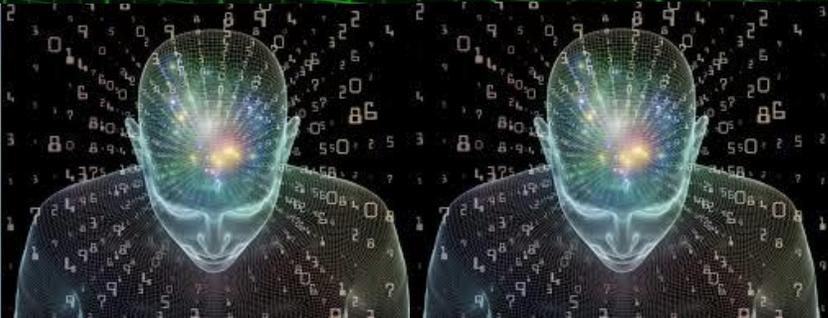


La médecine du futur ou des 4P: les
disruptions provoquées par les
innovations digitales en santé avec
l'avènement des Données Massives
(Big Data), de l'Intelligence
Artificielle et des Drones.

Dr Ousmane LY
Expert International
Santé Numérique



Sommaire

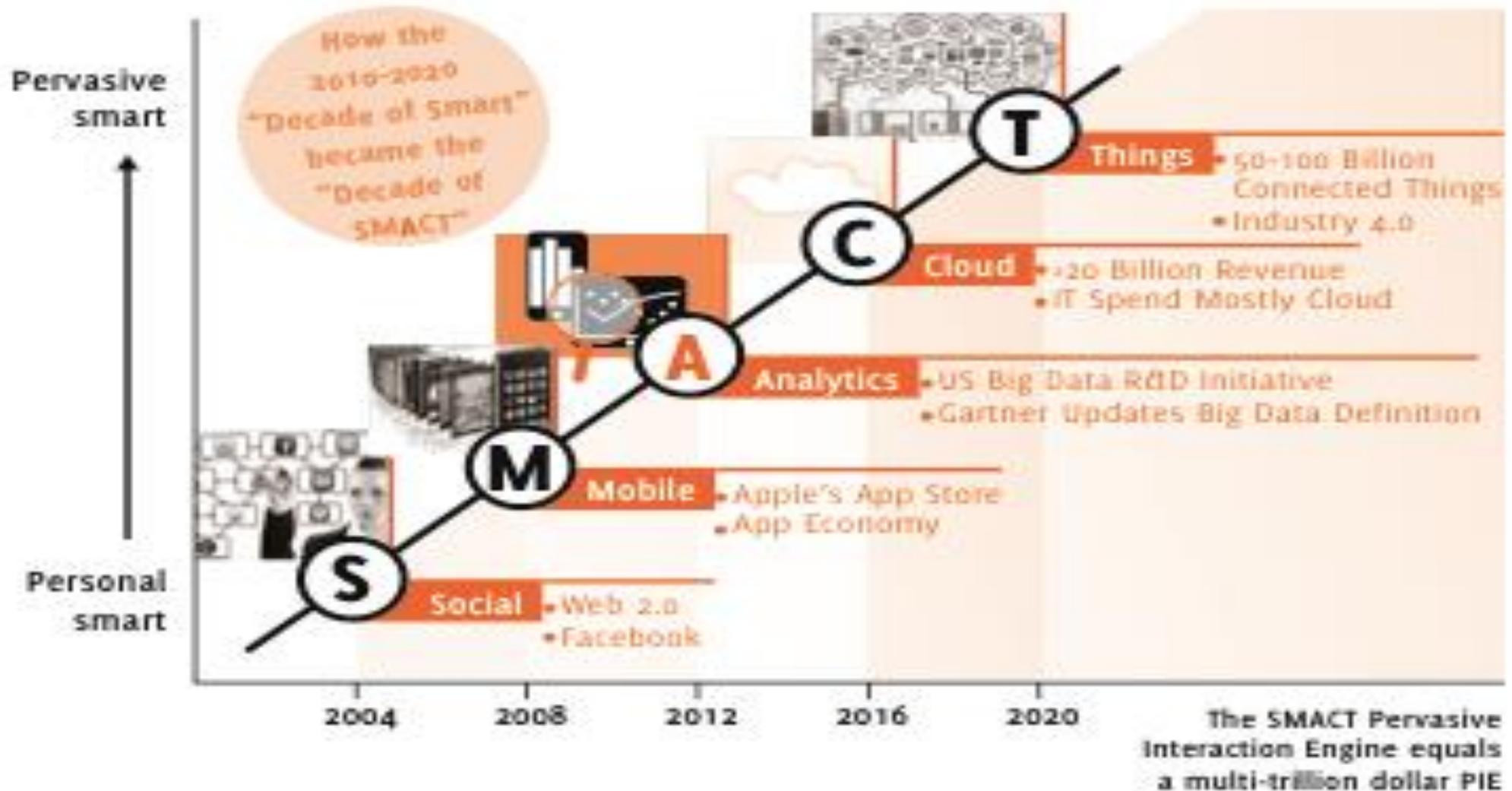
1. ***La révolution digitale : quelques éléments de compréhension***
 - a) ***Le dataïsme : une nouvelle humanité***
 - b) ***L'Internet des Objets : un changement de l'environnement humain***
 - c) ***Les Données Massives : Big Data***
 - d) ***L'Intelligence Artificielle***
 - e) ***Drones***
2. ***Les secteurs connaissant les plus grandes restructurations: transport, banque/finance et santé***
3. ***La transformation du système***
4. ***La transformation de la chaîne de valeur***
5. ***Vers une nouvelle forme de Médecine***
6. ***Téléservices et Santé personnelle***
7. ***Et dans la vie réelle : EBOLA en RDC et Dossier Patient Informatisé au Mali***



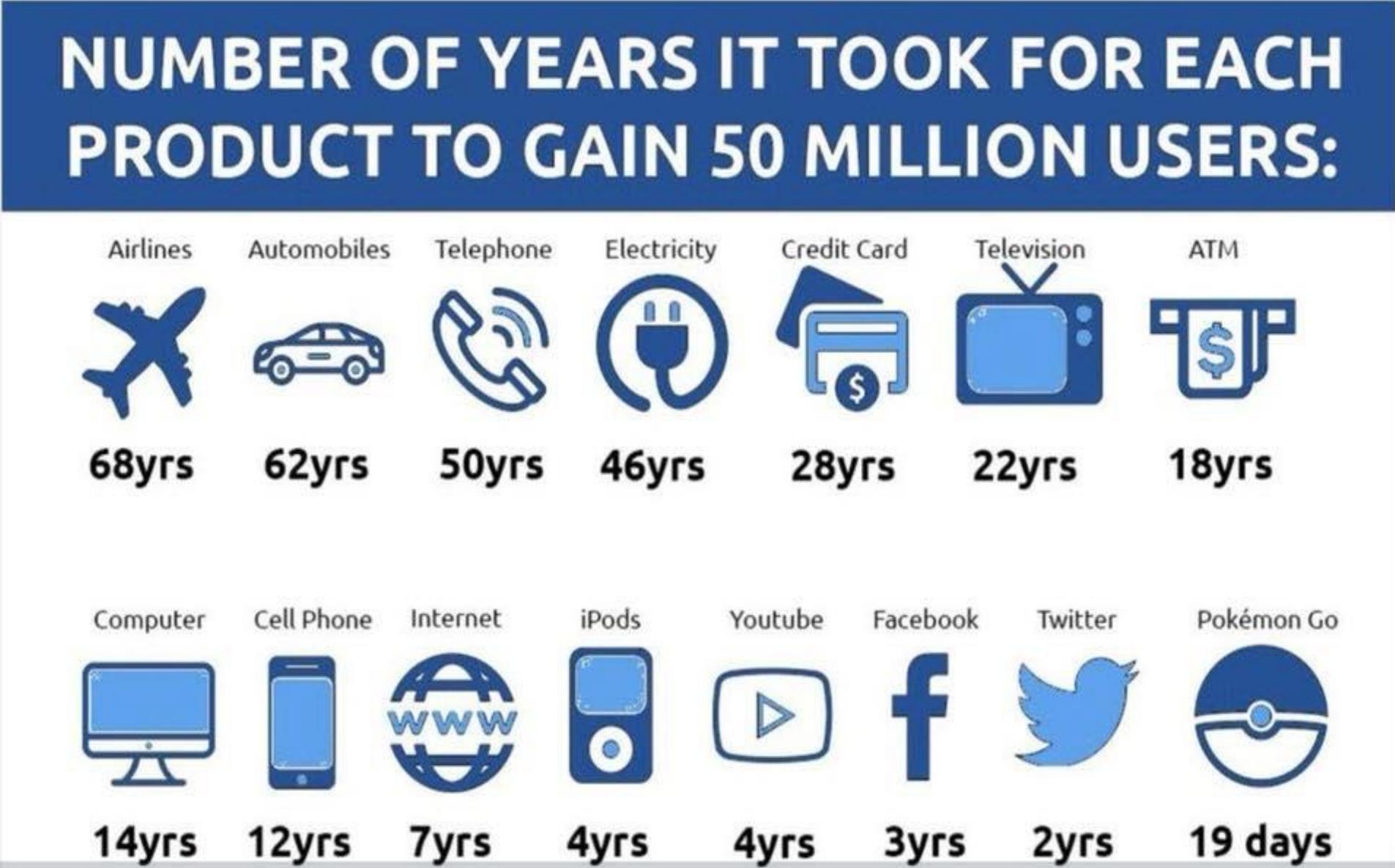
*Partie 1: La révolution digitale :
quelques éléments de
compréhension*

1.1. LES VAGUES DE TECHNOLOGIES NUMERIQUES (SMACT 2000-2020)

The disruptive SMACT platform builds up linearly over time with exponential impact



