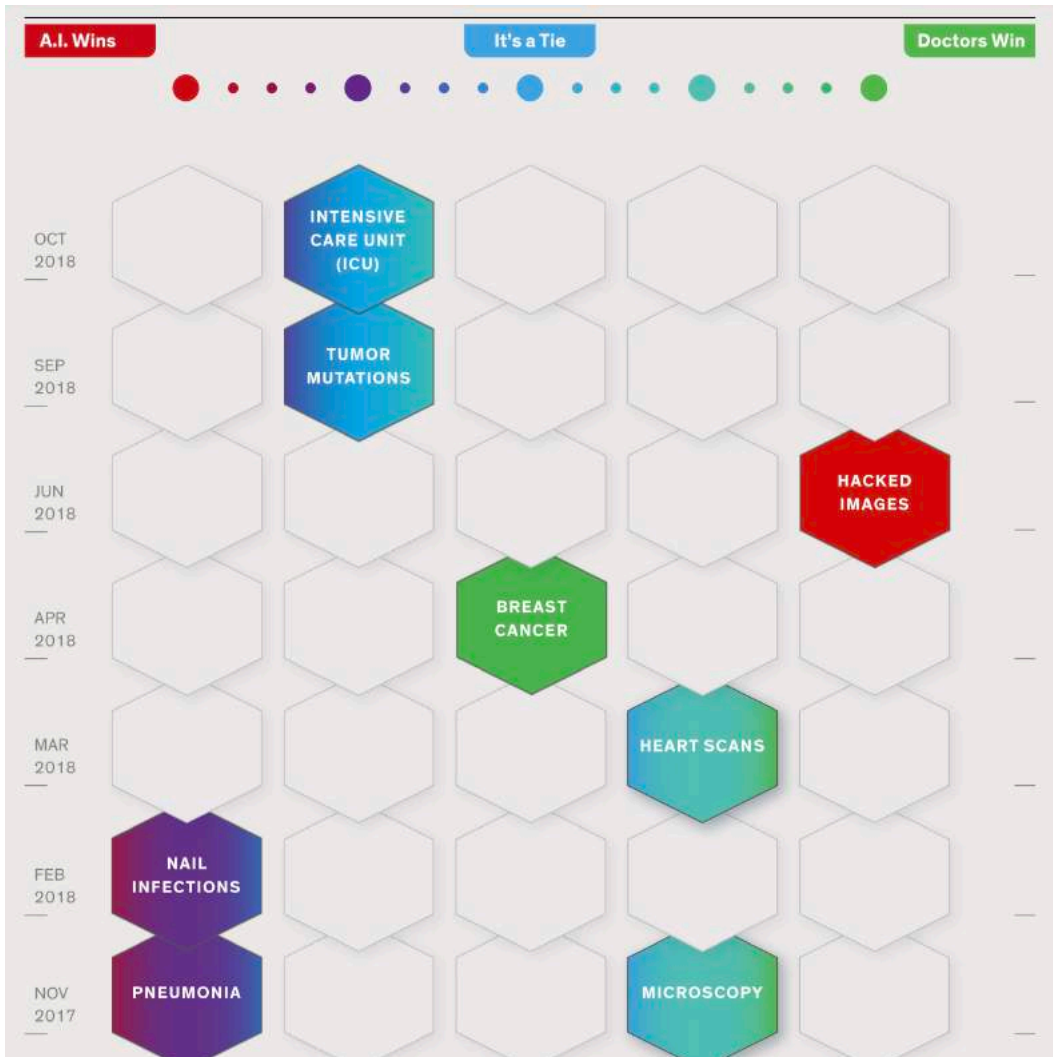
**Pour la première fois, une intelligence artificielle est habilitée à établir un diagnostic médical aux États-Unis**

Pour la première fois, la U.S. Food & Drug Administration (FDA) a autorisé un dispositif d'intelligence artificielle à poser un diagnostic médical sans l'intervention d'un médecin. Il s'agit du logiciel IDx-DR qui détecte si le patient est atteint de rétinopathie diabétique en analysant les photos de la rétine.



# La machine commence à « dépasser » l'homme

Visualization tool to see whether smart algorithms or humans are better in providing healthcare solutions



Source : Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), 2018

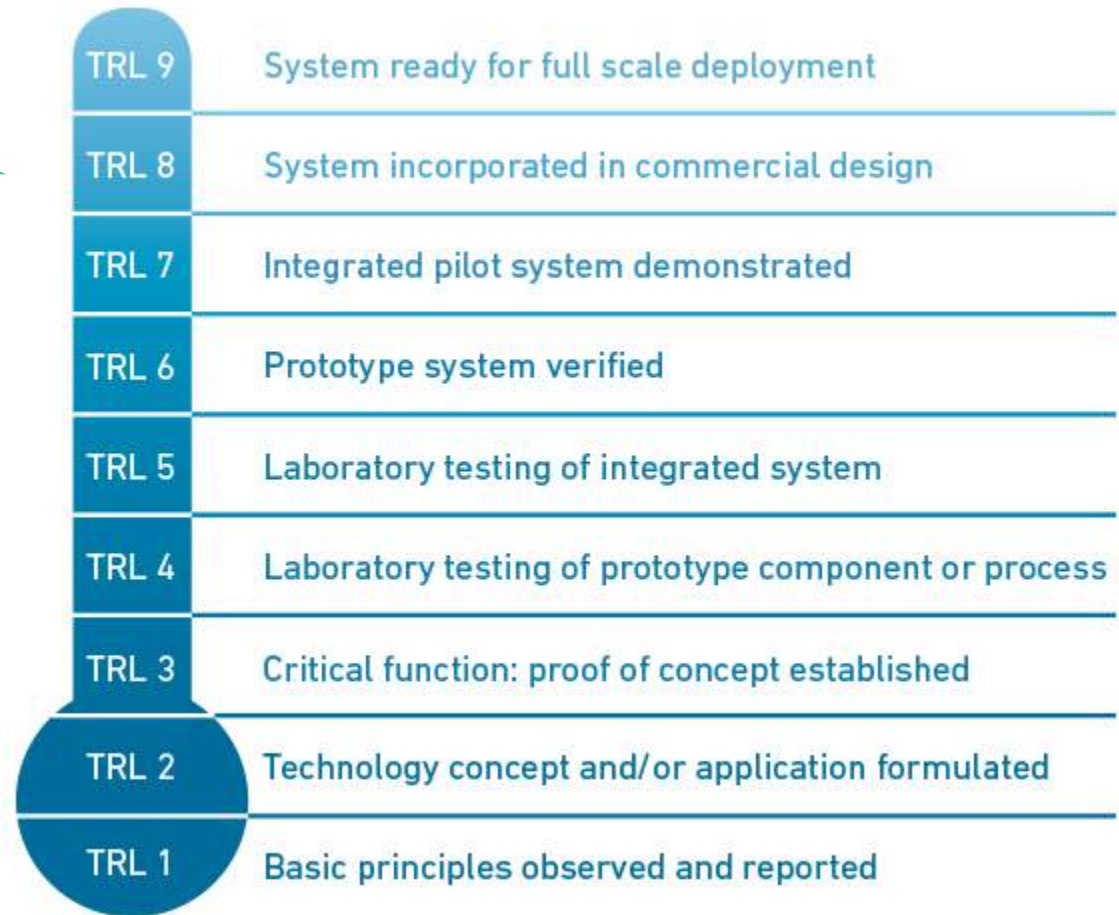
# L'IA dans 5 à 10 ans en santé



# Nous sommes à l'aube d'une maturation des applications IA sur le marché

Beaucoup d'applications IA sont encore au stade de validations et d'expérimentations avant passage à l'échelle

Ceci signifie qu'il faut s'attendre dans les prochaines années à un tel passage à l'échelle moyennant que ces applications aient aussi trouvé si besoin leur modèle économique



Technology vendors will offer new AI products as quickly as academic research centers can test and prove new algorithm

# Des cas d'usage très variés d'ici 5 à 10 ans : IA-Enhanced care

**Médecine Préventive pour la Santé Publique**  
Epidémiologie, pharmacovigilance

**Médecine Préventive pour l'Individu**  
Prévention de la santé individuelle

**Médecine Prédicative**  
Prédiction d'une maladie et/ou son évolution

**Médecine Pertinente / Augmentée**  
Aide à la décision SADM (diagnostique, thérapeutique)

**Médecine Personnalisée et de Précision**  
Traitements personnalisés / Parcours de soins adaptés

**Médecine Participative**  
Patient acteur (informé, coaché, éduqué)

**Chirurgie augmentée**  
Chirurgie assistée par ordinateur

**Télé-Médecine**  
Télésurveillance avec alertes intelligentes

**Assistance aux Fragilités**  
Rééducation, autonomie, troubles cognitifs, handicap

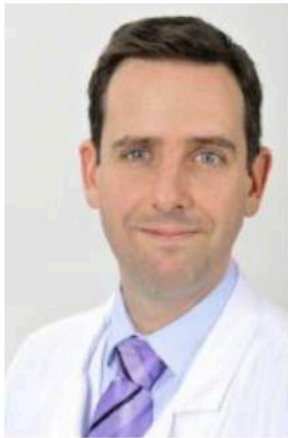
**Une pratique proactive de la médecine est amenée à se développer**, intégrant l'analyse complexe sur les multiples données disponibles : biologiques, pathologiques, leur évolution, les données « environnementale » (climat, pollution...), les données relevées par des applications dites « de santé » connectées aux patients...

