



# **SUIVRE ET PREVENIR EN VIE « REELLE »**

## **Actualités de la santé numérique**

SJ. Darmoni, MD, PhD

D2IM, CHU de Rouen & LIMICS UMRS1142 INSERM

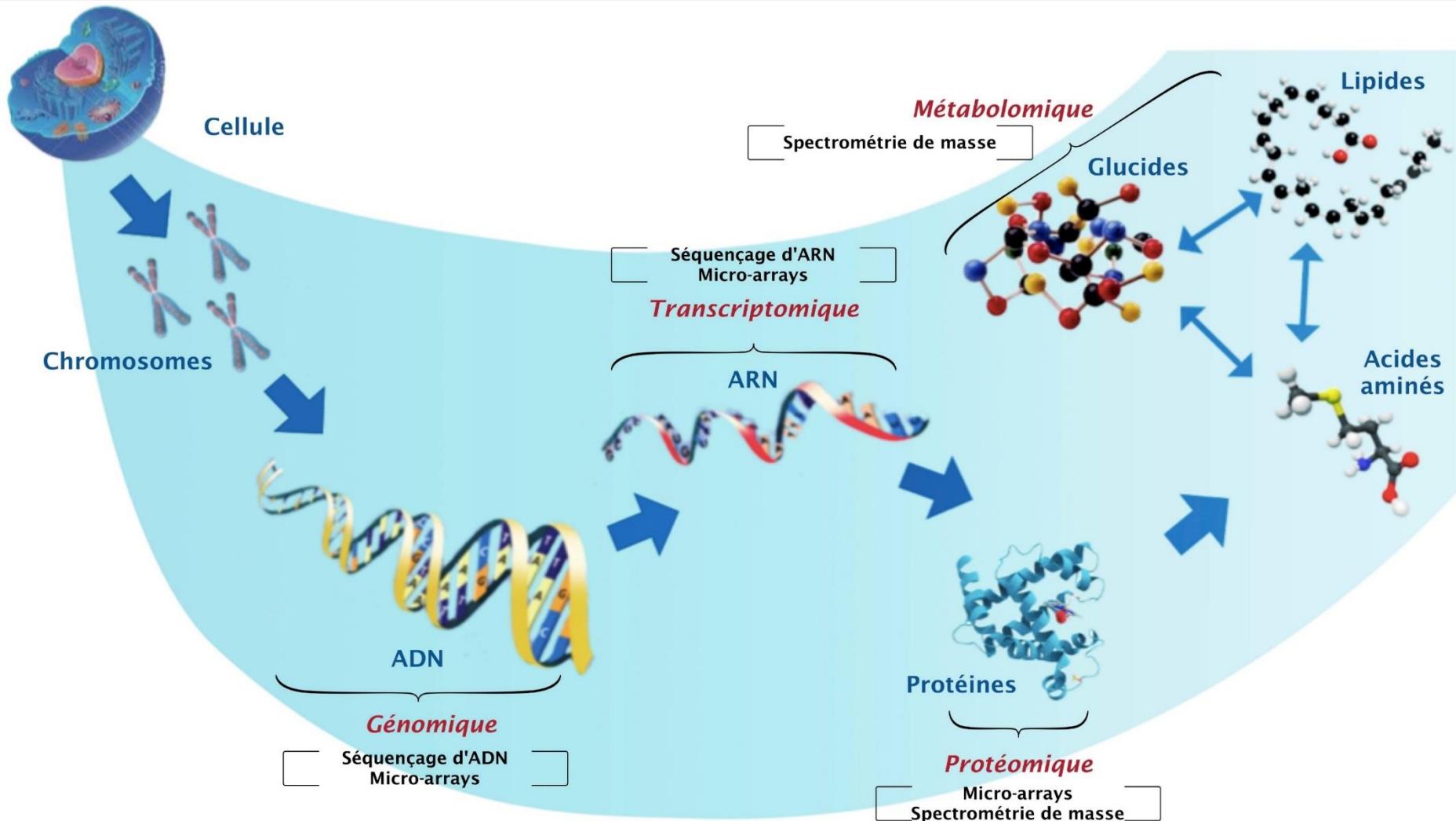
Courriel : Stefan.Darmoni@chu-rouen.fr

# Apport récent de la discipline hospitalo-universitaire

- Développement des entrepôts de données de santé (EDS) = sujet majeur pour les HU (mais aussi pour les startup) dans les dix prochaines années
- Nombreux HU responsables de l'EDS local
  - Marc Cuggia (Rennes), Grégoire Ficheur (Lille), Christel Daniel (APHP), Eric Lepage (ARSIF), Stéfan Darmoni (Rouen)
- Rôle +++ du DIM, de la DSI, mais aussi DRCI et bien sûr DG
- Au moins, trois pays (entre 5 & 10 M hab) ont décidé de construire un EDS au niveau national
  - Finlande, Suisse & Israël
  - France ? HDH ? Complexité non linéaire