1.2. L'ADOPTION RAPIDE DES INNOVATIONS DANS LE MONDE CONNECTÉ !



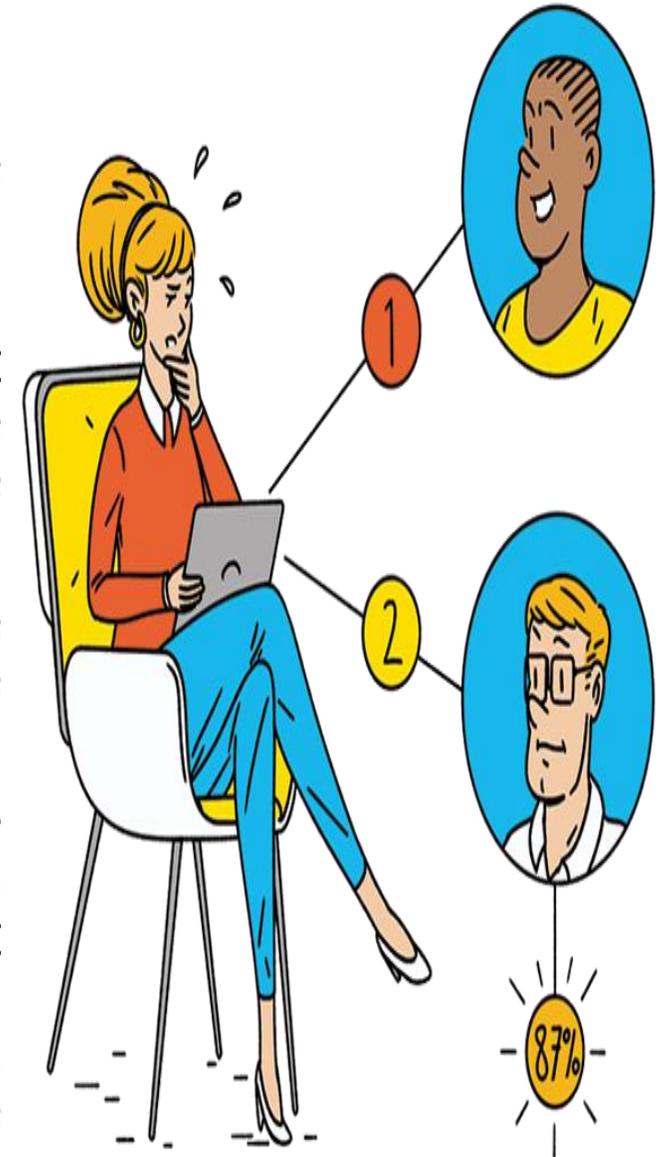
1.3. LES 4 RÉVOLUTIONS INDUSTRIELLES

Navigating the next industrial revolution

Revolution	Year	Information	
	1	1784	Steam, water, mechanical production equipment
	2	1870	Division of labour, electricity, mass production
	3	1969	Electronics, IT, automated production
	4	?	Cyber-physical systems

a. DATAÏSME (1/2)

- Mouvement culturel et philosophique d'une forte communauté scientifique en Amérique du Nord
- L'univers tout entier est vu comme un flot de données, les organismes comme des algorithmes biochimiques et se persuadent que la vocation cosmique de l'humanité est de **créer un système universel de traitement de données**.
- Le Dataïsme promet le Saint Graal scientifique : **une théorie unifiant toutes les disciplines scientifiques, de la musicologie à l'économie en passant par la biologie**.
- Pour cause, aux yeux du Dataïsme, la cinquième symphonie de Beethoven, une bulle boursière et un virus sont trois patterns d'un flux de données pouvant être analysés en utilisant les mêmes concepts et outils. Il s'agit d'un langage commun pour les scientifiques, d'un pont entre les académies et d'un moyen de partager les informations.



a. DATAÏSME (2/2)

- Alors que le système de traitement mondial des données devient omniscient et omnipotent, la connexion à ce système devient notre raison d'être. Le motto associé à cette nouvelle philosophie pourrait être : « **Si vous expérimentez quelque chose, enregistrez-le. Si vous enregistrez quelque chose, mettez-le en ligne. Si vous mettez quelque chose en ligne, partagez-le** ».
- Pour les Dataïstes, **un tel système alimenté par un nombre suffisant de données biométriques et de puissance informatique pourrait comprendre les humains mieux qu'ils ne se comprennent eux-mêmes**. Une fois ce système abouti, les humains perdront leur autorité, et les pratiques humanistes telles que les élections démocratiques deviendront aussi obsolètes que les danses de la pluie.



IoT, BIG DATA, IA & DRONE



L'ÉCO-SYSTÈME DE L'HUMANITÉ CHANGE

Objets connectés par personne (Prévisions Cisco)