Le croisement de toutes ces informations et les calculs poussés d'indicateurs, permettront d'orienter la médecine vers des axes thérapeutiques novateurs.

Ces axes préfigurent la médecine de demain : exploiter ces Big Data de manière souveraine rejoignent pleinement les concepts de la Médecine 4P, médecine systémique qui est intrinsèquement : **P**rédictive et **P**réventive -- agissant par anticipation avant l'apparition de symptômes - et qui est également **P**ersonnalisée et **P**articipative -- adaptant interventions et traitements aux caractéristiques et réactions individuelles

# Vers une médecine Pertinente et augmentée

« Le grand espoir de la médecine du futur repose sur l'intelligence artificielle »



CHRISTOPHE LE TOURNEAU



Christophe Le Tourneau est oncologue médical à l'Institut Curie et Professeur de médecine à l'université Versailles-Saint-Quentin-en-Yvelines. Il est chef du Département d'essais cliniques...

LA RÉDACTION - 19 NOVEMBRE 2018

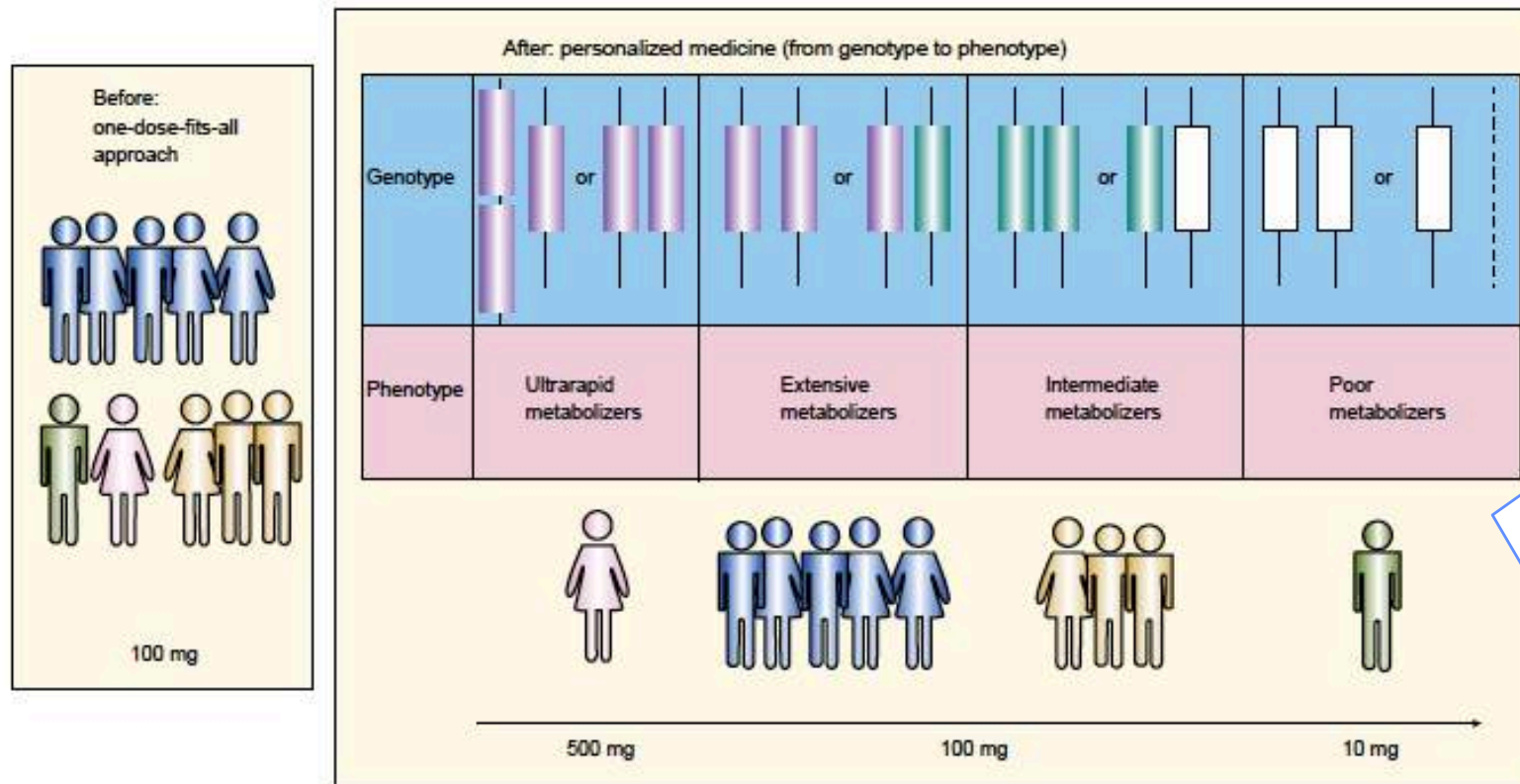
Les domaines de la biologie, de l'imagerie, de la chirurgie et de la robotique génèrent de plus en plus de données médicales, dont seulement une petite partie est aujourd'hui exploitée. Toute la valeur ajoutée de l'intelligence artificielle va donc reposer sur cette capacité à rassembler les données et les analyser afin d'accélérer la recherche clinique et, à terme, épauler le médecin dans la prise de décision thérapeutique. L'Institut Curie a mis en place, il y a dix ans, un système de dossiers médicaux électroniques qui rassemble désormais plus de dix millions de documents textes concernant plusieurs centaines de milliers de patients. Christophe Le Tourneau, oncologue médical à l'Institut Curie, propose un regard sur les perspectives en matière de médecine de précision et de médecine prédictive.

Des algorithmes décisionnels, proposant une ébauche de diagnostic à partir des remarques du praticiens, des notes à partir d'entrevues avec le patient, des antécédents familiaux, des résultats d'analyse...





# Vers une médecine Personnalisée avec la génomique



Des traitements ultraciblés ne s'adressant qu'à quelques milliers de patients. C'est le nouveau graal des laboratoires en panne d'innovation. Après que les « blockbusters », ces médicaments qui rapportent plus d'un milliard de dollars par an, tombent un à un dans le domaine public

Figure 1. Representation of the trial-and-error or one-dose-fits-all approach versus personalized medicine. The left panel shows a situation in which everyone gets the same dose of a drug, regardless of genotype. The right panel shows a personalized medicine approach in which the dose of the drug is selected based upon genotypical, and therefore phenotypical, variability of the metabolizing enzyme. (Source: Xie, H., Frueh, F.W., (2005). Pharmacogenomics steps toward personalized medicine. *Personalized Medicine*, 2(4), 333.)

# Vers des assistants virtuels

Un assistant virtuel en médecine peut aider un patient à diagnostiquer une pathologie à partir de symptômes physiques ou cliniques ou encore accompagner un patient pendant une thérapie pour évaluer au fur et à mesure les résultats d'un traitement sur la qualité de vie. Le développement de techniques de traitement automatique du langage couplées à des algorithmes apprenant simplifie la conduite automatisée d'entretien d'évaluation via une interface mobile pour le patient.

À l'avenir, les assistants virtuels devraient être en mesure de mener des consultations et même de prescrire des médicaments. Si l'assistant manque d'informations il pourrait proposer un examen supplémentaire et le planifier avec le patient. À l'hôpital, un assistant d'accueil pourrait enregistrer le dossier d'un patient et identifier le médecin approprié pour la consultation. L'assistant pourrait également aider à la réalisation de démarches administratives ou gérer le planning des rendez-vous dans le cadre de maladies chroniques.

La société BABYLON HEALTH (R.-U) a levé en 2017 plus de 50 m€ pour développer un agent conversationnel susceptible de détecter certaines formes de démence et au-delà pour assister les médecins pendant le diagnostic d'autres maladies à partir de symptômes. La startup anglaise et allemande ADA vient également de lever 47 m€ pour développer un agent conversationnel permettant de diagnostiquer une maladie et faire des recommandations.