# Un pas plus loin

- EDS principalement données cliniques
- Clinomique
  - Association entre les données cliniques et les données omiques
    - USA : I2B2 + Transmart
    - Cabot C, Darmoni S, Soualmia LF. Cimind: A phonetic-based tool for multilingual named entity recognition in biomedical texts. *J Biomed Inform.* 2019 Jun;94:103176 + thèse, déc 2016 (Rouen)
  - France Génomique 2025
- Radiomique
  - Entre imagerie et big data
  - extraire une information d'ordre biologique à partir d'une « simple » image
  - Bibault JE et al. Deep Learning and Radiomics predict complete response after neo-adjuvant chemoradiation for locally advanced rectal cancer. *Sci Rep.* 2018 Aug 22;8(1):12611 + Thèse, 2018 (Univ. Paris Descartes)



# Explosion des startup depuis cinq ans en santé digitale

- Allez faire un tour à HIT (HIMMS aux Etats-Unis)
- Exemple « biaisé » : Doctolib
  - Licorne 1 G€
  - Gestion de RDV + téléconsultation
- Nombreuses sociétés dans l'IA en général, apprentissage profond mais pas seulement reconnaissance de forme, traitement automatique de la langue
  - Notamment en imagerie, avec plusieurs sociétés ayant obtenu l'accord de la FDA (« premarket approval ») (diabéto, mammographie, pathologies cérébrales, cardiaques...)
  - FDA : Digital Health Innovation Action Plan (July 2017)

<https://medium.com/syncedreview/ai-powered-fda-approved-medical-health-projects-a19aba7c681>

*Idx, Medtronic, DreaMed Diabetes, Viz.AI, Aidoc, Empatica, MaxQ AI, Zebra Medical Vision, Lepu Medical, Verily...*

- Concernant le texte,
  - Au niveau des mots, word embeddings
  - Document embeddings
    - PubMed
    - PMSI (Alicante, Collective Thinking, ...)
  - Patient embeddings
    - Trouver le patient le plus proche : utile pour le diagnostic, la thérapeutique, le suivi...

# Intelligence artificielle en santé

- De très (trop) nombreux travaux dans la littérature
- Un doctorant en bourse CIFRE (OMICX)
  - Dynomant E et coll. Word Embedding for the French Natural Language in Health Care: Comparative Study. JMIR Med Inform 2019;7(3):e12310
  - Dynomant E et coll. Doc2Vec on the PubMed corpus: a new approach to generate related articles. Submitted to **BMC Medical Informatics**
- Un interne de santé publique (Mikaël Dusenne), 15 mois à Dept of BioMedical Informatics, Harvard Medical School (Prof. Paul Avillach), coencadré par ce dernier
  - Développement d'un annotateur hybride, en se fondant sur les résultats d'Emeric
  - Document embedding (PMSI) <= Alicante
  - Patient embedding