2003

0,08

Population Mondiale

6,3 Milliards

Objets connectés

500 Millions



2010

1,84

Population Mondiale

6,8 Milliards

Objets connectés

12,5 Milliards



2015

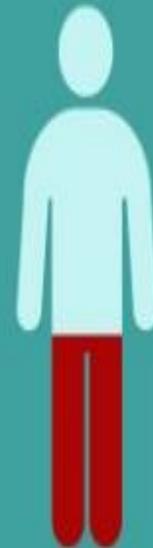
3,47

Population Mondiale

7,2 Milliards

Objets connectés

25 Milliards



2020

6,58

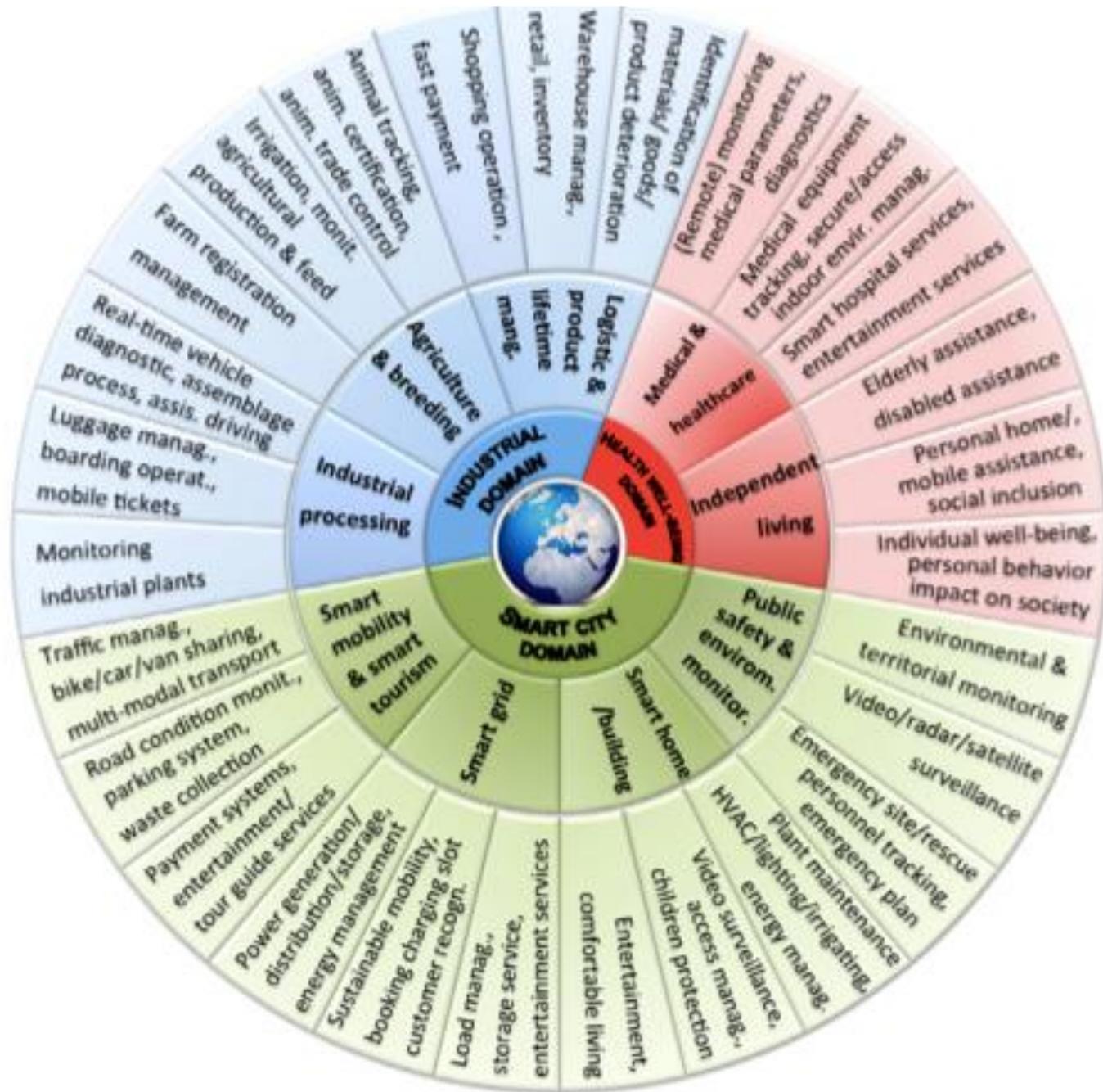
Population Mondiale

7,6 Milliards

Objets connectés

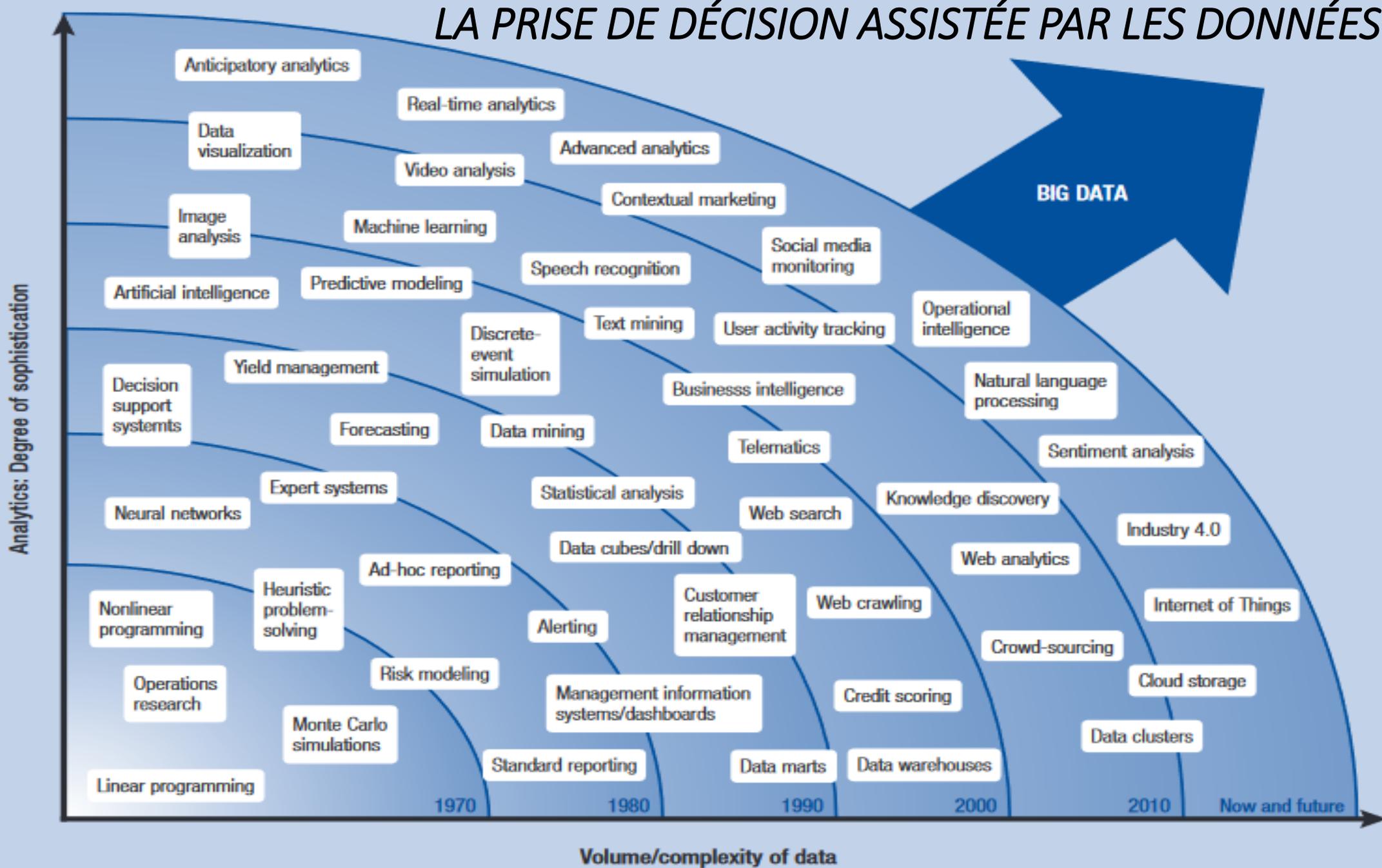
50 Milliards





LES APPLICATIONS ACTUELLES EN MATIÈRE D'INTERNET DES OBJETS

LA PRISE DE DÉCISION ASSISTÉE PAR LES DONNÉES

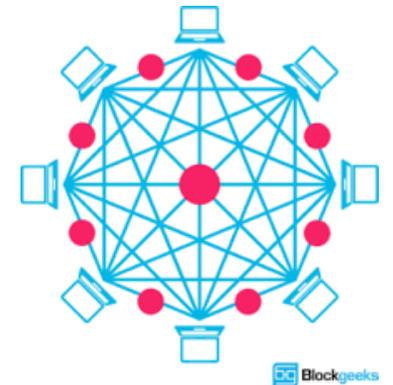
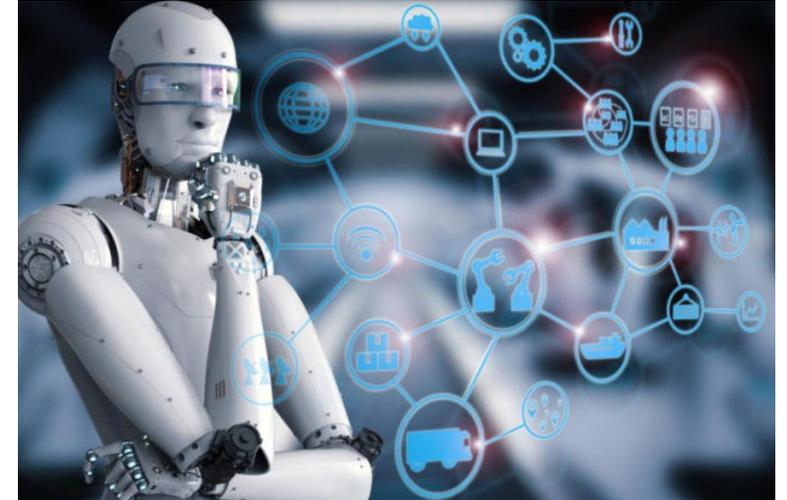


d. L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE...

L'intelligence Artificielle est une branche des sciences de l'informatique qui cherche à faire fonctionner les ordinateurs comme des humains



- **Artificial intelligence:** la simulation de l'intelligence par les machines pour atteindre le niveau de l'intelligence humaine
- Le **"deep learning"** ou apprentissage profond avec les reseaux de neurons
- **BlockChain:** La blockchain est une technologie de stockage et de transmission d'informations, transparente, sécurisée, et fonctionnant sans organe central de contrôle



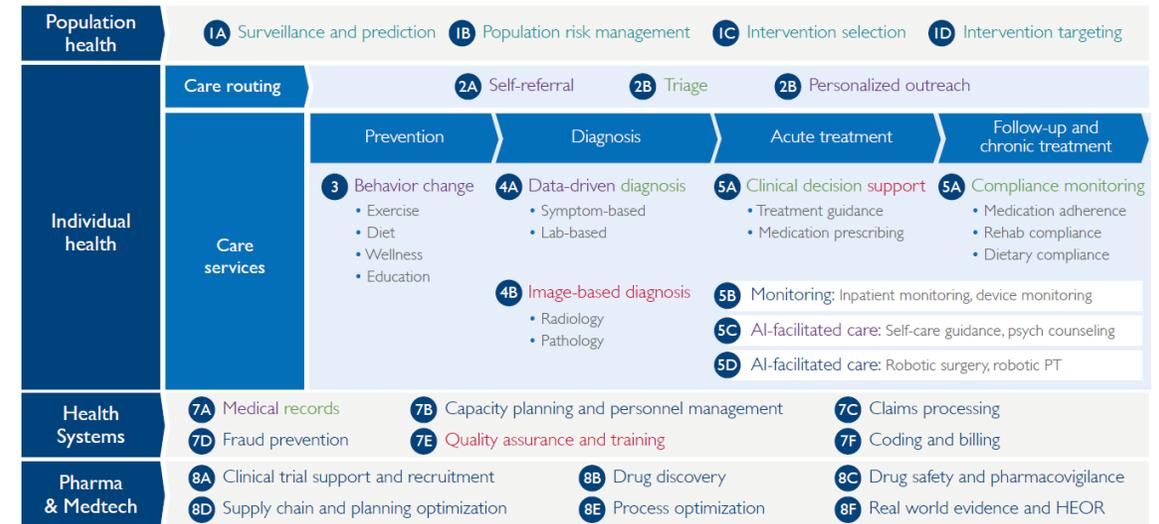
Intelligence Artificielle et Santé Mondiale

Artificial Intelligence: Use of computers for automated decision-making to perform tasks that normally require human intelligence, specific examples include:

DATA	PROCESSING	ACTION
 <p>Computer vision Automated methods used to conduct image-based inspection and analysis</p>	 <p>Information processing (in AI) Processing of digitized data in ways parallel to human brain functions</p>	 <p>Image generation Automated creation of images using AI</p>
 <p>Speech recognition Computerized identification and response to sounds produced in human speech</p>	 <p>Machine learning Pattern recognition that learns and improves from experience without being programmed</p>	 <p>Speech generation Automated generation of human-like speech using AI</p>
 <p>Natural language processing Processing and analysis of large amounts of data written in natural language (eg. narrative)</p>	 <p>Planning & exploring agents Use of AI for strategies or action sequences by agents, robots, or unmanned vehicles</p>	 <p>Handling and control Automatic handling of objects using AI methods</p>
		 <p>Navigating and movement Autonomous movement and navigation informed by AI</p>

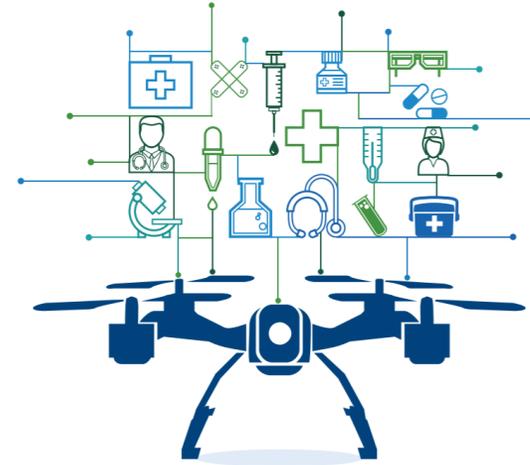
■ Most relevant to global health

Source: AI@BCG, Encyclopedia Britannica, Oxford Dictionary



e. DRONES

- ⇒ Livraison de sang
- ⇒ Livraison de vaccins
- ⇒ L'administration de médicaments
- ⇒ Cartographie aiguë
- ⇒ Contrôle des vecteurs
- ⇒ Suivi en temps réel



DRONES DANS LA SANTÉ MONDIALE

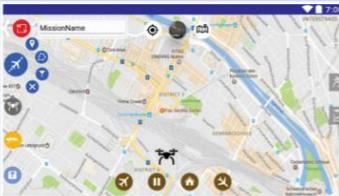
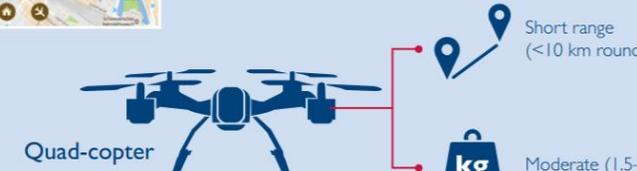
 <p>Courtesy of Zipline</p> <p>ILLUSTRATIVE MISSION DETAILS</p>	<h3>BLOOD DELIVERY </h3> <p>One use case is direct delivery of blood to satellite health clinics for life-saving transfusions. It is envisioned that this would require fixed wing UAVs with capacity to travel medium range distances (10–50 km round trip), and rapidly dispatch lightweight units of blood (<1.5 kg) in a primarily peri-urban setting. It may be possible to extend this use case into more urban settings for routine deliveries.</p>  <p>Fixed wing</p> <p>Mid-range (10–50 km round trip)</p> <p>Light (<1.5 kg)</p>	 <p>Courtesy of WeRobotics</p> <p>ILLUSTRATIVE MISSION DETAILS</p>	<h3>VECTOR CONTROL RELEASE </h3> <p>Another use case is aerial release of novel vector control solutions, including Wolbachia and sterilized male mosquitoes. It is envisioned that this use case could start with customization of commercially available multi-copter UAVs with shorter range capabilities (<10 km round trip) and the ability to carry moderate payload (1.5–5 kg) for efficient deployment in urban and peri-urban areas.</p>  <p>Quad-copter</p> <p>Short range (<10 km round trip)</p> <p>Moderate (1.5–5 kg)</p>
---	--	--	---



Photo: Courtesy of Vayu, Inc; Zipline; Mattern

PARTIE 2 : QUELS SONT LES IMPACTS DE CES TECHNOLOGIES DE RUPTURE SUR LA MÉDECINE : LES ÉVOLUTIONS



DRONES

e-santé

Systemes
d'information (SI)
en santé Hôpital
numérique,
SI cliniques,
dossiers médicaux
informatisés,
SI de vigilance,
d'orientation...

m-santé

Objets
connectés,
capteurs
textiles
intelligents...

Télésanté

Services de santé
en ligne, information,
formation, réseaux
sociaux, serious
games ...

Télémedecine

Télesurveillance,
domotique,
maison connectée,
technos de
maintien à
domicile...

Robotique

2.1. LA CONVERGENCE DES TECHNOLOGIES EST ENTRAIN DE PERMETTRE UNE NOUVELLE MÉDECINE

- La disponibilité de grandes masses de données (images, textes, génomes...), l'invention d'algorithmes aptes à « comprendre » rapidement ces volumes importants, et des capacités de calcul et de mémoire adaptées. Les ordinateurs savent reconnaître des anomalies pathologiques dans des images, classer ces dernières selon leur gravité,...
- Assureurs, industriels du médicament, Gafam (Google, Apple, Facebook, Amazon et Microsoft), chercheurs, tous développent des stratégies et nouent des alliances pour aller plus vite et plus loin.



