



Comment adapter nos pratiques médicales aux développements récents de l'intelligence artificielle ?

Pr Vincent Sobanski

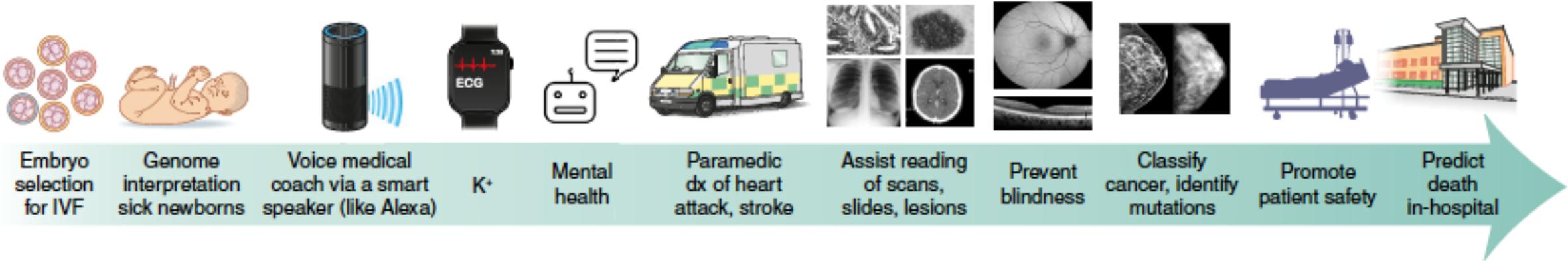
30 janvier 2025

Séminaire « Réalité virtuelle et intelligence artificielle
au service de la qualité et de la sécurité »



Quels impacts potentiels du numérique en santé ?

- ✓ Recherche dans les comptes-rendus
- ✓ Aide au diagnostic
- ✓ Outils de tri
- ✓ Médecine de précision
- ✓ Aide à la prise en charge thérapeutique
- ✓ Conception de médicaments
- ✓ Améliorer les consultations (présentielles et distancielles)
- ✓ Assistants de santé, aide à la prise des traitements



Il y a 10 ans

- ✓ Acculturation aux notions de cybersécurité / confidentialité
- ✓ Le début de la vague IA
- ✓ Des incitations en décalage avec la réalité du terrain
- ✓ Injonctions contradictoires
- ✓ Motivation des chercheurs – solutions pragmatiques
- ✓ Un déploiement des infrastructures insuffisant

#	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
127	GIRAUDO	Jean	3448 CFS ONF	Nice	pièce 138	1 218,71 €	homme	28/08/59	57	8	
128	GIRON	Anne-Marie	3085 CFS AG	Nice	pièce 90	2 877,38 €	femme	22/03/54	62	9	
129	GLYNATIS	Hervé	3679 CFS FSC	Nice	pièce 82	2 706,20 €	femme	09/03/68	48	6	
130	GONDOUNI	Bernard	3824 CFS FSC	Nice	pièce 60	2 070,89 €	homme	15/02/53	63	9	
131	GORZOWSKY	Odette	3589 CCS AGL	Paris	pièce 96	2 984,23 €	femme	24/07/66	59	7	
132	GOULLON	Chantal	3175 CFS FSC	Nice	pièce 255	1 832,32 €	femme	26/08/59	57	8	
133	GOYER	Brigitte	3126 CFS FSC	Nice	pièce 34	1 845,25 €	femme	29/01/54	62	9	
134	GRAIN	Françoise	3151 CFS CO	Nice	pièce 80	2 608,73 €	femme	09/02/72	44	5	
135	GUETT	Monique	3874 CCS AGL	Paris	pièce 78	2 554,35 €	femme	16/07/49	67	10	
136	GUILLE	Jean	3143 CFS ONF	Nice	pièce 232	1 615,55 €	homme	24/01/46	70	10	
137	GUITTON	Francis	3140 CFS CO	Nice	pièce 216	1 430,29 €	homme	28/04/73	43	5	
138	GUTFREUND	Dominique	3675 CFS CO	Nice	pièce 131	1 120,56 €	femme	12/05/57	59	8	
139	GUYOT	Pierre	3711 CCS DXO	Paris	pièce 239	1 686,37 €	homme	20/05/72	44	5	
140	HABRANT	Moise	3115 SNPO	Paris	pièce 66	2 283,26 €	homme	20/10/73	43	5	
141	HARAULT	Armelie	3078 CFS FSC	Nice	pièce 32	1 834,29 €	femme	20/04/52	64	9	
142	HERCLICH	Myriam	3954 CCS DXO	Paris	pièce 95	2 945,30 €	femme	26/07/70	46	6	
143	HERMANT	Jean-Pierre	3998 CFS CO	Nice	pièce 70	2 371,05 €	homme	19/11/44	72	10	
144	HERSELIN	Brigitte	3991 CFS FSC	Nice	pièce 20	1 363,03 €	femme	05/03/43	73	10	
145	HEURAUX	Catherine	3685 CFS FSC	Nice	pièce 78	2 572,22 €	femme	28/03/49	67	10	
146	HUSETOWSKI	Franca	3691 CFS CO	Nice	pièce 212	1 415,00 €	femme	02/11/51	65	10	
147	ILARDO	Sylvie	3071 SNPO	Paris	pièce 96	2 988,15 €	femme	16/05/69	47	6	
148	IMMEUBLE	Sylvie	3040 CCS OGT	Paris	pièce 206	1 390,44 €	femme	11/05/52	64	9	
149	JOLIBOIS	Michèle	3022 SNPO	Paris	pièce 95	2 956,23 €	femme	20/05/60	56	8	
150	JOLY	Daniel	3156 CFS CO	Nice	pièce 96	2 984,94 €	homme	14/07/75	41	5	
151	JUDITH	Marie-Hélène	3070 SNPO	Nice	pièce 35	1 883,55 €	femme	26/02/73	43	5	
152	KAC	Christine	3169 CFS CO	Nice	pièce 219	1 447,83 €	femme	03/05/60	66	10	
153	KARSENTY	Christian	3248 CFS FSC	Nice	pièce 107	974,73 €	homme	18/02/68	48	6	
154	KILBURG	Sylvie	3593 SNPO	Paris	pièce 95	2 951,31 €	femme	05/02/71	45	6	
155	KONGOLO	Bernard	3144 CFS FSC	Nice	pièce 115	1 016,06 €	homme	14/09/70	46	6	
156	KRUCER	Alexis	3276 CCS AGL	Paris	pièce 84	2 922,03 €	femme	05/01/52	64	9	



Bases clinico-biologiques prospectives : exemple des FHU



Projet IMMINEnt

Immune-mediated inflammatory disease and targeted therapies:
Maladie inflammatoire auto-immune et thérapies ciblées

L'objectif principal des IMMINEnt est de partager les expériences et favoriser une prise en charge de haut niveau des patients IMIDs sous biothérapies

Le Projet Fédératif Hospitalo-Universitaire IMMINEnt va rassembler les principaux acteurs impliqués dans la recherche et la prise en charge des patients atteints d'IMIDs en termes de soins, d'éducation et de recherche dans notre hôpital universitaire à Lille.

Le projet favorisera l'interaction entre les différents acteurs permettant :

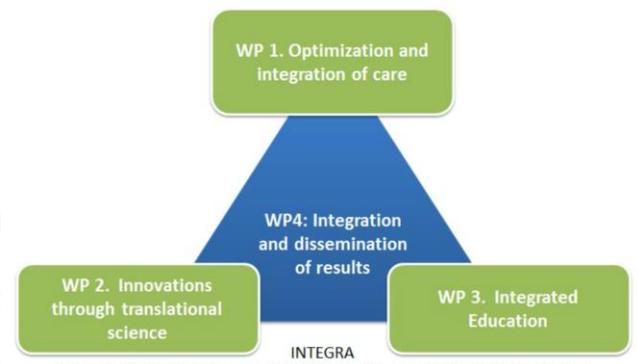
- d'identifier de **nouveaux biomarqueurs**
- de mieux **caractériser les futurs répondeurs ou non répondeurs** aux biologiques et la tolérance à ces traitements
- de partager les expériences en termes de **preuves de concept** et de tester les hypothèses émises dans une maladie dans d'autres IMIDs
- de développer **l'éducation des patients et des soignants**

Réunion des chefs de pôles
23.01.2015



Projet INTEGRA

Integrated health care for diabetes and cardiovascular disease:
Prise en charge intégrée du diabète et des maladies cardiaques et cardiovasculaires