# Vers une interface la plus naturelle possible avec la machine

Interface via smartphones, chat bots, oreillettes connectées ou avatars en langage naturel



# Les limites de l'IA



# L'exemple des erreurs de jeunesse de l'IA de Google en santé aux USA

Les données collectées à grande échelle par [Google](#) ne lui suffiront pas à être la Pythie du 21e siècle : son outil développé en 2008, [Google Flu Trends](#), ne serait finalement pas capable de prédire avec exactitude la propagation du virus de la grippe, révélait en 2012 un article de [Nature](#). Mi-mars, [Science](#) s'est penché sur les causes de cet échec.

Pour réaliser ses prévisions, Google Flu Trends se base sur les termes tapés par les internautes dans le moteur de recherche.

Schématiquement, l'épidémie se développerait là où le mot fièvre, entre autre, est plus recherché qu'en temps normal. Sauf que les estimations de Google pour les [Etats-Unis](#) dépassent de 50% celle du Centre américain de contrôle et de prévention des maladies. Or celles-ci sont plus fiables car elles proviennent directement du terrain.

## Quand les big data de Google se trompent pour prédire l'épidémie de grippe

Analyser les données issues du big data n'est pas une mince affaire, même pour les géants du net. La preuve ? Google, qui s'était dit en 2008 capable de prévoir la propagation de la grippe, a largement surestimé le nombre de malades avec son outil Google Flu Trends

## LE FOOTBALL AMÉRICAIN INTÉGRÉ À L'ALGORITHME

Science pointe un premier problème : pour créer le Google Flu Trends, les développeurs ont comparé l'évolution du nombre de recherches de 50 millions de termes dans un territoire donné, avec le propagation connue de la grippe dans ce même territoire. Ils ont ensuite construit l'algorithme.

Sauf que certains noms fréquemment recherchés en période d'épidémie n'ont aucun rapport avec la maladie. Un exemple ? Les mots liés au football américain, dont la saison se déroule principalement en hiver. Comme leur courbe de recherche augmente en même temps que celle de la maladie, ils étaient au départ intégrés dans les calculs. De nombreux cas de grippe prévus par Google Flu Trends n'ont donc en fait jamais existé. Ce vocabulaire a fini par être exclu du système par l'entreprise, mais d'autres liens fortuits peuvent venir perturber les résultats de la même manière

# L'exemple des erreurs de jeunesse de l'IA Watson d'IBM en santé aux USA

**Utilisée dans un centre de traitement et de recherche sur le cancer, Watson a émis des recommandations dangereuses. L'intelligence artificielle d'IBM travaillait sur des cas hypothétiques, et n'apprenait pas à partir des données de patients réels.**

À la fin de l'année dernière, une étude **contestait déjà l'efficacité** de l'intelligence artificielle Watson dans le domaine médical, et notamment en oncologie. De nouveaux documents analysés par **Stat** font aujourd'hui bien plus que de l'accuser d'inefficacité : l'IA serait surtout dangereuse pour les patients.

Le 25 juillet 2018, le média a indiqué s'être procuré des documents internes d'IBM, qui montrent que le superordinateur mis au point par l'entreprise ne répond pas aux attentes.

Il y a cinq ans, le Mémorial Sloan-Kettering Cancer Center (MSKCC) s'est lancé dans un partenariat avec IBM pour entraîner l'intelligence artificielle Watson à diagnostiquer et traiter les patients. Or, si l'on en croit les documents rédigés par l'entreprise pendant l'été 2017, le superordinateur a régulièrement **prodigué de mauvaises recommandations**.

# La vulnérabilité aux « attaques » du deep learning

**Le deep learning nécessite la mise en place de systèmes de sécurité et de protection des données** afin d'éviter tout risque de fraude qui pourrait s'avérer sinon indétectable et désastreux

Harvard Medical School researchers examined how difficult it was to **fool medical image analysis software.**

Computer scientists regularly test deep learning systems with so-called "adversarial examples" crafted to make the AIs misclassify them in order to find out the possible limitations of current deep learning methods.

In the new study, the researchers tested deep learning systems with adversarial examples on three popular medical imaging tasks—classifying diabetic retinopathy from retinal images, pneumothorax from chest X-rays, and melanoma from skin photos.

In such attacks, pixels within images are modified in a way that might seem like a minimal amount of noise to humans, but could trick these systems into classifying these pictures incorrectly.

The scientists note their attacks could make **deep learning systems misclassify images up to 100 percent of the time, and that modified images were imperceptible from real ones to the human eye.**

They add that such attacks could work on any image, and could even be incorporated directly into the image-capture process.

"One criticism that we have received is that if someone has access to the underlying data, then they could commit many different kinds of fraud, not just using adversarial attacks," Beam says. "This is true, but we feel that adversarial attacks are particularly pernicious and subtle, because it would be very difficult to detect that the attack has occurred."

<https://spectrum.ieee.org/the-human-os/biomedical/imaging/medical-imaging-ai-software-vulnerable-to-covert-attacks>

# Les limites intrinsèques de l'IA pointées du doigt par des experts

## Pourquoi l'intelligence artificielle n'est pas intelligente

LIVRES - Deux essais récents viennent critiquer la confusion entre intelligence artificielle et intelligence humaine. Le professeur Jean-Louis Dessalles et le créateur de l'assistant vocal Siri, Luc Julia, se livrent à une attaque en règle de la machine

L'intelligence artificielle (IA) n'existe pas, ou, au mieux, elle est beaucoup trop artificielle. Rien à voir avec celle de l'humain. Luc Julia, à l'origine de l'assistant vocal Siri d'Apple et aujourd'hui vice-président innovation chez Samsung, ainsi que Jean-Louis Dessalles, enseignant-chercheur à Télécom ParisTech, s'accordent sur ce point dans leurs ouvrages respectifs, parus fin janvier.

Bien loin des gourous de la Silicon Valley qui annoncent la venue prochaine de la singularité, d'une IA capable de dépasser les humains, voire dotée d'une autonomie morale, ils condamnent ces prophéties et cherchent à démontrer ce qui nous différencie de la machine. Mais ils admettent volontiers l'incommensurabilité de leur tâche : à vouloir dire ce qui nous distingue, il faut définir ce que nous sommes.



# Les questions qui se posent



# Des questions nombreuses se posent

- Comment construire des algorithmes IA pertinents ?
- Comment faire face aux questions réglementaires ?
- Vers un audit des algorithmes en France ? (Ex HAS ...)
- Comment inscrire les usages dans la pratique quotidienne ?
- Quel impact sur les organisations ?
- Vers la valorisation des données ?
- Vers des hôpitaux d'expérimentation IA ?
- Quid des questions éthiques ?
  
- Et enfin comment « résister » en Europe face à la déferlante US et asiatique ? (cf plan européen pour stimuler l'IA fabriquée en Europe)

# Comment construire des algorithmes IA pertinents ?

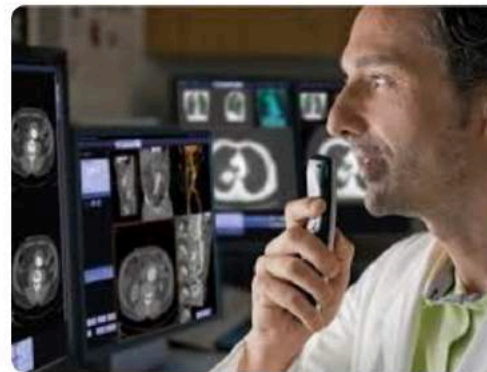
- Comment va-t-il être possible de réconcilier et faire converger / coexister les approches de l'IA basées sur les données et sur la modélisation des connaissances ?
- Quid des cas où les datas manquent (par exemple algorithmes de télésurveillance issus de nouveaux objets connectés) ?
- Quid des modèles basant leurs préconisations sur les publications scientifiques et des erreurs dont certaines sont entachées ?

# Comment faire face aux questions réglementaires ?

- Comment faire face à la difficulté réglementaire d'accès aux données en France ? (Ex données de santé nominatives ....)
- Comment valider par des essais cliniques classiques des algorithmes en mouvance perpétuelle (pour les agréments DM notamment) ?