2.2. LES 3 CENTRES MONDIAUX DE LA NOUVELLE MÉDECINE

ETATS-UNIS

Innovation Radicale

Innovation Audacieuse



EUROPE

Réflexions Ethiques

Avancées ciblées



CHINE

Industrialisation de la
nouvelle médecine

Investissement lourds

2.3. LA CHINE : LE GÉANT DIGITAL - BEATX

La Stratégie de la Chine 2030 : le géant incontesté dans le domaine du numérique - avoir le plus grand nombre de données et de pouvoir les analyser en premier.

43 milliards de dollars investis dans la médecine de précision (contre 1 milliard de dollars pour les Etats-Unis en 2017).

La Chine est leader en matière de collection de données et d'analyse du génome humain pour comprendre la génétique et la biologie. Le Beijing Genome Institute est le plus grand séquenceur (repertoire) de matériaux génétiques au Monde (AND). La médecine de précision est fondée sur les données génétiques.

The China National GeneBank à Shenzhen, operated by the Beijing Genome Institute, possède plus de 500 millions sequences génétiques de plus de 8,000 espèces dans plus de 40 base de données.

L'initiative de la route de la soie



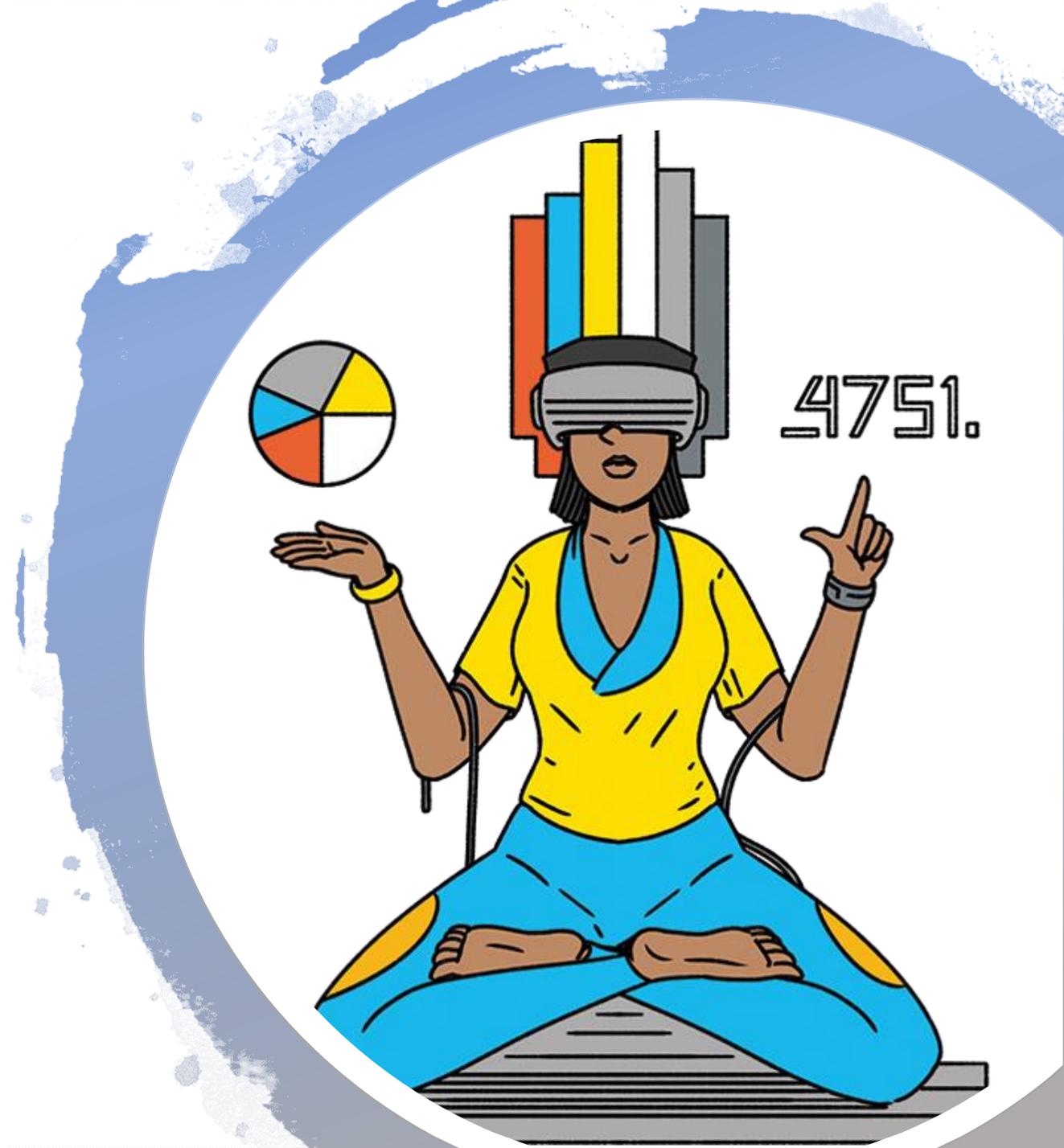
2.4. LES ETATS-UNIS : UN POTENTIEL D'INNOVATION INÉGALÉ DOPÉE PAR LES GAFAM

- Le marché de la santé représentera près de 18 % du produit national brut des États-Unis. Un contexte qui explique l'essor des entreprises technologiques dans ce secteur.
- Février 2018 une centaine de start-ups exploitant des algorithmes de machine learning et d'analyse prédictive à des fins variées : réduire les délais de découverte de nouveaux médicaments, offrir une prise en charge virtuelle des patients ou encore établir des diagnostics via un traitement des images médicales
- *D'ici 2025, l'intelligence artificielle pourrait être partout, de la santé publique aux avatars, capables de répondre aux questions spécifiques de patients !* Des centaines de développeurs développent un assistant virtuel qui allège le travail des professionnels de santé, d'autres ciblent le cancer, exploitant le machine learning pour étudier les tumeurs et leurs traitements, ... L'histoire ne fait que commencer.
- L'immortalité...un rêve américain !



2.5 Deux exemples d'innovations

- **Un dossier médical sur soi:** la montre connectée d'Apple pourrait contenir demain le dossier médical protégé par la technologie du **blockchain**.
- **llumina**, une société de biotechnologie américaine spécialisée dans le séquençage du génome humain, elle a pour objectif de proposer des traitements médicaux personnalisés. Classée entreprise la plus «intelligente» du monde en 2014 par le Massachusetts Institute of Technology, elle offre également des solutions de plateformes bio-informatiques permettant d'analyser les informations des génomes humains.



2.6. L'EUROPE: LES DÉBATS ÉTHIQUES ET DES INNOVATIONS CIBLÉES

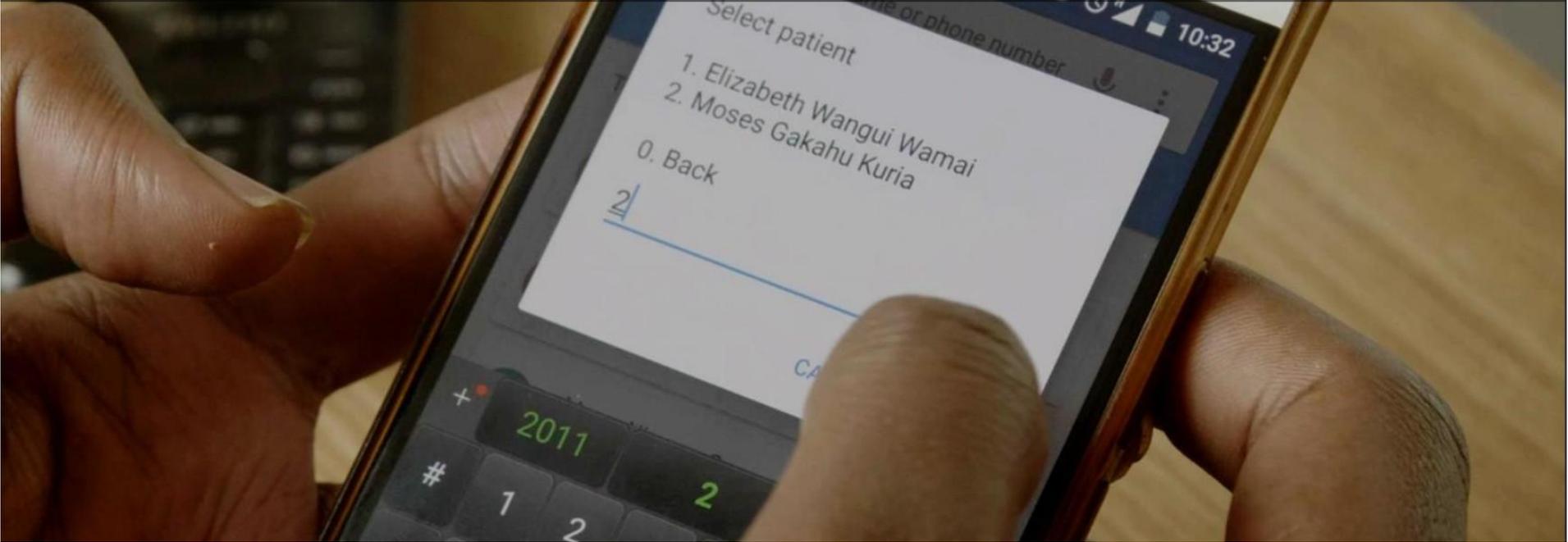
- Les débats éthiques nécessaires
- La régulation par la commission européenne : non pas aller plus vite et plus loin...mais aller de manière sûre.
- Des starts-ups importantes dans le domaines bio-médical et les nouveaux matériaux (impression 3D)
- Le hacking des données médicales
- Quel est le potentiel de la Russie?





2.7. L'AFRIQUE: TERRA INCOGNITA?

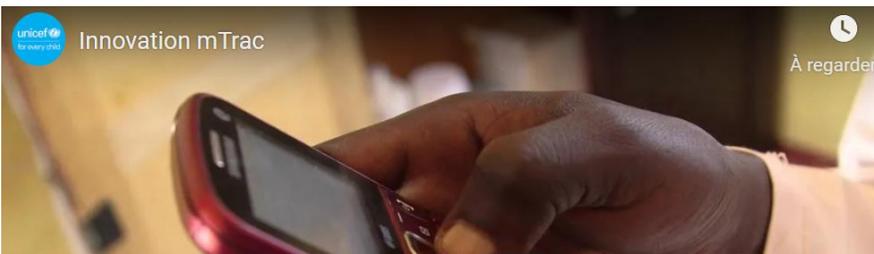
- Mobile-Mobile-Mobile...



L'application « Matibabu », développée par des étudiants ougandais, permet de diagnostiquer le paludisme sans

passer par la case laboratoire.