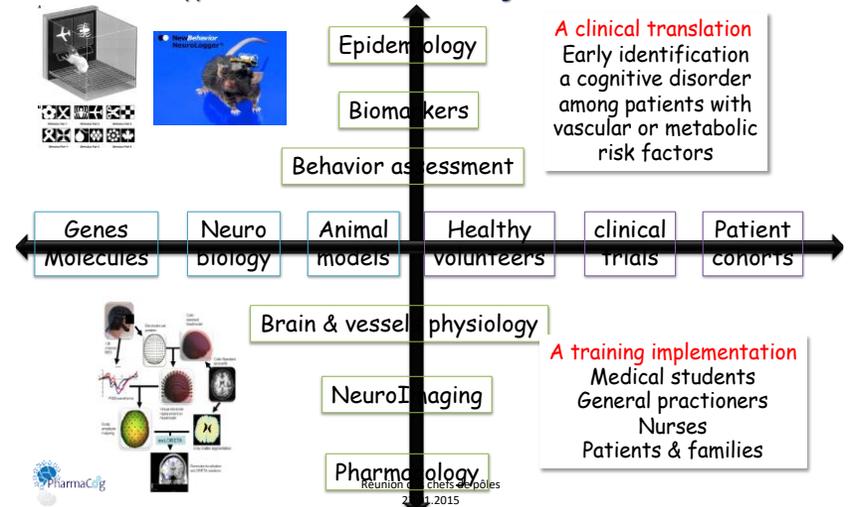


Réunion des chefs de pôles
23.01.2015



Projet VasCog

The reference center with a double preclinical and clinical approach for both vascular and cognitive disorders

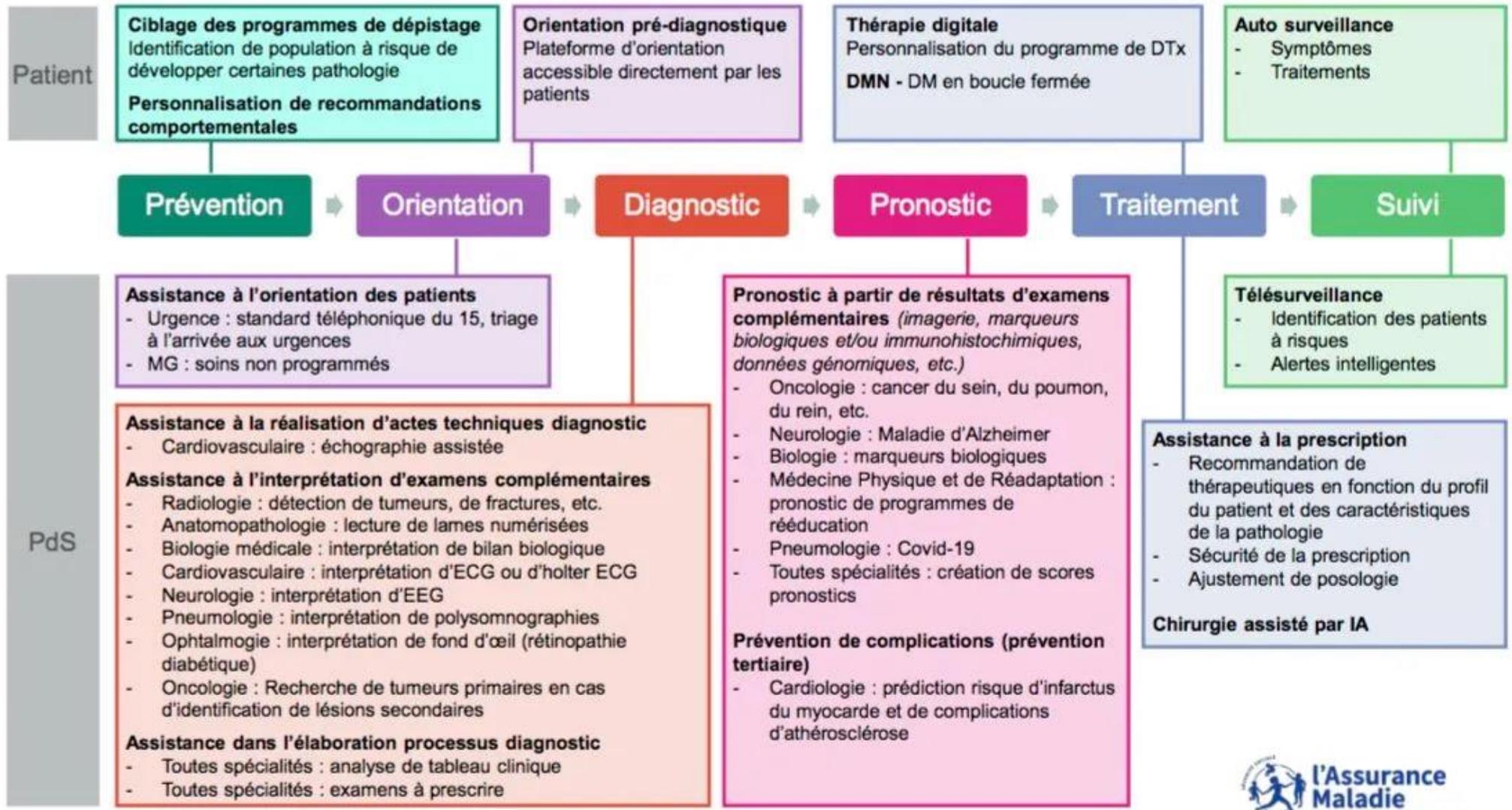


Réunion des chefs de pôles
23.01.2015



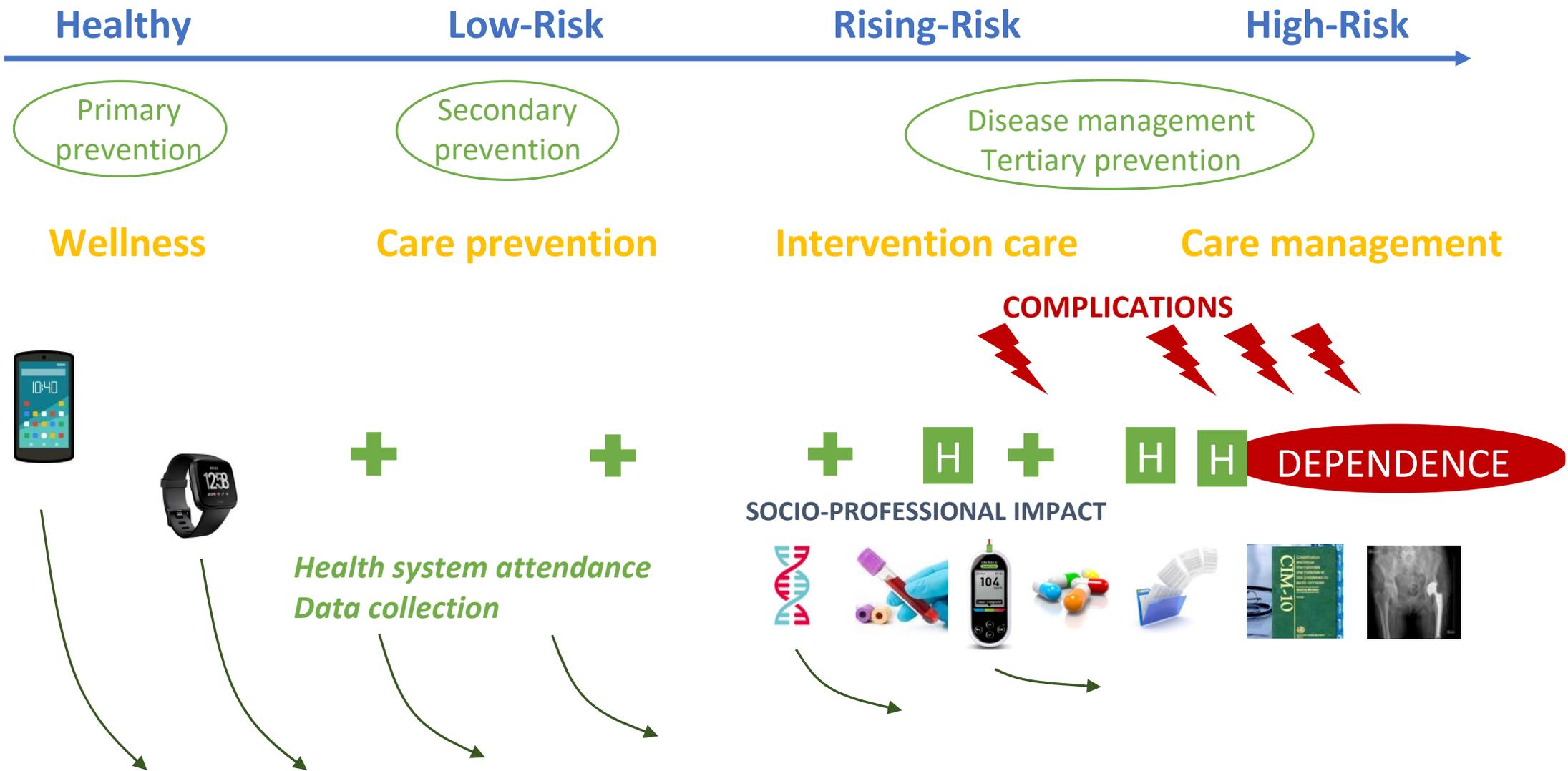
Quels impacts potentiels du numérique en santé ?