*L'IA à finalité médicale (IAM) fait-elle partie de la réglementation des dispositifs médicaux ?*

**Les algorithmes de l'IA à finalité médicale (IAM) intègrent de plus en plus les dispositifs médicaux (DM) connectés**, notamment ceux utilisés pour la télésurveillance médicale des maladies chroniques. Ils permettent un suivi plus personnalisé. Relèvent-ils de la même réglementation que celle des DM ? Une récente étude de droit comparée sur la réglementation européenne et celle en vigueur aux USA mérite d'être rapportée et discutée. Elle concerne en particulier l'IA appliquée aux dispositifs de radiologie, mais la réflexion juridique peut aussi s'étendre aux DM connectés utilisés dans les organisations de télésurveillance médicale à domicile des maladies chroniques.



Source : Publication Site Santé Connectée et télémédecine

# Vers un audit des algorithmes en France ?

Vers un audit des algorithmes ? - L'Atelier BNP Paribas

PROSPECTIVE  
(/PROSPECTIVE)

## VERS UN AUDIT DES ALGORITHMES ?

### REGARD D'EXPERT

Jean-Gabriel Ganascia

Chercheur en IA à l'Université Pierre et Marie Curie

**Le problème, c'est qu'on n'a aucune idée des critères qui sont employés, notamment avec l'apprentissage profond. Or, certains critères sont de bons prédicteurs statistiques, mais sont très discriminatoires.** 🗨️

PARIS 24 JAN 2018 2 MIN



Les algorithmes d'intelligence artificielle sont aujourd'hui largement par les pouvoirs publics comme par les entreprises privées afin d'ap prise de décision. Mal employés, ils peuvent toutefois causer des nu et leur fonctionnement opaque les rend difficiles à contrôler. Mais de fait n'a rien d'une fatalité.

<https://atelier.bnpparibas/prospective/article/audit-algorithmes>

## La HAS favorable à l'adoption de normes de développement des algorithmes en santé

22/05/2018 16:45

(TICpharma) - La Haute autorité de santé (HAS) recommande, dans sa contribution aux états généraux de la bioéthique, que des "bonnes pratiques de développement" de l'intelligence artificielle (IA) soient éditées, "voire qu'un cadre normatif soit créé" pour concevoir et encadrer le recours aux algorithmes dans le domaine de la santé.

## Quand les algorithmes déraillent

Dans son livre Weapons of Maths Destruction, paru en 2016 aux États-Unis (non traduit en français), Cathy O'Neil ([https://en.wikipedia.org/wiki/Cathy\\_O%27Neil](https://en.wikipedia.org/wiki/Cathy_O%27Neil)) tira la sonnette d'alarme. Ex-chercheuse en mathématiques, puis analyste dans un fonds d'investissement, elle montre comment des d'algorithmes conçus pour servir le bien commun peuvent subrepticement générer des effets pervers. Elle cite notamment les algorithmes prédictifs employés par la police pour prédire les crimes violents. Contrairement au dispositif imaginé par l'écrivain Philip K. Dick ([https://fr.wikipedia.org/wiki/Philip\\_K.\\_Dick](https://fr.wikipedia.org/wiki/Philip_K._Dick)) dans sa nouvelle "Rapport minoritaire" (adaptée à l'écran par Steven Spielberg dans "Minority Report"), celui-ci ne repose pas sur des mutants capables de prédire l'avenir, mais sur la gestion des masses de données.

En 2009, la police de Chicago a reçu une bourse pour concevoir un logiciel capable de prédire la criminalité. Avec cet argent, elle a mis au point un algorithme d'intelligence artificielle qui, à partir de différentes sources de données existantes, a dressé une liste de 400 individus à risque, susceptibles de commettre un homicide. Parmi ces derniers se trouvait Robert McDaniel, un jeune homme de 22 ans, qui a été attentivement observé par la police, recevant même la visite des forces de l'ordre pour l'informer qu'elles le tenaient à l'œil. Robert McDaniel n'a pourtant jamais eu affaire à la justice, ne s'est adonné à aucune activité suspecte et n'a pas commis la plus petite infraction depuis que le logiciel l'a listé comme criminel potentiel. Comment expliquer dès lors qu'il ait été catégorisé comme dangereux ? Tout simplement par le fait que plusieurs infractions avaient été commises près de son domicile, situé dans un quartier défavorisé. En somme, le simple fait d'être pauvre peut valoir à un individu d'être ciblé par les algorithmes de la police.

# Comment inscrire les usages dans la pratique quotidienne ?

- Les systèmes d'aide à la décision médicale (SADM) pourront-ils servir dans la pratique quotidienne avec les contraintes afférentes (peu de temps, etc.) ?
- Comment les médecins peuvent-ils appréhender des SADM qui vont avoir forcément des limites à court terme / ne répondre que partiellement ?
- Comment les médecins peuvent-ils appréhender des algorithmes complexes et non transparents de type boîte noire, notamment en Deep Learning (sans explicabilité des résultats) ?

## Extraits du rapport CNOM

« Nous pensons que la médecine comportera toujours une part essentielle de relations humaines, quelle que soit la spécialité, et ne pourra jamais s'en remettre aveuglément à des 'décisions' prises par des algorithmes dénués de nuances, de compassion et d'empathie » -  
« La complexité de certains algorithmes récents est telle qu'ils peuvent être comparés à des cathédrales »

# Quel impact sur les organisations ?

- Des algorithmes peuvent-ils venir en remplacement d'une décision médicale en France ?
- L'IA nécessite aujourd'hui l'implication de data analystes et mathématiciens. Ceux-ci vont-ils diffuser au sein des organisations médicales de recherche ?
- Quel impact sur la formation initiale et continue ?
- Des métiers vont-ils disparaître ou apparaître ?

# Vers la valorisation des données ?

## **Turning Health Data into an Asset for Artificial Intelligence**

Healthcare organizations looking to leverage their existing data assets for artificial intelligence will need to develop governance, infrastructure, and partnerships to guide their efforts.



# Vers des hôpitaux d'expérimentation IA ?

Le Pôle interministériel de prospective et d'anticipation des mutations économiques (Pipame) « appelle à favoriser l'expérimentation des technologies de l'IA » dans un environnement et des conditions réelles, notamment en ce qui concerne la santé. Dans ce but, il propose la mise au point d'un ou plusieurs « hôpitaux d'expérimentation numérique », dans un rapport mis en ligne le 19 février.

Ces structures permettraient :

- « le déploiement de réseaux de capteurs au sein de l'hôpital pour capter l'ensemble des données de santé de l'établissement ;
- le développement d'un système de santé centralisant l'ensemble des données collectées ;
- la simplification d'accès à toute structure (start-up, laboratoire) souhaitant innover avec les données créées ;
- la mise en place par exemple d'un protocole permettant de tester en moins de 30 jours toute innovation numérique développée ;
- la formation des personnels de la structure concernée au numérique ;
- la mise en place de protocoles de tests-validation des innovations numériques pour un déploiement à grande échelle. »

# Quid des questions éthiques ?

Le président du Comité consultatif national d'éthique (CCNE), le Pr Jean-François Delfraissy, a appelé le 19 novembre dernier à être très vigilant sur le fait que les enjeux liés à l'usage de l'IA en santé soient traités lors de la future révision de la loi de bioéthique.

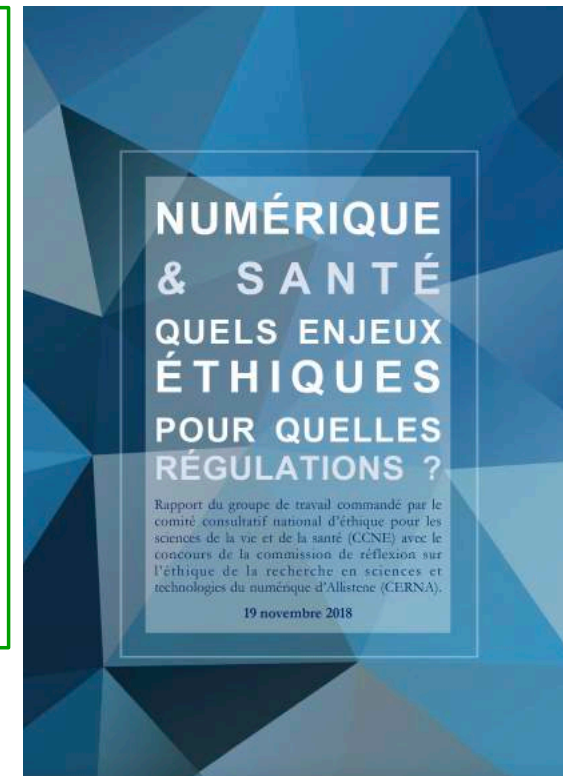
## Bioéthique: la mission parlementaire préconise de légiférer sur la "garantie humaine" du numérique en santé



PARIS (TICsanté) - Dans un rapport publié le 15 janvier, la mission d'information parlementaires sur la révision de la loi de bioéthique consacre un chapitre entier à l'intelligence artificielle (IA) et préconise l'introduction dans la loi de la "garantie humaine" du numérique en santé et "l'explicabilité des algorithmes".