<https://www.jeuneafrique.com/15249/economie/matibabu-l-application-mobile-qui-traque-le-paludisme/>

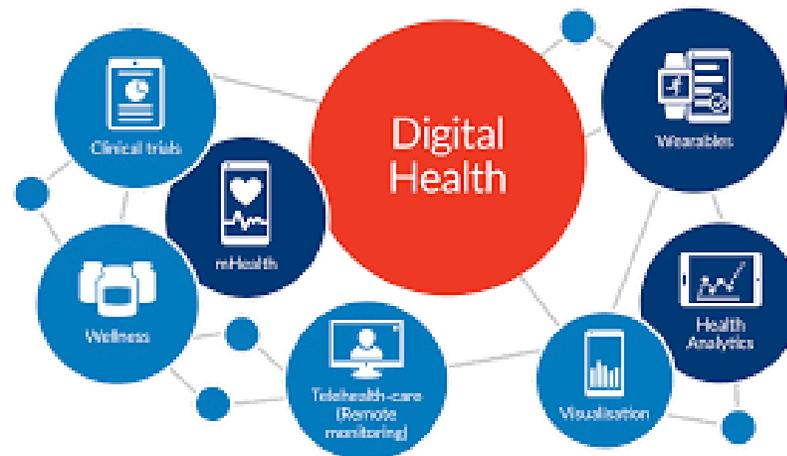


Face à des systèmes de santé défaillants, les nouvelles technologies sont devenues une alternative pour former les médecins

africains et leur permettre d'interagir avec les patients isolés des zones rurales. D'internet à la téléphonie mobile, l'e-santé, qui désigne l'intégration des technologies de l'information et de la communication (TIC) au secteur de la santé, est porteuse d'espoir pour les progrès médicaux du continent.

<https://www.jeuneafrique.com/169045/societe/des-smartphones-pour-sauver-des-vies-en-afrique/>

PARTIE 3 : QUELS SONT LES IMPACTS DE CES TECHNOLOGIES DE RUPTURE SUR LA MÉDECINE : LES 5 RUPTURES CONDUISANTS AUX TELESERVICES



Téléservices

- Service de télécommunication qui assure tous les aspects de la communication entre usagers, conformément à des protocoles établis par l'entité exploitante ou par accord avec les entités exploitantes.
- En santé c'est la dématérialisation des services rendus aux patients, ou entre les institutions par l'utilisation de plateformes dédiées.
- Les applications de télésanté ou télémédecine sont tous des téléservices.

3.1. UNE REDÉFINITION DE LA CHAÎNE DE VALEUR MÉDICALE

- Applications lancées par les mutuelles (diagnostic précoces)
- Délocalisation des services et redéfinition des acteurs
- Diagnostic par Internet : allo docteurs
- Auto-analyse par le téléphone portable
- Docteurs in silico



3.1. UNE REDÉFINITION DE LA CHAÎNE DE VALEUR MÉDICALE (suite)

Optimisation des dépenses de santé

Optimisation des moyens

Optimisation du capital santé individuel

Exemple : la radiologie

<http://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1031672/teleradiologie-canada-inde-radiologues-delocalisation-hopitaux-telemedecine>

En entraînant un algorithme avec une banque de quelque 100 000 images, une équipe américaine l'a rendu aussi performant qu'un dermatologue expérimenté pour reconnaître des maladies de peau et en particulier distinguer tumeurs bénignes et cancers – grains de beauté et mélanomes par exemple. Ces résultats ont fait la « une » de Nature du 2 février 2017



LIBRE DE DROITS

Medical Procedure

Individual

Personalized Medicine

Testing

Disease

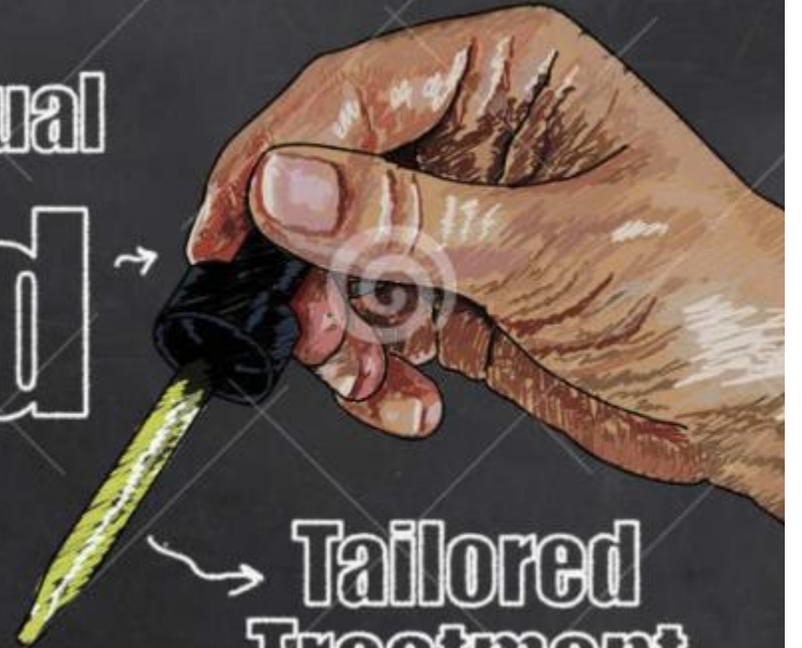
Tailored
Treatment

Genome

Therapies

Analysis

Different



3.2. L'AVENEMENT DE LA MÉDECINE DES 4 P: *PERSONNALISÉE, PRÉVENTIVE, PRÉDICTIVE ET PARTICIPATIVE*

- Personnalisée : chacun est unique, on s'intéresse au profil personnel de l'individu (génétique, environnemental, etc).
- Préventive : grâce à l'éducation à la santé, on vise à réduire les risques de maladie (prévention primaire), on favorise le dépistage précoce (prévention secondaire) et on améliore la qualité de vie des personnes malades (prévention tertiaire). Le « mieux-être » est au centre de ces différents processus.
- Prédictive/Précision: en établissant une cartographie personnalisée des facteurs de risque et des éléments protecteurs de la santé d'une personne, on peut évaluer le risque de développer une maladie et proposer les traitements les plus appropriés, médicamenteux et autres (génomique, transcriptomique, métabolomique,).
- Participative : les patients sont les acteurs de leur santé et de leurs soins. Ils sont désormais considérés comme des « patients experts », disposant de connaissances théoriques et d'un savoir subjectif issu du vécu de leurs troubles
 - Grâce au Big Data, l'IA et les objets connectés cette médecine dite «des 4 P» (PERSONNALISÉE, PRÉVENTIVE, PRÉDICTIVE ET PARTICIPATIVE) peut facilement aujourd'hui émerger.
 - Aujourd'hui on recense 43 initiatives dans le monde autour de la médecine personnalisée (la Chine a la plus grande initiative)
 - Le séquençage du génome : des projets un peu partout dans le monde
 - L'usage des thérapies ciblées non invasives – nanotechnologies aidant
 - Une meilleure qualité des appareils
 - Une analyse en continue des flux informationnel des patients



A la croisée de la télésanté et des services de bien-être, le « quantified self », ou « auto-mesure de soi », est cette tendance qui consiste à tirer parti de technologies numériques de plus en plus communicantes et miniaturisées pour mesurer son état de santé

S-HEALTH (Smart Health : telephones et montres)

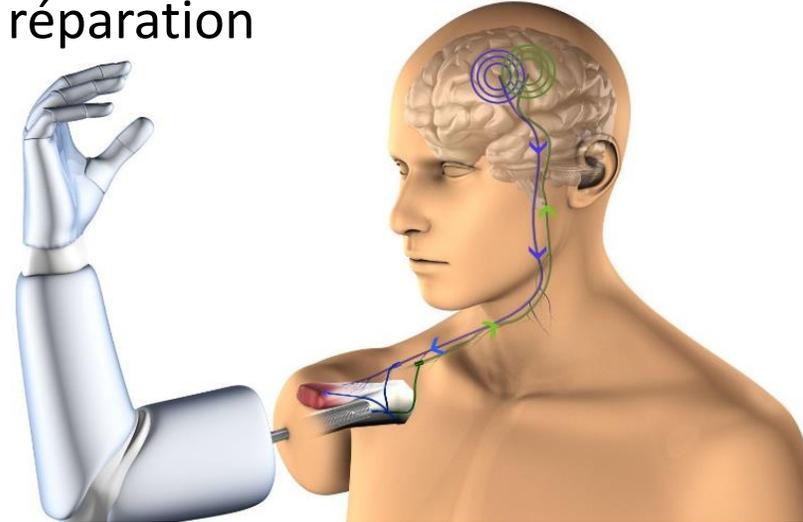


3.3. LA NAISSANCE DE LA MÉDECINE D'AUGMENTATION



The 8 Minute Surgery That Will Give You Superhuman Vision. Forever.

- Une augmentation physique et intellectuelle dépassant la simple réparation



3.3. LA NAISSANCE DE LA MÉDECINE D'AUGMENTATION

- **Première génération:** Personal computers...
- **Deuxième génération:** Smartphones, Tablettes...
- **Troisième génération:** “wearables” comme le Google Glass, iWatch...
- **Quatrième génération:** les technologies souscutanées (under skin artificial intelligence)
- **Cinquième génération:** une parfaite interconnection entre technologies et corps humain (2045 selon les predictions du Times Magazine)



3.4. LES TRANSFORMATION DES MÉTIERS ET DES COMPÉTENCES DANS LE SECTEUR MÉDICAL

- La transformation des métiers et l'augmentation de la part technologique
- La nécessité de modifier les cursus d'apprentissage en médecine
- Une plus grande simplification des tâches – compétences moins importantes
- Apparition de nouveaux métiers
- L'augmentation de la part robotique dans le secteur médical



3.5 AUREVOIR HOSPITAL WELCOME HOME-SPITAL(2030)



- **Healthcare in 2030: goodbye hospital, hello home-spital**
- La médecine demain sera invisible, automatisée, toujours active et ceci quelques soient les lieux de notre présence
- *Le maintien à domicile et l'hospitalisation à domicile sera généralisée*
- Aide précieuse de la robotique et de l'Internet des objets
- Nouveaux métiers autour du maintien à domicile des malades
- Les hôpitaux sont de "pit-stops"
- Quelques pratiques dans les hôpitaux tendraient à disparaître