Figure 194 : Cartographie des usages des systèmes d'IA dans le parcours de soins du patient



Source : CNAM

The model of chronic diseases



Constitution d'un entrepôt de données de santé



Clinical data warehouses

Data produced routinely, collected in Electronic Health Records

French administrative healthcare database



Open data (ecological data)



Inpatient data



- Data warehouse :
 - ✓ Data (EHR) from ~2.5 millions patients since 2008
 - ✓ Vital status known with Insee database linkage
- ✓ PMSI : ~3 millions inpatient stays coded (CIM-10)
- ✓ Biology : ~450 millions measures, ~30 millions tests
- ✓ Drugs :
 - ✓ Administrations : ~500 000 written prescriptions
 - ✓ Prescriptions : depuis octobre 2023
- ✓ Vital parameters : ~16 millions measures
- ✓ Transfusions : ~300 000 transfusions
- ✓ Documents : ~17 millions documents
- ✓ Anesthesia : pre- and per-operative status for >1,2 million interventions
- ✓ Intensive care : whole EHR for patients admitted in ICU

Défis à l'échelle d'un CHU

- Qualité et quantité de données

Clinical data warehouses

Data produced routinely, collected in Electronic Health Records

French administrative healthcare database



Open data (ecological data)



Inpatient data



Qualité +
Quantité +++

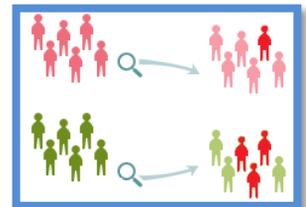
Prospective databases

Data produced specifically to answer a research question

Medical devices



Cohorts / Registries
Clinical trials



Omics



Interoperabilité
Standards OMOP
Science ouverte

Qualité +++
Quantité ++



Exemples concrets rendus possibles par l'EDS

- COVID-19
 - Identification des patients sous immunosuppresseurs
 - Août 2021 – RONAPREVE : 247 patients (azathioprine ou mycophénolate)



Illustration générée par DALL·E, OpenAI, via une description personnalisée

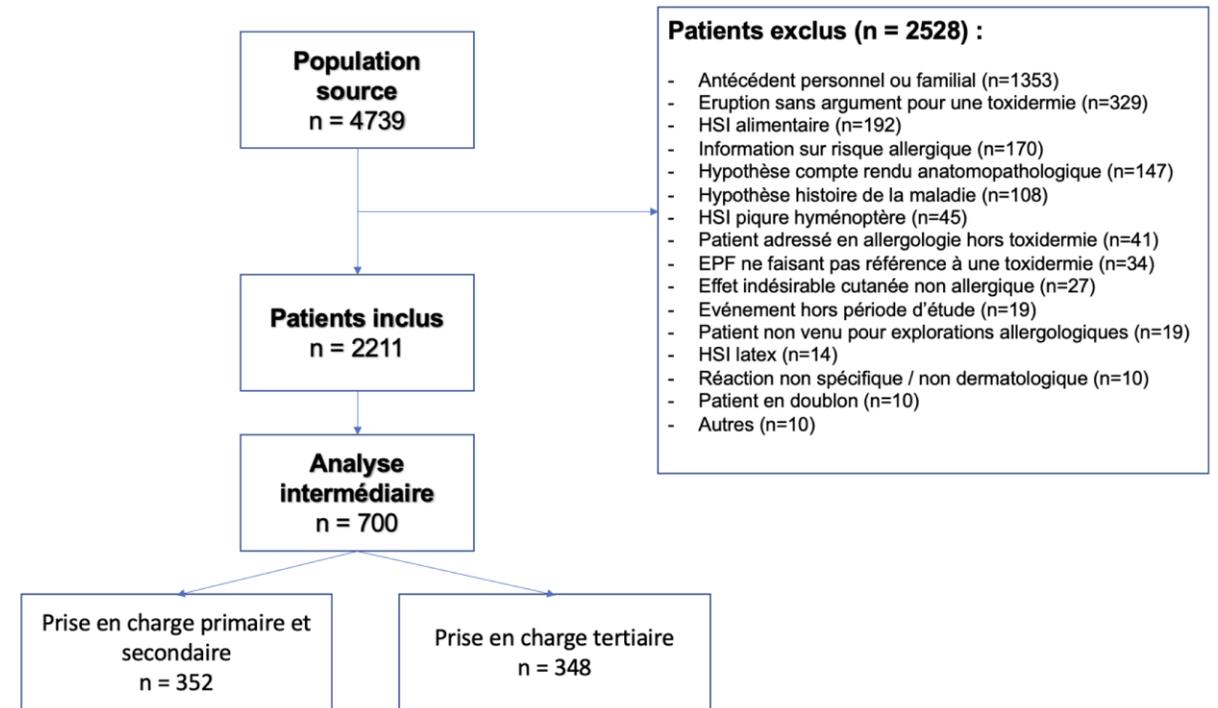
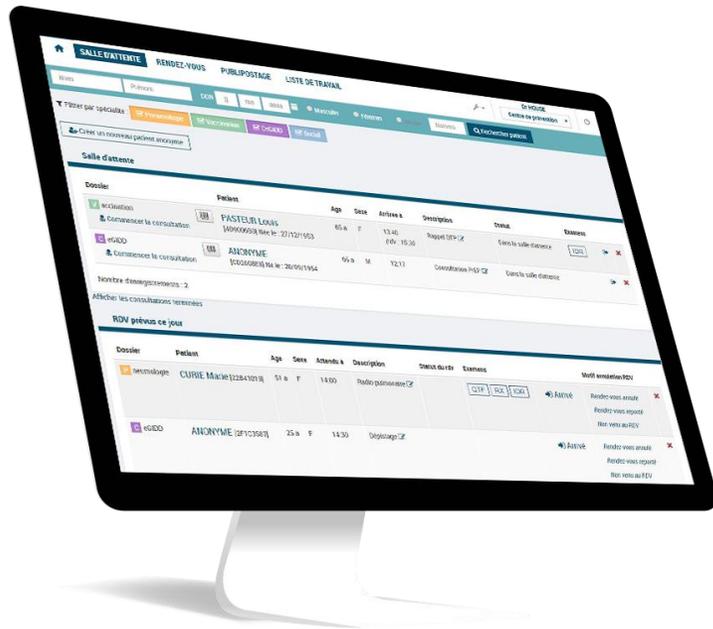
Exemples concrets rendus possibles par l'EDS

■ COVID-19

- Identification des patients sous immunosuppresseurs
- Août 2021 – RONAPREVE : 247 patients (azathioprine ou mycophénolate)