#DM #Données #IA #M-santé #OrganisationDesSoins #Prévention #RH  
#Sécurité

18/01/2019 0 94



# L'écosystème de l'IA santé



# Un nouvel écosystème

Note : logos illustratifs non exhaustifs

Ceux qui possèdent les cas d'usage et des données qui deviennent un actif valorisable

Etablissement de santé

ASSISTANCE PUBLIQUE HÔPITAUX DE PARIS



Labos pharmas



Bristol-Myers Squibb

Fabricants DM

Johnson & Johnson

Payeurs de la santé



Ceux qui possèdent les compétences mathématiques et les infrastructures technologiques

Grands industriels



Startups



Instituts de recherche



# Une vivacité des startups Françaises en IA santé ...

## Aide au diagnostic et imagerie

- AiVision
- Anamnese
- Anapix Medical
- Avicenna.ai
- AZmed
- Cardiologs Technologies
- CitizenDoc
- CleverDoc
- Datexim
- DocForYou
- Gleamer
- Hera Mi
- Horasis
- Imageens
- Incepto medical
- Keelab
- Medical Intelligence Service
- Milvue
- NeuroCell
- Pixyl
- Sinnovial
- TheraPanacea
- Therapixel
- Tilak Healthcare
- VitaDX

## Objets connectés et monitoring

- @-Health
- Auxivia
- BioSerenity
- Bodycap
- Chronolife
- Data for life
- Diabeloop
- Dreem
- E-vone
- Feetme
- I-Nside
- Life Plus
- Neogia
- NextMind
- Pk vitality
- Quantmetry
- Senseme
- WitMonki

## Analyse du comportement et prévention

- Ad Scientam
- Almerging Health
- Angel Assistance
- Betterise Health Tech
- Biomouv
- Etic systems
- ExactCure
- Healsy
- Implicity
- Invenis
- Kap Code
- Mensia Technologies
- Novagray
- Qalyo
- Synchronext
- Telegrafik
- Volta Medical

## Chatbots médicaux

- Calmedica
- Khresterion
- Mojobots.ai
- Pastel Health
- Pharmaseek
- Posos
- Synapse medecine
- Wefight

## Divers

- Babyprogress
- Silkke

## Handicap

- Captiv
- Dessintey
- Ekinnox
- Leka
- Panda guide
- Pixium Vision
- Wandercraftf

## Gestion parcours patient et hospitalier

- Collective Thinking
- Datamento
- DeepOR
- Eurekam
- Exelus
- Kaduceo
- Lifen
- Padoa
- Sancare
- Yuni

## Recherche biologique et pharmaceutique

- Alphanosos
- Cybermano
- Dexstr
- Enancio
- Iktos
- Inato
- Keen Eye Technologies
- Lixoft
- Novadiscovery
- Owkin
- Omicx
- Peacel
- Qynapse
- SeqOne
- Synsight
- Traaser



## FRENCH STARTUPS IN

# SANTÉ & AI

Ce mapping a été élaboré pour mieux décrypter et visualiser le paysage entrepreneurial français du secteur de l'e-santé. Il n'est pas exhaustif et n'a pas pour objectif de promouvoir des acteurs ou activités spécifiques du secteur.

Février 2019

# ... Une vivacité des startups Françaises en IA santé

Startup	Application	Usage IA
<b>KAPCODE</b>	Propose des solutions dans les domaines des maladies respiratoires et de la surveillance des signaux de santé via les médias sociaux.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analyse des données</li> </ul>
<b>KHRESTERION</b>	Développe un logiciel axé sur le diagnostic médical et l'assistance sur ordonnance.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Traitement d'images</li> </ul>
<b>MENSIATECH</b>	Développe une technologie permettant la surveillance et l'entraînement du cerveau en temps réel.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analyse des données</li> </ul>
<b>OWKIN</b>	Construit des algorithmes capables d'interpréter les données visuelles, les bio statistiques et les profils de patients, afin d'accélérer la découverte de médicaments et la médecine de précision.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Traitement d'image</li> <li>Analyse des données</li> </ul>
<b>QYNAPSE</b>	Fournit une technologie innovante pour mesurer l'efficacité des médicaments et prédire les résultats de la maladie en neurologie.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analyse des données</li> </ul>
<b>THERAPIXEL</b>	Vise à transformer le diagnostic radiologique avec l'intelligence artificielle.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Traitement d'images</li> </ul>
<b>CARDIOLOGS</b>	Développe des algorithmes d'analyse des anomalies cardiaques à partir de lecture automatique d'électrocardiogrammes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analyse de données</li> </ul>
<b>RYTHM</b>	Développe le casque DREEM qui enregistre l'activité cérébrale nocturne et permet de réduire les troubles du sommeil.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analyse de données</li> </ul>

# Une invasion des grands groupes industriels étrangers en France en R&D IA

## Au cœur de Paris, la boîte à idées de Samsung

Ouvert voici près d'un an, le laboratoire du groupe sud-coréen compte 37 chercheurs spécialisés en intelligence artificielle. A sa tête, un Français passé par Apple .

Par Vincent Fagot · Publié le 09 février 2019 à 10h06

## A Paris-Saclay, IBM lance le chantier de sa plus grande innovation dédiée à l'intelligence artificielle et plusieurs programmes de recherche en France

La multinationale américaine IBM a lancé lundi 8 avril 2019 le chantier de sa plus grande innovation dédiée à l'intelligence artificielle et plusieurs programmes de recherche en France

## Facebook va doubler la taille de son laboratoire IA à Paris

Facebook annonce ce 22 janvier un investissement de 10 millions d'euros supplémentaires dans son laboratoire parisien dédié à l'intelligence artificielle, créé en juin 2015. L'équipe va passer de 30 à 60 chercheurs et ingénieurs.

## Pourquoi Fujitsu a ouvert un centre d'excellence spécialisé dans l'IA en France ?

Le groupe nippon Fujitsu a ouvert en septembre 2017 un centre d'excellence spécialisé dans l'Intelligence artificielle au sein de l'incubateur de l'École Polytechnique, à Paris-Saclay. Objectif : se rapprocher de l'écosystème français et européen afin de répondre rapidement à des problématiques spécifiques en adaptant les technologies issues du Japon ou en développant de nouvelles. Notamment dans le Retail.

## Google ouvre son centre de recherche en intelligence artificielle à Paris

Par Lucie Ronfaut | Mis à jour le 21/09/2018 à 17:47 / Publié le 18/09/2018 à 17:28

## Huawei ouvre un cinquième centre de recherche en France

L'entreprise chinoise Huawei, a annoncé l'ouverture d'un nouveau centre de recherche et développement en France, qui sera situé à Grenoble. Ce cinquième pôle de R&D sera dédié à la recherche sur les capteurs et le logiciel (parallel computing). Il devrait compter jusqu'à 30 chercheurs d'ici 2020.

## Microsoft France ouvre un centre dédié à l'intelligence artificielle à Paris

# Tirer parti des initiatives publiques et privées





# Un enjeu majeur pour la France et l'Europe

- **Un enjeu planétaire** : les États-Unis, partis les premiers, et maintenant la Chine, investissent massivement et progressent à grands pas
- **La France pousse les feux sur l'IA** : Suite notamment au rapport Villani, le gouvernement français a lancé en novembre dernier la stratégie nationale de recherche en IA qui vise à soutenir l'émergence en France d'une expertise de niveau mondial, pour une meilleure diffusion des innovations liées à ces technologies. Ce plan est chiffré à 1 milliard d'euros
- **Bruxelles pousse les feux sur l'IA** : En décembre a été présenté « un plan coordonné élaboré avec les États membres pour favoriser le développement et l'utilisation de l'IA en Europe » pour « une coopération plus étroite » autour de 4 domaines d'action : « accroître les investissements, rendre davantage de données disponibles, cultiver les talents et garantir la confiance ». Bruxelles propose d'investir au moins 7 milliards dans le cadre du budget 2021-2027

# Initiatives européennes

## Base imagerie cancer

- **Dans le cadre de son plan IA, et en coordination avec les États membres, la Commission soutiendra la mise au point d'une base de données commune d'images médicales anonymisées, fondée sur les dons des patients, afin d'améliorer les diagnostics et le traitement du cancer grâce à l'IA**