LIBRE DE DROITS

Customization

Individual

Molecular

Patient

Precision

Genome

Unique

Medicine

Disease

Analyze

Cellular

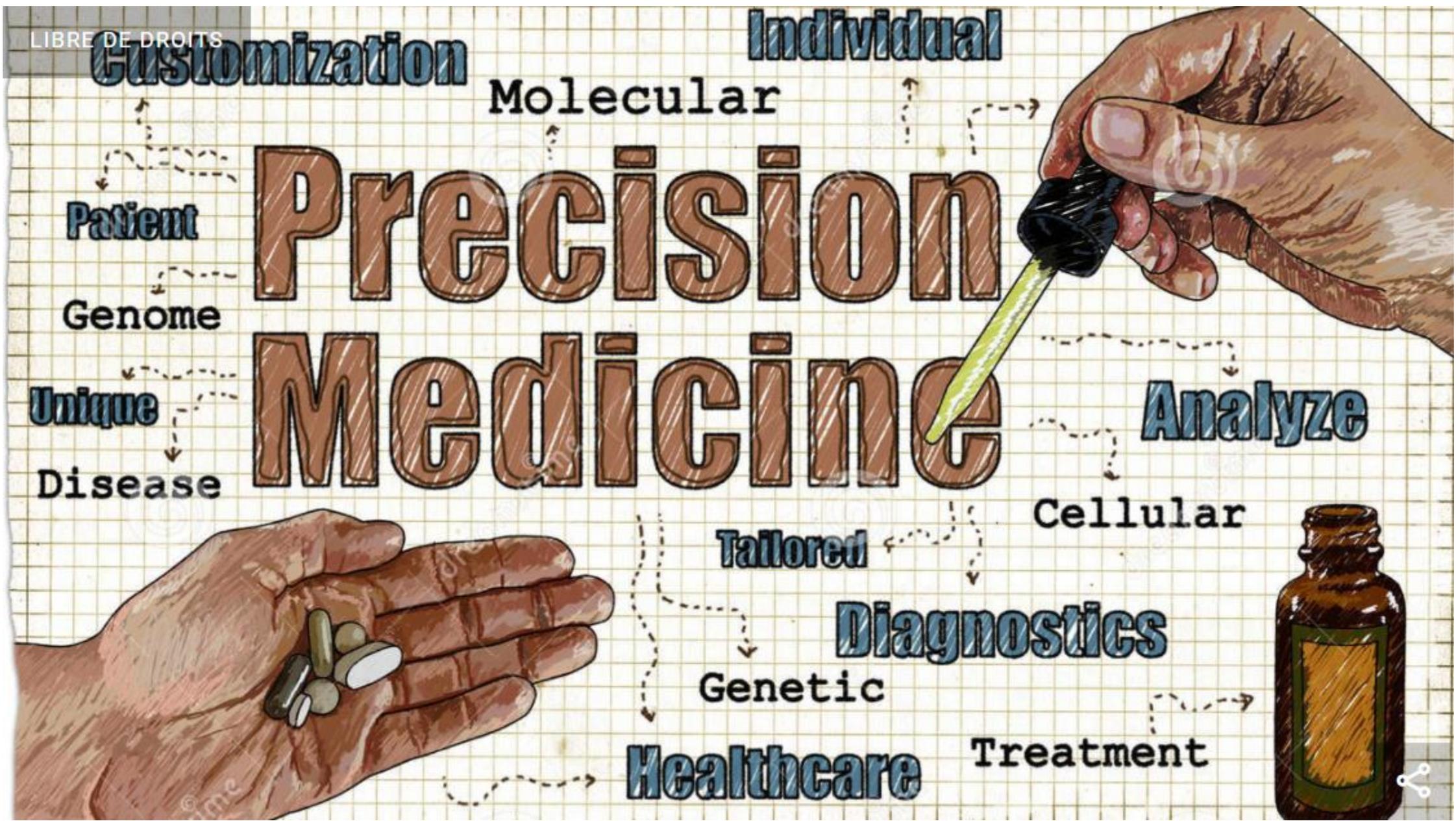
Tailored

Diagnostics

Genetic

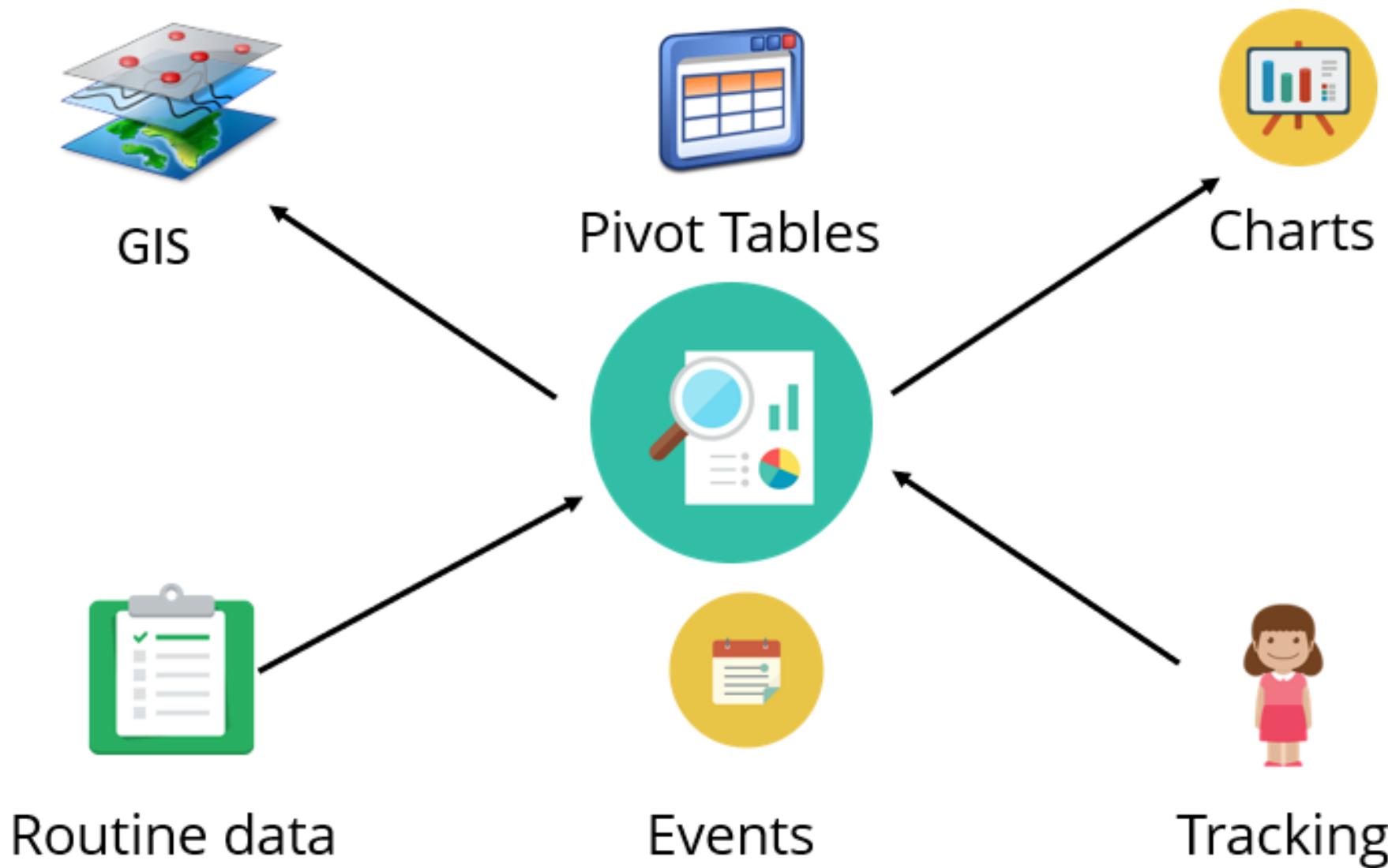
Healthcare

Treatment



*Et dans la vie réelle : EBOLA en RDC et
Dossier Patient Informatisé au Mali*

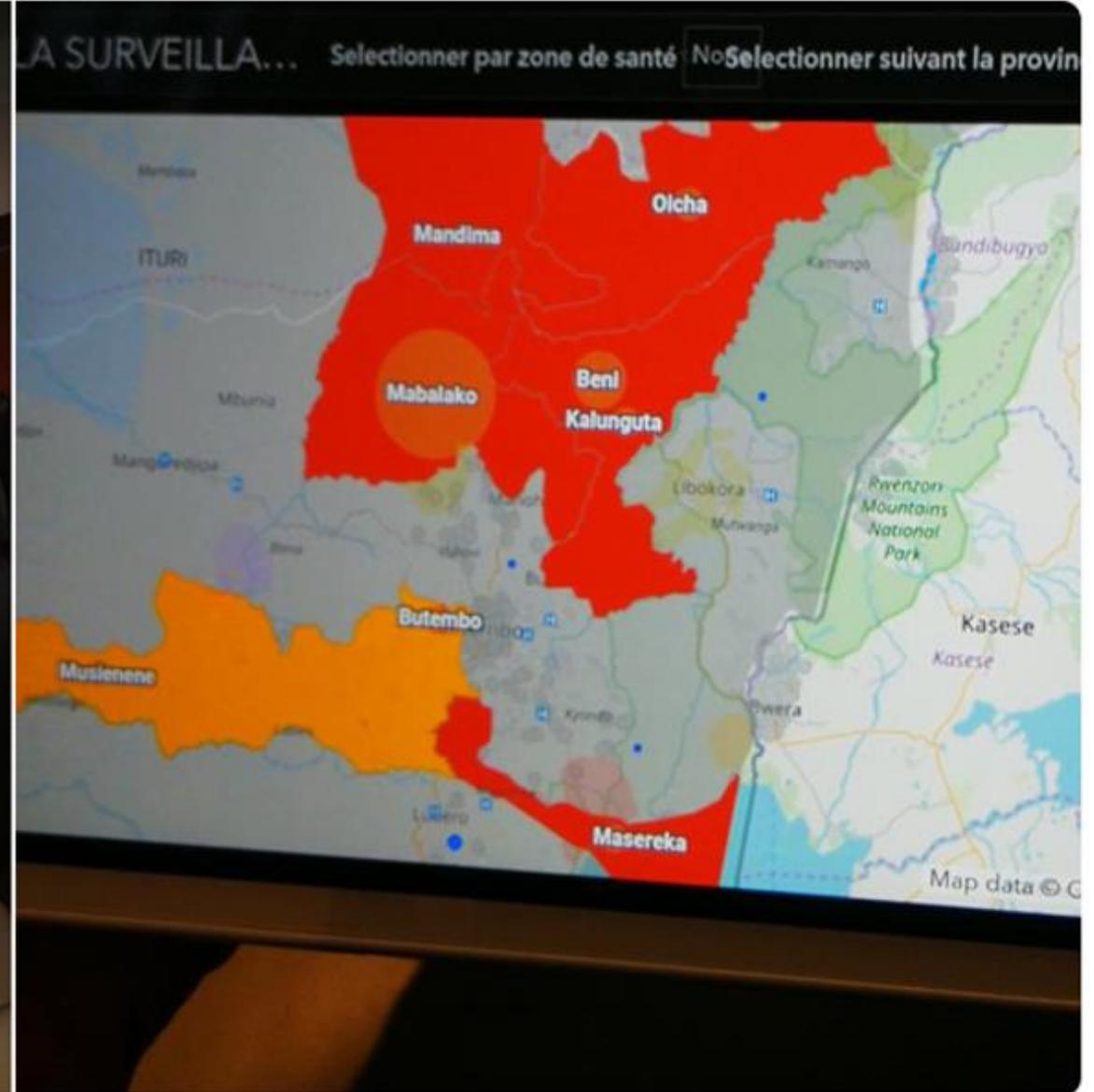
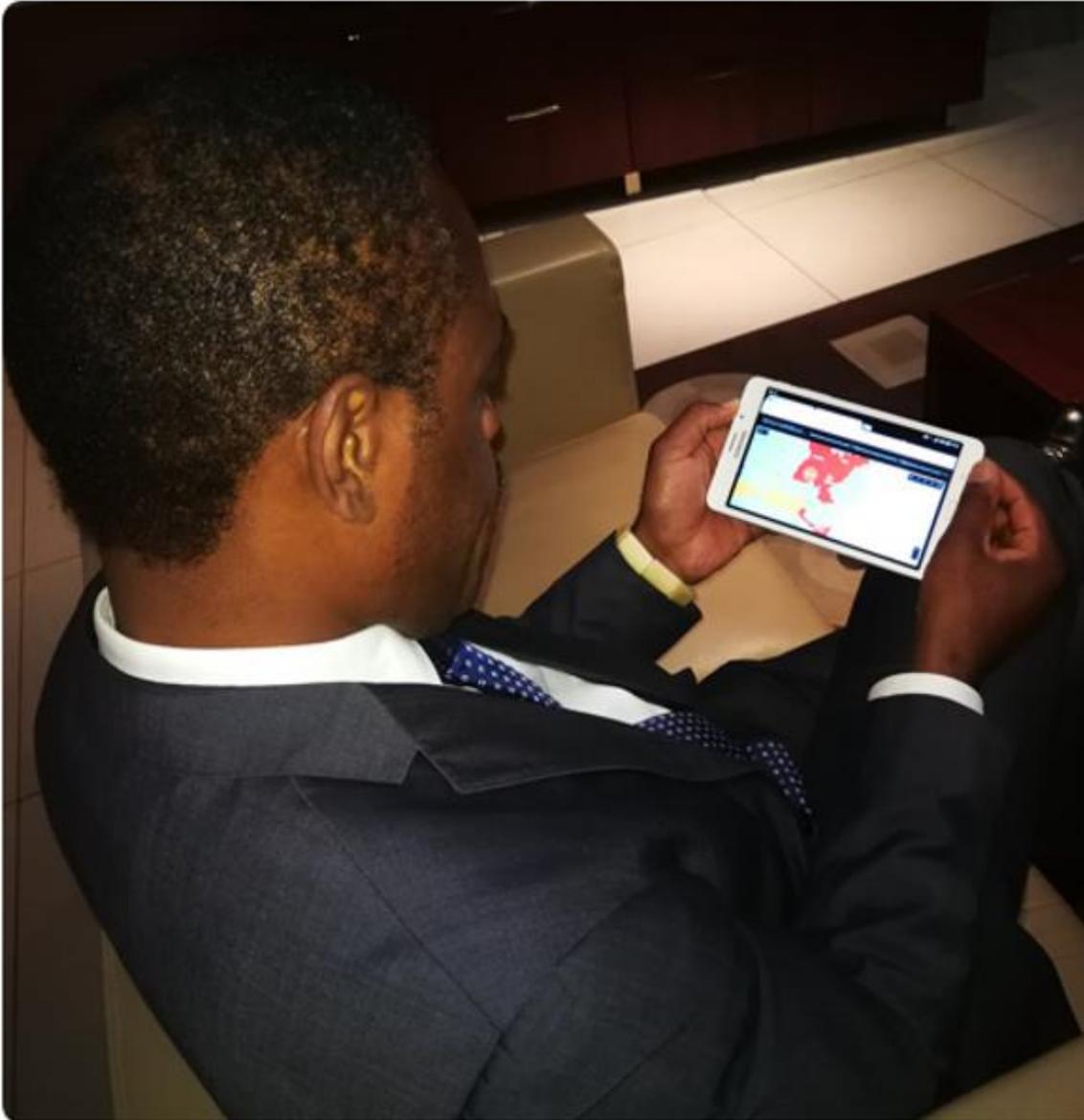
DHIS2 National Health Information System implementation features for all outbreak decision's makers (BigData)



The right side of the image displays several screenshots of the DHIS2 web interface. The top screenshot shows a dashboard for 'Evolution Epidémiologique Ebola Zaire et Nord Kivu' with a line chart showing 'Total Cas Confirmés et Probables Ebola Zaire et Nord Kivu'. Below it is another dashboard for 'Scores Moyens de Fonctionnement des Communautés' with a bar chart. The middle screenshot shows a 'Notification des Cas Suspectes et Alertes' line chart. Below that is a 'Hospitalisation' bar chart. The bottom screenshot shows a 'Cas Suspect' form with summary statistics (45, 29, 2, 29) and a map of the Democratic Republic of the Congo. At the very bottom, there is a report header for 'Rapport national Rapport DHIS2' with date filters for '01/03/2018' to '31/03/2018'.

Source DHIS2 Manual of DRC

SEM Oly Ilunga use he's tablet for decision making (IoT)



OpenClinic: SIH-SIC

OpenClinic : traitement de données des structures de santé; web, type client-serveur; centré sur le patient. Couvre plusieurs aspects de la gestion de données des établissements de santé:

1. Dossier administratif du patient (ID unique et biométrique du patient, photo et possibilité de reconnaissance faciale);
2. Dossier financier du patient;
3. Dossier médical du patient;
4. Assurance maladie;
5. Caisses;
6. Pharmacie;
7. Laboratoire;
8. Imagerie ;
9. Statistiques et épidémiologie .

Dossier Clinique

Médical

Medicaments

Ordonnances papier <3 mois

05/03/2015 PARACETAMOL 500 MG
VACCIN ANTIGRIPPAL
COARTEM ADULTE 1 BOITE

Vaccinations

BCG (28/01/2014)

! Hépatite B (11/11/2014) ▶ 11/12/2014

! PCV13 (28/01/2014) ▶ 08/04/2014

! PENTA (28/01/2014) ▶ 08/04/2014

Tedivax (18/02/2015) ▶ 18/03/2015

Avertissements

! ALLERGIE A LA QUININE (PRURITS APRÈS LA PRISE DES COMPRIMES !!!!)

Liste des problèmes

9000 DIABETE DE TYPE 2 OU NON INSULINO-DEPENDANT 02/05/2014

9200 CATARACTE 10/04/2014

Causes de consultation pour le contact actif

ICD10 R50.0 FIEVRE AVEC FRISONS

ICPC A0300 FIEVRE

Examens

Date	Type de contact	Utilisateur	
05/03/2015	Lettre de référence - contre-référence	ABDOULAYE, KONATE	CLI.GEN: CONSULTATION MEDECINE GENERALE
05/03/2015	Controle dentiste	ABDOULAYE, KONATE	CLI.GEN: CONSULTATION MEDECINE GENERALE