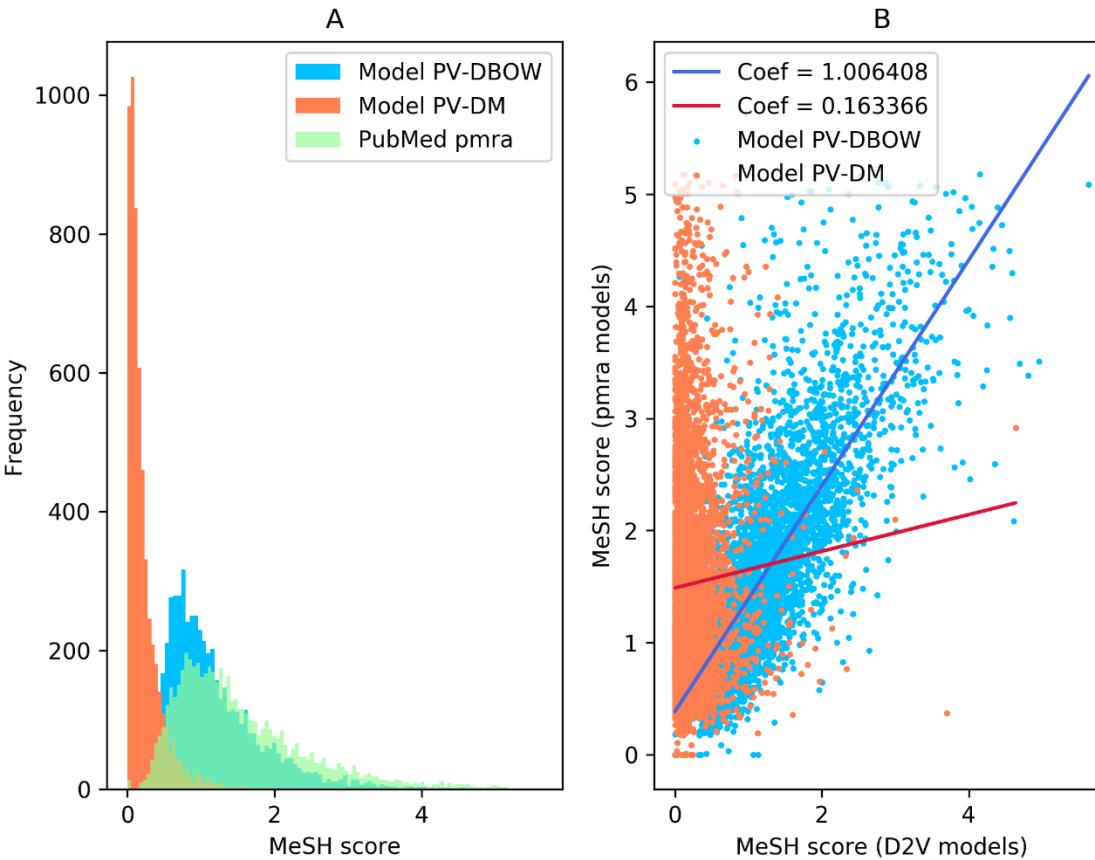
# Exemple de wordembeddings dans deux contextes différents

RESULTS Bonus: Different context lead to different vectors

**QUERY:** “facebook”

<b>LiSSa corpus (300k)</b>	internet, twitter, web, blog, e_learning, blogs, internautes, tic, game, ...
<b>RUH documents (12M)</b>	reproches, injures, messages, insultes, rumeurs, ex_conjointe, menaces, insultant, ...

# Doc2Vec2PubMed



# Scalabilité = passage à l'échelle

- Faisabilité
  - Projet RAVEL (2012-5)
    - Moteur de recherche sémantique opérationnel sur 2.000 patients (POC)
    - Passage à l'échelle **négatif** sur 60.000 patients !!! => choix de l'architecture NoSQL
    - Médecine = science expérimentale
- Temps de réponse
  - Annotateur sémantique ECMT (BOW)
    - 6 ms/doc de santé vs. 134 ms/doc Quick UMLS vs. plusieurs secondes pour Metamap
    - 13 M de documents de santé en 22 h => possibilité de lancer ECMT chaque semaine (CO2)
  - Moteur de recherche
    - I2B2 assez lent ; pas du tout temps réel
    - Doc'EDS ou ASIS : temps de réponse < 2s ; possibilité de tester de nombreuses hypothèses de requêtes lors d'une session de 2 heures (35 cas d'usage)

# EDS

- Très nombreux cas d'usage
- Nécessité de développer différents moteurs de recherche selon le cas d'usage