# Initiatives européennes AI4H



- **The ITU-T Focus Group on Artificial Intelligence for Health (AI4H)** was established by ITU-T Study Group 16 at its meeting in Ljubljana, Slovenia, 9-20 July 2018. The Focus Group will work in partnership with the World Health Organization (WHO) to establish a standardized assessment framework for the evaluation of AI-based methods for health, diagnosis, triage or treatment decisions
- FG-AI4H has issued in October 2018 a **Call for Proposals** to identify compelling use cases of Artificial Intelligence (AI) in strengthening health services and overarching health systems. This project is now on going

# Initiatives nationales Health Data Hub



- La Ministre de la santé a confirmé la **mise en place du Health Data Hub au premier trimestre 2019** et a confié au directeur de la DREES cette mission
- Le Health Data Hub a pour objectif de **favoriser l'utilisation et de multiplier les possibilités d'exploitation des données de santé**, en particulier dans les domaines de la recherche, de l'appui au personnel de santé, du pilotage du système de santé, du suivi et de l'information des patients
- Le Health Data Hub a lancé le 31 janvier 2019 un **appel à projets** pour « construire son offre de service autour de cas d'usage concrets et innovants des données de santé ». Les candidatures sont closes depuis le 9 mars 2019. La sélection est en cours

**"Il faut réconcilier toutes les sources de données de santé pour mieux les exploiter" (Dr Marc Cuggia)**

(Par Wassinia ZIRAR)

# Initiatives nationales 3IA



- La liste des **premiers Instituts interdisciplinaires d'intelligence artificielle (3IA)** présélectionnés dans le cadre du programme national pour l'intelligence artificielle a été publiée le 6 novembre.
- Cette présélection fait suite à l'appel à manifestation d'intérêt lancé en 2018 dans le but de soutenir un réseau d'instituts avec lesquels l'ensemble du potentiel français en IA aura vocation à échanger
- Les projets **MIAI@Grenoble-Alpes (Grenoble)**, **3IA Côte d'Azur (Nice)**, **PRAIRIE (Paris)** et **ANITI (Toulouse)** ont été retenus
- Chaque projet a ensuite été détaillé au 15 janvier 2019, avant d'être examiné par un jury international qui statuera sur la labellisation définitive
- Chacun de ces projets sera doté d'une **enveloppe de 100M€**
- **La santé** fait partie des domaines d'intérêt des 3IA

# Initiatives nationales Challenges IA en santé

- Dans le cadre du plan IA annoncé par le gouvernement, l'État souhaite soutenir le lancement de « **Challenges IA** » dans le secteur de la santé
- Un AMI a été récemment lancé et clôturé le 17 avril au titre du Programme d'investissements d'avenir (PIA), visant à sélectionner des **entreprises, entités publiques et associations basées en France** (« sponsors ») chargées de **proposer des challenges en IA**
- Chaque sponsor est porteur d'une **problématique applicative précise et doit disposer de jeux de données**
- Chaque challenge conduit ensuite à sélectionner une ou plusieurs PME ou startup(s) qui devront construire dans un délai limité (3 à 12 mois) une solution innovante à la problématique posée basée sur l'IA
- L'objectif du dispositif est ainsi d'encourager l'innovation ouverte entre acteurs aux compétences complémentaires



PROGRAMME D'INVESTISSEMENTS D'AVENIR

Appel à Manifestation d'Intérêt – Vague 1

**SPONSORS DES CHALLENGES**

**INTELLIGENCE ARTIFICIELLE**

Cahier des charges<sup>1</sup>

# Initiatives nationales

## Grands Défis IA santé

- Le 17 juillet 2018, le ministre de l'Economie a présenté les premiers "grands défis" sociétaux à fort impact qui seront financés par le Fonds pour l'innovation et l'industrie
- L'un de ces défis concerne **l'amélioration des diagnostics médicaux avec l'IA**
- Ce défi vise à accélérer le développement de nouveaux produits et favoriser l'arrivée d'une prise en charge individualisée des patients
- Des **appels à projets seront lancés par briques** technologiques algorithmiques et logicielles
- Lorsque certaines briques technologiques auront un niveau de maturité suffisant, un **appel à projet pourrait être lancé auprès des établissements hospitaliers** afin d'accueillir des plateformes collaboratives visant à mettre à disposition ces nouvelles technologies numériques et les infrastructures informatiques associées à l'ensemble de la communauté médicale française

# Initiatives nationales

## Plateforme de données en oncologie

- **L'Alliance pour la recherche et l'innovation des industries de la santé (Ariis) et l'Institut national du cancer (Inca) ont lancé en février 2019** un projet visant à créer une plateforme de données en oncologie, "futur outil de recherche publique et privée, compatible avec le Health Data Hub
- Le nouveau contrat comprend 6 projets "structurants" pour le secteur, dont un **volet entier est consacré à l'IA**
- L'objectif est de créer et fédérer un **écosystème autour de l'IA pour la recherche et la valorisation des données de santé**
- Pour cela, deux cas d'usage des données pour la médecine personnalisée et de précision ont été identifiés dans les domaines de l'oncologie et des maladies immuno-inflammatoires



# Initiatives publiques Hu-Precimed 2018



- Le projet Hu-PreciMED lancé en 2018 par Medicen et Cap Digital a pour objectif de **connecter efficacement les acteurs aux données des patients pour dynamiser le développement de nouvelles thérapies en valorisant les données cliniques par l'IA**
- Le projet (2019-2023) est organisé autour de trois axes pilotés par chacun des trois coordinateurs qui le financent aujourd'hui avant de trouver d'autres financements notamment européens
- **45 organisations publiques et privées ont rejoint le projet.** On note chez les partenaires académiques et cliniques l'AP-HP, les labex Transimmunom et Inflammex, le CHU de Lille et l'Institut des sciences du vivant Frédéric-Joliot – CEA. Acteurs privés dont notamment Intersystems, Servier , Oncodesign
- Deux plateformes numériques devraient être mises en place, l'une pour l'intégration des données multi-sources et l'autre pour l'analyse des données

# Initiatives publiques

## AI Challenge for Health



Deux thématiques santé identifiées pour le Challenge organisé par Paris Région en collaboration avec l'Institut Gustave Roussy :

- **Can you predict the response to cancer treatment based on imaging data ?**
- **Can you predict the risk of relapse in patients with breast cancer ?**

[www.aichallenge.parisregion.eu](http://www.aichallenge.parisregion.eu)

1er juillet 2019 : deadline de dépôt des dossiers

# Initiatives publiques

## ARS Ile de France

### **L'ARS Ile-de-France veut prédire l'activité de soins non programmés grâce à l'IA (mars 2019)**

- L'ARS veut développer un outil de prédiction de l'activité de soins non programmés en recourant à l'intelligence artificielle (IA).
- *« La maturité et la richesse des sources de données disponibles en Ile-de-France concernant les soins urgents et non programmés permettent d'envisager la réalisation de traitement IA avancés en vue de fournir de nouveaux outils et indicateurs aux professionnels de santé pour démultiplier les capacités d'anticipation »*
- L'ARS précise que ce projet mobilisera des bases de données volumineuses de santé (directement liées à l'activité des services d'urgence ou des Samu), de climatologie (Météo France), de qualité de l'air (Airparif) ou des réseaux sociaux

# Initiative privée

## Ex. du Projet DRIM de FNMR / G4

- A l'occasion des JFR) 2018, il a annoncé la naissance d'un écosystème intitulé DRIM France IA
- Ce projet vise à **construire et exploiter une base de données qualifiées d'imagerie médicale à partir des 100 millions d'examens produits chaque année** dans les cabinets et services de radiologie publics et privés français
- DRIM France IA **mettra cette base de données à disposition des entreprises industrielles, majors ou startups**, sous le contrôle d'un comité scientifique, afin de développer des programmes et des applications d'aide à la décision en matière d'imagerie médicale au service des patients et de la santé publique
- On y trouvera ainsi des logiciels dédiés à la recherche, à la formation, à l'évaluation, à la prévention, au diagnostic, à la thérapeutique ou au suivi des patients. A terme, cette base constituera une des plus grandes bases de données d'imagerie au monde, voire la plus grande

**Pour en  
savoir  
plus**



# Livre blanc du CNOM...

Janvier 2018



ORDRE NATIONAL DES MÉDECINS  
Conseil National de l'Ordre

## MÉDECINS ET PATIENTS DANS LE MONDE DES DATA, DES ALGORITHMES ET DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Analyses et recommandations  
du Cnom

### Sommaire

◆ Avant-propos ..... p.3

◆ Introduction ..... p.5

1 TRANSFORMATIONS,  
INNOVATIONS,  
« RÉVOLUTIONS »  
TECHNOLOGIQUES :  
DE QUOI PARLE-T-ON ? ..... p.8

1. La médecine du futur  
est déjà là... ..... p.9  
2. Intelligence artificielle  
et algorithmes ..... p.10  
3. Pas d'IA sans big data ..... p.12  
4. La robotique ..... p.13  
5. Les interfaces et l'interaction  
homme-machine ..... p.15