05/03/2015	Suivi	ABDOULAYE, KONATE	CLI.GEN: CONSULTATION MEDECINE GENERALE
05/03/2015	Consultation centre de santé	ABDOULAYE, KONATE	CLI.GEN: CONSULTATION MEDECINE GENERALE
18/02/2015	Alertes	ABDOULAYE, KONATE	

MODULE IKEREZI: Système d'aide à la décision médicale (réduction des erreurs médicales et de soins)

- Aide à la décision thérapeutique pharmaceutique
- Aide à la décision diagnostique – analyse par grappe

- Aide à la décision diagnostique – analyse Bayésienne
- Monitoring de l'impact sur la décision diagnostique

Le programme Ikerezi

- C'est un Système d'aide à la décision médicale (SADM) qui permet de fournir **aux cliniciens en temps et lieux utiles** les informations **décrivant la situation clinique** d'un patient ainsi que **les connaissances appropriées** à cette situation, correctement **filtrées et présentées** afin **d'améliorer la qualité des soins** et la santé des patients
- **Ambitions**
 - Fournir des instruments informatiques d'aide à la décision clinique, disponibles sur le lieu des soins et en dehors, adaptés au contexte des systèmes de santé dans les pays à faibles ressources
- **Caractéristiques**
 - **Pragmatisme**: focalisé sur les problèmes de santé sérieux et traitables et sur les risques évitables
 - Solutions **libres**, open source
 - Technologies **répandues**
 - **Intégration** avec solutions informatiques existantes (DHIS2, OpenClinic...)
 - Appui académique (**éducation, recherche**)

Le programme Ikerezi 2

- **Opportunités**

- Optimisation du rapport **coût/efficacité** dans le processus des soins
- **Réduction des risques** de santé
- Amélioration de la **qualité des soins**
- Complétude de la **documentation clinique**
- Opérationnalisation de la **médecine basée sur les évidences**

- **Limitations**

- Outil **d'aide** à la décision: le professionnel de santé reste entièrement responsable des décisions diagnostiques et thérapeutiques prises
- **Informations limitées**: médicaments, allergies, diagnostics, plaintes, informations laboratoires, imagerie...
- Pas d'explication pathophysiologique ou étiologique

- **Connaissances médicales formalisées dans un langage standardisé**

- **Utilisation de classifications et nomenclatures internationales**

- Anatomical Therapeutic Classification (OMS)
- Normalized Names for Clinical Drugs - RxNorm (NLM)
- Classification Internationale des Maladies - CIM-10 (OMS)
- Classification Internationale pour les Soins Primaires – CISP-2 (WONCA)

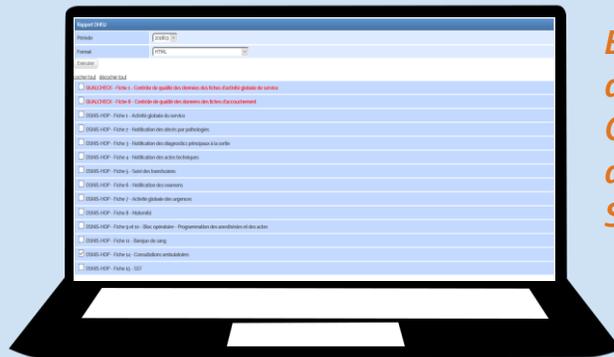
- Banque de connaissances avec **probabilités d'associations entre les codes de maladies, signes, symptômes et médicaments** (incidences et prévalences)

=> ASSISTE MAIS NE REMPLACE PAS LE CLINICIEN!