■ Constitution de cohortes a posteriori

- Toxidermies : 4000 patients



Exemples concrets rendus possibles par l'EDS

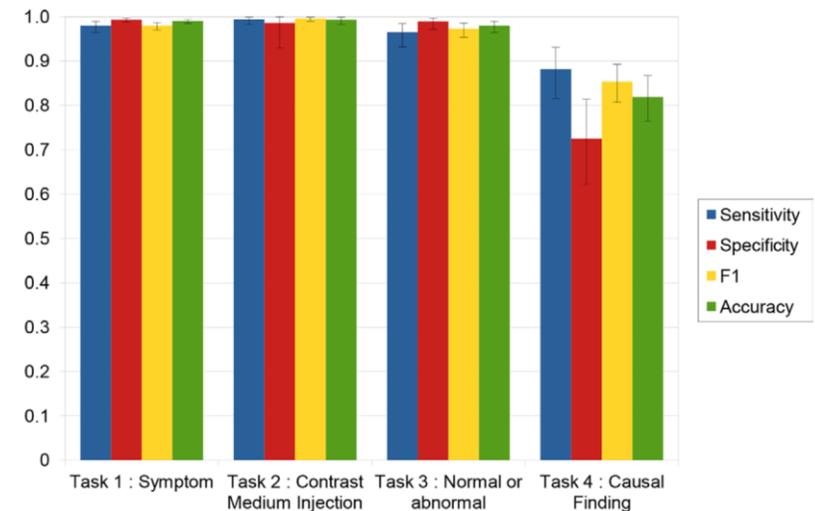
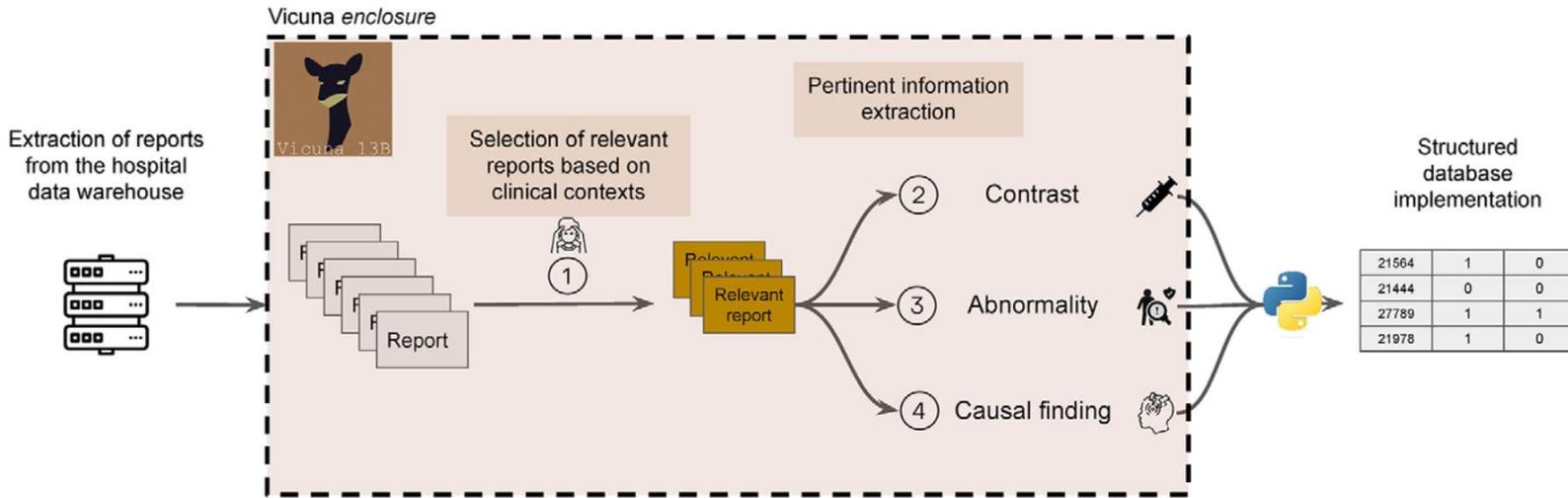
- Recueil automatisé de données dans les comptes-rendus
 - IRM cérébrales

Radiology: Artificial Intelligence

ORIGI

Performance of an Open-Source Large Language Model in Extracting Information from Free-Text Radiology Reports

Bastien Le Guellec, MS • Alexandre Lefèvre, MS • Charlotte Geay, MSc • Lucas Shorten, MSc • Cyril Bruge, MD • Lotfi Haccin-Bey, MD • Philippe Amouyel, MD, PhD • Jean-Pierre Pruvo, MD, PhD • Gregory Kuchcinski, MD, PhD • Aghiles Hamroun, MD, PhD

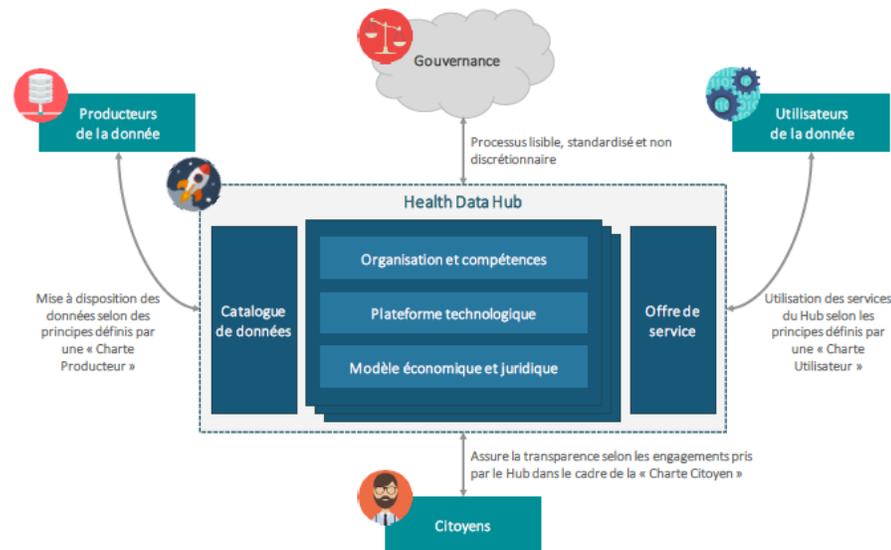


Initiatives nationales : *Health Data Hub*



● Le Health Data Hub

- Les services du Hub seraient proposés sur l'ensemble du territoire via un Hub central appuyé d'un réseau de Hub « locaux ». Ce réseau, piloté par le Hub central, répondrait à une logique de regroupement géographique, qui permettrait d'offrir une meilleure efficacité opérationnelle en désengorgeant la structure centrale, tout en facilitant l'accompagnement des producteurs et utilisateurs des données.



Hub central ou local, intégrant une gouvernance, des compétences et un accès à la plateforme technologique



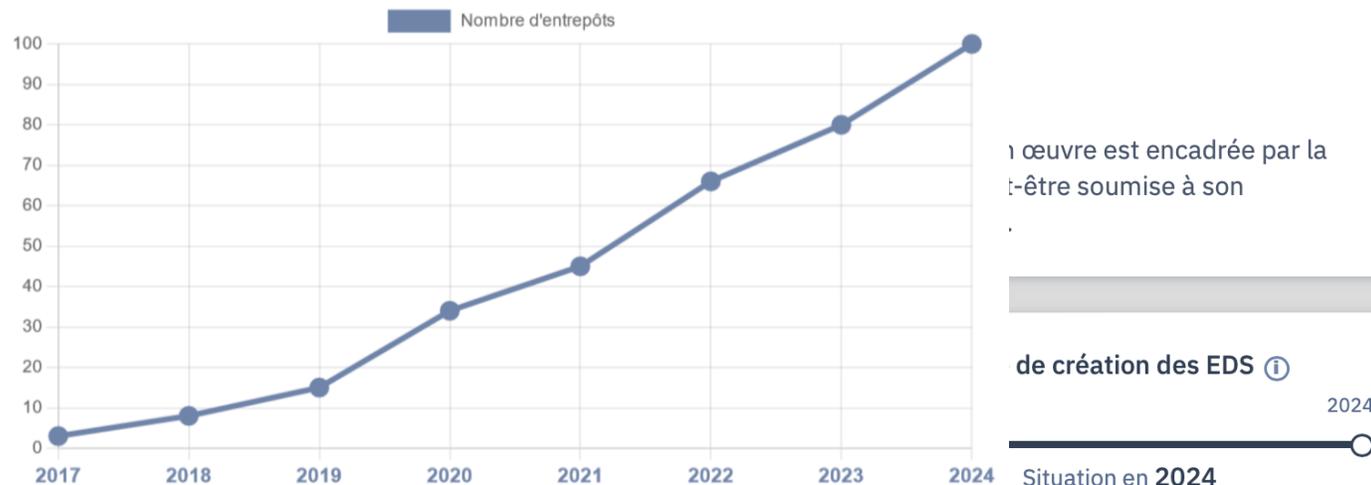
Expertise (médicale, juridique, données...)