2 EXERCER LA MÉDECINE  
À L'ÈRE NUMÉRIQUE ..... p.18

1. Rêve ? Cauchemar ?  
Un enjeu en tous cas ..... p.19  
2. Les outils du futur médecin  
« augmenté » ..... p.20  
3. Docteur IA  
ou Docteur + IA ? ..... p.20  
4. Le patient modélisé ..... p.22  
5. Thérapies numériques ..... p.24  
6. Collaboration augmentée ..... p.26

3 QUELLE FORMATION  
POUR LES ÉTUDIANTS  
EN MÉDECINE ET LES  
MÉDECINS ..... p.28

1. Cnom et Conférence  
des Doyens de médecine :  
une vision partagée ..... p.29  
2. Les enjeux ..... p.31  
3. Former avec le numérique ..... p.32  
4. Former au numérique ..... p.35  
5. Gros plan sur l'Uness ..... p.36

4 RÉINVENTER  
LA RECHERCHE ..... p.38

1. Vers une médecine  
de précision ..... p.39  
2. Données et modélisation ..... p.40  
3. Une approche  
transdisciplinaire ..... p.41  
4. Le patient au centre de la  
recherche épidémiologique ..... p.44  
5. Les risques ..... p.45

5 LES RELATIONS ENTRE  
LES PATIENTS ET LES  
MÉDECINS : QUESTIONNEMENT  
ÉTHIQUE DANS LA SOCIÉTÉ  
NUMÉRIQUE ..... p.48

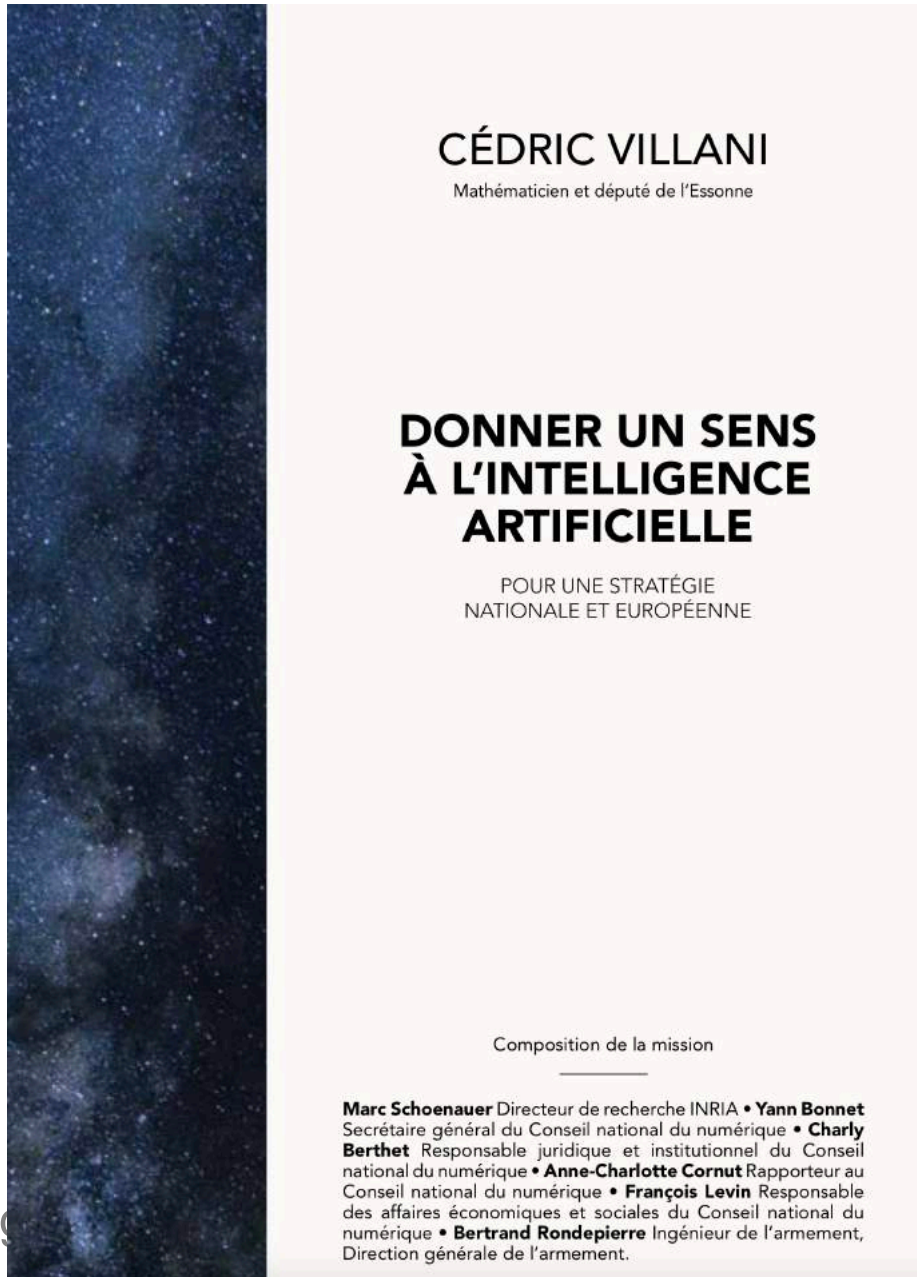
1. Les patients acteurs  
du changement ..... p.49  
2. Le questionnement éthique ..... p.52

6 SYNTHÈSE ET  
RECOMMANDATIONS  
DU CNOM ..... p.56

7 Tribunes  
en libre propos ..... p.62

« L'IA, le big data et les dogmes  
scientifiques » par Jean Gabriel  
Ganascia ..... p.62  
« Et l'Homme créera le Monstre ! »  
par le P<sup>r</sup> Guy Vallancien ..... p.64

# Rapport Villani...



## Focus 2 –

### La santé à l'heure de l'IA page 194

---

#### L'IA au service de la médecine page 195

Une réorganisation des pratiques médicales autour du patient page 197

Fluidifier les expérimentations en temps réel avec les patients et professionnels de santé page 199

#### L'IA au service des politiques de santé page 199

Mieux anticiper et cibler les politiques de santé page 199

Assurer une veille de la donnée de santé page 200

Mettre en place une plateforme pour le système de santé adaptée aux usages liés à l'IA page 200

Réguler l'innovation en santé à l'heure de l'IA page 203

# Rapport de l'Institut Montaigne...

INSTITUT  
MONTAIGNE



## IA et emploi en santé : quoi de neuf docteur ?



NOTE JANVIER 2019

INSTITUT  
MONTAIGNE



## Résumé



En mars 2018, le Président de la République soulignait le caractère stratégique de l'Intelligence Artificielle (IA) en santé lors de la remise du rapport du député Cédric Villani « Donner un sens à l'intelligence artificielle ». Il annonçait que la santé serait un secteur prioritaire pour le développement de l'IA. Ce thème était à nouveau repris lors de la présentation du Plan de transformation du système de santé « Ma Santé 2022 », qui comprend un important volet consacré au numérique.

Les applications de l'IA en santé sont multiples et auront des effets sur l'ensemble du parcours de soins : analyse des symptômes, pose d'un diagnostic, décision thérapeutique. Pour permettre le développement de solutions d'IA en santé performantes, l'accès aux données est un élément clé. Face à ces enjeux, les annonces récentes du rapport de la mission destinée à préfigurer un *Health Data Hub* national vont dans le bon sens.

Si ces initiatives publiques visent à ouvrir la voie à l'IA en santé et à structurer un pilotage effectif pour les données de santé, elles n'intègrent pas, à ce stade, de stratégie d'anticipation et d'accompagnement des impacts de l'IA sur les métiers du secteur de la santé. L'élaboration d'une telle stratégie doit constituer une priorité afin d'anticiper et rendre plus efficace la transformation digitale du système de santé français.

Cette note a pour objectif de proposer une stratégie d'accompagnement des métiers du secteur de la santé et des fonctions support aux soins. Elle vise à contribuer à une prise de conscience quant à la nécessité de créer, dans les meilleurs délais, une méthodologie d'évaluation des effets du déploiement de l'IA et de la robotisation dans le secteur de la santé. Une telle méthodologie a pour objectif de rendre effective la transformation des métiers du soin.