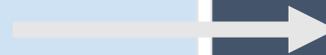
Envois des données primaires au DHIS2: depuis le dossier patient

Système d'information clinique centré sur le patient, aucune information conduisant aux indicateurs de santé n'est perdue, déformée ou mal saisie

OPENCLINIC



*Envoi des données
Conformes
aux canevas
SNIS*

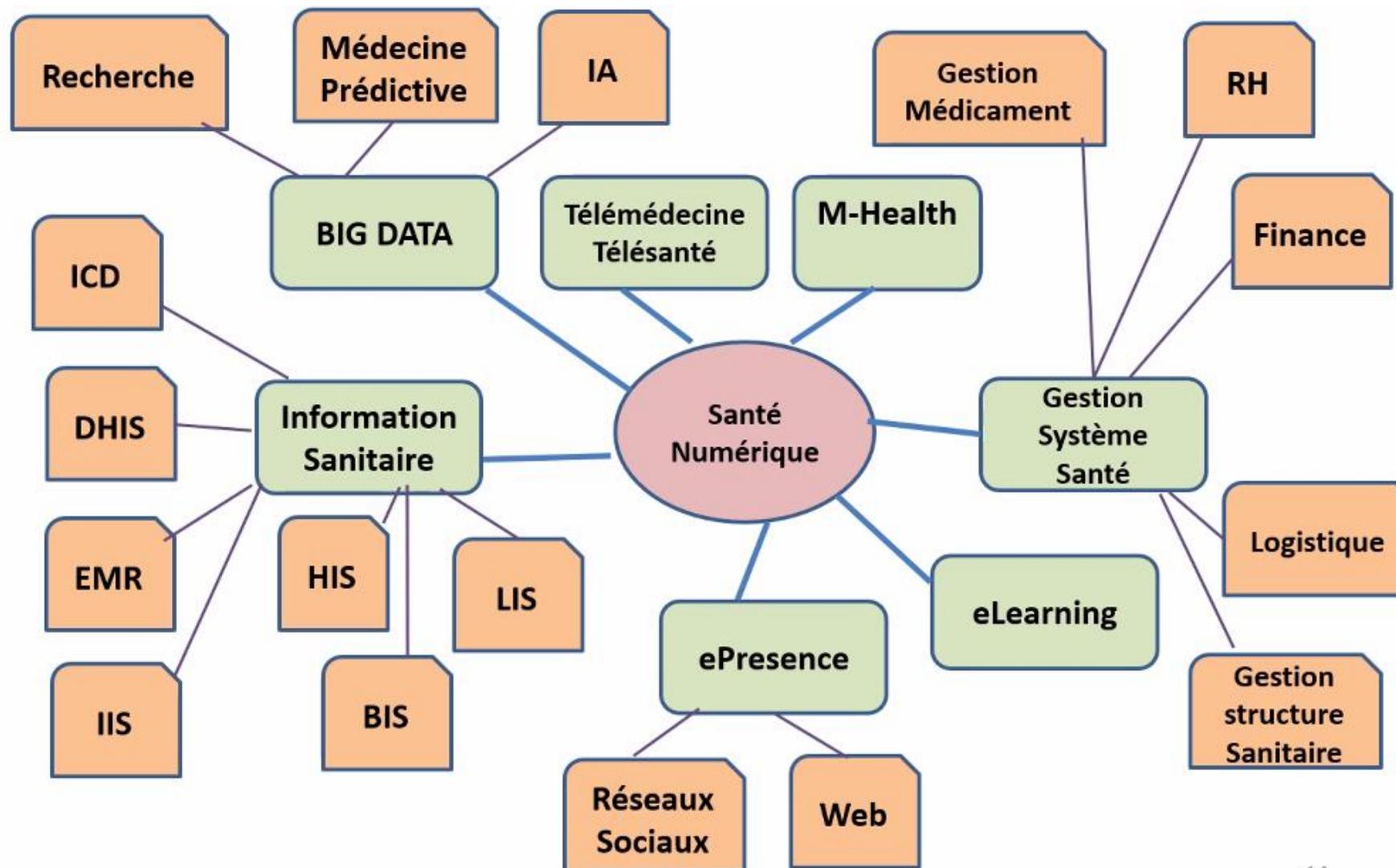


REPOSITOIRE NATIONAL DES DONNEES DE SANTE

dhis2



*Visualisation transformation des données
en information pour la prise de décision*

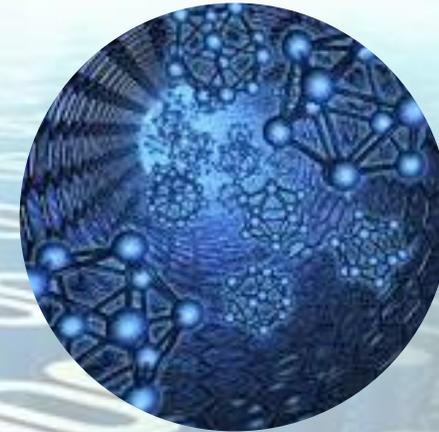


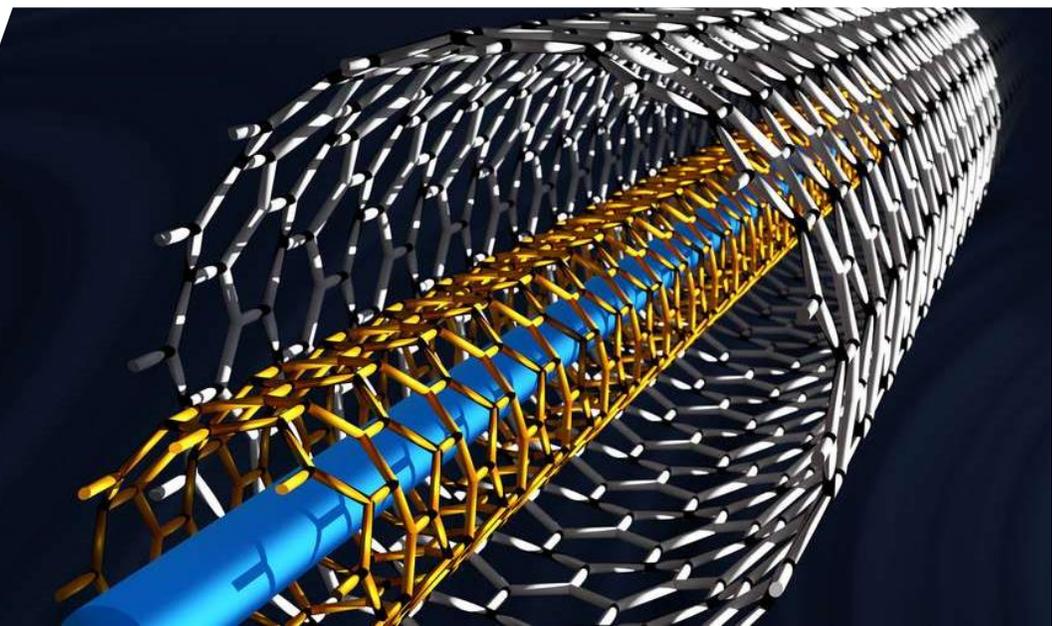
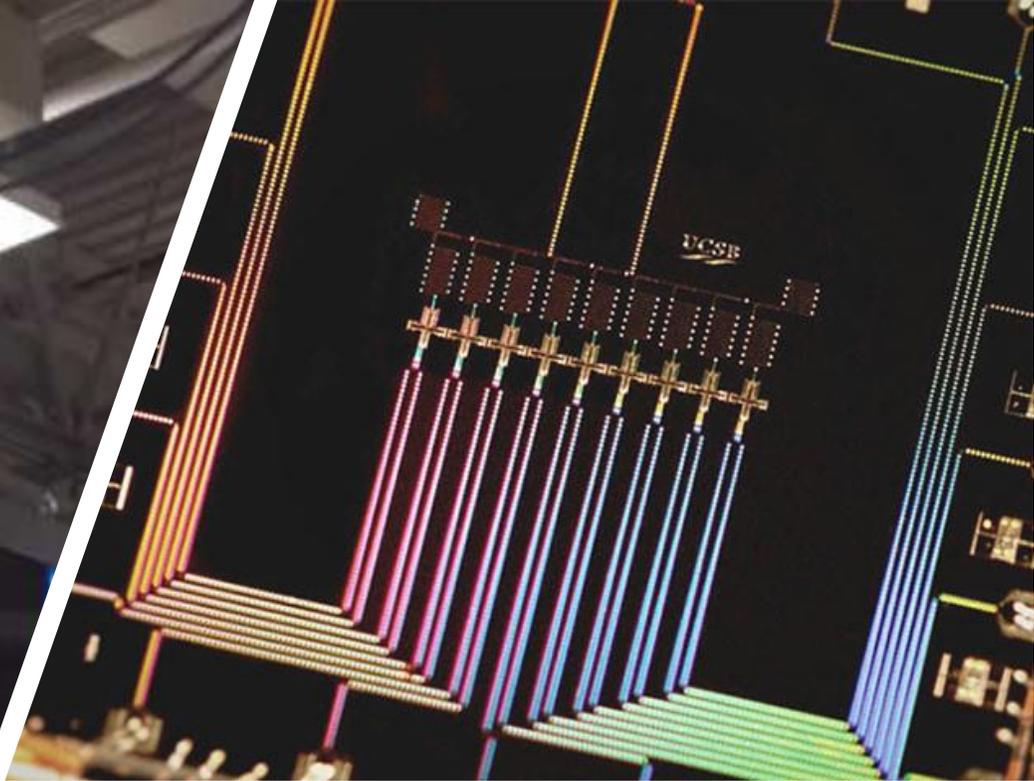
ET DEMAIN.....



NANOTECHNOLOGIES – ORDINATEURS QUANTIQUES

- Le médecin du futur pourrait bien être nanoscopique et circuler librement dans notre corps pour nous maintenir en bonne santé (Les **nanotechnologies** et les **nanosciences** sont l'étude, la fabrication et la manipulation de structures, de dispositifs et de systèmes matériels à l'échelle de moins d'une quarantaine de nanomètres : Un nanomètre = un milliardième de mètre = 10^{-9} m).
- Premier pas, mais pas des moindres, les équipes de l'Institut australien de bio-ingénierie et de nanotechnologie (AIBN) ont mis au point un système de dépistage unique du cancer. Il s'avère peu coûteux et une simple prise de sang est nécessaire pour un diagnostic en 10 minutes chrono. Pour y parvenir, les chercheurs de l'AIBN ont déterminé une signature épigénétique que l'on retrouve dans les cellules de nombreuses formes de cancer. En parallèle, ils ont découvert que les fragments d'ADN cancéreux une fois repliés en nanostructures 3D collaient à l'or comme un aimant. Ils ont donc conçu un test à base de nanoparticules d'or qui changent de couleur en présence d'ADN cancéreux. Pratique et lisible à l'œil, cette méthode, déjà fiable à 90 %, devrait se perfectionner avec le temps
- L'ordinateur quantique (**un ordinateur 100 millions de fois plus puissant que ceux qui existent aujourd'hui**) ouvre la voie à une nouvelle informatique, radicalement différente de ce que nous connaissons. Les qbit représentent la base de l'ordinateur quantique. Ce sont des bits quantiques par analogie aux bits dans l'informatique classique. Grâce à ses propriétés quantiques, une puce de 4 qbit réalise un calcul 16 fois plus vite doublant ainsi la vitesse de calcul par qbit ajouté. Cette possibilité lui est offerte grâce à la **superposition quantique** et l'**intrication quantique**.





Merci pour votre écoute !