Utilisateurs du Hub

Producteurs de données

Cartographie des EDS en France

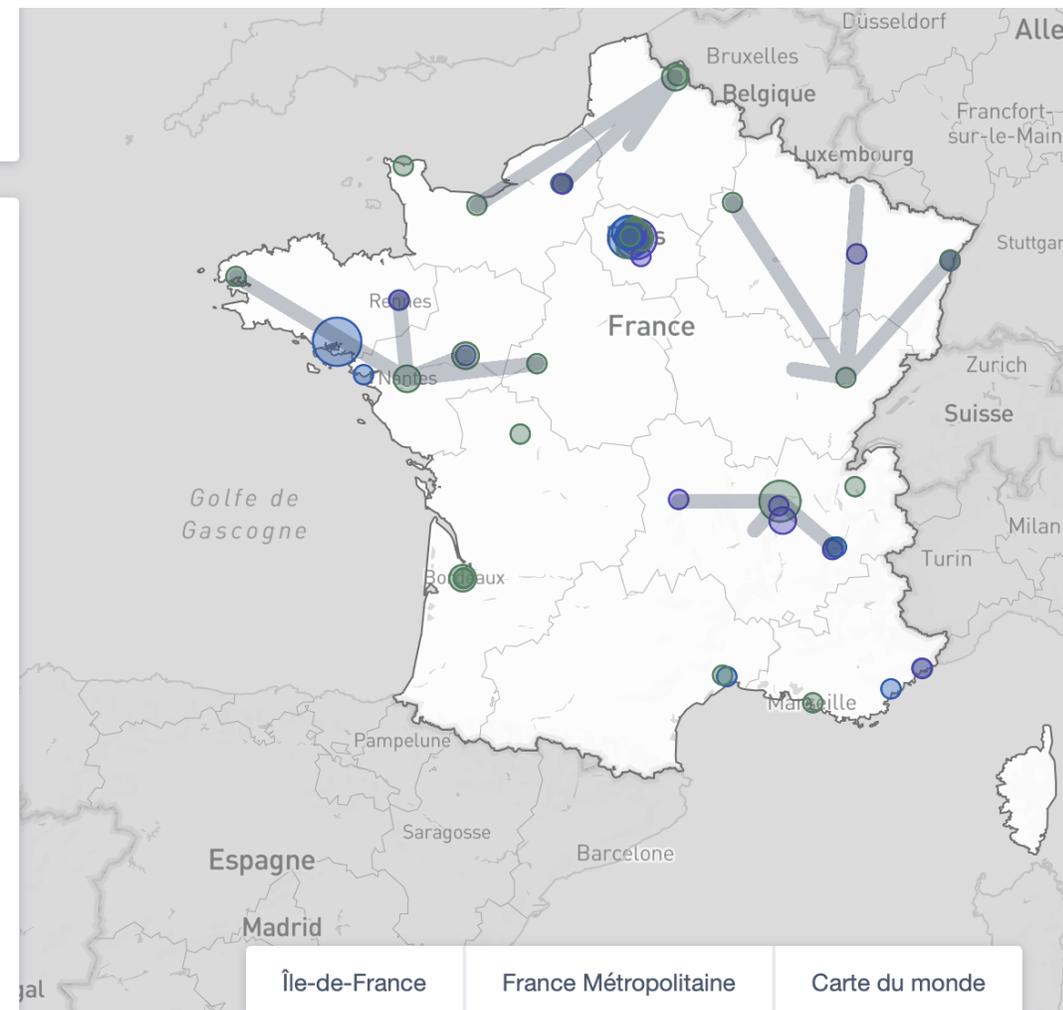
Courbe de l'évolution du nombre d'EDS recensés par la CNIL en France depuis 2017



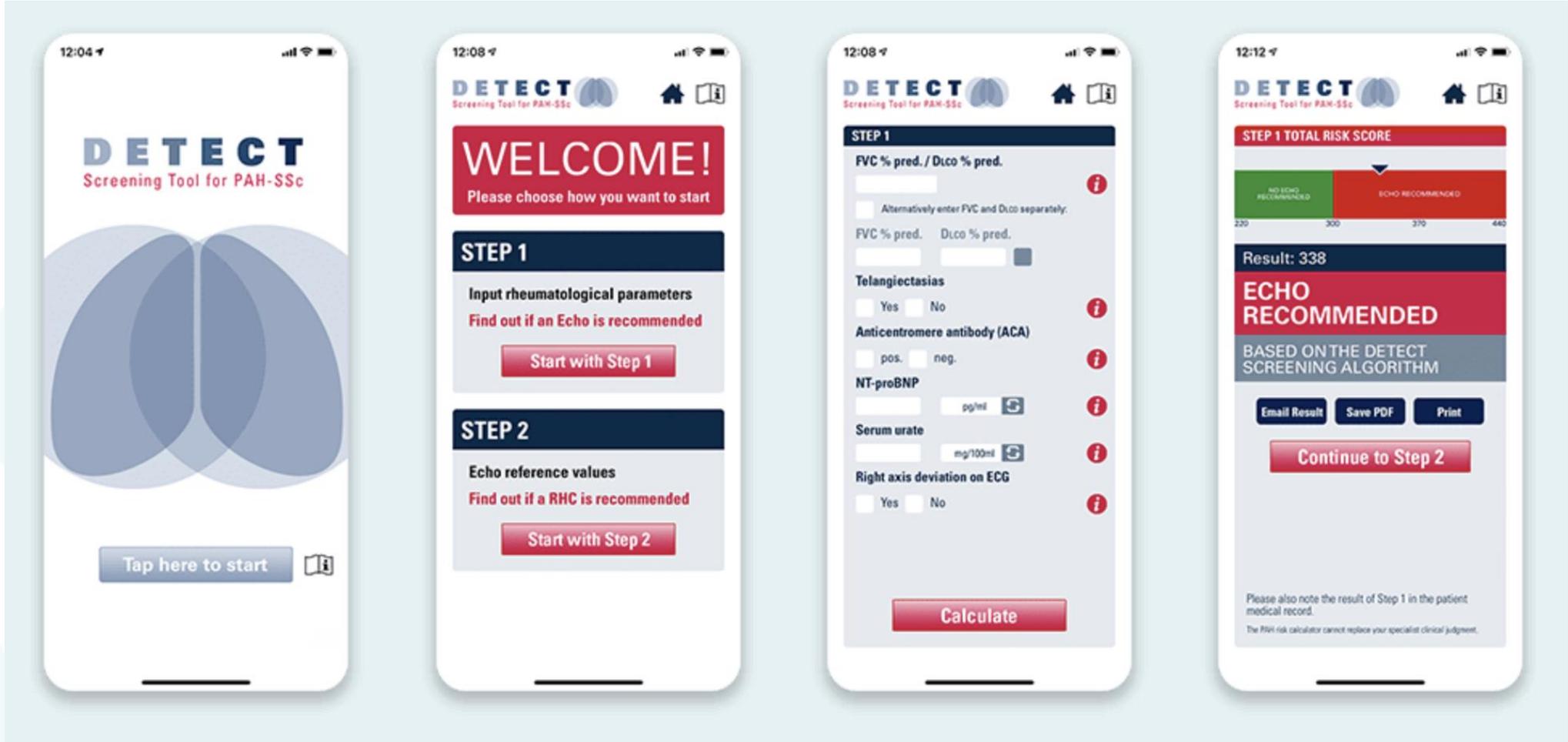
Entre **2016** et **2024**, **acteurs** ont mis en œuvre un ou plusieurs EDS et **entrepôts** au total sont recensés en France.

Typologies d'acteurs

- ✓ **40 acteurs Publics**
CHU, agences publiques, ... ⓘ
- ✓ **26 acteurs Privés à but non lucratif**
Associations, ESPIC, CLCC, ... ⓘ
- ✓ **22 acteurs Privés**
Cliniques et entreprises ⓘ
- ✓ Acteurs en réseau ⓘ