Rouen

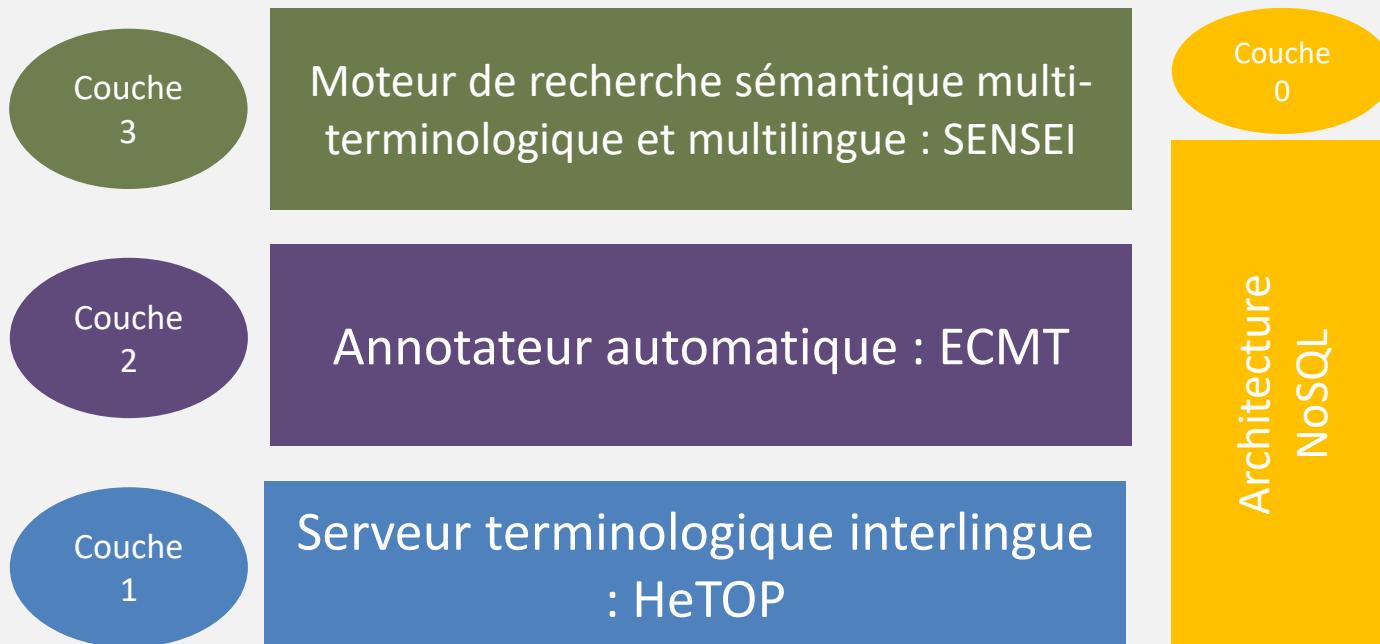
- Moteur sémantique pour les cas les plus complexes (association de recherche sur les données structurées et non structurées)
- Moteur centré sur les documents de santé (le cas le plus fréquent dans notre expérience de deux ans)
- « Mashup » entre ces deux visions
- D'autres solutions sont nécessaires pour répondre aux cas d'usage
  - Associer en aval de l'EDS un systèmes d'aide à la décision (optimisation PMSI)
  - Travailler avec les biostatisticiens pour aider au max leur travail

# EDS Rouen

## Trois outils ressources autour de la sémantique

Thèse de Romain Lelong, 2019 : grammaire formelle, NoSQL

Evaluation sur essais cliniques. Lelong R, et coll. Building a Semantic Health Data Warehouse: Evaluation of a search tool in Clinical trials, JMIR Medical Informatics (in press)



**1.** Définition des contraintes :

Vous pouvez ici définir les contraintes que vous souhaitez appliquer aux types d'objets de sortie.

**Remise à zéro**

<b>Patient(s)</b>	<b>Sexe</b>	<b>Homme</b>	<b>Femme</b>	<b>Autre</b>
<b>ET</b>	<b>Diagnostic(s)</b>	<b>Terminologie(s)</b>	<b>5/5</b>	<b>narco</b>
<b>ET</b>	<b>Analyse(s) biologique(s)</b>	<b>Type de l'analyse</b>	<b>1/2</b>	
<b>ET</b>	<b>Sejour(s)</b>	<b>Nom de l'unité médicale</b>	<b>1/1</b>	
<b>ET</b>	<b>Acte(s)</b>	<b>Terminologie(s)</b>	<b>1/4</b>	
<b>ET</b>	<b>Compte(s)-rendu(s)</b>	<b>Terminologie(s)</b>	<b>2/12</b>	
<b>ET</b>	<b>Médicaments</b>	<b>Terminologie(s)</b>	<b>2/5</b>	
<b>ET</b>	<b>Dispositifs Médicaux</b>	<b>Terminologie(s)</b>	<b>2/5</b>	