### Quels sont les effets de l'IA en santé ?

Dans les établissements de soins, les solutions d'IA les plus en pointe sont majoritairement présentes dans les centres les plus innovants et permettent de faire progresser la médecine et la recherche en santé. Ces technologies de pointe ne se substituent pas nécessairement à l'intervention humaine, mais augmentent les capacités du médecin (analyse, diagnostic, prescription). D'autres établissements se dotent de solutions plus généralistes, qui répondent à des besoins de santé courants et s'appuient sur la digitalisation de la prise en charge des patients. De tels dispositifs peuvent être déployés dans les territoires marqués par une pénurie d'offre médicale, contribuant à la recomposition de l'offre de soins en France.

Concernant les ressources humaines, les conditions d'exercice des spécialités médicales et des fonctions support aux soins vont durablement changer, même si les impacts diffèrent selon les métiers. Un impact possiblement fort est à attendre pour les disciplines médicales dont la matière première est déjà du code numérique comme la radiologie ou l'ophtalmologie. En conséquence, ces spécialités sont déjà impactées par l'IA. Leurs activités se déplaceront vers des actes à plus haute valeur ajoutée, tandis que les tâches les plus rébarbatives seront effectuées par la machine.

Si l'IA ne menace pas directement les médecins à court terme, ses effets seront plus lourds sur les fonctions support aux soins. Ainsi, plusieurs solutions d'IA en matière de gestion des tâches administratives ou logistiques, existent déjà dans d'autres secteurs.



# Rapport PIPAME ...



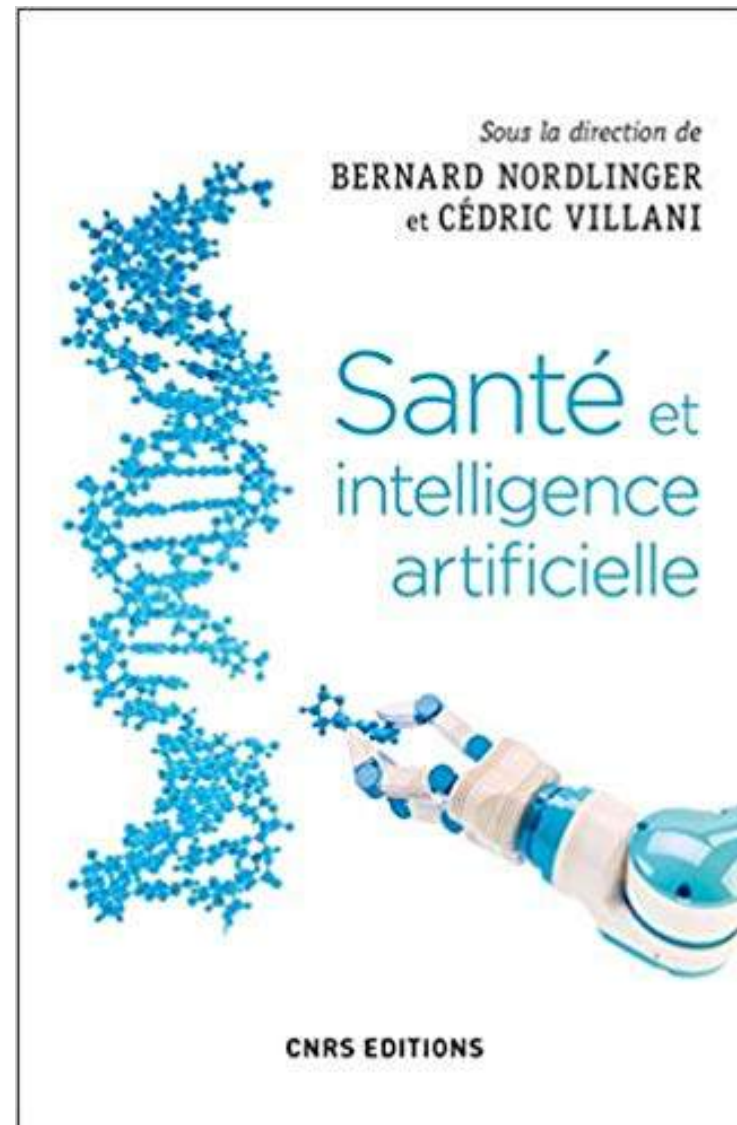
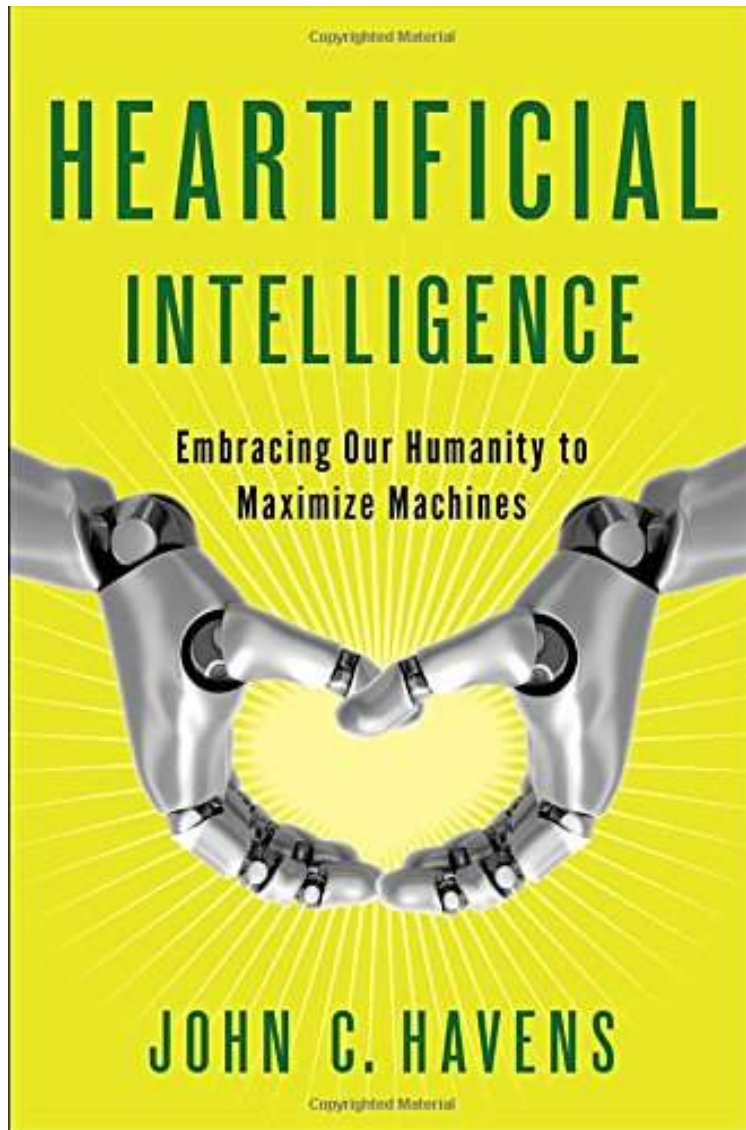
L'étude propose une feuille de route ainsi que des recommandations sectorielles et transverses, dont notamment :

- Créer des zones d'expérimentation à l'échelle d'un hôpital ou d'un réseau de soins
- Créer un cadre légal d'expérimentation à partir de données
- Développer les challenges de données en santé
- Créer un marché protégé pour les startups en santé
- Créer des zones d'expérimentation de véhicules autonomes à l'échelle d'une ville ou d'une situation de transport à risque (autoroute, zone montagneuse)
- Amplifier les zones d'expérimentation à l'échelle d'un éco quartier
- Généraliser et normaliser le recueil de données de maintenance
- Stimuler la production de données environnementales chez les industriels
- Former rapidement des techniciens, des ingénieurs et des décideurs de l'industrie aux cas d'usages et aux techniques probabilistes de l'IA
- Créer un Datacenter de projets en data science en s'appuyant sur les expertises d'OVH et de TERALAB
- Encourager des projets centrés sur les assistants intelligents pour le grand public
- Créer des formations en ligne (MOOC) sur l'IA et les produits numériques

# Lectures ...



# Lectures ...



# Présentation d'Enoving



# Carte d'identité

- Une activité de **conseil et ingénierie de projet** en **stratégie, innovation, transformation et digital**
- Une focalisation sur **la santé et les fragilités**
- Une équipe de **consultants apportant à la fois expérience, expertise et méthodologie**
- **Un réseau de partenaires de premier plan** venant renforcer les compétences proposées
- Une **veille** active journalière sur l'innovation
- Des activités d'**enseignement** et de **formation** (HEC, Centrale, etc.) permettant de rester au meilleur état de l'art méthodologique
- Expert auprès d'**EIT Health**
- Membre de **Medicen** et de **France Innovation**





ENoving

[www.enoving.com](http://www.enoving.com)

06 83 77 78 23