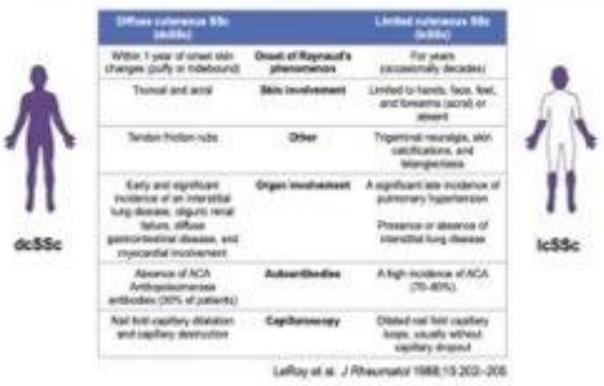


IA intégrée dans notre quotidien

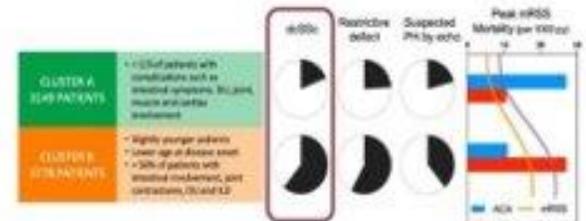


Exemple concret : Développement de méthodes de clustering

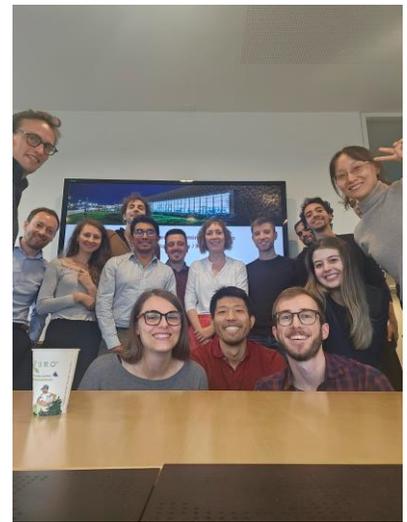
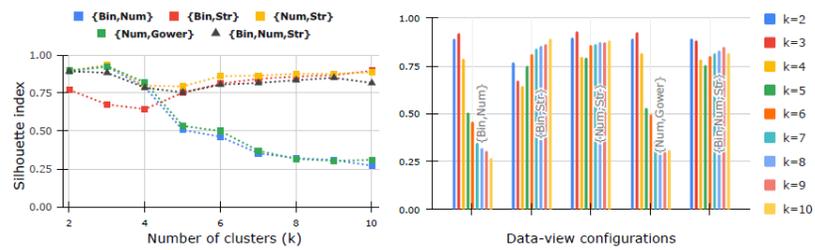
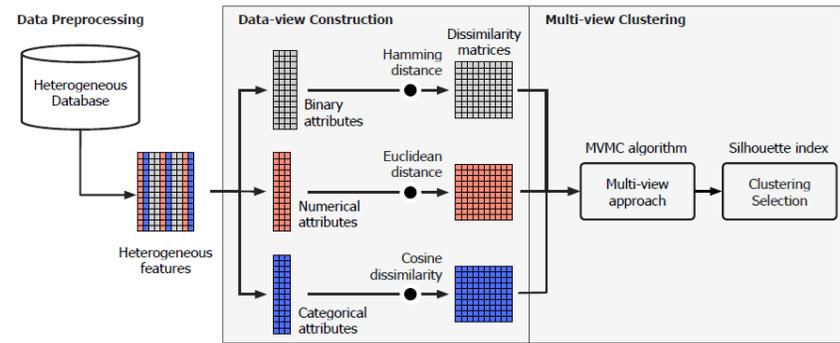
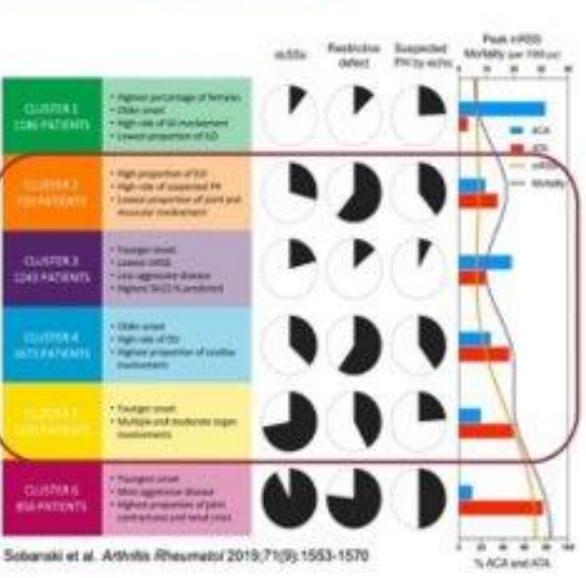
A. Historical subclassification is based on skin extension



B. Recent cluster analysis into 2 groups showed a partial overlap with the current subclassification



C. When patients were classified into 6 groups, some of them were consistent with the historical descriptions of lcSSc (cluster 1) and dcSSc (cluster 6) but others seemed to be grouped together beyond the skin involvement (clusters 2 to 5).



Sobanski et al. Arthritis Rheumatol 2019
 Adán José-García et al. Parallel Problem Solving from Nature – PPSN XVII, 2022,
 Adán José-García et al. Metaheuristics for Machine Learning: New Advances and
 Tools, 2023
 Adán José-García et al. ACM Computing Surveys 2023
 Adán José-García et al. ECAI 2024



Inserm MESSIDORE

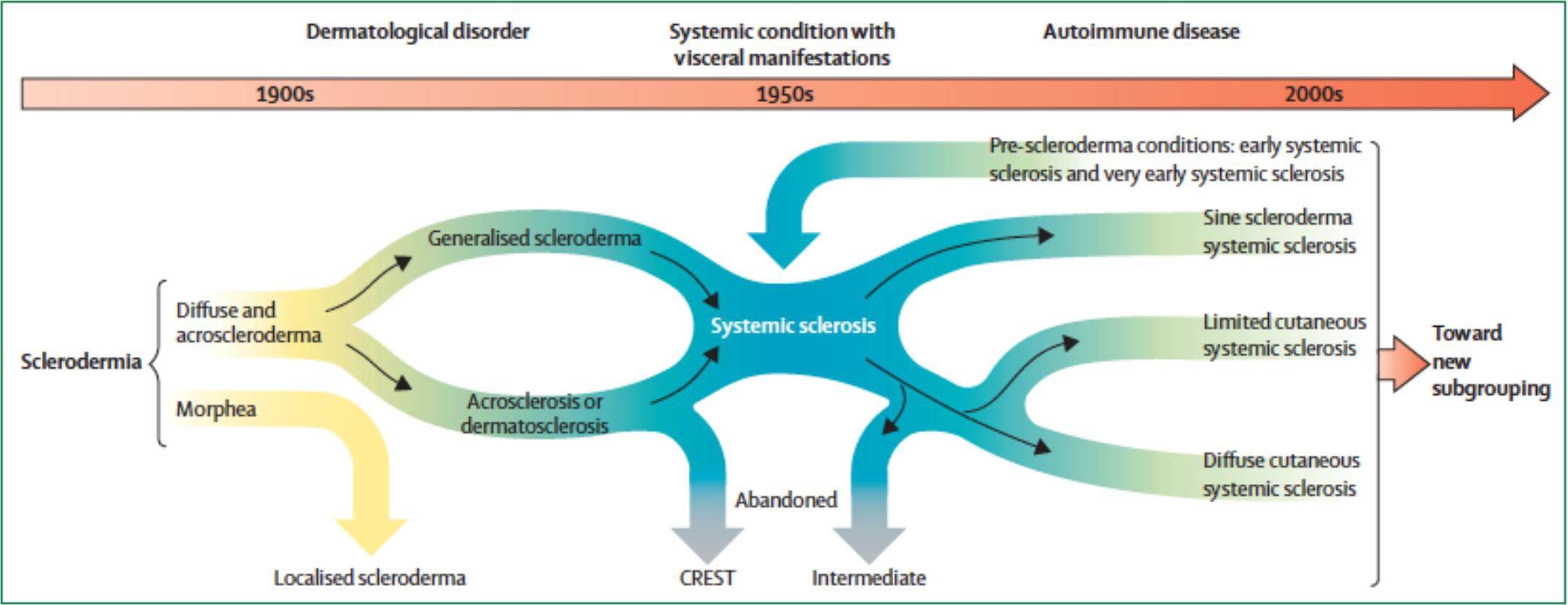
KU LEUVEN Funding (2023-2027) : Chaire IA Santé U Lille / KU Leuven

Evolution de la nosologie

The nosology of systemic sclerosis: how lessons from the past offer new challenges in reframing an idiopathic rheumatological disorder

Lancet Rheumatol 2019;
1: e257-64

Alain Lescoat*, Catherine Cavalin*, Rodney Ehrlich, Claire Cazalets, Alice Ballerie, Nicolas Belhomme, Guillaume Coiffier, Marine de Saint Riquier, Paul-André Rosental, Eric Hachulla, Vincent Sobanski, Patrick Jégo



🏠 > Médicaments > Outils : analyse d'ordonnance

ANALYSE D'ORDONNANCE

ORDONNANCE VIRTUELLE

Ajouter un nouveau médicament

Tout supprimer

- ✓ ATENOLOL 50 mg cp
- ✓ AMLODIPINE (bésilate) 5 mg gél
- ✓ KARDEGIC 75 mg pdre p sol buv en sachet-dose
- ✓ FUROSEMIDE ARROW 20 mg cp séc
- ✓ DICLOFENAC ARROW 1 % gel en flacon pressurisé
- ✓ LANSOPRAZOLE ARROW 30 mg cp orodispers

INTERACTIONS

Contre-indication | Déconseillé | Précaution d'emploi | A prendre en compte

Diagramme circulaire illustrant les interactions médicamenteuses entre les médicaments suivants : KARDEGIC 75 mg pdre p sol buv en sachet-dose (orange), FUROSEMIDE ARROW 20 mg cp séc (orange), ATENOLOL 50 mg cp (jaune), et AMLODIPINE (BESILATE) 5 mg gél (jaune). Les interactions sont classées par couleur : orange pour 'Précaution d'emploi' et jaune pour 'A prendre en compte'.

KARDEGIC 75 mg pdre p sol buv en sachet-dose + FUROSEMIDE ARROW 20 mg cp séc

Acide acétylsalicylique (voie systémique) avec Diurétiques

Risque: Pour des doses anti-inflammatoires d'acide acétylsalicylique (≥ 1 g par prise et/ou ≥ 3 g par jour) ou pour des doses antalgiques ou antipyrétiques (≥ 500 mg par prise et/ou < 3 g par jour) : Insuffisance rénale aiguë chez le patient à risque (âgé, déshydraté, sous diurétiques, avec une fonction rénale altérée) par diminution de la filtration glomérulaire secondaire à une diminution de la synthèse des prostaglandines rénales. Par ailleurs, réduction de l'effet antihypertenseur.