**Expl** **Source de données 1/2** **Type de diagnostic**

**narcolepsie et cataplexie**  
**G474 narcolepsie et cataplexie ICD**  
**narcolepsie et cataplexie SCT**

**narcolepsie**  
**narcolepsie MDR**  
**narcolepsie MSH**  
**narcolepsie NCI**  
**narcolepsie SCT**

**narcose**  
**Narcose MDR**  
**narcose SCT**

**narcothérapie**  
**narcothérapie (procédure) SCT**  
**narcothérapie MSH**

**opioïdes**  
**opioïdes NCI**  
**stupéfiants MSH**

**toxicomanes**  
**361055000 Misuses drugs (finding) abusa de drogas Misuses drugs Substance user Substance misuser Problem drug I**  
**toxicomanes NCI**  
**usagers de drogues MSH**

**toxicomanie**  
**Abus de médicaments NCI**  
**abus de médicaments SCT**  
**abus de substances SCT**

**2.** Construction de la requête :

Vous pouvez faire référence aux contraintes définies plus haut en tappant par exemple @1 pour la construction de la requête.

( **@2 DIAGNOSTICS narco** )

**3.** Type d'entité recherchée :

Sélectionnez svp les types d'objets que vous souhaitez voir en réponse à votre requête

<b>Niveau 1</b>	<b>Niveau 2</b>
<b>Patient(s)</b>	<b>Sejour(s)</b>
	<b>Prise(s) en charge en UF</b>

**4.** Nombre de réponse(s) total :

Pour visualiser la/les réponse(s) à votre requête vous pouvez cliquer sur le/les bouton(s) suivant(s)

# Feuille de route « Accélérer le virage numérique »

- Pilotes de la politique du numérique en santé : *Dominique Pon et Laura Létourneau*, responsable et déléguée ministériels de la délégation ministérielle du numérique en santé
- Bouquet de services à destination des professionnels et des patients (Espace Numérique de Santé)
- DMP = 7 M de DMP ouverts ; succès quantitatif évident (1 M en janv 2019)
  - Qualité du contenu ?
- Dématérialisation des cartes de santé

# Valorisation

- Loi sur l'innovation 1999
  - Claude Allègre
  - 50% pour les inventeurs >> pays anglosaxons
- Nécessité absolue de contracter avec une entreprise privée
- Gérer le succès plus difficile que gérer l'échec
- A Rouen, choix d'Alicante (David Delerue, DRT)
  - Confiance
  - Absence de liens d'intérêts
  - Possibilité de passage entre public et privé pour ingénieurs/documentalistes du D2IM => codéveloppement

# Vie réelle : projet ASALEE

- Naissance en Poitou-Charentes en 2004
- Délégation de tâches
- Infirmières de santé publique : éducation thérapeutique pour maladies chroniques (diabète, BPCO, pathologie coronarienne, troubles cognitifs...)
- Débuts poussifs 2004-2012 : de 1 ETP à 12 ETP
- Explosion depuis...
  - 350 ETP ISP + 3500 MG fin 2018
  - 520 + 5200 à ce jour
  - 700 + 7000 en 2021

# Vie réelle : projet ASALEE

- Management holacratique (du bas vers le haut ; prise en compte prioritaire du plus faible – le patient-)
- Evaluation(s) externe(s) par l'IRDES
  - Coût-efficace sur le diabète : diminution des coûts d'hospitalisation, moins de complications morbides (pied, œil)
  - Augmentation du temps médecin par la délégation de tâches
- Nouveaux métiers
  - IPA Infirmières de Pratiques Avancées : universitarisation de la formation des infirmières => M2 voire doctorat
  - IPC Infirmières de Parcours Complexes
  - Assistant(e)s médicaux(les)

# Conception et Evaluation itératives des Dispositifs connectés dans l'environnement du patient ou usager à domicile :

## Introduction du concept de Living Lab

- « Bien-être » (well-being) au domicile et au travail
  - Healthy Lifestyle (ex: Philips)
  - Activités physiques et suivi du sommeil (ex: Withings)
  - Suivi des activités quotidiennes, exorgames, suivi/détection de la pré-fragilité et prévention, coach virtuels... :
    - De nombreux Programmes de recherche Européens H2020, AAL sont sur ces thématiques depuis une vingtaine d'années.
    - Taux de pénétration modéré à cause du business model à trouver et les questions à la fois d'éthique (data) et de responsabilités
- Création au cours des années 2000/2010 de Living Labs en France, en Europe et dans le Monde:
  - AutonomLab (Limoges), ActivAgeing (Troyes), LUSAGE (APHP), Hopidom (Lille), Gerhome (Nice)....
  - CASALA (Irlande), LL-Swechat (Autriche), Amsterdam, Future-Lab in Aachen,...
- Associations de Living Labs comme ENOLL au niveau international, LLSA au niveau français : <https://enoll.org/> et <https://www.forumllsa.org/>