Conduite à tenir: Hydrater le malade et surveiller la fonction rénale en début de traitement et

Thesaurus : le référentiel national des interactions médicamenteuses (Ansm) du 20/10/2020

EFFETS INDÉSIRABLES POSSIBLES

Rechercher un effet indésirable

Filtres : Inconnue X | Très fréquent X | Fréquent X

Toute l'ordonnance

Par appareil & par nombre d'effets indésirables

Appareil	Nombre d'effets indésirables
Systeme digestif	34
Anomalie des examens de laboratoire	21
Dermatologie	20
Systeme cardiovasculaire	15
Orl, stomatologie	11
Hématologie	9
Urologie, néphrologie	9
Nutrition, métabolisme	7
Divers	6

Source : RCP

IA intégrée dans notre quotidien

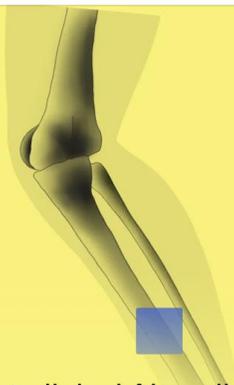


IA intégrée dans notre quotidien



BoneView

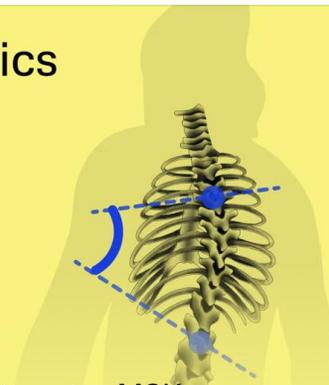
CE FDA



BoneView, our first clinical AI application, has become a global bone trauma X-ray interpretation standard, recognized for its scientific excellence. It pinpoints...

BoneMetrics

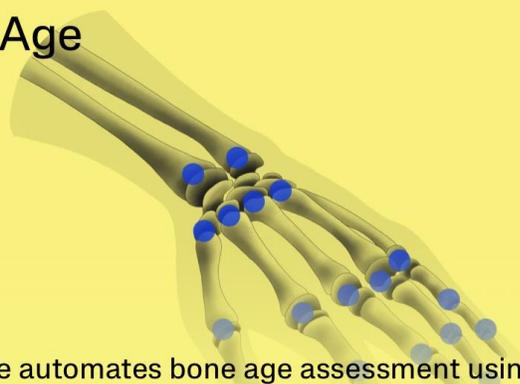
CE



BoneMetrics automates MSK measurements, streamlining your workflow with unparalleled precision on X-ray and EOS acquisitions.

BoneAge

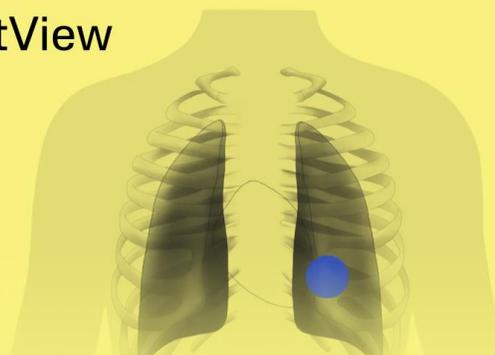
CE



BoneAge automates bone age assessment using the Greulich & Pyle atlas method, saving valuable time while ensuring precision.

ChestView

CE



ChestView AI enhances the detection of urgent findings like pneumothorax, pleural effusion, and consolidation, as well as early cancer indicators such...

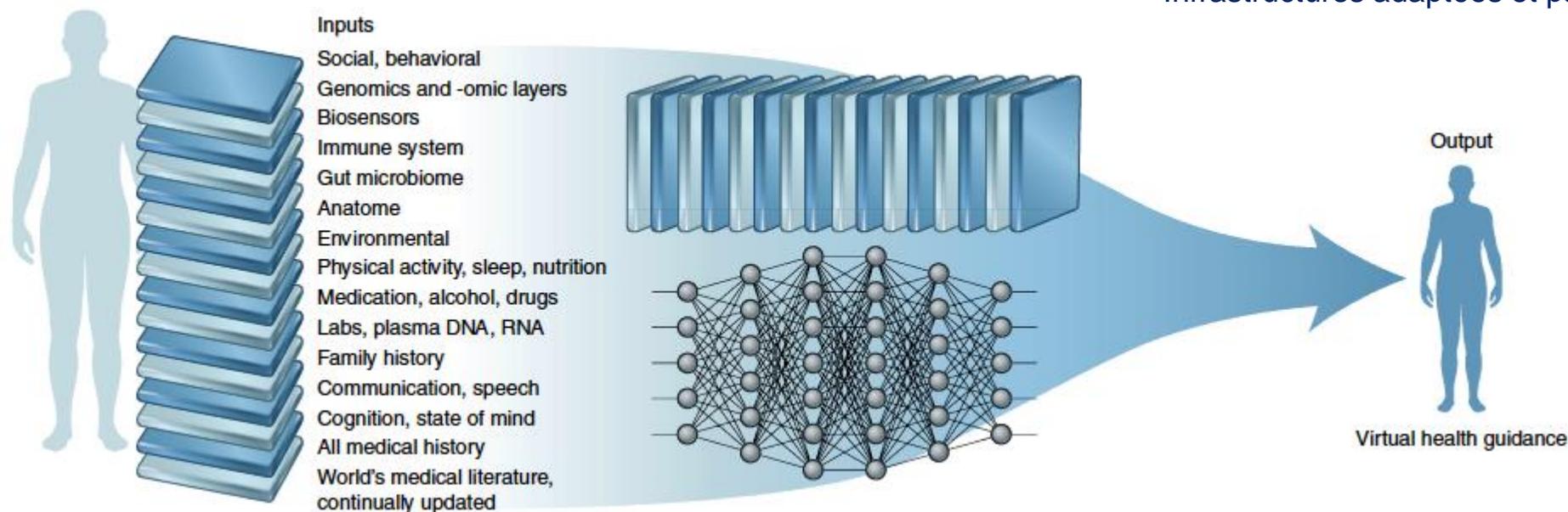
Utilisation de l'IA dans la détection radiologique et ses implications

Complexité des savoirs	L'IA, bien que prometteuse pour la détection d'anomalies, ne parvient pas à intégrer les normes tacites et pratiques implicites des radiologues , qui reposent sur l'expérience, l'interprétation contextuelle et les savoirs accumulés lors de la pratique.
Limitations de l'IA dans la détection	L'analyse automatique des radiographies est entravée par des erreurs de classification (faux positifs, mauvaises labélisations), et son incapacité à interpréter les nuances des informations cliniques ou les modifications physiques dues à des interventions médicales.
Impact sur la formation des internes	Les jeunes radiologues perçoivent l'IA comme une source de perturbation dans leur apprentissage. Ils s'inquiètent de dépendre de l'outil pour des tâches critiques, ce qui pourrait limiter leur développement d'une expertise autonome.
Manque d'explicabilité des algorithmes	Les outils basés sur le deep learning fonctionnent souvent comme des "boîtes noires", rendant leurs décisions opaques . Cela crée une méfiance parmi les professionnels, qui hésitent à se fier à ces systèmes sans comprendre les bases de leurs recommandations.
Problèmes d'acceptabilité	Bien que l'IA soit censée alléger le fardeau des tâches à faible valeur ajoutée, son adoption réelle est limitée par des contraintes d'usage, une inadéquation avec les normes professionnelles, et des doutes sur son efficacité dans des contextes complexes et diversifiés .

Principaux challenges

Accessibilité et confidentialité des données

- **Modèles et infrastructures respectueux de la vie privée**
 - Interopérabilité
 - Apprentissage fédéré / décentralisé



Performance et disponibilité des modèles

- **Enjeux sociétaux et environnementaux**
 - Prise en compte des biais
 - Infrastructures adaptées et partagées

Explicabilité Perte / Gain de compétences ?

- **Besoin d'outils concrets pour la prise en charge des patients**
 - Méthodologies de conception et d'évaluation
 - Formation et acculturation des professionnels



OBJECTIFS

- Comprendre les principes des algorithmes qui sous-tendent les technologies embarquant des outils d'intelligence artificielle
- Connaître les méthodes de ces nouveaux outils diagnostiques et d'aide à la décision.
- Permettre au chercheur d'identifier les bons interlocuteurs pour les projets de recherche utilisant les méthodes d'intelligence artificielle

CONDITIONS D'ACCÈS

- Médecins
- Pharmaciens
- Chirurgiens-dentistes
- Enseignants ou enseignants-chercheurs en santé
- Personnels de Santé Publique, professionnels de santé pouvant justifier d'un niveau Master ou équivalent
- Internes en médecine, pharmacie ou odontologie
- Salariés du privé ou indépendants de l'industrie de la santé pouvant justifier d'un niveau Master ou équivalent

ORGANISATION & EXAMEN

-  **102 heures de formation**
- 6 séminaires de 2 jours [jeudi et vendredi]

CONTENU

- **Séminaire 1** : Big data en santé : introduction, données et outils - novembre 2024
- **Séminaire 2** : La relation santé / IA - janvier 2025
- **Séminaire 3** : Traitement automatique du langage naturel - février 2025
- **Séminaire 4** : Le deep learning pour le traitement d'image - mars 2025
- **Séminaire 5** : Bioinformatique et analyse statistique de données omiques - avril 2025
- **Séminaire 6** : Datathon / séminaire projet juin 2025

VALIDATION

- Assiduité
- Examen final sous forme de QCM noté sur 10.

La somme des notes doit être supérieure ou égale à 10 pour valider la formation.

La session de rattrapage ne porte que sur la partie QCM (elle s'ajoute à la note obtenue lors du séminaire 6).

INTELLIGENCE ARTIFICIELLE EN SANTÉ

Diplôme Universitaire - 1 an

INFORMATIONS

CALENDRIER



Novembre 2024 - Juin 2025
Faculté de Médecine de Lille - Pôle formation

Responsables pédagogiques : Pr Vincent SOBANSKI
Dr Ramy AZZOUZ

RENSEIGNEMENTS ET INSCRIPTION

Inscription administrative obligatoire avant le 1er cours.

Pré-inscription : Lettre de motivation + CV à adresser
Pr Vincent SOBANSKI

vincent.sobanski@univ-lille.fr

Ahlam GOUIN KHETTAB
Département de FMC / DPC
Faculté de Médecine / Pôle Recherche
Place de Verdun 59045 Lille Cedex

ahlam.khettab@univ-lille.fr

03.20.62.68.24

INSCRIPTION
medecine.univ-lille.fr



Stratégie d'accélération en santé numérique

❖ Lauréat AMI CMA Santé numérique (3,8 M€)

❖ **Axe 1 : Massification de l'enseignement**

- ❖ 28 heures – nouveau référentiel
- ❖ 2000 étudiants par an (MMOP + IFSI)
- ❖ Approche par compétences

❖ **Axe 2 : Conception d'une plateforme immersive du numérique en santé**

- ❖ Alimentation par données artificielles (Inria)

❖ **Axe 3 : Formations innovantes**

- ❖ Parcours Ingénierie-Santé Centrale Lille/UFR3S ouvert en 2023 : 30 étudiants par an
- ❖ Parcours Conception et évaluation de logiciels médicaux à l'UFR3S-Pharmacie : 7 étudiants pour 2024-2025
- ❖ AUEC « IA pour la pharmacie » et « Robotisation des circuits pharmaceutiques » : 2 x 40h

caps'UL

campus participatif en santé numérique
du site universitaire de lille



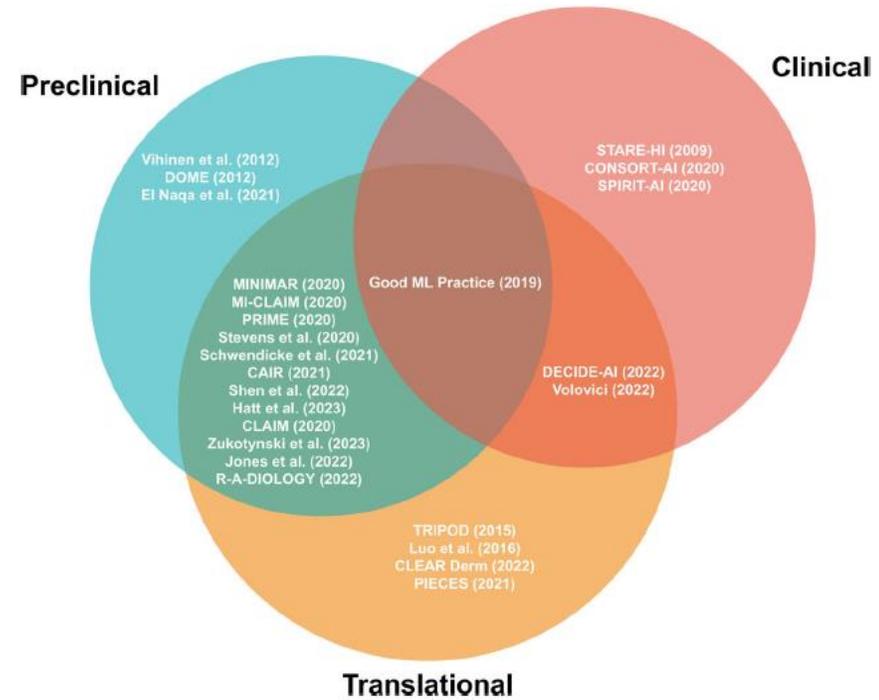
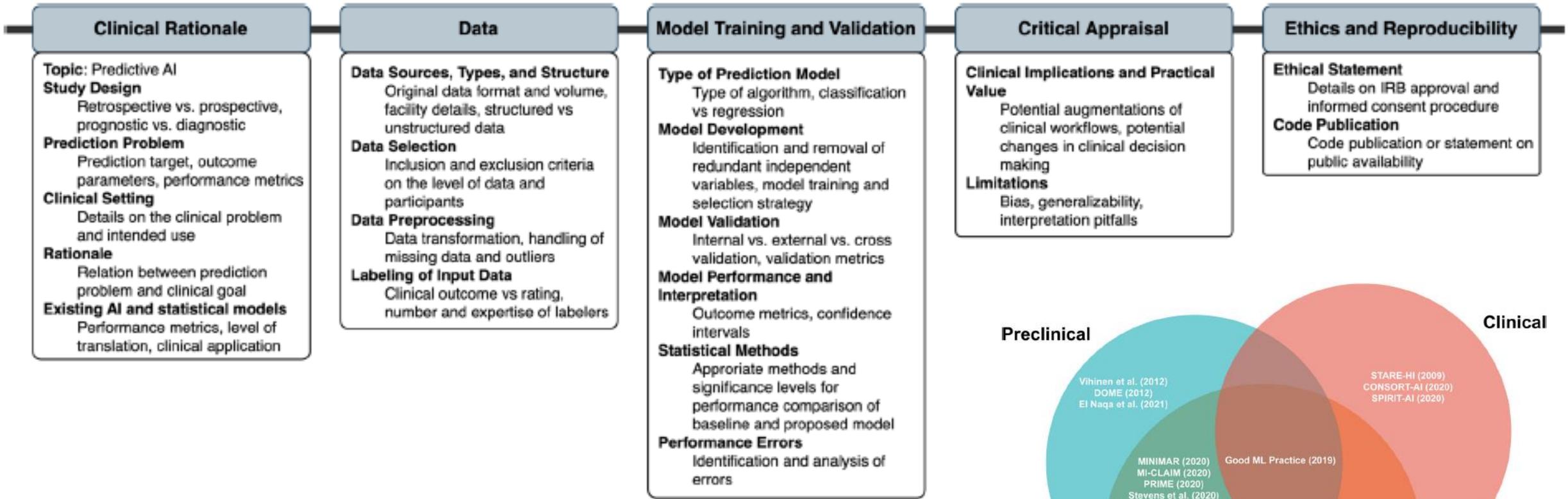
anr®

Caisse
des Dépôts
GROUPE

FRANCE
2030

Financé par
l'Union européenne
NextGenerationEU

Grille de lecture face à un projet / article utilisant l'IA en santé



communications medicine

Article



<https://doi.org/10.1038/s43856-024-00492-0>

Reporting guidelines in medical artificial intelligence: a systematic review and meta-analysis

Conclusion

❖ Evolution rapide du numérique en santé, (r)évolution de l'IA en santé

- ❖ Bénéfices importants pour les patients et les professionnels de santé
- ❖ Appropriation globale mais peu de connaissance experte des enjeux
- ❖ Des impacts à attendre sur la relation médecin-patient, sur le métier des professionnels de santé ?

❖ Un modèle économique et environnemental encore instable

- ❖ Soutien de l'innovation
- ❖ Revenu pour les solutions IA
- ❖ Coût de la donnée (apprentissage), de l'expertise
- ❖ Une discordance course technologique / éco-conception des soins ?

❖ Des attentes importantes pour la formation des citoyens

- ❖ Professionnels de santé
- ❖ Patients et proches