# Concept de Living Lab ou d'espace de co-création inter-disciplinaire au service de l'Innovation

- Une très bonne définition du concept de Living Lab est donnée par le LL i-Care (<http://i-carecluster.org/>) :
  - *La philosophie d'un Living Lab est de parvenir à explorer de façon proactive les besoins et les services à transformer tout en adaptant les méthodes en fonction des parties prenantes.*
  - *Cela permet de nouvelles pratiques de co-création qui forcent les participants à sortir de leur routine, à questionner les systèmes et/ou les idées reçues et à adopter ainsi une pensée "out-of-the-box". Cette approche est directement liée au concept de l'innovation ouverte (open innovation).*
  - *De ce fait, le Living Lab organise la mise en relation d'acteurs pertinents pour créer de nouveaux partenariats et ouvrir les possibilités d'échange et de création.*
  - *Le Living Lab se réfère à une conception ouverte et systémique de l'innovation en intégrant les utilisateurs comme des parties prenantes à part entière du processus de conception.*
  - *C'est une approche nouvelle pour structurer un écosystème d'innovation multidisciplinaire qui rassemble les institutions, les professionnels de santé, les patients, les spécialistes du numérique, les industriels et les intervenants des milieux créatifs. L'implication active des usagers dès le début du processus permet l'utilisation de méthodes participatives et la prise en compte du contexte qui entoure la problématique.*

# **Exemples de dispositifs de télésanté existants pouvant faire l'objet d'une maturation en Living Lab...**

- Produits, prototypes pré-industriels et projets R&D
- Domaines du maintien, télésurveillance à domicile, prévention et stimulation cognitive :
  - Télévigilance : produits (Salveo, Tunstall, Serenity...) et prototypes de R&D (UJF-Grenoble, LAAS, IRIT, PRISM-Orléans, Institut Mines-Télécom/ TSP,...)
  - DéTECTEURS de chute: Datactet, Vivago, VigiFall, Serenity, LinkCare Services...
  - Prévention du risque de chute : pèse-personne, dispositif sur la personne: (McRoberts), Gripp-ball (UTT)...
  - Analyse des sons de la vie courante (Istrate-2006, UTC)
  - Systèmes multimodaux (UJF, LAAS, IMT,...)
  - Robots compagnons : Robosoft, Aldebaran, PARO,...
  - Téléphonie adaptée (Doro)
  - Interfaces Homme-Machine adaptées (exemple d'un projet AAL)

# Conclusion

- EDS = principal sujet de recherche pour les HU de la santé digitale
- Pour les startup, nombreuses niches possibles
  - Optimisation du PMSI
  - Consultance
- Déficit humain sur la santé numérique en général
- Impact sur les organisations au sein des CHU nécessité de former de nombreux nouveaux professionnels de santé
  - Par exemple, nouvelles opportunités pour les documentalistes de santé pour devenir les référents pour rechercher au sein des EDS
  - Master / DU (?) de « requêteur EDS » ‘CDW query builder’

**Merci beaucoup**

Stefan.Darmoni@chu-rouen.fr

Remerciements à Jean Charlet & Jérôme Boudy, et  
tous les membres de l'ITMO TS (Franck Lethimonnier)

# Difficultés de la discipline hospitalo-universitaire

- Pas un enseignement-chercheur dans toutes les facultés de médecine en France (0 Caen & 0 Amiens)
- Difficulté de trouver un successeur
- Les enseignants-chercheurs n'ont pas su (pu ?) être des partenaires pour le développement des systèmes d'information clinique... voire les départements d'information médicale (DIM)
  - Rouen D2IM
- Situation déjà vécue chez nos voisins
  - Allemagne : quasi-disparition il y a 20 ans, 2016 : 200 M € investis pour la discipline HU sur 20 ans ; nombreux postes disponibles +++
- Stratégie de « survie »
  - S'associer avec le principal laboratoire de santé digitale en France... et peut-être d'Europe : LIMICS
  - Valorisation : contracter avec une PME